



日本海域研究

Japan Sea Research

Vol. 43 2012

金沢大学環日本海域環境研究センター
Institute of Nature and Environmental Technology
Kanazawa University

目 次

【論 文】

酒寄淳史

石川県の史跡末松廃寺跡における塔心礎の岩石学的性質

—塔心礎に使われている岩石は戸室石か？— 1

笠木哲也・大宮正太郎・木村一也・金子洋平・本間航介・湯本貴和・中村浩二

能登半島と佐渡島におけるハナバチ類の種組成と分布 9

DANG Minh Hai・榎田真也・松田良介・由比政年

手取川流域の人為的改変が河床変動に及ぼした影響 (英文) 19

板垣英治

加賀藩の火薬 VII. 鈴見鑄造所の反射炉 35

板垣英治

August Johann Rösel von Rosenhof DE NATUURLYKE HISTORIE DER INSECTEN, レーゼル著, クリ

ーマン編訳, 「昆虫の自然史」について 45

周 如軍

近代中国における紙傘の生産をめぐって 61

【短 報】

塚脇真二・堂満華子・尾田太良

日本海中央部ならびに北東縁部における淡青丸KT99-14次航海の予察的成果

(第3部: 大和堆で採取されたP-11コアの堆積相) (英文) 75

塚脇真二・堂満華子・深谷泰之・古内正美・鎌田耕太郎・神谷隆宏

熊切道人・村瀬高広・坂野健夫・青海忠久・高橋芳枝

日本海中央部大和堆ならびに南部若狭湾沖および黒部川河口沖における淡青丸KT05-9次航海の採泥

結果 (英文) 87

塚脇真二・小沢広和・陰地章仁

オホーツク海南西縁部ならびに日本海北東縁部における淡青丸KT04-20次航海の採泥結果 (英文) 97

【総 説】

由比政年・榎田真也

石川県沿岸域における津波災害の軽減に向けて: 東北地方太平洋沖地震津波および日本海歴史津波

の教訓と課題 109

【資 料】

堀内美緒・中村浩二

聞き書き資料: 能登半島熊木川最上流に位置する須久保の1960年代以前の里山利用 123

CONTENTS

[Original Articles]

Atsushi SAKAYORI

Petrological Characteristics of the Central Pillar Foundation of the Pagoda at Suematsuhajjiato Remains in Ishikawa Prefecture, Japan —Is the Central Pillar Foundation Made from Tomuroishi?— 1

Tetsuya KASAGI, Sho-Taro OHMIYA, Kazuya KIMURA, Youhei KANEKO

Kosuke HOMMA, Takakazu YUMOTO and Koji NAKAMURA

Fauna and Distribution of Bees in Noto Peninsula and Sado Island 9

Minh Hai DANG, Shinya UMEDA, Ryousuke MATSUDA and Masatoshi YUHI

Influence of Anthropogenic Activities on the Lower Tedori River, Japan 19

Eiji ITAGAKI

A Historical Research on Gun Powder of Kaga Clan

VII. Studies on Reverberatory Furnace in the Suzumi Moulding Factory 35

Eiji ITAGAKI

On the Studies of August Johann Rösel von Rosenhof, "DE NATUURLYKE HISTORIE DER INSECTEN",

Edited and Translated by C. F. C. Kleemann, (1765) 45

Rujun ZHOU

Production of Paper-Umbrellas in Modern China 61

[Short Articles]

Shinji TSUKAWAKI, Hanako DOMITSU and Motoyoshi ODA

Preliminary Results from the R. V. *Tansei-maru* Cruise KT99-14 in the Central and Northeastern Marginal Parts of the Japan Sea (Part III: Depositional Facies of P-11 Core from the Yamato Bank) 75

Shinji TSUKAWAKI, Hanako DOMITSU, Yasuyuki FUKAYA, Masami FURUUCHI

Kotaro KAMADA, Takahiro KAMIYA, Michito KUMAKIRI, Takahiro MURASE

Takeo SAKANO, Tadahisa SEIKAI and Yoshie TAKAHASHI

Preliminary Results from Sediment Sampling of the R. V. *Tansei-maru* Cruise KT05-9 in the Central and Southwestern Parts of the Japan Sea, the Yamato Bank, off Wakasa Bay and off Kurobe River, Central Japan 87

Shinji TSUKAWAKI, Hirokazu OZAWA and Akihito OOJI

Preliminary Results from Sediment Sampling of the R. V. *Tansei-maru* Cruise KT04-20 in the Southwestern Marginal Part of the Okhotsk Sea and the Northeastern Marginal Part of the Japan Sea off Hokkaido, North Japan 97

[General Remarks]

Masatoshi YUHI and Shinya UMEDA

Towards the Reduction of Tsunami Vulnerability along the Japan Sea Coast: Lessons Learned and Future Research Needs Deduced from the 2011 Tohoku Earthquake Tsunami and Historical Tsunamis in the Japan Sea 109

[Materials]

Mio HORIUCHI and Koji NAKAMURA

Notes on an Interview on *Satoyama* Life before the 1960s in the Sukubo Area Upstream of the Kumaki River, Noto Peninsula 123

石川県の史跡末松廃寺跡における塔心礎の岩石学的性質 — 塔心礎に使われている岩石は戸室石か? —

酒寄淳史^{1*}

2011年9月16日受付, Received 16 September 2011
2011年12月10日受理, Accepted 10 December 2011

Petrological Characteristics of the Central Pillar Foundation of the Pagoda at Suematsuhaijiato Remains in Ishikawa Prefecture, Japan — Is the Central Pillar Foundation Made from Tomuroishi? —

Atsushi SAKAYORI^{1*}

Abstract

The historical landmark of Suematsuhaijiato in Nonoichi-machi, Ishikawa-gun, Ishikawa Prefecture, represents the remains of a large temple that was built in the latter half of the 7th century. The central pillar foundation, which still exists on the site, has been until now considered to have been made of “Tomuroishi (biotite-hornblende andesite)” mined from the hills in the eastern part of neighbouring Kanazawa City. This paper investigates the petrological characteristics by microscopic observation of a sample taken from Suematsuhaijiato’s central pillar foundation. Our investigation reveals that the foundation is not Tomuroishi but in fact orthopyroxene-hornblende andesite.

Key Words: Suematsuhaijiato, central pillar foundation, Tomuroishi, andesite

キーワード: 末松廃寺跡, 塔心礎, 戸室石, 安山岩

I. はじめに

史跡末松廃寺跡(石川県石川郡野々市町末松2丁目地内)は, 7世紀後半頃に建立された県内最古の寺院跡である。遺跡の存在は江戸時代から知られており, 1939年(昭和14年)には国の史跡に指定され, 1968年~1971年(昭和43年~46年)に史跡公園として整備されて現在に至っている。史跡整備に先立って実施された1966年と1967年(昭和41年と42年)の発掘調査では, 塔や金堂の配置など寺院の構造が明らか

になり, 奈良の古代寺院に匹敵する規模の建造物がこの地に存在していたと推定されている(村上, 2009a)。

末松廃寺跡には, 当時の塔心礎(塔の心柱の礎石)が現存しており, それに使われている岩石は金沢市の戸室山周辺を産地とする戸室石であるとされてきた(三浦, 2006)。戸室石は金沢を代表する石材の一つであり, 土木建築資材や石造物の素材として金沢市やその近隣地域で広く用いられている。使用先として最も有名なのが金沢城の石垣であろう。石垣普

¹金沢大学人間社会研究域学校教育系 〒920-1192 石川県金沢市角間町 (Faculty of Teacher Education, Institute of Human and Social Sciences, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan)

*連絡著者 (Author for correspondence)

請のための採石が始まったのは1592年（文禄元年）であり、それ以前における戸室石利用の事例は7世紀後半の末松廃寺塔心礎のみである（西田，2008）。ゆえに、末松廃寺跡の塔心礎は戸室石による最古の石造物として、戸室石の利用史を考える上でも重要な遺構とされてきた。

このたび筆者は、末松廃寺跡の塔心礎について、顕微鏡による岩石観察の機会を得ることができた。小論の目的は、塔心礎の詳細な岩石学的性質を明らかにすることと、得られた岩石学的データに基づいて塔心礎が戸室石であるか否かを客観的に明らかにすることである。

Ⅱ. 末松廃寺跡の位置と塔心礎の状態

図1に末松廃寺跡の位置を示す。末松廃寺跡は、手

取川が形成する扇状地上に位置し、戸室石の産地である戸室山とは直線距離で約14km隔たっている。

史跡公園内の塔が建っていたとされる場所には、今回の調査対象である塔心礎が据えられている。この塔心礎は、「末松の唐戸石（からといし）」と呼ばれて古くからその存在が知られており、同じ集落内の大兄八幡神社境内に移されていたものを、史跡整備の際に現在の位置に戻したものである（三浦ほか，2003）。移設にあたっては、塔心礎と据え付け穴とが大きさや形状において互いに合致していることから、末松廃寺の塔心礎と判断して間違いないとされている（村上，2009b）。

現在、塔心礎は、コンクリート製の平板が敷き詰められた塔跡の壇上にあり、下部が埋没した状態で配置されている（図2）。史跡公園への移設時に撮影したと推定される塔心礎全景の写真（橋本，2009）



図1 史跡末松廃寺跡の位置図（地図は国土地理院発行の1:200000地勢図「金沢」を使用）。

Fig. 1 Location map of Suematsuhaijiato Remains. The base map is from the 1:200,000 “Kanazawa” topographic map issued by the Geospatial Information Authority of Japan.



図2 史跡末松廃寺跡の塔心礎。

Fig. 2 Central pillar foundation of the pagoda at Suematsuhaijiato remains.

からは、ほぼ楕円体に近い形状を有していることが見て取れる。長径は2.24m、短径は1.65mであり、平坦に加工された頂部には、径58cm、深さ11cmの円柱状のほぞ穴が穿たれている（三浦ほか、2003）。塔心礎の表面は風化の影響を受けて暗灰色～褐色を呈しているが、比較的新鮮な箇所は灰色を示す。現在地表に露出している範囲において、高温酸化による明瞭な赤色化は認められない。風化による表層の剝離が生じており、場所によってはその程度が著しい。長石の斑状組織が明瞭な火山岩であり、円形～楕円形の包有物（最大のもので長径が約10cm）がしばしばみられる。

Ⅲ. 塔心礎の岩石記載

塔心礎の表面から風化で剝離していた薄い板状の試料を採取し、それから作製した岩石薄片について偏光顕微鏡観察を行った。また、岩石を構成する鉱物の含有量を求めるために、ポイントカウンター式によるモード測定（黒田・諏訪、1983）も行った。

ポイントカウンター式とは、岩石薄片を仮想的な方眼で覆い、方眼の交点直下にある鉱物の数を計測することで鉱物の容積比を求める方法である。ここでは、方眼の間隔を0.4mmとし、合計2000点を計測してモード組成を求めた。測定に際しては、0.5mm以上の鉱物を斑晶、0.5mm～0.05mmのものを微斑晶、0.05mm以下のものを石基として区別した。気泡などによる空隙は測定対象から外した。表1にモード測定の結果を示す。

試料の岩石名は、含黒雲母-含かんらん石-斜方輝石-ホルンブレンド安山岩である（図3）。17vol.%の斑晶、15vol.%の微斑晶、および68vol.%の石基から構成される。斑晶として含まれる鉱物は、斜長石（12vol.%）、ホルンブレンド（3vol.%以下）、斜方輝石（0.6vol.%）、および鉄-チタン酸化物（0.2vol.%）であり、石英、黒雲母、およびかんらん石もごく少

表1 塔心礎の岩石試料のモード組成 (vol.%)。pl=斜長石, ho=ホルンブレンド, opx=斜方輝石, aug=オーザイト, opa=鉄-チタン酸化物, qz=石英, bt=黒雲母, ol=かんらん石, apa=燐灰石, tr=微量 (0.1vol.%未満)。

Table 1 Modal composition (vol.%) of the sample from Suematsuhajji central pillar foundation. pl = plagioclase, ho = hornblend, opx = orthopyroxene, aug = augite, opa = Fe-Ti oxides, qz = quartz, bt = biotite, ol = olivine, apa = apatite, tr = trace (<0.1vol.%).

分析番号	石基		pl	ho	opx	aug	opa	qz	bt	ol	apa	小計	総計
CPF	斑晶		12.4	3.1	0.6	0	0.2	0.1	0.1	tr	0	16.5	99.8
	微斑晶		11.4	0.2	1.5	1.2	0.6	0	tr	tr	tr	14.9	

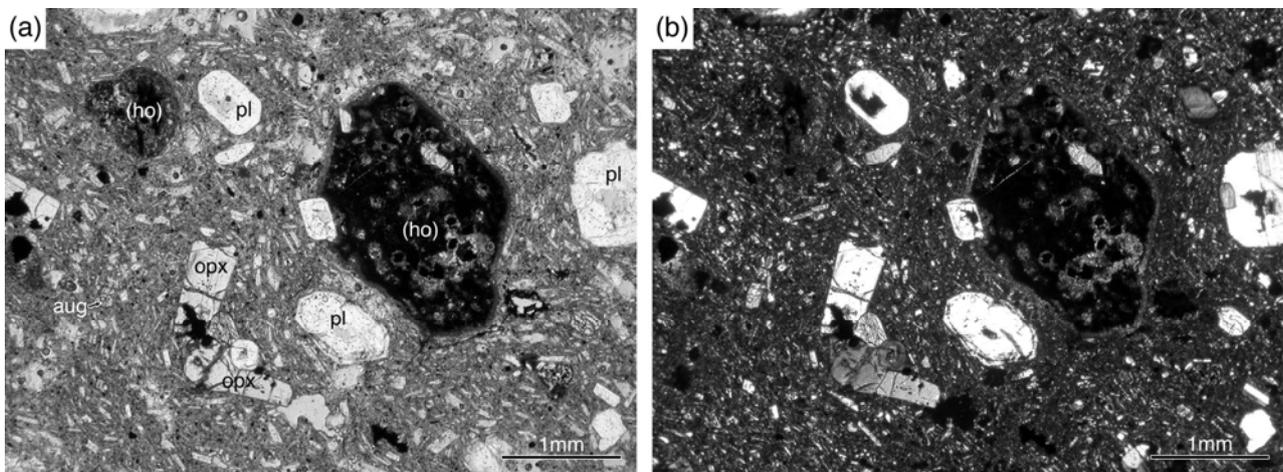


図3 塔心礎の岩石試料の偏光顕微鏡写真。(a) 下方ポーラーのみの状態。(b) 直交ポーラー状態。pl=斜長石, (ho)=変質したホルンブレンド(仮像), opx=斜方輝石, aug=オーザイト。

Fig. 3 Photomicrographs of the sample from Suematsuhajji's central pillar foundation. (a) In plane-polarized light. (b) In cross-polarized light. pl = plagioclase, (ho) = altered hornblend (pseudomorph), opx = orthopyroxene, aug = augite.

量 (0.1vol.%以下) ながら観察される。微斑晶は、斜長石 (11vol.%), 斜方輝石 (1.5vol.%), オージェイト (1.2vol.%), 鉄-チタン酸化物 (0.6vol.%), およびホルンブレンド (0.2vol.%) からなり、かんらん石, 黒雲母, および燐灰石が微量 (0.1vol.%未満) に認められる。なお, 変質鉱物や分解生成物に置き換わっている場合は, それら生成物の種類や外形などから変質・分解前の鉱物を推定した。以下に, 斑晶や微斑晶を構成する鉱物の特徴を示す。

斜長石斑晶は自形～半自形を呈し, 長径が3.5mmを超えるものも存在する。斑晶の多くが累帯構造を示し, 外形に平行な汚濁帯を有するものも時々みられる。微斑晶は長柱状の自形を呈するものが多い。

ホルンブレンドは, 結晶内部までオパサイト化しており, 時に, 微斑晶サイズ以下の斜方輝石や細粒の鉄-チタン酸化物などからなる集合体に置き換えられている場合もある。新鮮なものは全くみられず, すべて仮像である。結晶の長径は最大で2.4mmに達する。

斜方輝石の斑晶は, 柱状の自形～半自形を呈し, その長径は最大1.1mmである。同微斑晶は一般に長柱状を呈し, 結晶の周囲にオージェイトの平行連晶を伴うものもある。

オージェイトは柱状の微斑晶として産し, 斑晶サイズのもののみみられない。単結晶として産するものが多いが, 時に数個のオージェイトが集合体を形成している場合もある。

鉄-チタン酸化物は一般に, 角の取れた正方形に近い断面を示す。結晶の長径は最大でも0.6mm程度であり, 定義上は斑晶に分類されるが, 他の斑晶鉱物と比べると明らかに小さい。

かんらん石は, 長径がそれぞれ1.3mmと0.9mmの斑晶が岩石薄片中に観察された。ともに結晶全体が, 黄褐色の変質鉱物に置き換わっている。一方, かんらん石が残っている微斑晶も存在し, それらの外縁部には斜方輝石からなる反応縁が形成されている。

石英と黒雲母は, 約6cm²の面積をもつ岩石薄片において, 斑晶サイズの結晶がそれぞれ1個ずつ確認できた。石英斑晶は長径1.4mmで, 著しい融食形を呈する。一方, 黒雲母斑晶は長径が0.7mmの短柱状を呈し, 細粒の斜長石や鉄-チタン酸化物などからなる集合体に置き換わっている。また, 内部に黒雲母が残存している微斑晶が1個だけ確認できた。

石基は斜長石+斜方輝石+オージェイト+鉄-チタン酸化物+隠微晶質物質などから構成され, インターサタル組織を呈する。また, 斜長石+斜方輝石+オージェイト+鉄-チタン酸化物+ガラスからなるマフィック包有物, およびホルンブレンド (ただし, 分解生成物に置き換わっている) +斜長石の組み合わせによる包有物が試料中に認められる。

IV. 戸室石との岩石学的な比較

1) 戸室石の岩石学的性質

塔心礎との比較の前に, 戸室石の岩石学的性質について述べる。戸室石は, 戸室火山起源の溶岩である。戸室石は石材としての通称であり, 金沢市の東部に位置する戸室山 (図1) とその周辺で採取される安山岩に対して名付けられた。戸室石をもたらした戸室火山は今から約40万年前に活動し, 戸室山をはじめとする複数の溶岩ドーム群を形成したが, 各火山体を構成する岩石は互いに類似した岩石学的性質を示す (酒寄ほか, 2004)。小論では, 戸室火山の溶岩から得られた試料を観察することで, 戸室石の岩石学的性質を求めた。なお, 戸室石はしばしば, 岩石の色によって赤戸室石と青戸室石に分けられるが, これらは溶岩が冷却時に高温酸化を受けたか (前者), 受けなかったか (後者) の違いによるものであり, 含まれる斑晶や微斑晶に関して両者の間に本質的な差異はない。

戸室火山のほぼ全域から採取した約120個の溶岩試料を偏光顕微鏡で観察し, そのうちの代表的な10試料について, 塔心礎の場合と同じ方法および同じ基準でモード測定を行った (表2)。戸室火山を構成する岩石は岩石学的な多様性に乏しいため (酒寄ほか, 2004), 戸室石に含まれる斑晶や微斑晶の鉱物組み合わせに関して, 比較的簡潔にまとめることができる。

戸室石の岩石名は, 含斜方輝石-含かんらん石-黒雲母-ホルンブレンド安山岩およびデイサイトである (図4)。斑晶は, 斜長石 (17~33vol.%) が最も多く, ホルンブレンド (1~5vol.%), 石英 (0.6~6vol.%), および黒雲母 (0.3~2vol.%) を副成分として含み, さらに試料によっては少量~微量の鉄-チタン酸化物 (0.1vol.%以下), 斜方輝石 (0.1vol.%以下), およびかんらん石 (0.1vol.%未満) が認められる。微斑晶は, 斜長石 (3~14vol.%), ホルンブレンド (0.6

表2 戸室石における代表的な岩石試料のモード組成 (vol.%)。記号は表1と同じ。

Table 2 Representative Modal compositions (vol.%) of Tomuroishi. Abbreviations are the same as in Table 1.

分析番号	石基		pl	ho	opx	aug	opaq	qz	bt	ol	apa	小計	総計
TI-1	62.3	斑晶	23.5	3.5	0.1	0	0.1	0.6	0.3	0	0	28.1	99.8
		微斑晶	3.3	5.0	0.4	0	0.7	0	0	0	tr	9.4	
TI-2	55.8	斑晶	33.0	2.7	0	0	0	1.0	0.3	0	0	37.0	99.7
		微斑晶	3.2	2.9	0.4	0	0.4	0	0	0	tr	6.9	
TI-3	54.3	斑晶	24.5	1.9	tr	0	0	3.4	0.4	0	0	30.2	99.8
		微斑晶	9.0	4.4	0.8	0	1.1	0	0	0	tr	15.3	
TI-4	52.7	斑晶	28.9	2.6	0	0	0	3.0	0.4	tr	0	34.9	99.6
		微斑晶	7.1	3.9	0.3	tr	0.7	tr	0	tr	tr	12.0	
TI-5	59.4	斑晶	24.3	3.2	0	0	0	3.9	0.8	0	0	32.2	99.6
		微斑晶	5.0	1.9	0.5	tr	0.4	0.1	0.1	0	tr	8.0	
TI-6	51.1	斑晶	31.0	5.0	0	0	0	2.3	0.3	0	0	38.6	99.7
		微斑晶	5.8	2.9	0.4	0.1	0.7	tr	tr	0.1	0	10.0	
TI-7	56.7	斑晶	20.8	4.4	0	0	tr	6.1	1.9	0	0	33.2	99.7
		微斑晶	6.2	2.0	0.2	0	0.8	0.4	0.2	0	tr	9.8	
TI-8	65.6	斑晶	16.6	1.3	0	0	0	1.3	0.3	0	0	19.5	99.7
		微斑晶	13.5	0.6	0.2	0	0.3	0	0	0	0	14.6	
TI-9	57.4	斑晶	26.3	3.1	tr	0	0	2.0	0.9	tr	0	32.3	99.7
		微斑晶	5.3	3.3	0.4	tr	0.9	0	tr	0	0.1	10.0	
TI-10	59.1	斑晶	20.7	4.2	0	0	0	4.2	0.7	0	0	29.8	99.6
		微斑晶	6.1	3.1	0.6	tr	0.7	0.2	tr	0	tr	10.7	

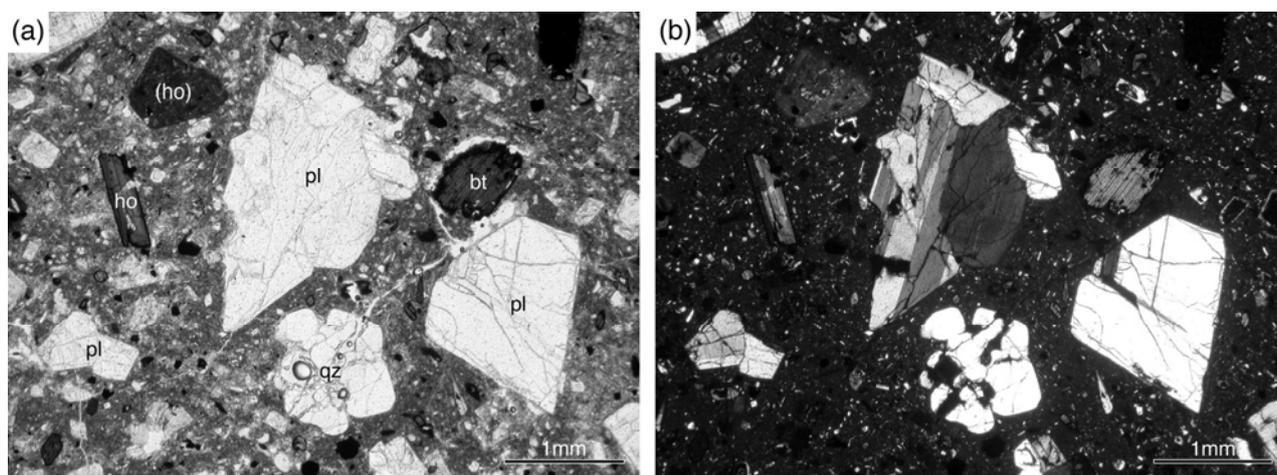


図4 戸室石の偏光顕微鏡写真。(a) 下方ポーラーのみの状態。(b) 直交ポーラー状態。pl=斜長石, ho=ホルンブレンド, (ho)=変質したホルンブレンド(仮態), qz=石英, bt=黒雲母。

Fig. 4 Photomicrographs of Tomuroishi. (a) In plane-polarized light. (b) In cross-polarized light. pl = plagioclase, ho = hornblende, (ho) = altered hornblende (pseudomorph), qz = quartz, bt = biotite.

～5vol.%)、鉄-チタン酸化物 (0.3～1vol.%)、斜方輝石 (0.2～0.8vol.%)、石英 (0.4vol.%以下)、黒雲母 (0.2vol.%以下)、および少量～微量の燐灰石 (0.1vol.%

以下) とジルコン (0.1vol.%未満) からなり、試料によっては少量～微量のかんらん石 (0.1vol.%以下) とオーグサイト (0.1vol.%以下) が含まれる場合もある。

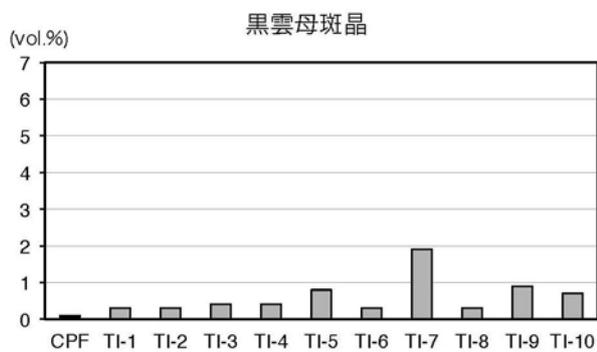
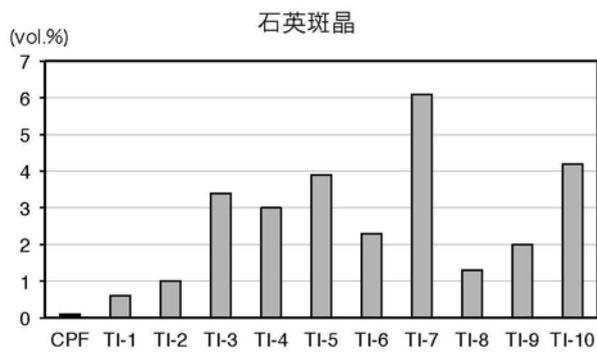
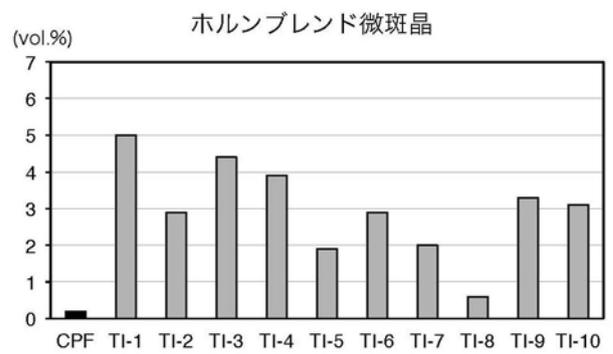
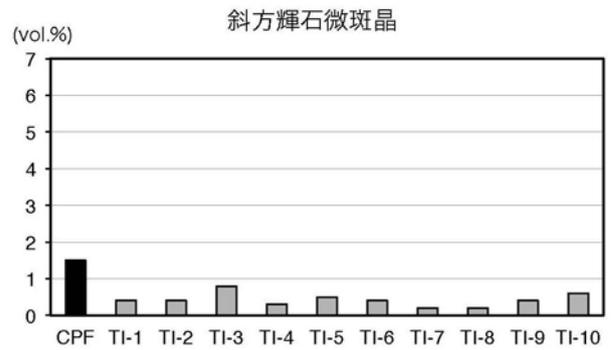
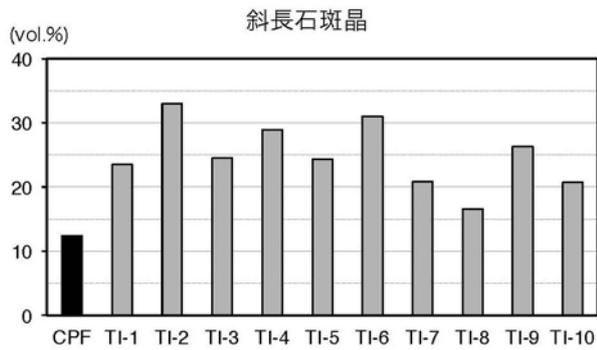


図5 末松廃寺塔心礎の岩石試料(CPF)と戸室石(TI1~10)のモード組成における比較。

Fig. 5 Comparison of the modal composition of the samples from Suematsuhaiji central pillar foundation (CPF) with those of Tomuroishi (TI-1—10).

2) 比較の結果

塔心礎の岩石も戸室石も、斑晶や微斑晶として含まれる鉱物の種類は、基本的には同じである。しかし、各鉱物の含有量において、両者の間には明瞭な違いが認められる。塔心礎の岩石試料が、戸室石と明らかに異なる点は次の通りである。

1. 斜方輝石斑晶が副成分として含まれる(戸室石では、ごくまれにしか確認できない)。
2. 石英斑晶と黒雲母斑晶が、まれにしかみられない(戸室石では、副成分として含まれる)。
3. オージェイト微斑晶が、しばしば確認できる(戸室石では、まれにしかみられない)。

これらはいずれも、一方の岩石には主要な構成要素として含まれるのに対し、もう一方の岩石にはまれにしかみられないという差異であり、塔心礎の岩石と戸室石とは互いに異なる岩石であることを示している。

図5では、塔心礎の岩石と戸室石との違いを、モード組成を用いて表した。モード組成で比較すると、斑晶では斜長石、斜方輝石、石英、および黒雲母、微斑晶では斜方輝石、ホルンブレンド、およびオージェイトに関して違いがみられ、先に述べた以外の要素においても、両岩石は互いに異なる含有量を示す。それらは、斜長石斑晶、斜方輝石微斑晶、およびホルンブレンド微斑晶であり、どちらの岩石にも一般的に含まれるが、戸室石が示す多様性で塔心礎の岩石との差異を説明するのは難しい。つまり、先に箇条書きで挙げた違い以外にも、塔心礎の岩石は、戸室石より斜長石斑晶とホルンブレンド微斑晶にともに乏しく、斜方輝石微斑晶に富む性質を有する。

V. 議 論

これまで、戸室石を使った遺構としては末松廃寺跡の塔心礎が最古のものとされ、次に戸室石が大規模に利用されるのは900年以上経過した1592年(文禄元年)の金沢城の石垣普請とされてきた。しかし、偏光顕微鏡による岩石試料観察の結果、塔心礎の岩石は戸室石ではないことが明らかになった。よって、戸室石が石材として本格的に採掘・利用されたのは、金沢城の石垣普請からと考えてよいであろう。

塔心礎が戸室石でないことが判明したことにより、その岩石の採取地はどこかという新たな疑問が生じ

る。これは今後の課題であるが、塔心礎の岩石学的性質と岩石の形状から、現段階で考えられる可能性を以下に述べる。

まず、塔心礎の岩石の顕微鏡下における特徴は、白山火山の安山岩質溶岩のそれと類似している。しかしながら石川県の東部地域には、岩石学的研究が進んでいない第三紀の火山岩が広く分布しており、その中に同じような岩石学的性質を示す安山岩が存在する可能性を否定できない。すなわち、白山火山の安山岩は、あくまでも候補の一つである。

次に、塔心礎の形状であるが、その外形はほぼ楕円体に近い丸みを帯びた形を呈している(II章参照)。この形状が人為的な加工によるものでなければ、河川の運搬によって円磨された巨礫であった可能性が考えられる。末松廃寺は県内最大の幹川流路延長をもつ手取川の扇状地上にあり、河川の規模と地理的な位置関係から考えて、手取川流域は岩石採取地の有力な候補となる。しかも、手取川水系の上流地域には白山火山も存在する。流域に分布する転石や露頭の調査によって、今後検証する必要がある。吉岡(2009)は、小論で述べた塔心礎に関する情報をはじめ、新たに得られた考古学的知見に基づき、末松廃寺の建立者に関する考察を行っている。末松廃寺の歴史学的な議論については、そちらを読んでいただきたい。

謝 辞：本研究を行うにあたり、国立歴史民俗博物館名誉教授の吉岡康暢博士、石川県金沢城調査研究所の富田和気夫氏と西田郁乃氏、野々市町教育委員会の横山貴広氏には、末松廃寺跡の塔心礎を調査する機会を与えていただいた。また、前出の富田和気夫氏および匿名の査読者には、本稿の改善につながる有益なご助言をいただいた。以上の方々に感謝します。

文 献

- 橋本澄夫, 2009: 末松廃寺の保存と整備・活用. 埋蔵文化財発掘調査報告 史跡末松廃寺跡, 文化庁, 172-180.
- 三浦純夫, 2006: 在地社会と白鳳寺院. 野々市町史編纂専門委員会(編), 野々市町史 通史編, 石川県野々市町, 88-98.
- 三浦純夫・横山孝弘・吉田 淳, 2003: 古墳時代後期. 野々

- 市町史編纂専門委員会（編），野々市町史 資料編1，石川県野々市町，185-212.
- 村上昶一，2009a:伽藍配置からみた末松廃寺. 文化庁（編），埋蔵文化財発掘調査報告 史跡末松廃寺跡，文化庁，64-67.
- 村上昶一，2009b:遺構. 文化庁（編），埋蔵文化財発掘調査報告 史跡末松廃寺跡，文化庁，21-27.
- 西田郁乃，2008:戸室石利用の歴史. 石川県金沢城調査研究所（編），金沢城史料叢書9 戸室石切丁場確認調査報告書 I，石川県金沢城調査研究所，9-12.
- 黒田吉益・諏訪兼位，1983:偏光顕微鏡と岩石鉱物 [第2版]. 共立出版，東京，343p.
- 酒寄淳史・中田朋子・奥村博之・林 信太郎，2004:金沢市の戸室火山における溶岩の分布 — 田島城跡溶岩ドームの発見 —. 日本海域研究，**35**，117-124.
- 吉岡康暢，2009:末松廃寺をめぐる問題. 文化庁（編），埋蔵文化財発掘調査報告 史跡末松廃寺跡，文化庁，77-171.

能登半島と佐渡島におけるハナバチ類の種組成と分布

笠木哲也^{1,2*}・大宮正太郎³・木村一也^{1,2}・金子洋平⁴
本間航介⁵・湯本貴和⁶・中村浩二¹

2011年9月27日受付, Received 27 September 2011

2012年1月16日受理, Accepted 16 January 2012

Fauna and Distribution of Bees in Noto Peninsula and Sado Island

Tetsuya KASAGI^{1,2*}, Sho-Taro OHMIYA³, Kazuya KIMURA^{1,2}, Youhei KANEKO⁴
Kosuke HOMMA⁵, Takakazu YUMOTO⁶ and Koji NAKAMURA¹

Abstract

The species composition of wild bees was researched in Noto Peninsula and Sado Island in 2010. We collected 3148 bees (55 species in 6 families) and 101 bees (16 species in 5 families) in Noto and Sado, respectively. Halictid bees were the most common in both areas (Noto: 23 species, 1504 bees; Sado: 6 species, 42 bees). Apidae was the next major family in Noto (5 species, 884 bees), dominated particularly by *Apis cerana*. In contrast, the second major family in Sado was Colletidae (3 species, 39 bees). In Noto, five species of bees, *A. cerana* (557 bees), *Halictus aerarius* (529), *Lasioglossum affine* (379), *Colletes patellatus* (227), and *Bombus diversus* (217) were dominant, as these 5 species occupied 61% of all sampled bees. In Sado, *L. affine* (35 bees), *Colletes perforator* (23), and *C. patellatus* (227) dominated, as they occupied 73% of all samples. Distribution patterns of bees in the Noto Peninsula differed among species. Apidae, Colletidae, and Megachilidae were widely distributed throughout the five sample sites; however, *B. diversus* (Apidae) were rare in the lowland sites. Most of the two dominant species, Halictidae (*H. aerarius*) and *L. affine*, were collected mainly from two of five sites in Noto, indicating that the distribution of some species was affected by landscape patterns and/or the condition of flower resources.

Key Words: Halictidae, Andrenidae, Apidae, Colletidae, Megachilidae, Anthophoridae

キーワード: コハナバチ科, ヒメハナバチ科, ミツバチ科, ムカシハナバチ科, ハキリバチ科,
コシブトハナバチ科

¹金沢大学環日本海域環境研究センター生物多様性部門 〒920-1192 石川県金沢市角間町 (Division of Biodiversity, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan)

²金沢大学地域連携推進センター 〒920-1192 石川県金沢市角間町 (Center for Regional Collaboration, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan)

³金沢大学大学院自然科学研究科 〒920-1192 石川県金沢市角間町 (Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan)

⁴新潟大学朱鷺・自然再生学研究センター 〒952-0103 新潟県佐渡市新穂上1101-1 (Center for Transdisciplinary Research, Niigata University, 1101-1 Niibo-Katagami, Sado, 952-0103 Japan)

⁵新潟大学農学部附属フィールド科学教育研究センター 〒950-2181 新潟県新潟市五十嵐2の町8050 (Field Center for Sustainable Agriculture and Forestry, Faculty of Agriculture, Niigata University, 8050, Ikarashi 2-no-cho, Niigata, 950-2181 Japan)

⁶総合地球環境学研究所 〒603-8047 京都府京都市北区上賀茂本山457-4 (Research Institute for Humanity and Nature, 457-4 Motoyama, Kamigamo, Kita-ku, Kyoto, 603-8047 Japan)

*連絡著者 (Author for correspondence)

I. はじめに

日本では水田を中心とした農地や周辺の森林、ため池などをセットで捉えた景観スケールの環境を里山と定義している。里山は農林業などの人間活動による攪乱が定期的に入ることによって環境が維持され、生物多様性も維持される(武内ら, 2001)。しかし、国内では農林業の衰退や過疎化の進行によって里山の環境は急激に変化しつつあり、生物多様性保全のためには、その現状を把握しておく必要がある。里山の環境激変に伴う生態系や生物多様性の変化を評価するには、生態系の状態を強く反映する特定の生物群に対するモニタリングが有効であり、里山環境が広く維持されている地域での調査が必須である。

能登半島と佐渡島は日本の中でも典型的な里山景観が最も広く残されている地域であり、そのことから2011年には国連食糧農業機関 (FAO) によって世界重要農業遺産 (Globally Important Agricultural Heritage Systems : GIAHS) にも認定された。能登半島は高い山でも標高500m前後であり、全体的になだらかな地形である。そのため海沿いの低地から山間部まで集落が広く点在しているが、多くの集落は棚田とそれを取り囲む森林がモザイク的に配置される典型的な里山景観を示す。佐渡島南東部の小佐渡地域も最も高い山が標高645mであり、能登半島と同様に棚田と森林が入り組んだ里山景観が広がっている。

本研究は、里山環境の生態系や生物多様性の評価

に向けてベースラインを整備することを目的とし、能登半島先端の奥能登地域と佐渡島の小佐渡地域で特定動物群の群集構造の比較による環境評価を試みることとした。特に今回は環境評価に適した動物群として膜翅目ミツバチ上科のハナバチ類に着目した。陸上植物のおよそ7割は昆虫に送粉(花粉媒介)を依存している。送粉昆虫の中でもハナバチ類は特に送粉効率がが高く、植物にとって重要な送粉者である(Thorpe, 2000)。訪花性という習性からハナバチ類の群集構造はその地域の植物群集に大きく依存する。ハナバチ類は生態系においてキーストーン種と考えられ(Waser and Ollerton, 2006)、ハナバチ類の種組成や分布を把握することは里山環境における生物多様性の状態を評価する有効な手段である。そこで、奥能登地域と小佐渡地域の農村地帯の複数地点に調査地を設定して、ハナバチ類の分布と種組成を調査、比較した。

II. 調査地とハナバチ類の採集法

1) 調査地

能登半島先端(奥能登地域)の平野部に味噌池(MIS)と、若山川の流域に沿った下流から上流までの4地点に野々江(NON)、経念(KYO)、吉ヶ池(YOS)、北山(KIT)の計5ヶ所に調査地を設定した(図1)。5ヶ所の調査地のうちMISとKITの間が最長で約17kmの距離があり、各調査地は標高4mから

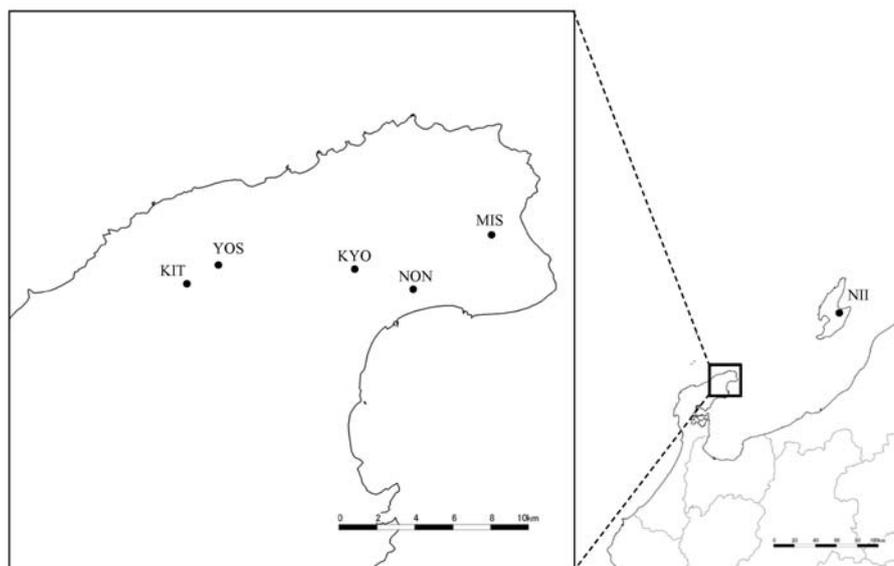


図1 奥能登地域と佐渡島の調査地.

Fig. 1 Research sites in Noto Peninsula and Sado Island.

216mの範囲にある(表1)。佐渡島では、島南東部の小佐渡地域の平野部と山間部の間、標高約50mに位置する新穂地区(NII)に調査地を設定した。各調査地はおおよそ500m×500mの範囲とした。奥能登の調査範囲の中心と小佐渡のNIIは約120kmの距離がある。奥能登と小佐渡の全ての調査地は稲作を中心とした農村地域にあり、水田や休耕田の周りを森林が取り囲むという景観パターンだった。MISは大面積の水田が広がり、谷間はほとんど休耕田であった。NONも大きな水田が広がり、周囲を森林が取り囲んでいる。MISとNONは標高の低い平坦な地形で、圃場整備が進み、直線状の畦畔をもつ大面積の水田が中心であった。KYOは畦畔が直線状の大きな水田が多かったが、谷筋には棚田状の水田と休耕田があった。YOSとKITは山間部の斜面地形にあり、棚田状の水田と休耕田が多かった。NIIは圃場整備された大面積の水田が広がっていたが、全体的に緩斜面に位置しており畦畔の段差が大きかった。

表1 各調査地の位置と標高.

Table 1 Location and altitude of each study site.

	緯度	経度	標高(m)
KIT	37° 27' 07.09" N	137° 08' 20.99" E	202
YOS	37° 27' 44.29" N	137° 09' 35.61" E	216
KYO	37° 27' 31.41" N	137° 14' 37.80" E	23
NON	37° 26' 53.58" N	137° 16' 41.09" E	4
MIS	37° 28' 32.96" N	137° 19' 27.25" E	23
NII	38° 02' 07.87" N	138° 27' 05.77" E	50

2) ハナバチ類の採集法

奥能登では2010年7月から10月にかけて、各調査地とも毎月上旬と下旬に1日ずつハナバチ類の採集を行った。小佐渡では9月上旬と10月下旬に1日ずつ採集を行った。各調査地では採集日の朝、午前7時頃から8時頃にかけてハナバチ類の訪花行動が始まると同時に調査を開始し、1人の調査者が一定速度で歩行しながら目撃したハナバチ類を全て、30cm径のナイロン製または絹製の捕虫網で採集した。1日あたりの採集時間は4時間とし、500m×500mの調査地内の畦畔や休耕田、道端の草地、林縁など植物が開花している場所を網羅するように調査ルートを設定した。採集したハナバチ類は1個体ずつプラスチック製のサンプル管に保管して実験室に持ち帰って種同定作業を行った。

III. 結果と考察

1) ハナバチ類の種組成

奥能登では全5調査地、8回の調査によって合計6科、18属、55種、3148個体、小佐渡ではNIIの1調査地、2回の調査で、合計5科、6属、16種、101個体のハナバチ類を採集した(表2)。奥能登と小佐渡の両地域ともコハナバチ科の種が最も優占しており、それぞれ全採集個体のうち47%(23種、1504個体)、42%(6種、42個体)を占めた。日本列島の低地におけるハナバチ相は一般にヒメハナバチ科とコハナバチ科の構成比率が高く(坂上ら、1974)、両科の種数が同程度となる研究事例が多い(例えば、幾留、1978、1979;久松・山根、2008)。しかし、本研究ではヒメハナバチ科は奥能登で2種が採集されただけであった。これはヒメハナバチ科の多くの種が春先から初夏にかけて出現するため(Sakagami and Matsumura, 1967)、調査期間が7月以降であった本研究では採集数が少なくなったものと考えられる。奥能登と富山湾を隔てて約90kmの距離にある呉羽丘陵では1992年に通年で54種、1993年には37種のハナバチ類が採集されたことが根来(1995)によって報告されているが、奥能登では7月以降の調査にもかかわらず55種のハナバチ類が採集されており、比較的多様なハナバチ相が維持されていることが示唆される。

コハナバチ科以外に優占するハナバチ類は奥能登と小佐渡で異なった(表2)。奥能登ではコハナバチ科の次にミツバチ科が多く採集され、全個体のうち28%(5種、884個体)を占めたが、小佐渡では6%(2種、6個体)だけであった。一方、小佐渡ではムカシハナバチ科が全個体の39%(3種、39個体)を占めたが、奥能登では9%(8種、273個体)であった。奥能登と小佐渡で優占する科の違いは種の違いに反映されていた(表2)。奥能登ではニホンミツバチ*Apis cerana japonica* Radoszkowskiが全体の18%、アカガネコハナバチ*Halictus aerarius* Smithが17%を占めたが、その他はズマルコハナバチ*Lasioglossum affine* (Smith)が12%、アシブトムカシハナバチ*Colletes patellatus* Perezとトラマルハナバチ*Bombus diversus diversus* Smithがそれぞれ7%を占め、以上の5種で全体の61%を占めた。奥能登で採集された55種のハナバチ類のうち、個体数1%(32個体)以上の構成比率を示した種は16種であった。一方、小佐渡ではズマ

表2 2010年に奥能登と佐渡島で採集されたハナバチ類の種と個体数.

Table 2 List of bees and their numbers collected in Oku-Noto and Sado Island in 2010.

科	学名	和名	採集個体数	
			奥能登	佐渡島
Colletidae ムカシハナバチ科	<i>Colletes babai</i> Hirashima et Tadauchi	ババムカシハナバチ	12	1
	<i>C. patellatus</i> Perez	アシプトムカシハナバチ	227	15
	<i>C. perforator</i> Smith	オオムカシハナバチ	3	23
	<i>Hylaeus floralis</i> (Smith)	スミスメンハナバチ	11	
	<i>H. globula</i> (Vachal)	アルマンメンハナバチ	1	
	<i>H. matsumurai</i> Bridwell	マツムラメンハナバチ	6	
	<i>H. nippon</i> Hirashima	ニッポンメンハナバチ	4	
	<i>H. nipponicus</i> Bridwell	ツノブトメンハナバチ	9	
Andrenidae ヒメハナバチ科	<i>Andrena japonica</i> Cockerell	ミツクリフシダカヒメハナバチ	1	
	<i>A. knuthi</i> Alfken	キバナヒメハナバチ	35	
Halictidae コハナバチ科	<i>Halictus aerarius</i> Smith	アカガネコハナバチ	529	1
	<i>H. tsingouensis</i> Strand	アトジマコハナバチ	37	
	<i>Lasioglossum affine</i> (Smith)	ズマルコハナバチ	379	35
	<i>L. baleicum</i> (Cockerell)	シオカワコハナバチ	9	
	<i>L. blackstoni</i> Sakagami et Munakata	ブラキストンコハナバチ	3	1
	<i>L. japonicum</i> (Dalla torre)	ニッポンチビコハナバチ	53	
	<i>L. kansuense</i> (Bluthgen)	エゾカタコハナバチ		1
	<i>L. kuroshio</i> Takahashi et Sakagami	クロシオチビコハナバチ	1	
	<i>L. mutillum</i> (Vachal)	サビイロカタコハナバチ	72	
	<i>L. nipponense</i> (Hirashima)	ニッポンコハナバチ	1	
	<i>L. nipponicola</i> Sakagami et Tadauchi	ニッポンカタコハナバチ	2	1
	<i>L. occidens</i> (Smith)	シロスジカタコハナバチ	109	3
	<i>L. ohei</i> Hirashima et Sakagami	オオエチビコハナバチ	12	
	<i>L. pallilomum</i> (Strand)	オバケチビコハナバチ	8	
	<i>L. percrassiceps</i> (Cockerell)	マルガオコハナバチ	1	
	<i>L. proximum</i> (Smith)	ズマルツヤコハナバチ	2	
	<i>L. scitulum</i> (Smith)	フタモンカタコハナバチ	79	
	<i>L. sibiriacum</i> (Bluthgen)	キオビコハナバチ	17	
	<i>L. trispine</i> (Vachal)	ヒゲナガコハナバチ	4	
	<i>L. villosulum trichopse</i> (Strand)	ケナガチビコハナバチ	158	
<i>L. vulsum</i> (Vachal)	ニセキオビコハナバチ	18		
<i>Lipotriches yasumatsui</i> Hirashima	ヤスマツフシダカコンボウハナバチ	3		
<i>Sphecodes nambui</i> Tsuneki	ナンブヤドリコハナバチ	3		
<i>S. nipponicus</i> Yasumatsu et Hirashima	ヤマトヤドリコハナバチ	4		
Anthophoridae コシブトハナバチ科	<i>Amegilla florea florea</i> (Smith)	スジボソコシブトハナバチ	2	
	<i>Ceratina esakii</i> Yasumatsu et Hirashima	エサキツヤハナバチ	1	
	<i>Ceratina flavipes</i> Smith	キオビツヤハナバチ	130	1
	<i>C. iwatai</i> Yasumatsu	イワタチビツヤハナバチ	13	
	<i>C. japonica</i> Cockerell	ヤマトツヤハナバチ	144	3
	<i>C. satoi</i> Yasumatsu	サトウチビツヤハナバチ	2	
	<i>Eucera spurcatipes</i> (Perez)	シロスジヒゲナガハナバチ	11	
	<i>Nomada nipponica</i> Yasumatsu et Hirashima	ニッポンキマダラハナバチ	1	
	<i>Tetralonia mitsukurii</i> Cockerell	ミツクリヒゲナガハナバチ	3	
	<i>Xylocopa appendiculata circumvolans</i> Smith	キムネクマバチ	10	
Megachilidae ハキリバチ科	<i>Chalicodoma sculpturalis</i> (Smith)	オオハキリバチ	7	
	<i>Coelioxys hiroba</i> Nagase	ヒロバトガリハナバチ	1	
	<i>Megachile humilis</i> Smith	スミスハキリバチ	8	
	<i>M. nipponica nipponica</i> Cockerell	バラハキリバチ	10	4
	<i>M. remota sakagami</i> Hirashima et Maeta	サカガミハキリバチ	1	
	<i>M. tsurugensis</i> Cockerell	ツルガハキリバチ	80	4
	<i>M. yasumatsui</i> Hirashima	ヤスマツハキリバチ	27	2
Apidae ミツバチ科	<i>Apis cerana japonica</i> Radoszkowski	ニホンミツバチ	557	
	<i>A. mellifera</i> Linnaeus	セイヨウミツバチ	100	
	<i>Bombus ardens</i> (Smith)	コマルハナバチ	2	
	<i>B. diversus diversus</i> Smith	トラマルハナバチ	217	5
	<i>B. hypocrita</i> Perez	オオマルハナバチ	8	1

ルコハナバチが35%と最も多く、オオムカシハナバチ *C. perforator* Smith (23%) とアシブトムカシハナバチ (15%) を合わせた3種で全体の73%を占めた。

このように奥能登と小佐渡で優占種に違いがあったが、調査期間の違いも大きく影響していると考えられるので、小佐渡NIIで採集を行った9月上旬と10月下旬のデータについて奥能登の5調査地と比較した。9月上旬にはNIIで15種、75個体、奥能登では15種～22種、27個体～297個体が採集され、奥能登と小佐渡の両地域ともズマルコハナバチの採集個体数が

最も多かった(表3)。NIIで2番目に採集数の多かったアシブトムカシハナバチは奥能登でも比較的多く採集された。しかし、奥能登で多数の個体が採集されたニホンミツバチがNIIでは採集されなかった。これはNIIではニホンミツバチの蜜源となる植物が不足していた可能性があり、1年間を通した調査によって再検討する必要がある。10月下旬にはNIIで2種、26個体のハナバチ類が、奥能登ではKYO, YOS, KITでのみ2種～4種、9個体～20個体のハナバチ類が採集された(表4)。10月下旬にNIIで採集された26個体の

表3 2010年9月上旬に各調査地で採集されたハナバチとその個体数.

Table 3 Number of bees collected in 5 sites in Oku-Noto and NII in early September 2010.

種	採集個体数					
	NII	MIS	NON	KYO	YOS	KIT
ムカシハナバチ科						
ババムカシハナバチ	1		5			5
アシブトムカシハナバチ	12	1		5	18	22
スミスメンハナバチ		1		2		2
ニッポンメンハナバチ		2				
ツノブトメンハナバチ						1
コハナバチ科						
アカガネコハナバチ	1		39	3	13	4
アトジマコハナバチ				1	3	
ズマルコハナバチ	35			17	98	3
ブラキストンコハナバチ	1					
ニッポンチビコハナバチ			5	20	4	3
エゾカタコハナバチ	1					
サビイロカタコハナバチ		2		13	1	1
ニッポンカタコハナバチ	1					
シロスジカタコハナバチ	3	4	2	3	2	
オオエチビコハナバチ				1		
オバケチビコハナバチ						1
フタモンカタコハナバチ		1	1	1		1
ケナガチビコハナバチ		1		1	96	
ヤスマツフシダカコンボウハナバチ		1				
ナンブヤドリコハナバチ		1				
ヤマトヤドリコハナバチ		2				
コシブトハナバチ科						
キオビツヤハナバチ	1				1	8
イワタチビツヤハナバチ			1			
ヤマトツヤハナバチ	3			5	1	3
ミツクリヒゲナガハナバチ						2
キムネクマバチ			1	3		1
ハキリバチ科						
オオハキリバチ				1		3
ヒロバトガリハナバチ		1				
スミスハキリバチ					1	2
バラハキリバチ	4	1	1			1
サカガミハキリバチ						1
ツルガハキリバチ	4	5	3	24	2	6
ヤスマツハキリバチ	2	1	2	8		7
ミツバチ科						
ニホンミツバチ			21	1	42	11
セイヨウミツバチ					1	
トラマルハナバチ	5	3	1	10	13	10
オオマルハナバチ	1		1		1	

表4 2010年10月下旬に各調査地で採集されたハナバチとその個体数.

Table 4 Number of bees collected in 3 sites in Oku-Noto and NII in Late October 2010. No bees were collected both in MIS and NON.

種	採集個体数			
	NII	KYO	YOS	KIT
ムカシハナバチ科				
アシプトムカシハナバチ	3			
オオムカシハナバチ	23		2	
コハナバチ科				
キオビコハナバチ			2	
ミツバチ科				
ニホンミツバチ			7	2
セイヨウミツバチ			9	
トラマルハナバチ		8		7
オオマルハナバチ		1		

うち23個体（88%）がオオムカシハナバチであったが、奥能登ではオオムカシハナバチは少なく、YOSで2個体採集されただけであった。しかし、オオムカシハナバチは日本南部に分布する種であり（加藤，2006），石川から新潟にかけての分布は再検討の必要がある。一方、奥能登で10月下旬にも比較的多く採集されたトラマルハナバチはNIIでは採集されなかった。マルハナバチ類は特定のマルハナバチ媒花植物に訪花することが多く（Goulson, 2003），10月下旬にNIIではマルハナバチ媒花植物の開花期が既に終了していた可能性がある。以上のように，9月上旬と10月下旬の採集データを比較すると，ニホンミツバチとトラマルハナバチ，また，オオムカシハナバチについては採集数に大きな違いがあり，その要因については今後明らかにする必要があるが，小佐渡NIIで採集された16種のうち13種は奥能登でも採集されており，両地域間のハナバチ相は大差ないことが示唆された。奥能登と小佐渡で1年間を通じた調査によってハナバチ類の多様性を比較し，里山環境の評価に結びつける必要がある。

2) 奥能登におけるハナバチ類の分布

奥能登におけるハナバチ類の採集個体数はYOSが最も多く，8回の調査で合計956個体，以下，KITが715個体，KYOが711個体，NONが570個体，MISが196個体であった。しかし，養蜂種であるセイヨウミツバチ*A. mellifera* Linnaeusは100個体のうち97個体がYOSで採集されており，これを除くとYOSでは859

個体であった。MISとNONは3調査地よりも採集数が少なかったが，圃場整備された大規模水田が広がる景観構造に起因して花資源量が少なかった可能性がある。

奥能登では，若山川流域では標高が高いほど種数が多い傾向があり，KITとYOSが36種，KYOが35種，NONが25種であった。奥能登で採集された全55種のうち，標高200mを超えるYOSとKITでのみ採集されたハナバチ類はオオムカシハナバチ，ツノブトメンハナバチ*Hylaeus nipponicus* Bridwell，ブラキストンコハナバチ*L. blackistoni* Sakagami et Munakata，クロシオチビコハナバチ*L. kuroshio* Takahashi et Sakagami，ヒゲナガコハナバチ*L. trispine* (Vachal)，イワタチビツヤハナバチ*Ceratina iwatai* Yasumatsu，ニッポンキマダラハナバチ*Nomada nipponica* Yasumatsu et Hirashima，ミツクリヒゲナガハナバチ*Tetralonia mitsukurii* Cockerell，スミスハキリバチ*Megachile humilis* Smith，サカガミハキリバチ*M. remota sakagamii* Hirashima et Maetaの10種に及んだ。しかし，この10種のうちオオムカシハナバチとブラキストンコハナバチは標高の低い佐渡島のNIIにも出現し，また，オオムカシハナバチは前述したように日本南部が分布の中心である。したがって，10種がYOS，KITだけで採集されたことはハナバチ類の垂直分布によるものとは考え難い。棚田状の水田を中心とした景観構造や，それに伴う植物相や開花密度の違いによって引き起こされたのかもしれない。奥能登だけでなく他の地域も含め，さらに高標高の場所も比較

対照に加えた上で、標高経度に沿ったハナバチ類の分布を検証する必要がある。

奥能登の各調査地ではムカシハナバチ科、コシブトハナバチ科、ハキリバチ科の3科に比べてコハナバチ科とミツバチ科のハナバチ類が多く採集される傾向があったが、ハナバチ類の科ごとの採集個体数の比率は調査地間で異なった(図2; $p < 0.0001$, χ^2 検定)。これはハナバチ類の科、あるいは種によって分布パターンに違いがあったためである(図3)。

奥能登の5調査地のうちKYOとYOSではコハナバチ科の占める割合が高く、奥能登全体のコハナバチ科(1504個体)のうち64%(966個体)がこの2調査地で採集された。KYOでは採集されたコハナバチ科(409個体)のうちアカガネコハナバチとズマルコハナバチの2種で個体数の70%を占めたが、YOSではズマルコハナバチとケナガチビコハナバチ *L. villosulum trichopse* (Strand) の2種でコハナバチ科の全個体(557個体)の71%を占めた。しかし、ケナガチビコハナバチはYOSだけで奥能登全体(158個体)の95%(150個体)が採集されていた。ケナガチビコハナバチを除くとYOSでもアカガネコハナバチとズマルコハナバチの2種でコハナバチ科の73%(300個体)を占め、KYOと同様の傾向であった。コハナバチ科がKYOとYOSに多く分布する要因、また、ケナガチビコハナバチがYOSに集中的に分布していた要因は現状では説明できないが、今後、景観構造や開花植物相を合わせて検討する必要がある。

ミツバチ科はセイヨウミツバチを除くと、奥能登の各調査地で採集されたハナバチ類のうち12%から27%の範囲にあり、比較的安定して分布していた。

(図2)。セイヨウミツバチ以外のミツバチ科のハナバチ類は、どの調査地でもニホンミツバチとトラマルハナバチの2種がほとんどであった。奥能登の4調査地、MIS、KYO、YOS、KITではニホンミツバチがミツバチ科(ただしセイヨウミツバチは除く)の52%~68%、トラマルハナバチが30%~52%を占めた。しかし、NONではニホンミツバチがミツバチ科の95%を占め、トラマルハナバチは4%だけであった。圃場整備された水田が広がるNONにはマルハナバチ媒花植物が少なかったのかもしれない。

ムカシハナバチ科のハナバチ類は奥能登では8種、273個体が採集され、そのうち83%(227個体)がアシブトムカシハナバチであった(表2)。アシブトム

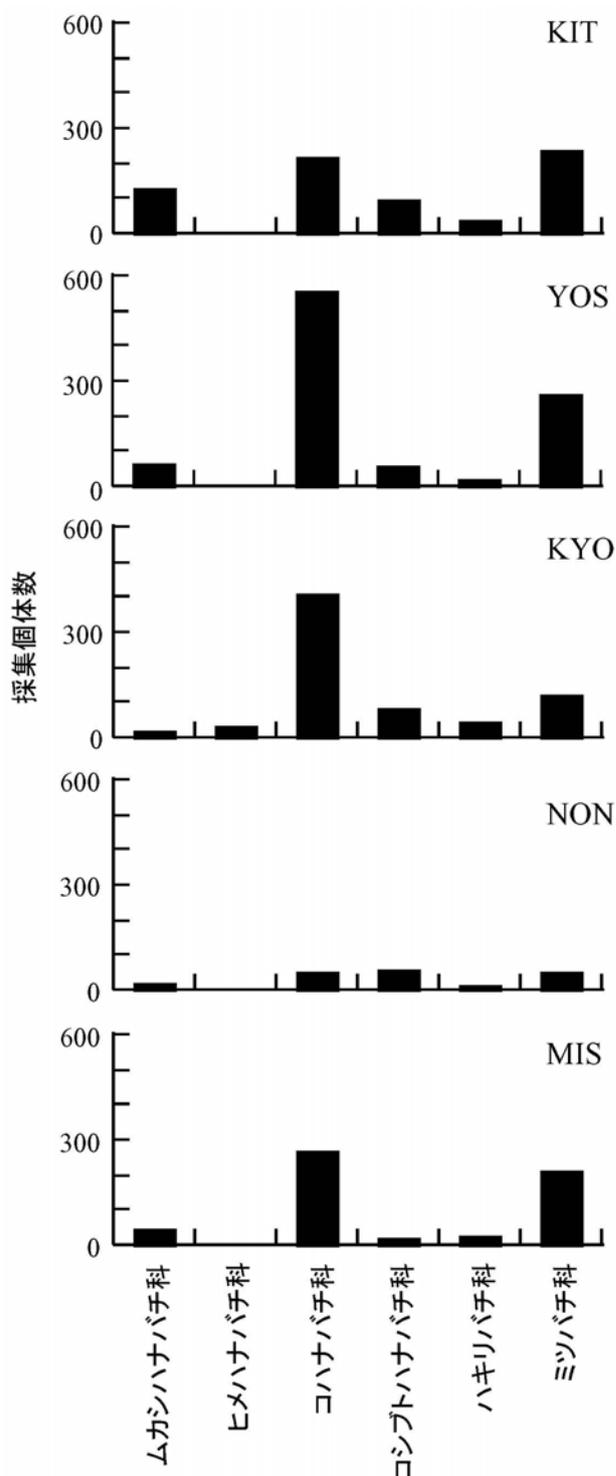


図2 奥能登の5調査地 (MIS, NON, KYO, YOS, KIT) におけるハナバチ類の科別の採集個体数。

Fig. 2 Number of bees in each family in every site (MIS, NON, KYO, YOS, KIT) in Oku-Noto.

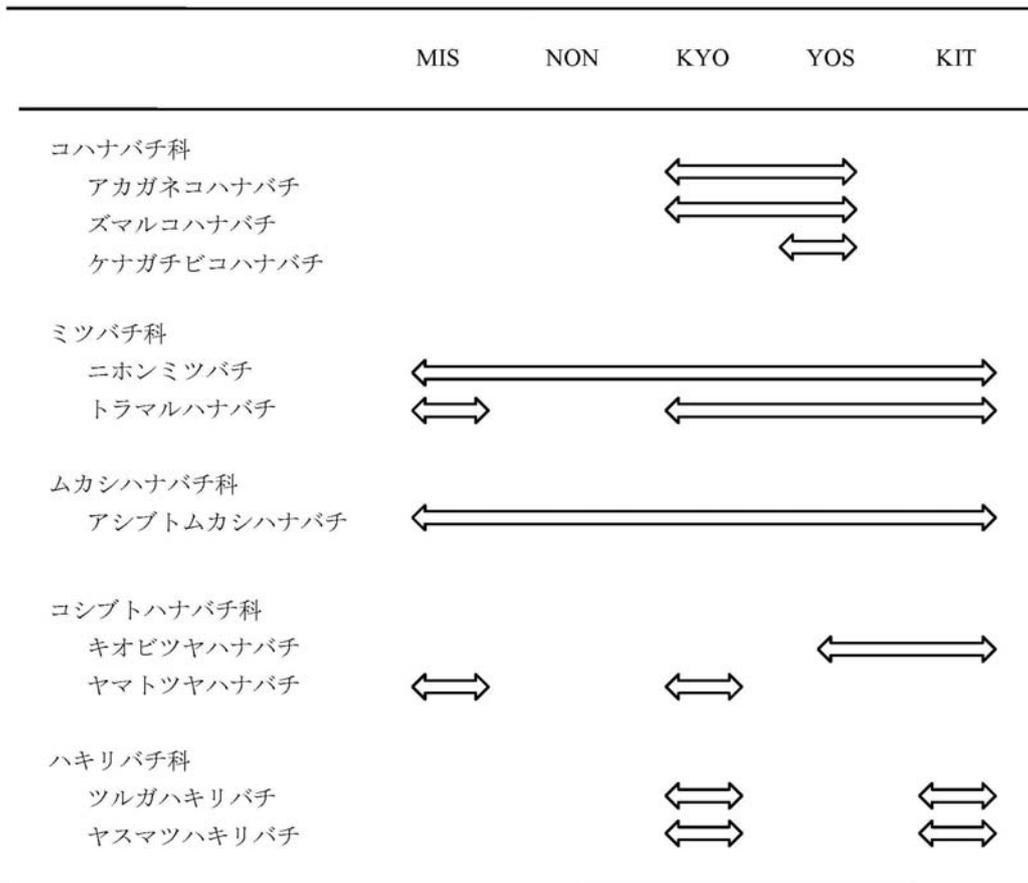


図3 奥能登の5調査地 (MIS, NON, KYO, YOS, KIT) におけるハナバチ類の分布パターン.
Fig. 3 Distribution patterns of bees in 5 sites (MIS, NON, KYO, YOS, KIT) of Oku-Noto.

カシハナバチは奥能登に広く分布しており、各調査地で採集されたムカシハナバチ科のうち63%~89%を占めていた。コシブトハナバチ科のハナバチ類は奥能登で10種、317個体採集され、キオビツヤハナバチ *C. flavipes* Smith (130個体) とヤマトツヤハナバチ *C. japonica* Cockerell (144個体) の2種でコシブトハナバチ科の86%を占めた (表2)。キオビツヤハナバチは標高200m以上のKIT (71個体) とYOS (38個体) の2調査地で全採集個体数の84%を占めた。一方、ヤマトツヤハナバチはKYO (75個体) とMIS (34個体) で全採集個体数の76%を占めており、キオビツヤハナバチとは対称的に標高の低い場所に多く分布する傾向があった。しかし、前述したように標高差200m以内で種間の垂直分布パターンが現れるとは考え難い。ハキリバチ科のハナバチ類は奥能登で7種、134個体採集されたが、ツルガハキリバチ *M. tsurugensis* Cockerell が60% (80個体)、ヤスマツハキリバチ *M. yasumatsui* Hirashima が20% (27個体) を占めた (表2)。

この2種は分布に偏りがあり、KITとKYOの2調査地でツルガハキリバチの全採集数の63% (50個体)、ヤスマツハキリバチの74% (20個体) が採集された。コシブトハナバチ科、ハキリバチ科とも主要構成種に分布の偏りがみられたが、その要因は今後の検討課題である。

IV. ま と め

本研究によって奥能登で夏季以降、小佐渡で秋季に出現するハナバチ類の種組成が明らかになった。奥能登では比較的多くの種が採集され、里山環境におけるハナバチ類の多様性の高さが示唆された。また、ハナバチ類の分布は科、あるいは種間でパターンが異なることも明らかになった。小佐渡では調査回数が少なかったため、ハナバチ相を厳密に比較することはできなかったが、小佐渡で出現した種のほとんどが奥能登で採集されたものであり、両地域間

のハナバチ相は大差ないことが示唆された。今後、各調査地点の景観構造や植物相、開花量、さらにハナバチ各種の訪花植物に対する選好性などを合わせて解析し、種間の分布パターンの違いを決定づける要因を特定することが重要である。また、ハナバチ類と植物群集の多様性の関係を評価し、里山環境の生態系維持に果たす送粉系相互作用の機能を解明する必要がある (Kearnsら, 1998)。

謝 辞 : 本研究の実施にあたり、羽田義任氏にはハナバチ類の同定についてご指導いただくとともに、著者らが同定できなかったハナバチ類を同定していただいた。匿名の査読者には原稿に対して有益なコメントをいただいた。篠塚賢一, Windra Priawandiputra, 佐野禎宣, 渡辺晃平, 野村進也, 小林貴顕, 中谷なほ, 北川拓哉, Christopher Yanto Barsulo, Wael Mahmoud El-Sayedの各氏にはハナバチ類の採集を補助していただいた。宇都宮大輔氏には標本整理を補助していただいた。以上の方々に深くお礼申し上げます。本研究は文部科学省特別教育研究経費 (持続可能な地域発展をめざす「里山里海再生学」の構築—能登半島から世界へ向けた発信), 日本生命財団・環境問題助成 (里山の環境モザイクを活用したハナバチ共生フィールドの創出; 代表・笠木哲也), 科学研究費補助金・基盤研究C (課題番号22570014; 代表・笠木哲也) により実施された。

文 献

- Goulson, D., 2003 : *Bumblebees: Their behaviour and Ecology*. Oxford University Press, New York, 235p.
- 久松正樹・山根爽一, 2008 : 茨城県八溝山麓における野生ハナバチの種構成と花の利用様式. 昆虫 (ニューシリーズ), **11**, 115-127.
- 幾留秀一, 1978 : 高知平野におけるハナバチ類の生態的調査. *Kontyu*, **46**, 512-536.
- 幾留秀一, 1979 : 高知県土佐郡土佐山村におけるハナバチ類の生態的調査. *Kontyu*, **47**, 416-428.
- Kearns, A., Inouye, D. W. and Waser, N. M., 1998 : Endangered Mutualisms: The Conservation of Plant-Pollinator Interactions. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, **29**, 83-112.
- 加藤 真, 2006 : 周防灘長島における海岸植物の訪花昆虫相. 日本生態学会中国四国地区会報, **60**, 21-27.
- 根来 尚, 1995 : 呉羽丘陵におけるハナバチ相の生態的調査II. 富山市科学文化センター研究報告書, **18**, 5-17.
- Sakagami, S. F. and Matsumura, T., 1967 : Relative abundance, phenology and flower preference of andrenid bees in Sapporo, North Japan (Hymenoptera, Apoidea). *Jap. J. Ecol.*, **17**, 237-250.
- 坂上昭一・福田弘巳・川野 博, 1974 : 野生ハナバチ相調査の問題点と方法. 生物教材, **9**, 1-60.
- 武内和彦・恒川篤史・鷺谷いづみ, 2001 : 里山の環境学. 東京大学出版会, 東京, 257p.
- Thorp, R. W., 2000 : The collection of pollen by bees. *Plant Syst. Evol.*, **222**, 211-233.
- Waser, N. M. and Ollerton, J., 2006 : *Plant-Pollinator Interactions: From Specialization to Generalization*. University of Chicago Press, Chicago, 488p.

Influence of Anthropogenic Activities on the Lower Tedori River, Japan

Minh Hai DANG¹, Shinya UMEDA^{2*}, Ryouyuke MATSUDA³ and Masatoshi YUHI²

2011年9月15日受付, Received 15 September 2011
2012年2月9日受理, Accepted 9 February 2012

Abstract

Long-term variations in the riverbed of the Tedori River, Japan, were investigated using a series of field surveys conducted between 1950 and 2007. The results showed that the sediment volume of the observed areas declined by $12.7 \times 10^6 \text{ m}^3$ between 1950 and 1991. The riverbed has undergone serious and rapid erosion, lowering by 0.5–3.5 m, with an erosion rate of 0.06–0.10 m/year. In contrast, the riverbed sediment volume increased by $0.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ between 1991 and 2007. The temporal and spatial variation in the sediment volume and the corresponding riverbed response were related to anthropogenic activities such as gravel and sand extraction and dam construction. The variations between 1950 and 1979 were effectively identified using empirical orthogonal function analysis.

Key Words: Tedori River, erosion, anthropogenic impact, Empirical orthogonal function

I. Introduction

In many rivers worldwide, anthropogenic activities such as gravel-sand extraction and dam construction have disrupted the continuity of sediment transport and altered the downstream flow regime. The transport of sand and gravel sized sediment particles is particularly important in determining channel form, and a reduction in the supply of these sediments may induce significant channel changes (Kondolf, 1997). Consequently, any interruption in sediment movement by dams may cause accelerated erosion of the riverbed. Conversely, below dams, floods may not be sufficiently competent at entraining and transporting the incoming sediment from tributaries, so the riverbed begins to aggrade (Vericat *et al.*, 2006). Therefore, it is important to investigate how

anthropogenic activities in a river basin influence the sediment processes and the corresponding downstream morphological responses.

A variety of human induced morphological variations in rivers have been studied in the past few decades (*e.g.*, Kondolf, 1997; Yuhi, 2008; Isik, 2008). However, it is often difficult to fully understand the temporal and spatial variations that occur in a river basin and to quantify the effect of individual human interventions on such variations owing to the inherent complexity of the problem and the paucity of related data. A better understanding of the changes in the bedforms and corresponding sediment volumes of a river due to anthropogenic impacts could make a crucial contribution to the management of river watersheds.

This study was conducted to analyze the changes that

¹Division of Environmental Science and Engineering, Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, Kanazawa, 920-1192 Japan

²School of Environmental Design, College of Science and Engineering, Kanazawa University, Kanazawa, 920-1192 Japan

³Division of Civil and Environmental Engineering, Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa University, Kanazawa, 920-1992 Japan

*Author for correspondence

have occurred in the bed of the lower Tedori River, Japan, with particular consideration of the human impacts on the changes in sediment volume. The main trends in the riverbed variation were simultaneously examined using empirical orthogonal function (EOF) analysis.

II. Study Area

The Tedori River, which originates at Mt. Hakusan, has a catchment area of 809 km² and a channel length of 72 km (Fig. 1). The main tributary of the Tedori River is the Ushikubi River, with other tributaries being the Ozo River, the Danichi River and other small rivers. The Tedori River flows through the Tsurugi gauging station, on its westward journey through the Kaga Plain to the Japan Sea. The lower Tedori River referred to in the remainder of this paper (the reach downstream of the Tedorigawa Dam) is the portion of the river between the river mouth and 16 km upstream. The Tedori River is one of the steepest rivers in Japan, with average slopes of 1/27 and 1/145 for the entire river and the lower Tedori River, respectively. Based on homogeneity related to slope, width, and mean diameter of bed material, the lower Tedori River can be divided into four reaches

located 0–2 km, 2–7 km, 7–13 km, and 13–16 km upstream of the river mouth (Teramoto *et al.*, 2003) (Table 1).

The drainage area is underlain by various lithologies, including ancient Hida metamorphic rocks and volcanic rocks from eruptions of Mt. Hakusan. Nobi rhyolites (pyroclastic rock) from the Mesozoic to the Cenozoic era are distributed around the Mt. Hakusan area while Tedori Layers are present in the area east of the Tedorigawa Dam and the Ozo River. Both the Tedori Layers and Nobi rhyolites are prone to massive collapse. Therefore, a large amount of gravel and sand sized sediment has been flowing into the Tedori River.

The climate of the catchment area is dominated by the monsoon winds blowing in from the Japan Sea. The mean annual rainfall in the Tedori River catchment is about 2,600 mm/yr on the plains, and 3,300–3,600 mm/yr in the mountain ranges. In 1980, the Tedorigawa Dam (Fig. 1) was constructed, resulting in changes in the flow regime of the lower Tedori River. The highest average daily discharges in the lower Tedori River typically occur from mid-March to late May (due to snow melt) and from mid-June to mid-July (owing to seasonal rainfall) both before and after the Tedori dam

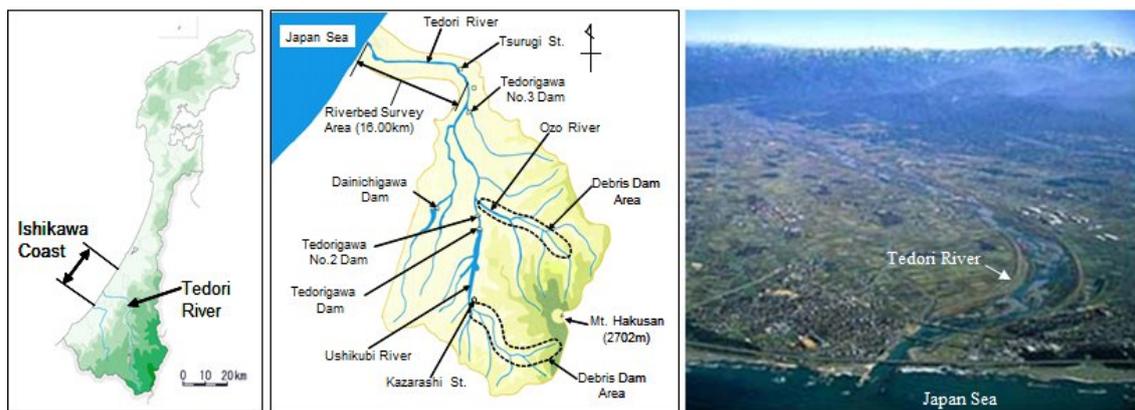


Fig. 1 Tedori River basin.

Table 1 Characteristics of the four distinct reaches in the lower Tedori River (Teramoto *et al.*, 2003).

	Reach 1	Reach 2	Reach 3	Reach 4
Distance upstream of river mouth (km)	0.0–2.0	2.0–7.0	7.0–13.0	13.0–16.0
Channel width (m)	350	358	289	146
Channel slope	1/365	1/190	1/140	1/130
Mean diameter of bed material (mm)	67	77	166	187

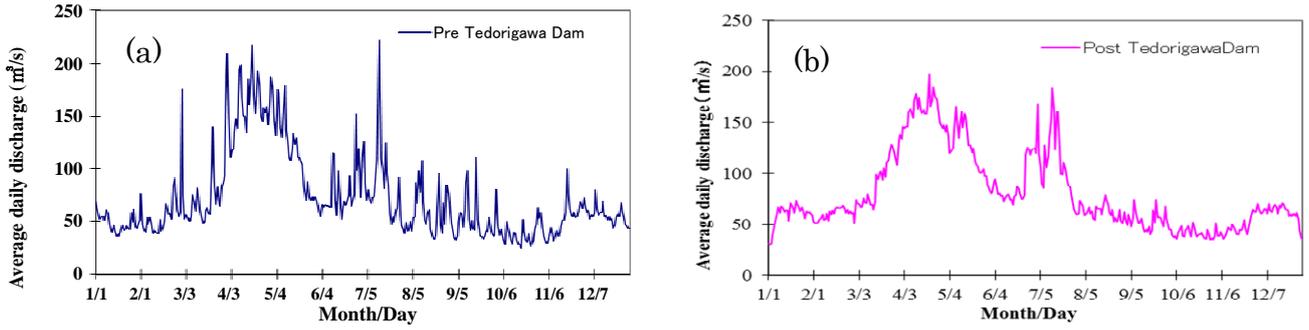


Fig. 2 Temporal variation in average daily discharge: (a) before (1968–1979); and (b) after dam construction (1980–2003).

construction (Fig. 2).

In recent decades, anthropogenic activities such as sand and gravel extraction, the construction of debris dams and multi-purpose dams, and dredging activities have significantly impacted the Tedor River basin. This has resulted in erosion of the riverbed in the lower reaches of the Tedor River by 0.5–3.5 m between 1950 and 1991, while a slight accretion has occurred in the study area from 1991 to 2007.

III. Data Sets and Methods

1) Field Data

The temporal and spatial scale used to study an area should be closely related to the availability and quality of existing field records. Consequently, this study focused on investigating variations that occurred in the lower 16 km of the river during 1950–2007. Data sets were provided by the Hokuriku Regional Development Bureau of the Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan. These data sets consisted of: annual surveys of the topography at 81 river cross-sections at 200 m intervals along the 0–16 km reach in 1950–1979, 1991, 1997, 1998, 2002, 2003 and 2007; the permitted annual sand and gravel extraction volume from the river channel (1951–1991); the annual sediment deposition volume in debris dams (1936–1983, with some missing years); the volume of material dredged annually for maintenance activities (1949–1963); and the annual maximum river discharge (Q_{max}) data from 1928 to 2006 measured at the Tsurugi hydrological station, located 14 km upstream

from the river mouth (Fig. 1). Sequential aerial photographs at 1:30,000 scales were also obtained for six dates from 1947 to 2007. In general, the range of surveyed data was sufficient to capture the main trends in changes in the river morphology and its controlling factors.

2) EOF Analysis

First, a comparative analysis of the existing survey data was conducted to detect and quantify the dominant trends in time and space. The long-term changes in the channel characteristics were then examined by EOF analysis. EOF analysis was initially used to describe the changes in beach profiles based on the lowest number of eigenfunctions (Winant *et al.*, 1975). In this study, the riverbed level Z_{ki} (averaged for each cross-section) was explained by the summation of eigenmodes, as shown below.

$$Z_{ki} = \sum_{n=1}^N C_{nk} e_{ni} \quad \text{for the } i \text{th profile position and } k \text{th survey} \quad (1)$$

where e_{ni} are the normalized spatial functions; C_{nk} are the temporal functions; and n indicates the variation modes. Subscript i ranges from 1 to I , the total number of points along the longitudinal profile of the riverbed where data are taken, and subscript k ranges from 1 to K , the total number of times when profiles were recorded. The spatial functions or eigenfunctions that best fit the data using the least squares method are determined with the following matrix equation:

$$\mathbf{A}e_n = \lambda_n e_n \quad (2)$$

where \mathbf{A} is a symmetric correlation matrix from a_{ij} and λ_n is the corresponding eigenvalue of the matrix \mathbf{A} . The elements a_{ij} are calculated by

$$a_{ij} = \frac{1}{KI} \sum_{k=1}^K Z_{ik} Z_{jk} \quad i, j = 1, 2, \dots, I. \quad (3)$$

A dominant feature of eigenfunctions is that they are mutually orthogonal, so that

$$\sum_i e_{ni} e_{mi} = \delta_{nm}. \quad (4)$$

where δ_{nm} is the usual Kronecker delta such that if $m = n$, then $\delta_{nm} = 1$, otherwise $\delta_{nm} = 0$. To obtain the value of the unknown C_{nk} , we minimize the mean square error in the fit of Z_{ki} using the eigenfunctions. The local error ξ_{ki} is defined as

$$\xi_{ki} = Z_{ki} - \sum_{n=1}^N C_{nk} e_{ni}. \quad (5)$$

The minimization is carried out using the least-squares method by minimizing the sum of the squares of the errors over the profile ($\sum_{i=1}^I \xi_{ki}^2$) with respect to C_{mk}

$$2 \sum_{i=1}^I (Z_{ik} - \sum_{n=1}^N C_{nk} e_{ni}) e_{mi} = 0. \quad (6)$$

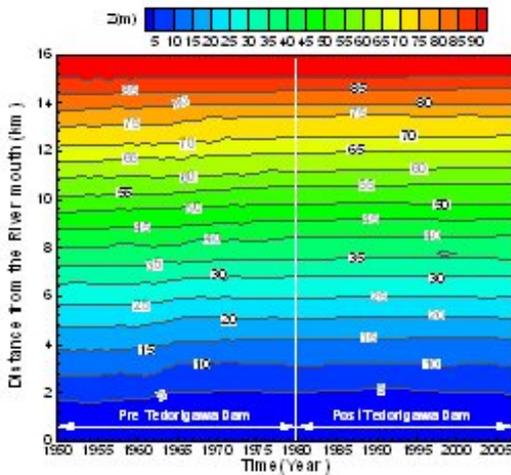
Using the orthogonality, we have:

$$C_{mk} = \sum_{i=1}^I Z_{ik} e_{mi}. \quad (7)$$

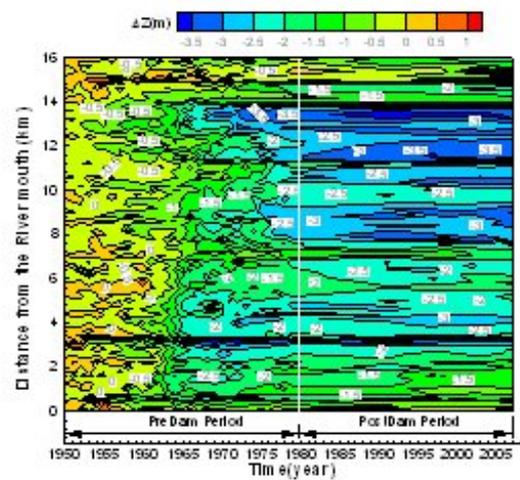
IV. Results

1) General Features of Riverbed Response

Figure 3a describes the temporal variations in the riverbed elevation (Z) in the lower Tetsu River. The bed elevation was measured relative to the Tokyo Peil (T.P.) datum, which is the standard ground elevation in Japan based on the mean sea level in Tokyo Bay. An overall trend of considerable erosion was evident during the period of 1950–2007. Fig. 3b indicates that the riverbed level decreased by 0.30–3.50 m over the period 1950–2007. Comparisons of longitudinal profiles from 1950, 1979 and 2007 (Fig. 4) and corresponding cross-sections at 1 km intervals (Fig. 6) indicate that the erosion during 1950–1979 was much more significant than during 1979–2007. In particular, the average erosion depth of 1.8 m during 1950–1979 was considerably higher than the average erosion depth of 0.16 m during 1979–2007. The mean erosion depths for reaches 2, 3 and 4 (2.10 m, 2.84 m and 2.02 m, respectively) were significantly greater than for reach 1 (0.84 m) (Table 2). This surprising result implies that construction of the Tetsugawa Dam did not aggravate the erosion in the lower Tetsu River. In addition, Figure 5 illustrates the deposition/erosion distribution in plan form based on changes in real riverbed levels surveyed in the years between 1950 and 1979. The most intensive and



(a) Mean riverbed elevation



(b) Variation in mean riverbed elevation relative to 1950

Fig. 3 Temporal and spatial variation in elevation of the Tetsu riverbed (T.P.).

Table 2 Temporal variation in average erosion depth for each reach.

Distance (km)	Erosion depth (m)		
	1950–1979	1979–2007	1950–2007
0–2 (Reach 1)	-1.26	0.39	-0.87
2–7 (Reach 2)	-2.01	-0.08	-2.10
7–13 (Reach 3)	-2.46	-0.38	-2.84
13–16 (Reach 4)	-1.45	-0.58	-2.02
Average	-1.80	-0.16	-1.96

Distances are measured upstream from the river mouth.

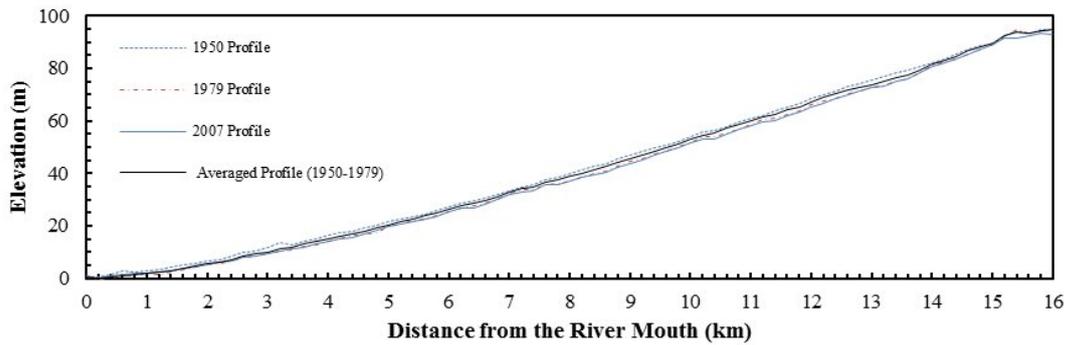


Fig. 4 Longitudinal profiles of the lower Tedori River surveyed in 1950, 1979, 2007 and average profile from 1950 to 1979.

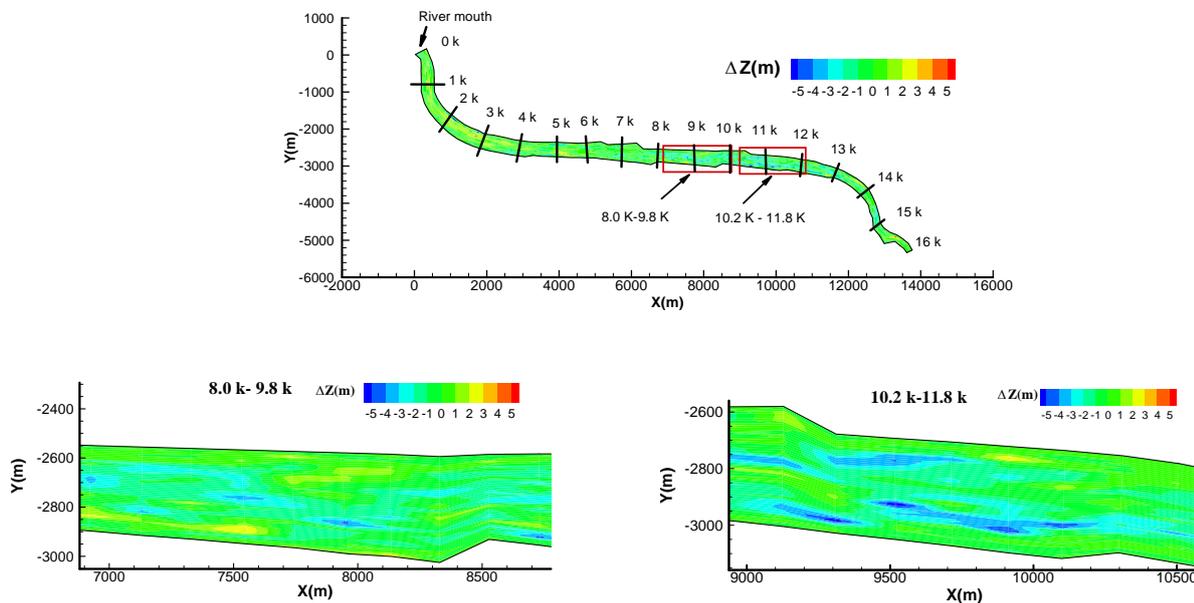
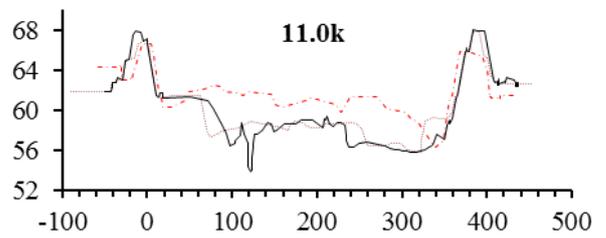
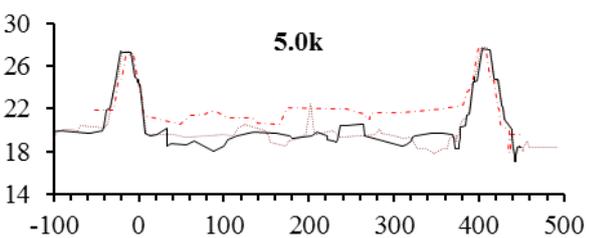
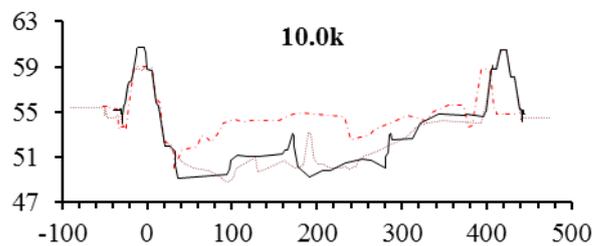
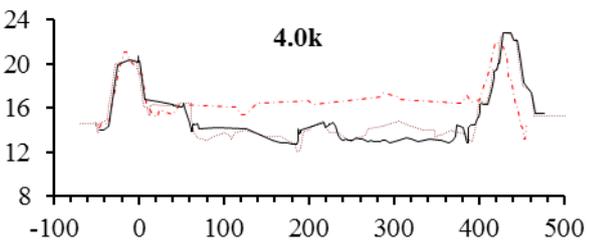
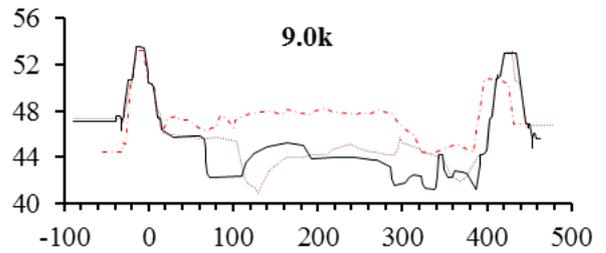
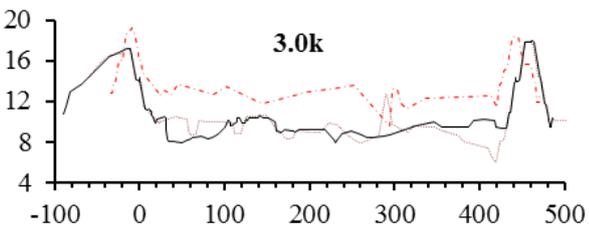
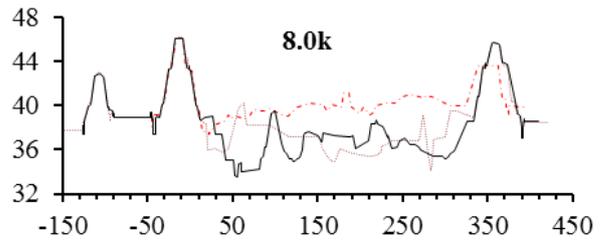
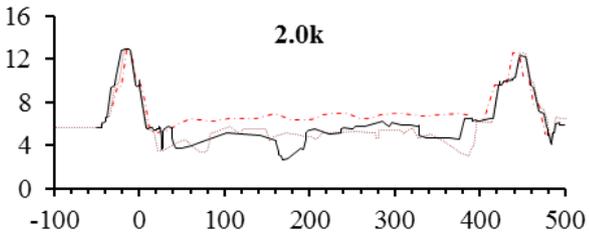
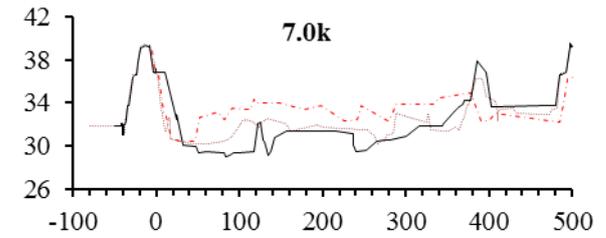
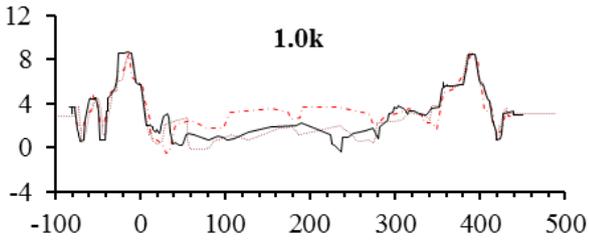
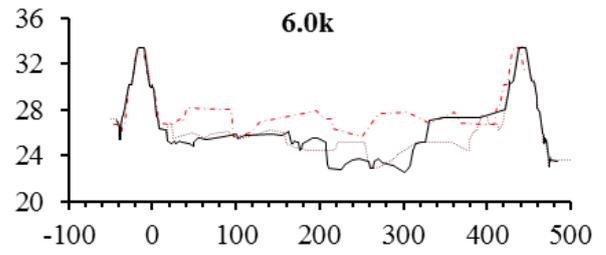
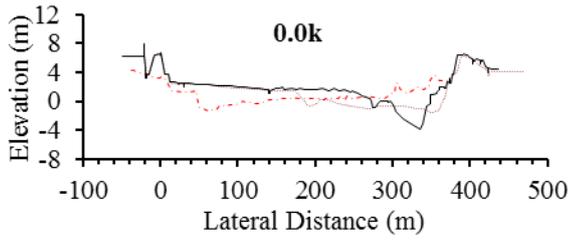


Fig. 5 Variation in riverbed level (1950–1979).

extensive erosion was observed in the region 8–12 km upstream from the river mouth.

Alluvial survey results along cross-sections at 1 km intervals were collated between 1950–1979 and 1979–2007, as shown in Fig. 6. The results indicate that

from 1950 to 1979, significant erosion occurred along the entire river channel and floodplain, except at 0, 1, 4, 15 and 16 km upstream from the river mouth. At the five locations mentioned previously, erosion occurred intensively in the river channel but light deposition



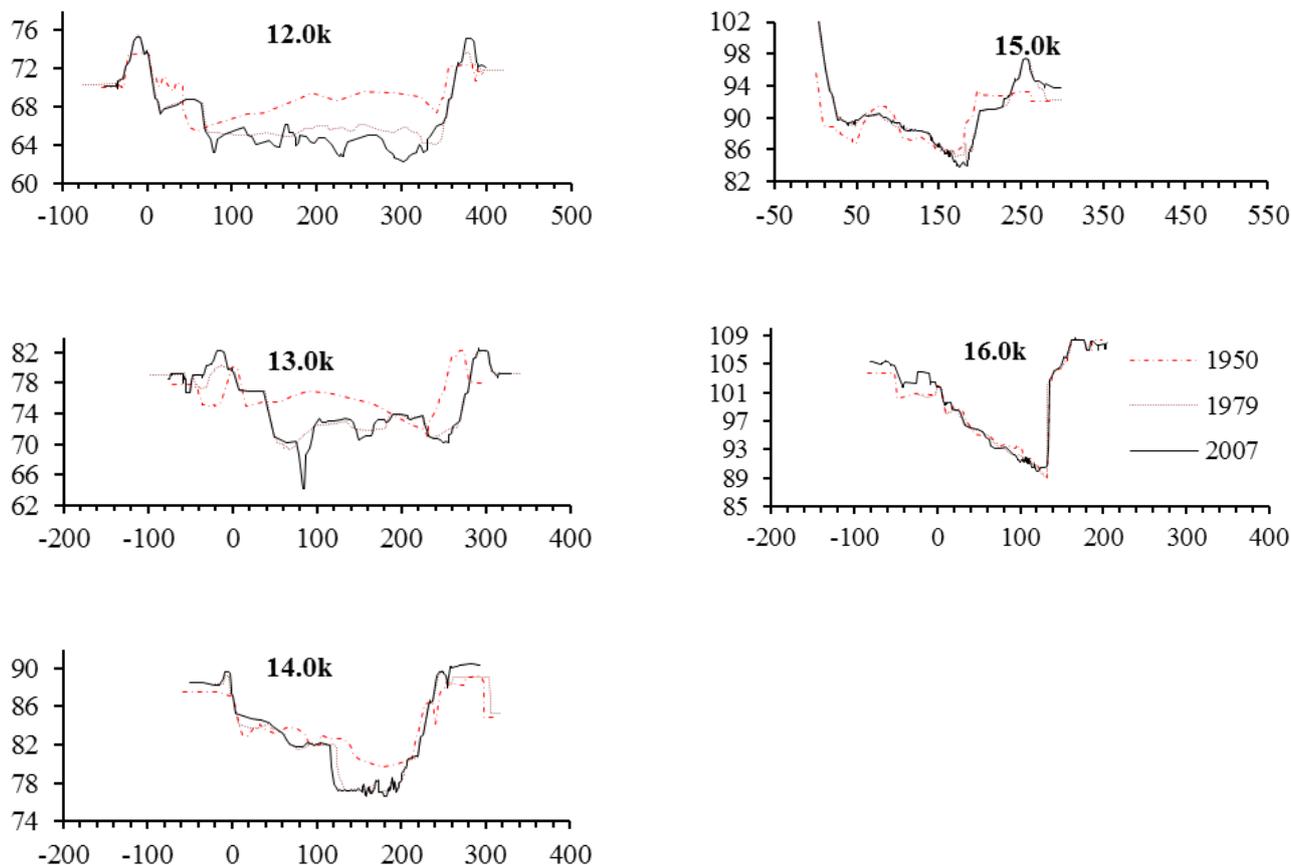


Fig. 6 Comparison of cross-sections from 1950, 1979 and 2007 at 1 km intervals.

occurred in the floodplain. For each cross-section during 1979–2007, accretion was clearly observed in the floodplain while both erosion and deposition occurred in the river channel.

The spatial distribution of the linear trends in variations in the riverbed level during 1950–2007 is shown in Fig. 7. The linear trends are calculated as the temporal gradient of the riverbed elevation at each cross-section, using the least squares method. Between 1950 and 1979, the average erosion rates at Reaches 2 and 3 were 0.1 m/yr and 0.09 m/yr, respectively; at Reaches 1 and 4 the average erosion rate was 0.06 m/yr (Table 3). The highest rate of erosion during 1950–1979 was 0.14 m/yr, 3.2 km from the river mouth, after which the erosion rate decreased steadily until the end of Reach 2. The trends in reach 3 fluctuated, with the second highest erosion rate during 1950–1979 measured in this reach, after which the erosion rate decreased considerably to the end of Reach 4. The corresponding trends during the sub-periods of 1950–1959, 1960–1969

and 1970–1979 are also included in Fig. 7. Between 1950 and 1959, significant erosion was observed from 0 to 5.5 km and in almost all of the 6.5–16 km reach, while minor deposition was observed at 5.5–6.5 km and about 15 km upstream from the river mouth. Between 1971 and 1979, accretion was evident in the reach 0–4 km upstream from the river mouth, with an accretion rate of 0.05 m/yr, which can be attributed to natural recovery of the sediment. However, strong erosion was observed in other areas, with a mean erosion rate of 0.07 m/yr. It is interesting to note that the variation in the riverbed in the 1960s was similar to the overall 1950–1979 period described above. In particular, significant erosion was evident along the longitudinal riverbed profile during both time periods, with the highest values occurring at the same location in Reach 2 (2–7km) at 0.24 m/yr (1960–1969) and 0.1 m/yr (1950–1979). These findings imply that the intensive sand mining that occurred in the 1960s dominated the change in riverbed elevations observed during the entire study period.

Table 3 Mean value of linear trends during different periods.

Distance (km)	Linear trend (m/year)				
	1950–1959	1960–1969	1970–1979	1950–1979	1980–2007
0–2 (Reach 1)	-0.07	-0.13	0.04	-0.06	0.03
2–7 (Reach 2)	-0.03	-0.24	0.01	-0.10	0.01
7–13 (Reach 3)	-0.06	-0.13	-0.10	-0.09	0.00
13–16 (Reach 4)	-0.05	-0.09	-0.03	-0.06	-0.02

Distances are measured from the river mouth.

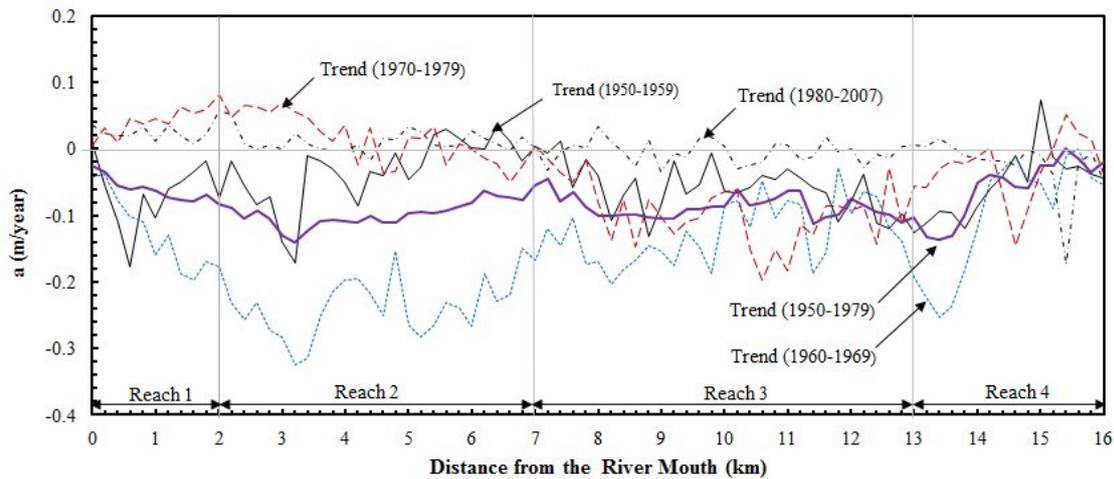


Fig. 7 Linear trends in riverbed variation.

In contrast to the 1950–1979 period, the linear trend in the riverbed level variation was minor from 1980 to 2007. A slight accretion trend was observed in the first two reaches with rates of 0.03 m/yr and 0.01 m/yr, respectively (Table 3). In Reach 3, the erosion rate of 0.00 m/yr was unvarying while Reach 4 experienced slight erosion at 0.02 m/yr.

2) Variation in Sediment Characteristics in the Lower Tadori River

Figure 8 shows the cumulative variations in sediment volume in the lower reach of the Tadori River from 1950 to 2007. The changes in the sediment volume of Reaches 1–4 were also examined. The cumulative variation in sediment volume was calculated with respect to the riverbed elevation in 1950. The overall trend in sediment volume in all reaches was a significant decrease during 1950–1979 and a slight decrease during 1980–2007. Overall in the lower 16 km of the river, the sediment volume decreased by $11.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ during the first 30

years at a rate of $0.38 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$, while the decrease in the following 29 years was $0.63 \times 10^6 \text{ m}^3$, a rate of $0.02 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$. The greatest reduction in sediment volume occurred in the 1960s, with a reduction of almost $6.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ of sediment ($0.68 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$). A similar trend was also observed in Reach 2 (2–7 km upstream) in the 1960s. This is considered to be due to the intensive sand excavation that occurred in the 1960s. In the 1970s, the cumulative sediment volume change in the entire study area was closely related to the change in Reach 3 (7–13 km upstream). From 1979 to 1991, the sediment volume declined by $1.23 \times 10^6 \text{ m}^3$ ($0.09 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$), and then increased by $0.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ ($0.04 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$) between 1991 and 2007. A similar trend was also seen clearly in Reaches 1–3, while the steady erosion appeared to be occurring in Reach 4 throughout the whole period of 1979–2007.

An investigation of the variation in median sediment diameter (d_m) in both the river channel and floodplain was conducted by annual surveys of sediment samples

from 1963 to 1971. Figure 9 shows the temporal variation in d_m in relation to the temporal variations in the slope and flood discharge product (Q.S). The Q.S may be representative of stream power per unit channel length (Bridge, 2003) and, consequently, may be an important factor that influences the variation in d_m . Thus, in Reaches 1, 2 and 3, the temporal variation in both d_{mc} (median sediment diameter in the river channel) and d_{mp}

(median sediment diameter on the floodplain) is closely related to the temporal variation in Q.S during 1963–1971. In Reach 4, although a close relationship was also observed between d_{mc} and Q.S from 1963 to 1971, the variation in d_{mp} is opposite to the Q.S from 1966 to 1969. In particular, in 1966 and 1968, when the minimum values of Q.S were measured, maximum values of d_{mp} were recorded (Fig. 9d). This unusual

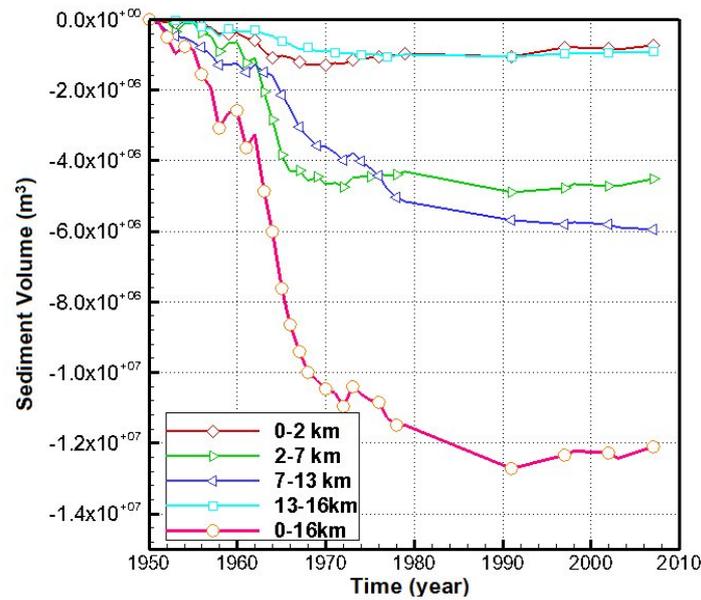


Fig. 8 Cumulative variations in sediment volume in the Tedori riverbed.

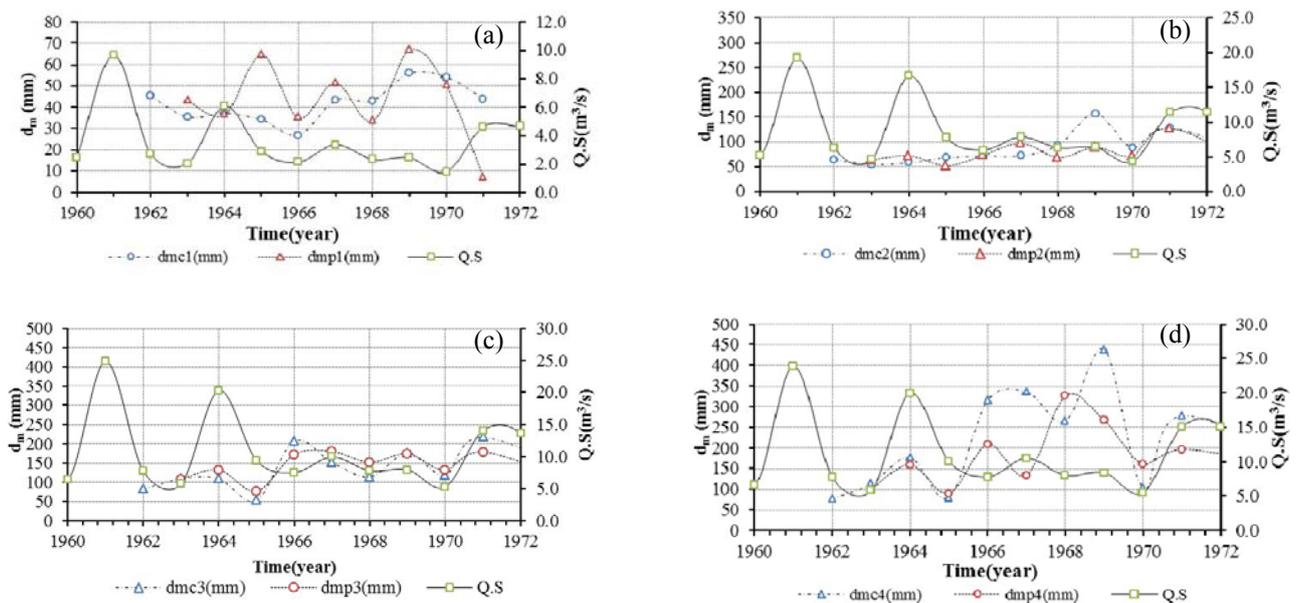


Fig. 9 Temporal variation in the slope and flood discharge product (Q.S) and D_m of the lower Tedori River: (a) Reach 1 (0–2 km); (b) Reach 2 (2–7 km); (c) Reach 3 (7–13 km); and (d) Reach 4 (13–16 km upstream of river mouth).

relationship could be related to the effect of intensive sand mining that occurred in the floodplain of Reach 4, as gravel and sand extraction may have made the bed surface more armored.

V. Discussion

1) Impacts of Anthropogenic Activities on Variations in River Morphology, 1950–1979

To investigate the effects of anthropogenic activities on changes in the cumulative sediment volume and the riverbed of the Tedori River, the cumulative volume of sediment in debris dams, and the cumulative volume of sediment extracted from the river (sand and gravel mining, and dredging activities) were determined (Fig. 10). During the post-World War II period, sand and gravel were mined from the alluvial section of the river for construction aggregate. This extraction was intensive in the area from the river mouth to 15 km upstream. During the mid-1960s, the most extensive mining activities occurred, resulting in a considerable reduction in the riverbed. The total amount of extracted sediment was estimated to be $6.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ based on licenses issued by local authorities from 1950 to 1979; however, it is difficult to determine the amount that was actually removed from the riverbed. Yamamoto *et al.* (2008) estimated that the extracted amount could be up to two

times greater than the volumes determined from local permits. From 1949 to 1963, maintenance dredging of the river channel was conducted in the area from the river mouth to 4.8 km upstream, which resulted in the removal of $2.1 \times 10^6 \text{ m}^3$ of sediment (Fig. 11). Between 1950 and 1969, the cumulative volume of extracted material increased by approximately $6.8 \times 10^6 \text{ m}^3$, a rate of $0.34 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$. However, owing to legal enforcement of the sand mining permits starting in the mid-1970s, the rate of increase in the cumulative volume of extracted material in the 1970s was lower than that in the 1960s. The estimated amount of sediment removed by sand mining and channel dredging from 1949 to 1979 was $9.35 \times 10^6 \text{ m}^3$, which is equivalent to 81% of the decreased riverbed sediment volume of $11.5 \times 10^6 \text{ m}^3$. This clearly indicates that the sand mining had a crucial impact on the decrease in riverbed sediment volume as well as the corresponding riverbed level during 1950–1979.

In the upstream region of the river, in the Hakusan Mountains, where the Tedori system is composed of two major tributaries (the Ushikubi and Ozo rivers), approximately 150 debris dams have been constructed to monitor and control the production of debris and sediment runoff since the 1910s. Between 1955 and 1959, sediment deposition in the debris dams rapidly increased to approximately $3.24 \times 10^6 \text{ m}^3$, at $0.65 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$, then

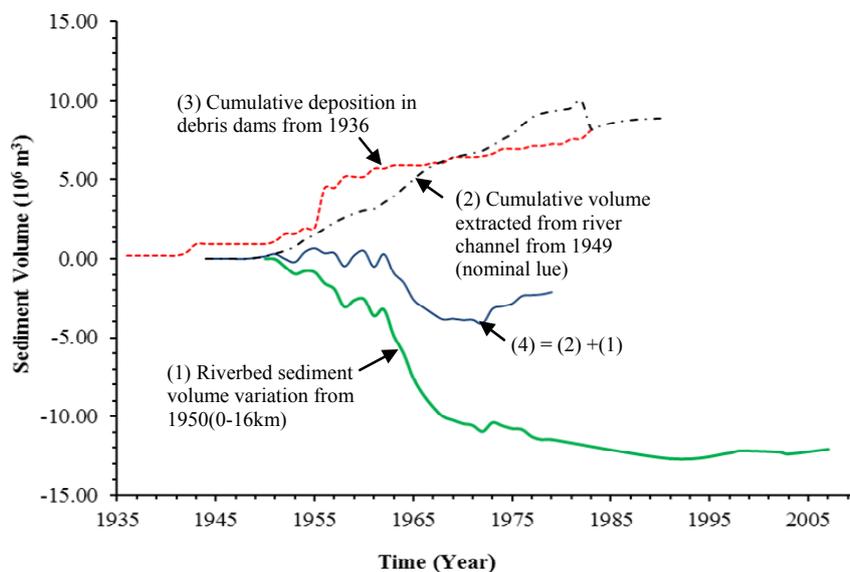


Fig. 10 Temporal variations in cumulative sediment volume in the Tedori River basin.

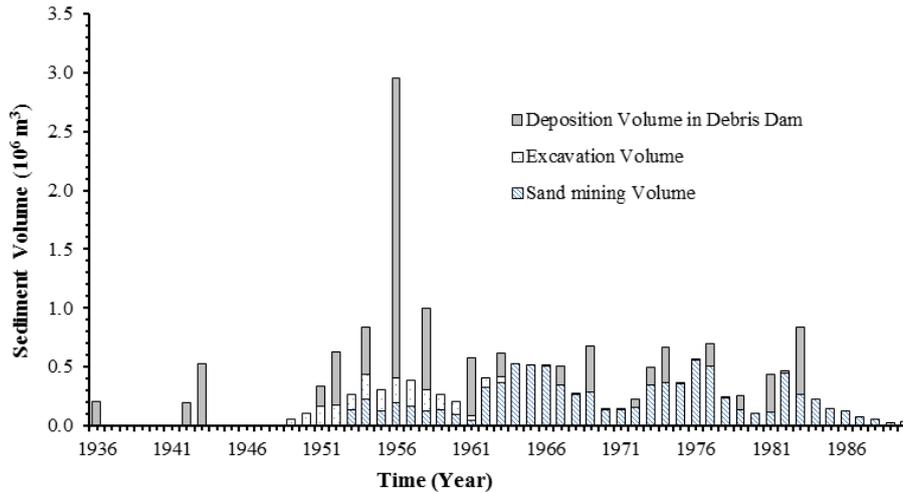


Fig. 11 Temporal variation in the volume of sediment trapped or removed from the sediment transport system due to anthropogenic activities.

gradually increasing to $7.3 \times 10^6 \text{ m}^3$ by 1979. The median grain size of sediment sampled in these dams in 1980 was 78.4 mm and 117.1 mm in the Ozo and Ushikubi river areas, respectively. The median diameters of sediment deposited in debris dams were found to be the same as those in the bed surface in the lower Tedori River. This implies that the debris dams have trapped the amount of sediment that may be transported to the lower Tedori river by flood events. Therefore, it was considered that debris dams may contributed significantly to the degradation of the riverbed level in the lower Tedori River.

2) EOF Analysis

EOF analysis was used to discuss the decadal variation in the mean riverbed levels as well as its controlling factors. Figures 12 and 13 describe the temporal and spatial functions for the first three modes. The variance associated with the first eigenfunction was 99.9854%, while the second and third eigenfunctions account for 0.0119% and 0.0008% of the variations, respectively. These findings clearly indicate that the spatial function of the first mode $e_1(x)$ corresponds to the mean riverbed profile during 1950–1979 (the averaged profile (1950–1979) in Fig. 4). The temporal function $C_1(t)$ was closely related to the curve describing the cumulative temporal variation in the sediment volume of the lower reach of the Tedori River. In addition, the

spatial functions of the second mode $e_2(x)$ were found to reflect the linear trend of variations in the mean bed level from 1950 to 1979 and 1961 to 1970. The temporal function $C_2(t)$ gradually increased in the 1950s, then rapidly increased in the 1960s before becoming stable in the 1970s. The variation trend of such curve describes the trend in the cumulative deposition of sediment volume in debris dams with a lag time of about 5 years. For the third mode, the spatial function $e_3(x)$ was found to be positive in the 0–4 km reach, negative in Reach 3 (7–13 km) and fluctuated around zero in the remaining reaches, indicating that this curve corresponds to the linear trend of mean bed level variations during 1971–1979. The $C_3(t)$ curve had slight fluctuations in the 1950s, then decreased considerably in the early 1960s, before increasing until 1979. With a time lag of 3 years, this curve is related to curve (4) in Fig. 11 which describes the sum of the cumulative variation in sediment volume for the 0–16 km reach and the cumulative sediment volume extracted from the river (sand mining plus dredging). As the third mode of variation is the product of $e_3(x)$ and $C_3(t)$, the third mode describes the accretion at 0 to 4 km during 1971–1979.

3) Impacts of Anthropogenic Activities on Variations in River Morphology, 1979–2007

A further gradual decrease in riverbed sediment volume occurred in the lower Tedori River from 1979 to

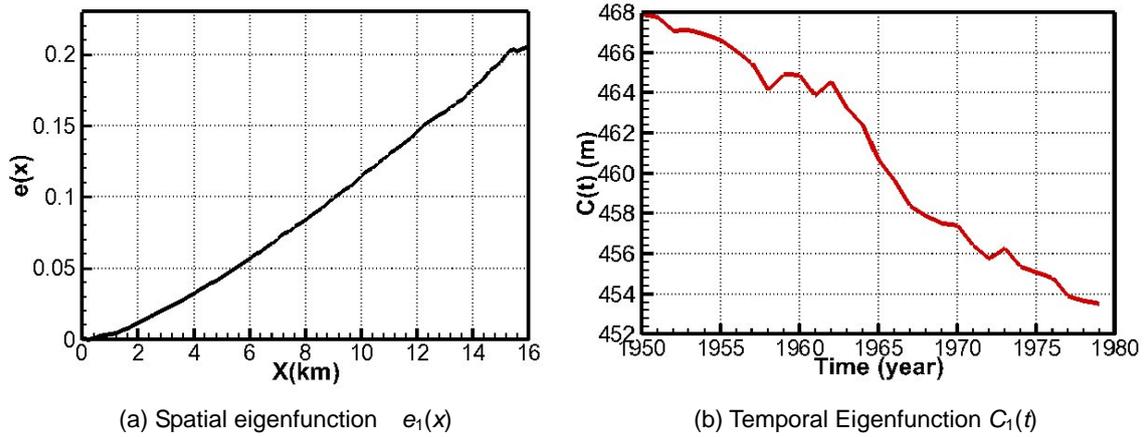


Fig. 12 Temporal and spatial eigenfunctions for the first mode.

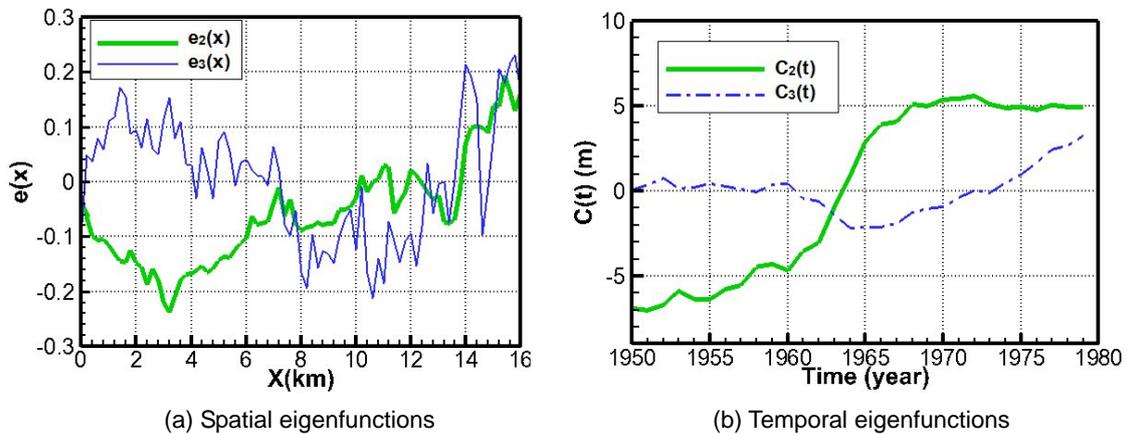


Fig. 13 Temporal and spatial eigenfunctions for the second and third modes.

1991 (Fig.11), during which the bed sediment volume decreased by $1.23 \times 10^6 \text{ m}^3$. In the period 1979-1991, the volume of sand extracted from the Tedrori river was about $1.75 \times 10^6 \text{ m}^3$, at $0.13 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ while the incoming sediment volume was supplied by Ozo river was also nearly $0.13 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$. In this case, the sediment budget of Ozo river was roughly estimated based on a numerical analysis conducted by HRDB in 2007. Thus, the gravel and sand mining was a key driving force lowering the riverbed in that period.

Immediately following the cessation of gravel and sand mining in 1991, slight accretion was observed in the study area, and this has continued until the end of the study period in 2007. This trend was attributed to sediment supplied by the Ozo River during flood seasons and a substantial reduction in the sediment-carrying

capacity of the lower river due to the Tedorigawa dam construction. Flood control operations have led to a decrease in the magnitude and frequency of floods in the post-dam period compared with the pre-dam period. Figure 15 shows that the average flood peaks in the pre- and post-dam periods were $1737 \text{ m}^3/\text{s}$ and $1159 \text{ m}^3/\text{s}$, respectively. The expected probable flood discharges for 5, 10, 50 year return events (Table 4) were also calculated using the annual maximum discharges observed at Tsurugi gauging station and by using the Gumbel method. The results indicate that the volumes of the 5-, 10- and 50-year return flood events are forecast to decrease by 24%, 19% and 14%, respectively.

A summary of the flow characteristics for the pre- and post-dam periods is shown in Table 5. It indicates that, owing to increased rainfall, the average annual flow in

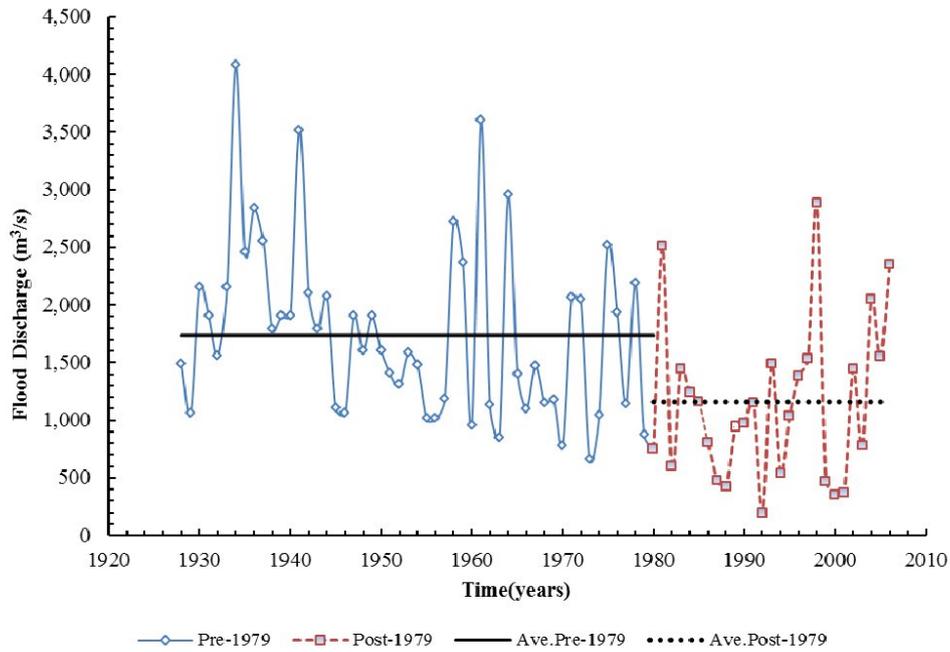


Fig. 14 Temporal variation in flood discharge at the Tsurugi gauging station before and after Tedorigawa dam construction.

Table 4 Expected maximum flood discharges corresponding to varying return periods.

Return period (year)	Flood Discharge		
	PreDam (1928–1979) (m ³ /s)	PostDam (1980–2006) (m ³ /s)	Reduction (%)
5	2357	1799	24%
10	2847	2293	19%
50	3924	3379	14%

Table 5 Flow characteristics of the Tedoru River before and after dam construction.

Flow characteristics	Unit	PreDam (1968–1979)	PostDam (1979–2003)	Deviation
Average annual flow volume	m ³	26688.8	29484.3	10%
Q_{daymean}	m ³ /s	72.9	80.6	10%
RMS (Q_{3d})		10.86	4.97	-54%

the post-dam period was 10% greater than before dam construction. The root mean square of deviations between the daily average discharge and the 3-day moving average discharges ($RMS(Q_{3d})$) was also determined. The results (Table 5) show that the $RMS(Q_{3d})$ in the post-dam period is over 50% lower than in the pre-dam period. This reduction in magnitude and frequency of flood events leads to a direct reduction in the sediment-carrying capacity of the flow, and also an

increase in the vegetation cover along the river. In turn, the drag caused by vegetation increases the overall flow resistance and reduces the shear stress applied to the bed, resulting in reduced bed-load transport capacity and increased propensity for trapping, deposition, and stabilization of sediment (Wu *et al*, 2009).

After analyzing aerial photographs from 1984, 1995 and 2000, the temporal variation in vegetation cover in various sub-reaches including 0–2 km, 4–6 km, 9–11 km

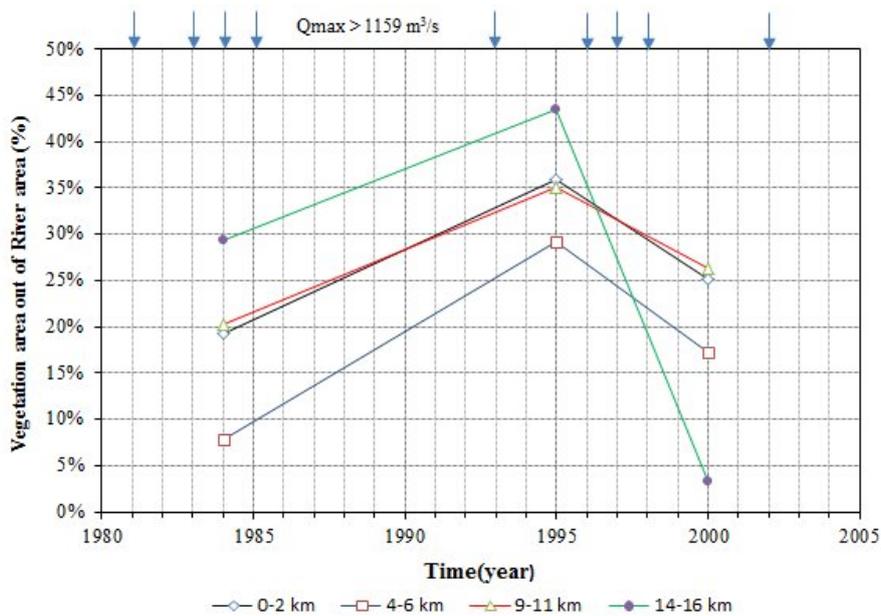


Fig. 15 Temporal variation in vegetation cover area along the Tedori River. Vertical arrows indicate years when Q_{\max} exceeded $1159 \text{ m}^3/\text{s}$.

and 14–16 km upstream is shown in Fig. 16. Four years after completion of the Tedorigawa dam, the highest vegetation cover of 29% was measured in the 14–16 km sub-reach, and was 20%, 19% and 8% in the 9–11 km, 4–6 km and 0–2 km sub-reaches, respectively. Between 1984 and 1995, no large flood over $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ occurred, so the highest vegetation cover was measured in all sub-reaches with 44% in the 14–16 km sub-reach. A large flood event ($2883 \text{ m}^3/\text{s}$) occurred in 1998, leading to a considerable decrease in the vegetation area in 2000. It is worth noting that the partial development of vegetation in a cross-section leads to a redistribution of the flow velocity along that cross-section, inducing simultaneous deposition and erosion in that cross-section, as seen in Fig. 6.

VI. Summary

A better understanding of the effect of human activities on changes in river morphology is fundamental for enabling the sustainable management of river basins. In this study, changes in the Tedori riverbed based on changes in the sediment volume induced by gravel and sand extraction and dam construction were analyzed using a series of field surveys from 1950 to 2007. The

results show that accelerated erosion of the riverbed, leading to declines of 0.5–3.5 m, was observed from 1950 to 1991, while slight accretion was observed from 1991 to 2007. EOF analysis was then used to capture the variation trends in the river basin during 1950–1979, and the principal modes of variation clearly reflected the changes in both the riverbed and its controlling factors.

Acknowledgments: The authors are grateful to the Hokuriku Regional Development Bureau, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan, for providing the field data used in this study.

Notation

- Z = riverbed level averaged over each cross-section
- $e(x)$ = the normalized spatial functions
- $C(t)$ = the temporal functions
- n = the variation modes
- i = index for mean riverbed level
- k = index for time
- \mathbf{A} = symmetric correlation matrix
- ΔZ = variation with respect to mean riverbed elevation of 1950
- a = linear trend
- d_{mc} = median diameter in river channel
- d_{mp} = median diameter in floodplain
- Q = flood discharge

S = slope
 $RMS(Q_{3d})$ = deviations between daily average discharge and 3-day moving average discharges

References

- Bridge, J. S., 2003: *Rivers and Floodplains: Forms, Processes, and Sedimentary Record*. Blackwell's Pub. Co., London, 504p.
- Isik, S., Dogan, E., Kalin, L., Sasal, M. and Agiralioglu, N., 2008: Effects of anthropogenic activities on the Lower Sakarya River. *Catena*, **75**, 172-181.
- Mathias, K. G., 1997: Hungry water: effects of dams and gravel mining on river channels. *Environmental Management*, **21**, 533-551.
- Teramoto, A., Nakamura S. and Tsujimoto T., 2003: Change of bar formation and bank erosion in the Tedoru River. *Advances in River Engineering, Japan Society of Civil Engineering*, **9**, 329-334.
- Vericat, D., Batalla, R. J. and Gracia, C., 2006: Breakup and reestablishment of the armour layer in a large gravel-bed river below dams: the lower Ebro. *Geomorphology*, **76**, 122-136.
- Wnant, C. D., Inman, D. L. and Nordstorm, C. E., 1975: Description of seasonal beach changes using empirical eigenfunctions. *Journal of Geophysical Research*, **80**, 1979-1986.
- Wu, W. -M. and He, Z. -G., 2009: Effects of vegetation on flow conveyance and sediment transport capacity, *International Journal of Sediment Research*, **24**, 247-259.
- Yamamoto, Y., Kawai, K. and Takano, T., 2008: Sedimentation control of coastal zone with large-scale sandy beach. *Proc. Civil Eng. in Ocean, Japan Society of Civil Engineering*, **24**, 1339-1344 (in Japanese).
- Yuhi, M., 2008: Impact of anthropogenic modifications of a river basin on neighboring coasts: a case study, *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, American Society of Civil Engineering*, **134** (6), 336-344.

手取川流域の人為的改変が河床変動に及ぼした影響

DANG Minh Hai¹・榎田真也^{2*}・松田良介³・由比政年²

要 旨

長期間に渡る現地測量データに基づいて、石川県手取川の長期河床変動に関する解析を行った。解析対象領域は手取川河口部より16kmの区間である。対象領域における土砂量は、1950年から1991年にかけて約 $12.7 \times 10^6 \text{m}^3$ 減少した。その間、河床は0.06-0.10 m/yearの速度で低下し、観測期間中におよそ0.5-3.5 mの侵食が確認された。一方、1991年から2007年にかけては、土砂量は $0.6 \times 10^6 \text{m}^3$ の微増を示した。河道内土砂量や河床高、河床構成材料の時空間変動について、ダム建設や砂利採取などの人為的影響との関連を検討した。河床変動が顕著に見られた1950年から1979年の期間を対象に経験的固有関数法に基づく解析を実施して、特徴的な変動モードを抽出し、人為的インパクトとの関係を検討した。

キーワード：手取川，侵食，人為的影響，経験的固有関数法

¹金沢大学大学院自然科学研究科博士後期課程環境科学専攻 〒920-1192 金沢市角間町

²金沢大学理工研究域環境デザイン学系 〒920-1192 金沢市角間町

³金沢大学大学院自然科学研究科博士前期課程社会基盤工学専攻 〒920-1192 金沢市角間町

*連絡著者

加賀藩の火薬

VII. 鈴見鑄造所の反射炉

板垣英治^{1*}

2011年8月30日受付, Received 30 August 2011
2011年10月28日受理, Accepted 28 October 2011

A Historical Research on Gun Powder of Kaga Clan

VII. Studies on Reverberatory Furnace in the Suzumi Moulding Factory

Eiji ITAGAKI^{1*}

Abstract

An important reference to a reverberatory furnace in the Suzumi moulding factory was found that could resolve the open question about the construction of furnaces for the Kaga clan. The personal diary of Kamaya Yakichi, the leader of Suzumi moulding factory from the second year of Bunkyu (1862) to the third year of Bunkyu (1863), revealed that there was a one-quarter sized reverberatory furnace in the factory. Additionally, it documented that several trials were carried out melting iron and bronze for casting cannons during February and March of 1863. This is the first report about the reverberatory furnace in the Kaga clan.

Key Words: reverberatory furnace, Suzumi moulding factory, Kamaya Yakichi, personal diary, the 3rd year of Bunkyu

キーワード: 反射炉, 鈴見鑄造所, 釜屋弥吉, 日記, 文久3年

I. はじめに

幕末期に外国船の来襲に備え、佐賀藩を初め、薩摩藩、萩藩、鳥取藩、幕府（韮山）、水戸藩などでは反射炉を建設して、鑄鉄大砲の生産に着手した。特に佐賀藩は嘉永三年七月に築地に反射炉（第一炉）を建設して、その鑄造技術の習得に励んだ。

嘉永五年の第12回の鑄造で作られた大砲で初めて完成を見た。さらの幕府からの大量（200門）の大砲の注文に応じて、多布施反射炉を建設した。加賀藩の鈴見鑄造所では、前報に記載した様に鑄鉄砲および青銅砲を、甌炉を使用して大量に生産していた（板

垣, 2011a)。しかし、これまでの史料調査では、加賀藩は反射炉のための基礎調査として、「鉄煖鑄鑑」での調査（史料¹）、鳥取藩への反射炉の調査（大橋, 1969）、また藩内での砂鉄調査（史料²）を行っていたが、この鑄造所に反射炉を建設したことを示す史料は発見されていなかった。この様なことから、大砲の生産のために加賀藩は反射炉の建設に興味を示していたが、その建設と稼働は否定的であった（和田, 1990）。

ところが、このほど鈴見鑄造所の鑄造場棟取であった釜屋弥吉の記した個人的な日記『武村弥吉工房日記』（文久二戌年九月十七日～文久三亥年三月廿五日）（史料³）には、三年二月から三月にかけての日

¹ 金沢大学名誉教授 〒921-8173 石川県金沢市円光寺3-15-16 (Emeritus Professor of Kanazawa University, 15-16, Enkoji 3 chome, Kanazawa, 921-8173 Japan)

*連絡著者 (Author for correspondence)

記に「ハンシャロウ」と多く記載されていることが明らかになり、その内容から鈴見鑄造所内に小型の反射炉を備えて鑄造試験を繰り返していたことが明らかになった。本稿では鈴見鑄造所の反射炉について『武村弥吉工房日記』の記載に基づき論考する。本史料の内容はあくまでも個人の「日記」であるために、これまでに調査・研究してきた成瀬正居の『壮猶館御用日記』等^(史料4)また、武村の鈴見鑄造所関係の史料^(史料5)とは、全く違う性格のものである。

図1に示した様に、文章は主にカタカナで記載され、決まった記載形式はない。また、口語調の文章である。記載された文字の大きさもマチマチであり、可成り難解な文字が多くある。安政年間から元治年間までの日記^(史料6)があるが、特に文久年間(文久2年9月17日から文久3年3月25日)までの日記の記述のみに反射炉に関する記載が多くある。

本稿では、日記の日付順に関係した事柄をまず引用して翻刻文で示し、さらにその解説文を示しながら、鈴見鑄造所の反射炉がどのようなものであったかを明らかにしていく。ハンシャロウには下線を付けた。

なお、解説不能の文字および虫食い文字は□で示した。引用した翻刻文には句読点を挿入して、3文字右にずらして記した。

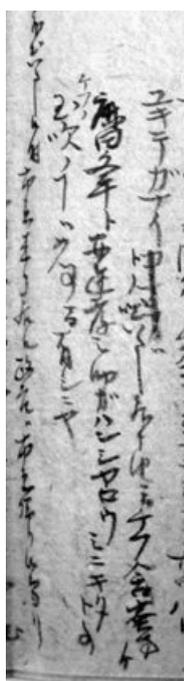


図1 『武村弥吉工房日記』文久三亥年二月二十七日の記述史料。石川県立図書館蔵^(史料3)。

II. 『武村弥吉工房日記』からの反射炉に関する史料

1) 文久三亥年二月六日

ハンシャロウノ絵図持ツテ来ミシヨト思ウテ忘テ来タ由申出付 絵図ミルニモ不能ト申候事。
(弥吉が反射炉の絵図を持って来て見せようと思っていて忘れて来た。絵図を見せることが出来ないとのことであった。)

2) 文久三亥年二月十日

七つ半頃 吉助鈴見ヨリ帰り来リ、アスノ所錐台ノ事一法ニ休ミ御願申シ所由ニ付 アスハ休ミ申シス ハンシャロウノ絵図ハ拾紙候
(反射炉の絵図は十枚です。)

吉助は弥吉の所の職人である。鈴見は鈴見鑄造所をさす。錐台場は錐台所をさす。

3) 文久三亥年二月十二日

吉助ヨリ参来リ 此間ノハンシャロウノ絵図存奉候申也
明十三日鈴見へ持テコイトノ事ニ而存奉候
政吉来リノ候共ハンシャロウノ事ハ一寸モ咄不致ス也
(此の間の反射炉の絵図は有ります。明日十三日に鈴見鑄造所に持って行くことにしています。政吉が来たが、反射炉のことは何も話さなかった。)

弥吉には反射炉の事が気がかりであった事とみられる。政吉は弥吉の甥であり、鑄造所で働いていた。

4) 文久三亥年二月十三日

ハンシャロウノ咄テ申シ候、 此間ノ絵図ハ十分一ノ千分一ジャツノ由、十分一ハ壹丈ノ物壹尺ナレド、本絵図トハ千分一ジャツ申事。常、申ハ百分一位ナレバヨサソウナモノジャツ申ス。ワシヤ絵図モミナダト言ウ。
(反射炉の話をする。此の間の絵図は十分の一の千分の一の図であるとのこと。十分の一は壹丈の物が壹尺となることから、本絵図は千分の一の図だと言う。常(職人名)は百分の一位なら良さそうなものだと言う。私は絵図も見な

かったと言った。)

反射炉の絵図の縮尺の議論を記していた。原本の反射炉(熔金炉)の図は「百分之一」図である(史料7)。

5) 文久三亥年二月十八日

ハンシャロウノ咄 今日火入レ 唐金五分目斗ワカシ見申由ノ所、俺ノ火ニ而ワキ不由
(反射炉の咄、今日吹き入れを行う。唐金(青銅)五分目ばかり沸かして見るとの咄であったが、俺の火では沸かなかった。)

反射炉の試験として唐金で熔解試験をした。燃料は木炭であった。結果は、青銅を溶かすことは出来なかった。この事から文久3年2月18日にはすでに小型反射炉が鈴見鑄造所に備えられていたと見られる。その大きさは後述する史料(2月23日)から、炉の大きさは原書の四分之一であった。

6) 文久三亥年二月十九日

十九日不來ム
ハンシャロウノ咄 カ子ノワク室所ガアルトノ候事、火ノ有ル所トイキヌケノ所ト七分三分ニ割ルトヨイトノ事、室ヨリ火ノ所迄七分 其レヨリイキヌケノ所迄三分位ニスレバ、火ガツヨイトノ咄。(中略)七分位ノ所、其炭ノ中へ吹込ミスル由ニ而、チヨツトモ イキセズト、フキヅメニセ子ハワキ不申ニ而、是デヒキ甚シキ吹ヅメニセンナラン由、ソウスレバヂキワキ由、御咄セ被口申届聞也。ハンシャロウモ丁度ソウユウワケジャト御申ノ由ト也。

(二月十九日も弥吉は鑄造所へは出ていない。反射炉の咄では、金属の沸かす部屋(熔解室)が有ることと、火の有る所と生き抜けの所(燃焼室)とが七分に三分の割合であると良いとのことである。こうすれば火が強くなるとのことである。七分位の所の炭の中への(空気)の吹き込みは、吹き詰めにしても沸かないが、甚だ強く吹き詰めにすると直に沸くとのことである。反射炉も丁度そのような訳であると言う。)

反射炉の構造は、七分が金属を溶かす所(熔解室)で、三分が加熱するための燃料を燃やす所(燃焼室)

とすると良いとのことである。この炉には強く空気を送ることにより、高温になり試料の金属が沸くのであるとの話である。反射炉の図面を調べると、熔解室と燃焼室の割合は7:3である(史料7)。

7) 文久三亥年二月二十三日

ハンシャロウノ咄。 四分一ニナル図リデ、ハンシャロウニ カナモノガ入り、六尺ニ八尺厚さ一寸五分ニシテ 板ガ子ト三尺ニヤライクラトヤラノマドガネ(角)ノ銑ニテ入用ノ由。其大キイ板ガ子ハ、目形三百三十メ目付キ由。アサバ(麻場)ノ図リデ、ソノ在リミスト申テイル。ナンドホドニイモナイ、デカイモノジャ、ソリヤホン(ニ)大キイハンシャロウガデキト入ルト言モノカトノ所、ルソウデハ在リシセン。四分一ノ図リノニ入リスノデハ、在リシスト申ニ付ケ、四分一トハ ドウユウ事カラ ワシラワカラント申付。一丈ノモノナラ、四分ニ割(リ)、二寸五分ノ図リデハ在リシスト申シレニヤ。二尺ニ八尺トハ、大キイモノガ入ルトノ云(ウ)物ジャガ、何ニナルト云ウモノジャト申所。初トリ違イテ、五尺ニ七尺ジャツタカ、八尺ジャツタカ、五尺ニ七尺ジャツタカシラン。ソノ板カ子ハ湯出ス方ノ所ガロイ段ヲシ出サウカトアテテ、置ツテ御在リシストノ申候。(以下略)

(反射炉の話である。その規模は四分の一のものとのこと、金物が必要とのこと、その大きさは6尺に8尺で厚さ1寸5分の窓の金物と、3尺にいくらかの窓がね鉄である。大きい板金は目方が3百50メ目とのことである。)

「大きい反射炉が出来るそうではないか」と弥吉は語っている。この四分の一炉はあくまでも試験炉であった。当時の反射炉の図面から炉の奥行きは約6.5mで、間口は約4mと見られることから、この小型炉は奥行きが約1.5mのものと推定される。

8) 文久三亥年二月二十七日

初メ咄ニ而 拾二封度一挺、六封度二挺、三封度二挺トヤラ三挺ヤラト言 申野戦モ何挺オヤラ 上ニへ行申由咄シテ申由。
ハンシャロウノ咄シモ致申由ニ而、ナルホド十

人ガ、コチラノ方へ来テ、野町ノ事々ハダレモ咄シテ行人モナイ。イツシキ清水ノムスコガイコカナ シラズ。サッパリユキテガナイト人咄イタシ居申由ニ而（以下略）

ケフ、舎密方外、鹿田文平ト安達孝之助ガハンシャロウヲミニキタトノ事。

（壮猶館舎密方から、高峰元稔、松原小四郎か、壮猶館翻訳方からは鹿田文平、安達孝之助が反射炉を見に来た（史料8）。）

ハンシャロウノ咄モイタシ。此間申スハ出ノ事カカリ不申ト、ハンシャロウ 計リノ事ニモ懸リ居申由。（中略）但し ハンシャロウノ咄ニ付、六尺ニ八尺トヤラニ、厚サ一寸六分ノ板金ガ入ルト云ウ事モナガ、夫ヲセンナラン事カナアト得シ所、ソリヤ大キイハンシャロウノ出来ルニヤ入リシス様子ジャケンド、今ノ四分一ノジャ入りシセン。大キイガ 出来ルトキニヤ、夫ジャノマドガ子ジャノ入ルト言う事ニ御在リシスト付。

ワシヤ コンタテノニ入ル事ジャ思ウテ居タト申所、イエイエ、コンタテノニヤ入リシセント申付け。ソウジャツカト申居ノ事。コンタテノニデ、銑デモ唐金デモ 八十メワクトヨイジャガ、八十メワイタ所ガ六封度ヨリ大キイモノハ出来ント云物ジャト所。八十メ、八十メデ御座リシズマイ。八メ目デ御在申シセヨト申ニ付、八メ目位ナラ、ヤセンモデキン。八十メ目トキイタガ、八十メジャアロウト申所、八メ目デ御在リミシヨ、ドウシテ八十メワキモショウガ、此位ノモノデ御在リシスト、イロリニ方ヲカキ申テ、八十メナラ式斗ト言う物デ御座リシスガ、ソウハワキスマイ。八メ目テハ、御座リシセウト申ニ付、ソウカイ八十メト聞イタガ、エライ違イジャガ。八メ目ト八十メ（デハ）十分一ジャ（以下略）

ハンシャロウ ヲ一番タタラノ所ニイタシ申由、此ノ夫段野町吹ノ時ハ式番タタラノ所ニ致ノ由。コチラ五番タタラ長ク遣ニ段、四番タタラニ引タシ申由。

（反射炉の話もした。此の間話した玉（弾丸）の铸造は行わなかった。反射炉の事ばかりに関わっていた。（中略）但し、反射炉の話では、6尺に8尺とやら、厚さ1寸6分の板金が必要とのこ

と。これを作らなければ成らないとのこと、それは大きな反射炉を作るために必要なもので、今の1/4の炉では要らないだろう。大きい反射炉が出来るときには、窓金など要るであろう。私は今回のみは要ることだと思っていたと話した所が、今回は要らないとのことである。そうで在ったかと話した。今回は銑でも青銅でも、80メは沸くとのことでないか、しかし、80メ沸いても、6ポンド砲より大きいものは出来ないと話した。80メでは無いだろう。8メ目だろうと言い、8メ目位なら、野戦砲も出来るだろう。（80メと8メ目で、どちらで在るかの議論であった。）反射炉を1番タタラの所に置きたい。これについて、野町鑄造所*での吹きの際は、2番タタラの所とすること、また、5番タタラでは長く遣ること、4番タタラで引いてみたいとのことである。）

コンタテは「今回」らしい。

*現・野町2丁目に山村四郎兵衛の鑄造場が在った（史料9）。これを野町鑄造所、あるいは略して「野町」「釜四」と呼んでいた。

9) 文久三亥年二月晦日

ハンシャロウニ而銑ワカシ見申事 廿九日初メ、晦日式遍メ吉助、鈴見ヨリ帰り来リ、イロリ所ノ庭ヲ一寸点出シ、難移シテ出候ニ而 源市ニ咄シ。鈴見ニ而ハンシャロウニ而、キノフモケフモ銑ワカシ候共、トケモシモセナダト申居ノ申。源市、ソリヤワルイ事ジャツタト申居リ由。

夕方、市之丞来リ。ハンシャロウニ而 銑ワキ不申由ノ咄シ事。ドンダケデ板銑入レタ事ヤラト伺タ所、ドンダケデ御在リシタカナ、式・三メモハイッテヲリミシタカト申ニ付、ソウハハイルマイ、八メ目カ、七メ目位ナモノジャツタデアロウト申所、其所ハドンナ事デ御在リミシタカシラン。ワク事ヲイテ アワレナドモ御在リミセン。ワズカアミ鍋ノコワレシタノサエナントモ御在リシセント申ニ付、アミ鍋ノコワレタノガ入レテアルニ、夫ガワカントキニヤ、ムツカシイモノジャガ。何ニシテモ、セツカクシ

テソレジャワルイアンバイジャト申候所、アレニヤドコゾ、グワイノ違ツタ所ガアルノデ御在リシヨウト申ニ付、ソノグワイ違タ所ガアルトモ、ケッセラレモセン。ドコゾ外ニアノ通りノガアッテソレニヤクナシニワクトユウタシカナ事ガアルモ、ワカ子バ夫コソドコゾグワイノ違ウタ所ガアルトイワレケレド、其所ハドウユウモノヤラ、何分ワカ子バグワイノ違タ所ガアルト言テモイワレル訳ジャガ・・・(以下略)

(吉助が鈴見鑄造所より帰ってきて、囲炉裏の所の土間を指して、移し出すことが難しいことを、源市に話した。鈴見鑄造所で昨日も、今日も銑鉄を沸かしたが、銑鉄は溶けなかったと話した。源市がそれは悪いことであったと言った。夕方、市之丞が来た。反射炉では銑鉄は沸かないと話した。どれだけの銑鉄であったのかとの問いに、2〜3日も入っていたのではと話した。そうでは無いだろう、8メ目か7メ目位であったのだろうと言った。それで、どのような様子であったか、沸くことは出来なかったが、わずかにアミ鍋が炉に入れて在るのに、これが沸かないとは難しい物だ。何にしても、折角してもそれでは悪い案配だと言ったところ、あの炉にはどこか具合の悪い所があるのでしょと話した。その具合の悪い所があつて、それに遣りなしに沸くと言う確かな事があるのか。沸かないならば、この何処かが具合が悪いところがあると言わなければいけないが、その所ほどの様な物やら、何により沸かないのか、具合の悪い所があると知っても・・・の咄であった。)

銑鉄を使用して反射炉の試験をしたが、沸くことはなかった。そこでどうして具合が悪いのかを語りあっていた。

ハンシャロウノソ□用大分ニ而カ、^{虫くい}□^{虫くい}リ□アロトノ所ドナイニシテモ、三ヶ月ハリカカリシスト申ニ付、ソナイニカカリモセマイト申所、何カラ何ヤカヤヲ入レルトソレダキヤカカリミスト申ニ付云ハ、ウシロノ山ノヲ遣リ^{虫くい}□得ハ、土代ハイラント申所アレ斗ジャハ居リミセント申ニ付、柴垣土ハ御上ノガアルシ、土ノ分

ハ何モカカラシヤアロト云所。柴垣ヲ遣イシセン所土デ御在リミスト云ウ事、ソソジャ三小牛デモ遣リ候申ト云ウ所、ソウデ御座リス子ト申事。源市、スエノ土カト申居ル。

(反射炉の(この部分解説不可)に三ヶ月掛かると言うから、そんなには掛からないだろうと言った。何やから何までをに入れると、そりゃかかりますと言うと、後ろ山の土を取れば、土代は要らないけれども、柴垣土は御上の物があるから、土の分は何も掛からないだろうと言う。柴垣土を使わない所で、三小牛の土を取ろうと言う所、そうですねと言う。源市は末の土を使うかと言う。)

この文章では土の話をしているが、反射炉のどこの土の話か分からない。耐火煉瓦の為の土を論じているのかもしれない。

10) 文久三亥年三月朔日 不來ム

ハンシャロウ

二日朝 此間吹ニ而在リ処 常七 吹ノ前ニ而、源市ニ咄シ致候ニハ、キノモ又ハンシャロウニ而ワカシ見申由処、白ハナリ候共、ワキ不申由。

吉助ヨリ某ニキキ申由。

(今日も反射炉で沸かしてみたが、銑は白くは成ったが、十分に溶けなかった。)

11) 文久三亥年三月二日

(前略) サシ棒デツイテミテワモウジキワキソウナモノジャガト言テ居ラシタト事ソソデナンベンヤッテミタト言モノジャト申シ候所。九日ト晦日トキノフトデ三遍ンヤリミシタ。晦日ニ御主付方大方イラツシヤル図リノ所、廿九日ニワカナダ□□様、麻場ハ伝役□マサシテ先キ帰りマサシテ、横山様ヨリ御申付様方□ウテヤリマサレタ段、晦日ニ御出ハヤミニシタト申候ニ付、ソウジャ御出ガアッタ所ガ、又ワクマイモンナライヤナモンジャ。廿九日ノ時ニヤワカナダ段、ソノアクル日ト、キノフトヤッテミタト言物ジャガ。キノフノ所ジャチョトヨカッタト言モノジャト申所。ソウデハ御在リ申ニ付。ナンベンモヤッテミルガヨイト云所。火

ノ焚ヨウノ事 咄シ申候事、焚木ハケヤキジャノ、カシジャノト堅イ木斗デ御座リシスト申ニ付、ソリヤソレガヨカロト申居候事、夫カラ咄シ申シ、舎密方ニダレタラ人名忘レタリ、ダレダラガ鉄砂ワカ仕懸スルト、ハリコンデヲレル様子ジャ、ヨウコウロウト言ト仕懸デ、六尺ニ三丈ノカ子ノ袋ガ入ルト言申シテ御座リシスト申ニ付、ソリヤナンデスルト金物ジャト申候所、鉄デ御在リミシヨト申ニ付ホド□ イモナイ、ソナデカイ、三丈ニ六尺ノ言ヨウナモノガ、カ子デ袋ガデキヨウカ、アンマリワケモナイ咄ジャト言テ、ヲカシテナリ不申。 ヒトリ笑居テ、ソナデカイ三丈モアル袋ヲ、メッタニスルモノモ、アルマシト居事、ソウデ御座リシストモ、夫ハ何トモ不申。

ソノ鉄砂ワカス仕懸ハ、タタラハココラノト違イ、上エニ箱シタ様ナモノガアッテ、下カラツキ上ガルト風ノ出ル仕懸ジャト言申デ御座リシスト申シ付色々仕懸アルモノジャト申候所。夫ヲ水車デヤラスノデ御座リト申シ付、ナントナア 水車デヤ、大ソウナモンデヤ、ソナ事セイデモ、鉄砂ワカスニヤ、石州ジャノ、若狭アタリニスルヨウニシテヤツタラヨカリソウナモノジャト申候所、デキテモ銚ヲ仕舞ツケル者ガナイカシリミセン 夫デエワツテヲレルト云申テハ御座リシスト申ニ付、銚ヲ仕舞ツケル者トハ、ワカシタリスル者ノ事ガト申所、ソウデ御座リシスト申付、ソナラソリヤデケント言ウモンジャト申居リ事。

(昨日、□□様が見に来られた所、29日の時には沸くことは無かった。昨日の御出の時には、

(略)

火の焚き様のことを話したところ、薪はケヤキやカシなどの堅い木ばかりでありますとこたえたところ、そりゃそれで良いであろうとのことであった。壮猶館の舎密局の誰だか名前忘れたが、誰だかが砂鉄を沸かす仕懸けを作ると張り込んでいる様子である。これは溶鋳炉という仕掛けで、6尺に3丈の金属の袋が入るとのことである。それでは何ですと聞くと金物であるとのこと、鉄製かと聞くと、何ほども経つに、そんな大きい、3丈に6尺のものが、金で袋ができていようが、あんまり訳の無い話となり、おか

しくなる。一人笑っていたところ、そんなでかい3丈もある袋は、滅多にする者では無いとのことで、そう御座いましょうで、これは何であつたかは言わずにおわった。

その砂鉄を炊かす仕懸けは「タタラ」と違い、上に箱のようなものがあつて、下から吹く風の出る仕懸けがあると言う。色々な仕懸けのあるものと言う。これを水車で回して風を送るものである。何と水車を使用するとは、大がかりな物だと。そのような事をしなくても砂鉄を沸かすには、石見や若狭で行っているものでも良からうものと言うと、できても銚を仕舞つけるものがないか知りません。これで弱っているのです。銚を仕舞つけるものとは、沸かしたりする者の事であるとのことで、そうですかと言う。それなら、それは出来ないと言う物だと話した。)

12) 文久三亥年三月三日 不來ム

鈴見休日 節句

勘助来ル コノ間(晦日ト朔日ノ)中ノハンシヤロウノ咄

此間ノ所、湯出スニモ、ナガイトユヲシカケテ玉ノ型ヲ入レヨト、オモテオリミシタデ御座リミセンカ。ソシタラ、ユクミニ請ケテ入レルト云ウテオリミシガ、湯クミノ事ヲイテ アクマデトケモシミセンデ、御座リシセンカヨシ話ラレタトコロガ、ドヲシテ湯クミニ請ラレミシヨスギタ湯デサエ、湯クミニヒツキシスモンガ、マアソウナ湯クミニ請テ入レルノト……ドドロトテモ、ソナ湯ナラ ヒツツイテ仕舞ウト申居リノ事、何ニシテモシブトイモノジャ、中々ソレデハ ムツカシカロ コマッタモノジャナト申居事。

(三月三日は節句で鈴見鑄造所は休み。

勘助来ル この間(晦日と朔日)の反射炉の話をする。(勘助は弥吉の所の職人である)この間も湯は出なかったが、今回は湯を流す樋を用意して、玉型に流し込むことを考えていましたが、そうしたら、湯を汲み請けて入れると申して、自分が湯を汲むことを行います。銚が溶けないのでと話したところが、どうして湯汲みを引請けたのか。すぎた湯でさえ、湯くみにはひつ

つきするものができるものである。湯汲みの請け入れは、どろどろしたもので、そのような湯ならばひっついて仕舞うと申し立てた。何にしてもしぶといものだ。中々それでは難しく、困ったものだと申し立てた。)

湯＝溶融した銑鉄

勘助が弥吉の家に来て、反射炉のことを話したことがらを記録していた。「此間も湯はでなかった」とあり、反射炉は満足には機能してはいなかった。

13) 文久三亥年三月四日

ハンシャロウニ而 銑ワカシ 四遍シメ
ケフモ又ハンシャロウニ而 ワカシテミマシタ
ト申シニ付 此間朔日ノ日ニヤツテ見所ガ 白
イモノニナツタケレド ワカナンダトユウ事
ジャツタガ、ケフ所デハ ワイタカト御尋ノト
コロ、ケサ早ウカラ、カカツテ間モ、シキリ(ニ)
モノウタイテ、チヨツトモ、フタモトラズトヤ
レミシタ。ソラウエ火先キノ上ル事ト言モノ、
式参尺モ ドウドウト上ルガアラシ、夜サリデ
アロウモンナラ、ソコラ中、イクラカアカルイ
ヤラシシミセント申ニ付、ソリヤソナイニ上へ
火サキガ上ル位ナラ、アカルイトモト言テ、ソ
シテ ケフノ所デハ、ヨウワイタカト御尋ノ所、
ドウモムツカシイゴザリミスト申ニ付、ドウ
ジャイト言所、アミ鍋ガワキモシミセント申ニ
付、ソレデハメンドウジャ、ソノクライニワカ
シタラ、ワキソウナモノジャアニ、アミナベガ
トケント言ヨウナ事デハ、銑ハナヲトケモセマ
イト言所 イヤア、トケルドコカ□□ヲナツテ、
カワキトリミス。アミ鍋モ皮ガデキテ、タタク
トポロポロトヲチ、中ニウスウ金ガ在ツテ、夫
ハ鉄デ御座リシスト咄シ事、平七ノムス子ガ帰
リニ麻場(ヲ)案内ニ行、少モ□デ御在リミシ
タトノ事

(反射炉にて銑を沸かす。 四遍目

今日もまた反射炉で銑を沸かして見ましたと話しました。此の間朔日の日にも沸かして見たそうだが、白いモノになったけれど、沸かなかつたと言うことであつたが、今日の所では沸いたかと御尋ねがあつたが、今朝早くから、取り掛かって、しきりに物を燃やして、少しも蓋を

取らずに行つて見ました。

そうしたら炎の上がること、2-3尺もあり、堂々と炎が上がり、夜中で在ろうとも、そこら中が明るくなりましたとの話であつた。そりゃそのように炎が上がるのであれば、明るいであろうと言つた。

そして今日の所では、良く沸いたかと尋ねたところ、どうも難しいと言ふ。

どうでしたと問いただすと、アミ鍋が沸かなかつたとの答え。それでは面倒なことだ、その位にしたのなら、沸きそうなものだが、アミ鍋が溶けないと言う事では、銑鉄はなお溶けないと言つたところ、いや溶けるどころか、かわとなつて乾きました。アミ鍋も皮が出来て、叩くともろくポロポロと落ちました。

その中に薄く金属(鉄)があり、これが鉄でありますとの話であつた。

平七の息子が帰りに、麻場様を案内に行き、少しの□でありましたと話した。)

14) 文久三亥年三月五日

ハンシャロウ ニ而 山ダシ銅ワカシ見申由云
ウニ政吉ヨリ聞在リ

(反射炉で粗銅(山出し銅)の溶解を試してみた。このことを政吉より聞いた。)

15) 文久三年三月六日

キノフ五日ノ事也

ハンシャロウニ而 山出シノ銅ワカシシノ所ワ
キ不申由 青銅ナラヨカツタト申候事

(反射炉で粗銅(山出し銅)の溶解試験を行つたが成功しなかつた。青銅なら成功したことであろうとある。)

16) 文久三亥年三月十八日

ハンシャロウ 六尺六寸火ノ出口径足シノ由申
由

(反射炉に六尺六寸の火の出口を足すとの申しあり。)

17) 文久三亥年十二月二十二日

ハンシャロウノ図 江戸ヨリ来た由ニ而 壮猶
館ニ見ル由、

ワシノシタノニ ミジンモ違ワントノ事。来年ニモ成リシトキク。大キイハンシャロウガデキル様子ジャト申在リ。

候事。

(反射炉の図面が江戸から届いたから、壮猶館に見に行った。)

私(弥吉)のこれまでに反射炉を作るために行ってきた事と微塵も違いがないとのことと記し、来年にもなれば大きい反射炉が鈴見鑄造所に来る様子であると話されているとのことと記している。

江戸の下曾根信教から、フュゲエニンの「鉄煩鑄鑑」(金森錦謙訳定)の反射炉の図面が届いたので、これを基に反射炉を建設する計画を、加賀藩・壮猶館では企てていたことを示唆している(史料7)。この史料は『武村弥吉工房日記』(文久三亥年七月拾二日～拾二月二十八日)に掲載されている(史料10)。

『弥吉工房日記』に記載された「ハンシャロウ」は、この日の記載が最後となっている。

Ⅲ. 考 察

この『武村弥吉工房日記』の「ハンシャロウ」の記録は稀有なものであり、文久三年二月六日より、反射炉について、連日の様に覚え書きが記述されていた。この事柄により加賀藩の反射炉の存在が初めて明らかになったのである。

小型反射炉は葦山反射炉、鹿児島は城内に反射炉模型及び水戸藩でも反射炉模型を作っていた。そのサイズは三分の一サイズであった。どれも溶解実験には成功していなかった。その理由は反射炉の温度を十分に上げる事が出来なかったと見られる(芹沢, 1991)。鈴見鑄造所では、甌炉で使用されていた木炭(堅炭)が使用された。三月二日の日記に「焚木ハケヤキジャノ、カシジャノト堅イ木斗デ御座リシス」とある様に火力の強い木炭を使用していた。所が、反射炉の特性は、炎が長いことを要求することである。反射炉は長い炎で溶解室の温度を直接上げることにより金属を溶解する炉の構造をしている。長い煙突を建てたのは、燃料の燃焼を増して火力を上げることにあつた。このために木炭は適当な燃料では無かったと見られる。

加賀藩の反射炉模型は鈴見鑄造所の鑄造場に設け

られていたと見られる。その訳は、1:『武村弥吉工房日記』の文久年間に記載されていたことと、2:鈴見鑄造所での増設工事は文久年間に行われていたからである(史料11)(板垣2011b)。万延年間に描かれた鈴見鑄造所絵図では、鑄造場の床面積は120坪(12間×10間)であった。これが元治元年八月の絵図では鑄造場には98坪(14間×7間)が増設されていた。此の絵図には1挺の炉の絵が描かれている。この事から小型反射炉はこの増設された部分に置かれていた。恐らく絵図の炉が四分の一サイズの「ハンシャロウ」であったと考えられる。小型炉であり、燃料は木炭を使用していたから、大きな煙突を建設しなかった。

嘉永年間から安政・文久年間に懸けて、全国で反射炉の建設が行われた。そして現在は反射炉の復元(葦山)や、模型炉や記念碑(水戸, 大分・安心院, 山口・萩, 鳥取・六尾, 岡山・大多羅, 江戸・滝野川, 同・関口)などが作られて観光地の目玉となっている。しかし反射炉が実際に機能して、鑄鉄砲の生産が十分に出来た所は少ないとのことである(芹沢, 1991)。天保年間に当時の新しい鑄砲技術として我が国にヒュゲエニン著『大砲鑄造法』(1826年出版)が輸入され、佐賀藩で最初に翻訳された。この翻訳書を手掛かりにして、反射炉が建設された。この時の杉谷雍介の手記「反射炉築立て鑄砲之概略」には、築地反射炉の建設・操業の記録が記載されているが、その内容は当に失敗の積み重ねの記録であった。ようやく、反射炉が運用出来る様になった時には、すでに西欧では新しい製鉄技術が開発されて、大型の150ポンド砲、300ポンド砲が生産される様になっていた。佐賀藩で鑄造された大砲はこれらに及ぶものでは無かった。そのために文久年間には反射炉の操業を止め、炉を取り壊した。葦山反射炉は安政元年一月に炉の建設に着手したが、炉の使用はごく短期間であった(史料12)。

御勘定奉行え

豆州中村に於て増錐台御取立反射炉御修復取懸之義先達て見合候様相達置候処此度御廢止相成候間(以下略)

覚

別紙達安之通御勘定奉行え相達候間可被得其意候事

子十二月廿三日

大砲組之頭

の様に元治元年十二月には反射炉の廃止が決められていた。さらに、薩摩藩、水戸藩の反射炉も例外ではなかった。江戸・関口大砲製造所でも鑄鉄砲の製造は出来なかった（大松，2005）。

加賀藩は1/4サイズの小型「ハンシャロウ」を作り、銑や銅を使用して熔融試験を行ったが（表1）、その結果は、『武村弥吉工房日記』に記載されたように、殆ど材料を熔解することなく終わっていた。

文久三年二月二十三日の日記に「ソリヤホン（二）大キイハンシャロウガデキルソウデハ在リシセン」とある様に、『鉄煩鑄鑑』に記載されていた大きさの反射炉の建設の計画があった様であるが、これは実現しなかった。恐らく、元治・慶応年間となり、世の中は大きく揺れ動いたために反射炉の建設どころでは無くなったのである。かくて、加賀藩の反射炉の煙突が鈴見鑄造所には建つことは無かったのである。

今回の史料は武村弥吉の私的な日記であり、反射炉の情報が日を追って記載されていたのであるが、同期の鑄造所の作業の覚えや扣には反射炉に関しては全く記載されては居なかった（史料⁵）。さらに同日記の安政元年から文久元年九月及び文久三年一月から慶応三年十一月までの記述にも反射炉に関するもの

は見当たらない（史料⁶）。また、成瀬正居の壮猶館御用日記などにも反射炉の件は全く記載されて居ない。これにはどの様な理由が在ったのかは不明である。また、これが原因でこれまでに鈴見鑄造所での反射炉の建設に関する史料が発見されなかったとも考えられる。

『武村弥吉工房日記』は藩末期の鈴見鑄造所の様子を記述した貴重な史料であることが、本調査・研究で初めて明らかになった。

史料

1. 「鉄煩鑄鑑図」金森錦謙訳定，下曾根敦信校訂，安政三年，金沢市立玉川図書館近世史料館蔵：抄録合集二十五本，諸事要用日記十抄，嘉永六年。金沢市立玉川図書館近世史料館蔵。
2. 「御用鑑 安政元年四月六日」，加賀藩史料 藩末編下，606頁。
3. 「武村弥吉工房日記」文久二戌年九月十七日～文久三亥年三月廿五日，石川県立図書館蔵。
4. 成瀬正居「壮猶館御用日記」巻，式，安政二年，金沢市立玉川図書館近世史料館蔵。
5. 「武村弥吉史料目録，大鋸コレクション」，石川県歴史

表1 加賀藩鈴見鑄造所での反射炉の熔解試験の記録

月 日	内容	試験結果
文久三年二月六日	反射炉の図面	
二月十日	反射炉の図面	
二月拾二日	反射炉の図面	
二月十三日	反射炉の図面	
二月十八日	火入れ，唐金熔解試験	沸かず
二月十九日	炉の構造の話	
二月二十三日	炉の構造の話	
二月二十七日	壮猶館舎密方および鹿田文平，安達幸之助が見学	
二月二十九日	銑鉄熔解試験	沸かず
二月晦日	銑鉄熔解試験	白くなる
三月一日	銑鉄熔解試験	沸かない
三月二日	昨日の結果の話	
三月三日	一昨日の結果の話	
三月四日	銑鉄熔解試験	沸かない
三月五日	山出し銅（粗銅）熔解試験	沸かない
三月六日	昨日の結果の話	
三月十八日	炎の話	
十二月二十二日	江戸より反射炉の図面来る。 来年にも大きい反射炉ができるとか	

博物館蔵。

6. 「武村弥吉工房日記」安政元年六月～文久二年七月，文久三年四月～同七月，元治元年十月～慶応三年十一月。石川県立図書館蔵。
7. 史料1，「鎔金炉二個合芫」真形百分之一。
8. 成瀬正居「壯猶館御用日記 壺」安政二年三月，22頁，金沢市立玉川図書館近世史料館蔵。
9. 「文久三亥年鈴見鑄造所ニ而玉吹ノ覺」武村弥吉史料，石川県歴史博物館蔵。
10. 「武村弥吉工房日記」文久三亥年七月拾二日～文久三亥年拾二月廿八日。石川県立図書館蔵。
11. 「鈴見鑄造所絵図」元治元子年八月，石川県立図書館蔵。
12. 「反射炉取立方之義に付申上候書付」江川太郎左衛門，丑七月。：海舟全集第六卷，勝安房著，陸軍歴史上，陸軍省蔵版，復刻原本，昭和42年，113頁。および同書，191頁。

文 献

- 板垣英治，2011a：加賀藩の火薬，VI．鈴見鑄造所，鑄物師釜屋弥吉史料による御筒および御玉鑄造記録の調査研究。日本海域研究，**42**，49-75。
- 板垣英治，2011b：加賀藩の火薬，V．鈴見鑄造所の場所と施設規模。日本海域研究，**42**，35-48。
- 大橋周治，1969：技術のふるさと：鳥取六尾の反射炉，武信潤太郎とその業績。金属，**39**，65-69。
- 大松騏一，2005：関口大砲製造所。東京文献センター，東京，145p。
- 芹沢正雄，1991：洋式製鉄の萌芽，蘭書と反射炉。アグネ叢書4，アグネ技術センター，東京，177p。
- 和田康太郎，1990：反射炉の導入とその展開，2。たたらから近代製鉄へ。岡田宏吉編集，叢書近代日本の技術と社会，平凡社，東京，135-178。

August Johann Rösel von Rosenhof
DE NATUURLYKE HISTORIE DER INSECTEN,
レーゼル著, クリーマン編訳, 「昆虫の自然史」について

板垣英治^{1*}

2011年8月30日受付, Received 30 August 2011
2011年10月28日受理, Accepted 28 October 2011

**On the Studies of August Johann Rösel von Rosenhof, “DE
NATUURLYKE HISTORIE DER INSECTEN”, Edited and
Translated by C. F. C. Kleemann, (1765)**

Eiji ITAGAKI^{1*}

Abstract

"De Natuurlyke Historie der Insecten" was first written in German by August Johann Rösel von Rosenhof, translated into Dutch and re-edited by C. F. C. Kleemann, and published in 1765. This encyclopedia of insects includes 359 leaves of colorfully engraved pictures of many of the insects found in Europe and descriptions of their life cycles. This paper focuses on the lives of Rösel von Rosenhof and Maria Sybilla Merian. Merian was the representative German entomologist of the 17th century, who went to Surinam in South America and observed and collected many insects. After returning to Holland, she published "Metamorphosis insectum surinamensium" in 1705. This is a very rare book, a copy of which was obtained by the Kaga clan and stored in the library of the medical school of Kanazawa University, and which currently resides in the central library of the university.

Key Words: Rösel von Rosenhof, insect, colorful engraved pictures, Maria Sybilla Merian, the very rare book

キーワード: レーゼル ホン ロゼンホフ, 昆虫の自然史, 彩色昆虫図譜, マリア シビラ メーリアン, 稀観本

I. はじめに

加賀藩が架蔵した稀観書には次の3点がある(板垣, 2006a)。

1. Dodonaeus, Rembertus, Herbarivs oft Cruydt-Boek,

Antowerpen, 1644.

2. Nicolas Sanson, Atlas Nouveau, Huber Jaillot, Paris, 1692.

3. August Johann Rösel von Rosenhof, De Natuurlyke Historie der Insecten. verryktr door den Heer C. Kleeman. Haarlem en Amsterdam, 1765.

¹金沢大学名誉教授 〒921-8173 石川県金沢市円光寺3-15-16 (Emeritus Professor of Kanazawa University, 15-16, Enkoji 3 chome, Kanazawa, 921-8173 Japan)

*連絡著者 (Author for correspondence)

ドドネウスの植物誌は1583年に*Stirpium Historiae Pemptades Sex* (植物誌) がアントワープで出版され、その後、1608年にオランダ語版が改訂・増補の形で作られ、書名が*Herbarivs oft Cruydt-Boek*としてフォリオ版で出版されていた。この第2版が1618年に出版された。加賀藩が入手したのはこのアントワープ版で1644年に出版されたものである。本書は我が国には数冊が輸入されていた。サンソンの*Atlas Nouveau* (新世界地図帳) は1692年にパリで出版されたものである。本書は長崎のオランダ商館長Isaac Titsinghにより、福知山藩主朽木昌綱に献呈されたものである。藩主の没後、加賀藩第十二代藩主前田齋広に譲り渡されたものと推定されている(勝盛典子, 2006)。本書には○学の蔵書印が捺印され、加賀藩藩校明倫堂に架蔵されていたことを示して居るが、現在、石川県立図書館に架蔵される稀覯本の一つである。

第三点がレーゼルの「昆虫の自然史」(昆虫図譜) 全4巻8冊である。本書の蔵書印は「加賀藩養生所医局」と「第四高等学校医学部蔵書」であるが、何時、どの様にして加賀藩が入手したのかは全く不明である。筆者が2005年7月に本学医学部の加賀藩旧蔵洋書を調査した時に、医学部記念館内の書架に本書が架蔵されて、ホコリで覆われていたものを発見した。その後、本書に関する調査を行ったところ、非常に貴重な書籍である事が明らかになった。本書に関するあらすじは、2006年に本学附属図書館の広報誌「こだま」に、「18世紀の彩色昆虫図鑑、レーゼル、昆虫の自然史」として掲載された(板垣, 2006b)。その後、全く手付かずの状態であることから、今回、本書に関する論考を新たに提起して、約250年前にレーゼルの行ったすばらしい昆虫学上の業績を振り返って見る事にした。

なお、本書の翻訳名は「昆虫の自然史」であるが、内容から本稿では「昆虫図譜」と記載する。本書は約250年前のオランダ語で記載されて居るために、現在のオランダ語辞書を基にして読解することは困難であり、本書に記述された内容に触れた部分は大意であることを断って置く。

II. レーゼルの生い立ちと業績 (Wikipedia, A. J. Rösel von Rosenhof)

レーゼルAugust Johann Rösel (図1) は1705年3月30



図1 August Johann Rösel von Rosenhofの肖像画 (Wikipedia, A. J. Rösel von Rosenhof).

日にドイツのThüringen州のErfurtの南に約15kmにある町アルンスタッド(Arnstadt)のAugstenburgに、オーストリア系の貴族の家に生まれた。彼の父親は若くして没したために、名付け母親(Augusta-Dorathea Fürstin von Arnstadt/Schwarzenberg, 侯爵夫人)と、祖父(Wilhelm Rösel von Rosenhof, 動物画家)により育てられて美術教育を受けた。Augusta Dorthea侯爵夫人により彼は画家として資質が認められて、19才の時の1724年から1726年にかけてAcademy of NürnbergでJohan Daniel Preislerのもとで美術の研鑽を重ねた。ここで彼は豊かな才能を持った肖像画家・細密画家となった。その後、1726年にはコペンハーゲンで、デンマーク王室に召されて2年間を過ごした後に、Nürnbergに戻るようになった。ところがこの旅の途中に高熱の病に冒されて、Hamburgで療養することになった。この時に、彼はAnna Maria Sibylla Merian (1647-1717)^(註1)の著作『*Metamorphosis Insectorum Surinamensium* (スリナムの昆虫の変態図譜)』を目にして大きな衝撃をうけた。本書にはスリナム(南米・北東部の旧オランダ植民地、首都パラマリボ)で観察した昆虫類や他の動物のスケッチなどが多く描写・記述されていた(Wikipedia, A. M. S. Merian)。特に昆虫の幼虫と成虫およびその食草に関

して詳しく描かれ、本書が農業や園芸の上で重要な事柄を示唆するものであった。

この時に、レーゼルはドイツの自宅に帰った際には、身の周りの動物類を観察してスケッチ画を描き、同様の書籍を作る考えを心に抱いた。彼は1737年に32才で、外科医、生理学者で詩人であったMichael Bertram Rosaの娘、Elisabeth Mariaと結婚した。レーゼルの美的才能は大いに評判となり、彼は画家として快適な生活を過ごしていた。

暇な時には彼は昆虫類やカエルなど両棲類の動物、ヘビ、トカゲなどは虫類の動物も観察をした。さらに、これらの動物の卵や幼虫を採集して自宅で飼育して、その発生と変態の様子を詳しく観察した。レーゼルは彩色された美しい昆虫の絵図を描き、これらをまとめて書籍を出版した。その第1作目が『Insecten-Belüstigung (昆虫の楽しみ)』であり、Nürnbergで1746年に出版された(図2a, b; Wikipedia, A. J. Rösel von Rosenhof)。

本書には昆虫類と他の無脊椎動物、例えばイソギンチャク (sea anemone) なども記載されていた。昆虫の分類学のまだ無かった時代であるために、本書での昆虫の分類は“自然システム”に従っていた。この著書によってレーゼルは「ドイツの昆虫学の父」the Father of Entomology”として崇められるようになった。本書の第四部はクモ, *Araneus*

*diadematus*の論文であった。クモの図の記載には6枚の図を用い、種の色の違いを表現していた。また、動物の切断面の図も掲載していた。とくにレーゼルはカイコの絹糸の生成にも興味を持って観察を行った。しかし、彼の描いた図は絹糸腺 (silk-producing glands) からの糸の分泌腔と肛門とを見違えていた。この年に彼は姓にvon Rosenhofを付け加えて、Rösel von Rosenhofとなった。レーゼルの昆虫やカエルの動物解剖学的興味はJan Swammerdan^(注2)に拠るところが大きかった。

1753年と1758年にカエル類を取り上げた著作”*Historia Naturalis Ranarum Nostratium*”を出版した。本書に描写された多くのカエルの挿絵は非常に優れたものであった。彼はドイツに棲息するカエルの生活史を描き、さらにカエル解剖図および骨格図を掲載していた。1758年に彼はこの書籍を出版したことにより、“the Father of Herpetological Natural History (両棲動物の自然史学の父)”と崇められるようになった。その序文はスイスの医学・植物学者Albrecht von Haller (1708-1777)^(注3)によって記述された。

彼はトカゲ類およびサンショウウオ類 (両棲類有尾目)の研究にも手を広げたが、脳卒中になり左半身が麻痺したために研究を続けることが困難になった。彼は1759年3月27日にNürnbergで没した。享年54であった。



図2a “Der Insecten Belüstigung.”の挿絵頁。



図2b “Der monatlich herausgegebenen Insecten Belüstigung.”の標題頁。サイズ194 x 157mm. Zweyter Theil. Nürnberg, zu sinder bey dem Verfasser. Gedruckt bey Johann Joseph Fleischmann. 1749. この写真は第二版で1749年に出版されたものである。

レーゼルの業績に敬意を表し、ヨーロッパのバッタの1種に“Roesel's bush-cricket (*Metrioptera roeseli*, Hagenbach)”と名付けられている(図3)。

Carl von Linnéが生物の学名に二名法(*Systema Naturae*)を提出したのは1758年であり、レーゼル自身は昆虫の名前に二名法を使用することはなかった。



図3 レーゼルバッタ Roesel's Bush-cricket *Metrioptera roeseli*, Hagenbach (Wikipedia, roeseli's bush cricket)

レーゼルの残した業績は、彼の娘婿(Roesel's son-in law)であるChristian Friedrich Carl Kleemannとその妻, Katharina Barbara Rösel von Rosenhof(レーゼルの娘)により、ドイツ語からオランダ語に翻訳され、内容も増補、改訂がなされて、C. H. Bohn en H. de Wit社から、HaarlemとAmsterdamで“*De Natuurlijke Historie der Insecten*”として1765-1787年にかけて出版された。これが本稿で取り上げた「昆虫の自然史」(レーゼル昆虫図譜)大判, 278 x 220mm, 4巻, 8冊である。本書は18世紀に出版された昆虫図譜の中で最も美しい昆虫絵図の掲載されたものと云われた。

その後、Carl von Linnéによって、レーゼルの描写・記載した多くの種類の動物(昆虫)には、二名法による学名が命名されていた。例えば、昆虫図譜の最初に掲載した第一群の蝶として挙げた、図版1のキベリタテハには*Nymphalis antiopa* Linnaeusと命名した。レーゼルの著作・出版物を表1に列挙した。

レーゼルの残した406枚の昆虫の図版は現在、ドイツ・ミュンヘンのBayerische Staatsbibliothek in Munich。(州立図書館)に保管されている。

レーゼルのもう一つの重要な業績は、1755年に巨大アメーバ(giant amoeba)を発見して、“*der kleine Proteus*”と名付けて、観察した図と共に“*polyps*”として、“*Insecten - Belüstigung*” vol. III (1755)に記述していたことである。*Proteus*はギリシャ神話の神の名に由来している。これには1758年にC. Linnéにより学名*Volvox chaos*と名づけられた。1822年にJean

表1 レーゼルの出版物リスト (antiquariaatjunk.com.).

1. Der monatlich-herausgegebenen Insecten – Belüstigung,
Nürnberg, J.J. Fleischmann, 1746-1761. (昆虫の楽しみ)
Size 204 x 168mm. 357 葉 銅版画彩色図.
2. Historia naturalis Ranarum nostratium,
Die natürliche Histoire der Frösche hiesigen Landes,
Nürnberg, J.J. Fleischmann, [1753-] 1758. (当地の蛙の自然史)
3. De Natuurlyke Historie der Insecten;
Voor met naar 't Leven getekende en gekolourde Plaaaten.
verrykt door C. F. Kleemann.
Haarlem & Amsterdam, C. H. Bohn en H. de Wit, 1764-1768.
(昆虫の自然史) オランダ語版, 全8冊.
4 volumes (bound in 8), size 278 x 220mm, 359彩色図.
4. De Natuurlyke Historie der Insecten; (1764-1788)
Rösel van Rosenhof, A.J. & Kleeman, C.F.C.
C. H. Bohn en H. de Wit, 1764-1788.
(昆虫の自然史) 改訂増補, オランダ語版, 全8冊+補遺1冊, 387 彩色図.
5. Natuurlijke Historie van Insecten;
voorzien met naar 't Leven getekende en gekolourde Plaaaten.
Rösel van Rosenhof, A.J. & Kleeman, C.F.C.
Haarlem & Amsterdam, C.H. Bohn & H. de Wit/H. Gartman, 1765-1788?
(昆虫の自然史) オランダ語版, 全4冊+補遺1冊.

Baptiste Bory de Saint-Vincentが、ギリシャ語の「変容」を意味するamoibè(αμοιβή)をもとに“Amoeba”と命名した。その後、20世紀には他種類のアメーバが多く発見されて、レーゼルの発見したder kleine Proteusに関する議論が多くされた (jstor.org)。

Ⅲ. De Natuurlyke Historie der Insecten “昆虫の自然史” (昆虫図譜)

本書の表題頁には次の様に記載されている (図4)
(注4)。

DE NATUURLYKE HISTORIE DER INSECTEN;
Voorzien met naar 't Leven getekende en gekleurde
Plaatjen, Volgens eigen ondervinding beschreeven, door
den Heer
AUGUST JOHAN RÖSEL, van ROSENHOF,
Miniatuur-Schilder.
Met zeer nutte en fraaie Aanmerkingen verrykt, door den
Heer.
C. F. C. KLEEMANN.
Uit den echten Hoogduitschen Druck van den Heer Rösel,
en de geschreeven Aanmerkingen van den Heer
Kleemann, vertaald,
Onder het toezicht en de beschaaving van eenige
voornaame Liefhebbers.
EERSTE DEEL. Te HAARLEM en AMSTERDAM,
By C. H. BOHN en H. De WIT, Boekverkoopers, Met
Privilegie.

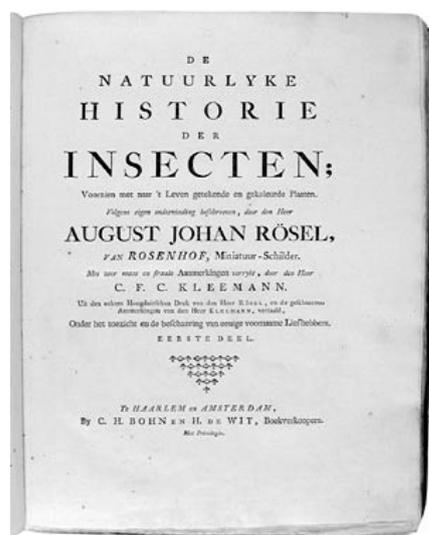


図4 「昆虫の自然史」表題頁. 金沢大学付属図書館蔵。

本書は全4巻、彩色口絵3ページ、銅版画359葉、288頁、と銅版画26葉の補遺からなり、1巻2冊、2巻2冊、3巻2冊、4巻2冊、計8冊からなる。本書には加賀藩では「ローセル氏虫譜、一部八冊」と書かれた紙片が付けられていた。蔵書印は「加賀藩養生所医局」があり、慶応3年に開院した卯辰山養生所に架蔵されていたことを示している。出版年から考えると、慶応年間より以前に入手されていたと推定される。各昆虫図には和紙片に和文字で番号を書いた付箋がついていた。

各巻の内容を次に簡単に示した。本書では蝶類、蛾類の記載項目は“幼虫の形態”で記載されているが、紛らわしいので、内容は和名、あるいは近縁種の和名で記載した。

第1巻 (1冊目) Dag-Vlinders, eerste classe (昼の蝶, 第一組)

タテハチョウ類 Tab. I - Tab. Xには順に、タテハチョウ科のキベリタテハ、ヒオドシチョウの近縁種、クジャクチョウ、ヒオドシチョウの近縁種、シータテハ、エルタテハ、ウラヒョウモンの近縁種、イチモンジチョウの近縁種、タテハチョウの近縁種、アカタテハ、が掲載されている。

第1巻 (2冊目) Dag-Vlinders, 2de classe (昼の蝶, 第二組)

アゲハチョウとフンチョウ、シジミチョウ類, Tab. I - Tab. Xには順に、キアゲハ、ギフチョウの類縁種、シロチョウ、モンシロチョウ、モンシロチョウの類縁種、シジミチョウ科のチョウ2種、チョウセンシロチョウの類縁種、シジミチョウ科のチョウ2種が記載されている。

Nacht-Vlinders, eerste classe (夜の蝶, 蛾, 第一組)

それぞれの幼虫、蛹、成虫の図が記載される。スズメガ類, Tab. IIウンモンズズメガの類縁種, Tab. IIIスズメガの1種, Tab. IVベニスズメガの1種, Tab. Vベニスズメガの1種, Tab. VIベニスズメガの1種, Tab. VIIエビガラスズメの近縁種, Tab. VIIIスズメガの1種。

Nacht-Vlinders, tweede classe (夜の蝶, 蛾, 第二組)

17種 (Tab. I~Tab. XVII) のヤガ類の卵、幼虫、蛹、繭、成虫の姿が記載されている。Tab. VIにはカイコ (カサン) が記載されている (図5)。

第2巻(3冊目)には甲虫類(甲虫目, 鞘翅目)とトンボ類(脈翅目)が記載されている。Carabearum Terrstrium Praef. eerste classe, (第一組) (図6)

Tab. IAカブトムシ2種(成虫), Tab. AIIカブトムシ1種とコガネムシ3種, Tab. AIIIカブトムシ3種, Tab. Bにはコガネムシ8種, Tab. Iチャイロコガネのライフサイクル, Tab. IIコガネムシ2種, Tab. IVコガネムシの卵から幼虫の図, Tab. Vヨーロッパミヤマクワガタ1種, Tab. VIクワガタの卵と幼虫, 蛹の図, Tab. VIIクワガタの卵と幼虫, 蛹2種, Tab. VIIIコガネムシの解剖図, Tab. IX解剖図が記載されている。

Tweed classe, (第二組)

Tab. Iカミキリ4種, Tab. IIカミキリの卵, 幼虫, 蛹の図, Tab. III同ライフサイクル。

Derde classe, (第三組)

Tab. I, II, IIIテントウムシ3種, Tab. IV, V, VIハムシ3種。

Insectorum aquatiliun. Eerste classe, (第一組)

Tab. Iゲンゴロウ2種, Tab. IIゲンゴロウ1種, Tab. III IVゲンゴロウ類3種を記載。

Insectorum aquatiliun. Tweede classe, (第二組)

Tab. IIヤンマ2種, Tab. III同幼虫(やご), Tab. IVギンヤンマの近縁種2種, Tab. Vトンボ類3種, Tab. VIハラビロトンボの類縁種, Tab. VIIシオカラトンボの類縁種, 雌雄, Tab. VIIIトンボ, アカネ, 3種, Tab. IX

カワトンボ3種, Tab. Xイトトンボ2種, Tab. XIイトトンボ種2種, Tab. XIIモンカゲロウの近縁種を記載。

第2巻, (4冊目)には直翅目の昆虫類(バッタなど)が掲載されている(詳しくは略す)。

第3巻(5冊目)には補足として, 蛾, カゲロウ, タガメ類が記載されている。(6冊目)にはエビ, サソリ, 補足として水棲昆虫が記載されている。

第4巻, (7冊目)には, 蛾, チョウ, カマキリ類などが混合して記載されている。(8冊目)には, 索引と用語説明, 蛾, チョウ, クモ類の補足が記載されている。

以上の内容であるが, 詳しくは図版(図5~8)を参照されたい。

本書では昆虫の分類は, リンネの二名法にはよらず, 蝶類の場合は次の様に行われていた(表2, 3)。

蝶類は幼虫の身体に毛の有無により, 大きく二群に分けられていた。第一群はトゲの様な毛のある幼虫であるもの, 第二群は身体に毛の無いものであった。各群はそれぞれの幼虫の個体の特徴および食草により分けられていた。この記述では, 成虫はどのような形態で, どんな色彩の蝶かの識別出来ない。その結果, 例えば第一群のTab. 1の蝶の項の標題には次の様に記載されている。



図5 Nacht Vlinders, tweed claasis, Tab. VIIカイコ(家蚕)の図(第1巻, 2冊目)。



図6 Carabearum Terrstrium, Classis I. Tab. V. ヨーロッパミヤマクワガタの図(第2巻, 3冊目)。

表2 第1巻, Dag-Vlinders, eerste classe. (昼の蝶, 第1組)に記載の幼虫.
昆虫図譜の蝶の幼虫の検索リスト.

第1組	(記載事項の翻訳)
Tab.1	黄色と赤色の体色をした大きなトゲのある芋虫
Tab.2	先端の黄色いトゲのある黒い身体 of 芋虫
Tab.3	トゲのあるピロード様の身体をした芋虫
Tab.4	トゲがあり黄色と黒色の縞のある芋虫
Tab.5	トゲがあり褐色の身体に黄色と白色の斑がある芋虫
Tab.6	若いイラクサを食べる, トゲのある胴の太い芋虫
Tab.7	トゲのある背中に黄色の幅広の線条のある褐色の芋虫
Tab.8	トゲがあり黒色と褐色の線条のある芋虫
Tab.9	トゲのある黒い小さな芋虫
Tab.10	トゲのある黄色と灰色の芋虫

表3 第1巻, Dag-Vlinders, 2de classe, (昼の蝶, 第2組)に記載の幼虫.

第2組	(記載事項の翻訳)
Tab.1	黒い縦縞のある美しい緑色と黄色のフェンケルを食べる芋虫
Tab.2	緑キャベツをたべるブラムーイエローの芋虫
Tab.3	背中の側面に黒い縞のあるオレンジイエローの芋虫
Tab.4	黄色と灰色のキャベツを食べる芋虫
Tab.5	小さな灰色で緑キャベツや香草を食べる芋虫
Tab.6	草色の刺繍をもつずんぐりした芋虫
Tab.7	小さな緑色の猫背をした芋虫
Tab.8	野生キャベツを食べる暗緑色の芋虫
Tab.9	ナラの葉を食べる丸く太った小さなバラ色の甲をもつ芋虫
Tab.10	タチアオイを食べる, 黄色の斑点のある黒ずんだ青色の芋虫

DAG-VLINDERS, Blandz. 7.

Eerste Classe.

Beschrijving van de groote gezellige Doorn-Pups met geel-roode Valkken, en hare verandering tot in een Vlinder.

(黄色と赤色の体色をした大きなトゲのある芋虫とこれの蝶への変態)。

DAG-Vlindersは蝶を意味する。第1群, 図版には CLASSIS I PAPILIONUM DIURNORUM. とラテン語で記されている。その次の標題は幼虫(芋虫)の形態を表現したものである。全ての蝶と蛾の標題はこの様に幼虫の形態で書かれている。これはメリアンの「スナメリの昆虫の変態図譜」に倣って記載していたのである。この為に本書は、「ドイツ(ヨーロッパ)の昆虫の変態図譜」, あるいは「幼虫変態図譜」と呼んだ方がよいかもしい。

この蝶は Tab. 1 からキベリタテハ, *Nymphalis*

antiopa L., オランダ名 Rouwmantel, 英国名 Camberwell Beauty であることが分かる。参考までにこのキベリタテハの部分の説明文の大意を次に示した。この蝶の説明文は, § 1. から § 15. までであり, 詳細な説明が記載されている。その中から § 5. の部分を示した。

§ 5. (この蝶の成虫についての部分)

Tab. 5は成虫が止まった状態の羽根の彩色を示したものである。すべての蝶の習慣に従ってその羽は安定な状態ではない。この蝶は次の特徴を持っている。まず, 羽の裏側は灰黒色であり, 多くの斜の縞が黒い大理石のように刺繍されている。そこには白茶色の縁が付いていて, 小さな斜線や点が描かれている。さらにとがった突起も見られる。羽の面や翅脈の中心も青味がかり, 二つの前羽の縁には茶色と白色の縞が見られる。それぞれの羽は, 平らな部分には小

さな黄色い斑点がある。頭には髭のような巻いた吸吻がある。蝶はこれを長く延ばして、刺したり、引いたりして花の栄養物（蜜）を吸い取ることが出来る。2本の毛のような触角（sprietten）があり、その先端には黄色の肉蕊様のeidenを備えている。これは触角（Voelhooren）と名付けられている。身体には全体に黒い毛があり、頭部には二つの丸い茶色の目玉がある。第7図にこの蝶の正確な自然な姿が描かれている。すばらしい薄黒い面に青—赤の斑紋があり、またビロードの様な巾の広い黄色の縁があり、細長い黒い縞と斑点が見られる。巾広の黒い地に美しい青色のハート形をした紋様が存在する。上の羽（前羽）には二つの黄色い縞があり、その頭部の脇の狭いところにも小さな黒色の縞があり、黄色い横線がある。蝶の羽は美しく繊細な鱗粉で覆われている。これは精細なものであり、よく知られた様に、華麗な姿の複雑な色合はこの平らな斑紋（鱗粉）により見事に出来上がって居るのである。

食草：柳の若い葉、幼虫：若いもの約1ドイム（2.5cm）、脱皮後のもの約2.5ドイム（6.3cm）、さなぎの期間3週間。成虫の体長、雄76-86mm、雌78-88mm。

英国名：Camberwell Beauty, Camberwellは発見された町名。

オランダ名：Rouwmantel（喪服のコートの意）

学名：*Nymphalis antiopa* Linnaeus, 1758（ニンフ、

美しい妖精）

キベリタテハの図（Tab. 1）には、蝶が止まって羽を閉じた図（Fig. 5）と、羽を広げた表面の様子を示す図（Fig. 6）の説明がある（図7）。このTab. 1の図には、この蝶の「名前」が記載されていない。“柳の若い葉を食べる大きなトゲのある芋虫”と記載されて、この蝶の幼虫の様子を示すものが「名前」となっていた。その他の図（Figs. 1, 2, 3, 4）にも詳しい説明が加えられているが省略した。キベリタテハは旧大陸産のタテハチョウであり、我が国にも棲息している。和名は「羽根の縁に黄色い帯がある」ことに由来している。

次にDag-Vlinders, Tweede Classe. 昼の蝶, 第二組の和名「キアゲハ」の例を挙げる（図8）。

De Eenzaame, schooner, groen-geelachtige VENKEL-RUPS, met zwarte dwarsstrepen, en roodachtige-geele vlakies, benevens haare verandering tot in een VLINDER.

（寂しい、美しい緑黄色のフェンケルを食べる幼虫で、黒色の斜線と赤黄色の紋がある。変態して蝶になる）

とあり、幼虫の色彩と食餌植物であるフェンケルについて記載され、成虫の羽根の色彩、紋様については記載されていない。このグループのTab. 1（加賀藩で添付した紙片には十一と記されている）には、Fig.



図7 キベリタテハの成虫の羽を開いた図（右）と羽を閉じた、裏面を示した図（左）。



図8 Dag Vlinders, Classis II. Tab. I. キアゲハの図（第1巻, 2冊目）。

1に幼虫, Fig. 2に蛹, Fig. 3に頭部, Fig. 4に成虫の羽根を閉じた姿, Fig. 5に羽根を広げた成虫の上部より見た図が記載されている。十四項からなる説明文があり, §.1から §.5までは, 幼虫に関する記載, §.6で蛹についての記載, §.7から §.9までは蛹, §.10, §.11には頭部, §.12から §.14までが成虫の休んだ状態の側面(羽根の裏面)について, 羽根を展開した状態の上面図について詳細に記載している。幼虫はフェンケル(Venkel), Dilkruid, Petercelie (パセリ)などのセリ科植物を食餌植物とする。Papilionum duirnorunは蝶類のグループ名である。この説明から, 幼虫について記載した §.1~ §.4の半ばまでを次に記した。

§.1. 今回の幼虫は第二群の蝶であり, “美しい(De Schoöne)”という愛称で呼ばれても適った蝶である。その幼虫の身体は緑色であり, 黒色の輪と黄赤色の斑点があり, 毛は目立たない。この幼虫はEenzamme (孤独なもの)^(注5)と呼ばれ, またVenkel Rups (フェンケルの芋虫)の名前も持っている。他のトゲのような毛のある幼虫(第1群の蝶)とはこの毛によって見分けられる。この幼虫はフェンケルにとまっているので容易に見つけられる。またDilkruid (アニス)やPetercelie (パセリ)などにもとまっているのが見られる。

§.2. 幼虫の発生は, まず前に触れた香草に円錐形の黄色い卵が1箇所づつ産み付けられる。これは暑い夏には4週間で幼虫が生まれる。そこですぐに食物の草を探す必要がある。

§.3. この幼虫は何度も自分の皮を脱ぎ変え, いつもピッタリと合うものを身につけている。この期間には大きな変化はない。若い幼虫は成長すると新鮮で美しい身体になる。

§.4. この幼虫の形について, その身体は第一組の様なトゲのようなものは無く, また, 身体全体が滑らかであり, これが此の第二組の特徴である。つましいけれども, hairtjes(短い毛か?)を備えている。さらに, 頭にはハート型の紋は無く, 一般には円くて小さいものがある。その身体は太っており, Fig. 1に示した様に, その長さは, 1ドイムの3/4であり, それほど大きくはない, 特に雄は大きくなく, 変態でより小さく

なる。身体には, 足が全部で16本あり, その3対は先頭の前足であり, 4対は短い腹足であり, 1対は後足である(以下略)。

次の蛾の二点, カイコがとエビガラスズメについて紹介する。

Class I. Papilionum Nocturnoru.

Beschryving van de tot de Eerste Classe der Nacht-vlinders behorende zeer nutte MOERBEZIEN-RUPS, of den zogehaamden Zy-WORM; benevens deszelfs Eigenschappen en verandering in een Vil of Vlinder.

(蛾類の第一組に属する有用な桑の芋虫, これはよく知られた絹を作る芋虫(Zy-worm)の記述; この蛾のvil*の特性と変態をふくむ。*vilの意味不詳。成虫の名前は記載されていない。)

Tab. VII. Suppl.にはFig. 1にカイコの産卵したばかりの卵, Fig. 2-5には孵化前の卵, Fig. 6は生まれたばかりの幼虫(1齢の幼虫), Fig. 7は1齢の幼虫, Fig. 8は2齢の幼虫, Fig. 9は3齢の幼虫, Fig. 10は4齢の幼虫, Fig. 11は5齢の幼虫, Fig. 12は桑の葉の上の5齢のカイコ, Fig. 13は身体に斑紋がある5齢のカイコが掲載され, カイコガ, *Bombyx mori* (Linnaeus, 1758)が産卵した卵から, 成虫までのライフサイクルが記載されていた(図5)。

DERDE CLASSE

Het geelachtig-groene SPAN-RUPSJE der Pruime-boomen, met den donkeren ruggestreep, benevens zyne verandering tot in een VLINDERTJE.

(第三組, スモモ(プラム)の木の背中に濃いスジがある黄緑色の短い芋虫, そのガへの変態をふくむ)。ガの名前は記載されていない。

CLASSIS I, PAPHILIONUM NOCTURNORUM.

Tab. VII. (廿七) この掲載図から,

Sphingidae *Agrius convolvuli* Linnaeus 1758,

(英名) *Convolvulus Hawk-moth*, (蘭名) Windepilstaart, (独名) Windenschwärmer, (和名) スズメガ科, エビガラスズメ, であることが分かる。

Carabearum Terrstrium Praef. eerste classe,

この第一組はDer Aard Kevers.であり、Tab. Vには“Schröter”，ヨーロッパミヤマクワガタ，*Lucanus cervus* (Linnaeus 1758)，の成虫・雄，雌の図が描かれている(図6)。雄の静止した状態の図(Fig. 7)，羽根を広げて飛び立つ図(Fig. 9)，雌の静止した状態の図(Fig. 8)があり，それぞれに詳細な説明文が記載されている。本種が“土の中の甲虫”と呼ばれていたことは，蝶や蛾とは違った見方がされていたのかもしれない^(注6)。

第二巻，四冊目(344p)には，Beschryving der SpringkhaanenのTab. XIIIに，De Zwarte Veld-krekkel, benevens deszelf Oorsprong, oortplanting, en overage Eigen- schappen. (黒いコオロギ，その出生，繁殖，及びその他の特性)がある。Tab. XIIIは，コオロギの一生の様子が10枚の繪に描かれている。この項ではFrisch^(注7)の著書に記載されたコオロギの記述とレーゼルの本項に記載した事柄についての違いを記述している。コオロギをveld-krekkel =cricket とオランダ語で表記していた。

IV. 考 察

レーゼルの“昆虫の自然史”は18世紀に著作された大著であり，現在は稀観書として取り扱われている。本学の1組8冊本は本邦の唯一の書籍であり，藩政時代に加賀藩により入手されていた貴重な書籍である。加賀藩で本書がどの様に扱われていたかについての情報は全くない。加賀藩の洋書の多くが壮猶館に架蔵されていたが，本書は壮猶館文庫には含まれていなかった(板垣，2007)。

レーゼルの生きた時代には，ヨーロッパでは表4に示した昆虫図譜が出版されていた。これらの図譜が彩色銅版画の色鮮やかな昆虫図を掲載していたことは注目される事柄である。特に，昆虫の卵から幼虫が生まれ，数回の脱皮の後に，蛹となり，さらに羽化して成虫になる姿を詳細に観察して記録したのである。当時，教会では，“昆虫は土の中から生まれる”として，昆虫学者や昆虫愛好者が観察していた昆虫のライフサイクルを否定していたことを考えると，昆虫観察・記録は，当に彼らの大きな挑戦

であったのである。

パスツールが1861年に，鶴首フラスコでの細菌の培養実験の結果を基に，『自然発生説の検討』を著述して，従来の「生命の自然発生説」を否定したが，これよりも1世紀以上も前に，昆虫学者と愛好者達は昆虫の生命史を観察・研究して，“土の中から自然に発生する”とする説を強く否定していたのであった。近代生物学の先駆けは，昆虫学にあったのである。

次の本書に記載されている「生命の進化表」(表5)は，当時の身の周りの生物，無生物を含めた「もの」の関係をどの様に考えていたかを示すものである。まだ，“進化論”の無かった時代ではあるが，無生物と生物，また生物の間の関係を論じていたのである。火災，火，空気，水を第一グループとし，土地，鉱物類，無機化合物，石綿までを第二グループとし，ジャガイモから香草までの植物を第三グループとして，腔腸動物を第四グループ，ハチ，昆虫類，イガを第五グループ，環形動物，軟体動物，貝類を第五グループ，魚類を第六グループ，鳥類を第七グループ，コウモリから人までを第八グループとして，生物を大きく階層に分けていた。

次の表6には，表2，表3に記載された蝶類の学名，オランダ名，英国名，和名を記載した。

近年，Maria S. MarienおよびA.J. Rösler von Rosenhofの埋もれていた業績が見直されて，この二人に関する書籍が発行され，またシンポジウムが開かれていた。例えば，

1. Symposium zum 250. Todestag von August Johann Rösler von Rosenhof am 27. März (2009)
2. Manfred Niekisch: August Johann Rösler von Rosenhof, Künstler, Naturforscher und Pionier der Herpetologie (2009)
3. Patricia Kleps-Hok: Search for Sibylla: The 17th Century's Woman of Today (2007)
4. Helmut Kaiser: Maria Sibylla Merian: Einen Biografie, (2001)
5. Kim, Todd, Chrysalis: Maria Sibylla Merian and the Secrets of Metamorphosis, (2007) (和訳：屋代通子訳，マリア・シビラ・メリアン，17世紀，昆虫を求めて新大陸へ渡ったナチュラルリスト(みすず書房))

表4 17-18世紀の昆虫図譜リスト.

-
- 1679 Der Raupen “Wunderbare Verwand European Lepidoptera”.
(ヨーロッパの鱗翅類の不思議)
- 1669 Johann Jacob Swammerdam
“Historia Insectorum Generalis”. (一般昆虫史)
Translated in English as “The Book of Nature or the History of Insects” (1758).
Adult, larve, and pupa of *A. convolvuli*, *Pernix*, originally described by Joh
Bauhinius in 1693.
(Hawkmoth ヨーロッパのスズメガについて発生から成虫までを記載)
- 1705 Maria Sibylla Merian.
“De Metamorphosis Insectorum Surinamensium”.
(南米スリナム産昆変態図譜)
- 1710 John Ray, “Historia Insectorum”, (英国昆虫誌, 数種の蛾の記録)
Biology, morphology of the larvae and adults of several British species.
S. ligustri, *D. porcellus*. (図版はない)
- 1720 Eleazar Albin, “A Natural History of English Insects”. (英国昆虫の自然史, 彩色図)
Ecology, morphology, hostplants of six sphingid species found in England.
- 1720 Johan Leonhard Frisch, “Beschreibung von allerlei Insecter Deutschland”.
(ドイツ昆虫図誌)
- 1740 Jacob L’Admiral, “Naauwkeurige Waarneemingen van Veele Gestaltver-
wisselend Gekorvene Diertjer.”
Ecology, biology of two European hawkmoths, *S. ocellatus*, *L. populi*,
(ヨーロッパの2種のスズメガの生態学と生物学)
1774年に再版出版 “Naauwkeurige Waarneemingen van Omtrent de veranderingen
van Veele Insecten.” (多くの昆虫の変態に関する正確な観察)
- 1742 Benjamin Wilkes, “Twelve new designs of English butterflies”.
(12種の英国のチョウとガ)
seven hawkmoths found in Britain, (英国の7種のスズメガ)
- 1749 Benjamin Wilkes, “English moths and butterflies” (英国のガとチョウ, 彩色画あり)
Ecology, morphology, hostplants of eight British species of hawkmoths,
1824年の改訂第三版では, リネンの命名法を採用して昆虫名を記載した.
- 1746-61 August Johann Rösel von Rosenhof.
“Insecten Belüstigung”, (昆虫の微笑み)
Vol. I, II, III, and IV of the four volume work.
Biology, hostplants,
15 central European species. Good colour plates, larve and adults,
(Nürnbergで出版, 版サイズ194x157mm)
- 1748-49 James Dufield, “A new and complete Natural History of English Moths
and Butterflies”,
(英国のチョウとガの新しい, 完全な自然史, 図譜)
- 1752, 1771 Carl DeGeer, “Memoires pour server a l’Histoire des Insectes”.
(スウェーデンの7種の昆虫誌)
Biology, hostplants of seven species found in Sweden, uncolored plates of
larvae and adults.
Historical account of the study of the sphingidae,
- 1764-1768 August Johann Rösel von Rosenhof.
(昆虫の自然史, オランダ語版, 278x22mm, 4巻8冊)
“De Natuurlyke Hisytorie der Insecten.”
voorzien met naar ‘t Leven getekende en gekoleurde Plaatens.
Met zeer nutte en fraaie Aanmerkingen verrykt, door Christain Fredrich Carl
Kleeman, Uit den echten Hoogduitschen Druck, vertaald.
Haarlem en Amsterdam, by C. H. Bohn en H. de Wit. Boekverkoopers.
-

表5 レーゼルの時代の生物、無生物の階層分け。

	種名	翻訳名		種名	翻訳名
26	Gevoelig Kruid	香り草	52	De MENSCH	ヒト
25	PLATEN	植物	51	De Boschman, of Baviaan	ブシュマン, ヒヒ
24	Mos	苔	50	Aapen	サル
23	Schimmel	カビ	49	Viervoetige Dieren	四足動物
22	Zwammen	キノコ	48	De vliegende Eenhoorn	一角獣
21	Aard-Appelen	ジャガイモ	47	De Vleermuis	蝙蝠
20	Gomalen en Comalgewassen	?	46	De Struisvogel	猛禽類
19	Steen-Planten	石板	45	VOGELEN	鳥
18	Amianth	石綿	44	Water-Vogelen	水鳥
17	Talk, Gips, Seleniten	石膏粘土板	43	Vogels die in en buiten 't Water leven	水中で餌をとる鳥
16	Leijen	?	42	Vliegende Vischen	トビウオ
15	STEENEN	石	41	VISCHEN	サカナ
14	Gebootzeerde Steenen	生みの苦痛のある石	40	Kruipende Vischen	彷徨するサカナ
13	Chrystallen	結晶	39	Aalen	ウナギ
12	ZOUTEN	塩	38	Water-Slangen	水ヘビ
11	Vitrilen	硫酸塩	37	Slangen	ヘビ
10	METAALEN	金属	36	Slakken zonder Huisjes	カタツムリ
9	HALVE METAALEN	半金属	35	Slakken	ナメクジ
8	ZWAVEL	硫黄	34	COMBYLIEN	?
7	Harsten	?	33	Pyp-wormen	環形動物
6	AARDE	土	32	Motten	イガ
5	Gezuiverde Aarde	清浄な土地	31	INSECTEN	昆虫
4	WATER	水	30	Gal-Insecten	虫癭の虫 (ハチ)
3	LUCHT	空気	29	De breed Spoel-worm of Pier	大型糸引きミミズ
2	VUUR	火	28	Polypen	腔腸動物
1	Fyner, stoffe dan 't Vuur	火炎	27	Zee-Netelen	海イラクサ

表6 表2及び表3に記載した蝶類の学名, オランダ名, 英国名, 和名.)

昆虫図譜の蝶の幼虫の検索リスト				
第1組	(記載事項の翻訳)	学名*	オランダ名*	和名**
			英国名*	
Tab. 1	黄色と赤色の体色をした大きなトゲのある芋虫	<i>Nymphalis antiopa</i>	Rouwmantel Camberwell Beauty	キベリタテハ
Tab. 2	先端の黄色いトゲのある黒い身体の芋虫	<i>Nymphalis polychloros</i>	Grote vos Large Tortoise shell	ヒオドシチョウ
Tab. 3	トゲのあるピロード様の身体をした芋虫	<i>Inachis io</i>	Dagpauwoog Peacock Butterfly	クジャクチョウ
Tab. 4	トゲがあり黄色と黒色の縞のある芋虫	<i>Aglais urticae</i>	Kleine vos Small Tortoise shell	—
Tab. 5	トゲがあり褐色の身体に黄色と白色の斑がある芋虫	<i>Polyonia c-album</i>	Gehakkilde auvelia Comma Butterfly	シータテハ
Tab. 6	若いイラクサを食べる, トゲのある胴の太い芋虫	<i>Vanessa atalanta</i>	Altanta Red Admiral	アカタテハ
Tab. 7	トゲのある背中に黄色の幅広の線条のある褐色の芋虫	<i>Argynnis anadyomene</i>	Laodice	クモガタヒョウモン
Tab. 8	トゲがあり黒色と褐色の線条のある芋虫	<i>Limentis camilla</i>	Kleine ijsvogelvlinder White Admiral	イチモンジチョウ
Tab. 9	トゲのある黒い小さな芋虫	-	-	—
Tab.10	トゲのある黄色と灰色の芋虫	<i>Vanessa cardui</i>	Painted Lady	ヒメアカタテハ
第2組				
Tab. 1	黒い縦縞のある美しい緑色と黄色のフェンケルを食べる芋虫	<i>Papilio machaon</i>	Koninginnenpage Swallowtail	キアゲハ
Tab. 2	緑キャベツを食べるプラムーイエローの芋虫	<i>Iphiclides podalirius</i>	Koningspage Zebra Swallowtail	—
Tab. 3	背中と側面に黒色の縞のあるオレンジイエローの芋虫	<i>Aporia crataegi</i>	Black-veined White Green-veined White	シロチョウ
Tab. 4	黄色と灰色のキャベツを食べる芋虫	<i>Pieris napi</i>	Groot koolwitje Small White	モンシロチョウ
Tab. 5	小さく灰色で緑キャベツや香り草を食べる芋虫	<i>Pieris rapae</i>	Kleine koolwitje Brown hair Streak	(ヒメシロチョウ)
Tab. 6	草色の刺繍をもつずんぐりした芋虫	<i>Thecala betulae</i>	Sleedoornpage Black hair Streak	(シジミチョウ科)
Tab. 7	小さい緑色の猫背をした芋虫	<i>Satyrrium pruni</i>	Pruimenpage Orange Tip	(シジミチョウ科)
Tab. 8	野生キャベツなどを食べる暗緑色の芋虫	<i>Anthocharis cardamome</i>	Oostelijk oranjetipje	(フンチョウ科)
Tab. 9	ナラの葉を食べる丸く太った小さいバラ色した甲をもつ芋虫	(<i>Satyrrium</i> 種)	-	(シジミチョウ科)
Tab.10	タチアオイを食べる, 黄色の斑点のある黒ずんだ青色の芋虫	-	-	(シジミチョウ科)

*各々のチョウの図から種名を調べ, 学名, 英国名, オランダ名を記載した。

**また, チョウと同種のチョウが我が国に棲息するものには和名を記載した。

特に、Merianについては、ドイツの通貨に肖像画が描かれ、また、切手にも使用されさらに、海洋調査船の船名にも成ったことは、その評価が壮大なものであったことを物語っている。

注

(1) Anna Maria Sibylla Merian (図9) (1647年4月2日生—1717年1月13日没)

ドイツ・フランクフルトで、スイス人彫刻家・出版者Matthaus Merin the Elderのもとに生まれた。3才の時に父親が死亡して、翌年母親が肖像画家Jacob Marrelと再婚した。Mariaは彼により繪を描く才能が磨かれ、13才の時に初めて昆虫や植物を観察して描いた。彼女は自分は若い時に昆虫の研究に多くの時間を費やしたと記し、その初めはFrankfurtの家で飼っていたカイコのスケッチであった。この観察でカイコと同じ様に、色々な幼虫が美しい蝶や蛾になることを知った。

この事が、多くの幼虫を採集して、どの様に成虫に成っていくかを知る為に観察することを自分に課させた契機となったと、彼女の著書の序文で触れている。1665年(18才)でMarrelの弟子であったJohann Andreas Graffと結婚した。2年後に第1子Johanna Helenaを出産した。一家はNürnbergに移転し、彼女は羊皮紙やリネン紙



図9 Anna Maria Sibylla Merianの肖像画.

に繪を描くことを続け、刺繍のデザインなどを行い、また生徒に教えていた。この事により彼女は立派な庭園を訪れる機会を多く持ち、そこで昆虫についての学習を、特に幼虫から成虫・蝶へのライフサイクルの研究を始めた。当時の学説では「昆虫は腐敗した泥土からの自然に生まれる」とするものであり、アリストテレスの学説で、カトリック教会の教義でもあった。中世のイタリアの哲学者St Thomas Aquinasは、「昆虫の自然発生は悪魔の仕業」と結論し、さらに、「全ての命は創世記の時代に第一日に創造された」とされて来たが、ローマ教皇V世は13世紀に自然発生説は教会の教えに反するものであるとした。しかし、ギリシャの伝統的科学的知識が社会のなかに蔓延していた。この様な環境において、Merianは芋虫(幼虫)の蝶への変化(変態)で実際には何が起きるのかを観察・研究していた。蛹の変態と幼虫の餌となる植物についても観察して、スケッチブックに全ての成長の段階を記録していた。

このスケッチブックをもとに、1675年、28才の時に“Neues Blumenbuch - New book of flowers”を出版した。さらに、1679年に“Der Raupen wunderbare Verwandlung und sonderbare Blummahrung”(The Caterpillar, Marvelous Transformation and Strange Floral Food.)(芋虫、驚くべき変態と不思議な食草)を刊行して、前著とは違った種類の蝶の発生の過程や彼らの食べる植物についても記載していた。1680年に恩師J. Marrelが没した。一家は1683年にFrankfurtに移転した。1685年に夫J. H. Graffが去って行った。彼女は母と娘を連れてLabadist religious commune(宗教共同体)に入り、Frieslandで禁欲的な生活を送った。この共同体の所有者であったCornelis van Sommelsdijkは南米・スリナムの提督であり、南米の熱帯植物の研究をしていた。1690年に母が没した後に、生活をAmsterdamに移した。ここで彼女の業績は多くの研究者により注目される様になった。娘Johanna Helenaが商人Jacob Herdtと結婚して、オランダの植民地であった南米・スリナムに行くことになった。Merianも1699年にAmsterdam市から資金の提供を受けて、娘と共にスリナムに行くことになった。ここに2年間滞在して146種の昆虫のスケッチを行った。1701年にオランダに帰り、収集したスケッチや資料をもとに、1705年に“Metamorphosis Insectorum Surinamensium”(図10)を出版した。本書では植物名は現地名で、またその現地での利用法も記載した。まさにスリナムの生物の銅版画のコレクションである。その植物の分類には、Linnaeus' classification(リン

ネの分類法)様の方法が使用されていたと云われている。1715年に彼女は脳溢血で倒れ、部分マヒの身体となったが、研究を続けていた。しかしこの病気は彼女の研究に大きな影響を与えた。後に、彼女は生活保護者となったが、1717年1月13日にアムステルダムで永眠した。享年69であった (Wikipedia, A. M. S. Merian) (キム・トッド, 2008)。

Anna Maria Sibylla Merianの研究業績は20世紀の最後の年に再発見され、大きな評価を受けることになった。その結果、彼女のポートレートはドイツの500ドイツマルク紙幣の挿絵と成っている (図11)。また0.40ドイツマルクの切手にも描かれている (botanical illustration.blogspot.com, 2008)。さらに、2005年にドイツのWarnemündeの造船場で推進した海洋調査砕氷船は“Maria S. Merian”と命名された (Briese Schiff-ahrts GmbH & Co. 2006)。

(2) Jan Swammerdam (Wikipedia, Jan Swammerdam)

レーゼルに大きな影響を与えた生物学・顕微鏡学者である。Jan Swammerdamはオランダ・アムステルダムで1637年2月12日に薬剤師の父のもとに生まれた。父は鉱物、コイン、化石などの蒐集家でもあった。彼はLeiden大学で医学を学び、1667年2月22日にMDの学位を取得

した。彼は昆虫と高等動物の違いに注目して研究し、昆虫の解剖とその顕微鏡的観察を行った。1669年にHistoria Insectum Generalis(The Natural History of Insects)を出版して、昆虫の解剖学的記述を多く掲載した。本書でミツバチの“King bee”は卵巣を持って居ることを示した。1672年にMiraculum nature sive uteri muliebris fabricaを、1674年にEphemeris vitaを出版した。後者はカゲロウに関する研究を紹介したものであった。1737年に出版された彼の遺作である“Biblia natura”では、「女王蜂は一つのハチのコロニーでの唯一の母親である」ことを初めて記述していた。Swammerdamの肖像画はレンブラントにより描かれていた。

- (3) Albrecht von Haller: スイス、ベルンに1708年に生まれ、ヨーロッパの各地で医学、解剖学、生理学、植物学を学び、1736年にゲッティンゲン大学で教授に就任して解剖学、生理学、植物学を教えた。多数の精密な解剖図を掲載した「人体解剖学図譜」(1743-1756)や「人体生理学要綱」(1757-1766)を出版した。また、詩人として代表作“Die Alpen”が知られている。1777年に没した。(wpedia.goo. Albrecht_von_Haller)
- (4) JohanとJohannと記載されたものがある。
- (5) キアゲハの幼虫は通常1匹で食草にいる。ガの多くが集団で食餌植物の葉に生活していることから、この呼び名がついたと考えられる。
- (6) *Lucanus cervus*はヨーロッパに棲息する唯一種のクワガタであり、(英名) stag beetle, (独名) “Schröter”, (蘭名) Vliegend hertであり、イギリスでは1981年に野生動物保存種に指定され、翌年にヨーロッパ(ベルン条約)での保存種に指定、さらに1992年にEUでも同様に絶滅危惧種・第II種に指定されている。
- (7) Johan Leonhard Frisch, (1666-1743) ドイツの昆虫学者。Beschreibung von allerlei Insecter Deutschlandの著者



図10 『スリナムの昆虫の変態図譜』からの昆虫図。スズメガの1種の幼虫と成虫および食草を示す細密画 (Wikipedia, A. M. S. Merian)。



図11 M. S. Merianの肖像画の記載されたドイツの500マルク紙幣。

文 献

- 板垣英治, 2006a : 加賀藩旧蔵洋書総合目録. 金沢大学資料館史料叢書2, 金沢大学資料館, **23**, 36-37.
- 板垣英治, 2006b : 18世紀の彩色昆虫図鑑, レーゼル, 昆虫の自然史. 「こだま」金沢大学付属図書館報, **158**, 10-11.
- 板垣英治, 2007 : 加賀藩旧蔵洋書の目録作成. 日本海域研究, **38**, 21-66.
- 勝盛典子, 2006 : 亜欧堂田善鑄「コロンブス謁見図」をめぐって. 神戸市立博物館研究紀要, **22**, 3-14.
- キム・トッド (屋代通子訳), 2008 : マリア・シビラ・メーリアン, 17世紀, 昆虫を求めて新大陸へ渡ったナチュラルリスト. みすず書房, 東京, 357p.
- Wikipedia, the free encyclopedia, August Johann Rosel von Rosenhof (Web site)
- Wikipedia.org/wiki/August_Johann_Rosel_Rosenhof (Web site)
- Wikipedia, the free encyclopedia, マリア・ジビーラ・メーリアン (Web site)
- botanicalillustration.blogspot.com (Web site)
- Briehse Schifffahrts GmbH & Co. KG: RV Maria S. Merian (Web site)
- Wikipedia, the free encyclopedia, Jan Swammerdam (Web site)
- Wikipedia, the free encyclopedia, roeseli's bush cricket (Web site)
- wpedia.goo.ne.jp/enwiki/Albrecht_von_Haller (Web site)
- antiquariaatjunk.com (Web site)
- jstor.org (Web site)
- tpittaway.tripod.com./sphinx/hist.htm (Web site)

近代中国における紙傘の生産をめぐって

周 如軍^{1*}

2011年9月15日受付, Received 15 September 2011
2011年12月13日受理, Accepted 13 December 2011

Production of Paper-Umbrellas in Modern China

Rujun ZHOU^{1*}

Abstract

The main purpose of this research is to examine the production trend of traditional paper umbrellas in modern China. Statistically, the material for handmade paper umbrellas in modern China is quite defective and shows imperfections. Additionally, it has given the image that the manufacturing industry of paper umbrellas has declined gradually. However, the production form of these handicraft has been firmly maintained, and improvements have sometimes been made from the traditional paper umbrella to the more recently made paper umbrellas in the handicrafts. The material of the handcrafted paper umbrella was the hand-made paper made of a raw bamboo material. Because of this, handcrafted paper umbrellas are usually produced in the main producing districts of hand-made paper. Peasants often produce it on the side, in their homes in the farm villages of the place among the mountains where bamboo grows abundantly (since this is also the raw material for hand-made paper in China). Wage workers who produce umbrellas made by the handicrafts often produce them in the umbrella store of the local city or town. But, most of the workshops to manufacture paper umbrellas that include the paper umbrella shops are small-scale, and there are not many wage workers who manufacture paper umbrellas.

Key Words: China, modern, hand-made paper, paper-umbrella, improvement
キーワード: 中国, 近代, 土紙, 紙傘, 改良

I. はじめに

筆者は、これまで近代中国において在来製紙（土紙）業が盛んだった浙江省・江西省・福建省などにおける土紙生産の動向について考察してきた。その中で、近代中国における土紙業の根強い存続が、土紙に対する根強い需要と消費によって支えられていたことを明らかにした^(注1)。そして、その土紙の用途のうち、宗教儀式用の焼紙と並んで重要だったのが、土紙を材料として作られた様々な紙関連製品で、そ

の代表的なものの1つに紙傘があった。

中国では、近代以前から傘が生産されてきたが、それは全て紙傘であり、清末に開港してから西欧の布傘が輸入されるようになると、紙傘の売れ行きが悪くなった。このため、民国初年には工場を設立して布傘を模倣して生産するようになったので、洋傘を陽傘と呼ぶようになり、紙傘は雨傘と呼ばれるようになった。そして、1915年に日本の対華21カ条約要求を受諾したことから発生した日本商品ボイコット運動は国産の陽傘の生産と紙傘の改造を促進し、

¹金沢大学外国語教育研究センター 〒920-1192 石川県金沢市角間町 (Foreign Language Institute, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan)

*連絡著者 (Author for correspondence)

紙傘は愛国傘と呼ばれるようになった^(注2)。

近代中国における紙傘製造業に関する研究は、管見の限り皆無であり^(注3)、また、紙傘の生産動向を知ることができるまとまった資料も見当たらないが、同時代的観点から紙傘について論じたものや紙傘の生産にかかわる部分的な統計はある。

そこで、本稿では、まず統計数値などから近代中国における紙傘の生産の全体的な動向を概観し、ついで、県志類などの資料も合わせて利用しながら、各省における紙傘の生産動向について見ていきたい。なお、本稿では、煩雑さを避けるために、史料・資料などからの引用部分をも含めて、原則として常用漢字と算用数字を用いることにした。

Ⅱ. 紙傘の生産

1) 概況

1920年代末の資料によれば、紙傘の主要な生産地は江蘇・広東・湖南・湖北・福建などの諸省で、とりわけ江蘇省の高郵・鎮江、浙江省の杭州・温州、広東省の広州・南海、湖南省の益陽・湘潭・長沙、湖北省の夏口・沔陽、福建省の福州が著名だったという^(注4)。

これに対して、『中国実業誌（江蘇省）』（1933年）では、著名な傘の生産地は湖南・湖北・安徽・浙江・江蘇などの諸省だったとしており^(注5)、紙傘の主要な生産地に多少の差異が見られるが、いずれにせよ、紙傘の生産地が華中にやや集中していたことがわかる。

紙傘の主要な材料のうち、紙について見てみると、福建省では同省内で生産された白桑皮紙、広東省では同省内で生産された上等棉紙と省外から移入された白桑皮紙、湖南省では同省内で生産された上等牛皮紙と近隣の省や湖南省内の近隣の県で生産された桑皮紙、浙江省では同省内で生産された白桑皮紙などの土紙が用いられていた^(注6)。ただし、江蘇省では皮紙が用いられたとするのみで、その詳細は不明である^(注7)。このように、一般的には紙傘の材料の紙はおもに地元で生産された土紙が用いられることが多く、皮紙の生産が盛んだった省では紙傘の生産も盛んだった。

紙傘の7つの製造工程のうち、最も多くの時間を要するのが、傘骨（竹骨）の作成と傘紙の糊付けでお

のおの60分を要し、ついで傘紙に油を塗る作業が30分を要し、また、「穿髪繩」（ひもをとおして固定する）以外の各工程の労働者は全て男子で、その賃金（月給）は技能によって10元から20元までと異なっていた^(注8)。

1925年の資料によると、中国の傘は、油紙で作られ、雨傘と日傘に分けられるが、かつては雨傘を日傘にも代用したり、日よけではわら帽子（草帽）を用いたりしていたので、両者には区別がなかった。また、土紙は非常に丈夫な上に、紙傘に塗る油をよく吸収したので、紙傘は絹や布の傘に比べて防水性が高かった。しかも、紙傘は主要な材料が紙と竹だったので、軽くて携帯するのに便利だった。そして、布傘が1本1元、絹製の日傘が1本2～5元だったのに対して、紙傘は1本0.3～0.5元と非常に安価だった^(注9)。

なお、『中国実業誌（浙江省）』（1933年）によれば、中国の傘は紙傘・油布傘・洋傘の3種類に分類することができるとしている^(注10)。

2) 統計から見た生産動向

現在において利用可能な統計資料からは、1912～21年・1920年代末・1930年代前半における中国各省の紙傘ないし傘の生産動向を部分的に知ることができるのみである。

まず、1912～21年における雨傘（紙傘）の生産動向について、表1および表2を見てみると、1913年における中国全体の生産総額が突出しているのは華南の広西省における生産額が突出していることに主要な原因を求めることができる。だが、広西省における1913年の統計数値は1913年以外の数値から見て誤りであると考えられる。そこで、1913年を除くと、1912年より雨傘の生産量が多かったのは1915年と1917年で、それ以外の年は1912年を下回っており、1920年には1912年は1912年の4分の1以下になっている。ただし、統計それ自体に不備があった（全国を掌握した網羅的な調査を実施することができなかった）ことを考慮すると、必ずしも全体的な傾向として生産額が年々減少していったとは断定することはできない。

そして、再び表2を見てみると、浙江・江西・江蘇の3省は跛行的ながら増加しており、とりわけ1914年からは浙江省が首位を占めるようになり、これに1912年に首位を占めていた湖南省がつぎ、さらに、

表1 1912～20年中国における雨傘の生産額.

Table 1 Production of umbrellas in China, 1912-20.

年度	生産額合計(元)
1912	2,061,419
1913	6,727,084
1914	1,834,501
1915	2,314,247
1916	1,488,223
1917	2,445,398
1918	1,895,883
1919	1,481,105
1920	492,025

典拠) 農商部総務庁統計科編纂『中華民国元年・第一次農商統計表』上巻(上海中華書局, 1914年3月), 同『中華民国2年・第二次農商統計表』(1915年6月), 同『中華民国3年・第三次農商統計表』(1916年12月), 同『中華民国4年・第四次農商統計表』(1917年12月), 同『中華民国5年・第五次農商統計表』(1919年2月), 同『中華民国6年・第六次農商統計表』(1920年8月), 同『中華民国7年・第七次農商統計表』(1922年2月), 同『中華民国8年・第八次農商統計表』(1923年5月), 同『中華民国9年・第九次農商統計表附十次農商統計表』(1924年6月)より作成。

表2 1912～21年中国各省における雨傘の生産額(単位:元).

Table 2 Production of umbrellas in Provinces, 1912-21.

年度	湖南省	広東省	広西省	浙江省	江西省	江蘇省	湖北省	四川省
1912	456,982	387,499	16,520	359,092	162,844	156,016	150,977	113,304
1913	433,009	110,862	4,337,075	427,792	209,834	230,509	515,299	143,780
1914	302,612	108,617	11,320	639,165	26,906	170,683	209,912	135,682
1915	506,562	194,287	48,269	648,199	219,852	221,219	221,800	—
1916	127,820	—	39,092	342,596	220,815	256,564	224,774	—
1917	397,581	207,471	—	739,333	347,570	226,062	209,846	—
1918	—	—	—	740,594	347,578	265,028	215,687	—
1919	—	—	—	759,097	—	257,478	—	—
1920	—	—	—	—	—	286,574	—	—
1921	—	—	—	—	—	295,297	—	—

典拠) 表1に同じ。ただし、「—」は不明であることを示している(以下, 同様)。

これに広東省や華中の江西省・江蘇省・湖北省などがついでいたことがわかる。

次に, 1920年代末における著名な紙傘の生産地について, 表3を見てみると, 各省における紙傘の生産量が1912～21年に比して激減している。これが省全体ではなく, 紙傘の生産で著名な一部の地域における状況を表しているにすぎないことは明白だが, 1920年代末に紙傘の生産量が最も多かったのは約35万本を生産していた広東省で, これにその5割強にあたる18万本以上を生産していた浙江省がついでおり,

さらに, その半分ほどにあたる9.45万本を生産していた湖北省と9万本以上を生産していた江蘇省がついでいた。

生産額のみしか知ることのできない表1および表2と生産量のみしか知ることのできない表3を単純に比較することはできないが, この比較からは, 雨傘の生産の首位は1910年代から1920年代にかけて浙江省から広東省へ移行したことが確認できる。

ちなみに, 前掲の1925年の資料に記されていたように, 紙傘1本の価格を0.3～0.5元として表2から計算

してみると、1919年には浙江省で約170万本～約250万本が生産されていたことになり、また、1917年に広東省で約40万本～約70万本が生産されていたことになる。

さらに、表4は、1930年代前半中国における傘の生産状況に関する統計であるが、杭州の傘は大部分が紙傘だったものの、傘を製造する作業場の軒数が最も多かった福州の傘は紙傘のみの生産なのか、ある

いは、布傘の生産も含んでいるのかは不明であり、上海・武進・金山における傘の生産については労働者数・資本額・年間生産額が全くわからない。

また、表5を見てみると、1930年代前半には、華中に位置する浙江・江蘇・湖南の3省が傘の主要な生産地となっており、生産量では浙江省が圧倒的な首位を占め、これに湖南省と江蘇省がつぎ、この3省における生産量が中国全体の大部分を占めていたことが

表3 1920年代末における紙傘の生産量.

Table 3 Production of paper-umbrellas late in 1920s.

	県名	軒数	生産量
江蘇省	鎮江	2	9万本以上
浙江省	杭県	4	12万本以上
	温州	2	6万本以上
	小計	6	18万本以上
広東省	広州	1	約15万本
	南海	1	20万本
	小計	2	約35万本
湖南省	湘潭	1	2万本
	長沙	1	2万本
	小計	2	4万本
湖北省	夏口	2	3.5万本
	沔陽	4	5.95万本
	小計	6	9.45万本
福建省	福州	3	10.5万本以上

典拠)「中国紙傘之製造及出口」(『工商半月刊』第1巻第18期, 1929年9月15日調査)1~3頁より作成。

表4 1930年代前半における傘の生産.

Table 4 Production of umbrellas in the first half of 1930s.

	生產品	軒数	労働者数[1軒当たり](人)	資本額(元)	年生産額(元)
福州	—	91	—	86,400	290,100
杭州	布傘	5	44[8.8]	5,700	68,300
	紙傘	69	285[4.1]	26,380	151,990
	小計	74	329[4.4]	32,080	220,290
上海	綢布陽傘・男女陽傘	8	—	—	—
	紙傘	33	—	—	—
	小計	41	—	—	—
武進	各種紙傘	13	—	—	—
金山	綢布陽傘	8	—	—	—

典拠)『中国經濟年鑑』(商務印書館, 1934年)第11章840~845頁より作成。ただし、福州の傘の材料の中には紙と綢布が含まれていると説明されていることから、紙傘と布傘の両方が生産されていたと考えられる。また、同書の調査時期は1932年から1933年上半年期までと説明されている。

表5 1930年代前半各省における傘の生産.

Table 5 Production of umbrellas in provinces, the first half of 1930s.

省名	軒数	労働者数[1軒当たり](人)	資本額(元)	年間生産量(本)
浙江	263	1,553[5.9]	88,600	570,950
江蘇	147	724[4.9]	46,670	253,900
湖南	216	1,170[5.4]	28,460	325,720
河南	17	97[5.7]	4,340	25,580
福建	24	138[5.7]	3,830	46,000
広東	24	207[8.6]	4,100	39,800
江西	12	42[3.5]	2,400	25,410
山東	4	22[5.5]	400	1,400
合計	707	3,685[5.2]	178,800	1,288,760

典拠)『中国経済年鑑』続編第12章(商務印書館, 1935年)224~226頁より作成。なお、同書の調査は1933年7月~1934年6月に行われている。

わかる。しかも、このような趨勢は1912~21年とそれほど大きく変化していない(表2)。また、作業場1軒当たりの労働者数は各省ともおおむね5人程度で、広東省の8.6人と江西省の3.5人を除くと、各省間に際立った差は見られない。

1929年に発生した世界経済恐慌が1931年からは中国にも波及したことから、1920年代末よりも1930年代前半には傘の生産が減少していると考えられる。よって、表5と比較してみると、表3と表4は一部分しか取り上げていないことがわかる。

3) 小 結

1912~21年, 1920年代末, 1930年代前半における紙傘の生産に関する統計資料は不完全なもので、全体を網羅したものではなかったことがわかるが、近代においていわゆる洋傘が流入したことによって紙傘の生産が急速に衰退していったというよりも、むしろ近代以降も紙傘の生産は根強く存続していたと見なすことができる。

また、文献資料と付き合わせて見てみると、紙傘の中心的な生産地は江蘇・浙江・安徽・湖北・湖南・江西などの華中諸省であり、これに広東や福建などの華南諸省がついでいた。これらの地域はすでに拙稿で論じたように(註11)、手工製紙(土紙)の生産も盛んなところだった。これは、紙傘の主要な材料は傘紙になる土紙と傘骨になる竹であり、土紙の主要な原料は竹だったことと関連していた。

Ⅲ. 各省における生産動向

ここでは、文献資料が多い順に、各省における紙傘の生産動向をみておきたい。

1) 浙江省

1920年代末の資料によると、浙江省内では杭州と温州において生産された紙傘が著名だったという(註12)。

また、『中国実業誌(浙江省)』(1933年)によれば、浙江省における紙傘の中心的な生産地は温州・杭州・寧波であり、すでに清代中葉には紙傘店は温州に30軒余り、杭州に20軒余り、寧波に10軒余り、その他の県におのおの3軒内外あったが、清末になると、温州・杭州・寧波の紙傘店は日増しに増加して輸出するようになり、国内ではおもに江蘇省や浙江省の各地に販売され、さらに、華北の天津や東北の牛莊・營口などにも販売されたという。そして、1919年に日本人の商人が温州で紙傘を買い付けて日本の門司・長崎や朝鮮で販売するようになってから、年々、温州の紙傘は日本における販路を拡大していき、1924~25年頃には日本市場においてかなりの地位を占めるようになったという。ところが、1926年から日本で国産品愛用が提唱されて温州の紙傘が排斥され、また、同じ頃に欧州の熱帯各地で中国の紙傘は傘紙に塗った油が熱で溶けてねばねばする「油粘之弊」が発生して売れなくなってしまった。そこで、温州と杭州の紙傘は1927年に改良が加えられると、生産が回復し、その後、傘店は温州では100軒余り、

杭州では50軒余りに増加した^(注13)。

表6から浙江省における紙傘の生産について見てみると、1932年には永嘉県が軒数・労働者数・資本額・生産額のいずれにおいても圧倒的に多く、生産額においてこれにつぐ杭県（現在は杭州市区に属する）や鄞県（現在は寧波市区に属する）をはるかにしのいでいた。また、生産総額では、1919年の約76万元（表2）をはるかにしのぐ102万元余りとなっていた。

ところが、表7から1933年7月～1934年6月における浙江省産の紙傘に関する調査の結果を見てみると、永嘉県は統計資料上には見られず、紙傘の生産量が最も多かったのは22万本を生産していた黄巖県となっており（表6には見られない）、これにその約半分の12万本を生産していた杭県と鄞県がついでおり、以上の3県が14,400本を生産していた第4位の武義県と12,000本を生産していた第5位の富陽県などをはるかにしのいでおり、また、仕事場の軒数でも黄巖県が最も多く、これに杭県と鄞県がついでいた。だ

が、労働者数では杭県が最も多く、これに杭県の半分以下の黄巖県がつぎ、さらに杭県の約4分の1の鄞県が続いていた。また、資本額では鄞県が最も多く、これに杭県がつぎ、黄巖県は鄞県の20分の1以下にとどまっていた。

しかも、表7は生産量において全体を網羅していないので、生産総量は実際よりも少なく表記されていると考えられるが、1920年代末の18万本以上（表3）をはるかにしのぐ57万本余りとなっている。また、仕事場の総軒数が前年の373軒（表6）よりも少ない263軒となっているのは、やはり永嘉軒の統計数値が漏れているからであろう。

以上の点を考慮すると、1933～34年頃における浙江省の紙傘の生産量は表7に表されているよりもかなり多かったと推測することができる。なお、表7は紙傘の単価を0.35～0.75元としているが、これは1925年の資料が示す0.3～0.5元より高く、物価の上昇を反映していると言える。

以下に、浙江省の中でも紙傘の生産地として著名

表6 1932年における浙江省の紙傘生産。

Table 6 Production of paper-umbrellas in Zhejiang Province, 1932.

県名	軒数	労働者数(人)	資本額(元)	生産額(元)
永嘉	107	531	55,400	779,511
杭県	35	—	—	101,600
鄞県	13	—	—	35,000
蘭谿	7	—	2,800	12,500
金華	15	40	6,600	19,300
龍游	1	—	200	700
衢県	1	—	700	1,500
瑞安	8	—	4,300	10,900
平陽	11	—	5,700	19,000
樂清	1	—	400	1,200
玉環	3	—	800	4,000
諸暨	1	8	600	4,500
新登	2	—	600	2,600
長興	3	8	500	1,340
富陽	3	14	2,400	3,200
桐廬	—	—	—	2,000
浦江	—	—	—	21,600
合計	373	—	—	1,020,451

典拠)『中国実業誌(浙江省)』第7編419～425頁・432頁より作成。ただし、蘭谿の資本額は6軒分のみで、金華の労働者数は5軒分のみである。

表7 1933年7月～1934年6月における浙江省の製傘業.

Table 7 Producers of umbrellas in Zhejiang Province, 1933.7-1934.6.

県名	軒数	労働者数(人)	資本額(元)	生産品	年生産量(本)	単価(元)
杭県	53	590	26,500	紙傘	120,000	—
富陽	4	20	1,200	紙傘	12,000	0.48
余杭	6	42	5,000	紙傘	5,000	—
昌化	2	9	300	紙傘	—	0.40
安吉	3	16	370	紙傘	1,600	0.50
孝豊	4	20	400	紙傘	—	0.55
鄞県	28	148	30,180	雨傘, 日傘	120,000	—
紹興	20	64	1,000	紙傘, 油布傘	10,000	—
黄巖	70	270	1,400	雨傘	220,000	0.50
衢県	10	45	800	雨傘	6,000	—
江山	10	65	2,000	紙傘	—	—
蘭谿	4	20	1,200	紙傘	2,000	0.40
永康	11	55	4,400	紙傘	3,630	0.48
武義	6	54	3,000	紙傘	14,400	0.75
青田	1	4	300	紙傘	5,000	0.50
松陽	1	2	300	紙傘	720	0.50
遂昌	5	15	250	紙傘	—	0.35
樂清	5	25	10,000	紙傘	600	0.60
泰順	20	89	—	紙傘	50,000	0.50
合計	263	1,553	—	—	570,950	—

典拠)『中国経済年鑑』続編(商務印書館, 1935年) 225頁より作成。

で関連資料のある永嘉県と杭州の状況を見てみたい。

『支那省別全誌(浙江省)』(1919年)によれば、温州における紙傘の生産量は約60万本に達し、その労働者は約1,000人いたという^(注14)。浙江省では温州の永嘉県において生産された紙傘の販路が最も広く、国内ではおもに上海・寧波・蘇州・南京・広州・牛莊・天津・營口などに販売され、一方、国外では日本・東南アジア・欧米各国に販売された。また、杭州の紙傘はおもに紹興・上海・蘇州・無錫などに販売され、国外では東南アジアにわずかに販売されただけだった。さらに、寧波市に隣接する鄞県において生産された紙傘はおもに寧波で販売されたが、上海にも販売されていた^(注15)。

明清時代には温州・福州・仏山の紙傘は有名で、清代中葉に温州府永嘉県城区の傘店が生産した紙傘は温州府や処州府の各県に販売され、1877年に始めて輸出された。民国初期には永嘉県城区に製傘業従

事者が200～300人いて年間約150万本の紙傘を生産していた。そして、1931年には永嘉・平陽・瑞安の3県を主要な生産地とする温州の紙傘生産は最盛期をむかえ、作業場が107軒、労働者が200人余りとなった。だが、抗日戦争期は製傘業も衰退し、1942年には生産量が50万本まで減少し、抗日戦争終結後には好転したとは言え、1948年には生産量が30万本となってしまった^(注16)。

1934年頃に報じられた別の報告によれば、永嘉県では、紙傘の年間生産額が100万元に達しており、国内や東南アジアばかりでなく、日本やアメリカにも販売されていた。紙傘の材料の土紙は、南屏・粗紙・九張皮の3つに大別され、その多くは永嘉県の第4区～第7区で生産されていた。このうち、南屏は南通などの江北の各県へ、粗紙と九張皮は長江流域や福建省福州へ売られ、これらの紙の年間生産額は40万元余りに達していた^(注17)。

ところが、1930年代半ば頃になると、紙傘の材料として土紙の棉皮紙が用いられなくなり、これに代わって輸入された機械製の牛皮紙が用いられるようになったために、永嘉県における紙傘の生産量も減少した。そもそも、棉皮紙を生産する作業場は、旧温州府に属する永嘉県ばかりではなく、瑞安県と泰順県に45ヶ所、旧処州府に属する青田県・彭峽・高崗・小溪に20ヶ所、景寧県銀村坑底に30ヶ所余り、松陽県と遂昌県におおの10ヶ所余りあった。山棉皮を採取する農民や商店など、直接的ないし間接的にこれによって生計を立てていた者は合わせて2万人以上に達し、年間生産額は100万元余りに達していた。そして、その棉皮紙の大半は永嘉県において生産される紙傘の材料として提供されていた。だが、1930年代初め頃、永嘉県では傘店が次々とその材料として洋紙を使うようになったために、1担当たりの棉皮紙の販売価格が38元から14元に急落し、しかも、棉皮紙の生産者が作業の手を抜き、材料をごまかし製造し、出荷量が急に増加したため、供給が需要を上回り、価格が一層下落し、製傘業は「傘荘」（傘店）に操縦されるようになり、生産額は減少してしまった^(注18)。

以上のような棉皮紙および紙傘の生産の危機的状況に接し、永嘉県では1934年に傘業職工会・棉皮紙業界・傘商人の3者が合同で保証責任紙傘生産合作社を組織したが、うまくいかなかったため、永嘉県政府は3者からそれぞれ代表者を召集し、棉皮紙で傘を製造して機械製の牛皮紙を取り締まることで合意した。こうして、永嘉県政府の監督下に検査処が組織され、弁法章則が制定された^(注19)。

永嘉県の紙傘の材料に輸入機械製紙（洋紙）の牛皮紙がどれくらいの割合で用いられていたのか、また、永嘉県政府が牛皮紙に対する取り締まりを決定した後、棉紙や紙傘の生産がいかなる状況になったのかなどについては明らかではない。ただし、洋紙（牛皮紙）の流入が土紙（棉皮紙）を完全に駆逐していったわけではなく、逆に、永嘉県政府が洋紙を排除して土紙を保護しようとしたことがわかる。

一方、1929年の調査によれば、温州の紙傘が専ら日本へ輸出されていたのに対して、杭州の紙傘は年間生産量が10万本以上で、国内の他に東南アジアや欧米へも販売されていたという。また、杭州の紙傘は漆傘と小花傘に大別され、漆傘は文明傘とも呼ば

れて改良を加えられたもので、小花傘は女傘で、短小で精緻なものだった。杭州の紙傘商店は100軒を下らなかったが、作業場を設けて紙傘を作っていたのは40軒余りにすぎなかった。なお、杭州における製傘業の中心は武林門から湖墅に至る一帯だったという^(注20)。

また、1934年の資料によれば、杭州には改良紙傘の製造場が28軒あり、年間の生産額が30～40万元となっており、長江以南の各省や北京・天津あるいは東南アジアの他に、3～4年前までは日本や欧米などにも販売していたが、旧来の紙傘の輸出が杜絶しつつあったので、日本製を模倣した改良紙傘が生産されるようになったという^(注21)。

なお、杭州市に隣接する余杭県では、櫛樹の皮で作られた桃花紙を用いて紙傘を製造していたが、桃花紙は、光沢があり、滑らかで、しかも、色が白く、細やかで、丈夫だったため、桃花紙で作られた傘は、長時間、強い日光に晒されても、丈夫で破れなかった。余杭県の紙傘は、浙江省の杭州・嘉興・湖州や江蘇省南京などに販売された^(注22)。

2) 江蘇省

ここでは、当該時期の統計資料上での取り扱いに合わせて、江蘇省に上海市を含めて分析していくことにしたい。

1920年代末の資料では、蘇北の高郵と蘇南の鎮江で生産される紙傘が著名だったと記しているが、その詳細は不明である^(注23)。また、『中国実業誌（江蘇省）』（1933年）では、江蘇省の製傘業の中心は蘇南の武進と上海で、その他に蘇南の鎮江・丹陽・宜興・溧陽・無錫・常熟・江陰および蘇北の泰興などの県でも2～10軒あまりの傘製造の作業場があったと記している^(注24)。

ところが、表8を見てみると、1930年代前半には鎮江の製傘業が取り上げられておらず（表3を見てみると、1920年代末には取り上げられている）、江蘇省の中で傘の生産量が最も多かったのは蘇北の江都で、これに蘇南の呉県・昆山・無錫・呉江がついており、また、労働者数が最も多かったのは呉県で、これに上海市の奉賢、蘇南の昆山・無錫、蘇北の江都・高郵などがついでいた。なお、作業場の軒数と労働者が最も多かった呉県は、製傘業の総資本額も圧倒的に多く、紙傘の単価も昆山について高かった。

なお、別の資料では1931年における江蘇省の傘製造業について、合計で200軒余りの作業場があり、そのうち武進県が最多の84軒、ついで上海が41軒となっていたが^(注25)、江蘇省武進県志編纂委員会編『武進県志』(上海人民出版社、1988年)には紙傘に関する記載が全くない。ただし、溧陽県城内には1936年に11軒の紙傘生産の作業場があり、44万本余りの紙傘を生産し、1947年には紙傘生産の作業場は20軒に増加した^(注26)。

また、鎮江には清末に張森泰などの紙傘生産の作業場があり、その後設立された曹裕興製傘廠には労働者が約400人いて年間15万本の紙傘を生産して上海・九江・海州などに販売していた。抗日戦争が勃発すると、これらの作業場は閉鎖されたが、抗日戦争終結後に復興して、1949年には10軒余りの作業場があった^(注27)。

以上のように、江蘇省においても統計上に現れているよりも多くの紙傘が生産されていたと考えられ

る。

さて、表9を見てみると、江蘇省では1931年には綿布や絹を用いた布傘もかなり生産されていたことがわかる。とりわけ、布傘の単価は紙傘の6~9倍となっていたので、生産量では紙傘がかなりの割合を占めていたが、生産額では布傘が圧倒的な割合を占めていた。

3) 湖南省

1920年代末の資料では、湖南省内の益陽・湘潭・長沙で生産されていた紙傘が著名だったとしている^(注28)。

ところが、表10を見てみると、1930年代前半の湖南省では紙傘の生産に関する作業場軒数・労働者数・資本総額・年間生産量の全てにおいて長沙が最も多かったが、益陽と湘潭が取り上げられておらず、紙傘の生産地として取り上げられている15県のうち、生産量では長沙と常德の占める割合が高く、作業場

表8 1930年代前半における江蘇省の製傘業。

Table 8 Producers of umbrellas in Jiangsu Province, the first half of 1930s.

県名	軒数	労働者数(人)	資本額(元)	生産品	年間生産量(本)	単価(元)
崇明	2	4	200	紙傘	6,000	0.50
海門	1	2	200	紙傘	1,400	0.30
丹陽	9	52	100	紙傘	—	—
松江	7	37	1,850	紙傘	6,450	—
南匯	3	30	1,500	紙傘	10,000	0.35
奉賢	14③	70②	1,200	紙傘	7,200	0.41
川沙	2	9	500	紙傘	8,500	0.48
嘉定	3	14	500	紙傘	5,300	0.50
呉江	10⑤	51	1,490	紙傘, 油布傘	16,450⑤	0.50
靖江	3	8	300	雨傘	6,400	—
如皋	3	9	60	雨傘	1,200	—
江都	18②	63④	1,300	日傘, 雨傘	73,600①	—
高郵	12④	60⑤	4,200	雨傘	—	0.40
江浦	3	9	150	紙傘	2,200	—
青浦	3	5	170	紙傘	—	0.35
呉県	41①	175①	22,700	紙傘	42,500②	0.60
昆山	8	66③	4,000	紙傘	38,700③	0.75
無錫	5	60⑤	6,250	紙傘	28,000④	—
合計	147	724	46,670	—	253,900	—

典拠)『中国経済年鑑』続編(商務印書館、1935年)224~225頁より作成。表中の①②③などは順位を表している(以下、同様)。

表9 1931年江蘇省における傘の生産.

Table 9 Production of umbrellas in Jiangsu Province, 1931.

	生産量(本)	生産額(元)	単価(元)
雨傘	80,000	15,000	0.2
愛国傘	50,000	15,000	0.3
紙陽傘	25,000	6,250	0.25
緞・布の陽傘	99,000	133,650	1.35
紙製の子供・女性用傘	18,000	7,200	0.4
絹布製の子供・女性用傘	66,000	125,400	1.9
その他	10,000	3,000	0.3
合計	348,000	306,500	—

典拠)『中国実業誌(江蘇省)』第8編956頁より作成。

表10 1930年前半湖南省製傘業一覧表.

Table 10 Producers of umbrellas in Hunan Province, the first half of 1930s.

県名	軒数	労働者数(人)	資本額(元)	生産品	年間生産量(本)	単価(元)
長沙	55①	386①	8,000①	美術傘, 紙傘	135,000①	—
常德	8	46	3,000	紙傘	100,000②	0.40
安化	35②	247②	3,500	紙傘	3,600	0.50
岳陽	6	22	400	紙傘	15,000	0.50
平江	30③	112③	4,000②	紙傘	28,000③	0.67
望湘	10	50	500	紙傘	10,000	0.40
寧郷	6	18	900	紙傘	3,600	0.40
湘郷	14	84	1,650	紙傘	7,500	0.40
瀏浦	5	14	400	紙傘	—	—
永興	4	24	550	紙傘	2,500	0.40
衡山	6	24	200	紙傘	—	—
安化	14	49	3,900③	紙傘	7,240	0.80
桂陽	7	24	210	紙傘	1,280	0.40
東安	8	31	250	紙傘	—	0.25
郴県	8	39	1,000	紙傘	12,000	0.65

典拠)『中国経済年鑑』続編(商務印書館, 1935年)第12章, 226頁より作成。なお, 表中には安化県が2カ所記載されており, どちらかの県名が誤りである。

軒数と労働者数では安化と平江が長沙についていた。

1930年代前半に湖南省で布傘を製造していたのは醴陵県だけで, 同県内には1920年以降に11軒の作業場が設立され, 資本総額は4,410元, 労働者数は34人, 生産量は16,600本, 生産額は19,920元だった^(注29)。

このように, 湖南省では, 浙江省や江蘇省とは異なって, 1930年代になっても傘の生産は依然として紙傘が大きな割合を占めていたが, 紙傘の生産量は統計上表れているよりも多かったと考えられる。

一方, 表11を見てみると, 紙傘生産の作業場の軒数では衡陽・湘潭・瀏陽などが多かったが, 資本額・労働者数・生産量・生産額ではやはり長沙が最も多く, 生産額ではこれに湘潭・衡陽・瀏陽などがついていてた。ただし, 表11では益陽が取り上げられていないので, やはり全体を網羅したものとは言えない。

民国期の湖南省では, 長沙・湘潭・衡陽・瀏陽・湘郷の5県において紙傘の生産が盛んだったが, 清朝中期には常德・湘陰・安化・岳陽・平江・郴州・桂

表11 1930年代前半における湖南省各県の紙傘生産動向.

Table 11 Production of paper-umbrellas in the county of Hunan Province, the first half of 1930s.

県名	軒数	資本額(元)	労働者数(人)	生産量(本)	生産額(元)
長沙	8	21,900	123	192,000	91,200
湘潭	28	17,800	96	83,300	26,200
衡陽	31	3,130	106	91,500	22,835
瀏陽	20	3,840	92	54,600	10,920
湘郷	14	14,600	54	105,000	21,000
常德	6	2,600	12	10,000	4,000
湘陰	3	2,900	5	1,500	600
醴陵	1	250	2	1,200	480
安化	4	2,240	13	5,580	1,640
岳陽	4	1,040	7	3,450	1,275
平江	15	830	25	13,200	3,960
耒陽	3	640	7	4,500	1,250
郴県	7	1,485	23	27,710	6,313
桂陽	8	185	—	2,470	1,109
芷江	10	1,220	—	31,670	9,504
靖県	7	2,430	—	9,100	3,300
合計	169	77,090	565	636,780	205,586

典拠『中国実業誌（湖南省）』第7編376～377頁より作成。

陽・芷江・靖県などにおいても紙傘が生産されていたが、民国期になって衰退したという^(注30)。

また、各県志にはそれぞれの県における製紙業の状況が記載されているので、以下にそれを順に紹介しておきたい。

常德県城内における製傘業は清末に始まり、1911年には15軒の傘店があり、解放前にも6軒の傘店があった^(注31)。

寧郷県では、1840年、楊林橋に「張恒順」傘店が開設され、草沖皮紙を用いて油紙傘を製造し、年間5,000本余りの紙傘を長沙や湘潭などに販売し、1914年に南京手工業産品比賽会で第1位になると、同県内においては紙傘の生産が盛んになった^(注32)。

平江県では、清代中葉には30軒余りの作業場を備えた傘店があり、生産量は湖南省内で第4位だった。1912年には全県で10軒だった紙傘の作業場は1934年には15軒に増加し、25人の労働者が1.32万本の紙傘を生産していた^(注33)。

湘潭県では、1843年に山棗の陳祥泰が紙傘工場を開設し、傘の骨(軸)の柄となるのは竹だったが、竹の豊富な近隣の農村で農閑期に傘の骨が生産されて工場へ提供した。1927年には、製傘業者が60軒、従

業者が300人余り、生産量が6万本に達した。さらに、1936年には、製傘業者が300軒余り、従業者が1,500人余り、生産量が80万本にまで増加したが、1944年に県城が陥落すると、紙傘の生産はほぼ完全に停止してしまった。抗日戦争後、生産が徐々に回復し、1949年には74.6万本の紙傘が生産されるまでになった^(注34)。

衡陽城区では、1886～1911年に20軒の紙傘の作業場があり、85人が紙傘の製造に従事し、湖南省各県・広東省北部・広西省北部などに販売していた。民国期には作業場が70軒余りに増加し、紙傘の年間生産量も17万本に達した^(注35)。

湘潭県では、清朝乾隆年間(1736～95年)に歇馬・青山橋一帯で紙傘の生産が盛んになり、後に県城内でも製傘業が発展するようになった。こうして、1906年には10万本近くの紙傘が生産され、さらに、1935年には県城内だけでも28県の作業場があり、8.33万本の紙傘が生産され、中国各地に販売されただけでなく、日本・ミャンマー・マレーシア・タイ・シンガポールなどにも輸出された。だが、1944年に湘潭県が日本軍に占領されると、県城内にあった紙傘の作業場も操業を停止し、抗日戦争終結後に徐々に

復興していった^(注36)。

瀏陽県城内には、1890年代に10軒の紙傘の作業場があり、いくつかの鎮にも製傘業が波及し、140人余りの労働者が年間7万本余りの紙傘を生産していた。さらに、1910年には県内各地で製傘業が発展し、310人余りの労働者が22万本余りの紙傘を生産し、江西・河南・山西・河北などの各省に販売した。ただし、1933～49年には販路が大幅に縮小した^(注37)。

4) その他の省

浙江省・江蘇省・湖南省について資料が多いのが華南の広東省と福建省である。1920年代末の資料によると、広東省では広州と南海で生産される紙傘が著名だったとしている^(注38)。また、仏山市近郊農村では清末に紙傘の生産が発展し、1925年に市街地へも普及し、1930年頃に最盛期をむかえ、作業場が170軒余り、労働者数が4,000人余り、日産1.2万本に達し、インドネシア・シンガポール・ベトナム・タイなどの東南アジアへも販売されていたが、抗日戦争期には日本の紙傘が大量に輸入されて仏山の紙傘の販売は杜絶し、作業場はことごとく停業したものの、抗日戦争後に生産が回復し、1949年には作業場が220軒余り、労働者数が3,000人余り、日産1万本に達した^(注39)。

ところが、表12を見てみると、1930年代前半の広東省における製傘業については龍川と和平の2県のみ状況しか知ることができない。この両県は上掲の仏山県と比較すると、軒数・労働者数・生産量の全てにおいてかなり少なく、この統計資料が極めて不十分な内容であることがわかる。

また、福建省では、1920年代末の資料によると、福建省内の福州の紙傘が著名だったとしているが^(注40)、表12を見てみると、太田・浦城・福鼎・松溪の4県のみで、福州の記述はなく、新編の福州市志にも紙傘に関する記載はない。浦城県には、紙傘を生産する家が1925年に10戸ほどあったが、1946年には7戸に減少した。しかも、繁忙期には家で傘を作ったが、オフシーズンには家々を回って雨傘の補修をした^(注41)。あるいは、大田県では、1926年に閩侯出身の林長連が城門外に「林吉利」雨傘店を開設し、年間2,000本の紙傘を生産したという^(注42)。

さらに、表13を見てみると、江西省では靖安と浮梁の2県のみ状況しか知ることができない。このうち、靖安県では1935年に県城に4軒の雨傘店があり、従業員20人が油紙傘を生産したが、その生産量は多くなかったという^(注43)。

河南省と山東省の状況を示している表14を見てみると、華北では河南省6県と山東省1県の1930年代前

表12 1930年代前半における華南の製傘業。

Table 12 Producers of umbrellas in South China, the first half of 1930s.

	県名	軒数	労働者数(人)	資本額(元)	生産品	年間生産量(本)	単価(元)
広東	龍川	8	34	1,600	紙傘	6,400	0.60
	和平	16	173	2,500	紙傘	33,400	0.50
福建	太田	2	10	400	紙傘	—	0.80
	浦城	15	75	3,000	紙傘	45,000	—
	福鼎	5	48	300	紙傘	—	0.50
	松溪	2	5	130	紙傘	1,000	—

典拠)『中国経済年鑑』続編(商務印書館, 1935年)第12章, 226頁より作成

表13 江西省製傘業一覧表。

Table 13 Producers of umbrellas in Jiangxi Province.

県名	軒数	労働者数(人)	資本額(元)	生産品	年生産量(本)	単価(元)
靖安	5	35	1,000	紙傘	24,500	0.65
浮梁	7	7	1,400	紙傘	910	0.40

典拠)『中国経済年鑑』続編(商務印書館, 1935年)第12章, 225～226頁より作成。

表14 1930年代前半における華北の製傘業。

Table 14 Producers of umbrellas in North China, the first half of 1930s.

省名	県名	軒数	労働者数(人)	資本額(元)	生産品	年生産量(本)	単価(元)
河南	禹県	2	9	120	布傘	5,000	0.70
	商水	2	8	500	布傘	3,960	1.50
	博愛	4	26	1,200	紙傘, 布傘	7,000	—
	新鄭	3	18	600	布傘	2,020	1.20
	許昌	4	28	1,400	布傘	6,000	1.00
	内郷	2	8	520	紙傘, 布傘	1,600	1.20
山東	曹県	4	22	400	布傘	1,400	1.50

典拠『中国経済年鑑』続編（商務印書館，1935年）第12章，226頁より作成。

半における状況の一端を示す統計資料があるのみである。しかも、生産されていた傘のほとんど大部分は布傘だった。

IV. おわりに

近代中国における製傘業に関する統計資料は不備であり、また、文献資料も断片的ないし部分的に言及することどまっており、資料から全体像を把握することは難しい。だが、中国では近代においても在来産業が手工業の形態を維持しながらも、その製品に改良を加えて根強く存続し、あるいは、新たに発展していたことを紙傘製造業において確認することができた。

紙傘の主要な材料は、竹を原料とする土紙と竹の柄だったので、紙傘は土紙の主要な生産地において盛んに生産された。土紙は、その原料となる竹の豊富な山間部の農村で農民が副業として生産されることが多かったが、紙傘は县城や鎮などで生産されていたことから、紙傘の生産者は、農民ではなく、都市部の賃金労働者だった。また、傘の販売店が併設した作業場に数人の労働者を雇用して傘を生産している場合が多かった。この点において、土紙が山間部の農民による家内手工業だったのとは差異が見られるが、これは必ずしも発展段階の差異を反映しているとは言い切れない^(註44)。

今後は、紙傘以外の土紙を材料とする扇子などの紙関連製品についても考察し、紙傘との異同について検討してみたい。

注

- (1) 近代中国全体における在来紙業の動向については、拙稿「近代中国における在来製紙業の展開」（鹿児島国際大学附置地域総合研究所『地域総合研究』第34巻第1号，2007年9月），また、主要な省ごとにおける近代土紙業の動向については、拙稿「近代浙江省における手工製紙業の展開」（金沢大学環日本海域環境研究センター『日本海域研究』第39号，2008年2月）・同「近代江西省における手工製紙業の展開」（『日本海域研究』第40号，2009年2月）・同「近代福建省における手工製紙業の展開」（『日本海域研究』第41号，2010年2月）を参照されたい。
- (2) 「中国紙傘之製造及出口」（『工商半月刊』第1巻第18期，1929年9月15日，調査）1頁。実業部中国経済年鑑編纂委員会編『中国経済年鑑』第11章（商務印書館，1934年）839頁にも引用されている。なお、同書の調査時期は1932年から1933年上半年期までとなっている。
- (3) 近代中国土紙業に関する研究動向及び関連資料などについては、拙稿「近代中国における手工製紙業に関する研究と資料について」（東洋文庫近代中国研究班『近代中国研究彙報』第29号，2007年3月）を参照されたい。
- (4) 前掲「中国紙傘之製造及出口」（調査）1頁。
- (5) 中国実業部国際貿易局編『中国実業誌（江蘇省）』（1933年）第8編956頁。
- (6) 前掲「中国紙傘之製造及出口」（調査）3頁。紙以外の材料も、ほぼそれぞれの地元のものが用いられた。
- (7) 前掲書『中国実業誌（江蘇省）』第8編952頁。
- (8) 前掲「中国紙傘之製造及出口」（調査）5頁・8頁。
- (9) 「中国之傘業」（『中外経済周刊』第99号，1925年2月14日）13～15頁。
- (10) 中国実業部国際貿易局編『中国実業誌（浙江省）』

- (1933年) 第7編417頁。
- (11) 注(1)を参照されたい。
- (12) 前掲「中国紙傘之製造及出口」1頁。
- (13) 前掲書『中国実業誌(浙江省)』第7編417頁。
- (14) 『支那省別全誌(浙江省)』(1919年) 662～663頁。
- (15) 前掲書『中国実業誌(浙江省)』第7編433頁。
- (16) 温州市志編纂委員会編『温州市志』(中華書局, 1998年) 1,188頁。ただし、意外にも、永嘉県地方誌編纂委員会編『永嘉県志』(方誌出版社, 2003年)には製傘業に関する記述が全くみられない。
- (17) 伊欽恒「永嘉県之生産事業(続)」(浙江省政府建設庁『建設週刊』第130期, 1934年9月20日)。
- (18) 「取締洋紙・保護棉紙製傘・温処棉紙廠呈請救済・令三区専員妥籌弁法」(『建設週刊』第137期, 1934年11月8日)。
- (19) 「永嘉県組織・紙傘生産合作社・使紙業職工傘商合作・弁法章則由三方擬訂・糾紛解決呈本庁鑑核」(『建設週刊』第164期, 1935年5月16日)。
- (20) 「杭州紙傘調査」(『工商半月刊』第1巻第15期, 1929年8月1日, 調査) 48～50頁・53頁。
- (21) 『中国経済年鑑』第3編(商務印書館, 1936年) 第12章158～159頁。なお、同書の調査時期は1934年7月から1935年6月までとなっているが、当該部分の典拠は『上海中華日報』1934年4月30日に掲載されたものであるという。
- (22) 邵建徳「余杭紙傘」(余杭市政協委員会『余杭文史資料』第5輯, 1989年12月) 122～123頁。
- (23) 前掲「中国紙傘之製造出口」1頁。
- (24) 前掲書『中国実業誌(江蘇省)』第8編951頁。
- (25) 同上書第8編951頁。その他に、鎮江・丹陽・宜興・溧陽・無錫・常熟・江陰・泰興などがある。
- (26) 《溧陽県志》編纂委員会編『溧陽県志』(江蘇人民出版社, 1992年) 285頁。
- (27) 鎮江市地方志編纂委員会編『鎮江市志』(上海社会科学院出版社, 1993年) 836～837頁。
- (28) 前掲「中国紙傘之製造出口」1頁。
- (29) 実業部国際貿易局編『中国実業誌(湖南省)』(1937年) 第7編378～379頁。
- (30) 同上書第7編374頁。
- (31) 常德市志編纂委員会編『常德市志』(中国科学技術出版社, 1993年) 165頁。
- (32) 湖南省寧郷県志編纂委員会編『寧郷県志』(中国大百科全書出版社, 1995年) 320頁。
- (33) 湖南省平江県志編纂委員会編『平江県志』(中国大百科全書出版社, 1994年) 264頁。
- (34) 湘郷県志編纂委員会編『湘郷県志』(湖南出版社, 1993年) 340～341頁。
- (35) 衡陽市地方志編纂委員会編『衡陽市志』(湖南人民出版社, 1998年) 1,724頁。
- (36) 湘潭県地方志編纂委員会編『湘潭県志』(湖南人民出版社, 1995年) 465頁。
- (37) 瀏陽県地方志編纂委員会編『瀏陽県志』(中国城市出版社, 1994年) 529頁。
- (38) 前掲「中国紙傘之製造出口」1頁。
- (39) 仏山市地方志編纂委員会編『仏山市志』(広東人民出版社, 1994年) 1,118頁・1,151頁。
- (40) 前掲「中国紙傘之製造出口」1頁。
- (41) 浦城県地方志編纂委員会編『浦城県志』(中華書局, 1994年) 406頁。
- (42) 大田県地方編纂委員会編『大田県志』(中華書局, 1996年) 353頁。
- (43) 江西省靖安県志編纂委員会編『靖安県志』(江西人民出版社, 1989年) 241頁。
- (44) 家内手工業と工場制手工業の発展段階の差については、弁納オ一『華中農村経済と近代化—近代中国農村経済史像の再構築への試み』(汲古書院, 2004年)が論じており、参考になった。

Preliminary Results from the R. V. *Tansei-maru* Cruise KT99-14 in the Central and Northeastern Marginal Parts of the Japan Sea (Part III: Depositional Facies of P-11 Core from the Yamato Bank)

Shinji TSUKAWAKI^{1*}, Hanako DOMITSU² and Motoyoshi ODA³

2011年8月18日受付, Received 18 August 2011
2011年12月7日受付, Accepted 7 December 2011

Abstract

The core KT99-14 P-11 recovered from the eastern part of the Yamato Bank in the central part of the Japan Sea at a water depth of 888m is composed mainly of bioturbated mud with five intercalations of volcanic ash layer. No marked erosional surfaces were recognisable in the core. The uppermost ash layer at 110 to 115 cm below sea-floor can be correlated lithologically with Aira-Tn ash (AT ash).

Key Words: depositional facies, deep-sea core, Japan Sea, Yamato Bank, AT ash, R/V *Tansei-maru*

I. Introduction

Four piston cored sediments, KT99-14 P-8, -9, -10, and -11, were recovered from the flat top, the upper part of the eastern slope and the lower part of the southern slope of the East Bank of the Yamato Bank in the central Japan Sea (Fig. 1) during the R. V. *Tansei-maru* Cruise KT99-14 (Tsukawaki *et al.*, 2001) from the 13th to 21st of September, 1999 and lithological facies of the core P-9 was already reported (Tsukawaki, 2003). This short article purposes to describe lithological facies and volume magnetic susceptibility of the core KT99-14 P-11 recovered from the southern slope of the bank (Latitude 39°26.9'N, Longitude 135°51.5'E, 888m deep) to provide its basic information for palaeoceanographic studies in the central part of the Japan Sea.

II. Topography of Sampling Site

The Yamato Bank, 230 km long and 55 km wide with an E-W trend, is situated in the southern part of the Yamato Rise which is the largest and most conspicuous topographic high in the Japan Sea. The shallowest part, 236 m deep, is situated in the central part of the bank (Iwabuchi, 1968). Several topographical highs with flat tops and depressions are recognised on the bank. The bank is divided into the West, Central and East Banks roughly by the longitudinal lines of 134°40'E and 135°35'E, respectively (Iwabuchi, 1968). The core KT99-14 P-11 was obtained from the upper part of a broad valley in the southern slope of the East Bank at a water depth of 888 m (Fig. 1).

¹Division of Eco-Technology, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan

²School of Environmental Science, The University of Shiga Prefecture, 2500, Hassaka-cho, Hikone, 522-8533 Japan

³Professor Emeritus, Tohoku University, 6-3 Aza-Aoba, Aramaki, Aoba-ku, Sendai, 980-8578 Japan

* Author for correspondence

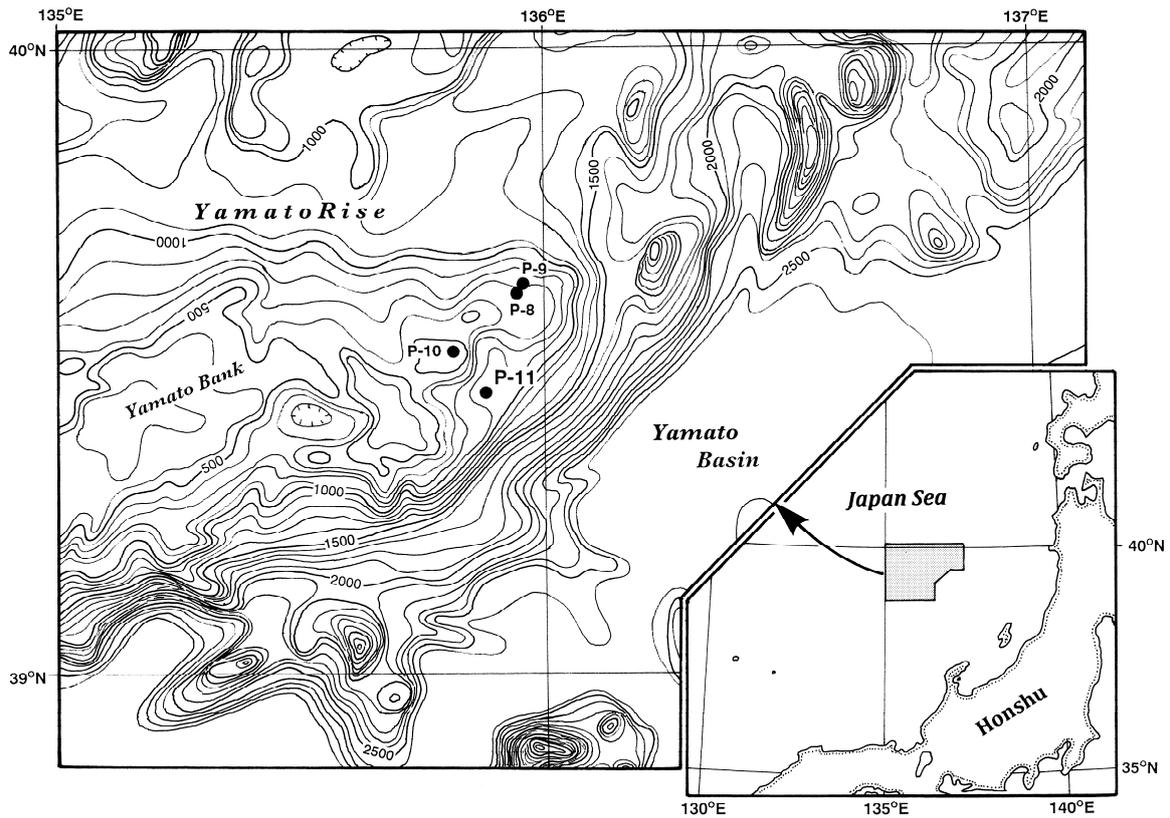


Fig. 1 Submarine topography and sampling site of the core KT99-14 P-11 and other cores in the Yamato Bank, central Japan Sea during R/V *Tansei-maru* cruise KT99-14 (Hydrographic Department, M. S. A., Japan, 1979).

III. Sampling Methods and Analytical Procedures

A six-metres-long stainless-steel pipe piston core sampler with a 600 kg weight and a 70-cm-long Nasu type pilot core sampler were utilised to obtain cored sediments. Volume magnetic susceptibility were measured first at 1 cm intervals by using a Barrington pass through type magnetic susceptibility system model MS-2. Then, each sediment that had been kept at about 4°C since its recovery was cut vertically into two halves by a nylon fishing line. One of these was processed for sedimentological investigations at a laboratory of the General Education Hall, Kanazawa University, and the other was processed for palaeoceanographic investigations in Tohoku University.

The cutting surface of the former was shaved first by a stainless-steel spatula, and then brushed well by spraying a water atomiser for detailed visual observations. After visual observations and core

descriptions were made, an 8 mm thick, 7 cm wide and 20 cm long sliced sediment was cased in a plastic box from the cutting surface for soft X-ray radiograph observation through the core.

For X-raying, the boxed samples were placed on Fuji industrial X-ray film type IX-100. The source-to-sample distance on the X-ray unit, SOFTEX type M-60, was 70 cm. Voltage, amperage and exposure time were hold constant at 50 kVp, 4 mA and 60 - 90 seconds, respectively. The exposed X-ray films were immediately processed by the EK type D-19 film developer for 5 minutes. Microscopic observations using a number of smear slides for fine-grained sediments and thin sections for coarse-grained sediments conducted to the textural and compositional description of a certain number of horizons for cored sediments.

IV. Depositional Facies of KT05-4 P-11 Core

Figure 2 shows the columnar diagram of the core KT99-14 P-11 based on visual observation under normal light. The core, 475 cm long, is composed mostly of

bioturbated mud with various grades of biogenic disturbance. Five volcanic ash layers intercalated at 110 to 115 cm, 182 to 183 cm, 285 to 290 cm, 316 to 320 cm, and 454 to 454 cm below sea-floor. Selected soft X-ray radiographs are shown in Plates 1 and 2.

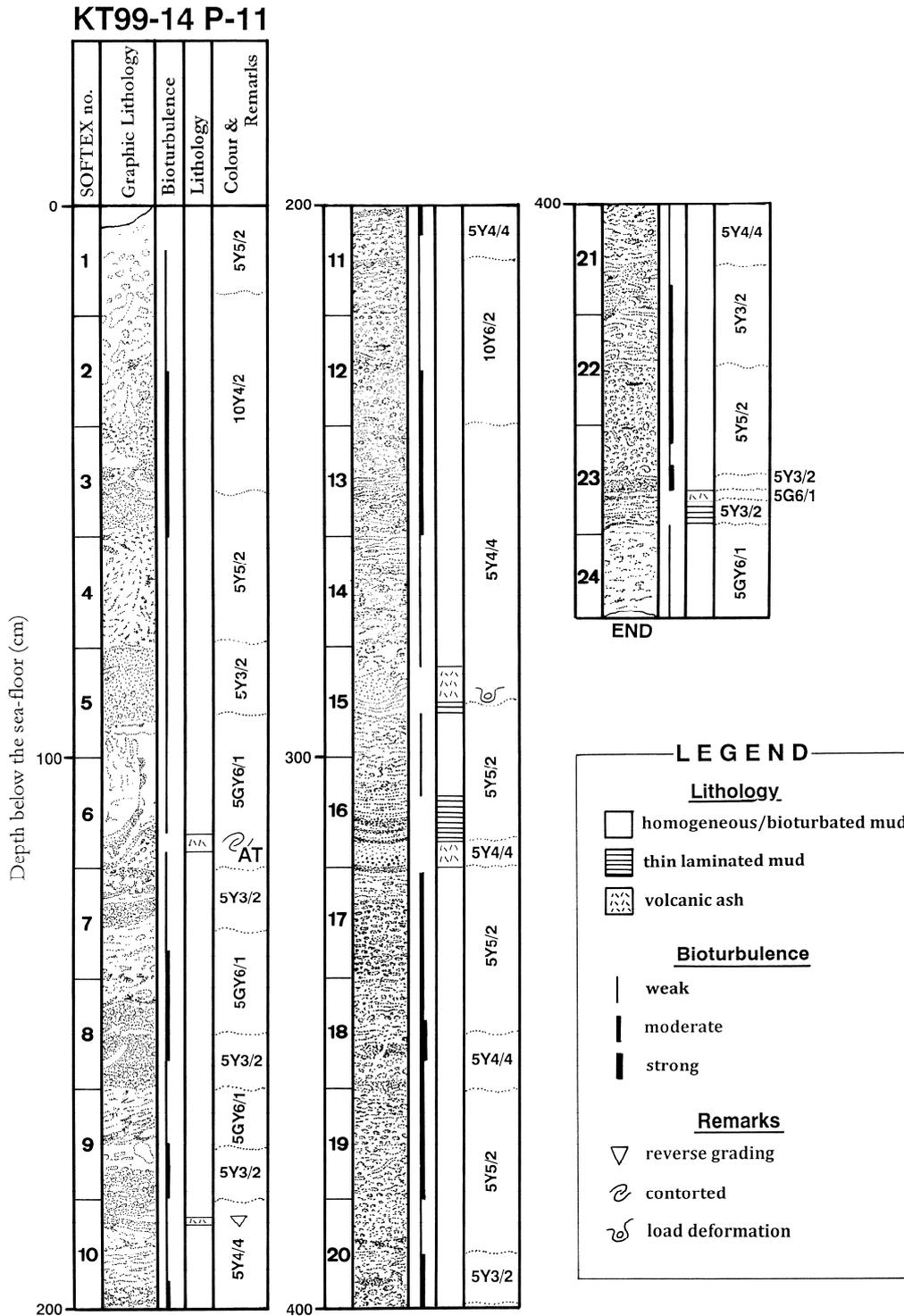


Fig. 2 Graphic descriptions of the core KT99-14 P-11.

The uppermost 15 cm of the core is composed of less bioturbated light olive grey soft mud. Planktonic foraminiferal tests are frequently recognisable in the mud. Below the soft mud, rather compact greyish olive mud, about 40 cm thick (about 15 to 55 cm below sea-floor), in which large pale burrows are frequently developed (Plate 1, fig. 1) overlies an about 25 cm thick light olive grey mud (55 to 80 cm ditto) in which tiny burrows are markedly developed, followed by an about 15 cm thick less bioturbated olive grey mud (80 to 95 cm ditto, Plate 1, fig. 2), then an about 15 cm thick weakly bioturbated greenish grey compact mud (95 to 110 cm ditto). Each boundary between these muds is transitional.

An about five centimetres thick light greenish grey contorted fine- to medium-grained volcanic ash layer is intercalated at about 110 to 115 cm below sea-floor. An about 15 cm thick olive grey mud (115 to 130 cm ditto, Plate 1, fig. 3 upper) underlies the ash layer with a sharp but undulated boundary. Biogenic disturbance is weakly developed in the mud. Below the mud, an about 15 cm thick moderately bioturbated greenish grey compact mud (130 to 145 cm ditto, Plate 1, fig. 3 lower) overlies an about 15 cm thick olive grey bioturbated mud (145 to 160 cm ditto) in which small grey burrows are developed, followed by an about 8 cm thick less bioturbated greenish grey mud (160 to 168 cm ditto), then bioturbated olive grey mud, about 14 cm thick (168 to 182 cm ditto) in which planktonic foraminiferal tests are dominant. Each boundary between these mud layers is transitional.

A thin yellowish grey very fine-grained volcanic ash layer, about one centimetre thick (Plate 1, fig. 4 upper), is intercalated at 182 to 183 cm below sea-floor. A weak reverse grading is observed within the layer. An about 27 cm thick less bioturbated moderate olive brown mud (183 to 210 cm ditto, Plate 1, fig. 4 lower) underlies the ash layer. Below the mud, an about 30 cm thick pale olive compact mud (210 to 240 cm ditto) in which tiny borrows are developed overlies an about 45 cm thick bioturbated mud (240 to 285 cm ditto). Strong biogenic disturbance is developed in the upper half of the mud (Plate 2, fig. 1)

An about five centimetres thick light olive grey fine-grained volcanic ash layer is intercalated at 285 to 290 cm below sea-floor. The boundary between the ash layer and the underlain thinly laminated light olive grey mud, about two centimetres thick, is sharp but warped downwards. An about 13 cm thick light olive grey compact less bioturbated mud (292 to 305 cm ditto) underlies the thinly laminated mud followed by an about 11 cm thick thinly laminated mud (305 to 316 cm ditto) in which no biogenic disturbance is recognisable.

A moderate olive brown volcanic ash layer, about four centimetres thick, composed mainly of medium- to coarse-grained grey pumice underlies the above-stated thin laminated mud layer with a transitional boundary, followed by an about 30 cm thick bioturbated light olive grey mud (320 to 350 cm ditto, Plate 2, fig. 2 upper), then an about 10 cm thick strongly bioturbated moderate olive brown mud (350 to 360 cm ditto, Plate 2, fig. 2 lower), light olive grey bioturbated mud, about 30 cm thick (360 to 390 cm ditto), olive grey strongly bioturbated mud, about 10 cm thick (390 to 400 cm ditto), less bioturbated moderate olive brown mud, about 10 cm thick (400 to 410 cm ditto, Plate 2, fig. 3 upper), moderately bioturbated olive grey mud, about 20 cm thick (410 to 430 cm ditto, Plate 2, fig. 3 lower), light olive grey bioturbated mud, about 20 cm thick (430 to 450 cm ditto, Plate 2, fig. 4 upper), and thin olive grey strongly bioturbated mud, about 4 cm thick (450 to 454 cm ditto, Plate 2, fig. 4 middle). Each boundary between these mud layers is transitional.

An about one centimetre thick greyish green volcanic ash layer composed of very fine-grained volcanic glass shards is recognised at about 454 to 455 cm below sea-floor (Plate 2, fig. 4 middle). Below the ash layer, thinly laminated olive grey mud (454 to 457 cm ditto), about three centimetres thick, overlies an about 15 cm thick less bioturbated greenish grey compact mud (457 to 475 cm ditto, Plate 2, fig. 4 lower).

V. Volume Magnetic Susceptibility

Figure 3 shows vertical fluctuations in volume magnetic susceptibility (VMS) through the core

KT99-14 P-11. The VMS of the upper 190 cm is rather low around 5×10^{-6} c.g.s. with a broad trough around 80 cm below sea-floor, and a sharp trough around 180 cm. A sharp peak, around 38×10^{-6} c.g.s., is recognised around 200 cm which corresponds to less the bioturbated moderate olive brown mud layer. The VMS of the lower part of the core is also low around 7×10^{-6} c.g.s. with broad peaks around 290 and 370 cm below sea-floor.

VI. Discussion – Intercalated Volcanic Ash Layers

Five volcanic ash layers are recognised in the core KT99-14 P-11 at 110 to 115 cm, 182 to 183 cm, 285 to 290 cm, 316 to 320 cm and 454 to 455 cm below sea-floor.

The uppermost ash layer, about 5 cm thick, consists mainly of clear and colourless bubble wall type fine- to medium-grained volcanic glass shards without any phenocrysts. These lithological features and the depth of the ash layer below the sea-floor in the central Japan Sea suggest that this volcanic ash layer can be correlative with the Aira-Tn (AT) tephra (Machida and Arai, 1976) discovered in many cored sediments from the central to south Japan Sea (Machida and Arai, 1992).

On the other hand, the lowermost volcanic ash layer is composed of medium- to coarse-grained pumice with a certain amount of phenocrysts such as orthopyroxene and clinopyroxene, and other three volcanic ash layers consist mainly of fine-grained pumice type volcanic glass shards with a little amount of phenocrysts. Many volcanic ash layers having similar lithology are known from the central part of the Japan Sea (Machida and Arai, 1996). Since it is not attributable to distinguish them under the microscopic observations, the correlations of these volcanic ash layers should be left pending.

VII. Concluding Remarks

The depositional facies of the core KT99-14 P-11 obtained from the southern slope of the Yamato Bank, central Japan Sea is summarised as follows:

1. The cored sediment, 475 cm long, is composed

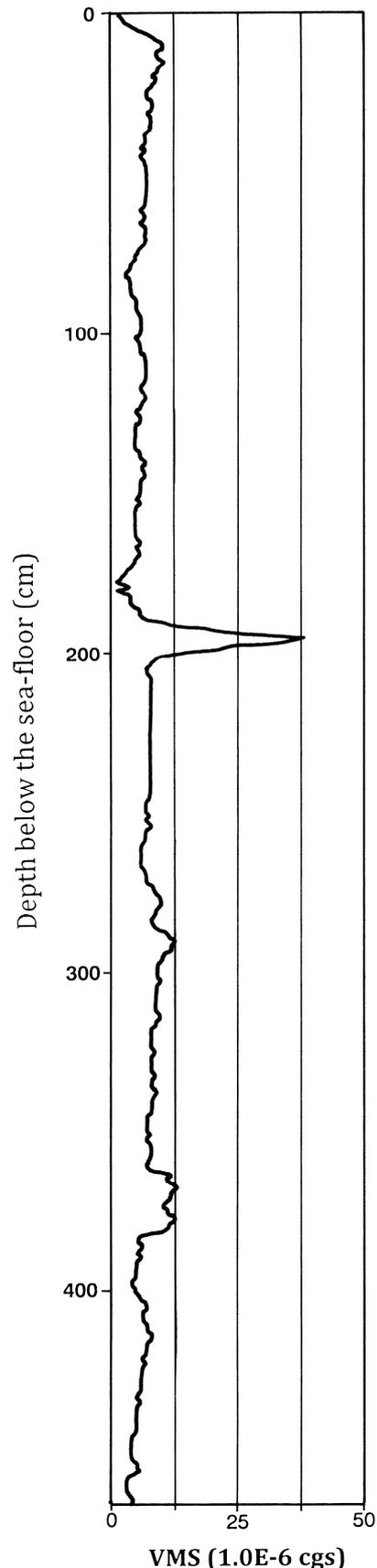


Fig. 3 Volume magnetic susceptibility of the core KT99-14 P-11.

mainly of bioturbated mud with several intercalations of thin laminated mud layers. No marked erosional surfaces are recognisable through the core.

2. Five volcanic ash layers are intercalated in the core. The uppermost ash layer, 110 to 115 cm below sea-floor, can be correlative with the Aira-Tn tephra but correlations of other four ash layers are left pending.

Acknowledgements: The authors express their sincere gratitude to Captain S. Namba and all crews of the R. V. *Tansei-maru*, JAMSTEC / Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, for their help during cruise KT99-14. Thanks are also due to all onboard scientists for their help during the cruise.

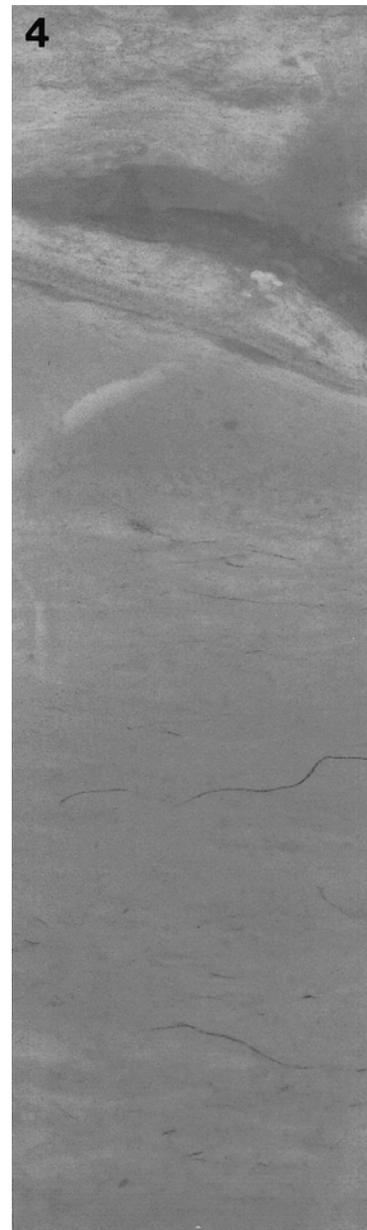
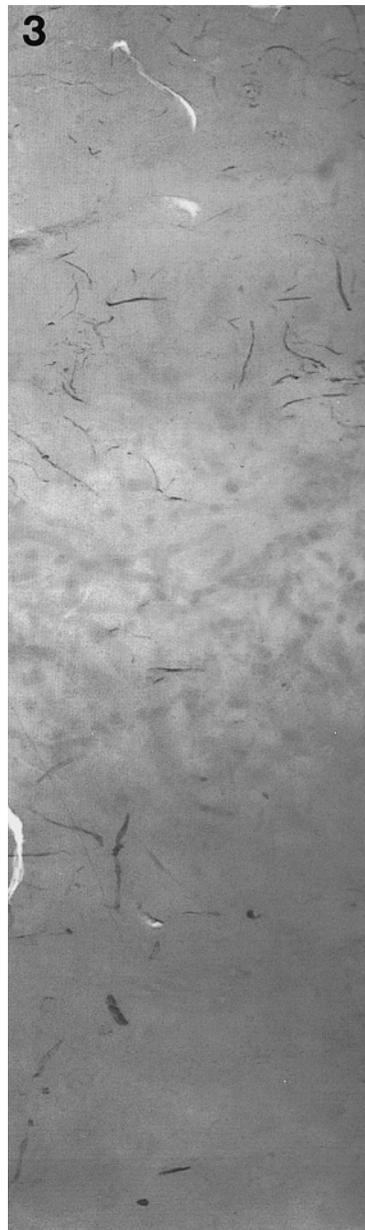
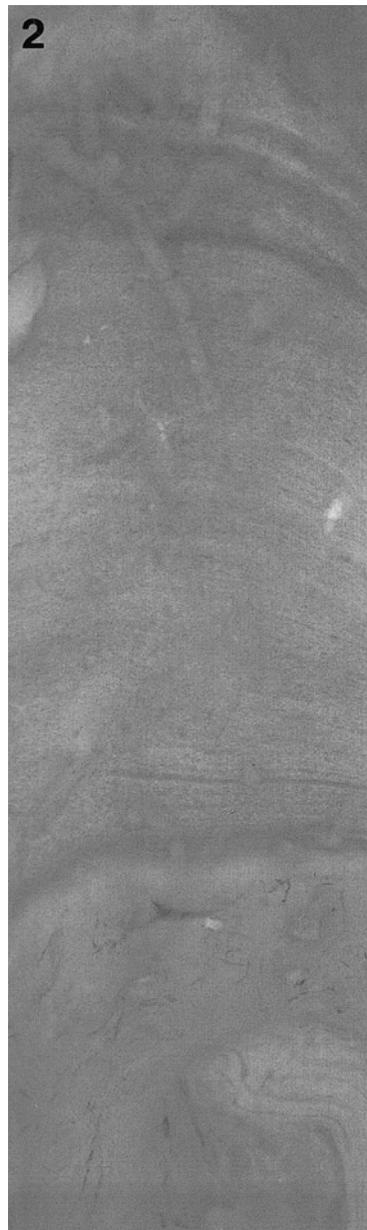
References

- Hydrographic Department, M. S. A., Japan, 1979: *1: 1,000,000 Bathymetric Chart, no. 6312, Northeast Nippon*. Maritime Safety Agency, Tokyo.
- Iwabuchi, Y., 1968: Submarine geology of the southeastern part of the Japan Sea. *Contributions of Institute of Geology and Paleontology, Tohoku University*, **66**, 1-76. (in Japanese with English abstract)
- Machida, H. and Arai, F., 1976: The discovery and significance of the very widespread tephra: The Aira-Tn ash. *Kagaku*, **46**, 339-347. (in Japanese)
- Machida, H. and Arai, F., 1992: *Atlas of Tephra in and around Japan*. Tokyo University Press, Tokyo, 276p. (in Japanese)
- Tsukawaki, S., 2003: Preliminary results from the R. V. *Tansei-maru* cruise KT99-14 in the central and northeastern marginal parts of the Japan Sea (Part II: Depositional facies of P-9 core from the Yamato Bank). *Bull. Japan Sea Res. Inst., Kanazawa Univ.*, **34**, 55-65.
- Tsukawaki, S., Ozawa, H., Domitsu, H., Hirano, K., Maeda, T., Tomii, Y., Saito, S., Kamiya, T., Kato, M. and Oda, M., 2001: Preliminary results from the R. V. *Tansei-maru* cruise KT99-14 in the central and northeastern marginal parts of the Japan Sea - sediments, benthic and planktonic foraminifers, and ostracodes - (Part 1: surface sediments). *Bull. Japan Sea Res. Inst., Kanazawa Univ.*, **32**, 1-28.

Explanation of Plate 1

Selected soft X-ray radiographs of the upper half of the core KT99-14 P-11.

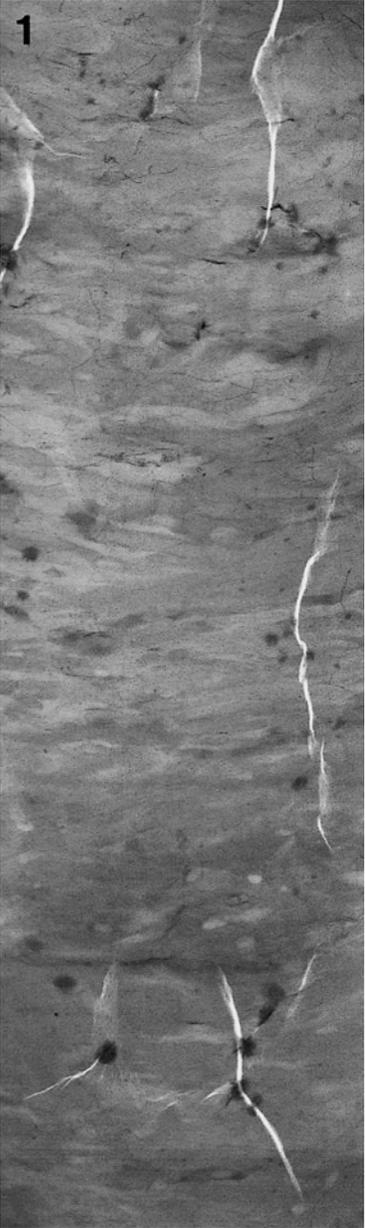
- Fig. 1 Compact greyish olive mud with large pale burrows at 41 to 58 cm below sea-floor.
- Fig. 2 Upper less bioturbated olive grey mud (12 cm thick) and lower weakly bioturbated greenish grey compact mud at 81 to 98 cm below sea-floor. Thin laminations are recognisable in the upper mud.
- Fig. 3 Upper less bioturbated olive grey mud (12 cm thick) and lower moderately bioturbated greenish grey compact mud at 122 to 139 cm below sea-floor.
- Fig. 4 Upper bioturbated olive grey mud (3 cm thick) and lower less bioturbated moderate olive brown mud at 181 to 199 cm below sea-floor. A thin yellowish grey very fine-grained volcanic ash layer, about one centimetre thick, is intercalated between them.



Explanation of Plate 2

Selected soft X-ray radiographs of the lower half of the core KT99-14 P-11.

- Fig. 1 Pale olive compact mud at 222 to 239 cm below sea-floor. Small borrows are developed in the mud.
- Fig. 2 Upper less bioturbated light olive grey mud (10 cm thick) and lower moderately bioturbated moderate olive brown mud at 342 to 359 cm below sea-floor.
- Fig. 3 Upper less bioturbated moderate olive brown mud (10 cm thick) and lower moderately bioturbated olive grey mud at 400 to 418 cm below sea-floor.
- Fig. 4 Upper light olive grey bioturbated mud (10 cm thick) and lower thinly laminated mud at 440 to 457 cm below sea-floor. A one centimetre thick greyish green volcanic ash layer is intercalated between them.



日本海中央部ならびに北東縁部における 淡青丸KT99-14次航海の予察的成果 (第3部：大和堆で採取されたP-11コアの堆積相)

塚脇真二¹・堂満華子²・尾田太良³

要 旨

日本海中央部大和堆東部の水深888mの海底から採取されたKT99-14 P-11コア（全長475 cm）はほぼ全体をとおして生物擾乱が発達する緑灰色～暗灰色の泥から構成され，平行葉理が発達する泥ならびに5枚の火山灰層が挟在する。明瞭な浸食面はコアをとおして認められない。最上位となる火山灰層（海底下110-115 cm）はその岩相上の特徴にもとづき始良-Tn（AT）火山灰に対比される。

キーワード：海底コア，堆積相，日本海，大和堆，始良-Tn火山灰，淡青丸

¹金沢大学環日本海域環境研究センター エコテクノロジー研究部門 〒920-1192 石川県金沢市角間町

²滋賀県立大学環境科学部 〒522-8533 滋賀県彦根市八坂町2500

³東北大学名誉教授 〒980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-3

Preliminary Results from Sediment Sampling of the R. V. *Tansei-maru* Cruise KT05-9 in the Central and Southwestern Parts of the Japan Sea, the Yamato Bank, off Wakasa Bay and off Kurobe River, Central Japan

Shinji TSUKAWAKI^{1*}, Hanako DOMITSU², Yasuyuki FUKAYA³, Masami FURUUCHI⁴,
Kotaro KAMADA⁵, Takahiro KAMIYA⁶, Michito KUMAKIRI⁷, Takahiro MURASE⁸,
Takeo SAKANO⁹, Tadahisa SEIKAI¹⁰ and Yoshie TAKAHASHI¹¹

2011年8月18日受付, Received 18 August 2011
2011年12月7日受付, Accepted 7 December 2011

Abstract

Submarine surface sediments were collected in the central part of the Japan Sea, the Yamato Bank, and the southwestern parts of the sea, off Wakasa Bay and off Kurobe River, central Japan from the 2nd to 8th of May 2005 during the R. V. *Tansei-maru* cruise KT05-9. This article describes the preliminary results of on-board observation of the sediment samples.

Key Words: submarine sediment, Japan Sea, Wakasa Bay, Oki Trough, Kurobe River, Yamato Bank, R/V *Tansei-maru*

I. Introduction

Marine geology and micropalaeontology were investigated in the central part of the Japan Sea, the Yamato Bank, and the southwestern marginal parts of the sea, off Wakasa Bay and off Kurobe River, central Japan, from the 2nd to 8th of May 2005 during the R. V. *Tansei-maru* cruise KT05-9 as a part in a series on

pursuing time-spatial distribution of depositional facies and spatial distribution of present micro-organisms in the Japan Sea. This article reports results of surface sediment sampling and on-board observation of them during the cruise. Results from sedimentological and micropalaeontological analyses in the laboratory of them, and results from marine biological dredge sampling, plankton net sampling, and lithological descriptions of

¹Division of Eco-Technology, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan

²School of Environmental Science, The University of Shiga Prefecture, 2500, Hassaka-cho, Hikone, 522-8533 Japan

³Bellcadia, Co. Ltd., 33-20 Shin-machi 1 chome, Nishi-ku, Osaka, 550-0013 Japan

⁴School of Environmental Design, College of Science and Technology, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan

⁵Department of Geology, Faculty of Education, Hirosaki University, 1 Bunkyo-machi, Hirosaki, 035-8560 Japan

⁶School of Natural System, College of Science and Technology, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan

⁷Tsurugi High School, 710 Tsukihashi-machi, Hakusan, 920-2104 Japan

⁸Central Nippon Expressway Co. Ltd., 18-19 Nishiki 2 chome, Naka-ku, Nagoya, 460-0003 Japan

⁹Seiryō High School, 206 Kosaka-machi Minami, Kanazawa, 920-0811 Japan

¹⁰Faculty of Marine Bioscience, Fukui Prefectural University, 1-1 Gakuen-machi, Obama, 917-0003 Japan

¹¹Sapporo Daiichi High School, 10-15 Tsukisappu-Nishi 1 jo 9 chome, Toyohira-ku, Sapporo, 062-0021 Japan

* Author for correspondence

piston- and multiple-cores will be published elsewhere.

Many geological, geophysical and micropalaeontological studies have been made in the Japan Sea mainly by the Hydrographic Department, M.S.A., Japan (*e. g.* Iwabuchi, 1968), the Geological Survey of Japan / AIST (*e. g.* Arita and Okamura, 1989; Ikehara and Okamura ed., 1999), Ocean Research Institute, the University of Tokyo (*e. g.*, Kobayashi, ed., 1984), the DSDP / ODP (*e. g.* Ingle *et al.*, 1990) and others (*e. g.* Oba *et al.*, 1991;

Tsukawaki *et al.*, 2000, 2001, 2002, 2003, 2005).

Taking these previous studies into account, grab surface sediment sampling sites were selected in the continental shelf and the continental slope off Wakasa Bay reaching to the bottom floor of the Oki Trough in the southwestern marginal part of the Japan Sea (Fig. 1B). Piston coring sites are selected in a broad valley in the east of the Yamato Bank, and marine biological dredge sites were located in a flat top of the east of the

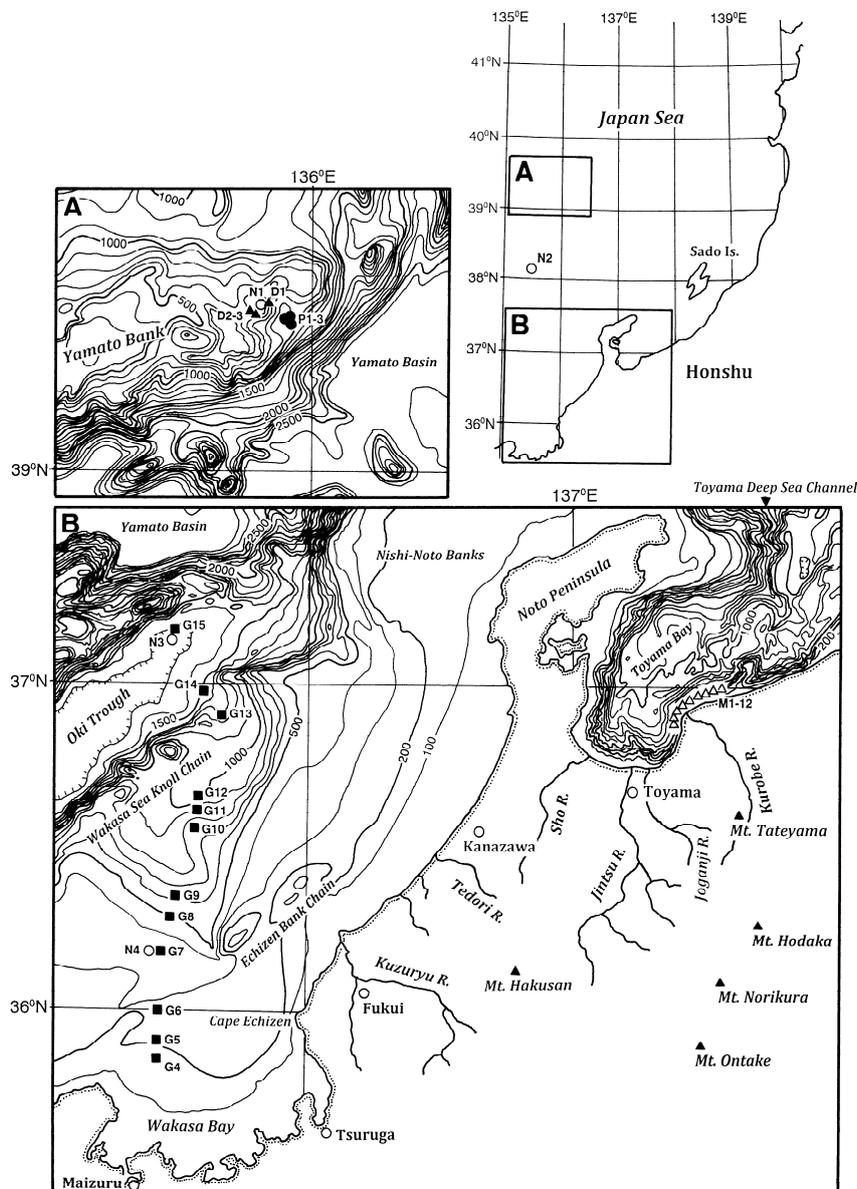


Fig. 1 Submarine topography of the studied areas, and sampling sites of piston cored sediment (solid circles) and biological dredge sampling sites (solid triangles) in the Yamato Bank in the central part of the Japan Sea (Fig. 1A), grab surface sediment sampling sites (solid squares) off Wakasa Bay in the southern part of the sea and multiple cored sediment sites (open triangles) in the Toyama Bay, central Honshu of R. V. *Tansei-maru* Cruise KT05-9 (Fig. 1B) based on Hydrographic Department, M. S. A., Japan (1979). Plankton net sampling sites are indicated by open circles.

bank (Fig. 1A). Multiple coring sites were selected in the continental shelf area of the Toyama Bay, nearby the river mouth of the Kurobe River, Toyama Prefecture (Fig. 1B). Plankton net samplings were carried out along a line of longitude 135°30'E (Fig. 1).

A six-metres-long stainless steel pipe piston core sampler with a 600 kg weight and a 70-cm-long Nasu type pilot core sampler were utilised to obtain cored sediments, and an Okean-type grab sampler, 1,250 cm² in sampling area, with extra weights was used to obtain bottom surface sediments and benthic organisms during the cruise. A multiple type sediment core sampler with six 60-cm-long tubes was used to recover surface sediments off Kurobe River area.

II. Topography of Survey Areas

The survey areas of the KT05-9 cruise are divided into 1) Yamato Bank, 2) continental shelf to continental slope off Wakasa Bay and the Oki Trough, and 3) inner continental shelf off Kurobe River (Fig. 1).

The Yamato Bank, 230 km long and 55 km wide with an E-W trend, is situated in the southern part of the Yamato Rise, which is the largest and most conspicuous topographic high in the Japan Sea. The shallowest part, 236 m deep, is situated in the central part of the bank (Iwabuchi, 1968). Several topographical highs with flat tops and gentle depressions are recognised on the bank. The bank is divided into the West, Central and East Banks roughly by the longitudinal lines of 134°40'E and 135°35'E (Iwabuchi, 1968). Three piston coring sites were located in a broad valley south of the East Bank at water depths of 951 to 1,223 m, and three biological dredge sites were located in the flat top of the bank around 500 m deep.

The wide and shallow Wakasa Bay bounded from the Japan Sea by a line between Capes of Echizen and Kyoga-misaki, is characterised by a rias coastline which is scarce in the coast of the Japan Sea side of Honshu. The bottom topography of the bay is flat and deepens gently northwards. The continental shelf north off the bay is wide and flat, and is bounded on the continental slope by the Echizen Bank Chain having a NE-SW trend

around 200 m deep. The continental slope also deepens gently to the Oki Trough north-westwards, a broad submarine valley which starts on the south of the bank chain is situated on the slope. The Wakasa Sea Knoll Chain with a NE-SW trend around 1,000 m deep forms the boundary between the slope and the Oki Trough. The grab surface sampling line starts on the north of the bay at 177 m deep in the outer continental shelf to the bottom floor of the trough at 1,762 m deep northwards crossing over the valley.

The river mouth of the Kurobe River is situated on the southeast of the Toyama Bay which is one of the deepest bays around the Japanese Islands. The continental shelf around the bay is very narrow and steep followed by steep continental slope to the bottom of the bay deeper than 1,000 m. The multiple coring sites were located on the narrow continental shelf around the river mouth area.

III. Results of Sediment Samplings and Onboard Observation of Sediments

Three piston cored sediments from three sites and three biological dredge samples from three sites, 13 grab surface sediments from 12 sites, and 10 multiple cored sediments from 10 sites were successfully obtained from the Yamato Bank, along the sampling line from the Wakasa Bay to the Oki Trough, and the continental shelf around off Kurobe River in the Toyama Bay, respectively (Fig. 1, Table 1).

1) Yamato Bank

Three piston cored sediments, P-1 (about 350 cm long), P-2 (about 460 cm long) and P-3 (about 500 cm long) were recovered from a broad submarine valley in the south of the East Bank at water depths of 951, 975, and 1,223 m, respectively. In spite of their detailed sedimentological descriptions have not been made in the laboratory, they are composed mostly of olive grey homogeneous mud judged from their horizontal cutting surfaces (Table 1).

A little amount of andesitic pebble- to cobble-gravels with a certain amount of benthic organisms were

Table 1 Results of sampling on the R. V. *Tansei-maru* cruise KT05-9 in the Yamato Bank, central Japan Sea, and off Wakasa Bay and off Kurobe River southern Japan Sea.

Station	Locality	Date (D/M/Y)	Sampler	Time Hit	Longitude (E)	Latitude (N)	Water Depth (m)	Sediment Recovery (cm or %)	Sediment Type
KT05-9 D-1	Yamato Bank	03/05/05	B Dreger	19:18	39 30.9371	135 49.0455	523	-	a little amount of andesitic pebble- to cobble-gravels with a little amount of benthic organisms
KT05-9 D-1'	Yamato Bank	03/05/05	B Dreger	20:12	39 30.8613	135 49.0336	533	-	a little amount of andesitic pebble- to cobble-gravels with a little amount of benthic organisms and fishes
KT05-9 N-1	Yamato Bank	03/05/05	NORPAC	20:45	39 31.0873	135 50.4279	610	-	-
KT05-9 P-1	Yamato Bank	04/05/05	5.5m-PC	08:30	39 27.2323	135 52.2153	951	350 cm	olive grey homogeneous mud on cutting surfaces, surface brownish olive and soupy
KT05-9 P-3	Yamato Bank	04/05/05	5.5m-PC	10:29	39 26.2538	135 55.5949	1,223	460 cm	olive grey homogeneous mud on cutting surfaces, surface brownish olive and soupy
KT05-9 P-2	Yamato Bank	04/05/05	5.5m-PC	12:35	39 27.9805	135 52.6293	975	500 cm	olive grey homogeneous mud on cutting surfaces, surface brownish olive and soupy
KT05-9 D-2	Yamato Bank	04/05/05	B Dreger	14:03	39 28.1616	135 44.4073	597	-	a large volume of dark olive grey muddy fine-grained sand with a little amount of benthic organisms
KT05-9 D-3	Yamato Bank	04/05/05	B Dreger	15:49	39 28.7088	135 42.6253	523	-	a certain amount of black pebble- to cobble-gravels with a little amount of benthic organisms
KT05-9 N-2	Yamato Bank	05/05/05	NORPAC	00:38	38 10.0789	135 30.0602	2,968	-	-
KT05-9 N-3	Oki Trough	05/05/05	NORPAC	07:50	37 10.3630	135 30.0451	1,755	-	-
KT05-9 G-15	off Wakasa Bay	05/05/05	Okean L	11:14	37 09.8374	135 28.3419	1,762	0%	a very small quantity of fine-grained sand with fragments of benthic organisms
KT05-9 G-15'	off Wakasa Bay	05/05/05	Okean L	12:29	37 09.7016	135 27.9975	1,760	30%	olive grey homogeneous compact sticky mud, surface a few millimetres thick reddish brown soupy mud
KT05-9 G-14	off Wakasa Bay	05/05/05	Okean L	14:50	37 58.0795	135 36.8586	1,486	70%	bluish olive grey homogeneous compact mud, surface a few centimetres thick reddish brown soft mud
KT05-9 G-13	off Wakasa Bay	05/05/05	Okean L	16:22	36 53.1544	135 40.3071	1,258	20%	bluish olive grey homogeneous compact mud, surface a half centimetre thick reddish brown soupy mud
KT05-9 G-12	off Wakasa Bay	05/05/05	Okean L	18:24	36 38.7536	135 36.6126	979	40%	bluish olive grey homogeneous compact mud, surface one centimetre thick reddish brown soupy mud
KT05-9 G-11	off Wakasa Bay	05/05/05	Okean L	19:18	36 36.6870	135 36.4098	891	40%	olive grey homogeneous mud, surface a half centimetre reddish brown soupy mud
KT05-9 G-10	off Wakasa Bay	05/05/05	Okean L	20:19	36 33.8776	135 35.6092	757	45%	olive grey homogeneous mud, surface a few millimetres thick reddish brown soupy mud
KT05-9 G-9	off Wakasa Bay	05/05/05	Okean L	22:19	36 20.6026	135 32.0872	616	30%	mottled sediments of bluish grey semi-consolidated mudstone and soft bluish grey mud
KT05-9 G-8	off Wakasa Bay	05/05/05	Okean L	23:17	36 17.1217	135 31.6387	511	40%	dark olive grey fine-grained sandy mud in upper 4 cms, bluish grey semi-consolidated mudstone in lower
KT05-9 G-7	off Wakasa Bay	06/05/05	Okean L	00:24	36 10.3318	135 29.7714	355	50%	dark olive grey fine-grained sandy mud in upper 4 cms, bluish grey semi-consolidated mudstone in lower
KT05-9 N-4	off Wakasa Bay	06/05/05	NORPAC	00:54	36 10.3318	135 29.7714	355	-	-
KT05-9 G-6	off Wakasa Bay	06/05/05	Okean L	03:56	36 00.2353	135 29.7846	265	60%	olive grey soft fine-grained sandy mud in upper 3 cms, olive grey compact mud in lower, serpent stars
KT05-9 G-5	off Wakasa Bay	06/05/05	Okean L	04:55	35 53.2805	135 28.2862	200	80%	dark olive grey homogeneous fine-grained sandy mud, lower compact sandy mud, serpent stars
KT05-9 G-4	off Wakasa Bay	06/05/05	Okean L	05:30	35 50.2800	135 30.2631	177	80%	olive grey massive and homogeneous muddy fine-grained sand, serpent stars
KT05-9 M1 (F2)	off Kurobe River	07/05/05	Multiple	05:48	37 00.0473	137 34 4452	252	15 cm	olive grey homogeneous muddy fine-grained sand
KT05-9 M2 (F1)	off Kurobe River	07/05/05	Multiple	06:26	36 59.6387	137 35.0783	130	0 cm	<i>no recovery</i>
KT05-9 M2' (F1)	off Kurobe River	07/05/05	Multiple	06:42	36 59.6622	137 35.0682	133	0 cm	<i>no recovery</i>
KT05-9 M3 (E2)	off Kurobe River	07/05/05	Multiple	07:15	36 59.3220	137 32.9210	127	30 cm	olive grey homogeneous muddy fine-grained sand / sandy mud, lower partly dark
KT05-9 M4 (E1)	off Kurobe River	07/05/05	Multiple	07:36	36 59.2317	137 32.7811	108	35 cm	olive grey homogeneous muddy fine-grained sand / sandy mud
KT05-9 M5 (D1)	off Kurobe River	07/05/05	Multiple	08:15	36 58.5303	137 29.6843	97	18 cm	olive grey homogeneous muddy fine-grained sand / sandy mud, lower partly dark
KT05-9 M6 (D2)	off Kurobe River	07/05/05	Multiple	08:40	36 59.0863	137 29.2809	220	30 cm	upper 10 cms light olive grey soft mud, lower 20 cms dark olive grey sandy mud
KT05-9 M7 (C1)	off Kurobe River	07/05/05	Multiple	09:45	36 57.5724	137 27.3517	95	33 cm	upper 10 cms light olive grey soft mud, lower mottled dark olive grey to olive grey sandy mud
KT05-9 M8 (C2)	off Kurobe River	07/05/05	Multiple	10:05	36 57.6286	137 26.7701	220	30 cm	upper 10 cms light olive grey soft mud, lower mottled dark olive grey to olive grey sandy mud
KT05-9 M9 (B1)	off Kurobe River	07/05/05	Multiple	11:16	36 55.8643	137 24.8174	230	27 cm	three alternating layers of normally graded f.- to m.-grained granitic sand and light olive grey soft mud
KT05-9 M10 (B2)	off Kurobe River	07/05/05	Multiple	11:47	36 56.0241	137 23.7534	410	26 cm	mottled light olive grey soft mud and olive grey to dark olive grey sandy mud
KT05-9 M11 (A2)	off Kurobe River	07/05/05	Multiple	12:54	36 53.2346	137 23.4526	340	25 cm	upper light olive grey soft mud, lower mottled light olive grey to dark olive grey sandy mud
KT05-9 M12 (A1)	off Kurobe River	07/05/05	Multiple	13:25	36 52.9399	137 23.6737	140	0 cm	<i>no recovery</i>
KT05-9 M12' (A1)	off Kurobe River	07/05/05	Multiple	13:47	36 52.9560	137 23.6922	137	0 cm	<i>no recovery</i>

obtained from the biological dredge sites D-1 and D-3 in a flat top of the East Bank at water depths of both 523 m. On the other hand, a great amount of dark olive grey muddy fine-grained sand with a little amount of benthic organisms was recovered from the dredge site D-2 at a water depth of 593 m (Table 1).

2) Continental Shelf and Continental Slope off Wakasa Bay, and the Oki Trough

Surface sediments of the outer continental shelf north off Wakasa Bay consist of olive grey homogeneous muddy fine-grained sand at the shallowest site G-4 at a water depth of 177 m (Plate, fig. 1) and dark olive grey homogeneous sandy mud at the site G-5 at a water depth of 200 m. A certain number of serpent stars (Ophiuroidea) were recognised on their surfaces.

Dark grey or olive grey soft homogeneous sandy mud, 3 - 4 cm in thickness, and underlain bluish grey or olive grey semi-consolidated mud were recovered from the upper continental slope off Wakasa Bay at the sites G-6 (Plate, fig. 2), G-7 and G-8 (Plate, fig. 3) at water depths of 265, 355 and 511 m, respectively. A little number of serpent stars was recognised on the surface of G-6 (Plate, fig. 2).

On the other hand, submarine surface sediments of the middle continental slope were composed of mixed sediments of bluish grey semi-consolidated mudstone and soft bluish grey mud at the site G-9 (Plate, fig. 4), 616 m deep, olive grey homogeneous compact mud covered by a few millimetres thick reddish brown soupy mud at the sites G-10 (Plate, fig. 5) and G-11 (Plate, fig. 6) at water depths of 757 and 891 m deep respectively, and bluish olive grey homogeneous compact mud covered by about 1 cm thick reddish brown soupy mud at the site G-12 at the water depth of 979 m.

Bluish olive grey homogeneous compact mud covered by a half to a few centimetres thick reddish brown soupy mud was recovered from the lower continental slope at the sites G-13 and G-14 at water depths of 1,258 and 1,486 m, respectively (Plate, fig. 7).

Surface sediments of the central part of the Oki Trough, at the site G-15', 1,760 m deep, consist of olive grey homogeneous compact and sticky mud covered by a

few millimetres thick reddish brown soupy mud (Plate, fig. 8) but a little amount of fine-grained sand was recovered from the site G-15, 1,762 m deep, nearby the site G-15'.

3) Continental Shelf off River Mouth of the Kurobe River

The multiple cored sediment at the site M-1 (15 cm long), 252 m deep, in the continental shelf about 16 km northeast from the river mouth of the Kurobe River was composed of olive grey homogeneous muddy sand but no sediments were recovered from the site M-2 and M-2' at water depths of 130 and 133 m. They from the sited M-3 (30 cm long) and M-4 (35 cm long) obtained from the continental shelf about 12 km to the northeast of the river mouth at water depths of 127 and 108 m, respectively, were composed of olive grey homogeneous muddy sand or sandy mud. No marked sedimentary structures were observed visually in them.

The cored sediments from the sites M-5 (18 cm long) and M-6 (30 cm long) obtained in the continental shelf about 8 km to the northeast of the river mouth consisted of olive grey homogeneous muddy sand or sandy mud in the former, and upper light olive grey soft mud in the upper 10 cm thick and dark olive grey sandy mud in the lower in the later. They from the sites M-7 (33 cm long) and M-8 (30 cm long) both recovered from the continental shelf about 5 km to the northeast of the river mouth at water depths of 95 and 220 m, respectively, were composed of upper light olive grey soft mud, about 10 cm thick, and lower mottled dark olive grey and olive grey sandy mud.

Three alternating layers of graded fine- to medium-grained granitic sand and light olive grey soft mud, 27 cm long in total, were recovered from the site M-9 a few kilometres off the river mouth at a water depth of 230 m and mottled sediments of light olive grey soft mud and dark olive grey sandy mud, 26 cm long, were obtained from the site M-10 also off the river mouth at a water depth of 410 m. Upper light olive grey soft mud and lower mottled light olive grey and dark olive grey sandy mud was recovered from the site M-11 about 3 km southwest of the river mouth at a water

depth of 340 m but no sediments were recovered from the westernmost site M-12 at a water depth of 140 m due to a foul weather.

IV. Discussion

A number of marine geological studies had been made in the central and the southern marginal part of the Japan Sea (*e. g.* Ikehara and Okamura, 1999), and systematic surface sediment sampling in the sea which includes the area of the present study was carried out, but their spatial grid-sampling bearing no relation with water-depths is insufficient for sedimentological and micropalaeontological studies in the shallow-sea area, because it is well known that spatial distribution of benthic micro-organisms is in close association with both water-depth and bottom sediment types.

Although sediment sampling of the present study was carried out along only one line off Wakasa Bay, and observation of the samples was short of a preliminary perception on their compositional features, a sufficient number of samples was recovered from various water-depths for further micropalaeontological and sedimentological studies. As described above a clear change of surface sediments was recognised among the samples as water depth and bottom topographies. Accordingly, the surface sediment samples obtained in the southwestern marginal part of the Japan Sea off Wakasa Bay to the Oki Trough are hold out a promising prospect for investigations of micro-organisms inhabiting in these areas.

Further, in spite of detailed sedimentological description has not been made on the piston cored sediments from the Yamato Bank and the multiple cored sediments from the continental shelf off Kurobe River in the Toyama Bay, they are also expected to contribute to studies of palaeoceanography and sedimentology of these areas.

V. Concluding Remarks

The preliminary results from sediment sampling on the R. V. *Tansei-maru* KT05-9 cruise in the central and

southwestern part of the Japan Sea are summarised as follows:

1. In spite of detailed sedimentological descriptions have not been made, three cored sediments from a broad valley on the south of the East Bank of the Yamato Bank, central Japan Sea, at water depths 951 to 1,223 m, were composed probably by homogeneous mud. The dredge samples from a flat top of the East Bank at water depths of 523 to 593 m were composed mainly of a certain amount of benthic organisms with fine-grained sand and or pebble- to cobble-gravels.
2. Submarine surface sediments north off Wakasa Bay, southwestern Japan Sea, were composed of olive grey homogeneous sandy mud or muddy sand in the outer continental shelf (177 to 200 m deep), olive grey or dark grey sandy mud in the upper and bluish grey semi-consolidated mud or mixture of them in the lower in the upper continental slope (265 to 616 m deep), olive grey homogeneous mud covered by thin reddish brown soupy mud in the middle continental slope (757 to 891 m deep), bluish grey homogeneous compact mud covered by thin reddish brown mud in the lower middle continental slope (979 m deep), bluish grey homogeneous compact mud covered by a few centimetres thick reddish brown mud in the lowest continental slope (1,258 to 1,486 m deep), and olive grey compact and sticky mud covered by thin reddish brown mud in the bottom surface of the Oki Trough (1,760m deep).
3. Short multiple cored sediments, 18 to 33 cm long, from the continental shelf area around the river mouth of the Kurobe River are composed mainly of olive grey homogeneous fine-grained sand to the northeast of the river mouth, upper 10 cm thick light olive grey soft mud and lower mottled dark olive grey sandy mud on the northeast, alternating layers of graded fine- to medium-grained sand and light olive grey mud off the river mouth, upper light olive grey mud and lower mottled light olive grey and dark olive grey sandy mud to the southwest of the river mouth.

Acknowledgements: The authors express their sincere

gratitude to the captain and all crews of the R. V. *Tansei-maru*, JAMSTEC / Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, for their help during cruise KT05-9. They would like thank Professor H. Tokuyama, Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo for variable help for arranging the cruises.

REFERENCES

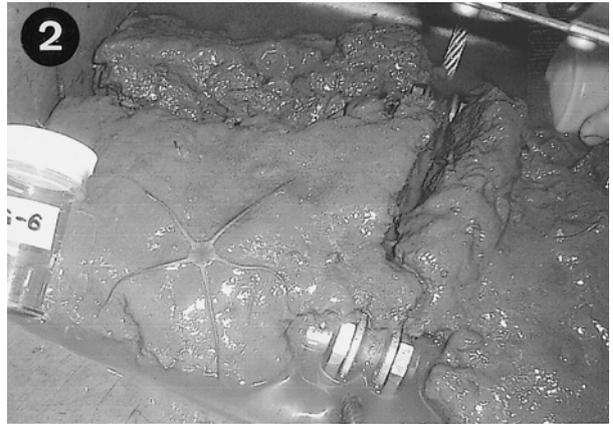
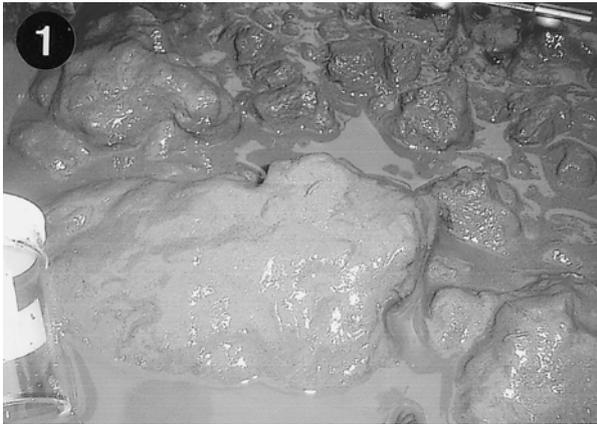
- Arita, M. and Okamura, Y. eds., 1989: *Research on Submarine Geology of the Continental Shelf around Southwest Japan - around Noto Peninsula -*. Geological Survey of Japan, 183p. (in Japanese)
- Hydrographic Department, M. S. A., Japan, 1979: *1: 1,000,000 Bathymetric Chart, no. 6312, Northeast Nippon*. Maritime Safety Agency, Tokyo.
- Ikehara, K and Okamura, Y. ed, 1999: *Comprehensive Study on Environmental Changes in the Western Hokkaido Coastal Area and Study on Evaluation of Marine Active Faults, Preliminary Reports on Researches in the 1998 Fiscal Year*. Geological Survey of Japan, 202p. (in Japanese)
- Ingle, J. C., Jr., Suyehiro, K., von Breymann, M. T., *et al.*, 1990: *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports, 128*. College Station, Texas, USA (Ocean Drilling Program), 652p.
- Iwabuchi, Y., 1968: Submarine geology of the southeastern part of the Japan Sea. *Contribution Institute of Geology and Paleontology, Tohoku University*, **66**, 1-76. (in Japanese with English abstract)
- Kobayashi, K. ed., 1984: *Preliminary Report of the Hakuho Maru Cruise KH82-4, Geophysical and Geological Investigation of Seafloor around Ogasawara (Bonin) Islands, Amami Plateau and Southwestern Part of the Sea of Japan*. Ocean Research Institute, University of Tokyo, 267p.
- Oba, T., Kato, M., Kitazato, H., Koizumi, I., Omura, A., Sakai, T. and Takayama, T., 1991: Paleoenvironmental changes in the Japan Sea during the last 85,000 years. *Paleocoenography*, **6**, 499-518.
- Tsukawaki, S., Ozawa, H. and Ooji, A., 2003: Preliminary results from sediment sampling of the R. V. *Tansei-maru* cruise KT01-14 in the southwestern marginal part of the Okhotsk Sea and the northeastern marginal part of the Japan Sea. *Bulletin of the Japan Sea Research Institute, Kanazawa University*, **34**, 101-111.
- Tsukawaki, S., Ohtaka, A., Tanaka, G. and Watanabe, M., 2005: Preliminary results from sediment sampling of the R. V. *Tansei-maru* cruise KT03-10 in the eastern marginal part of the Japan Sea off Akita and Niigata Prefecture. *Bulletin of the Japan Sea Research Institute, Kanazawa University*, **36**, 69-81.
- Tsukawaki, S., Ozawa, H., Domitsu, H., Kamiya, T., Kato, M. and Oda, M., 2000: Preliminary results from the R. V. *Tansei-maru* cruise KT98-17 leg 2 in the southwestern marginal part of the Japan Sea - sediments, benthic and planktonic foraminifers, and ostracodes -. *Bulletin of the Japan Sea Research Institute, Kanazawa University*, **31**, 89-119.
- Tsukawaki, S., Ozawa, H., Domitsu, H., Hirano, K., Maeda, T., Tomii, Y., Saito, S., Kamiya, T., Kato, M. and Oda, M., 2001: Preliminary results from the R. V. *Tansei-maru* cruise KT99-14 in the central and northeastern marginal parts of the Japan Sea - sediments, benthic and planktonic foraminifers, and ostracodes - (Part 1: surface sediments). *Bulletin of the Japan Sea Research Institute, Kanazawa University*, **32**, 1-28.
- Tsukawaki, S., Kuroda, J., Ozawa, H., Kamiya, T. and Kato, M., 2002: Onboard results from sediment samplings on the R. V. *Tansei-maru* cruises KT00-14 in the southwestern marginal part of the Japan Sea and KT00-17 in the northeastern marginal part of the East China Sea. *Bulletin of the Japan Sea Research Institute, Kanazawa University*, **33**, 43-56.

Explanation of Plate

The grab surface sediments recovered from the continental shelf to the continental slope off Wakasa Bay, central Japan and from the Oki Trough. The sample bottle, 40 mm in diameter, gives scale.

- Fig. 1 Olive grey homogeneous soft muddy sand at the site G-4 in the outer continental shelf at a water depth of 177 m off Wakasa Bay.
- Fig. 2 Olive grey soft fine-grained sandy mud in the upper 3 cm and olive grey compact mud in the lower at the site G-6 of the upper continental slope, 265 m deep, off Wakasa Bay. A serpent star exists on the surface.
- Fig. 3 Dark olive grey fine-grained sandy mud in the upper 4 cm and bluish grey semi-consolidated mudstone in the lower at the site G-8 of the upper continental slope at a water depth of 511 m off Wakasa Bay.
- Fig. 4 Mixed sediments of bluish grey semi-consolidated mud and soft bluish grey mud at the site G-9 in the middle continental slope at a water depth of 616 m off Wakasa Bay.
- Fig. 5 Olive grey soft homogeneous mud covered by a few millimetre thick reddish brown soupy mud at the site G-10 from the middle continental slope at a water depth of 757 m off Wakasa Bay.
- Fig. 6 Olive grey homogeneous mud covered by 0.5 cm thick reddish brown soupy mud at the site G-11 of the middle continental shelf at a water depth of 891 m off Wakasa Bay.
- Fig. 7 Bluish olive grey homogeneous compact mud covered by 0.5 cm thick reddish brown soupy mud at the site G-13 of the lower continental slope, 1,258 m deep, off Wakasa Bay..
- Fig. 8 Olive grey homogeneous compact and sticky mud covered by a few millimetre thick reddish brown soupy mud at the site G-15' in the central part of the Oki Trough at a water depth of 1,760 m.

Plate



日本海中央部大和堆ならびに南部若狭湾沖および 黒部川河口沖における淡青丸KT05-9次航海の採泥結果

塚脇真二¹・堂満華子²・深谷泰之³・古内正美⁴・鎌田耕太郎⁵・神谷隆宏⁶・
熊切道人⁷・村瀬高広⁸・坂野健夫⁹・青海忠久¹⁰・高橋芳枝¹¹

要 旨

2005年5月2日～8日に実施した日本海中央部大和堆ならびに同南西部若狭湾沖での海洋研究船淡青丸の研究航海KT05-9において、大和堆東部からピストン柱状堆積物試料3点と生物ドレッジ試料3点、若狭湾沖の陸棚から大陸斜面をへて隠岐トラフにいたる測線からグラブ表層堆積物試料13点、そして富山湾の黒部川河口沖陸棚から10点のマルチプル柱状堆積物試料を採取した。

大和堆東部のピストン柱状堆積物試料は堆積学的な検討をまだ行っていないが、ほぼ全層準をとおして灰緑色の泥から構成されると推定される。一方、同じく大和堆東部で実施したドレッジでは、底棲生物群集とともにわずかな量の安山岩の小礫～中礫あるいは多量の細粒砂が回収された。

若狭湾沖から隠岐トラフにかけての海底表層堆積物は、外部陸棚では灰緑色の砂質泥あるいは泥質砂からなるが、大陸斜面上部では表層数cmは灰緑色あるいは濃緑色の軟弱な泥質砂が分布するもののその下位には青灰色あるいは灰緑色の弱固結泥が確認される。一方、大陸斜面中部から下部にかけては灰緑色あるいは青灰緑色の緻密な泥を赤褐色の軟弱な泥が薄く被う。隠岐トラフ中央部では灰緑色の緻密で粘性の高い泥が厚さ数mmの赤褐色泥で被われる。

富山湾の黒部川河口沖陸棚には、河口の北東方約16kmでは灰緑色塊状の砂質泥、同約8kmでは灰緑色砂質泥あるいは泥質砂、同約5kmには上位の軟弱な淡灰緑色泥と下位の濃灰緑色泥/灰緑色砂質泥、河口沖には級化した細～中粒砂と灰緑色泥の互層あるいは淡灰緑色泥/濃灰緑色砂質泥、そして、河口の南西約3kmには上位の淡灰緑色泥と下位の淡灰緑色泥/濃灰緑色砂質泥がそれぞれ分布する。

キーワード：海底堆積物，日本海，若狭湾，隠岐トラフ，黒部川，大和堆，淡青丸

¹金沢大学環日本海域環境研究センター エコテクノロジー研究部門 〒920-1192 石川県金沢市角間町

²滋賀県立大学環境科学部 〒522-8533 滋賀県彦根市八坂町2500

³株式会社ベルカディア 〒550-0013 大阪市西区新町1丁目33-20

⁴金沢大学理工研究域環境デザイン学系 〒920-1192 石川県金沢市角間町

⁵弘前大学教育学部地学研究室 〒036-8560 青森県弘前市文京町1

⁶金沢大学理工研究域自然システム学系 〒920-1192 石川県金沢市角間町

⁷石川県立鶴来高等学校 〒920-2104 石川県白山市月橋町710

⁸中日本高速道路株式会社 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦2丁目18-19

⁹星稜高等学校 〒921-0811 石川県金沢市小坂町南206

¹⁰福井県立大学海洋資源学部海洋生物資源学科 〒917-0003 福井県小浜市学園町1-1

¹¹札幌第一高等学校 〒062-0021 札幌市豊平区月寒西1条9丁目10-15

Preliminary Results from Sediment Sampling of the R. V. *Tansei-maru* Cruise KT04-20 in the Southwestern Marginal Part of the Okhotsk Sea and the Northeastern Marginal Part of the Japan Sea off Hokkaido, North Japan

Shinji TSUKAWAKI^{1*}, Hirokazu OZAWA² and Akihito OOJI³

2011年8月18日受付, Received 18 August 2011

2012年1月11日受付, Accepted 11 January 2012

Abstract

Submarine surface sediment samples were collected from the southwestern marginal part of the Okhotsk Sea, north of Shiretoko Peninsula and the Kitami-Yamato Bank, from the northeastern marginal part of the Japan Sea south of Okushiri Island, off Hokkaido, Japan from the 12th to 19th of September 2004 during the R. V. *Tansei-maru* cruise KT04-20. This article describes the preliminary results of on-board observation of the sediments.

Key Words: submarine sediment, Japan Sea, Okhotsk Sea, Okushiri Island, Shiretoko Peninsula, R/V *Tansei-maru*

I. Introduction

Marine geology and micropalaeontology were investigated in the southwestern marginal part of the Okhotsk Sea off Shiretoko Peninsula and the Kitami Yamato Bank, northeast Hokkaido and the northeastern marginal part of the Japan Sea south of Okushiri Island, Hokkaido from the 12th to 19th of September 2004 during the R. V. *Tansei-maru* cruise KT04-20 as a part in a series on pursuing time-spatial distribution of depositional facies and spatial distribution of present micro-organisms in the Japan Sea. This article reports the results of sediment sampling and on-board observation of the samples during the cruise.

Preliminary results on modern ostracods in the surface sediments were already reported (Ozawa and Tsukawaki, 2008) and results from sedimentological and other micropalaeontological analyses in the laboratory of them will be published elsewhere.

Many geological, geophysical and micropalaeontological studies have been made in the Japan Sea mainly by the Hydrographic Department, M.S.A., Japan (*e. g.* Iwabuchi, 1968), the Geological Survey of Japan / AIST (*e. g.* Arita and Okamura, 1989; Ikehara and Okamura ed., 1999, 2000), Ocean Research Institute, the University of Tokyo (*e. g.*, Kobayashi ed., 1984), the DSDP / ODP (*e. g.* Ingle *et al.*, 1990) and others (*e. g.* Oba *et al.*, 1991; Tsukawaki *et al.*, 2000, 2001, 2002,

¹Division of Eco-Technology, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan

²Department of Geology, National Science Museum, Tokyo, 23-1 Hyakunin-cho 3 chome, Shinjuku-ku, 169-0073 Japan

³Archgeo Co. Ltd., 581 Nishitouheizou, Takaoka, 933-0824 Japan

* Author for correspondence

2003). On the other hand, these studies in the southwestern part of the Okhotsk Sea have recently started only by the Geological Survey of Japan / AIST (*e.g.* Kishimoto and Ikehara ed., 2001; Ikehara ed., 2002).

Taking these previous studies into account, surface sediment sampling sites were selected in; 1) continental shelf north of Shiretoko Peninsula and the southern slope of the Kurile Basin in the southwestern marginal part of the Okhotsk Sea, 2) continental shelf to the southern slope of the Kurile Basin on the east of the Kitami-Yamato Bank, and 3) continental shelf south of Okushiri Island, west off Hokkaido in the northeastern marginal part of the Japan Sea for the purposes of spatial distribution of bottom surface sediments and micro-organisms in these areas (Fig. 1).

An Okean-type grab sampler, 1,250 cm² in sampling area, with extra weights was used to obtain bottom surface sediments and benthic organisms during the cruise.

II. Topography of Survey Areas

As stated-above, surface sediment samplings were carried out in the southern marginal part of the Okhotsk Sea and south of Okushiri Island in the north of the Japan Sea during the cruise.

Submarine topography of the former is divided into a rather wide continental shelf off Abashiri followed by a gentle slope of the Kurile Basin deepening north north-eastward, a narrow continental shelf followed by a steep slope around the Shiretoko Peninsula, and the Kitami Yamato Bank and its rather steep eastern slope (Fig. 1A). The Abashiri Submarine Canyon and the Notoro Spur are situated between the bank and the gentle slope off Abashiri. Two sediment sampling lines were set up 1) on the narrow continental shelf to the steep slope north of the Shiretoko Peninsula, and 2) on the flat top of the Kitami-Yamato Bank to its steep eastern slope.

On the other hand, submarine topography of the latter is divided into the shallow and flat Okushiri Spur

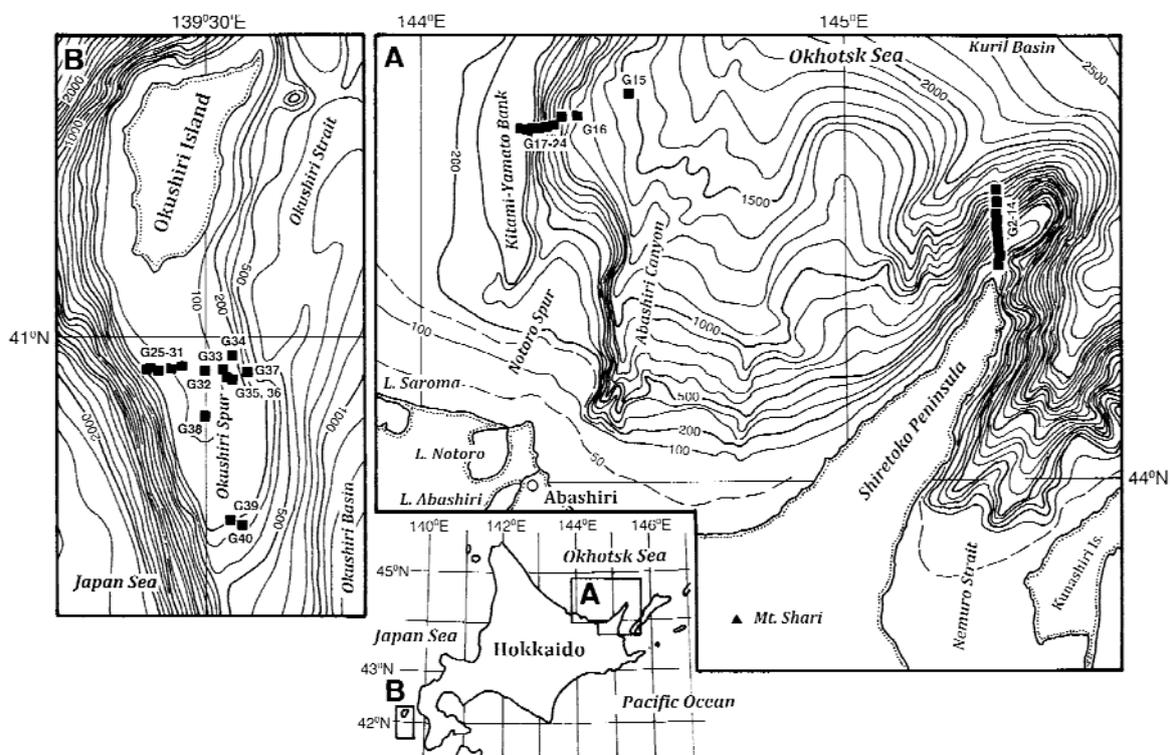


Fig. 1 Submarine topography of the studied areas and surface sediment sampling sites of the R. V. *Tansei-maru* Cruise KT04-20 in the southwestern part of the Okhotsk Sea off Northeast Hokkaido (A), and the northeastern part of the Japan Sea south off Okushiri Island (B), based on Hydrographic Department, M. S. A., Japan, 1980).

which is the southern extension of Okushiri Island, and its gentle eastern and steep western slopes which deepen to the Okushiri Basin and the Japan Basin, respectively (Fig. 1B). Sediment sampling sites were located south of the island in and around the spur.

III. Results of Sediment Samplings and Onboard Observation of Sediments

Fourteen and 11 grab surface sediment samples were successfully obtained from off Shiretoko Peninsula and the Kitami-Yamato Bank area, respectively, and 20 samples were recovered from the Okushiri Spur area in the north of the Japan Sea (Fig. 1, Table 1).

1) Continental Shelf and Slope North of Shiretoko Peninsula

Surface sediments of the continental shelf north off Shiretoko Peninsula consist of molluscan shell fragment- and pebble-bearing medium-grained sand at the shallowest site G-2 at a water depth of 76 m, and molluscan shells and shell fragment-bearing fine- to medium-grained sand at the sites G-3 and G-4 at water depths of 100 and 130 m, respectively (Plate 1, fig. 1). Sponge spicules are frequently recognised in these sediments.

On the other hand, pebble- to cobble-gravels of andesite with a little amount of fine-grained sand were recovered from the site G-5 at a water depth of 185 m (Plate 1, fig. 2). Olive grey fine-grained sand or muddy sand with a little amount of molluscan shell fragments was found at the sites G-6, G-7 and G-8 in the uppermost slope area at water depths of 170, 215 and 248 m (Plate 1, fig. 3). The surface sediments at the site G-9, 315 m deep, and G-10, 505 m deep, from the upper slope are composed of olive grey compact homogeneous mud covered by thin brownish grey soft mud (Plate 1, fig. 4), but only a little amount of olive grey soft or soupy mud with semi-consolidated mudstone gravels were recovered from the sites G-11, 844 m deep, and G-12, 987 m deep of the middle slope.

About 5 cm thick soft olive grey homogeneous mud underlain by dark olive grey compact sticky mud was recovered from the sites G-13 and G-14 from water

depths of 1,234 and 1,500 m of the lower slope, respectively (Plate 1, fig. 5). A certain number of serpent stars (Ophiuroidea) were recognised on the surface of the sites G-9 to G-12.

2) Kitami-Yamato Bank and Its Eastern Slope

In the flat top of the Kitami-Yamato Bank, surface sediments are composed mainly of poorly sorted and rounded granule- to pebble-gravel-bearing olive grey sticky mud with sponges and other benthic organisms at the sites G-22, G-23 and G-24 at water depths of 202, 180 and 155 m, respectively (Plate 2, figs. 1 and 2). Same sediments were found in the sites of G-19, G-20 and G-21 of the upper eastern slope at water depths of 535, 355 and 233 m (Plate 1, fig. 8), respectively, but the sediments of the sites G-17 and G-18 at water depths of 1,001 and 778 m from the middle slope area, consist of pale olive compact sandy mud or sticky mud overlain by thin soft yellowish mud (Plate 1, fig. 7).

Pale olive compact and sticky mud overlain by soupy thin reddish brown mud was recovered from the sites G-15 and G-16 at water depths of 1,499 and 1,244m in the lower slope area (Plate 1, fig. 6).

3) Okushiri Spur South of Okushiri Island

Surface sediments of the flat top of the Okushiri Spur south of Okushiri Island are composed of molluscan shell fragment-rich olive grey fine- to medium-grained sand in the shallow sites G-31, G-32 and G-38 at water depths of 65, 100 and 100 m (Plate 2, fig. 7), but molluscan shell fragment-bearing well sorted very fine- to fine-grained sand at the site G39, 205 m deep, and a little amount of molluscan shell fragment-bearing fine- to medium-grained sand in the deepest site G40, 375 m deep (Plate 2, fig. 8).

The sediments from the uppermost part of the western slope of the spur such as the sites G-25, G-26, G-27, G-28 and G-29 at water depths of 250, 200, 175, 143, and 127 m are composed mainly of molluscan shell fragment-bearing well sorted olive grey fine- to medium-grained sand (Plate 2, figs. 3 and 4). Serpent stars and sponges were frequently recognised on these surfaces.

Table 1 Results of sampling on the R. V. Tansei-maru Cruise KT04-20 in the southwestern part of the Okhotsk Sea and the northeastern part of the Japan Sea, off Hokkaido, North Japan.

Station	Locality	Date (D/M/Y)	Sampler	Time Hit	Longitude (E)	Latitude (N)	Water Depth (m)	Sediment Recovery (%)	Sediment Type
KT04-20 G-10	off Shiretoko P.	13/09/04	Okean L.	03:31	145 21.2200	44 25.2110	505	70%	olive grey homogeneous mud covered by thin brownish grey soft mud, serpent stars on the surface
KT04-20 G- 9	off Shiretoko P.	13/09/04	Okean L.	04:35	145 21.2750	44 23.6460	315	15%	olive grey homogeneous mud covered by thin brownish grey soft mud, a little serpent stars on the surface
KT04-20 G- 8	off Shiretoko P.	13/09/04	Okean L.	05:07	145 21.1760	44 23.2990	230	5%	<i>a little amount of olive grey homogeneous sandy mud, no sampling due to open a lid</i>
KT04-20 G- 8'	off Shiretoko P.	13/09/04	Okean L.	05:21	145 21.4150	44 23.2670	248	20%	olive grey homogeneous muddy sand, no marked difference of the surface, serpent stars
KT04-20 G- 6	off Shiretoko P.	13/09/04	Okean L.	06:14	145 21.0350	44 22.5870	170	50%	olive grey fine-grained well sorted compact sand, no marked surface layer, shell fragments
KT04-20 G- 7	off Shiretoko P.	13/09/04	Okean L.	06:32	145 21.0940	44 22.9300	215	30%	olive grey fine-grained well sorted compact sand, no marked surface layer, shell fragments and s. stars
KT04-20 G-11	off Shiretoko P.	14/09/04	Okean L.	04:06	145 21.1980	44 27.0300	844	5%	a little amount of olive grey soft mud, slightly sandy, consolidated mudstone lower, tiny serpent stars
KT04-20 G-12	off Shiretoko P.	14/09/04	Okean L.	04:35	145 20.9120	44 27.4450	987	5%	a little amount of olive grey soft and soupy mud, tiny serpent stars
KT04-20 G-13	off Shiretoko P.	14/09/04	Okean L.	06:05	145 20.9340	44 28.0650	1,234	95%	soft olive grey homogeneous mud, lower dark olive grey sticky compact mud, serpent stars, lugworms
KT04-20 G-14	off Shiretoko P.	15/09/04	Okean L.	10:11	145 21.4950	44 30.4210	1,500	100%	upper 5cms very soft olive grey homogeneous mud, lower dark olive grey sticky compact mud, a little s. stars
KT04-20 G- 5	off Shiretoko P.	15/09/04	Okean L.	11:47	145 21.8380	44 22.5140	185	5%	a little amount of dark green basaltic f. - m. grained-sand, well sorted, two basaltic gravels, lids opened due to the gravels
KT04-20 G- 4	off Shiretoko P.	15/09/04	Okean L.	12:25	145 21.8870	44 21.9760	130	5%	a little amount of dark olive basaltic f. - m. grained-sand, well sorted, sponges
KT04-20 G- 3	off Shiretoko P.	15/09/04	Okean H.	12:51	145 21.5690	44 21.8240	100	40%	molluscan shell fragment-bearing f. - m. grained- well sorted sand
KT04-20 G- 2	off Shiretoko P.	15/09/04	Okean H.	13:16	145 20.9370	44 21.5690	76	30%	molluscan shell fragment- and rounded pebble-bearing black well sorted basaltic sand
KT04-20 G- 1	off Shiretoko P.	15/09/04	Okean H.	13:41	145 20.3540	44 21.0910	48	0%	<i>no recovery due to a wire trouble</i>
KT04-20 G-1 (2)	off Shiretoko P.	15/09/04	Okean H.	13:48	145 20.3560	44 21.0870	47	0%	<i>no recovery</i>
KT04-20 G-1 (3)	off Shiretoko P.	15/09/04	Okean H.	14:01	145 20.3840	44 21.1520	49	0%	<i>no recovery due to probably an exposed rock on the sea-floor</i>
KT04-20 G-15	Kitami-Yamato B.	15/09/04	Okean L.	18:49	144 28.5260	44 39.4540	1,499	90%	olive grey / pale olive compact sticky mud covered by thin soupy reddish brown mud
KT04-20 G-16	Kitami-Yamato B.	15/09/04	Okean L.	20:25	144 21.9730	44 37.5340	1,244	100%	olive grey / pale olive compact sticky mud covered by thin soupy reddish brown mud
KT04-20 G-17	Kitami-Yamato B.	15/09/04	Okean L.	21:29	144 19.2830	44 37.0720	1,001	95%	olive grey / pale olive compact sticky mud covered by thin soft yellowish brown mud, a serpent star
KT04-20 G-18	Kitami-Yamato B.	15/09/04	Okean L.	22:24	144 17.6400	44 36.2880	778	95%	olive grey / pale olive compact sticky sandy mud covered by thin soft yellowish brown mud
KT04-20 G-19	Kitami-Yamato B.	15/09/04	Okean L.	23:05	144 16.8990	44 35.8750	535	70%	rounded and poorly sorted granule- to pebble-gravel (up to 3 cms long)-bearing olive grey soft mud
KT04-20 G-20	Kitami-Yamato B.	15/09/04	Okean L.	23:41	144 16.4050	44 35.6240	355	60%	rounded and poorly sorted granule- to pebble-gravel (up to 5 cms long)-bearing olive grey soft mud
KT04-20 G-21	Kitami-Yamato B.	16/09/04	Okean L.	00:06	144 15.9730	44 35.5010	233	40%	rounded and poorly sorted granule- to pebble-gravel (up to 6 cms long)-rich olive grey soft mud
KT04-20 G-23	Kitami-Yamato B.	16/09/04	Okean L.	00:28	144 15.8180	44 35.4890	180	30%	rounded and poorly sorted granule- to pebble-gravel (up to 3 cms long)-rich olive grey sticky mud
KT04-20 G-22	Kitami-Yamato B.	16/09/04	Okean L.	00:59	144 15.9330	44 35.5430	207	50%	<i>no sampling due to loss of the surface a lid opened completely</i>
KT04-20 G-22 (2)	Kitami-Yamato B.	16/09/04	Okean L.	01:11	144 15.9140	44 35.5470	202	60%	organic-rich, rounded and poorly sorted granule- to pebble-gravel (up to 3 cms long)-rich olive grey sticky mud
KT04-20 G-24	Kitami-Yamato B.	16/09/04	Okean L.	01:46	144 14.8950	44 35.4980	155	30%	sponge-rich, rounded and poorly sorted granule- to pebble-gravel (up to 3 cms long)-rich olive grey highly sticky mud
KT04-20 G-31	Okushiri Spur	17/09/04	Okean L.	15:20	139 29.7210	41 58.2980	65	0%	a mass of sponge with a very little amount of fine-grained sand and molluscan shell fragments
KT04-20 G-31 (2)	Okushiri Spur	17/09/04	Okean L.	15:31	139 29.6990	41 58.3900	65	0%	a very little amount of fine-grained sand with molluscan shell fragments and fragments of sponges
KT04-20 G-38	Okushiri Spur	17/09/04	Okean L.	16:21	139 30.8730	41 56.1800	100	5%	fine- to medium-grained shelly sand, a serpent star and a hermit crab
KT04-20 G-39	Okushiri Spur	17/09/04	Okean L.	17:44	139 33.3690	41 51.1170	205	10%	molluscan shell fragment-bearing well sorted v.f.- to fine-grained sand
KT04-20 G-40	Okushiri Spur	17/09/04	Okean L.	18:37	139 34.0460	41 50.8310	375	15%	a little amount of molluscan shell fragment-bearing well sorted fine- to medium-grained olive grey sand
KT04-20 G-25	Okushiri Spur	17/09/04	Okean L.	20:38	139 26.9010	41 58.3290	250	40%	molluscan shell fragment-bearing well sorted dark olive compact fine-grained sand
KT04-20 G-26	Okushiri Spur	17/09/04	Okean L.	21:01	139 27.0030	41 58.4760	210	0%	<i>a little amount of molluscan shell fragment-bearing fine-grained sand, no samplings due to lids openend by a sponge</i>
KT04-20 G-26 (2)	Okushiri Spur	17/09/04	Okean L.	21:25	139 27.0300	41 58.3310	200	20%	molluscan shell fragment-bearing well sorted dark olive compact fine-grained sand, serpent stars and sponges
KT04-20 G-27	Okushiri Spur	17/09/04	Okean L.	21:47	139 27.0470	41 58.3750	175	25%	molluscan shell fragment-bearing well sorted dark olive compact fine-grained sand, serpent stars and seaweeds
KT04-20 G-28	Okushiri Spur	17/09/04	Okean L.	22:10	139 27.1420	41 58.3450	143	30%	molluscan shell fragment-bearing well sorted olive grey compact fine-grained sand, serpent stars and sponges
KT04-20 G-29	Okushiri Spur	17/09/04	Okean L.	22:31	139 27.4410	41 58.2460	127	20%	molluscan shell fragment-bearing well sorted olive grey fine- to medium-grained sand
KT04-20 G-30	Okushiri Spur	17/09/04	Okean L.	22:53	139 28.4440	41 58.3320	100	10%	molluscan shell fragment-rich, granule- to pebble-gravel-bearing well sorted olive grey fine- to medium-grained sand
KT04-20 G-32	Okushiri Spur	17/09/04	Okean L.	23:22	139 31.0940	41 58.3140	100	10%	molluscan shell fragment-rich well sorted olive grey fine- to medium-grained sand
KT04-20 G-33	Okushiri Spur	17/09/04	Okean L.	23:43	139 32.1810	41 58.4010	125	10%	molluscan shell fossils and shell fragment-bearing dark olive fine-grained sand
KT04-20 G-34	Okushiri Spur	18/09/04	Okean L.	00:03	139 32.6560	41 58.3770	150	0%	<i>no recovery due to probably by a lid opened</i>
KT04-20 G-34 (2)	Okushiri Spur	18/09/04	Okean L.	00:14	139 32.6169	41 58.3350	148	5%	rounded pebble- to cobble-gravel- and molluscan shell fragment-bearing dark olive well sorted fine-grained sand
KT04-20 G-35	Okushiri Spur	18/09/04	Okean L.	00:39	139 32.7610	41 58.3540	174	0%	<i>only a small amount of molluscan shell fragment-bearing fine-grained sand</i>
KT04-20 G-35 (2)	Okushiri Spur	18/09/04	Okean L.	00:53	139 32.7580	41 58.3220	174	10%	rounded pebble- to cobble-gravel- and molluscan shell fragment-bearing dark olive well sorted fine-grained sand
KT04-20 G-36	Okushiri Spur	18/09/04	Okean L.	01:12	139 32.8800	41 58.2450	196	15%	rounded pebble- to cobble-gravel- and molluscan shell fragment-bearing dark olive well sorted fine-grained sand
KT04-20 G-37	Okushiri Spur	18/09/04	Okean L.	01:38	139 33.2270	41 58.2600	251	30%	molluscan shell fragment-bearing dark olive well-sorted fine-grained sand with a little amount of pebble-gravels

On the other hand, the sediments from the uppermost part of the eastern slope of the spur consist mainly of modern molluscan shell fragment- and molluscan fossil fragment-bearing dark olive fine-grained sand at the shallowest site G-33 at a water depth of 125 m, rounded pebble- to cobble-gravel- and molluscan shell fragment-bearing well sorted dark olive fine-grained sand at the sites G-34, G-35 and G-36 at water depths of 148, 174 and 196 m (Plate 2, figs. 6 and 7), and molluscan shell fragment-bearing well-sorted dark olive fine-grained sand with a little amount of pebble-gravels at the deepest site G-37, 251 m deep. Serpent stars were frequently observed on these surfaces.

IV. Discussion

A limited number of marine geological studies had been made in the southern part of the Okhotsk Sea, since intergovernmental tension had mounted in the area up to recent years (Tsukawaki *et al.*, 2003). After its relaxation, Kishimoto and Ikehara ed. (2001) and Ikehara ed. (2002) carried out systematic surface sediment sampling in the southwestern part of the sea which includes the area of the present study, but their spatial grid-sampling bearing no relation with water-depths is insufficient for sedimentological and micropalaeontological studies in the shallow-sea area, because it is well known that spatial distribution of benthic micro-organisms is in close association with both water- depth and bottom sediment types.

Although sediment sampling of the present study was carried out along only two lines off Shiretoko Peninsula and the Kitami-Yamato Bank, and observation of the samples was short of a preliminary perception on their compositional features, a sufficient number of samples was recovered first from various water-depths shallower than 200 m for further micropalaeontological and sedimentological studies. As described above a clear fining of surface sediments was recognised among the samples as water deepens.

On the other hand, despite the Geological Survey of Japan made systematic surface sediment samplings in the northeastern marginal part of the Japan Sea, around the

Okushiri Island in particular with reference to the 1993 Southwest-off Hokkaido Earthquake (*e. g.* Okamura and Inouchi, 1995), their grid-sampling is also insufficient for micropalaeontological studies as stated above.

The surface sediment samples obtained from both southwestern marginal part of the Okhotsk Sea off Shiretoko Peninsula and the Kitami-Yamato Bank, and northeastern marginal part of the Japan Sea south off Okushiri Island hold out a promising prospect for investigations of micro-organisms inhabiting in these areas.

V. Concluding Remarks

The preliminary results from sediment sampling on the R. V. *Tansei-maru* KT04-20 cruise in the southwestern marginal part of the Okhotsk Sea and the northeastern marginal part of the Japan Sea are summarized as follows:

1. Surface sediments of the southwestern marginal part of the Okhotsk Sea off Shiretoko Peninsula are composed generally of molluscan shell fragment- and gravel-bearing fine- to medium-grained sand in the shelf (76 to 130 m), olive grey fine-grained sand or muddy sand in the uppermost slope (170 to 248 m), olive grey homogeneous mud in the upper slope (315 to 505 m), and soft olive grey homogeneous mud in the middle to lower slope (1,234 to 1,500 m). Semi-consolidated mudstone exposes in the middle slope (844 to 987 m).
2. Surface sediments of the Kitami-Yamato Bank in the southwestern marginal part of the Okhotsk consist chiefly gravel-bearing olive grey mud in its top (155 to 202 m) and the upper eastern slope (233 to 535 m), pale olive sandy mud or mud in the middle slope (778 to 1,001 m), and pale olive compact and sticky mud in the lower slope (1,244 to 1,499 m).
3. Surface sediments of the Okushiri Spur area south of Okushiri Island are composed mainly of molluscan shell fragment-rich or -bearing fine- to medium-grained sand in the shallow top of the spur (65 to 100 m), shell fragment-bearing very fine- to fine-grained sand (205 m) and fine- to

medium-grained sand (375 m) in its deeper area, molluscan shell fragment-bearing well sorted fine- to medium-grained sand in the western slope (127 to 250 m), and molluscan-shell fragment- and/or molluscan shell fossil fragment- and gravel-bearing fine-grained sand in the eastern slope (125 to 251 m).

4. The surface sediment samples collected with attention to the water-depths from both southwestern part of the Okhotsk Sea and northeastern marginal part of the Japan Sea during the cruise provide important material for micropalaeontological studies in these areas.

Acknowledgements: The authors express their sincere gratitude to the captain and all crews of the R. V. *Tansei-maru*, JAMSTEC / Atmosphere and Ocean Research Institute, the University of Tokyo, for their help during cruise KT04-20. Thanks are also due to Professor S. Kojima, Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo, and all on-board scientists for their help during the cruises. They would like thank Professor H. Tokuyama, Atmosphere and Ocean Research Institute, University of Tokyo for variable help for arranging the cruises.

References

- Arita, M. and Okamura, Y. eds., 1989: *Research on Submarine Geology of the Continental Shelf around Southwest Japan - around Noto Peninsula -*. Geological Survey of Japan, 183p. (in Japanese)
- Hydrographic Department, M. S. A., Japan, 1980: *1: 1,000,000 Bathymetric Chart, no. 6311, Hokkaido*. Maritime Safety Agency, Tokyo.
- Ikehara, K. ed., 2002: *Marine Geological and Geophysical Study on the Collision Zone of Kurile and Northeast Japan Arcs - in the Area of Okhotsk Sea -*. Preliminary Reports on Researches in the 2001 Fiscal Year. Geological Survey of Japan / AIST, 271p. (in Japanese)
- Ikehara, K and Okamura, Y. ed, 1999: *Comprehensive Study on Environmental Changes in the Western Hokkaido Coastal Area and Study on Evaluation of Marine Active Faults, Preliminary Reports on Researches in the 1998 Fiscal Year*. Geological Survey of Japan, 202p. (in Japanese)
- Ikehara, K and Okamura, Y. ed, 2000: *Comprehensive Study on Environmental Changes in the Western Hokkaido Coastal Area and Study on Evaluation of Marine Active Faults, Preliminary Reports on Researches in the 1999 Fiscal Year*. Geological Survey of Japan, 211p. (in Japanese)
- Ingle, J. C., Jr., Suyehiro, K., von Breymann, M. T., et al., 1990: *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Initial Reports, 128*. College Station, Texas, USA (Ocean Drilling Program), 652p.
- Iwabuchi, Y., 1968: Submarine geology of the southeastern part of the Japan Sea. *Contribution Institute of Geology and Paleontology, Tohoku University*, **66**, 1-76. (in Japanese with English abstract)
- Kishimoto, K. and Ikehara, K. ed., 2001: *Marine Geological and Geophysical Study on the Collision Zone of Kurile and Northeast Japan Arcs and Study on Evaluation of Marine Active Faults - in the Areas of Okhotsk Sea and off Tokai -*, Preliminary Reports on Researches in the 2000 Fiscal Year. Geological Survey Japan / AIST, 210p. (in Japanese)
- Kobayashi, K. ed., 1984: *Preliminary Report of the Hakuho Maru Cruise KH82-4, Geophysical and Geological Investigation of Seafloor around Ogasawara (Bonin) Islands, Amami Plateau and Southwestern Part of the Sea of Japan*. Ocean Research Institute, University of Tokyo, 267p.
- Oba, T., Kato, M., Kitazato, H., Koizumi, I., Omura, A., Sakai, T. and Takayama, T., 1991: Paleoenvironmental changes in the Japan Sea during the last 85,000 years. *Paleoenvironment*, **6**, 499-518.
- Okamura, Y. and Inouchi, Y. eds., 1995: *Research on Environmental Changes of the Japan Sea west off Hokkaido, Japan -*. Geological Survey of Japan, 221p. (in Japanese)
- Ozawa, H. and Tsukawaki, S., 2008: Preliminary report on modern ostracods in surface sediment samples collected during R. V. *Tansei-maru* cruise KT04-20 in the southwestern Okhotsk Sea and the northeastern Japan Sea off Hokkaido, Japan. *Annals of the Research Institute of the Japan Sea Region, Kanazawa University*, **39**, 31-48.
- Tsukawaki, S., Ozawa, H. and Ooji, A., 2003: Preliminary results from sediment sampling of the R. V. *Tansei-maru* cruise KT01-14 in the southwestern marginal part of the Okhotsk Sea and the northeastern marginal part of the Japan Sea. *Bulletin of the Japan Sea Research Institute, Kanazawa*

University, **34**, 101-111.

Tsukawaki, S., Ozawa, H., Domitsu, H., Kamiya, T., Kato, M. and Oda, M., 2000: Preliminary results from the R. V. *Tansei-maru* cruise KT98-17 leg 2 in the southwestern marginal part of the Japan Sea - sediments, benthic and planktonic foraminifers, and ostracodes -. *Bulletin of the Japan Sea Research Institute, Kanazawa University*, **31**, 89-119.

Tsukawaki, S., Ozawa, H., Domitsu, H., Hirano, K., Maeda, T., Tomii, Y., Saito, S., Kamiya, T., Kato, M. and Oda, M., 2001: Preliminary results from the R. V. *Tansei-maru* cruise

KT99-14 in the central and northeastern marginal parts of the Japan Sea - sediments, benthic and planktonic foraminifers, and ostracodes - (Part 1: surface sediments). *Bulletin of the Japan Sea Research Institute, Kanazawa University*, **32**, 1-28.

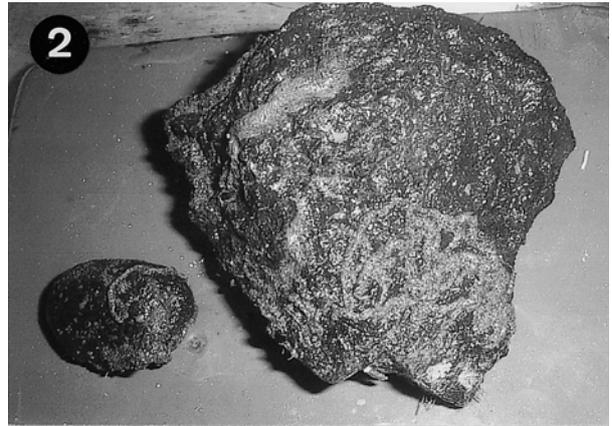
Tsukawaki, S., Kuroda, J., Ozawa, H., Kamiya, T. and Kato, M., 2002: Onboard results from sediment samplings on the R. V. *Tansei-maru* cruises KT00-14 in the southwestern marginal part of the Japan Sea and KT00-17 in the northeastern marginal part of the East China Sea. *Bulletin of the Japan Sea Research Institute, Kanazawa University*, **33**, 43-56.

Explanation of Plate 1

The grab surface sediments recovered from off Shiretoko Peninsula (figs. 1 to 5) and in the Kitami-Yamato Bank (figs. 6 to 8) in the southwestern marginal part of the Okhotsk Sea. The sample bottle, 40 mm in diameter, gives scale.

- Fig. 1 Molluscan shells and shell fragment-bearing fine- to medium-grained sand at the site G-3 at a water depth of 100 m off Shiretoko Peninsula.
- Fig. 2 Recovered andesitic gravels, about 14 cm (right) and about 4 cm (left) in diameter at the site G-5 at a water depth of 185 m off Shiretoko Peninsula.
- Fig. 3 Olive grey fine-grained sandy mud at the site G-8 at a water depth of 248 m off Shiretoko Peninsula. Serpent stars on the surface.
- Fig. 4 Olive grey homogeneous mud overlain by thin soft brownish grey mud at the site G-10 at a water depth of 505 m off Shiretoko Peninsula. Serpent stars on the surface.
- Fig. 5 Olive grey soft homogeneous mud at the site G-13 at a water depth of 1,234 m off Shiretoko Peninsula. Serpent stars on the surface.
- Fig. 6 Olive grey compact sticky mud overlain by thin soupy reddish brown mud at the site G-15 at a water depth of 1,499 m in the eastern slope of the Kitami-Yamato Bank.
- Fig. 7 Olive grey compact sticky mud overlain by thin soupy yellowish brown mud at the site G-17 at a water depth of 1,001 m in the eastern slope of the Kitami-Yamato Bank.
- Fig. 8 Rounded granule- to pebble-gravel-bearing olive grey soft mud at the site G-20 at a water depth of 355m in the eastern slope of the Kitami-Yamato Bank.

Plate 1



Explanation of Plate 2

The grab surface sediments recovered from the Kitami-Yamato Bank in the southwestern marginal part of the Okhotsk Sea (figs. 1 and 2), and from the Okushiri Spur area south of Okushiri Island in the northeastern marginal area of the Japan Sea, off Hokkaido, Japan. The sample bottle, 40 mm in diameter, gives scale.

- Fig. 1 Rounded granule- to pebble-gravel-rich olive grey sticky mud at the site G-22 at a water depth of 202 m in the eastern slope of the Kitami-Yamato Bank.
- Fig. 2 Rounded granule- to pebble-gravel-rich olive grey sticky mud at the site G-24 at a water depth of 155 m in the flat top of the Kitami-Yamato Bank. Sponges are frequently observed in the sediments.
- Fig. 3 Molluscan shell fragment-bearing well sorted dark olive fine-grained sand at the site G-25 in the western slope of the Okushiri Spur at a water depth of 250 m.
- Fig. 4 Molluscan shell fragment-bearing well sorted dark olive fine-grained sand at the site G-27 in the western slope of the Okushiri Spur at a water depth of 175 m. Serpent stars on the surface.
- Fig. 5 Molluscan shell fragment-rich well sorted olive grey fine- to medium-grained sand at the site G-32 in the Okushiri Spur at a water depth of 100 m.
- Fig. 6 Rounded pebble- to cobble-gravels and molluscan shell fragments with dark olive fine-grained sand at the site G-34 in the eastern slope of the Okushiri Spur at a water depth of 148 m.
- Fig. 7 Rounded granule- to pebble-gravel- and molluscan shell fragment-bearing dark olive well sorted fine-grained sand at the site G-36 in the eastern slope of the Okushiri Spur at a water depth of 196 m.
- Fig. 8 Molluscan shell fragment-bearing fine- to medium-grained olive grey sand at the site G-40 in the south of the Okushiri Spur at a water depth of 375 m.

Plate 2



オホーツク海南西縁部ならびに日本海北東縁部における 青丸KT04-20次航海の採泥結果

塚脇真二¹・小沢広和²・陰地章仁³

要 旨

2004年9月13日～19日に実施したオホーツク海南西縁部の北海道知床半島沖ならびに北見大和堆，および日本海北東縁部となる奥尻島南方の奥尻海脚での海洋研究船淡青丸の研究航海KT04-20において，知床半島沖から14点，北見大和堆から11点，奥尻海脚から20点の海底表層試料をそれぞれ採取した。

知床半島沖の海底表層堆積物は，陸棚域では貝殻片や礫をともなう細～中粒砂，最上部斜面域では細粒砂あるいは砂質泥，上部斜面域では緑灰色の泥，そして中～下部斜面域では緑灰色の軟泥からそれぞれ構成される．北見大和堆付近の海底堆積物は，堆の頂部から斜面上部にかけては含礫の泥，中部斜面域では緑灰色砂質泥または泥，下部斜面域には緻密な緑灰色泥からなる．一方，奥尻海脚付近では，海脚頂部ならびに海脚西側斜面には貝殻片に富む細～中粒砂が分布するが，貝殻片ならびに礫を含む細粒砂が東側斜面には分布する。

キーワード：海底堆積物，日本海，オホーツク海，奥尻島，知床半島，淡青丸

¹金沢大学環日本海域環境研究センター エコテクノロジー研究部門 〒920-1192 石川県金沢市角間町

²国立科学博物館地学研究部 〒169-0073 東京都新宿区百人町3丁目23-1

³株式会社アーキジオ 〒933-0824 富山県高岡市西藤平蔵581

石川県沿岸域における津波災害の軽減に向けて： 東北地方太平洋沖地震津波および日本海歴史津波の教訓と課題

由比政年^{1*}・楳田真也¹

2011年9月16日受付, Received 16 September 2011
2011年12月22日受理, Accepted 22 December 2011

Towards the Reduction of Tsunami Vulnerability along the Japan Sea Coast: Lessons Learned and Future Research Needs Deduced from the 2011 Tohoku Earthquake Tsunami and Historical Tsunamis in the Japan Sea

Masatoshi YUHI^{1*} and Shinya UMEDA¹

Abstract

A magnitude 9.0 earthquake occurred on March 11, 2011, off the Pacific coast of the north-eastern part of Japan. This earthquake induced huge tsunamis that struck a broad range of coastal areas. Catastrophic damage occurred over hundreds of kilometers along the Pacific coast. In the first part of this paper, we review the physical characteristics and associated damage of the 2011 Tohoku Earthquake Tsunami, on the basis of available records and field reports. The results of a tsunami trace survey conducted by a joint survey group are also described to highlight the serious damage that occurred near Sendai airport, Sendai-Shiogama port, Matsushima Bay, Ishinomaki Bay, and Oshika Peninsula in the Miyagi Prefecture. On the basis of insights obtained from the synthetic assessment of historical tsunamis, we then describe tsunami disaster risks to the Japan Sea coastal areas. The vulnerability against tsunamis in Ishikawa Prefecture, which is located in the middle-north of Japan, is estimated on the basis of available historical records and existing literature. We discuss future research that is required to improve the preparedness against tsunamis along the Japan Sea coasts.

Key Words: 2011 Tohoku Earthquake Tsunami, field survey, Japan Sea, Noto coast, Kaetsu coast

キーワード: 2011年東北地方太平洋沖地震津波, 現地調査, 日本海, 能登海岸, 加越海岸

I. はじめに

2011年3月11日に東北地方三陸海岸沖で発生したマグニチュード9.0の巨大地震は、太平洋沿岸の広い範囲に甚大な被害を発生させた。震災発生後6ヶ月が経過した2011年9月10日までに確認された被害は、死者15,781人、行方不明者4,086人（警察庁, 2011）に達しており、その大部分は津波によるものと推定さ

れている。災害発生直後より、多くの研究機関および行政機関による調査が精力的に実施され、既に多くの観測結果および解析結果が報告されてきた（たとえば, Mori *et al.*, 2011; The 2011 Tohoku Earthquake Tsunami Joint Survey Group, 2011; 高橋ほか, 2011; 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ, 2011; 土木学会水工学委員会, 2011; 土木学会東日本大震災特別委員会総合調査団, 2011; 日本情報地

¹金沢大学理工研究域環境デザイン学系 〒920-1192 金沢市角間町 (School of Environmental Design, College of Science and Engineering, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan)

*連絡著者 (Author for correspondence)

質学会, 2011; 日本地理学会, 2011)。大きな犠牲を伴って得られたこれら貴重な情報を有効活用し、津波災害に関する特徴を理解することを通じて、被災地のみならず国内外の各地域の防災力向上に役立てることはきわめて重要である。

将来に向けた地域津波防災を考える際には、津波の歴史的特性と地域的特性を理解することが基本となる。一般に、津波は、マグニチュード6.5以上の海底地震が海底から約80kmまでの深さで起きたときに発生が予想される(たとえば、合田, 1998)。海底地震の原因となる海底プレートや海域活断層の運動は、数十年から千年程度の長い周期で繰り返されるため、津波の発生も周期的な様相を呈する。この意味で、過去に観察された津波の歴史的特性を知ることが、将来の津波防災を考える上で有用である。また、津波は海上を伝播する過程および海岸付近を遡上する過程で地形による影響を強く受ける。このため、各地域の地形特性に応じた津波伝播の地域的特徴を合わせて理解しておくことも重要である。物理現象としての津波の普遍的特性を理解することに加え、その歴史的・地域的特性に関する知見を深めることが、津波研究および津波リテラシー教育を進める上で本質的に重要となる。

以上の点を踏まえて、本報の前半部分では、今回の巨大津波に関する包括的知見を整理するとともに、具体的被災事例を示すことで、津波に関する総合理解を深化させるための情報提示を試みる。まず、第II章では、各種の文献調査に基づいて、2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震津波の特徴を抽出する。次いで、第III章では、著者の一人(楳田)が参加した共同調査結果から対応する各種の被災例について述べる。続いて、後半部分では、石川県沿岸域に着目して、既往津波の歴史的・地域的特性について論じる。第IV章では、日本海域において過去に発生した津波、特に、石川県沿岸域に影響を与えた既往津波に焦点を絞り、その伝播特性や影響に関する文献調査を行って、特徴を総括する。最後に、第V章では、以上の結果を踏まえて、今後の津波防災に資する技術情報を提示するためのツールの1つとして、数値シミュレーション技術に着目し、その活用の方向性について議論を行う。

II. 2011年東北地方太平洋沖地震津波の概要

東北地方太平洋沿岸は、明治三陸津波(1896年)、昭和三陸津波(1933年)、チリ地震津波(1960年)など、大規模な津波による被害を繰り返し被ってきた。これらの経験を踏まえて、当地域では、ハード・ソフトの両面において、津波防災への準備が国内外で最も広くかつ深く進められてきた。それにもかかわらず、今回来襲した津波はこれまでの備えを遥かに凌駕する規模で甚大な痕跡を残している。本章では、その特徴を各種研究機関の調査報告をもとに概観する。

1) 地震・津波の規模と被害の概要

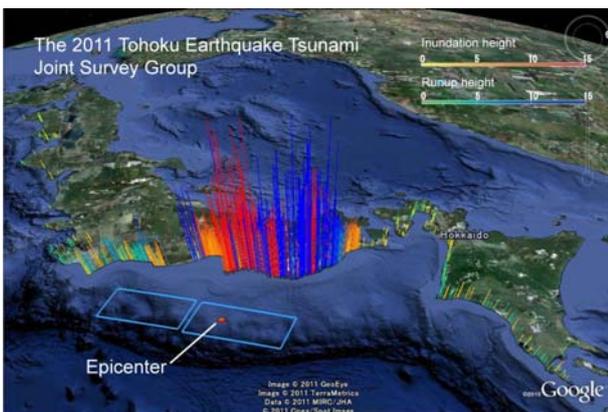
2011年3月11日、日本時間午後2時46分頃、東北地方太平洋沖でマグニチュード9.0の巨大海底地震が発生した。震源域は、三陸海岸沖130km(北緯38.1度、東経142.9度)深さ24kmに位置し、その大きさは、長さ約450km、幅約200kmと推定されている(気象庁, 2011)。この津波の第1波は、地震発生後約20分後に東北地方の沿岸に到達し、その後、太平洋沿岸約1,300kmに渡る広い範囲に來襲した。今回の災害で最も被害の大きかった岩手・宮城・福島の三県にかけて、広い範囲で10mクラスの津波が來襲し、津波による浸水域は561km²に達した。警察庁(2011)の発表によると、震災発生後6ヶ月が経過した2011年9月10日現在で、死者は15,781人、行方不明者は4,086人に達している(表1)。特に、宮城、岩手両県における被害が顕著であり、人的被害(死者数プラス行方不明者数)の約90%がこの両県に集中している。このような甚大な人的被害および建物被害の大部分は、津波による犠牲と推定されている。

表1 被害状況の抜粋(2011年9月10日時点)(警察庁, 2011).
Table 1 Summary of Tsunami victims (10/Sep./2011).

地域	人的被害		建物被害	
	死者数	行方不明者数	全壊	半壊
岩手県	4,656	1,692	20,199	4,483
宮城県	9,456	2,149	73,261	79,502
福島県	1,603	241	17,549	46,574
全国	15,781	4,086	115,151	161,889

2) 波源近くでの初期波形の特徴

今回発生した津波の沖合における挙動が、国土交通省港湾局のGPS波浪計により観測されている（高橋ほか，2011）。その結果によると、たとえば、釜石港沖合18km、水深204m地点に位置するGPS波浪計で、6.7mもの津波が検知されている。通常、沖合での津波の波高は小さく、波長（周期）は非常に長いことから、外洋の大水深地点で津波を検知することは、技術的に困難とされてきた。この観測結果は、今回の津波が、これまでにわが国が経験してきた津波をはるかに上回る規模のものであったことを示している。また、東京大学地震研究所の海底水圧計（沖合約70km・水深1,600m、および、沖合約40km・水深1000mの2箇所）においても、津波波形が明瞭な形で観測されている（佐竹ほか，2011a）。沖合約70kmに設置された海底水圧計の観測結果は、水面が地震発生直後から徐々に上昇し（約2m）、その後、11分後にさらに急激に上昇する（さらに約3m）様子を示している。もう1つの水圧計およびGPS波浪計でも同様の波形が観測されている。こうした2段階の水位上昇のうち、最初のは貞観地震（869年）に対して推定される波源域に、やや遅れた急激な水位上昇は明治三陸津波時（1896年）の波源域に対応すると指摘されている（佐竹ほか，2011a）。



(a) 遡上高・浸水高の調査結果
(青色系は遡上高，赤色系は浸水高を表す)。

3) 沿岸域における津波波高分布の特徴

沿岸域に近づくにつれ、津波は、浅水変形・屈折変形・V字型湾奥部へのエネルギー集中等によって波高を著しく増加させ、広い範囲で10mを超える巨大津波として多くの地点に来襲した。図1は、東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ（2011）による津波浸水高および遡上高の空間分布を示すものである。なお、ここでの浸水高および遡上高は、津波到達時の天文潮位を基準としたものである（図2）。緯度方向に投影した図中の青色の三角形は遡上高，赤色の丸は浸水高を表す。過去に発生した津波と比

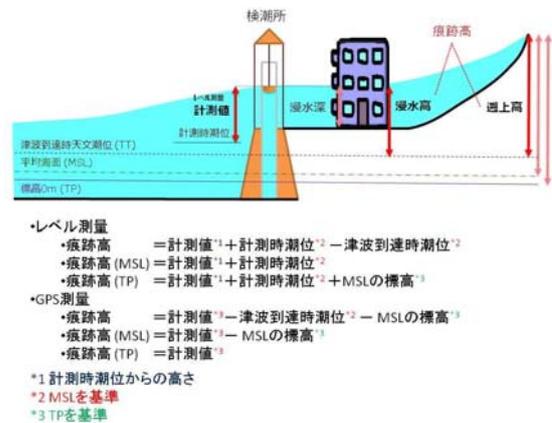
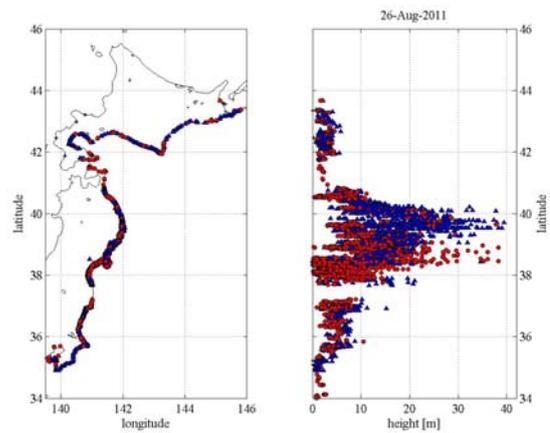


図2 津波高さの定義（東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ（<http://www.coastal.jp/tjt/>））。

Fig. 2 Definition of inundation height and runup height (<http://www.coastal.jp/tjt/>).



(b) 緯度方向への投影図
(青色の三角形は遡上高，赤色の丸は浸水高を表す)。

図1 津波浸水高および遡上高の空間分布（東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ（<http://www.coastal.jp/tjt/>）2011年9月9日参照）。

Fig. 1 Spatial distribution of inundation height and runup height of 2011 tsunami along the Pacific coast (<http://www.coastal.jp/tjt/>).

較して、今回の津波痕跡が最大となっている箇所が多い（佐藤，2011）。また、今回の津波波高分布の特性は、明治三陸津波および貞観津波を誘起した2つのタイプの地震が同時生じたとして説明できるとの指摘もある（佐竹ほか，2011a, 2011b；佐藤，2011）。

4) リアス式海岸における津波波高の増幅

三陸海岸のようなリアス式海岸部においては、V字型湾の湾奥や岬への津波の集中、湾内での多重反射による共振等によって津波が増幅しやすい。合同調査グループによる今回の観測においても、三陸海岸周辺では、南北290km程度に渡って痕跡高（浸水高および遡上高）が20mを超過し、30mを超える地域も約200kmに渡っている（森，2011）。局所的には、最高40.4mの遡上高が報告されている。なお、リアス式海岸部の被災例として、次章では牡鹿半島における調査結果について述べる。このように、今回の津波においてもリアス式海岸部での津波の増幅が顕著に認められ、痕跡高の大きさや空間的な分布幅は、過去に発生した明治三陸津波や昭和三陸津波を凌駕するものとなった。

5) 平野部奥深くまでの津波の遡上氾濫

今回の観測では、仙台平野部においても、10m程度の津波痕跡高が観測され、内陸への浸水範囲は、数kmにも渡っている（東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ，2011；日本情報地質学会，2011；日本地理学会，2011など）。一例として、仙台空港付近の被災の様子について、次章で調査結果を報告する。このように平野部においても陸域に向けて長距離の遡上・氾濫が発生したことは今回の津波災害で特徴的であり、今後、低平地部における避難計画のあり方や二線堤の整備の進め方などを議論する際に十分な考慮が必要である。今回の津波では、遡上氾濫時の津波の流速が、ビデオ画像等に基づいて解析されている（越村，2011）。その結果、波速と同程度の数m/sの流速が推算されており、「長時間持続する速い流れ」としての津波の特性を考慮することの重要性も指摘されている（都司，2011）。

6) 津波の河川遡上

津波の河川遡上に関する事例も多数報告されている（土木学会水工学委員会，2011）。多くの河川にお

いて、河道内での遡上距離は、堤内地と比較して二倍程度に及んでいる。たとえば、宮城県北上川において、約50kmの遡上が確認された。また、津波の伝播速度に関しても、河道内の波速は、堤内地の二倍程度に達している。河川堤防の破堤や越流による氾濫、水門等の河川構造物の被災も随所に見られる。大規模な破堤被害は、二級河川規模の河川で多く観察されている（田中ほか，2011）。

7) 港湾・船舶関連の被害

港湾域においても、多様な津波被害が報告されている（高橋ほか，2011）。釜石湾や大船渡湾においては、これまでに、津波低減のための世界最大級の湾口防波堤（津波防波堤）が建設されてきた。これらの大規模な構造物は、津波の波高を60%低減させ、津波の氾濫を数分程度遅らせる機能を発揮したが、津波を完全に防ぐには至らず、湾口防波堤自身も防波堤前後の水位差に起因する水平力などによって滑動・水没した。また、今回、多くの漁港において、港内に停泊していた船舶が津波に押し流され、建物に衝突してその被害を助長するケースが報告されている（高橋ほか，2011）。港湾域の被災例として、次章では、仙台塩釜港や石巻港における被害について解説を加える。船舶や家屋等の漂流物が遡上津波による被害を著しく拡大させたことも今回の津波の特徴の1つである。

8) 構造物被害

構造物については、10m級の津波が来襲した地域で、木造家屋が壊滅的な破壊・流失被害を受けている。従来、木造家屋は浸水深が2mを超過すると全壊に至ると考えられており、その基準を裏付ける結果となった。一方、これまで、津波に対する強度が優れていると言われていた鉄筋コンクリート造の建物についても、転倒・移動した例や基礎の洗掘により傾斜した例が報告されている（建築研究所・国土技術政策総合研究所，2011）。ただし、高層の鉄筋コンクリート構造物等で津波避難ビルに指定されていたものに関しては、2階、3階程度まで浸水を受けつつも津波による流体力に抵抗し、鉛直避難場所としての機能したものも多い（中央防災会議，2011）。

9) 津波からの避難

今回来襲した津波は、従来整備されてきた堤防・防波堤等のハード施設の機能を遥かに凌駕するものであり、津波からの早期避難、特に、鉛直避難の重要性があらためて認識される結果となった。避難の遅れにより多くの人々が犠牲になった一方、日頃からの津波防災教育が効果を発揮し、的確な避難行動により被害を軽減させた例も報告されている(片田, 2011)。

Ⅲ. 宮城県における津波被害の現地調査

1) 合同調査チームによる津波調査の概要

今回の津波被害については、これまでに行われたことのない大規模な合同調査が実施された(東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ, 2011)。合同調査グループには、海岸工学、津波工学および地球物理学などの研究者や民間企業、行政などからの実務者が多数参加し、東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループとして北海道から沖縄に至る広域的な津波痕跡の調査が行われた。著者の一人も第2期調査団に参加し、2011年3月31日から4月5日に仙台湾から牡鹿半島にかけての津波氾濫地域において、津波痕跡高の測量と被害状況の現地調査を行った(榊山ほか, 2011)。以下では、その調査結果に基づいて、宮城県中・南部における津波被害の特徴を述べる。



図3 現地調査地域.

Fig. 3 Tsunami trace survey area.

2) 仙台湾における津波被害

仙台市、名取市、岩沼市辺りの海岸線は単調な砂浜が続いており、陸側には仙台平野の低平地が広がる。津波による浸水域は海岸線から4-5km程度内陸まで帯状に広がり、河川ではさらに数km上流まで達した。海岸から約1km内陸にある仙台空港では、浸水深は3mを超え、瓦礫や土砂が建物1階や敷地に広く堆積し、国内線の臨時便の復旧までに約1ヶ月を要した。

空港東側の海岸付近の被害状況を図4と5に示す。この付近では津波は約6mの高さの海岸堤防を乗り越えて陸域に侵入している。堤防背後の地面は岸沖方向に10m程度が顕著に洗掘され、堤防は裏法を中心に崩壊している。堤防背後にある海岸砂丘には松林が岸沖方向に約100~200mの幅で分布していたが、堤防寄りにあった松は図5のように折れたり、なぎ倒されたりしたものが多く、陸寄りの砂丘頂部付近では傾いた状態のものが目立った。松林背後に広がる宅地や農地も津波氾濫流に飲み込まれ、家屋や車などが大量に押し流されていた。大部分の家屋は1階が完全に水没する程度まで浸水し、基礎を残して建物全体が流失していたが、1階の損傷度合は大きいものの2階はある程度元型を留めることができた家屋も一部見られた。家屋の損傷度合は同一集落でも差が大きく、建物や道路の配置、家屋の形状や強度、微地形などの要素が影響したものと考えられる。海岸線から数km内陸にある仙台東部道路の盛土は津波氾濫流や漂流物がある程度堰き止め、浸水域の拡大を抑える働きが見られた。

仙台湾の北端に位置する仙台塩釜港周辺においては、工場や倉庫等の大型の建物の損壊および大型運搬車両や資材等の漂流被害が目立った。高砂埠頭のコンテナターミナルに隣接する建物で浸水深は2.6m、浸水高は6.8mであった。周辺では大量のコンテナが津波によって押し流され、図6に示すように散乱していた。また、引き波時に港外に漂流し、周辺の海岸に打ち上げられたと見られるコンテナも多数あった。

図7はターミナル南東側の護岸の被害状況を示すものである。高さ3.7m、幅1.6m、長さ5mのパラペットが押し倒され、さらに波消ブロックが多数乗り上げている。被災前の波消工の幅は水面より上の部分で15m程度ある。東西方向に伸びる長さ約250mの護



図4 仙台空港東側の海岸堤防の被害.

Fig. 4 Damage of coastal dikes at the east coast of Sendai airport.



図5 堤防背後の松林の被害.

Fig. 5 Damage of pine trees behind the coastal dikes.



図6 仙台塩釜港高砂埠頭におけるコンテナの被害.

Fig. 6 Damage of containers at Takasago wharf of Sendai-Shiogama port.



図7 高砂埠頭コンテナターミナル南東側の護岸の被害.

Fig. 7 Damage of seawalls in the South-east area of the container terminal at Takasago Wharf.

岸では半数程度のパラペットが元の位置から数m～10m近く陸側へ移動した。一方、その東端から北東方向に伸びる護岸は無事であった。周辺で計測された浸水高から、津波はこの護岸も越波したと推測される。無事であった護岸のパラペットは図7のものより断面積が2倍以上大きい。また、その波消工の前面には、離岸堤として当初建設されたと思われる波消ブロック群が隣接し、消波工の実質的な幅も倒壊したものに比べて2倍以上広い。そのため、この護岸の安全率にかなり余裕があり、今回の非常に大きな津波に耐えることができたと考えられる。

3) 松島湾における津波被害

松島湾は仙台平野と石巻平野の間に位置し、非常に入り組んだ複雑な海岸線を持つ。沿岸域まで丘陵が迫り、低平地は限られるため、津波による浸水域は比較的狭い。津波の浸水高は南西側の湾口付近にある七ヶ浜町花渚浜漁港（図8）で6.8m、北東側の湾口付近の東松島市宮戸島月浜（図9）で8.8mに対

して、湾奥の中央部の松島町瑞巖寺や磯崎漁港で2.5mと比較的低く、湾奥の西側にある塩釜港や塩釜市街地で4～5m程度であった。津波の高さは湾奥部（特に中央部から東側）で低減している。松島湾は湾口や湾内に非常に多くの小島があり、湾口の幅に比べて湾奥の幅が広く、湾内の水深も大きくない等により、津波の高さが湾内で抑えられたと推測される。図10は湾奥部に位置する遊覧船乗り場の被災後の様子である。津波は護岸を越流し、周辺の浸水深は1～1.5m程度であった。この周辺は宮城県中・南部の海岸沿いで人や建物の被害が最も小さく抑えられた地域の1つであり、復旧作業も比較的早く進んでいるようであった。ただし、湾内にあった牡蠣養殖などの水産施設のダメージは大きいようである。

4) 石巻湾における津波被害

石巻湾は宮戸島と牡鹿半島に挟まれ、西側の海岸線は単調な砂浜海岸、東側は石巻港や石巻漁港で占められているが、砂浜海岸も一部残っている。津波



図8 花渚漁港の建物の被害.
Fig. 8 Damage of a harbor building at Hanabuchi fishing harbor.



図9 宮戸島月浜地区の被害.
Fig. 9 Damage to the houses at Tsukihama, Miyatojima island.



図10 瑞巖寺付近の遊覧船乗り場の被災後の様子.
Fig. 10 Damage around an excursion boat wharf near Zuiganji temple.



図11 東松島市野蒜の松島自然の家の被害.
Fig. 11 Damage of Matsushima gymnasium at Nobiru, Higashimatsushima City.



図12 東松島市東名地区の被害.
Fig. 12 Damage at Tona area, Higashimatsushima City.

は海岸堤防や港の護岸を乗り越えて、沿岸部の低平地にあった市街地、集落、学校、工場や農地等を襲い、火災も誘発されたため、非常に多くの人命が失われた地域である。浸水域は海岸から3~4km、河川部はさらに数km上流にまで及んでいる。

石巻湾の西端に位置する東松島市野蒜や東名地区における被害を図11と図12に示す。海岸堤防から約200mの所にある松島自然の家の体育館周辺では、津

波氾濫による樹木や電柱の倒壊および地面の洗掘が顕著である。付近の海岸堤防は決壊している。図11より、芝の地面が洗われ、地中にあった石や樹木の根が剥き出しになっている様子が分かり、この付近の氾濫流の流速は大きかったと見られる。また、建物基礎の隅角部では2mに達する洗掘孔が形成されていた。体育館の浸水高は8.7m、浸水深は4m程度であった。ここから東松島市東名地区の間は、図12に示すように低地の浸水被害が著しい。海岸堤防の決壊と地震による地盤沈下が重なり、氾濫水が海に戻らず、広範囲で冠水状態が続いていた。また、石巻港西側の定川河口右岸の水田や石巻市南浜町の海岸付近の宅地でも湛水していた。

石巻港や石巻漁港の様子を図13と図14に示す。岸壁には大きな損傷は見られず、荷揚げ場の舗装が所々損傷し、舗装が剥がれた箇所では地面が陥没していた。この付近の浸水高は5m程度あり、貨物船が中央埠頭に乗上げていた。港の倉庫はシャッターの損傷が激しいものの、鉄の骨組みは耐えている。石



図13 石巻港大手埠頭の被害.
Fig. 13 Damage at Oote wharf of Ishinomaki port.



図14 石巻漁港の漁船の被害.
Fig. 14 Damage of a fishing vessel at Ishinomaki fishing port.



図15 石巻漁港周辺の工場地域の被害.
Fig. 15 Damage at the manufacturing quarter near Ishinomaki fishing port.



図16 牡鹿半島桃浦地区の港の被害.
Fig. 16 Damage of a harbor at Momonoura hamlet of Oshika Peninsula.

巻漁港付近の浸水高は6m程度あり、図14のように漁船が打ち揚げられた。打ち揚げられた漁船や貨物船の錨は海中にあり、岸壁付近に留まっていた。両港周辺には飼料、肥料および食品関係等の工場が多くあり、図15に示すように各工場で使用されていたと見られる円筒形のタンクが津波氾濫流によって押し流され、漂流した。多くは押し波時に陸側へ運ばれ、建物や樹木等に衝突して止まったようであるが、一部には津波の引き波時に海側へ運ばれたものもあり、漁港の防波堤に乗り上げたタンクもあった。港の周辺は工場が隣接し、運搬車両、工場の付帯施設や材木等が流され、漂流物が大量に発生した。その一部は周辺の商業地や宅地まで運ばれ、漂流物による被害も見られたが、敷地を囲うフェンスや樹木および街路樹が漂流物を捕捉している箇所も多数見られた(図15)。

5) 牡鹿半島における津波被害

三陸海岸の南端に位置する牡鹿半島には、リアス

式海岸が続いている。入江に面した限られた低地に集落があるため、集落の大部分が津波に飲み込まれ、甚大な被害を受けた地域である。半島は震央に近く、地震による地盤変動量が大きい。半島先端部では1.2m沈下したことが国土地理院(2011)によって報告されている。

図16は石巻湾に面する半島西側に位置する桃浦地区の漁港を撮影したもので、岸壁付近は海水面下に没していることが分かる。目立った損傷も無く一様に沈んでいることから、地盤沈下の影響であると見られる。地盤沈下の影響は水際部で顕著に現れる。桃浦地区の最も山側に位置する小学校のグラウンド(海岸線から約400m程度)で浸水深は0.5m程度、浸水高は11mであった。この値は石巻湾に沿った地域の中では高い値である。

半島の先端付近に位置する鮎川地区での浸水高は8~8.5mであった。港の損壊や主に周辺低地の家屋の流失や倒壊などの大きな被害を受けたものの、局地的に浸水高が高まることなく、被害度合いも半島



図17 牡鹿半島大谷川浜地区の被害.

Fig. 17 Damage at Ooyagawahama hamlet of Oshika Peninsula.

のその他の地区と同程度であった。半島の東側に位置する鮫浦湾に面した大谷川浜地区では、遡上高が約21mに達した。この地区と隣接する谷川地区の被害状況を図17と図18に示す。両地区では水産施設、家屋、農地および道路まで津波に押し流され、壊滅的な被害を受けている。大谷川地区では最も山際に立つ民家1軒のみが残り、道路や農地は浸食または土砂に埋もれ、荒地と化した(図17)。海岸堤防は崩壊し、堤防背後の地盤も深く洗掘され、津波による地盤浸食によって地形が変化した。また、杭基礎から離脱し、山手側へ運ばれたと推測される鉄筋コンクリートの建物(図18)もあった。牡鹿半島の東側の付け根に位置する女川町でも、鉄筋コンクリートや鉄骨造の比較的強固な建物の倒壊が報告されており(柿沼ほか, 2011)、半島東側の湾奥に位置する地区においては、津波氾濫流が集中的に作用して激しい破壊を受けた地点が目立った。

IV. 石川県沿岸域における津波伝播の特性

1) 日本海における既往津波とその特性

日本海において過去に発生した津波の記録として、羽鳥・片山(1977)は、22個の津波を取り上げて総括している。ただし、17世紀以前の津波に関しては、記録も少なく、津波規模や波源域の特定が困難なものも含まれている。北陸電力(2010)、北國新聞社(2011)にも同様の一覧表が掲載されている。日本海側の津波で最も年代の古い記録は、701年(大宝元年)に若狭湾で発生したと推定される津波である(詳細は不明)。これ以前の資料は報告されていないため、現状では、日本海側における古津波の記録から千年



図18 牡鹿半島谷川浜地区の被害.

Fig. 18 Damage at Yagawahama hamlet of Oshika Peninsula.

程度の時間スケールで周期性を論じることは不可能である。以下では記録の信頼性が高いと考えられる18世紀以降に発生した津波を対象とする。羽鳥・片山(1977)によると、日本海側において、比較的大きな津波が、18世紀に5回、19世紀に6回発生している。20世紀には、1980年代以降に発生した、日本海中部地震津波(1983年)および北海道南西沖地震津波(1993年)を加えると8個の津波が観測されている。波源域の分布を見ると、山陰地域では少なく、能登半島以北に多く現れている。特に、日本海東縁部の北海道西方沖から新潟県西方沖に規模の大きい津波の波源域が集中している。この領域は、北米プレートとユーラシアプレートの境界部分に相当するが、太平洋側のものとは異なり、プレート境界は不明瞭と考えられている(土木学会原子力土木委員会, 2002)。地震規模が最大のもは、1993年の北海道南西沖地震で、マグニチュード7.8、次いで、1983年の日本海中部地震のマグニチュード7.7が続いている。

2) 日本列島・大陸間の津波の多重反射

日本海は、日本列島とユーラシア大陸によって囲まれた縁海であり、半閉鎖性の海域として位置づけられる。このため、日本海域で発生した津波は、大陸からの反射波の影響を強く受ける。羽鳥(1986)は、1983年に日本海東縁部で発生した日本海中部地震津波を対象に津波伝播図を用いた波浪伝播解析を行い、大陸からの反射波が日本海沿岸に到達するまでの時間を推定した。解析結果は、日本海沿岸各地での験潮記録と良く整合するものであった。例として、ロシア沿海州で反射した津波は、地震発生から約2時間50分後、北朝鮮からの反射波は約3時間20分

後、韓国からの反射波は約3時間50分後にそれぞれ能登半島に到達すると推定されている。この例が示すように、日本海で発生した津波については、波源から直接伝播する津波に加えて、地震発生から2～4時間後に来襲する大陸からの反射波の動向にも注目する必要がある。実際に、日本海中部地震の際には、津波が日本海沿岸で多重反射を繰り返し、一日以上減衰せずに沿岸各地に來襲した(河田, 2010)。このような多重反射の影響により、日本海を波源とする津波の継続時間は太平洋側と比較して長いものとなるが、どの程度の高さの津波がいつまで継続して來襲するかを予測することは現在の解析技術をもってしても困難である(河田, 2010)。

3) 石川県沿岸域に來襲した既往津波と被害の概要

日本海で発生した津波のうち、石川県沿岸に影響を及ぼしたと考えられるものを表2にまとめておく(羽鳥, 1999に基づく)。なお、この表には、石川県

表2 石川県沿岸域に影響を及ぼした既往津波および地震の一覧(羽鳥(1999)に加筆)。

Table 2 List of historical tsunamis related to Ishikawa Prefecture, Japan (reproduced from Hatori, 1999).

発生年月日	震源位置	マグニチュード	石川県での津波波高・津波被害
1614/11/26	新潟県西方沖	7.7	
1729/08/01	能登半島北方沖	6.6-7.0	
1741/08/28	北海道渡島西方沖	?	(輪島市門前町3-4m)
1762/10/31	新潟県北方沖	7.2	
1799/06/29	石川県金沢近海	6	(金沢市金石3-4m)
1802/12/09	新潟県佐渡島西方	7.2	
1833/12/07	山形県西方沖	7.5	(輪島市5.7m)
1892/12/09	石川県羽咋市沖	6.4	(異常潮位を観測)
1896/04/02	石川県珠洲市沖	5.7	
1933/09/21	石川県七尾湾	6	
1940/08/02	北海道積丹半島沖	7.5	(輪島市0.4m)
1952/03/07	石川県大聖寺沖	6.5	
1964/06/16	新潟県沖	7.5	輪島市2.1m 穴水湾で冠水
1983/05/26	日本海中部 (秋田・青森県沖)	7.7	珠洲市狼煙漁港2.5m 輪島市輪島港1.5m 志賀町福浦漁港1.8m 負傷者・住居被害有
1993/02/07	石川県能登半島沖	6.6	輪島市0.5m
1993/12/12	北海道南西沖	7.8	珠洲市木ノ浦2.9m 輪島市輪島港2.0m 輪島市鶴入港3.5m 船舶被害24隻

沿岸域において発生した地震も併記している。まず、験潮所での津波観測が開始される以前の津波について概観すると、石川県内で最も大きな津波波高を示している既往津波は、1833年(天保4年)に山形県沖で発生した、マグニチュード7.5の地震によるものである。このときの輪島での波高は5.7mに達したと推定されており(渡辺, 1998)、輪島での死者は47名、流失全壊家屋数は318戸にのぼったとされる(東京大学地震研究所, 1984)。1741年(寛保1年)の北海道渡島西方沖津波では、能登半島北西部の輪島市門前町において被害があり、波高は3～4mに達したと推定されている(羽鳥, 1984)。1799年(寛政11年)の加賀地震の際には、津波が金沢市金石地区に襲来し、数百戸をかきさらい、溺死者多数と記録されている。この時の波高は3～4mに達したと推定されているが(羽鳥・片山, 1977)、波源や浸水域等の詳細は明らかにされていない。他にも、規模の小さな津波の観測例として、1892年に羽咋市で観測された異常潮位も紹介されている(羽鳥・片山, 1977)。

近年では、1964年の新潟県沖の地震津波で、穴水湾を中心に床上浸水(4戸)、床下浸水(131戸)、田畑冠水の被害が生じている。また、1983年の日本海中部地震津波の際には、津波による負傷者(8名)、住家破損(2軒)、床上浸水(3戸)、床下浸水(3戸)の被害が発生した(石川県防災会議, 2010)。この時の石川県沿岸における津波痕跡高は、珠洲市狼煙漁港で2.5m、輪島港で1.5m、志賀町福浦漁港で1.8mとなっている(東北大学工学部津波防災実験所, 1984)。1993年の北海道南西沖地震津波では、石川県内で24隻の船舶被害が生じた。このときの津波痕跡高は、珠洲市木ノ浦で2.9m、輪島市輪島港で2.0m、同鶴入港で3.5m、志賀町福浦漁港で1.98mとなっている(首藤ら, 1997)。

4) 能登半島外浦海岸における津波の増幅

石川県沿岸域に來襲した津波の特性として、最も特徴的な点は、日本海東縁部から伝播した津波が、能登半島外浦海岸で大きく増幅することである。能登半島北方沖合には、周囲と比較して水深の浅い海底地形が広がっている。津波の波速は水深に依存し、浅いところでは進行が遅くなることから、このような場所では波向きの変化が生じる。日本海東縁部に発した津波は、この半島北部に広がる浅海域で屈折

し、能登半島外浦側の沿岸域に集中する(羽鳥, 1999)。波源の位置が多少変わってもこの傾向は共通である。このように能登半島外浦海岸(輪島市, 珠洲市)においては、沖合海底地形の有するレンズ効果により、津波が屈折・集中し、波高増幅が顕著となることに留意が必要である。また、能登半島においては、湾の入り口に比較して湾奥幅が狭くなっている箇所も多く、そのような地点では津波のエネルギー集中が起こって波高が局所的にさらに増幅される。なお、日本海東縁部で発生した津波の場合、輪島への伝播時間は1時間強程度である。最大波と初動との時間差は小さく、1, 2波目で最大波高となる(羽鳥, 1999)。

5) 七尾湾内における多重反射

合わせて留意すべき点として、七尾湾内における津波の多重反射をあげることができる。この点について、羽鳥(1999)は、以下のように論じている。富山湾には、水深が1,000m程度に達するような深い海底谷が入り込んでいるため、富山湾に侵入した津波は、広域に拡散する傾向にある。このため、津波波源域から能登半島内浦側に直接到達する津波波高は、比較的小さい(ただし、リアス式海岸の湾奥部では注意が必要)。一方、七尾湾においては、1964年の新潟地震津波の際に、津波波高が1.0~1.5mに達し、家屋への浸水被害が生じた(Iida, 1967)。この津波の周期は約20分であり、湾内あるいは陸棚での共振(セイシュ)などによって増幅されたことが示唆される。新潟地震津波および日本海中部地震津波の際に、七尾湾では、第一波の到達後、それぞれ、約4時間後、約7時間後に最大波高が観測されている(羽鳥, 1999)。このように初期波の到達からかなり時間を経過した後に波高が増幅される点について留意が必要である。

V. おわりに

今回の津波災害を受けて、我が国では、二重・三重の防護施設整備や、適切な避難行動を実現するためのソフト対策の重要性が広く認識されるに至っている。前者の例としては、道路等を盛土構造として二線堤としての機能を持たせる多重防護への転換が図られているし、後者についても全国の自治体で防災計画の見直しやハザードマップの整備拡充が進め

られている。日本海側の津波のような低頻度災害を考えるにあたっては、国内外の各地で発生した津波の物理的特性や人的・物的被害の特徴について普遍的知見を深め、かつ、地域の歴史や特性を理解することで、その知見の有効活用を図る姿勢が必要である。引き続き、過去の事例研究を深め、将来予測や対策に活かすための研究・教育活動を並行して進めていくことが研究教育機関に期待される。

津波防災教育・津波防災研究・津波基礎研究の3者を有機的に連携させる上で、津波の物理的挙動を解明・予測することが必要になるが、そのためには、数値シミュレーションの活用が有効である(たとえば、首藤, 1989; 高橋, 2004)。以下では、この数値シミュレーション活用の方向性について、①近地津波特性の推定、および、②流れとしての特性の解明の二つの視点を提示したい。

まず、石川県の地域・歴史特性に着目した視点から、近地津波への適用について述べる。石川県沿岸に來襲する津波に関して、これまでに、古村ら(1995)、北陸電力(2010)、石川県(2011)等によって解析が実施されてきた。現在、石川県においてさらに包括的な解析を実施することが検討されている。これらの解析は、日本海東縁部や佐渡西方など震源が比較的遠方に位置し、第1波が到達するまでに1時間以上要するような津波、言い換えると、避難に一定の時間を確保できる津波を主な対象としている。古村ら(1995)は、能登半島沖に震源を有する津波を模擬した解析を実施しているが、この種の近地津波についても、今後、より包括的な検討を実施する価値があるだろう。たとえば、北陸電力(2010)によると、能登半島周辺の西方および北方の海域には、計12個の活断層が想定される。こうした活断層が震源となって津波が発生した場合、金沢市周辺には短時間での津波到達が予想される。適切な避難行動の選択は、津波の到達時間にも大きく左右されるため、低頻度ではあっても、たとえば、1799年に金沢市金石地区に被害を及ぼしたような近地津波が起こりうると想定して、その特性を予測し、的確な避難行動の準備を進めておくことが必要である。

次に、津波の流れとしての特性に着目した解析の視点について述べる。大津波の場合、陸域への氾濫水の流速は秒速10m前後に到達することも考えられ、その状態が数分から数十分間継続する。今回の津波

に際しても、高速流れを考慮することの重要性が指摘されている（都司，2011）が、従来の津波シミュレーションは、もっぱら波としての特性に焦点が当てられてきた。一方、たとえば、砂丘あるいは堤防を越流した津波、あるいは、建物の周辺で急激な縮流と拡幅を受けるような条件下では、射流と称される高速流れから常流と称される比較的緩やかな流れに急激に遷移する複雑な流れ場が形成される場合もある。従来の解析法では再現精度に難のある、このような複雑な流れ場についても、先端的な数値解析技術（たとえば、Liang, 2010）を適用することで、その特性を解明していく努力が必要とされよう。こうした「流れ」としての津波の特性について詳細を明らかにし、周知徹底を図ることも津波リテラシーの醸成を図る上で重要である。

謝 辞：津波現地調査では、電力中央研究所の榊山勉 上席研究員，吉井匠主任研究員，筑波大学の庄司学准教授に同行させて頂き、貴重なご意見を賜った。ここに記して謝意を表します。

文 献

- 中央防災会議，2011年9月10日参照：津波避難ビル等について．東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会資料，<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/higashinohon/7/4.pdf>
- 土木学会原子力土木委員会，2002：原子力発電所の津波評価技術本編．318p.
- 土木学会東日本大震災特別委員会総合調査団(地震工学委員会)，2011年9月10日参照：緊急地震被害調査報告書．<http://committees.jsce.or.jp/report/taxonomy/term/25>
- 土木学会水工学委員会，2011年9月10日参照：土木学会水工学委員会東北関東大震災調査団調査報告書．<http://rde.nhdr.niigata-u.ac.jp/jsce/>
- 合田良實，1998：海岸・港湾（二訂版）．彰国社，東京，321p.
- 羽鳥徳太郎，1984：日本海の歴史津波．月刊海洋科学，**16**，538-545.
- 羽鳥徳太郎，1986：日本海津波における大陸からの反射波．地震研究所彙報，**61**，329-338.
- 羽鳥徳太郎，1999：能登半島における津波の屈折効果．地震第2輯，**52**，43-50.
- 羽鳥徳太郎・片山通子，1977：日本海沿岸における歴史津波の挙動とその波源域．地震研究所彙報，**52**，49-70.
- 北國新聞社，2011：図解 北陸の地震・津波・原発．北國新聞社，金沢，93p.
- 北陸電力株式会社，2010：志賀原子力発電所1号機「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改定に伴う耐震安全性評価結果報告書，第10章，地震随伴事象に対する考慮（津波に対する安全性），10_1-10_62.
- 古村貴男・北浦 勝・宮島昌克・池本敏和・藤野崇之，1995：北陸に震源を有する能登の津波被害予測とその防災対策に関する研究．土木学会中部支部研究発表会講演概要集，89-90.
- Iida, K., 1967: The Niigata Tsunami of June 16, 1984, The General Report on the Niigata Earthquake of 1964. Tokyo Electrical Engineering College Press, Tokyo, 97-127.
- 石川県防災会議，2010：石川県地域防災計画（震災対策編），第1章，1-61.
- 石川県ホームページ，2011年9月10日参照：石川県津波浸水想定区域図．http://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/bousai_g/tsunami/tsunami_map/
- 柿沼太朗・辻本剛三・安田誠宏・玉田崇，2011：宮城県北部における津波痕跡調査．東北地方太平洋沖地震津波に関する合同調査報告会予稿集，19-29.
- 片田敏孝，2011：釜石市における津波防災教育—市内小中学校の子供たちを救う—．土木学会誌，96(8)，23-28.
- 河田恵昭，2010：津波災害—減災害社会を築く．岩波新書，岩波書店，東京，191p.
- 警察庁ホームページ，2011年9月10日参照：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置．<http://www.npa.go.jp/archive/keibi/biki/index.htm>
- 建築研究所・国土技術政策総合研究所，2011年9月10日参照：建築物の津波被害の概要について．国土技術政策総合研究所ホームページ．<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h23tohoku/houkoku/happyou/2-11.pdf>
- 気象庁，2011年3月25日：平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震について（第28報）．気象庁報道発表資料．
- 国土地理院，2011年11月14日参照：GPS連続観測から得られた電子基準点の地殻変動．国土地理院ホームページ．<http://www.gsi.go.jp/index.html>
- 越村俊一，2011：東北地方における津波浸水範囲および津波被害の調査．東北地方太平洋沖地震津波に関する合同調査報告会予稿集，34-37.
- Lian, Q., 2010: Flood simulation using a well-balanced shallow

- flow model. *Journal of Hydraulic Engineering*, **136**, 669-675.
- 森 信人, 2011: 津波合同調査の全体概要とその解析結果. 東北地方太平洋沖地震津波に関する合同調査報告会予稿集, 1-6.
- Mori, N., Takahashi, T., Yasuda, T. and Yanagisawa, H., 2011: Survey of 2011 Tohoku earthquake tsunami inundation and run-up. *Geophysical Research Letters*, **38**, L00G14, doi: 10.1029/2011GL049210
- 日本地理学会, 2011年9月10日参照: 東北地方太平洋沖地震・日本地理学会災害対応本部 津波被災マップ(電子国土版), <http://danso.env.nagoya-u.ac.jp/20110311/data/index.html>
- 日本情報地質学会ホームページ, 2011年9月10日参照: 東日本大震災津波被害現地調査報告. <http://www.jsgi-map.org/tsunami/>
- 榊山 勉・吉井 匠・庄司 学・楳田真也, 2011: 電中研チームによる津波被害調査報告. 東北地方太平洋沖地震津波に関する合同調査報告会予稿集, 77-82.
- 佐竹健治・酒井慎一・篠原雅尚・金沢敏彦・藤井雄士郎, 2011a: 津波波形からみた東北地方太平洋沖地震の津波波源. 東北地方太平洋沖地震津波に関する合同調査報告会予稿集, 67-68.
- 佐竹健治・酒井慎一・藤井雄士郎・篠原雅尚・金沢敏彦, 2011b: 東北地方太平洋沖地震の津波波源. *科学*, **81**, 407-410.
- 佐藤慎司, 2011: 構造物による津波防護機能とその限界. 東北地方太平洋沖地震津波に関する合同調査報告会予稿集, 50-56.
- 首藤伸夫, 1989: 津波の数値計算. *土木学会論文集*, 411(II-12), 13-23.
- 首藤伸夫・明田定満・都司嘉宣・松富英夫, 1997: 1993年北海道南西沖地震侵害調査報告 第4章 津波. *土木学会*, 76-106.
- 高橋重雄・戸田和彦・菊池喜昭・菅野高弘・栗山善昭・山崎浩之・長尾 毅・下迫健一郎・根木貴史・菅野甚活・富田孝史・河合弘泰・中川康之・野津 厚・岡本 修・鈴木高二朗・森川嘉之・有川太郎・岩波光保・水谷崇亮・小濱英司・山路徹・熊谷兼太郎・辰巳大介・鷺崎 誠・泉山拓也・関 克己・廉 慶善・竹信正寛・加島寛章・伴野雅之・福永勇介・作中淳一郎・渡邊祐二, 2011: 2011年東日本大震災による港湾・海岸・空港の地震・津波被害に関する調査速報. 港湾空港技術研究所資料No.1231, 200p.
- 高橋智幸, 2004: 津波防災における数値計算の利用. *日本流体力学会数値流体力学部門Web会誌*, **12**(2), 23-32.
- 田中 仁・真野 明・慮 敏, 2011: 津波の河川遡上. 東北地方太平洋沖地震津波に関する合同調査報告会予稿集, 38-43.
- The 2011 Tohoku Earthquake Tsunami Joint Survey Group, 2011: Nationwide Field Survey of the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake Tsunami. *Journal of Japan Society of Civil Engineers*, **B2**, 67, 63-66.
- 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ, 2011: 東北地方太平洋沖地震津波に関する合同調査報告会予稿集, 103p.
- 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループホームページ, 2011年9月10日参照. <http://www.coastal.jp/tjt/>
- 東北大学工学部津波防災実験所, 1984: 昭和58年5月26日日本海中部地震津波に関する論文及び調査報告. 東北大学工学部津波防災実験所研究報告, 第1号, 267p.
- 東京大学地震研究所編, 1984: 新収日本地震史料, 第4巻. 日本電気協会, 東京, 870p.
- 都司嘉宣, 2011: 千年震災 繰り返す地震と津波の歴史に学ぶ. *ダイヤモンド社*, 東京, 276p.
- 都司嘉宣・小西達男, 1985: 日本海に発生した地震津波と数値計算結果. 国立防災科学技術センター研究報告, **35**, 277-297.
- 渡辺偉夫, 1998: 日本被害津波総覧(第2版). 東京大学出版会, 東京, 238p.

聞き書き資料：能登半島熊木川最上流に位置する 須久保の1960年代以前の里山利用

堀内美緒^{1,2*}・中村浩二²

2011年9月16日受付, Received 16 September 2011
2011年12月13日受理, Accepted 13 December 2011

Notes on an Interview on *Satoyama* Life before the 1960s in Sukubo Area Upstream of the Kumaki River, Noto Peninsula

Mio HORIUCHI^{1,2*} and Koji NAKAMURA²

Abstract

This article is based on the notes of interviews with an aged former resident of Sukubo, which is an area located near the upper stream of the Kumaki river, Noto Peninsula, Ishikawa Prefecture, Japan. The interviewee was born in 1926 in Sukubo, grew up there, and made his living with various kinds of activities in his local *satoyama* area, including charcoal making, forestry, rice cultivation, and slash-and-burn agriculture. These transcription notes reveal to us aspects of common life in the hilly *satoyama* area of the Noto Peninsula prior to the dramatic changes in Japanese lifestyle and social structure that began in the 1960s and that resulted in the emigration of Sukubo people to downstream villages or urban areas. This article aims to provide basic insight into traditional *satoyama* culture in rural areas of Noto Peninsula before the 1960s.

Key Words: *Satoyama*, Kumaki River basin, interview, utilization of animal and plant resources, Noto Peninsula

キーワード：里山，熊木川流域，聞き取り，動植物利用，能登半島

I. はじめに

本稿は、石川県七尾市中島町の熊木川最上流域に位置する須久保における里山利用の変遷に関する聞き書きをとりまとめた。熊木川流域は、陸域では林業や農業が行われ、沿岸域（七尾湾）ではカキ・ナマコなどの養殖業が盛んであり、河川を通じた陸域

と沿岸域のつながり、すなわち里山里海の関係を見るモデルとして適している。2010年10月には、総合地球環境学研究所と金沢大学との連携FS研究「能登半島における持続可能な社会構築のための環境半島学の提言」がスタートし、熊木川流域を対象に、土地利用の変遷が流域環境に及ぼす影響を総合的に評価しようとしている。そのためには、人間活動によ

¹金沢大学地域連携推進センター 〒920-1192 石川県金沢市角間町 (Center for Regional Collaboration, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan)

²金沢大学環日本海域環境研究センター生物多様性研究部門 〒920-1192 石川県金沢市角間町 (Division of Biodiversity, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan)

*連絡著者 (Author for correspondence)

る影響の把握が重要である。しかし、熊木川流域の地域住民による土地利用に関しては、中島町史(1995, 1996)、金沢大学文化人類学研究室による民俗調査(鹿野, 2000)などがある程度で、まとまった研究はほとんどなされていない。さらに、近年、地域固有の伝統的里山利用の経験を有する世代が高齢化し、聞き取りの機会が失われつつある。そこで本稿では、熊木川最上流域の須久保の里山利用に関する地域住民へ聞き取りを行い、町史、民俗調査、統計資料、地形図などの既存資料とともにまとめ、能登半島の里山里海研究の基礎資料として供することを目的とした。

II. 須久保の概要

1) 位置と歴史

須久保は、行政的には石川県七尾市中島町鉦打地区大字河内に属する。鉦打地区は、能登半島の七尾市中島町の北西部に位置し、地区の中央部に別所岳(標高358m)を水源とする熊木川が南流する(図1)。須久保は、熊木川とその支流の河内川の最上流にあり、穴水町との境の山間地に位置する。須久保から

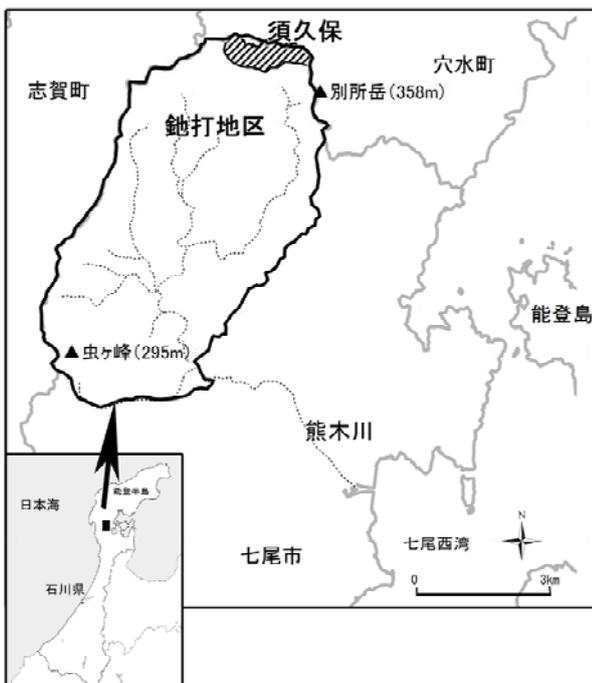


図1 七尾市中島町鉦打地区と須久保の位置。

Fig. 1 Map showing the locations of Sukubo and Natauchi areas, Nakajima town, Nanao City, Noto Peninsula.

は、縄文期の遺跡が見つかっており、古くから人間が住みついた場所であった(中島町史編纂専門委員会, 1996)。

須久保の世帯数は、須久保出身の地域住民への聞き取りにより時代を遡って確認できる明治期以降、7軒であった。ほとんどの家が農業、焼畑、炭焼きにより生活をしてきた。祭礼や青年会組織などの社会的活動には河内の一員として参加した。周辺の山間地には、同じような10軒未満の集落が点在しており、河内の「呉竹」、穴水側の「切場」「路鹿」などがあった。

鉦打地区の中心地の西谷地から須久保までの道のりは約8kmであった。1916(大正5)年に鉦打小学校分校として「須久保特別教授所」が開設されたが、1973(昭和48)年に鉦打地区の中心地の西谷地に鉦打小学校が新築されると、須久保分校は別所分校とともに鉦打小学校に統合された。なお、鉦打小学校は2004(平成16)年に中島小学校に統合され、現在は七尾市鉦打公民館として利用されている。

須久保は、湧き水がでる水田とアカマツ、雑木林が入り組んだ里山の環境であったため、1961(昭和36)年に当時、絶滅の危機に瀕していたトキ1羽が確認された記録が残っている(金沢大学トキのプロジェクト, 2010)。1960年代(昭和30年代後半~40年代前半)になると須久保の住民の多くは中島町の下流の集落に移動し、農繁期だけ須久保に滞在、もしくは通いの生活を行うようになった。現在でも、通いにより須久保の水田の一部は耕作されているが、ほとんどの農地は耕作放棄されている。なお、七尾市の2008(平成20)年の耕作放棄地全体調査の資料によると、鉦打地区(農地面積296.1ha)の耕作放棄率は34.4%であり、須久保が属する河内(農地面積62.6ha)の耕作放棄率は63.0%、そのうち82.2%は今後農地として活用不可であると判断されている。

表1に、鉦打地区と須久保が属する河内の人口と世帯数の変化をまとめた。鉦打地区全体に比べて、河内の世帯数と人口減少は著しい。河内の人口は、明治から1955(昭和30)年頃まで500人前後であったが、1965(昭和40)年以降減少の一途をたどり、2005(平成17)年には156人となった。これは、昭和40(1965)年の人口の35.8%にあたる。世帯数も1965(昭和40)年には90戸だったのが、2005(平成17)年には57戸(1965年の63.3%)へ減少した。2008(平成20)年

表1 鉦打地区における人口・世帯数の変化.

Table 1 Changes of population and number of households in Natauchi area.

和暦	西暦	河内				鉦打			
		世帯数	増加率(%)	人口	増加率(%)	世帯数	増加率(%)	人口	増加率(%)
明治17	1884	不明	—	489	112.2	412	96.0	2,251	111.9
明治22	1889	不明	—	518	118.8	不明	—	2,512	124.9
昭和29	1954	不明	—	496	113.8	不明	—	2,390	118.8
昭和40	1965	90	100.0	436	100.0	429	100.0	2,012	100.0
昭和45	1970	88	97.8	381	87.4	407	94.9	1,802	89.6
昭和50	1975	79	87.8	320	73.4	386	90.0	1,682	83.6
昭和55	1980	75	83.3	292	67.0	383	89.3	1,558	77.4
昭和60	1985	69	76.7	249	57.1	372	86.7	1,462	72.7
平成2	1990	64	71.1	222	50.9	362	84.4	1,356	67.4
平成7	1995	61	67.8	198	45.4	357	83.2	1,250	62.1
平成12	2000	59	65.6	171	39.2	347	80.9	1,157	57.5
平成17	2005	57	63.3	156	35.8	333	77.6	1,061	52.7

注1：明治17年の鉦打のデータには別所は含まれない。

注2：「増加率」とは、昭和40年を100としたときの各年の割合(%)を示す。

計算式：(各年の人口又は世帯数) / (昭和40年の人口又は世帯数) × 100

資料：明治17年～昭和29年は中島町史編纂専門委員会（1996）800-801p, 昭和40年以降は国勢調査

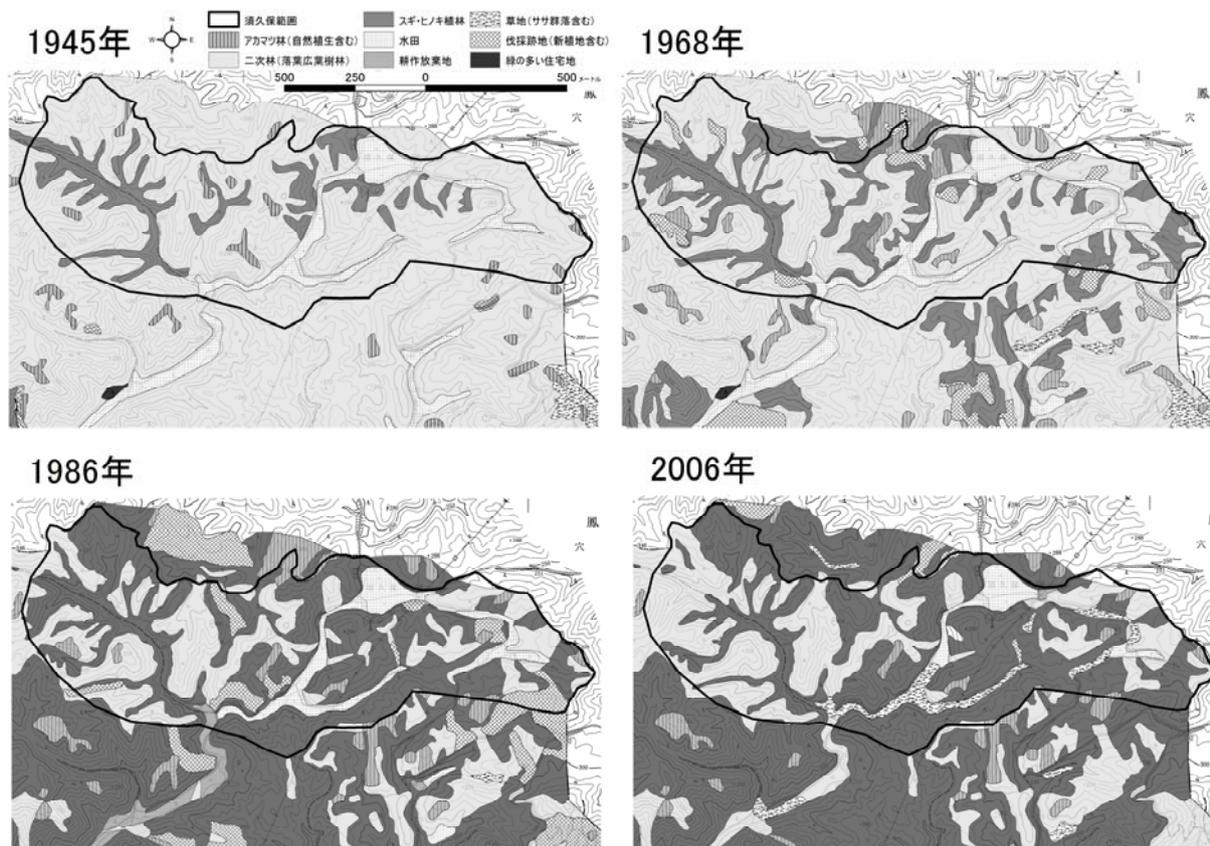


図2 1945～2006年の須久保周辺の土地利用・植生の変化（金沢大学「里山里海再生学の構築」平成22年度事業成果の一部（データ作成、アジア航測株式会社））。

Fig. 2 Map showing the changes in land use and vegetation around Sukubo area from 1945 to 2006.

における高齢化率（65歳以上の割合）は、鉦打地区37.4%，河内48.4%である（七尾市役所資料，2008）。

2) 土地利用の変化

最近筆者らは、航空写真をもとに熊木川流域の植生・土地利用を判読し、図2は、それによって作成し

た1945（昭和20）年，1968（昭和43）年，1986（昭和61）年，2006（平成18）年の須久保周辺の変化である。1945（昭和20）年の須久保では，平地は水田，谷筋はスギ・アテ（ヒノキアスナロ）の植林地，尾根筋にアカマツ林が分布し，それ以外は広葉樹二次林が広がっていた。集落は航空写真からは判読されなかったが，北東側のまとまってある水田の周囲に須久保の集落があった。1968（昭和43）年には，スギ・アテの植林と伐採地が広がり始めた。これは，石川県林業公社が設立した2年後であり，ちょうどこの頃，須久保では炭焼きはほとんど行われなくなり，須久保からの移出が始まった時期と重なる。1986（昭和61）年には広葉樹二次林よりもスギ・アテの植林地の割合が大きくなった。1968（昭和43）年には水田の耕作放棄地は見られなかったが，1970（昭和45）年に米の生産調整（減反政策）が開始され，1986（昭和61）年には耕作放棄地がみられるようになり，耕作放棄地は2006（平成18）年にはさらに草地や広葉樹に変遷した。

このように，須久保を含む熊木川上流の植生・土地利用の大きな変化としては，1965（昭和40）年前後を起点としていたスギ・アテ植林地の拡大とその後の耕作放棄地の拡大と2点が重要であり，その背景には，石川県林業公社の設立，減反政策の開始，離村者の出現があったことがいえる（日本の里山・里海評価，2010；日本の里山・里海評価－北信越クラスター，2010）。

Ⅲ. 1960年代までの須久保における里山の暮らしと動植物利用

本章では，筆者（堀内）が行った，須久保出身の清水博氏〔七尾市中島町西谷地在住，大正15（1926）年生まれ〕への聞き取りを主として，須久保の里山における動植物利用についてまとめた。聞き取りは，2010年7月21日，8月6日，12月17日，2011年8月11日の4回行い，1回2，3時間ほど自由な対話形式で行った。清水氏は，須久保に生まれ，父親から受け継いだ農業や炭焼きを生業としていたが，炭焼きの仕事がなくなった1965（昭和40）年頃からは土建業に従事するようになり，1973（昭和48）年に須久保の下流に位置する西谷内に移動した。その後も，しばらくは須久保の耕作に通っていたが，現在は須久保に

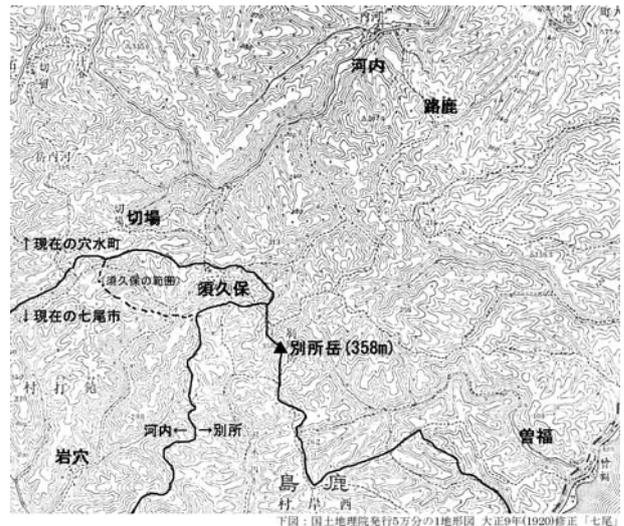


図3 須久保周辺の地名と位置関係。

Fig. 3 Major location names around Sukubo area.

通うこともほとんどない。話中の地名や須久保の範囲地図を図3に示す。

1) 里山利用

1-1) 春の山焼き

清水氏の祖母の時代^(注1)までは，別所岳のあたりでは，春先に山を焼いていた。個人の山がまだない時代^(注2)の話で，当時は，鳳至郡や穴水町の境はあったが，山は個人個人に分かれていなかった。山を焼いた理由は，大きな蛇やオオカミがいて怖いところだったから。穴水の鹿路集落では，山へ夏に牛を放し，家に連れてゆかず山に置いたままだった。牛が



図4 須久保の集落跡（2010年6月，堀内美緒撮影）。

Fig. 4 An abandoned site in Sukubo settlement (June 2010).

なく、見に行くとオオカミ^(注3)が何頭か来て、牛を
一頭殺して食べていたという。そんなことがあった
ので、とにかくオオカミが棲んでいるようなところ
を燃やして、隠れるところをなくして、どこまでも
きれいに見えるようにするために、山を焼いていた。
山を焼いた後に立ち枯れになっている木を、囲炉裏
に焚く薪にするためにあちこち行った。それだけよ
く山を燃やしていたという。

1-2) 炭焼き

1-2, 1) 白炭と黒炭

清水氏の両親は白炭を焼いていた^(注4)が、清水氏は
白炭を焼いた経験はなく、専ら黒炭を焼いていた。
白炭は、まだ熱く赤い状態の木炭を窯から引き出す
が、黒炭の場合は、窯の穴をふさいで、木炭が冷た
くなってから窯中に入って運び出した。黒炭にはク
リヤマツはだめで、ナラの木が一番よかった。

炭焼きはコツがあり、切り口がみかんを切ったよ
うな炭はいい炭で、レンコンの穴のようだと、柔ら
かく握ればつぶれるような悪い炭だった。

炭焼きをするときは、まず窯に詰めた原木を2日間
乾燥させた^(注5)。そして、3日目に、夜明け前から窯
で火を焚き始めた。火を消しても炭窯がひとりでに
燃えていくようになったら^(注6)、ネアナ(窯の口の穴)
は開けたまま焚口に戸を当てて塞いだ。この時、1
時間で5分(約1.5cm)だけ燃え下がれば一番いい炭
ができる。5分炭化にするには、煙突のオオ(煙出し
部分の穴)の調節が鍵であり、窯の中の火力を見な



図5 炭窯跡 (2011年5月, 堀内美緒撮影)。

Fig. 5 An abandoned site of charcoal making kiln
(May 2011).

がら、番線でおオの大きさが半分ほどになるまでふ
さいでいった。その後、窯を3日間蒸し焼きにした。
青い煙が出るようになったら、ネアナとおオをふさ
いで、窯の中で炭を冷ました。3日たてば、窯の中
に入られるようになるので、炭を抱えて窯から運び
出した。

1-2, 2) 炭の運搬

1回の炭焼きで、約50俵(約800kg)の炭ができた。
須久保で焼いた炭は、岩穴集落まで4kmの道のりを
人間が担いで運搬した。1回に男性は1人4俵(約60kg)、
女性は3俵(約48kg)を担いだ。岩穴からは馬車によ
って鉦打地区の中心地の西谷内の農協や炭を扱う店ま
で運搬した。

炭はセナコという道具を使って背負って運んだ。
セナコの材は、軽いキリの木で、背中に当たっても
痛くないように細い縄を巻いていた。セナコは重宝
なもので、当時はどこの家でも使っていた。

1-2, 3) 炭焼きの時期

炭焼きは一年中やった。農繁期以外は夏も冬もほ
とんど炭焼きだった。炭焼きをしていけば仕事がな
いということはなかったし、炭を運んで、たまに下
流の町場に出てくれば、肉でも魚でも食べられた。

冬にたくさん雪が降れば炭焼きはできなかった。
その理由は、炭にする木は、雪をスコップで掘って
根元から切るので、たくさん雪が降ったら掘り出せ
ないから。雪の上から、根元から1~2メートルのと
ころで木を切ることはしなかった。

1-2, 4) 炭焼きの場所

炭焼き窯の場所は、泥がいいところだった^(注7)。そ
の山の木を焼いてしまえば、また別の山へ移動して
窯を作った。

自分の山があれば、自分の山で炭を焼いた。清水
氏は約20町歩の山を持っていた。須久保で一番の山
持ちの人は、昔から50町歩の山を持っていた。自分
の山があっても、人の山を買って焼く人もいたし、
山持ちの人は炭山を人に売って生活をしていた。

須久保の住民は他の集落の山で炭焼きをすること
はあまりなかったが、須久保の山へは、穴水町や輪
島市三井、志賀町富来などから人がきて炭焼きをし
た。よそから来た人は山小屋を作って、そこでご飯

を作って寝泊りしながら炭焼きをしていた。あっちにもこっちにも煙がたって、炭を焼いていた。

炭焼きをしていた頃は、アオキ^(注8)が植わっていた山はあまりなく、どこにいても雑木山だった。雑木は下刈りをしなくてもよかった。それで、30年も経てば、また切って炭を焼くことができた。

1-2, 5) 炭焼きと植林^(注9)

戦後、植林が盛んな時代になり、炭焼きのために自分の山の雑木を切った跡地にアオキ（主にスギ）を植え、毎年下草刈りをして、アオキだけを残して育てた。アオキが大きくなってくれば、下にコナラなどが生えてきても育たない。そうして多くの雑木が絶えてしまった。

戦前も、アテの苗を作って、自分の山に植えてみたこともあったが、大々的にはやらなかった。戦後、盛んに植林をした理由は、国が補助金くれたから。自分の山に木を植えて補助金をもらえ、下草刈りをしたらまた補助金がもらえる、とみんな盛んにやっていた。最後に炭焼きをしたのは1962～1963（昭和37～38）年だった。

1-2, 6) 炭焼き以外の山仕事

須久保では、炭焼きと稲作が主な仕事だったが、たまに木材業者^(注10)が来て、山を買った場合は、馬車引きを頼んで木を出す仕事があった。戦前は、木材を買う人はあまりいなかった。それが終戦後、木材登録業者ができて、木を分けてくれないかと頼まれた家では何人か人足を雇って、切る、担ぐ、冬ならソリで運搬する仕事をした。穴水町の河内の木材業者が須久保へ来ては、この木を分けてくれ、と頼んでいった^(注11)。今でも、スギは金にならないが、アテなら分けてくれという人もいる。

1955（昭和30）年頃までは、木材は、炭を担ぐセナコと同じもので人間が担いで搬出した^(注12)。4mある木材も人間がセナコで背負って運び出した。須久保の木は、穴水側の山を越して県道まで出した。山をあがる時は担いであがり、下りはソリやキンマ^(注13)で出した。

1955（昭和30）年頃以降は、人間に代わって馬がジビキするようになった^(注14)。河内で馬の仕事をしている人は4～5人いた。須久保にも1人、馬の仕事をする人がいた。須久保の住民は水田耕作に牛を使っ

たが、その人は水田耕作にも馬を使った。清水氏が須久保から移動した1973（昭和48）年頃まで馬が活躍していたが、機械が入ってきたら馬がいなくなった。

1-2, 7) 石川県林業公社による植林

須久保地内に岩穴の住民が共同で所有している20町歩ほどの「二人仲間の山」があり、石川県林業公社が植林（公社造林）をした^(注15)。この山は、公社造林にする前は、雑木山であり、他の町村からも炭焼きの人が来て、山を分けてもらって、山小屋に泊まり、3、4人で炭を焼いていた。須久保地内の他の山は、大部分が須久保の住民が個人で所有する山であり、共有林はなかった。須久保の住民で個人名義の山を公社造林した人も一人だけおり、場所は岩穴地内、面積は4町歩ほどあった。

公社造林では、スギがたくさん植えられた。スギは種をとってきて、苗畑に蒔くとたくさん生えてくるのでそれを使った。アテは実がならないので、よさそうな枝を切ってきて挿し苗をした。アテの苗は少ないのでスギが植えられることが多かった。

1-3) 焼 畑^(注16)

須久保には、水田もあったが、アズキやソバ、アワを作るためには、山を焼いてノヅクリ（焼畑）をした。須久保全体で水田は5町歩あり、1軒で6反ほどの水田を作っていた。畑は、水田の上の山を少し切り開いて、ダイコンやゴボウなどを植えたが、面積は少なかったので焼畑をした。

焼畑をした場所は、別所岳の下で、穴水町曾福の坂本三十次^(注17)の山だった。土地の肥えたいいところで、ソバやアズキをたくさん収穫した。

焼畑は、7月下旬頃に1回草を刈って、それが枯れた盆過ぎに燃やした。燃やすのは、夜の風がおさまった時分だった。土地を区切って、竹箒で火が上にあがらないようにしてから、火をつけてきれいに焼いた。その後で1年目はソバを蒔き、12月頃に刈った。次の年はアズキを蒔き、それで終わりだった。ソバとアズキを収穫したら、その地面は痩せるので、その横隣へ行ってまた焼畑をした。

焼畑の1回の面積は、3～4反ほどだった。焼畑をするときは、須久保の集落みんなで行った。焼畑ひとつでも、住民みんなの心がひとつにならなければで

きなかった。

焼畑をしたのは、清水氏が14～15歳の頃（1940年頃）までだったが、終戦後も1、2回やった。1950（昭和25）年頃、植林が盛んになり、山のとっぺんにも植えるようになった。焼畑をしていた曾福の谷の奥まで植林が行われるようになり、焼畑をする場所がなくなった。かつて焼畑をしていたところに、今は大きなスギが生えている。

1-4) カヤ

清水氏が子どもの時までカヤ（ススキ）は現金収入源だった。春になると、カヤの葉（ハカマと呼ばれた）が雪に押されて下にさがり、まっすぐな芯（茎）だけになった。そのようなカヤはハネソガヤと呼び、根元から刈って、周囲3尺（約90cm）ほどの束にして、現金にした。

清水氏は、ススキを刈って売った経験はない。小学校の4～5年の頃（1935年頃）、祖母が山から刈って背負ってきた姿を見たことがあり、その頃は中島町にカヤを扱う店があったという。汽車がない時代で、何軒か船問屋があり、七尾から船で肥やしを積んできて、中島からは炭やカヤを積み出した。

須久保の家はみんな、戦後までカヤ屋根の家だった。カヤは、一年では準備ができない。屋根を葺くには相当なカヤが必要だった。カヤノウチと呼ばれるカヤを採る場所を家ごとに必ずもっていた。山に木が生えないようにして、カヤが生えているところをこしらえた。カヤノウチの広さは、山の状況によるが4反ぐらいだった。

稲の収穫後、カヤを刈って束に縛り、木に立てかけて乾かした後、担いで家に持ち帰り、家の周りにカヤガケといってカヤで雪囲いをした。雪が消えたら雪囲いを壊して、家の2階へ上げて保管した。下の囲炉裏で火を燃やせば、カヤがすすけて強くなった。カヤは何年分も刈りためておいた。

昔のカヤ屋根は、ヨヘラといって、4面に分けて葺いた^(注18)。前から葺いて、カヤがなくなったら何年かカヤがたまるまで待って、後ろを葺いた。1回葺けば、何十年も葺かなくてよかった。毎年、7軒のどこかの家がたいてい屋根の葺き換えをしていた。屋根を葺く時は、須久保の住民みんなが集まって葺いた。職人に頼まなくても、みんな屋根を葺く技術をもっていた。

炭小屋の屋根は山に生えているササで葺いた。ササは、戦後の昭和30年頃（1955年頃）、おそらく一斉に花を咲かせて枯れたせいで、一回絶えてしまったことがあった^(注19)。今はまたササが回復している。

2) 動物利用

2-1) 焼畑と獣害

清水氏の父親は、1905（明治38）年生まれだった。父親が子どもだった1912（明治45）年頃まではシカ（ニホンジカ）がいて、冬になれば、猟師（鉄砲打ち）が泊らせてくれと父親の家にやってきた。猟師は、鉄砲を担いで、犬を連れて、シカを捕まえるために山へ行った。シカが寝ているところは、ハチヨリバといって南向きの暖かいところで、いつも決まっていた。

雪が積もるとシカは山の中にはいられなかった。曾福から西岸の海岸へ出て、泳いで能登島へ渡っていた。須久保の山間部からはカンジキを履いて追っかけてゆき、沿岸の住民は船で追っかけて、竹槍で突いて捕まえたという。そのようにして、シカは絶えてしまった^(注20)。

当時、焼畑をするとシカが来るので、夜の番が必要であった。清水氏が焼畑をしていた頃は、もうシカは絶えてしまっていたから、番の必要もなかったが、父親の頃は一晩のうちに5～6匹もシカが出て来て、ソバを食べてしまうので、松明を焼畑の周りに立ててシカの番をした。

イノシシとクマは、須久保周辺には昔からいなかった。いたのは、シカとオオカミ、ウサギであった。

2-2) 冬の狩り^(注21)

昔、雪は2mほど積もった。冬場の食べ物は、白菜や大根の塩漬けくらいだったので、ウサギやヤマドリ、キジが貴重なたんぱく源だった。ウサギやキジを捕まえるには、習性をよく知ることが大切で、習性を利用して狩りをした。狩りの方法は、上の世代の人がやっていたのを見て覚えた。

2-2, 1) キジ

たくさん雪が降って、炭焼きができない2月頃、「今日はキジを追っかけるのにいい日や、行こう」と、須久保の大人みんなで弁当を持ってキジを捕り

に行った。キジを捕りに行くのは、夜中から急に気温がさがってきた次の日で、天気がよい日だった。そういう日は人間が歩いてはまらないくらい雪が硬くなっていた。そこへ柔らかい雪が降った時分がキジを追いかけるのに一番都合がよかった。雪の上を歩くときは、萌芽したハゼノキで作ったカンジキを履いて出かけた。

キジは、びっくりするといったん飛びたつが、山を越して遠いところへ飛んでいくことはできない。ラクダの背中みたいな地形のところだったら、キジはその一番低いところを越し、隣の谷に抜けていこうとする。古老は、あそこにいるキジを飛びたせれば、どこへ行くかということがちゃんと頭にある。川のふちにキジの跡があると、「お前はあの山のあそこへ上がって待って見とれ」「お前はこっちに上がって見とれ」と、遠見^{とほみ}という人間を何人か出しておく。それで、「おーい、たった（飛んだ）ぞー」という声で、みんなが張り切って見守っている中、「誰のところへ来たぞー」と言われた人が飛びこんで来たキジを捕まえた。

キジはミハネとって、3回飛ばせたらうまく飛びたつことができなくなる。そうやって、キジの習性を利用して捕まえた。多いときは、一日で2〜3羽捕った。

男性たちがキジを捕まえにしている間、須久保の女性たちは焼畑で収穫したソバを打って待っていた。夕方、キジを捕まえて帰ってくると、羽をむしって、大きな土鍋の中へ入れて、ソバのかけ汁にして食べた。7軒のどこかの家に集まって、須久保の子どもから大人までみんなで食べた。

2-2, 2) ウサギ

ウサギは冬の雪が積もったときに、カンジキをはいて一人で捕まえにいった。ウサギが木の根元で寝ているのを見つけたら、息を潜めて、寝ているところの背後に回った。木の枝をたくさん切って抱えて、ウサギが寝ているところの上へピューンと投げた。ウサギは、いくら足が速くても空から来るものが恐ろしい。空からたくさん来るなどと思えば、これは逃げてだめだと寝ている木の根元に穴をほって入ろうとする。そこを、カンジキで雪を踏みしめて穴をふさいでしまう。ウサギが穴をあけてでようとする音がしたら、もっと踏み固めて出て来られないよう

にした。それから木の枝を削って剣のようにして、穴のウサギを仕留めた。清水氏は、17〜18歳の時（1943年頃）に、そうやって1回ウサギを捕まえた経験がある^(注22)。

IV. おわりに

本稿では、能登半島の熊木川上流域の土地利用や人口動態の変遷を既存資料から整理した上で、聞き取りによって最上流域の須久保で1960年代まで行われていた伝統的里山利用の一部を記した。

鉦打地区において、現在みられるスギ植林地の放棄と耕作放棄地の拡大という土地利用の問題は、1965（昭和40）年前後を起点としていることを把握できた。日本社会全体をみたときに、里山と人との関わりあいが大きく変化したのは、高度経済成長が始まった1955（昭和30）年が起点だと言われている（有岡, 2004, pp.101-114）。須久保では、1962〜1963（昭和37〜38）年を最後に炭焼きが行われなくなり、住民は下流へ移動し、里山は利用されなくなり、里山に暮らす技術や知恵も伝承されなくなっていった。

地域ごとの里山利用の履歴を知ることは、里山の適切な管理法をこれから考える上でも重要である。今回は、熊木川上流の須久保の里山で、大正から1960年代まで生活した1人の里山利用者を事例として取り上げ、資料としてまとめた。今後、さらに同時代の能登半島各地の里山利用についての聞き取りを積み重ね、消えつつある里山の知恵を蓄積していく必要がある。それとともに、里山保全の方向の判断材料として活用するためには、他の聞き取り事例や資料と比較して、本文に示した里山利用法のうち清水氏個人や須久保に特有なものと、能登半島共通のものを区別する作業が必要である。

謝 辞：本稿をまとめるにあたり、清水博氏（中島町西谷地）、唐川明史氏（鉦打ふるさとづくり協議会会長）、村田正明氏（同事務局）に多大なるご協力をいただいた。鏡味治也教授（金沢大学人間社会学域）に統計・民俗資料収集に関してご協力いただいた。厚く御礼を申し上げる。

注

- (1) 山焼きに関しては、すべて清水氏が祖母（1880年代頃生まれ）から聞いた話であり、里山が入会地だった時代背景からも明治前半までの話だと考えられる。
- (2) 近世の里山の多くは入会地の形式をとっており、入会権は村の共同体に帰属し、各家は共同体に参加することによって、里山の草木を利用できた（山口隆治，2008，26-27）。明治期に入っても、地租改正事業によって里山が個人の私的所有に分割されるまで、入会地は続いた（有岡，2004，35-49）。
- (3) 「石川の動植物改訂3版」（1993，p.46）によると、オオカミ（ニホンオオカミ）は、過去1世紀の間に石川県から姿を消した動物のひとつである。古い記録や資料が少数あるものの、ノイヌとの判別が困難であり絶滅過程は不明である。
- (4) 中島町山間部では、昭和初期まで、白炭を焼いていたが、その後黒炭を焼くようになった（中島町史編纂専門委員会，1995，p.724）。
- (5) 原木を窯に詰め込み、窯の焚口で火を焚き続けて、原木の水分を抜く作業。清水氏は、この作業を「炭のつけこみ時期」と呼ぶ。
- (6) 原木が炭化を始める状態
- (7) 窯の設置場所の土は、粘土質の赤土が好ましく、石混じりの土質はふさわしくない。以前の窯跡が近く、窯作りの材料としての焼け土が運びやすいところで、30～40度の傾斜地という条件を満たす場所が炭焼き窯設置場所選ばれた（中島町編纂専門委員会，1995，p.724）。
- (8) 中島町では、スギ、アテ、ヒノキを総称して、アオキと呼んだ（中島町編集専門委員会，1995，p.721）。
- (9) 植林はキウエといい、11月から3月までの間に行った。アテの苗は通常自家で育てた。スギは苗を購入したという。別所では門前町まで買いにいった（中島町編纂専門委員会，1995，p.723）。
- (10) 材木業者（別所・河内ではヤマキリと呼ぶ）が主体となって行う仕事としては、伐採（キキリ）、製材（コビキ）、搬出（ボッカ）などがあった（中島町編纂専門委員会，1995，p.721）。
- (11) 中島町河内では鉦打地区の材木業者が関わり、小牧の港で越中の商人に売られた（中島町編纂専門委員会，1995，p.724）。
- (12) 中島町では、木材の搬出は、人が担ぐのが通常であった。1人で担ぐ方法には、タテカツギ（セナコを背負い、大きな木材を背中に縦にして担ぐ方法）やヨコカツギ（3メートル以上の木材を横にして担ぐ方法）などがあった（中島町編纂専門委員会，1995，p.722）。
- (13) キンマとはソリのことで、キンマミチ（搬出路）に丸太（ゴロ）を間隔をおいて敷き、木材を積んだキンマを肩縄で引っ張って運んだ（中島町編纂専門委員会，1995，722-723）。
- (14) 当初は、木材の端に堅縄をつけて人間が直接引っ張ったが、後に馬を使うようになった。馬の仕事をする人を「馬車引き」といった（中島町編纂専門委員会，1995，p.722）。
- (15) 1966（昭和41）年、石川県は石川県林業公社を設立し、中島町森林組合も同年から公社造林分収契約事業による造林を実施した。造林したくても僻地で道路がなく労力と資金に恵まれない山林所有者に、実測一団地10ha以上ままとすると、森林組合が責任を持って施業管理し、50年後に収益を公社6割、地主側4割で配分する制度であった。中島町森林組合は、1967（昭和42）年から10年間で約195haの造林を実施し、1981（昭和56）年をピーク（1年で約90ha造林）に造林面積は減少した（中島町編纂専門委員会，1996，624-625）。
- (16) 別所では、焼畑を「ノーする」といった。河内では、1955（昭和30）年代まで焼畑が行われていた。伐採後、山を植林する前に焼畑にするのであり、目的はあくまで植林だったという。1年目はダイコンやソバを植え、収穫したらすぐに植林をした。2年目は、植林した木の間にあずきを植え、3年目以降は行わなかった（中島町編纂専門委員会，1995，725-726）。
- (17) 坂本三十次（1923-2006）は、石川県穴水町出身の政治家で、元衆議院議員。
- (18) 鉦打地区では、屋根の棟と平行で長辺側をオオヒラ、棟と直角な短辺側をオギノマと呼んだ。
- (19) ササは一斉に開花し、結実した後に枯死し、その後種子により更新する生活史をもつ（室井，1973，25-38）。
- (20) 能登半島中部では大正年間までシカ（ニホンジカ）が生息していた。絶滅原因としては、農業の被害が多いことから捕りつくされたと考えられている（石川県環境部自然保護課，1993，p.46）。明治年間までにはいくつかの記録文書も残っており、鉦打地区の座主家にはシカ猟に使われた槍が保存されている。
- (21) 中島町山間部では、冬季間にウサギ猟（ウサギトリ）やムジナ猟（ムジナボリ）が広く行われた。ウサギは個人で、簡単なワナで捕らえたため、別所・河内ではワナ

カケといった。ムジナは、イタチ科アナグマのことで、別所では、穴の周辺や通り道にワナを仕掛けて取った。河内では、穴の入り口でトウガラシ燃やしていぶされて出てきたムジナを捕らえた。捕まえたウサギやムジナの肉は、すき焼きにして野菜と一緒に食べた（中島町編纂専門委員会，1995，726-727）。

(22) このようなウサギ狩りの方法は、能登以外の積雪の多い山間地でも見られる。例えば、京都府丹後半島では「バイ投げ」と呼ばれる。

文 献

- 有岡利幸，2004：ものと人間の文化史 里山Ⅱ。法政大学出版局，東京，265p.
- 石川県環境部自然保護課，1993：石川の動植物改訂3版。123p.
- 金沢大学トキのプロジェクト，2000：トキやコウノトリが能登に舞い降りる日をめざして。自然との共生による地域づくりをめざして 能登振興研究プロジェクト報告書，200p.
- 鹿野勝彦，2000：中島町と鉤打地区の概要。金沢大学文学部文化人類学研究室調査実習報告書，1-10.
- 室井 綽，1973：竹，ものと人間の文化史10。法政大学出版局，東京，324p.
- 中島町史編纂専門委員会，1995：中島町史 資料編上巻。中島町役場，888p.
- 中島町史編纂専門委員会，1996：中島町史 通史編。中島町役場，1038p.
- 日本の里山・里海評価，2010：里山・里海の生態系と人間の福利：日本の社会生態学的生産ランドスケープ概要版一。国際連合大学，東京，36p.
- 日本の里山・里海評価—北信越クラスター，2010：里山里海・日本の社会生態学的生産ランドスケープ—北信越の経験と教訓一。国際連合大学，東京，109p.
- 山口隆治，2008：加賀藩の入会林野。桂書房，富山，171p.

日本海域研究投稿規定（2009年7月16日施行）

総 則

1. 原稿内容

投稿原稿は一般公開刊行物に未公開のもので、その内容は日本海および日本海周辺地域（以下「日本海域」）の自然、人文、社会科学的研究に関するものとする。

2. 投稿資格

金沢大学教職員、環日本海域環境研究センター客員研究員、同連携研究員、同博士研究員を原則とする。複数の著者による投稿の場合には、著者のうち少なくとも一人がこれらのいずれかに該当すること。ただし、編集委員会がその内容を適当と認めた場合にはこれ以外の投稿も受け付ける。

3. 掲載の決定

編集委員会は、委員会が指名した査読者の査読結果にもとづいて投稿原稿の掲載の可否を決定する。

4. 著作権

掲載された論文などの著作権は金沢大学環日本海域環境研究センターが所有する。

細 則

1. 著者が負担する費用

投稿は無料である。ただし、以下の場合には著者の負担とする。

- (1) ページの超過：投稿要領で定めた原稿の上限ページを超えた場合。
- (2) 特殊印刷料金：カラーページや折り込み図面など。
- (3) 別途作業料金：図面の清書、電子ファイルの作成などを編集委員会に依頼した場合。
- (4) 別刷り超過分の印刷料金：別刷りが1編につき25部を超えた場合。

2. 原稿の種類

投稿された原稿はすべて以下のいずれかに類別される。著者は投稿時、所定書式の「原稿送り状」に原稿の種類を明記する。編集委員会で内容を検討し種類を変更する場合もある。

- (1) 論文：日本海域におけるオリジナルな研究成果を

まとめたもの。

- (2) 総説：日本海域に関する研究成果を分析・検討し、研究史や研究の現状、将来の展望などについてまとめたもの。

- (3) 短報（要約・抄訳を含む）

- (A) 論文の内容となりうる情報を含む調査研究成果の速報。

- (B) 総説の内容となりうる情報を含む研究動向・研究展望の紹介や報告。

- (C) 新しい研究手法の提案など。

- (4) 資料：日本海域に関係のある調査、記録、統計などにもとづいて、資料的に価値のある情報をまとめたもの。

- (5) 報告：補助金による事業の結果と経過、イベントなどの報告。

- (6) 翻訳：日本海域にかかる外国語論文、総説、短報などの日本語訳。

3. 原稿の言語

投稿原稿は原則として日本語あるいは英語とする。ただし、編集委員会が認める場合にはこれ以外の言語も受け付ける。

4. 投稿

投稿の方法は、(1) 用紙に印刷・コピーされた原稿の送付、または(2) 電子媒体による投稿とする。なお、1人あたりの投稿原稿数は、単著で1人2編、共著で1人3編（単著を含む）までとする。

5. 受付

投稿原稿には受付日が付される。ただし、原稿に不備があると判断された原稿などは著者に差し戻される。差し戻された原稿の受付日は再投稿後となる。また、再投稿が原稿受付日切以後であった場合は次号送りとなる。

6. 査読

論文、総説、短報、資料、翻訳は、編集委員会が定める査読者による査読結果にもとづいて掲載の可否が編集委員会により決定される。報告は掲載の可否が編集委員会により決定される。

7. 入稿用原稿

編集委員会によって掲載可とされた投稿原稿は、著者が入稿用原稿（電子ファイル）に変換し、必要に応じて

レイアウト見本とともに編集委員会へ完成原稿として提出する。図表・写真などは明瞭な原図または電子ファイルを提出する。

8. 校正

原則として編集委員会が校正を行う。

9. 発行後の投稿原稿の処理

原稿が印刷・発行された後は、環日本海域環境研究センターの責任で外部へ流出することがないように投稿原稿は処分される。図表・写真などで著者で返却を希望するものがあれば、投稿時の「原稿送り状」にその旨を明記する。

10. 別刷

1編につき25部を環日本海域環境研究センターの費用で作成するがそれを超える場合は著者負担とする。

11. 著作権

図表などを他の文献から転載する場合は、著者の責任において、受理までに転載許可を得なければならない。また、その場合は必ず出典を明記する。翻訳についても著者の責任において、受理までに該当論文などの著作権所有者から許可を得ることとする。

12. 投稿要領

細則の具体的な運用法、原稿の形式および作成時の注意事項は、投稿要領に記す。

投 稿 要 領

1. 原稿送付先および投稿に関する相談窓口

住所：〒920-1192 石川県金沢市角間町
金沢大学角間南地区事務部総務課総務係
環日本海域環境研究センター
「日本海域研究」編集委員会
電話：076-234-6821, FAX：076-234-6844
Email：s-somu1@adm.kanazawa-u.ac.jp

2. 刷り上がり時のページ数

各種原稿は以下に示すページ数を上限とし、ページ超過時の料金は著者の負担とする。

(1) 論文、総説、資料、翻訳：16ページ

(2) 短報：8ページ

(3) 報告：4ページ

※刷り上がり時の文字数は、日本語で約2100字/ページ、英語で約4500文字（スペースを含む）/ページ（あるいは約700単語/ページ）であるので、これをもとに換算する。

3. 各種原稿が含むべき項目

(1) 本文：投稿原稿は原則として日本語または英語とする（細則3）。

(2) 本文以外に必要な項目

(A) 表題：日本語と英語で併記する。英題は、単語の先頭は大文字とし、冠詞（ただし表題の先頭にくる場合を除く）と接続詞は小文字とする。

(B) 著者名：日本語と英語とをフルネームで併記する。英語では、姓はすべて大文字、名は最初のみが大文字で以下は小文字とし、姓名の順で記載する（例：YAMAGUCHI Masaaki）。また、連絡著者（Author for correspondence）を必ず指定する。

(C) 所属：日本語と英語で住所とともに併記する。所属がない場合には自宅住所とする。連絡著者については電子メールアドレスと電話番号を必ず記入する。

(D) キーワード（5個程度）：日本語と英語で併記する。キーワードとキーワードの間はカンマ「,」で分ける。

(E) 要旨：本文が日本語の場合には200～300語程度の英文要旨を付ける。英文要旨は「Abstract」であり「Summary」とはしない。英語原稿の場合には、英語要旨に加えて日本語（200～600語程度）の要旨を付ける。日本語の場合は「要旨」であり「梗概」や「摘要」とはしない。

(F) 図表・写真：制限なし。

(G) キャプション：日本語原稿の場合は日本語および英語で併記する。英語原稿の場合は英語のみとする。

4. 原稿の提出について

(1) 提出時の基本確認事項

(A) 投稿者や1人あたりの投稿数は総則2ならびに細則4のとおりとする。

(B) 図表等を他の文献から転載する場合は細則11のとおりとする。

(C) 連名の場合、著者全員が原稿の投稿および内容を了解し、連名となった著者が投稿原稿への貢献と責任に関し必要十分な構成であることを確認する。

(2) 投稿方法

投稿の方法は細則4のとおりとする。

(A) 用紙に印刷・コピーされた原稿の投稿：A4サイズ用の用紙に印刷された投稿原稿とそのコピー2部を所定書式の「原稿送り状」とともに編集委員会宛に送付する。手書き原稿の場合には事前に編集委員会の許可を得る。

(B) 電子媒体による投稿：用紙に印刷された「原稿送り状」と電子ファイル（原則としてPDFファイル）を編集委員会宛に送付する。電子ファイルの送付にあたっては、CD-ROMなどにコピーして編集委員会宛に封書で送付する。あるいは、金沢大学総合メディア基盤センターの「ファイル送信サービス（URL: <http://www2.imc.kanazawa-u.ac.jp/sendfile/>）」を利用する。本文、図表、写真などは、ひとつの電子ファイルにして提出する。ファイルサイズには制限を設けないが、標準的な処理能力のパーソナルコンピュータで支障なく閲覧できるサイズにしておく。これを超えるような大容量ファイルとなる場合には編集委員会に相談する。

5. 原稿の書式

(1) 原稿のサイズとフォント

原稿はA4サイズ用の用紙に1ページあたり35字/行×30行を目安とし、上下左右の余白（それぞれ30mm以上）と行間とを十分に取る。フォントは日本語ではMS明朝、欧文はTimes系あるいはCenturyを原則とし、読みやすいポイント数（おおよそ11ポイント以上）とする。

(2) 先頭ページ

投稿原稿の先頭ページには、日本語の表題、著者名、所属機関・部局名と住所をそれぞれ英文表記とともに以上の順番で記入する。連絡著者についてはこれに加えて電子メールアドレスと電話番号を記入する。改ページ後、英文要旨およびキーワードを記入する。キーワードはまず日本語で1行に収め、改行後に英語で一行に収める。

(3) ページ番号

本文にはページ番号を必ず記入する。

(4) 文字方向

すべて横書きとする。

(5) 見出し

見出しとして、ローマ数字 I, II, III, IV がついた章を最上位に置く。章の下には節が置かれ、右括弧の数字 1), 2), 3), 4) を付す。さらに小節 1-1), 1-2), 1-3), 1-4), 小小節 1-1, 1), 1-1, 2), 1-1, 3), 1-1, 4) とする。それ以下の階層ではアルファベットの小文字を用いてもよい。英語原稿の場合にはこれらはすべて半角にする。

(6) 箇条書き

箇条書きには半角の番号を付す。たとえば, 1. 2., (1) (2),

など。

(7) 句読点

本文では句点は「。」, 読点は「,」とする。「？」は必要に応じ句点として使用してもよい。キャプションでは句点を「.」とする。英語原稿の場合にはピリオド「.」とカンマ「,」を用いる。

(8) 日本語以外の言語および記号

日本語以外の文字の挿入は、原則としてギリシャ文字を含む西欧文字書体による表記法を用いる。ロシア語書体、中国語の簡字体やハングル語、アラビア語書体等の挿入は、技術的制約もあるため入稿までに編集委員会と協議する。

(9) カラー文字, 下線の使用

本文では黒以外の色文字は使用できない。下線は原則として使用しない。

(10) 数式

数式は原則として改行後上下に0.5行程度の行間をとって配置し、右端に括弧付きの数式番号を付す。引用は「式(1)」などとする。σ, φ のように数式中の記号を本文中で引用する場合は、数式中のものと同じでなければならない。量を表す記号はイタリックとし、ベクトルはイタリックまたはローマンのボールドとする。下付・上付文字は原則として、変数に対応するものはイタリック、属性を示すものはローマンとする。関数記号はローマンとする。

(11) 脚注と文末注

本文、キャプションでの注はすべて末尾（文献リストの直前）とし、脚注は使用しない。注は番号を付けて列記し、本文中の番号と対照できるようにする。

(12) 文献の引用

本文中での文献の引用は以下のように記述する。

[単独著者] 日本語・英語ともに「姓(年号)」とする。同姓別人で同年号の文献がある場合には、名も記入する。

中村(2005)によると・・・

Nakamura(2003)は・・・

中村浩二(2002)に対して中村正晃(2002)は・・・

[複数著者(2名)] 日本語の場合には「姓・姓(年号)」とする。英語の場合には「and」を用いる。同姓別人の場合は単独著者の例に準じる。

中村・山口(2002)は・・・

Nakamura and Yamaguchi(2002)では・・・

[複数著者(3名以上)] 日本語の場合には筆頭著者以外は「ほか」で表す。英語の場合には「et al.」を用いる。

山口ほか(1996)では・・・

Yamaguchi *et al.* (1998) によると・・・

[括弧付き引用] 単一の文献を括弧付きで引用する場合は以下のとおりとする。

- ・・・と報告されている (梶川, 1992)。
- ・・・とすでに明らかにされている (梶川・山口, 2001)。
- ・・・と結論づけられている (Kajikawa and Yamaguchi, 2008)。
- ・・・である (Kajikawa *et al.*, 2009)。

[括弧付き複数引用] 複数の文献を括弧付きで引用する場合は以下のとおりとする。

- ・・・と結論づけられている (山口, 2000; 中村・梶川, 2002)。※単著・複数著者にかかわらず年代順にする。
- ・・・と報告されている (Kajikawa and Yamaguchi, 2002; 中村, 2002)。※同年代の文献のときは著者数にかかわらず筆頭著者の姓のアルファベット順にする。
- ・・・とすでに明らかにされている (山口, 1996, 1997)。※同著者の異なる年代の文献の引用は、年代のみをカンマで区切って並べる。
- ・・・との報告がある (中村, 2004a, b)。※同著者の同じ年代の文献の引用は、アルファベット小文字で区別し、文献リストの年代にも対応するアルファベットを記入する。

[未公表資料の引用] 卒業論文や修士論文のような未公表論文・資料の引用はできるだけ避ける。どうしても引用が必要な場合には著者姓のあとに「未公表」を付す。

- ・・・との報告がある (中村, 1998, 未公表)。
- これについて中村 (1998, 未公表) は・・・

(13) 文献リスト

文献リストは次の順に配列する。

和文欧文を問わず、筆頭著者の姓 (Last Name) に対応した英語式アルファベット順とする。外国人の名前で姓名の区別が明確でないものや姓名の区別がないものについては慣用的に用いられている方法をとる。同一筆頭著者が複数のときは以下の順とする。

- ① 単著論文は年代順。
- ② 2名連名の場合は、第二著者の姓のアルファベット順とそれらの年代順。
- ③ 3名以上連名の場合は、年代順。

※URLによる引用は、それ以外に情報にアクセスする手段のないかぎり行わない。

(14) 文献の書き方

① 日本語論文

著者名 (姓名, 複数著者の場合には「・」で分ける。

著者が多数にわたる場合でも原則として略さない), 発行年: 論文名. 掲載誌名 (原則として略さない), 巻 (号) 数 (ボールド), 最初と最後のページ.

望月勝海, 1930: 金沢付近の地史. 地質学雑誌, **37**, 278-280.

清水 徹・西川政弘・塚脇真二, 1998: 石川県金沢市卯辰山～上涌波地域の地質—とくに下部更新統大桑層の岩相層序について—. 金沢大学日本海域研究所報告, **29**, 91-114.

② 日本語単行本

著者名 (姓名, 複数著者の場合には「・」で分ける。著者が多数にわたる場合でも原則として略さない), 発行年: 単行本名. 出版社名, 発行地, 総ページ数.

藤山家徳・浜田隆士・山際延夫, 1982: 学生版日本古生物図鑑. 北隆館, 東京, 574p.

③ 欧文論文

著者名 (苗字, イニシャル. 2名の場合は「and」で分ける。3名以上の場合は「,」で分けるが、最後の著者の直前のみは「and」で分ける。著者が多数にわたる場合でも原則として略さない。著者が複数でかつ同姓を含むときは名も書く), 発行年: 論文名. 掲載誌名 (イタリック, 常識的な簡略化 (たとえば "Journal" を "J." など) は可), 巻 (号) 数 (ボールド), 最初と最後のページ.

Hasegawa, S., 1979: Foraminifera of the Himi Group, Hokuriku Province, central Japan. *J. Geography*, **49**, 89-163.

Kaseno, Y. and Matsuura, N., 1965: Pliocene shells from the Omma Formation around Kanazawa City, Japan. *Sci. Rep., Kanazawa Univ.*, **10**, 27-62.

Yoshioka, T., Ly, V., Maeda, T. and Tomii, Y., 2000: Geology of Kakuma area, Kanazawa City, central Japan. *Geological Magazine*, **25**, 49-62.

④ 欧文単行本

著者名 (欧文論文の場合に準じる), 発行年: 単行本名 (イタリック). 出版社名, 発行地, 総ページ数.

Ager, D. V., 1980: *The Geology of Europe*. McGraw-Hill Book Co., Maidenhead, 535p.

Closs, H., Roeder, D. and Schmidt, K., 1978: *Geologic History and Palaeogeography of Eastern Europe during Alpine Geosynclinal Evolution*. Editions Technip Co., Paris, 164p.

⑤ 未公表論文・資料 (日本語・欧文とも)

著者名, 年, 未公表: 論文・資料名. 論文・資料の種類・区分等, 総ページ数.

清水 智, 1983, 未公表: K-Ar年代測定結果からみた中部日本における鮮新—更新世の火山活動史. 金沢大学

理学部地学科修士論文, 64p.

なお、巻号のある雑誌（たとえば”第6巻第2号”など）で巻ごとに通しページのある場合は号数を省略する。号数のみのものは巻数に準ずる。巻号のある雑誌で号ごとにのみ通しページのある場合は巻番号のあとに号番号を括弧付きで記述する。

地学雑誌, 第64巻第2号, 331-364 (巻ごと通しページ) →地学雑誌, 64, 331-364

土木学会誌, 第25巻第4号, 21-25 (号ごと通しページ) →土木学会誌, 25 (4), 21-24

(15) 付録

本文の流れをさまたげる可能性のあるもの、たとえば、用いたデータの詳細、分析法・解析手法の詳細、数式の導出、調査地点の説明、などは付録として本文のあと(文献リストの直後)に置くことができる。

(16) 図表・写真

できるかぎり電子化可能なものによって作成し、図表注の文字、記号などは印刷時のサイズで明瞭に読める大きさとする。また、まぎらわしい色や形を避ける。とくに印刷時にグレースケールあるいは白黒印刷となるものは判別可能となるように配慮する。写真は図として扱うが、本文の最後(文献リストあるいは付録の直後)に図版としてまとめてよい。

(17) 図表挿入位置

本文の左右いずれかの余白あるいは本文中に図表の挿入位置と希望する縮小率を指定する。

(18) 図表・付録の引用

図は「図1」、「図2」のように順に番号を付す。順番は本文中に引用される順とする。写真も図として扱うため「写真1」は使わない。表も順に番号を付し「表1」、「表2」のように記述する。図版写真の引用は図版番号に合わせ「図版1-写真1」、「図版1-写真2」と記述する。付録は「付録1」、「付録2」と記述する。英語論文の場合には、これらはそれぞれ「Figure 1」、「Table 1」、「Plate 1 - Photo 1」、「Appendix 1」となる。なお、「Figure」については文頭にこない場合に限って「Fig.」と略することができる。

(19) 図表のキャプション

番号順に別紙にまとめ、日本語・英語を併記する。ただし、英語原稿の場合は英語のみとする。

(20) 原稿の順番

- ① 表題, 著者名, 所属機関・部局
- ② 英文要旨, キーワード (英語原稿の場合はこれに加えて日本語要旨)
- ③ 本文 (文末注, 文献リスト, 付録を含む)
- ④ 図表のキャプション

⑤ 表

⑥ 図および図版

5-2. 英語の原稿

英語の原稿の書き方は上にとくに断りがない場合は日本語原稿の規定に準ずる。英語として完成されたものであること。

6. 受付

投稿原稿には受付日が付される。ただし、原稿に不備があるもの、日本海域研究の発刊目的に整合しない内容の原稿、完成度が低く査読不可能と判断された原稿などは著者に差し戻される。差し戻された原稿の受付日は再投稿後となる。再投稿が原稿受付後以後であった場合は次号送りとなる。

7. 原稿の査読とその修正

論文, 総説, 短報, 資料, 翻訳は, 編集委員会が定める査読者による査読結果にもとづき掲載の可否が編集委員会により決定される。報告は掲載の可否が編集委員会により決定される。投稿原稿は査読終了後修正を求められることがある。査読意見に対する反論がある場合は原稿とは別の用紙に記載し, 編集委員会に修正原稿とともに送付する(印刷物あるいは電子的方法による)。修正にあたっては, 修正原稿内あるいは別紙で修正箇所を明示する。

8. 受理と入稿

原稿受理後は著者側で速やかに入稿用原稿(電子ファイル)を準備する。原稿のテキスト部分とイメージ部分は以下のように分けて作成する。

(1) テキスト部分(表題, 著者・所属, キーワード, 要旨, 本文, キャプション, 文献, 付録, など)

編集委員会が指定する書式に従って, MS-Word, OpenOffice.org, 一太郎で入稿用ファイルを作成する。これら以外のソフトウェアを使用する場合あるいはテキストファイルで入稿する場合には編集委員会と協議する。表はMS-ExcelやOpenOffice.orgで作成してもよい。ファイルは電子メールあるいはCD-ROMなどにコピーして編集委員会に提出する。論文, 総説, 短報, 資料では, これとともに著者が希望する刷り上がりレイアウトを印刷物あるいはPDFファイル形式で提出することが望ましい。

(2) イメージ部分(図, 写真, 図版, 複雑な表など)

イメージ部分は, ポストスクリプト形式(.eps, .ps), アドビ・イラストレーター形式(.ai), TIF形式(.tif, .tiff), PDF形式(.pdf), JPEG形式(.jpg, .jpeg)のファイル形

式で提出する。図・写真をスキャナーで電子化する場合は600dpi以上の解像度とし、白黒の鮮明な線画はTIF形式ファイルが望ましい。印刷物として提出する場合は鮮明で質の高いものとし、汚れや不要部分は除去しておく。写真は高解像度のオリジナルプリントあるいは高解像度のオリジナルファイルを提出する。

「日本海域研究」第43号

編集委員会

(2011年4月1日～2012年3月31日)

委員長 中村浩二 (環日本海域環境研究センター)

古市大輔 (人間社会研究域歴史言語文化学系) 古内正美 (理工研究域環境デザイン学系)
鏡味治也 (人間社会研究域人間科学系) 加藤和夫 (人間社会研究域歴史言語文化学系)
倉田 徹 (人間社会研究域法学系) 鈴木信雄 (環日本海域環境研究センター)
塚脇真二 (環日本海域環境研究センター) 山口正晃 (理工研究域自然システム学系)

Japan Sea Research vol. 43

Editorial Board

(1 April 2011 to 31 March 2012)

Chief editor: Koji NAKAMURA

Editors: Daisuke FURUICHI Masami FURUUCHI Haruya KAGAMI
Kazuo KATO Toru KURATA Nobuo SUZUKI
Shinji TSUKAWAKI Masaaki YAMAGUCHI

発行所 金沢大学 環日本海域環境研究センター

〒920-1192 石川県金沢市角間町

TEL (076) 264-6821

FAX (076) 264-6844

印刷 平成24年3月13日

発行 平成24年3月19日

印刷所 前田印刷株式会社

TEL (076) 274-2225

FAX (076) 274-5223