



日本海域研究

Japan Sea Research

Vol. 54 2023

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】

平澤 聡・塚脇真二・檜田 誠・作本達也・岡田隆司

石川県小松市東部の観音下石切り場における下部中新統赤穂谷層「観音下石」の岩相 …………… 1

白石弘幸

食品生産組織と地理的表示保護－八丁味噌の事例研究－ …………… 33

【短 報】

酒寄淳史・塚脇真二・大場 司・林 信太郎

秋田県沖日本海東縁部のまつ海山から得られた火山岩試料のK-Ar年代と全岩化学組成 …………… 53

【総 説】

井上睦夫

金沢城鉛瓦と低バックグラウンド γ 線測定 …………… 61

【資 料】

荒木祐二・塚脇真二・本田匡人

環日本海域環境研究センター附属植物園の貯水池の植物相と植生 …………… 69

日本海域研究投稿規定 …………… 79

CONTENTS

[Original Articles]

Satoshi HIRASAWA, Shinji TSUKAWAKI, Makoto KASHIDA, Tatsuya SAKUMOTO
and Takashi OKADA

Lithofacies from the “Kanagaso-ishi” Tuff Corresponding to the Lower
Miocene Akahotani Formation Observed in Eastern Komatsu City,
Ishikawa Prefecture, Central Japan 1

Hiroyuki SHIRAISHI

Food Processing Organizations and Geographical Indication (GI)
Protection Systems: A Case Study Regarding the “Hatcho Miso”
Seasoning Paste 33

[Short Article]

Atsushi SAKAYORI, Shinji TSUKAWAKI, Tsukasa OHBA and Shintaro HAYASHI

K-Ar Age and Whole-rock Chemical Composition of Volcanic Rock from
the Matsu Seamount in the Eastern Marginal Section of the Sea of Japan
off Akita Prefecture 53

[Review]

Mutsuo INOUE

Lead Roof Tiles from Kanazawa Castle and Low-background γ -spectrometry 61

[Material]

Yuji ARAKI, Shinji TSUKAWAKI and Masato HONDA

Flora and Vegetation of the Fresh-water Reservoir in the Botanical Garden
at the Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University 69

Instruction to the Authors 79

石川県小松市東部の観音下石切り場における 下部中新統赤穂谷層「観音下石」の岩相

平澤 聡^{1*}・塚脇真二²・檜田 誠³・作本達也⁴・岡田隆司⁵

2022年9月30日受付, Received 30 September 2022
2023年1月18日受理, Accepted 18 January 2023

Lithofacies from the “Kanagaso-ishi” Tuff Corresponding to the Lower Miocene Akahotani Formation Observed in Eastern Komatsu City, Ishikawa Prefecture, Central Japan

Satoshi HIRASAWA^{1*}, Shinji TSUKAWAKI², Makoto KASHIDA³,
Tatsuya SAKUMOTO⁴ and Takashi OKADA⁵

Abstract

Reports were provided for lithofacies and a depositional setting on the “Kanagaso-ishi” Tuff which were quarried from the Kanagaso Stone Quarry in Kanagaso Town in eastern Komatsu City (in Ishikawa Prefecture, northern central Japan). Stone from the “Kanagaso-ishi” Tuff was once a popular stone material which was widely used in the interior and exterior of buildings in Japan. The cultural value of the stone and its quarry are described in a tourism promotion website page entitled “The Story of Komatsu's Gems-A Stone Culture Polished in the Flow of Time”, which was approved by the Japanese government’s Agency for Cultural Affairs in 2016. The “Kanagaso-ishi” Tuff is regarded to be lithologically correlated to the Lower Miocene (Burdigalian) Akahotani Formation. This is one of the pyroclastic deposits left during the formation of the Sea of Japan in the time from the Oligocene epoch to the middle Miocene epoch. As such, by researching the “Kanagaso-ishi” Tuff, we can provide clearer details regarding the geological history of Japan during the Neogene period. The lithofacies of the “Kanagaso-ishi” Tuff are classified into the following four categories: Lithofacies 1 (massive, poorly sorted pumiceous lapilli tuff made up of the thick lower interval of the quarry); Lithofacies 2 (massive to laminated fine tuff which contains patch-like pumiceous lapilli tuff and polymictic gravel from volcanic rocks); Lithofacies 3 (an alternation of thinly and indistinctly bedded pumiceous lapilli tuff and fine tuff with plane horizontal and low-angle cross-stratification, predominantly in the upper interval of the quarry); and Lithofacies 4 (deformed pumiceous lapilli tuff-fine tuff alternations with slump folds, load casts and water escape structures, accompanied with Lithofacies 3). The above lithofacies are not very likely to be “hot-

¹ 中部地質株式会社金沢本店 〒921-8061 石川県金沢市森戸1-228 (Chubu Civil Technology Service, Co. Ltd., Kanazawa Head Office, 1-228 Morito, Kanazawa, 921-8061 Japan)

² 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 (Department of Inter-institutional Collaboration, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan)

³ 小松市埋蔵文化財センター 〒923-0075 石川県小松市原町ト77-8 (Komatsu City Archaeological Research Center, To 77-8 Hara-machi, Komatsu, 923-0075 Japan)

⁴ 金沢大学環日本海域環境研究センター 外来研究員 〒920-1192 石川県金沢市角間町 (Visiting Researcher, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan)

⁵ 中部地質株式会社富山支店 〒939-8261 富山市萩原549-2 (Chubu Civil Technology Service, Co. Ltd., Toyama Branch, 549-2 Hagiwara, Toyama, 939-8261 Japan)

* 連絡著者 (Author for correspondence)

state” pyroclastic flow nor fluvial to shallow-water deposits but rather are regarded to be primary or resedimented pyroclastic deposits that had accumulated on the middle to lower slope settings as slumped and “cold” volcanoclastic gravity flow deposits. Providing data on the lithofacies of the stone materials also contributes to a deeper understanding of the unique stone culture of Komatsu city. For example, the “striped” and “honeycomb” patterns that are recognized in the tuffs are identified as the Lithofacies 1, and Lithofacies 3 and/or 4, respectively. This geological approach to the study of the stone materials that include the “Kanagaso-ishi” Tuff, are expected to shed new light on the stone culture of the city.

Key Words: Akahotani Formation, depositional setting, Early Miocene epoch, “Kanagaso-ishi” Tuff, Komatsu city, lithofacies, pyroclasts

キーワード：赤穂谷層，堆積場，前期中新世，「観音下石」，小松市，岩相，火山碎屑物

I. はじめに

石川県小松市の丘陵地および山地には、主として新第三紀の前期中新世に噴出した流紋岩質の溶岩とその火山碎屑岩類（凝灰角礫岩，火山礫凝灰岩や細粒凝灰岩など）が分布する（北村，1989；粕野，1993；鹿野ほか，1999；鹿野，2018）。これらは日本海開裂イベント（漸新世～中新世中期）に関連した火成活動の産物であり，新生代中期における日本列島の形成過程を記録している（鹿野ほか編，1991；金子，2001；中嶋ほか，2019）。しかし，本地域に分布する中新世火山碎屑岩類の詳細な岩相記載や地層形成に関する研究例はきわめて限られており，2020年代初期においても5万分の1地質図幅（地質調査総合センター刊行）ですら刊行されていない状況にある（粕野編，1977；北村，1989；平澤・塚脇，2021；塚脇ほか，2021）。

他方でこれらの火山碎屑岩類，とくに火山礫凝灰岩などの凝灰岩類は，少なくとも古墳時代から石材として利用されてきた歴史をもち，2016年に文化庁から認定された日本遺産「『珠玉と歩む物語』小松～時の流れの中で磨き上げた石の文化～」の構成資産の一部に指定されたものもある（檜田，2016，2019；日本遺産プロジェクト編，2017）。小松市産の凝灰岩類は，岩相の変化に富んでいるため産地ごとに固有の石材名を冠されて流通し，石製生活用具のほか小松城（金沢城支城）や近代建築物などに用いられた（檜田，2016，2019）。そして近世～昭和初期にかけて，石材業が小松市の里山地域における主要産業となった（大西，1998；檜田，2016，2019）。

このような文化的・産業的背景を有するものの，

日本遺産に認定された時点では，石材に利用された火山碎屑岩類の地質学的な背景については，前述の通りほとんど知られていなかった。そこで小松市は，特有の「石の文化」をもたらした市域の地質とその成り立ちを解明し内外へ情報発信するため，2018年から2020年にわたり現地調査を行った。そして小松市埋蔵文化財センターを中心に実施された，「こまつの石文化・地下資源の成り立ち調査」（2019年11月～2020年3月）によって，「滝ヶ原石」（小松市滝ヶ原町産）や「観音下石」（小松市観音下町産）など同市の「石の文化」を代表する石材の石切り場において，火山岩類および火山碎屑岩類からなる地層としての岩相層序が明らかにされた。「滝ヶ原石」に関しては，平澤・塚脇（2021）および塚脇ほか（2021）として上記調査の成果が公表されている。本稿では「観音下石」の岩相について詳述し，その起源と堆積場を考察する。

II. 地質概説

北陸地域には，前期～中期中新世のいわゆる「グリーンタフ変動」期の火山活動で噴出した安山岩類や流紋岩類およびそれらの火山碎屑岩類と，日本海盆形成に伴う海成の堆積岩類が広く分布する（鹿野ほか，1999；金子，2001；中嶋ほか，2019；図1）。火山岩類・火山碎屑岩類は，岩稲層（藤田・中川，1948）およびそれを整合に覆う医王山層（池邊，1949）という2つの下部中新統を主体とし，先中新統の手取層群などを不整合に被覆または断層で接する（粕野，1993；鹿野ほか，1999）。岩稲層と医王山層は，新生代中期における日本列島の構造発達史を論ずる際に様々な情報や制約を与える地層である

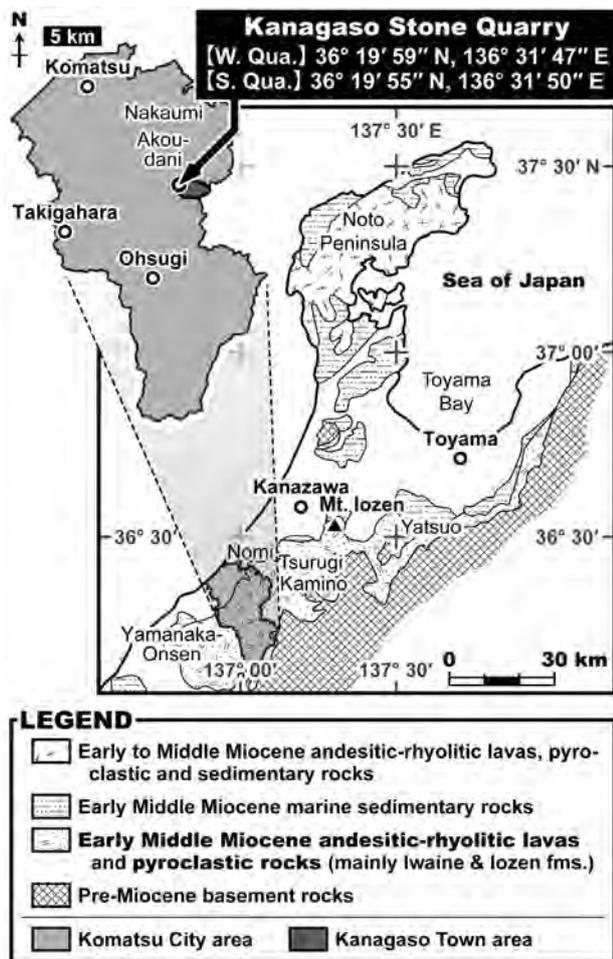


図1 北陸地域の北部における前期～中期中新世の溶岩類、火山碎屑岩類および堆積岩類の分布（金子，2001を編図）と観音下石切り場の位置図。

Fig. 1 Simplified geological map showing the Early-to-Middle Miocene lavas, pyroclastic and sedimentary rocks in the northern Hokuriku region with an index map indicating locality of Kanagaso Stone Quarry. The geological map is modified after Kaneko (2001).

ため、岩相層序および年代について詳しく研究されている。（鹿野ほか編，1991；早川・竹村，1987；金子，2001；中嶋ほか，2019；山田・高橋，2021）。

富山県中西部の八尾地域から石川県南西部の山中温泉にわたる地域には、医王山層と本層に対比される火山岩類や火山碎屑岩類が広域のかつ連続的に分布する（鮎野，1993；鹿野ほか，1999；山田・高橋，2021；図1）。

医王山層は、石川・富山県境にまたがる医王山山塊（図1）を模式地とし、主に流紋岩質～デイサイト質の火山岩（溶岩）および凝灰角礫岩などの火山碎屑岩類から構成され、枕状の溶岩、大気中で高温酸化したとみられる溶結凝灰岩や火砕流に由来する

火山碎屑岩、および凝灰質の堆積岩類といった多様な岩相で特徴づけられる（池邊，1949；井上ほか，1964；松尾・中西，1967；雁沢，1983；早川・竹村，1987；藤井ほか，1992；金子，2001；山田ほか，2019；山田・高橋，2021）。本層の流紋岩は、沈み込み帯におけるその化学組成に類似する（Ayalew and Ishiwatari, 2011; Yamada *et al.*, 2019; 山田ほか，2019）。このことから、医王山層はリフト堆積盆の急速な形成期（18–15.3 Ma）における陸弧から島弧への変遷過程を反映していると考えられる（山田ほか，2019；山田・高橋，2021）。また、模式地や石川県上野地域（図1）では医王山層から台島型植物群に属する温暖帯の植物化石が産出する（松尾，1966；松尾・中西，1967；松浦，2009）。さらに上野地域の本層からは、門ノ沢動物群に比較されるきわめて温暖な浅海環境を示す貝化石群集も発見されている（中川・安野，2021）。

医王山層の岩相は分布域ごとに大きく異なるが、とくに火山碎屑岩類において顕著である。模式地とその周辺地域では、成層構造の発達した緑灰色～緑灰褐色の凝灰角礫岩・軽石凝灰岩（松尾・中西，1967；雁沢，1983）、塊状で軽石を含む赤褐色火山礫凝灰岩（松尾・中西，1967）、角礫に富んだ淡緑色の軽石質凝灰角礫岩や、厚さ50mに達する軽石層（井上ほか，1964）が知られている。富山県八尾地域には、塊状な灰白色～灰緑色軽石質凝灰岩や、葉理の発達した凝灰岩を挟む軽石質火山礫凝灰岩がみられる（坂本・野沢，1960）。石川県に分布する医王山層は、火山角礫岩（前田ほか，2000）や塊状の灰白色～緑灰色極細粒～細粒凝灰岩（陰地，2004；塚脇・陰地，2008）などからなる。また、本層はいずれの分布域でも火山碎屑物由来あるいは火山碎屑物と混合した泥岩、砂岩および礫岩を伴う（池邊，1949；坂本・野沢，1960；井上ほか，1964；松尾・中西，1967；早川・竹村，1987；前田ほか，2000；陰地，2004；塚脇・陰地，2008）。

医王山層の年代であるが、模式地とその周辺の流紋岩（貫入岩体や溶岩）に含まれるジルコンから約16.5～15.0MaのFTおよびU-Pb年代が報告されている（雁沢，1983；伊藤ほか，2000；山田ほか，2019）。ところが、観音下町近傍の石川県鶴来地域（図1）では、本層の緑色凝灰岩および流紋岩質凝灰岩から、約21.0～17.0MaのジルコンU-Pb年代と16.0

～12.0MaのジルコンFT年代が得られている（上口・長谷部，2019）。また，貝化石群集の生層序，古地磁気層序および放射年代に基づけば，医王山層は前期中新世（17.5～17Ma）の地層と考えられる（中川・安野，2021）。

調査を行った観音下町は，医王山層を含む前期中新世の流紋岩質溶岩や火山碎屑岩の分布域内に位置する（鹿野ほか，1999；図1）。これらの下部中新統は分布域の大部分で未区分の状態にあり，観音下町域の溶岩や火山碎屑岩に対しても地層命名指針（サルヴァドール・日本地質学会訳編，2001）に準拠した固有の地層名は与えられていない。医王山山塊以南の石川県域に分布する溶岩と火山碎屑岩は医王山層の相当層とみなされており，これまで山中温泉地域の山中累層（鮎野，1955），滝ヶ原地域の滝ヶ原凝灰岩類（北村，1989）や小松市中海地域の赤穂谷層（富井ほか，2002）などと層序区分されてきた（塚脇ほか，2021）。しかし，これらの中で地層命名指針に準じた有効な層序単元は赤穂谷層のみである。

赤穂谷層は，石川県能美（図1）以東から小松市北部および西部にかけて分布し，医王山層と同様に岩相変化に富む（富井ほか，2002；塚脇ほか，2021）。模式地の中海地域赤穂谷における本層は，白色軽石や泥岩亜角礫の散在した緑灰色凝灰岩類を主相とするが，下部と上部にそれぞれ暗灰色凝灰角礫岩・緑灰～灰白色泥質凝灰岩および含亜円礫淡灰色細粒凝灰岩を挟むほか，流紋岩や安山岩をわずかに伴う（富井ほか，2002）。滝ヶ原地域の赤穂谷層は，緑色凝灰岩類（流紋岩角礫を含む凝灰角礫岩，角礫凝灰岩と泥質凝灰岩）ならびにそれらに由来する弱変質凝灰岩に加えて，流紋岩溶岩や自破碎流紋岩溶岩といった流紋岩類から構成される（塚脇ほか，2021）。また，白色軽石や緑色凝灰岩礫などを含む火山礫凝灰岩や，火山豆石を包含した赤色細粒凝灰岩が挟在することもある（平澤・塚脇，2021）。本層から産出する化石はわずかであり，時代不詳の

材化石や海性の生痕化石群集を一部の層準に認めるのみである（北村，1989；平澤・塚脇，2021）。赤穂谷層の時代は不明であるが，岩相の類似性から医王山層に対比されている（富井ほか，2002；塚脇ほか，2021）。ゆえに医王山層のジルコン年代およびCohen *et al.* (2022) に基づけば，赤穂谷層の時代は前期中新世Burdigalian期となる。医王山層の複合層序学的検討（中川・安野，2021）からも，赤穂谷層はBurdigalian階とみなせる。しかし，上口・長谷部（2019）のジルコンFT年代に拠ると，赤穂谷層の堆積期間はBurdigalian期から後期中新世のTortonian期まで及ぶことになる。いずれにせよ，赤穂谷層には少なくとも下部中新統の区間が存在するといえる。

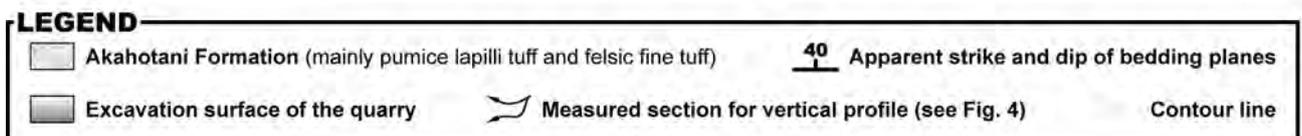
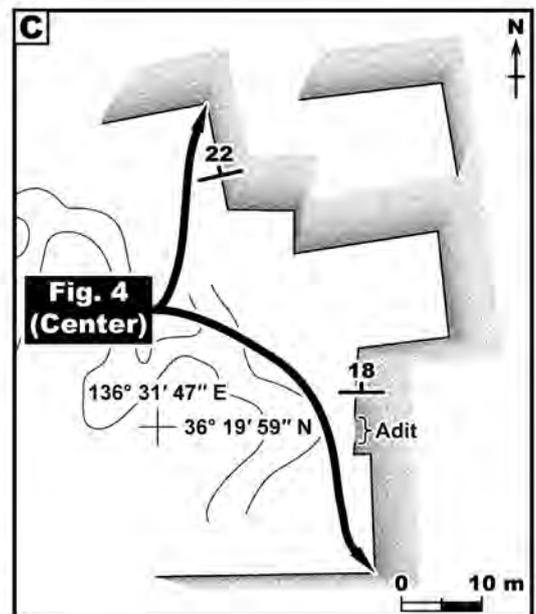
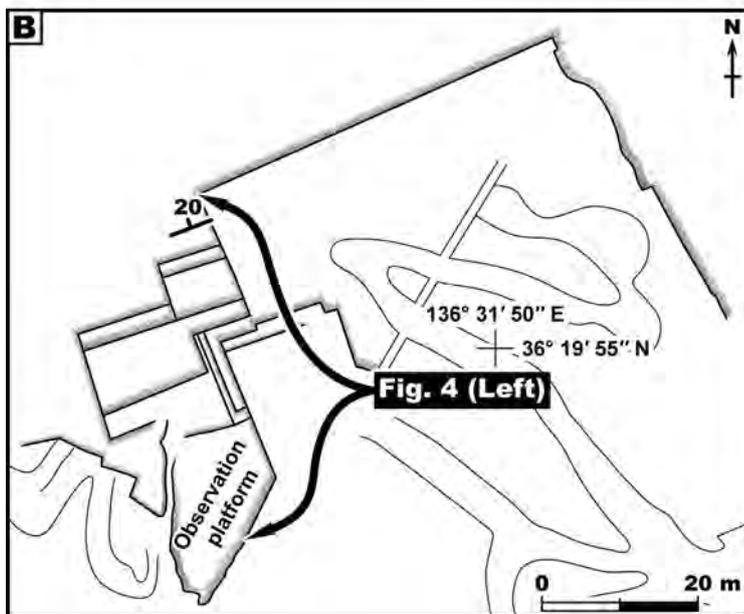
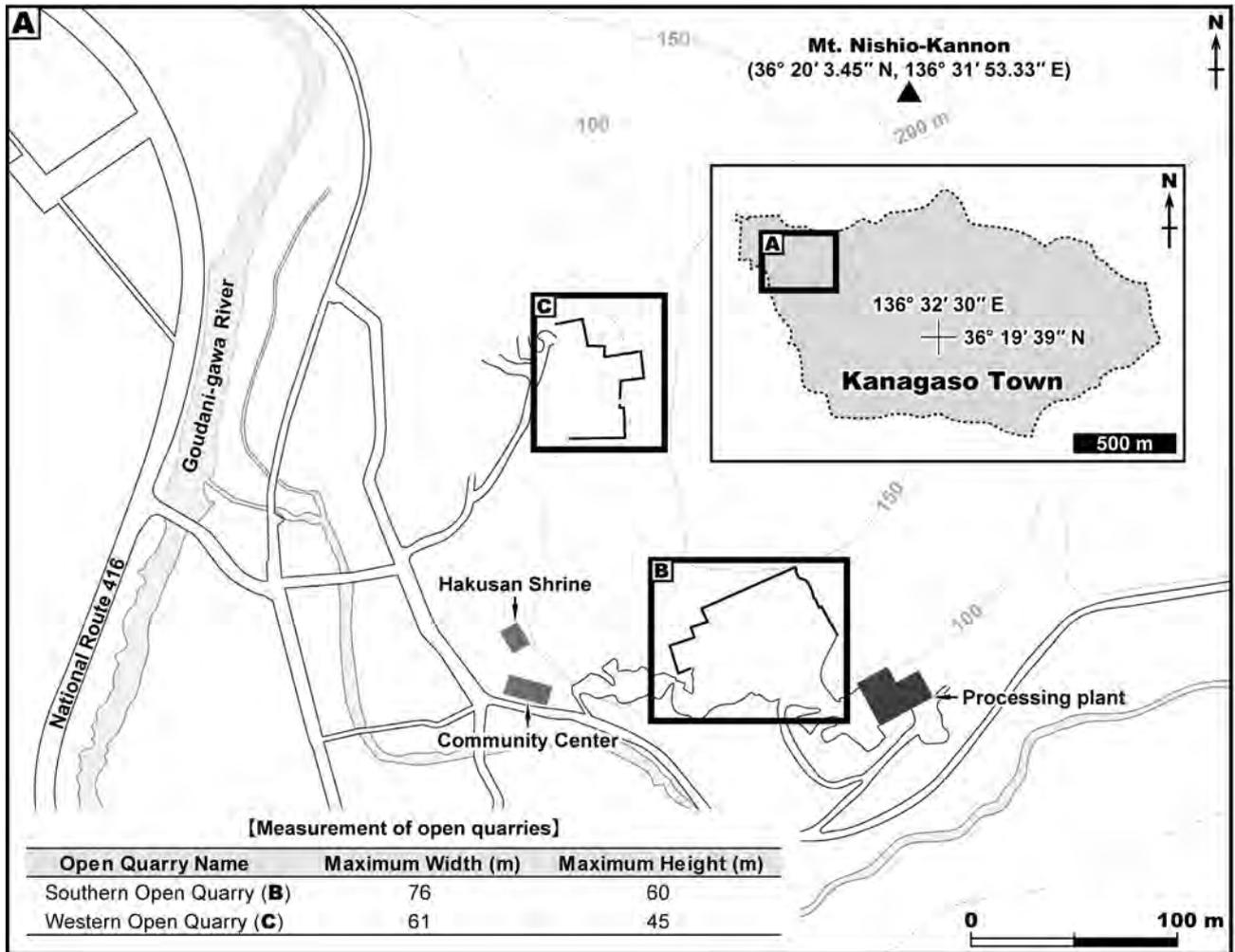
このように，医王山層および赤穂谷層の岩相は分布域ごとに著しく異なる。次章で述べるが，「観音下石」は淡黄褐色の多孔質な塊状軽石火山礫凝灰岩および細粒凝灰岩とそれらからなる互層を主体としており，医王山層や赤穂谷層を定義する岩相と大きく異なる。したがって，「観音下石」の帰属は現在までのところ不明であり，医王山層あるいは赤穂谷層の岩相変化の1例とみるか，新たな層序単元として独立させるべきか今後の検討を要する。ただし，塚脇ほか（2021）は分布域と研究史の観点から，小松市域の流紋岩類や凝灰岩類を赤穂谷層と呼称することを提唱している。そこで本論では，観音下町域で観察される火山碎屑岩類を暫定的に赤穂谷層として扱う。

Ⅲ. 観音下石切り場跡と「観音下石」

観音下石切り場は，観音下町西部に位置する西尾観音山（標高210m）の南へ伸びた尾根にあり，尾根の南側および西側斜面を掘削した2箇所（南側露天坑）の主要な露天坑から構成されている（図1，図2A）。本稿では，便宜的にこれらの露天坑をそれぞれ「南側露天坑（南側坑）」および「西側露天坑（西側坑）」と呼称する

図2（次頁）観音下石切り場（小松市東部観音下町，西尾観音山の南側尾根）の位置図および露天坑内の概略図。（A）石切り場を構成する南側および西側露天坑の位置図。各露天坑の規模は，左下の表に示す通りである。（B，C）各露天坑内の概略図と柱状図の作成区間（B，南側露天坑；C，西側露天坑）。

Fig. 2 (next page) Schematics showing the localities and outlines of Kanagaso Stone Quarry at a southern spur of Mt. Nishio-Kannon, Kanagaso Town (eastern Komatsu City). (A) Localities of the southern and western open quarries composed of Kanagaso Stone Quarry. Table at the lower left indicates measurements of maximum width and height of the quarries. (B, C) Outlines with indications of measured sections in the southern open quarry (B) and western open quarry (C).



(図2B, C, 図3A ~ D)。西側露天坑の採掘面南限は、南側露天坑の採掘面北限から北北西へ水平距離にして約90m離れている(図2A, 図3A, B)。いずれも尾根の中腹部から採掘を始め、地山を徐々に掘り下げていくことで形成されたコの字状の石切り場である(図2B, C, 図3B)。また西側坑では、横坑が1箇所掘削されている(図2C, 図3D)。2つの露天坑はともに幅60 m以上であり、最も低い切羽面でも高さ数mを超える規模である(図3A ~ D)。

観音下石切り場における石材の切り出しは、チェーンソー式の採掘機で平場(床面)に格子状の切れ目を入れた後、割矢(楔)を下から打ち込んで地山から剥離させる方法で行われた(檜田, 2016, 2019; 図3E)。このため露天坑の切羽面は、格子状の採掘痕を残すほぼ垂直な壁となっている(図3C, D, F)。機械掘りによる平滑な垂直面の連続する石切り場は、結果的に観察に適した好露頭となっており、南側坑では採掘面を利用した展望台も設けられている(図2B, 図3C)。観音下産の石材は少なくとも中世から利用されていたと考えられているが、本石切り場では1910年代初期から採掘を開始し、1975年頃には年間生産量3,600tに達した(川編, 1958; 中江編, 1978; 檜田, 2016, 2019)。そして、2018年には採掘を終了し閉山となったが、その後は小松市の産業遺産として教育や観光のために再活用されている。

観音下石切り場から採掘される石材は「観音下石」と呼ばれる、淡黄～淡黄褐色の流紋岩質凝灰岩(澤崎ほか, 1993)ないし黄色～浅黄色の軽石質凝灰岩(檜田, 2016, 2019)である。その分布はほぼ西尾観音山に限られており、小松市内の他の石切り場では類似した色調の凝灰岩石材は知られていない(檜田, 2016, 2019)。「観音下石」は耐火性や耐湿

性に優れるとされ、独特の黄みがかった色合いと流紋状や蜂の巣状など変化に富んだ外見を示すことから「日華石」または「千歳石K号」という商品名で土台石、倉庫用の外装飾り石、内装材、石塀、門柱および石造彫刻物など様々な用途に利用されてきた(近藤, 1926; 檜田, 2016, 2019; 日本遺産プロジェクト編, 2017; 図3G)。特記すべき例としては、国会議事堂、甲子園ホテル(現武庫川女子大学甲子園会館; 国の近代化産業遺産および登録有形文化財)や旧加賀藩主前田侯爵邸(国の重要文化財)といった近代建築物のほか、平城京第二次大極殿の復原された基壇にも「観音下石」が用いられている(檜田, 2016, 2019)。

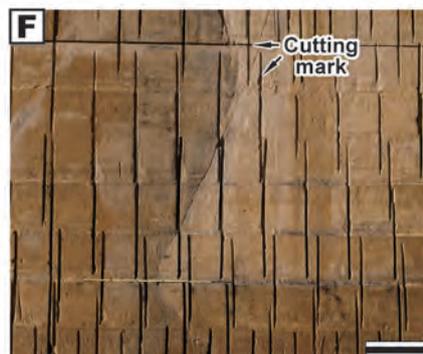
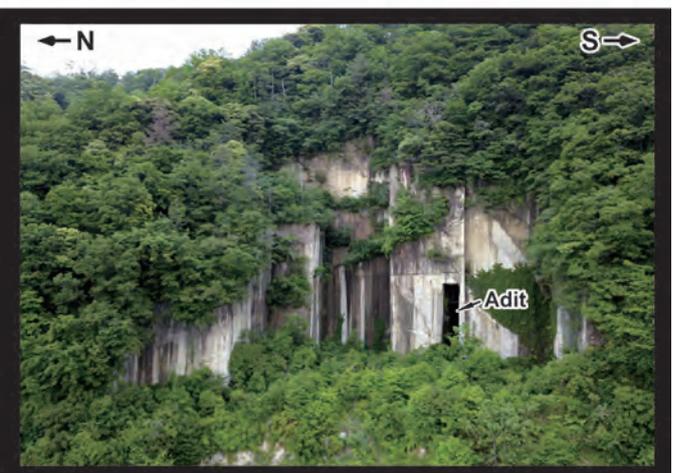
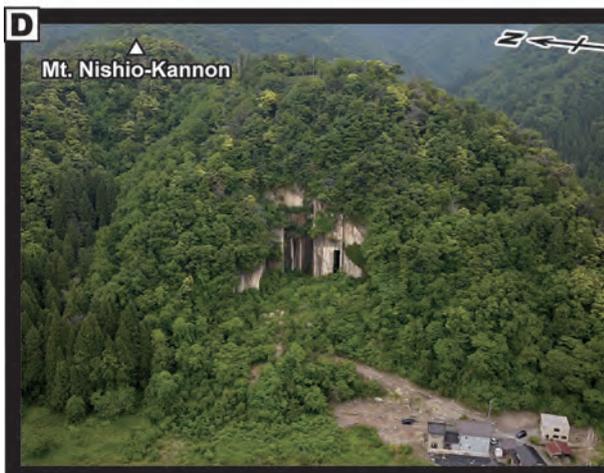
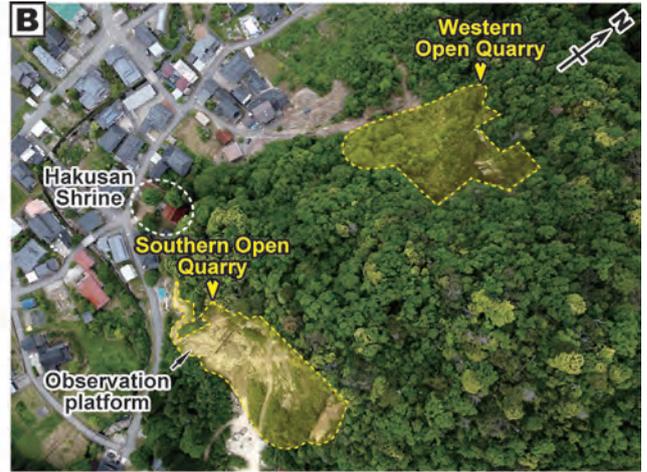
「観音下石」に関して公表された地質学的な情報は、これまでのところほとんど皆無に等しい。数少ない事例として、澤崎ほか(1993)が観音下石切り場から採掘された「日華石」(流紋岩質凝灰岩)の岩石組織と鉱物組成を報告している。澤崎ほか(1993, p. 154)によれば、「日華石」は斑状組織を呈し、石英(多くは破片状)および斜長石の斑晶と、軽石や軽石質繊維状のものを含む火山ガラス主体の石基からなる(原文で「斑状組織」, 「斑晶」および「石基」が凝灰岩の記載に使用されている)。また熱水変質作用を示唆する、モルデン沸石および斜プチロル沸石も「日華石」中に確認されている(澤崎ほか, 1993)。

IV. 「観音下石」の岩相

「観音下石」は、南側・西側の露天坑とも主として珪長質の軽石火山礫凝灰岩および細粒凝灰岩からなる。それぞれの凝灰岩の岩石組織と構成する火砕粒子の組成、粒度、円磨度および細粒/粗粒粒子の

図3 (次頁) 観音下石切り場の概況。南側と西側の2箇所の露天坑から構成されている。(A, B) 南側および西側露天坑の位置関係。(C, D) 南側露天坑(C)と西側露天坑(D)の全景。(E) 露天坑の床面を掘削するチェーンソー式採掘機(南側坑)。地山をなす凝灰岩が格子状に切り出されている。(F) 切羽面(垂直面)に刻まれた、チェーンソーによる格子状の切削痕。(G) 外装材として用いられた「観音下石」の例(観音下白山神社境内の石倉)。(F)および(G)のスケールバーの長さは50cmである。

Fig. 3 (next page) Distant views of Kanagaso Stone Quarry. This Quarry is comprised of southern and western open quarries. (A, B) Photographs showing the locational relationship between the two mines. (C, D) Overall appearance of the southern (C) and western (D) open quarries. (E) Chainsaw-type quarrying machine cutting the flat ground of the southern open quarry. The machine processing results in regularly arranged cuboid-like blocks of tuff. (F) Grid-like patterned cutting marks by chain-saw excavation on a vertical quarry face. (G) An example of “Kanagaso-ishi” Tuff used as an exterior material (stone storehouse in precincts of Kanagaso-Hakusan shrine). Scale bars in (F) and (G) equal 50 cm.



割合は、石切り場内で著しく変化しない。しかし、堆積構造と累重様式は露天坑や層準によって異なり、これらに基づけば、「観音下石」の岩相を4種類に区分できる。すなわち、岩相1（塊状な軽石火山礫凝灰岩）、岩相2（パッチ状の軽石火山礫凝灰岩と火山岩礫を含む細粒凝灰岩）、岩相3（軽石火山礫凝灰岩と細粒凝灰岩の互層）および岩相4（軟堆積物変形構造をもつ岩相3）が「観音下石」において識別される（図4）。本章では、まず「観音下石」にみられる一般的な特徴を述べ、次に各岩相について記載する。なお、岩相の写真に用いた略号を表1に示す。また、とくに岩石名の明記が必要な場合を除き、珪長質な軽石火山礫凝灰岩および細粒凝灰岩を、それぞれ“PLT”（Pumiceous Lapilli Tuff）と“FFT”（Felsic Fine Tuff）と略記する。

1) 全体的な特徴

「観音下石」にみられる岩相は、南側および西側露天坑においてそれぞれ異なる（図4）。すなわち、南側坑（下部区間）では塊状なPLT（岩相1）を主相とする一方、西側坑（上部区間）ではPLTとFFTによる互層（岩相3および4）が卓越する（図4、図5A, B）。石切り場内では自然剥離した層理面を確認できないため、「観音下石」の走向傾斜は不明である。ただし、岩相3の層理面は見かけで、N70°E～EWおよび約20°Nを示す（図2B, C, 図5B）。また、層序を変化させる規模の変位や変形構造は認められないものの、ときに共役系をなす小断層あるいは節理が頻繁に形成されている（図5B, C）。

「観音下石」の細粒な部分は、変質の有無によってそれぞれ異なる色を呈する。非変質の凝灰岩は、淡灰青色～灰色を示すが、変質部では「観音下石」に特有の淡黄色や赤褐色を呈する（図5D～F）。風化した非変質部と変質部は、それぞれ淡灰白色および淡黄色である（図5A, B）。「観音下石」の大部分は、

変質により黄色を帯びている（図3C, D）。非変質部は、南側坑の切羽最上部と西側坑区間の下部にわずかに認められるにすぎない。また西側坑の変質凝灰岩類は、南側坑よりも淡色傾向にある（図3C, D, 図5A, B）。非変質部と変質部の境界は比較的明瞭であるが、ほぼ色の相違のみに起因しており構成粒子や組織の差異によるものではない（図5D, G）。

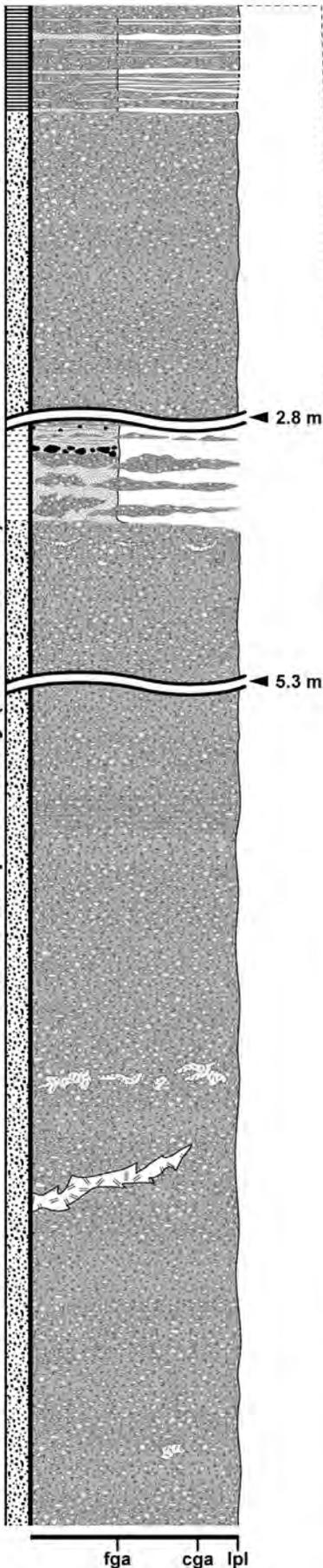
PLTは、粘土鉱物化した軽石を非変質部・変質部ともに包含する（図5D）。細粒な部分における変質の有無にかかわらず、軽石のほとんどは溶脱している。このため、PLTはきわめて多孔質である（図5E～H）。また、茶褐色～黄褐色の粘土状物質がPLTに生じた空隙（軽石の溶脱痕）に付着ないし充填している場合もみられる（図5E, F）。溶脱痕の外形はいずれも曲線的ないし曲面的で、亜円礫～円礫状を呈する（図5F～H）。溶脱痕の分布密度や大きさ（数mmから最大で4cmほど）は層準によってある程度変化する。したがって、PLTの岩相はかなり不均質である（図5E, F）。また、溶脱痕同士は一般にそれぞれ基質で隔てられており、互いに接触あるいは連結していない（図5G, H）。PLTに含まれる極粗粒砂大以上の粒子のほとんどは、変質した軽石またはその溶脱痕であり、異質岩片にきわめて乏しい（図5E～I）。

FFTは単層としてPLTと互層をなすほか、PLTの基質を構成している（図5G, H）。いずれの場合でも、FFTの粒度および構成粒子はほぼ同じである。このため、PLTとの境界はかなり不明瞭である（図5B, F, G）。FFTは淘汰不良であり、細粒砂大～細礫大の鉱物粒子や岩片を含むほか、軽石の繊維状組織の痕跡も認められる（図5G, H）。砂粒子大の鉱物粒子や岩片は、一般に高い円磨度を示し円形～楕円形（球状～楕円体状）をなすが、前者では破片状の自形結晶も認められる（図5G, H）。鉱物粒子の構成は、ほぼ無色鉱物のみからなり、有色鉱物をほとんど含

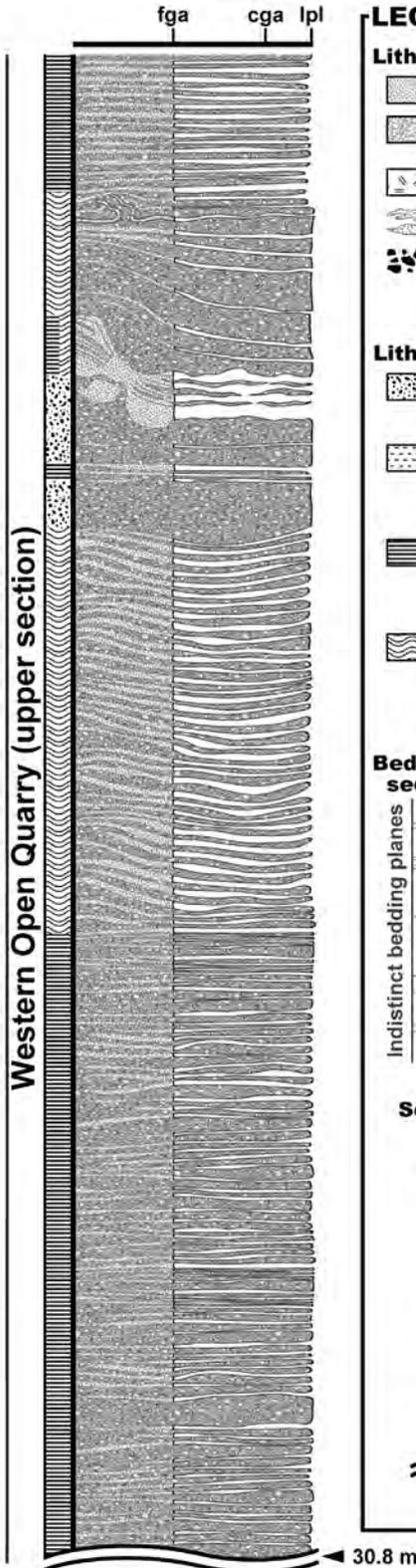
図4（次頁）観音下石切り場における下部中新統赤穂谷層の柱状図。「観音下石」は、塊状なPLT（岩相1）、パッチ状のPLTと火山岩礫を含むFFT（岩相2）、PLT-FFT互層（岩相3）および軟堆積物変形構造をもつPLT-FFT互層（岩相4）からなる。南側露天坑（下部区間）では、岩相1が卓越する。一方、西側露天坑（上部区間）は、岩相3および岩相4を主体とする。両露天坑とも、見かけの傾斜から層厚を求めて柱状図を作成した。

Fig. 4 (next page) Columnar sections of “Kanagaso-ishi” Tuff (Lower Miocene Akahotani Formation) measured in Kanagaso Stone Quarry. “Kanagaso-ishi” Tuff is characterized by four lithofacies, that is, massive pumiceous lapilli tuff (Lithofacies 1), fine tuff with patch-like pumiceous lapilli tuff and volcanic rock gravels (Lithofacies 2), pumiceous lapilli tuff-fine tuff alternations (Lithofacies 3) and the alternations suffered by soft-sediment deformations (Lithofacies 4). The southern open quarry (lower section) is dominated by Lithofacies 1, but the western one (upper section) mainly consists of Lithofacies 3 and 4. Thickness in the both sections is based on apparent dips of bedding planes.

Akahotani Formation (Lower Miocene)
Southern Open Quarry (lower section)



Western Open Quarry (upper section)



LEGEND

Lithologies

- Fine tuff
- Pumice lapilli tuff (with coarse tuff matrix)
- Felsic dike
- Rip-up clast (fine tuff lithology)
- Lithic fragments (andesitic and rhyolitic pebbles) and scoria

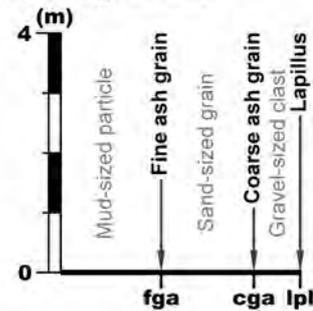
Lithofacies

- Facies 1: Massive pumiceous lapilli tuff
- Facies 2: Fine tuff contained gravels of volcanic rocks and scoria
- Facies 3: Alternation of pumiceous lapilli tuff and fine tuff
- Facies 4: Soft-sediment deformed alternation of pumice lapilli and fine tuff

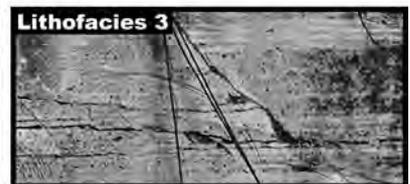
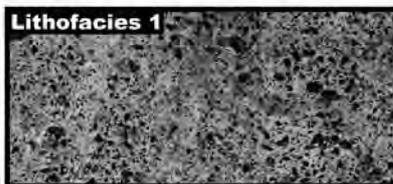
Bed contacts and sedimentary structures

- Horizontal stratification
- Low-angle cross stratification
- Discontinuous bedding
- Water escape structure
- Load cast
- Slumped bed

Scale and grain size



Unobservable interval (in meter-scale)



Examples of the Dominant Lithofacies (not to scale)

表1 岩相を示す写真(図5~8, 10)に用いた略号.

Table 1 Abbreviations used in the outcrop photographs (Figs. 5-8, 10).

略号 (Abbrevs.)	説明	Explanation	使用した図 (Used Figures)
AFT	癒着した細粒凝灰岩層	amalgamated fine tuff beds	Fig. 7B
AGL	安山岩礫	andesite gravel	Fig. 6G
ALT	変質した火山礫凝灰岩	altered lapilli tuff	Fig. 5D
APF	軽石火山礫凝灰岩と珪長質細粒凝灰岩の互層	alternation of pumiceous lapilli tuff and fine tuff	Fig. 8E, F
BLT	2又した細粒凝灰岩層(桃色の部分)	bifurcated layer of fine tuff (pink-hatched)	Fig. 7E
CDT	軽石火山礫凝灰岩の碎屑岩脈(紫色の塗色部)	clastic dike of pumiceous lapilli tuff (purple-hatched)	Fig. 8C, D
CLM	無色鉱物	colorless mineral	Fig. 5H
CRS	斜交層理	cross-stratification	Fig. 6F, H
CRX	カレントリップルに類似した斜交層理	current ripple-like cross-stratification	Fig. 7D
CTM	採掘に伴う切削痕	cutting mark resulting from excavation	Figs. 5A, C, J; 7B
DFS	変形した細粒凝灰岩層の成層構造	deformed FTF stratification	Fig. 8D,
DOS	側方不連続かつ不明瞭な成層構造	discontinuous and obscure stratification	Figs. 6A, H; 7D, E, H, I
FEC	自形結晶の破片	fragment of euhedral crystal	Fig. 5H
FFT	珪長質細粒凝灰岩	felsic fine tuff	Figs. 5B, F, G, I; 6B, F-H; 7A-E, H, I; 10C
FIR	珪長質貫入岩	felsic intrusive rock	Fig. 5N
GBD	玄武岩質の貫入岩	gabbroic dike	Fig. 5L
GVR	火山岩礫(図6Fでは黄色の塗色部)	gravel of volcanic rock (in Fig. 6F, yellow-hatched)	Figs. 5I; 6F
HAI	高角な節理	high-angle joint	Fig. 5A-C
IGT	逆級化した軽石火山礫凝灰岩	inversely graded pumice lapilli tuff	Fig. 7F, G
IPT	軽石の組織の印象	impression of pumice texture	Fig. 5G, H
LAI	低角な節理	low-angle joint	Fig. 5B, C
LAX	低角な斜交層理	low-angle cross-stratification	Fig. 7C, D
LCT	荷重痕	load cast	Fig. 5J, K
LSR	溶脱したスコリア	leached scoria	Figs. 5I; 6G, H
LTB	レンズ状の層理(紫色の塗色部)	lenticular bedding (purple-hatched)	Fig. 7E
LTC	大型の細粒凝灰岩岩片	large fine tuff clast	Fig. 8E, F
MPT	塊状かつ淘汰不良な細粒凝灰岩	massive and poorly sorted fine tuff	Fig. 7F, G
OCM	黄褐色の粘土状物質	ocher clayey material	Fig. 5E, F
PDN	塑性変形	plastic deformation	Fig. 6C, D
PLP	軽石の溶脱による空隙(溶脱痕)	pore of leached pumice	Fig. 5D-H
PLT	軽石火山礫凝灰岩	pumiceous lapilli tuff	Figs. 5B, F, G, L, N; 6A, B, D, F, G; 7A-E, H, I; 10B, C
PPB	層理面に平行した楕円状の軽石	elliptical pumice clast parallel to bedding plane	Fig. 7F, G
PPL	軽石に乏しい区間	pumice poor layer	Fig. 6A
PPS	平行成層	plane parallel stratification	Fig. 7C-E
PUM	軽石	pumice	Figs. 5D; 7I
RGL	流紋岩礫	rhyolite gravel	Fig. 6G
RLF	円磨された岩片	rounded lithic fragment	Fig. 5G
RMG	円磨された鉱物粒子	rounded mineral grain	Fig. 5H
SDT	スランプあるいは塑性変形した細粒凝灰岩(淡桃色の部分)	slumped or plastically deformed fine tuff (pale pink-hatched)	Fig. 8C, D
SES	軽微な侵食面	slight erosional surface	Fig. 7C, D
SPA	互層の引張変形部	stretched part of the alternation	Fig. 8E
SSS	緩やかな向斜状のスランプ構造	shallow syncline-like slump structure	Fig. 8A, B
TMS	凝灰質泥岩	tuffaceous mudstone	Fig. 5J, K
TRC	細粒凝灰岩の偽礫	fine tuff rip-up clast	Fig. 6B, D
UDS	波状層理	undulated stratification	Fig. 6F
ULT	非変質の火山礫凝灰岩	unaltered lapilli tuff	Fig. 5D
UM2	岩相2の最上部	uppermost part of Lithofacies 2	Fig. 6F
UP2	岩相2の上部	upper part of Lithofacies 2	Fig. 6F
UWD	層序学的上位	stratigraphic upward	Figs. 5A-C, E-G, J, L, N; 6A, B, D, F-H; 7C-I; 8A-F
VRF	火山岩片	volcanic rock fragment	Fig. 6H
WPT	凝灰岩の風化部	weathered part of tuff	Fig. 5A
XLT	軽石火山礫凝灰岩の捕獲岩	xenolith of pumiceous lapilli tuff	Fig. 5N

まない(図5H)。異質岩片として灰色、灰白色あるいは淡灰緑色の火山岩類がFFTに少量含まれる(図5G)。

「観音下石」はほぼ珪長質凝灰岩類から構成されており、それ以外の火山岩類や堆積岩類をほとんど挟まない。ただし、南側坑と西側坑にそれぞれごく薄い含礫層準と凝灰質泥岩層が挟在する(図5I~K)。南側坑の含礫層準には、最大粒径6cm程度の重円礫や円礫が散在的に包含されている(図4, 図5I)。西側坑の凝灰質泥岩層は緑灰色を呈し、層厚1~2cmほどの薄層をなしている(図5J)。凝灰質泥岩層の基底面は比較的明瞭かつ荷重痕を伴う(図5J, K)。凝灰質泥岩層の上部は、被覆されるFFTに漸移する(図5K)。また、観音下石切り場において、肉眼で識別可能な動植物化石および生物源堆積構造は確認されない。

南側坑では、苦鉄質および珪長質の火山岩類が「観音下石」に貫入している(図5L~O)。貫入岩は、層理面に対し高角に斜交したダイク状の形態をなす(図5L, N)。貫入岩には斑状組織が発達しているほか、岩体内にPLTの捕獲岩を含むこともある(図5M~O)。また、「観音下石」に明瞭な接触変成は認められない。

2) 各岩相の記載

2-1) 岩相1: 塊状な軽石火山礫凝灰岩

塊状な軽石火山礫凝灰岩(岩相1)は、南側坑の下部~上部区間で卓越するほか、西側坑の上部区間の一部にも薄く挟在する(図4, 図5A, E, 図6A~E)。FFTと頻互層するPLT(図5B, F)も一般に塊状であるが、本相には含めない。岩相1は塊状相を主体とするが、ごく不明瞭かつ側方連続性の悪い成

層構造を示す区間もある (図6A)。成層区間は、最大層厚数cm程度のPLTおよびやや基質に富んだPLTの不規則な互層からなる。PLTは淘汰不良なFFTを基質とし、きわめて淘汰不良な重円礫～円礫状の軽石を粗粒な火砕粒子として含む (図5E, G, H)。ただし、ほとんどの軽石は溶脱して空隙となっている (図5D, E, 図6A, B)。軽石 (溶脱痕) の大きさは、粗粒砂大から最大で4cmほどである。軽石の淘汰度および軽石と基質の割合は一定せず、層準によって比較的頻繁に変化する (図5E, 図6A)。基質に乏しい区間でも、溶脱痕同士の接触がほとんどみられないことから、溶脱痕を軽石とみなせば基質支持の火山礫凝灰岩といえる (図5E, G, H, 図6A, B)。

本相のPLTは、低頻度ながらFFTの偽礫を包含する (図4, 図6B～E)。いずれもPLTの基質や岩相3 (岩相4) の互層をなすFFTと同じ岩相の偽礫であり、泥質岩などFFT以外のものは認められない。偽礫の

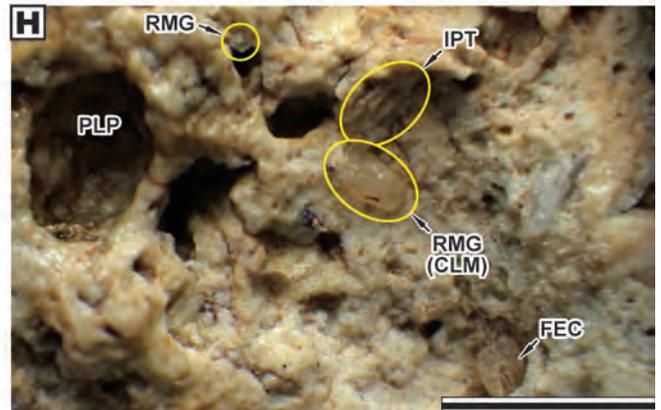
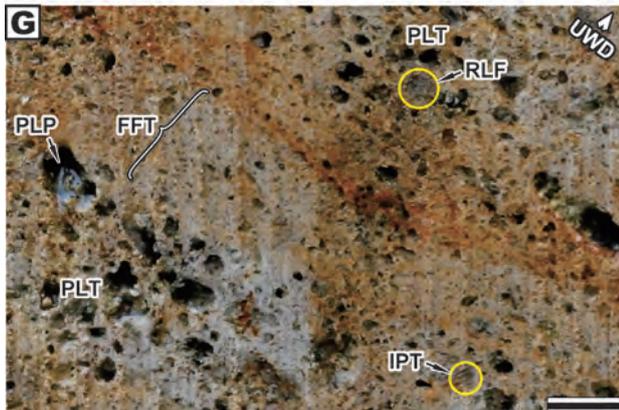
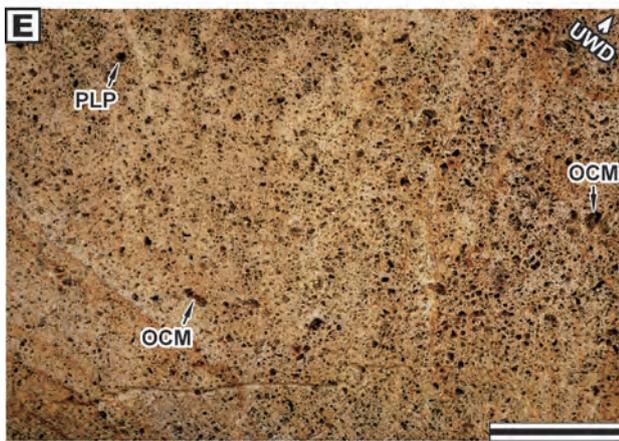
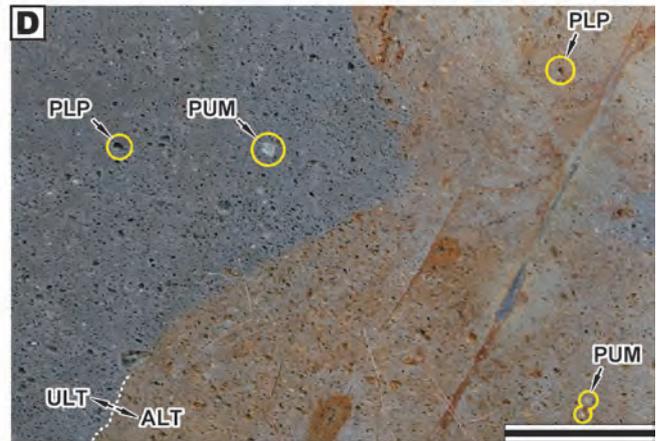
産状は、複数個の密集した状態または単体である (図6B, D)。密集状態でも、偽礫はPLTを基質として支持されており、互いに接触していない (図6B)。偽礫の形態および大きさは、平板状や角礫状で長さ数cm程度のものから、内部堆積構造の保存された単層の断片 (長さ1m以上、最大層厚10cmほど) などと多様である (図6B, D, E)。塑性変形を示す屈曲した境界をもつ偽礫もみられる (図6C, D)。

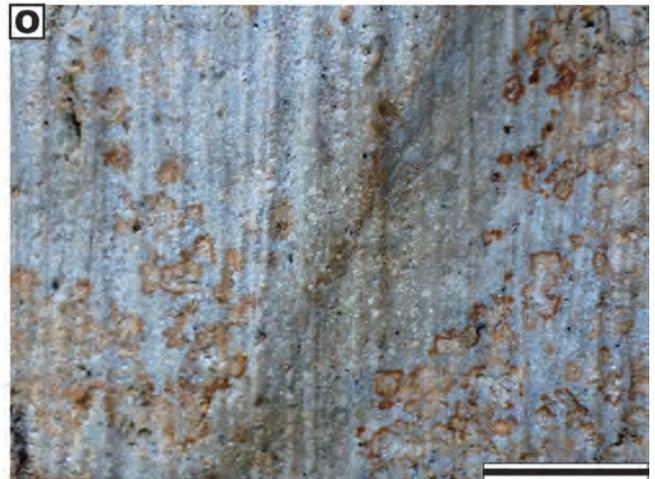
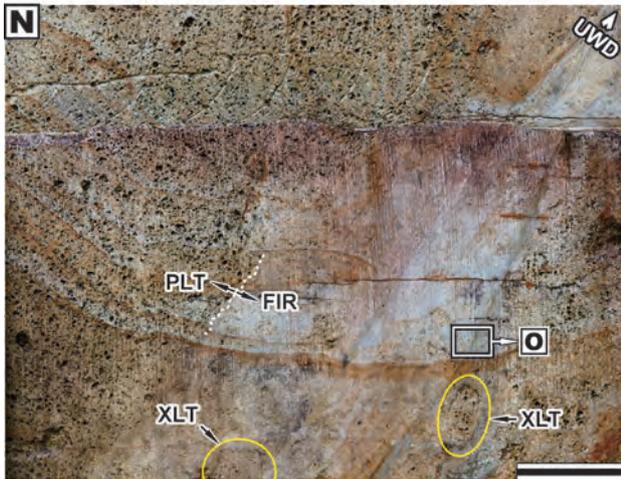
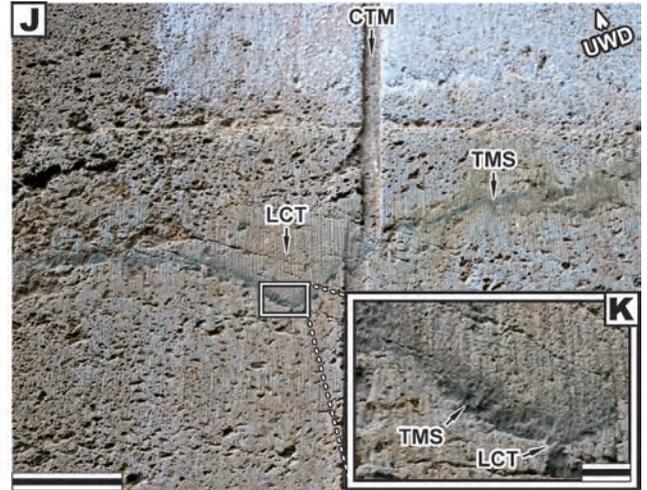
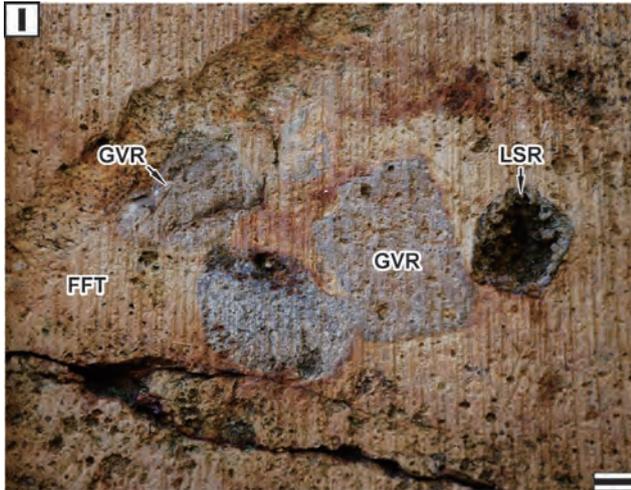
2-2) 岩相2: パッチ状の軽石火山礫凝灰岩と火山岩礫を含む細粒凝灰岩

岩相2は、パッチ状の塊状PLTを数層準に挟む下部～上部と、火山岩礫をとともう最上部から構成されるFFTである (図4, 図6F～H)。本相は南側坑上部の1区間のみに認められ、また「観音下石」を構成する岩相の中で最も低い割合を占める (図4)。ただし、細粒凝灰岩層としては観音下石切り場において最も厚い。本相区間は少なくとも厚さ1.9mである

図5 (次頁)「観音下石」の一般的な岩相。(A, B)「観音下石」の主体をなす軽石火山礫凝灰岩 (PLT) およびPLTと細粒凝灰岩 (FFT) との互層。(A) 塊状なPLTの厚層。変質により「観音下石」に特有な黄色を示す。変質部は灰色である。(B) 有律性の悪いPLT-FFT互層。層理面は見かけ上、約20°北へ傾斜している。低角～高角の節理も認められる。(C) PLTに形成された共役な節理。(D) 灰色の非変質部および淡黄～赤褐色を呈する変質部のみられるPLT (研磨された切石の表面)。非変質部、変質部ともほとんどの軽石が溶脱しているため、多孔質な岩相となっている。(E, F) 凝灰岩類の岩相。多孔質で塊状かつ淘汰不良である。(E) 基質の変質したPLT。「観音下石」の典型的な外観を示す。(F) 非変質の基質からなるPLTおよび変質していないFFT。茶褐色～黄褐色の粘土状物質が、軽石の溶脱痕に付着あるいは充填している。(G, H)「観音下石」の細粒部を構成する淘汰不良のFFT。(G) PLTの基質とFFTの岩相。ともに円磨された岩片や溶脱した軽石の印象のみられる凝灰岩であり、不明瞭な層理面を示す。(H) PLTの基質をなすFFTの拡大写真。無色鉱物の円磨された粒子や破片状の自形結晶を含むほか、溶脱した軽石組織の印象もみられる。(I) FFT中の火山岩の円～重円礫およびスコリア。スコリアは変質しており、溶脱痕を形成している場合も多い。(J, K) 荷重痕の形成された緑灰色凝灰質泥岩の薄層。上部は被覆層であるFFTに漸移する。(L-O) PLTに貫入した火山岩の岩脈。いずれも層理面に対し高角に斜交している。(L) 苦鉄質の火山岩岩脈。著しく風化している。(M) 苦鉄質貫入岩の斑状組織 (新鮮部破断面の拡大写真)。(N) 珪長質の火山岩岩脈。母岩であるPLTの捕獲岩を含む。(O) 珪長質貫入岩の斑状組織 (切羽面の拡大写真)。各写真は南側露天坑 (A, C-E, G, I, L-O) および西側露天坑 (B, F, H, J, K) で撮影。スケールバーはそれぞれ0.1cm (M), 0.5cm (H), 1cm (F, G, I, K, O) および10cm (A-E, J, L, N) である。

Fig. 5 (next pages) General lithofacies of the “Kanagaso-ishi” Tuff. (A, B) Pumiceous lapilli tuff (PLT) and PLT-fine tuff (FFT) alternations predominantly in “Kanagaso-ishi” Tuff. (A) Thick bed of massive PLT. The massive lapilli tuff displays its unique yellowish color due to alteration. Weathered parts of the tuff are pale gray. (B) Unrhythmic alternations of PLT and FFT. Apparent bedding dips to the north at roughly 20 degrees. Minor faults and low-to high-angle joints are also observed. (C) Conjugate joints formed in PLT. (D) Unaltered gray and altered light yellow-to-reddish brown parts of PLT. Note almost all pumice clasts leach out in the both parts to result in porous lithofacies. Polished surface of an ashlar stone. (E, F) Porous, massive and poorly sorted lithofacies of the tuffs. (E) PLT with altered matrix, typical appearance of the Tuff. (F) PLT with unaltered matrix and unaltered FFT. Leached pores of pumice clasts are filled or coated with yellowish-to-dark brown clayey material. (G, H) Poorly sorted FFT consisting of fine-grained portions of “Kanagaso-ishi” Tuff. (G) Lithofacies of FFT and PLT matrix. Rounded lithic fragments and impression of leached pumice clasts are contained in the fine tuff. Bedding plane between the tuffs is indistinct. (H) Close-up photo of the PLF matrix (FFT). FFT contains sand-sized, fairly rounded or fragmental euhedral crystals of colorless mineral. Impression of pumice texture is also preserved. (I) Rounded to subrounded gravels of volcanic rocks and a scoria clast sparsely contained in FFT. The scoria clast is generally fairly leached to result in leached pores. (J, K) Thin layer of greenish-gray tuffaceous mudstone suffered soft-sediment deformation (indicated by a load cast). Upper part of the layer gradually changes into the overlying FFT. (L-O) Volcanic dikes intruding into PLF at high angles to bedding. (L) Significantly weathered dike of mafic volcanic rock. (M) Porphyritic texture of the mafic dike, close-up photo of a fracture surface in a rather fresh part. (N) Felsic dike containing xenolith of PLT. (O) Porphyritic texture of the felsic dike, close-up photo of a wall of the quarry. The photographs are taken at the southern open quarry (A, C-E, G, I, L-O) and western open quarry (B, F, H, J, K). Scale bars equal 0.1 cm (M), 0.5 cm (H), 1 cm (F, G, I, K, O) and 10 cm (A-E, J, L, N).





が、坑内の段差によりその上限を確認できない。

岩相2の下部から上部をなすPLTやFFTの構成粒子および堆積構造の特徴は、他の岩相と大きく相違しない。下部～上部にみられるPLTの薄層は側方連続性に乏しく、層厚の側方変化も著しい。このためPLT薄層は、FFTに包含されたパッチ状の堆積構造を示す。薄層の層理面は、上下とも不明瞭かつやや

波状である。

岩相2の最上部区間（厚さ約30cm）のFFTは、ほぼ塊状で散在的に中礫を含む下部、側方に連続しない不明瞭な成層構造をなす中部、および細礫を散在的に含んだ側方連続性の悪い上部からなる（図6F～H）。いずれの区間も明瞭な境界を示さず、上部は中部から漸移する（図6H）。FFTの淘汰は区間全

体として悪く、とくに中粒砂大～極粗粒砂大の岩片に富む中～上部で顕著である(図6H)。

最上部区間の下部は、上位よりも比較的淘汰の良いほぼ塊状なFFTで支持された火山岩礫で特徴づけられる(図6F, G)。互いに接触した礫もみられるが、全体として礫の配列は不規則かつ非常に散在的であり、礫種や粒径に関わらずほぼ1区間に限定されている(図5I, 図6F, G)。これらの多くは、安山岩質および流紋岩質の火山岩やスコリアを構成礫種とした、淘汰不良(粒径1～6cm)の垂角礫から円礫である(図5I, 図6G)。スコリアは変質しており、軽石と同様に溶脱して細礫～中礫大の空隙を形成したのも多い(図5I, 図6G)。

最上部区間中部のFFTは、きわめて不明瞭な成層構造をなし、中礫をほとんど含まない(図6F, H)。成層構造は、細礫大の溶脱痕を主とする火山礫凝灰岩、粗粒砂大～細礫大の岩片や溶脱痕を多く含むFFT、および相対的に粗粒な粒子に乏しいFFTからなる層厚数mm～3cm程度の薄層であるが、互層を形成していない(図6F, H)。成層構造は、やや波状(ないしごく低角に斜交)からほぼ平行層理であり、側方連続性に乏しい。

最上部区間の上部は、比較的明瞭な成層構造をみ

せるFFTであり、中部よりも砂粒子大の岩片や細礫に富む(図6H)。成層構造は中部と同じく火山礫凝灰岩や粗粒な火砕粒子を多く含んだFFTから構成されるが、斜交層理の卓越する点で下位と異なる(図6F, H)。斜交層理は平面状からごく緩やかな凹面状であり、観察された北西—南東走向の切羽面では北西に傾斜する傾向をもつ(図6F)。礫は安山岩質～流紋岩質火山岩の細礫および細礫大から最大粒径4cmほどの変質したスコリアを主体とし、垂角礫状～円礫状をなしている(図6H)。礫の分布は散在的であるが、楕円状の礫では斜交層理と調和的に配列した長軸を示す(図6H)。

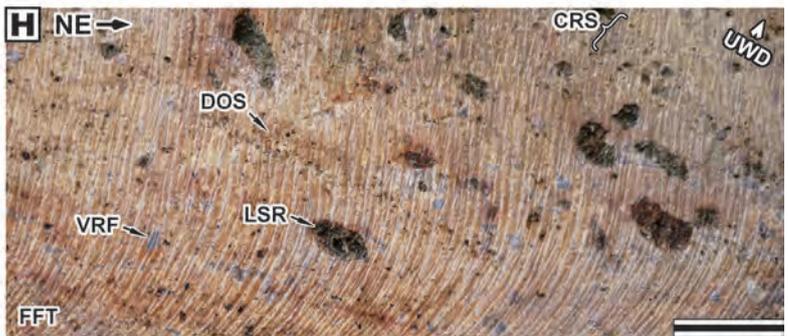
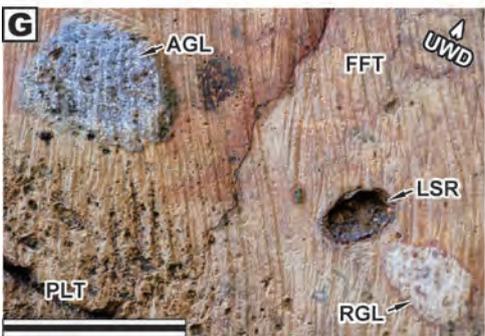
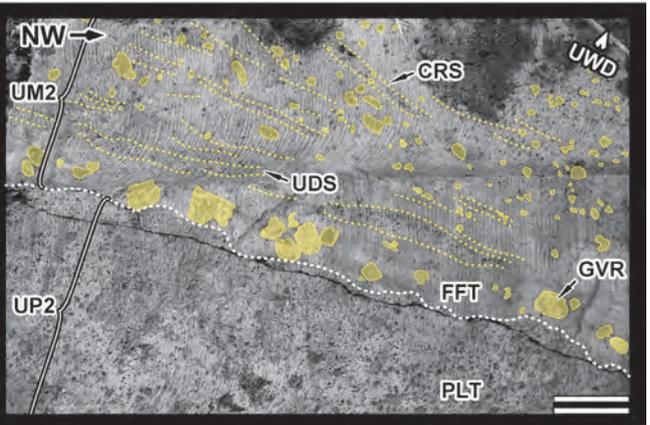
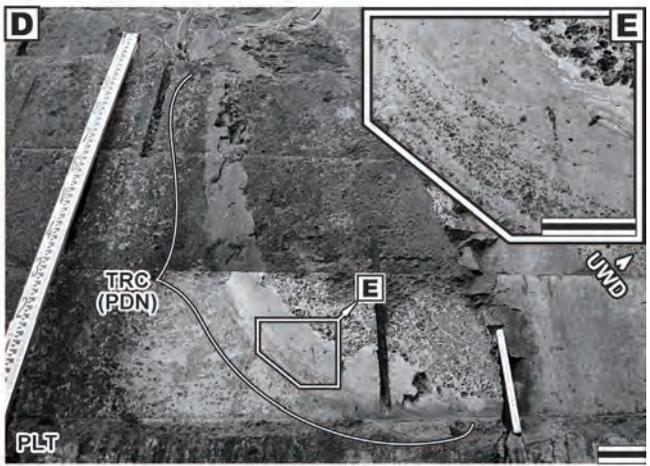
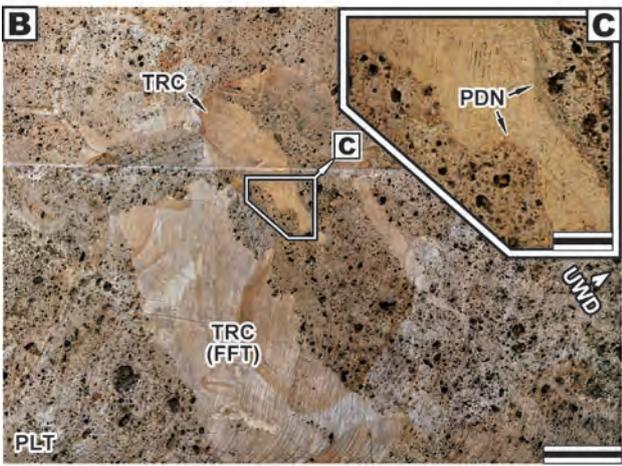
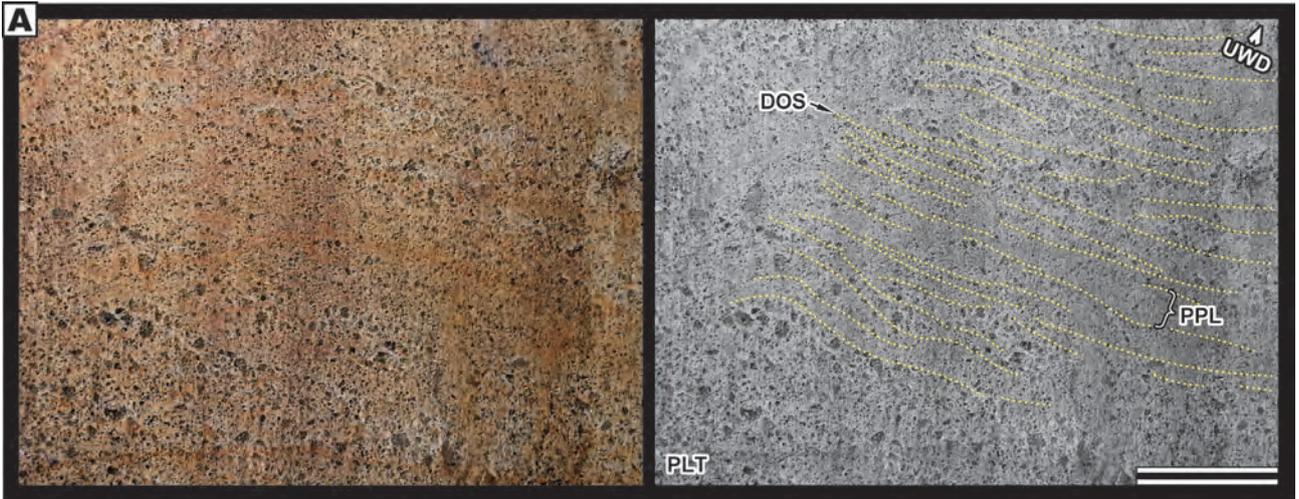
2-3) 岩相3: 軽石火山礫凝灰岩細粒凝灰岩互層

軽石火山礫凝灰岩細粒凝灰岩互層(岩相3)は、南側坑の区間上部から西側坑の区間下部、上部および最上部を占める(図4)。後述する岩相4(軟堆積物変形構造をもつ互層)は初生的に本相であるため、岩相1とともに観音下石切り場を代表する岩相といえる(図4)。

互層をなす凝灰岩類の層厚は一定せず、層準によって頻繁に変化する(PLT層, 0.9～15.5cm; FFT層, 0.2～9.4cmだが多くの層準で1.0～5.0cm)。このため互層の有律性は低く、等量互層もわずかにみられ

図6 (次頁)塊状な軽石火山礫凝灰岩(岩相1, A-E)およびパッチ状のPLTと火山岩礫を含む細粒凝灰岩(岩相2, E-H)。(A) PLTの塊状相(左下)と側方連続性の悪い不明瞭な成層構造(中央から右上)。成層区間では、それぞれ軽石あるいは基質に富む区間が不規則に互層している。(B-E)FFTの偽礫。きわめて不淘汰なPLTに包含されている。(B)様々な形態および大きさを示す偽礫。PLTに支持されるが、やや密集した産状である。(C)偽礫にみられる塑性変形。写真(B)の一部分を拡大したもの。(D)凹状に湾曲したFFT層の断片。単体でPLTに包含されている。(E)FFT層由来の偽礫に保存された内部堆積構造。写真(D)の一部分を拡大したもの。(F)岩相2の上部～最上部。塊状なPLT(岩相2上部)に、成層構造をなした含礫FFT(岩相2の最上部)が不明瞭な層理面を介して累重する。最上部は、概ね同一層準に散在的に包含される火山岩礫(下部区間)と不明瞭な波状層理(中部)～斜交層理(上部区間)で特徴づけられる。(G)岩相2最上部の下部区間。ほぼ塊状なFFTに、淘汰不良であるが比較的円磨度の高い安山岩質～流紋岩質の中礫のほか、溶脱の進行したスコリアが包含されている。(H)岩相2最上部の中部～上部区間。側方に不連続で粗粒な粒子に富んだ薄層が、不明瞭な斜交層理を形成している。また、楕円状の礫は斜交層理と調和的に配列している。写真はいずれも南側露天坑で撮影。スケールバーはそれぞれ2cm(C), 5cm(E, G, H)および10cm(A, B, D, F)である。

Fig. 6 (next page) Massive pumiceous lapilli tuff (Lithofacies 1, A-E) and fine tuff with patch-like pumiceous lapilli tuff and gravels of volcanic rocks (Lithofacies 2, E-H). (A) PLT exhibiting massive (lower-left) and discontinuous, obscurely stratified (central-to-upper right) lithology. Unrhythmically alternated pumice-rich and pumice-poor thin intervals constitute the stratified interval. (B-E) Rip-up clasts of FFT contained in very poorly sorted PLT. (B) Rip-up clasts showing various sizes and shapes. Although they are relatively densely included in PLT, each clast displays matrix-supported textures. (C) Plastically deformed surface of the rip-up clast shown in (B). (D) Concavely bent fragment of a FFT bed contained isolatedly in PLT. (E) Internal sedimentary structure preserved within a stratified FFT clast, close-up of Photo D. (F) Upper to uppermost parts of Lithofacies 2. Indistinctly stratified FFT with gravels (uppermost part of Lithofacies 2) overlies on massive FFT (upper part of Lithofacies 2) by an indistinct bedding plane. The uppermost part is characterized by sparsely arranged volcanic rock gravels (lower interval), and overlying obscurely undulated middle and cross-bedded upper intervals. (G) Lower interval of the uppermost part of Lithofacies 2. Poorly sorted, rounded to subrounded pebbles of andesitic and rhyolitic rocks are contained in massive FFT. Leached scoria clast is also recognized. (H) Middle to upper intervals of the uppermost part of Lithofacies 2. Discontinuous, relatively sand-sized lithic fragments- and granule-rich layers consist of indistinct cross-stratification. Long axis of the gravels paralleling to the bedding plane. All photographs are taken at the southern open quarry. Scale bars equal 2 cm (C), 5 cm (E, G, H) and 10 cm (A, B, D, F).



る程度である (図5B, 7A ~ E)。PLF/FFT層厚比は平均すると2:1から3:1ほどであり, 前者の優勢な互層である (図5B, 図7A ~ E)。ただし西側坑の区間上部には, 特異的にFFT優勢互層が認められる (図4, 図7B)。FFT優勢互層は, 顕著に発達した癒着構造を特徴とし, レンズ状ないし側方不連続性の悪いPLTの薄層を多数挟んだFFTの厚層に見える (図7B)。PLTの基質もFFTで構成されていることから, 一般に互層の層理面はきわめて不明瞭である (図5F, G, 図7C ~ G)。

岩相3で卓越する堆積構造は, 平行層理および低角な小型斜交層理である (図7C, D)。観察可能な範囲では, 両者のセットが厚さ数cm ~ 10数cm単位で繰り返し累重することで互層を形成する。斜交層理は, 一般にごく緩やかに下に凸ないし平面的な形態をみせるが, 稀にカレントリップル層理に類似した構造も認められる (図7D)。斜交層理は特定の傾斜方向を示さず, カレントリップル状の構造を除けば1つのセット内で互いに異なる方向に傾斜する傾向にある (図7C, D)。したがって, 少なくとも平板型斜交層理と判断される堆積構造は認められない。この他に, レンズ状や二叉分岐した層理面を示す堆積構造も確認される (図7E)。また, PLTはしばしば下位のFFTをやや侵食している (図7C, D)。PLTによる侵食と斜交層理により, 相対的に薄い

FFTは尖滅する場合も多い (図7D, E)。

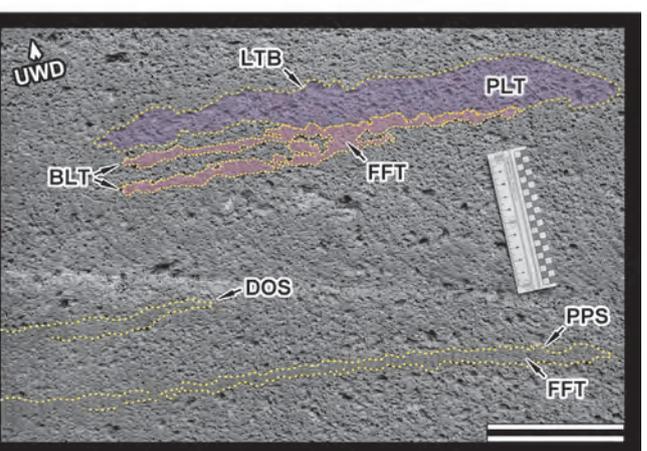
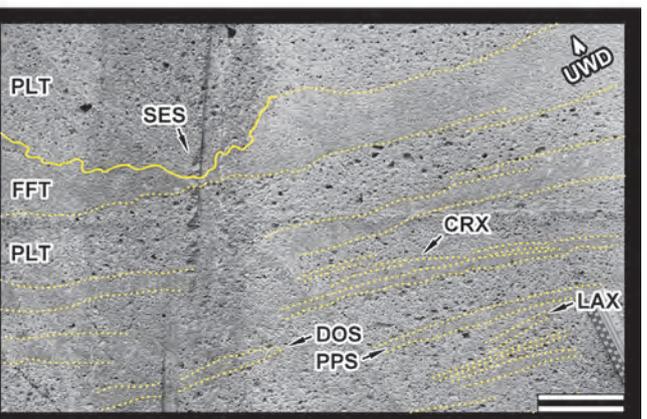
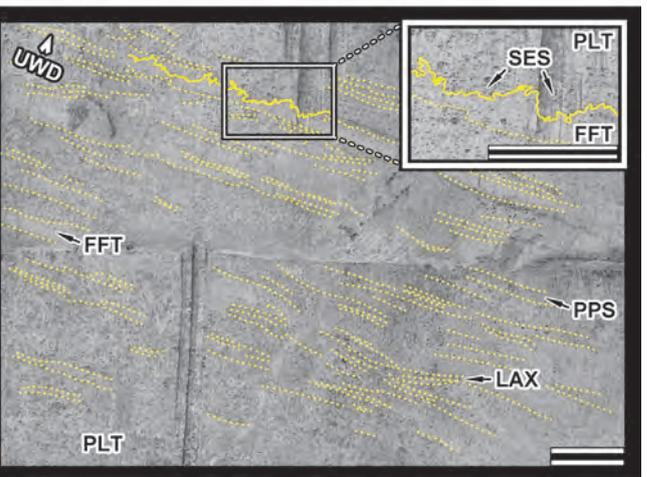
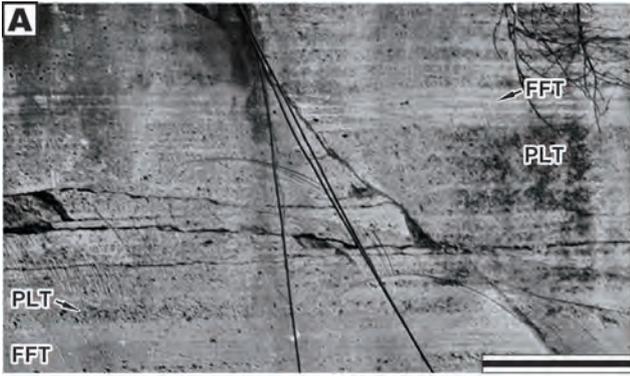
本相のPLTおよびFFTは, ともに淘汰不良かつ一般に内部堆積構造を欠く (図7D ~ G)。岩相1と同様にPLTでは, 軽石 (溶脱痕) の大きさおよび基質との割合が1つの単層内においても水平・垂直方向に一定せず, 非常に不均一である (図5F, 図7E, G)。FFTには, 中粒砂大~細礫大の軽石 (溶脱痕) が無秩序かつ概ね均一に散在しており, 同一単層内においてPLTほど著しく岩相変化しない (図7F, G)。ただし, 稀ではあるが内部堆積構造の形成された凝灰岩層が認められる (図7F ~ I)。PLTでは, 側方連続性の悪い逆級化構造や, 層理面とほぼ平行するように定向配列した軽石が観察される層準もある (図7F, G)。しかし, 岩相1のような不明瞭な成層構造 (図6A)は本相のPLTにはみられない。FFTの薄層 (層厚1 ~ 3cm程度) は内部堆積構造を示さない (図7D ~ G)。しかし, 層厚5cmを超えるFFT層では, 粗粒砂大~細礫大の淘汰不良な軽石 (溶脱痕) からなる, 不明瞭かつ側方連続性の悪い平行葉理が形成されている (図7H, I)。なお, 図5Jの凝灰質泥岩薄層は岩相3に挟在する。

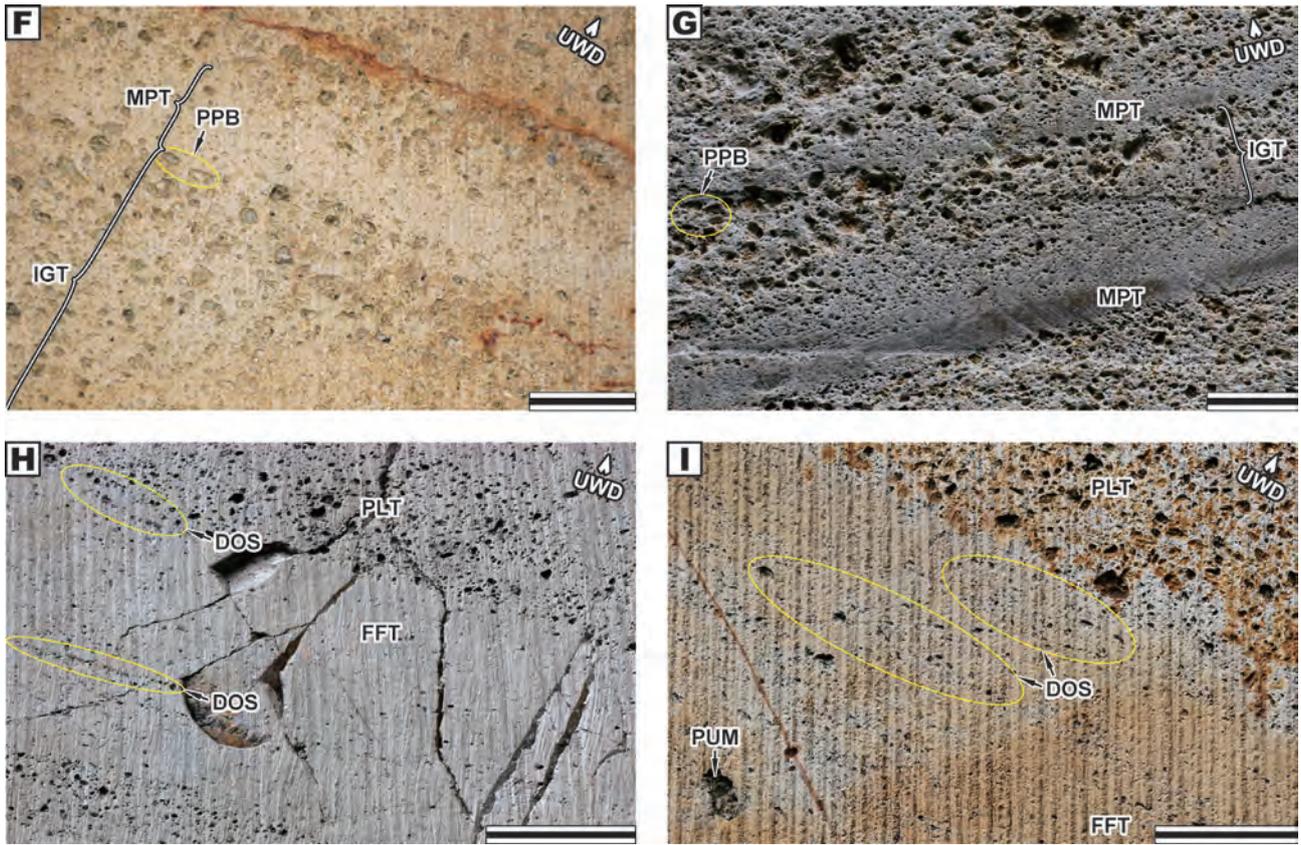
2-4) 岩相4: 軟堆積物変形構造をもつ軽石火山礫凝灰岩細粒凝灰岩互層

軟堆積物変形構造の形成された軽石火山礫凝灰岩と細粒凝灰岩の互層 (岩相4) は西側坑の中部およ

図7 (次頁) 軽石火山礫凝灰岩珪長質細粒凝灰岩互層 (岩相3)。 (A) 岩相3の典型例。PLT優勢かつ有律性の悪い互層であり, 非常に不明瞭な層理面を示す。 (B) FFTの卓越した互層区間。FFTの癒着により, PLTは側方連続性の悪い薄層となっている。 (C-E) 互層のなす成層構造。PLTとFFTはともに層厚不定かつ側方連続性に乏しい。 (C, D) 平行層理および低角な斜交層理。両者のセットが不規則に繰り返すことで互層を形成する。また, PLTが下位のFFTを侵食する層準もある。 (E) レンズ状の層理および二叉 (あるいは斜交) した凝灰岩類の薄層。本区間では側方連続性がとくに悪い。 (F-I) 凝灰岩類の単層にみられる内部堆積構造。 (F, G) 逆級化を示すPLTおよび塊状なFFTの薄層。一般にPLTは塊状だが, 側方連続性の悪い逆級化構造をなすこともある。またPLTには, 層理面とほぼ平行に配列した楕円状の軽石も認められる。一方, FFTの薄層は内部堆積構造を示さない。写真Gにおける下位のFFTの暗色部は, 機械油の浸潤による。 (H, I) FFTの厚層に形成された不明瞭で側方連続性の悪い平行葉理。葉理は砂粒子大~細礫大の軽石からなる。各写真は南側露天坑 (C, F) および西側露天坑 (A, B, D, E, G-I) で撮影。スケールバーはそれぞれ2cm (I, F), 5cm (G, H), 10cm (C-E) および50cm (A, B) である。

Fig. 7 (next pages) PLT-FFT alternation (Lithofacies 3). (A) Typical successional pattern of the alternated beds which tend to be predominantly in PLT, generally unrhymthic and fairly indistinct bedding planes. (B) FFT-dominant alternating beds of PLT and FFT. Significant amalgamation of FFT results in thin and laterally discontinuous intervals of PLT. (C-E) Stratificational patterns showing in Lithofacies 3. PLT and FFT layers show irregular thickness and discontinuous bedding planes. (C, D) Plane-parallel and low-angle cross-stratification. Sets of the each stratification irregularly alternate one another. PLT sometimes slightly or deeply erodes underlying FFT layers. (E) Lenticular-like bedding and bifurcated (or cross-laminated) tuffs layers. Discontinuity of bedding is significant in this interval. (F-I) Internal sedimentary structures of the facies elements. (F, G) Inversely graded PLT and massive FFT layers. PLT beds are generally shown massive lithofacies but sometimes forms discontinuous inverse grading. Several elliptical pumice clasts (leached pores) within PPL parallel to bedding planes. Any internal structures are not recognized in thin layers of FFT. Dark gray portions of the lower FFT layer in the Photo G are machine oil stains. (H, I) Obscure, discontinuous parallel lamination within a relatively thick FFT bed. The lamination is formed by horizontally arranged sand-to-granule-sized grains. The photographs are taken at the southern open quarry (C, F) and western open quarry (A, B, D, E, G-I). Scale bars equal 2 cm (I, F), 5 cm (G, H), 10 cm (C-E) and 50 cm (A, B).





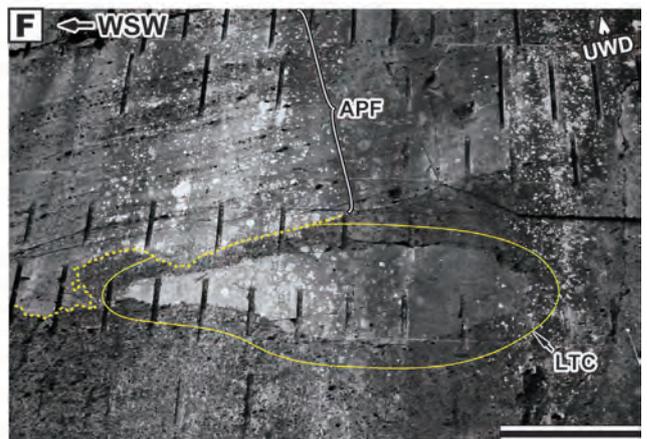
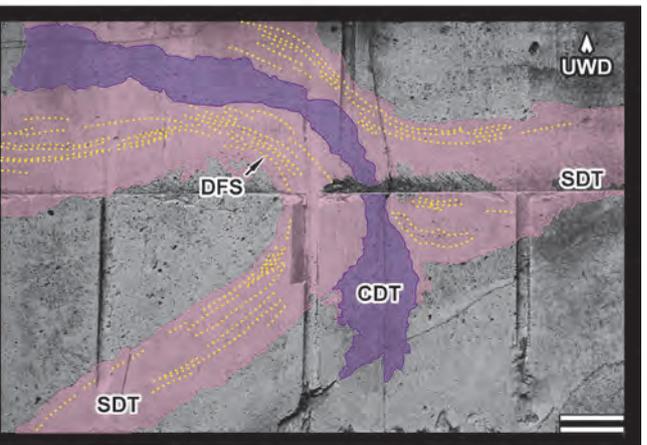
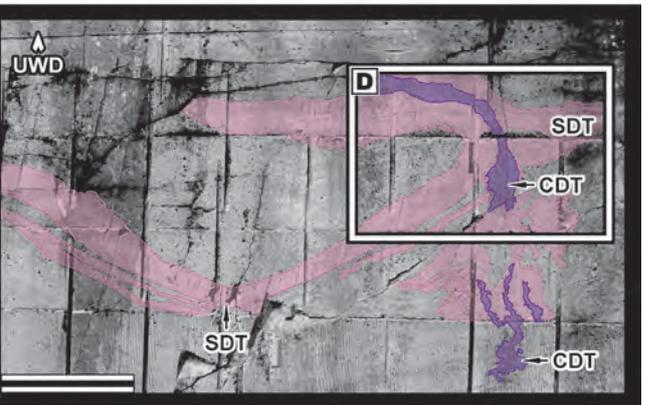
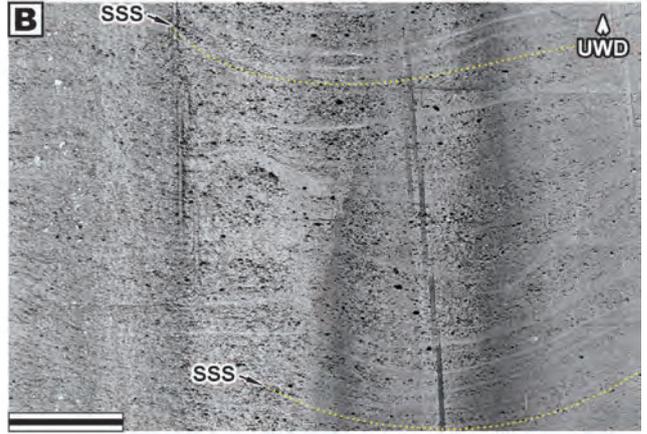
び上部にみられ、岩相3の上部あるいは下部に伴われる（図4）。本相は初生的に岩相3をなすPLT-FFT互層であり、二次的に未固結状態で変形したことを示す（図4、図8）。そのため、岩相4をなす凝灰岩類の構成粒子、組織および初生堆積構造は岩相3と共

通する。

岩相4は、主にスランプからなる塑性変形構造で特徴づけられる（図8）。層準によって変形度や形態に多少の差異を生ずるものの、スランプ構造は本相の区間全体にわたって観察される（図4）。スランプ

図8 (次頁) 軟堆積物変形構造をもつ軽石火山礫凝灰岩と珪長質細粒凝灰岩の互層 (岩相4)。 (A, B) 岩相4で卓越するスランプ変形様式。 (A) 緩やかな単斜状のスランプ構造。 (B) 開いた向斜状のスランプ褶曲。 (C, D) 向斜状のスランプ褶曲をなすFFT層およびPLTの碎屑岩脈。 スランプ層は図7H, IのFFT層と同一である。 (C) スランプ褶曲したFFT層と、それを貫くPLTの碎屑岩脈。 スランプ層の下位にも、FFTの成層構造を著しく乱したPLTの碎屑岩脈が複数認められる。 (D) 碎屑岩脈と捲れ上がるようにして塑性変形した貫入面を示すFFT層。 FFT層の内部堆積構造も貫入面と平行するように変形している。 (E) FFT優勢互層にみられる単斜状の引張変形構造。 引張部分の互層は著しく薄化しており、変形箇所より西南西側の区間がずり下がっている。 著しく薄化した引張部では、成層構造が不明瞭となっている。 写真は図7Bの互層と同一である。 (F) FFTの扁平な巨礫。 写真 (E) の引張変形部よりやや東側のFFT優勢互層直下にみられる。 巨礫西側の突出部直上の互層基底面は、不規則な凹凸をなしている (黄色の破線)。 各写真は南側露天坑 (A) および西側露天坑 (B-F) で撮影。 スケールバーはそれぞれ10cm (D) および50cm (A-C, E, F) である。

Fig. 8 (next page) PLT-FFT alternation suffered soft-sediment deformation (Lithofacies 4). (A, B) Dominant deformation patterns of slump structures observed in Lithofacies 4. (A) Gently dipping, monocline-like slump deformation. (B) Broad, open syncline-like slump fold. (C, D) FFT bed with syncline-like slump fold and a clastic dike of PLT. The deformed bed is the same shown in Fig. 7H and I. (C) Syncline-like deformed FFT bed intruded by a clastic dike of PLT. Highly disturbed FFT bed due to intrusion of other PLT clastic dikes is also below the deformed bed. (D) Clastic dike and intruded the FFT bed showing plastic deformation as curving up from the original bedding. Stratification within the bed is also bent as along the deformed bedding plane. (E) Monocline-like, stretched deformation in the FFT-dominated alternation. The alternated interval is extremely thinning at the stretched part, and slides down toward the west. Very obscure bedding structure is also observed at the deformed interval. The same alternated bed shown in Fig. 7B. (F) Large, flat-shaped FFT clast just below the alternation shown in Photo E. The clast occurs at non-sliding down side near the stretched part. Basal bedding plane of the alternation just above the protruded side of the boulder exhibits irregular surface (yellow-dashed line). The photographs are taken at the southern open quarry (A) and western open quarry (B-F). Scale bars equal 10 cm (D) and 50 cm (A, C, E, F).



互層は下方へ緩やかに湾曲しており、非対称な単斜状あるいは対称的な開いた向斜状の変形構造を形成している（図8A～C）。ただし変形度は低く、同一層準を容易に追跡できる。向斜状のスランプ構造は正立した対称褶曲に比較され、 $130^{\circ} \sim 140^{\circ}$ 程度の「翼間角」を示す（図8B, C）。なお、背斜状や転倒（横臥）したスランプ褶曲は観察可能な範囲に認められない。

その他の変形構造として、荷重痕（図5J, K）や脱水構造（図8C, D）が認められる。図8Dの構造は、西側坑区間の最上部にみられるPLTの碎屑岩脈と、それに貫かれたFFTのスランプ褶曲層である。碎屑岩脈は、FFT層の下部から高角で貫入するが、FFTを貫くにつれて屈曲して弓状となり、その上端部では水平に近い姿勢となっている（図8C, D）。また、貫入されたFFT層は側方連続性を断たれるだけでなく、下方より捲れ上げられるように変形している。すなわち、FFT層の層理面および内部堆積構造は、屈曲した碎屑岩脈の貫入面と調和的な塑性変形構造を示す（図8C, D）。なお、屈曲した碎屑岩脈の下位にもPLTの不定形な碎屑岩脈と、貫入されて著しく断片化したFFTが確認できる（図8C）。

顕著な非対称変形構造として、西側坑区間上部のFFT優勢互層に形成された単斜状の引張変形構造が挙げられる（図8E；図7Bと同一の区間だが、変形部分が1箇所のみであるためFFT優勢互層を岩相3として記載した）。単斜状構造の観察される西南西—東北東走向の切羽面において、引張部より西側の互層はそれよりも東側の同層準に対して約60cmずり下がっている。引張部の互層は著しく薄化しており、内部堆積構造もほとんど確認できない（図8E）。また、引張部の下位に正断層は確認されない。

引張部より東側において、FFT優勢互層直下のPLT（岩相1）には、巨礫が1個包含されている（図8F）。巨礫はFFTからなる長軸長150cm、短軸長40cmの扁平な垂角礫であり、長軸を互層基底面に対してやや斜交させた産状を示す。巨礫に内部堆積構造はみられず、FFTの卓越した互層基底部に類似する（図8F）。巨礫本体直上の互層基底面は平坦であるが、巨礫の突出した西端部よりやや西側では不規則な凹凸のある層理面となっている（図8E, F）。

V. 「観音下石」の堆積場と形成過程について

観音下石切り場で観察される火山碎屑物は、全体として軽石火山礫凝灰岩および細粒凝灰岩からなり、主として下部の塊状な軽石火山礫凝灰岩（岩相1）と上部の軽石火山礫凝灰岩細粒凝灰岩互層（岩相3および4）からなる単調な岩相を呈する（図4）。また、これらの凝灰岩類には動植物化石や生痕化石が認められない。このため、「観音下石」となった火山碎屑物の堆積環境を推定することは難しい。一般に、火山碎屑物の堆積相解析は非常に困難である（Cas and Wright, 1987; McPhie *et al.*, 1993; 鹿野, 2005）。たとえば、均質かつ塊状な凝灰岩の薄層の由来について、初生的に堆積した降下火山灰かその再堆積物であるか識別することはほとんど不可能である（Cas and Wright, 1987）。また、海底に定置した火砕流堆積物と考えられていた凝灰岩層が、火山碎屑性のタービダイトであると再解釈された事例もある（Mutti, 1965; Wright and Mutti, 1981）。ただし「観音下石」の場合、石切り場跡内において一連整合である上に、走向に斜交する垂直かつ平滑な切羽面を連続的に観察できる好条件を備えている（図2B, C, 図3C, D）。したがって、単調な岩相でありながら大まかにその起源と堆積場を推定できる。

「観音下石」は、珪長質（澤崎ほか, 1993では流紋岩質）の火山礫凝灰岩や細粒凝灰岩を主体（図4, 図5E～H）とすることから、明らかに珪長質火山活動の噴出物に由来した火山碎屑岩である。揮発性成分に富む珪長質（流紋岩質）マグマによる火山活動は、爆発的な噴火を引き起こして軽石や火山灰を大量に放出するほか、火砕流も発生させる（Lajoie and Stix, 1992; 山元, 2001; 吉田ほか, 2017）。そして放出された大量の火山噴出物は、陸上や水底に初生的あるいは二次的に堆積することで厚い軽石層や火山灰層を形成する（Lajoie and Stix, 1992; Manville *et al.*, 2009）。珪長質凝灰岩類の厚層からなる「観音下石」において、噴出直後に堆積した初生的な火山碎屑物であったか否かということ、および陸域または水域のいずれに堆積したかということ、その起源と堆積場を考察する上で重要な論点である。次節では、陸上定置の火砕流堆積物から水底に堆積した重力流堆積物まで様々な成因や堆積環境で形成された火山碎屑物を取り上げ、「観音下石」

の岩相と比較検討する。

1) 陸上に定置した火砕流堆積物との比較

陸上に定置した火砕流堆積物は、岩相の異なった複数の流動堆積単位から構成される (Sparks *et al.*, 1973)。Sparks *et al.* (1973) をより一般化したFisher (1979, Fig. 8B) の流動堆積単位モデルは、下部の塊状区間 (Layer b1-b3) と上部の成層区間 (Layer c-d) からなり、それぞれ「観音下石」の岩相1および岩相3に類似する (図4)。しかし、Fisher (1979) の流動堆積単位は、逆級化する下部と正級化構造を示す上部を特徴とするほか、上部にデューン構造を伴う。「観音下石」の岩相1は塊状であるが、逆級化構造をなさない (図5A, E, 図6A)。また岩相3では、一部の層準でカレントリップル状の斜交層理を認めるもののデューン構造は形成されておらず、正級化も確認されない (図7C ~ E)。つまり、「観音下石」は、陸上に定置した火砕流堆積物と異なった火山碎屑物サクセッションをなしている。

高温状態で陸上に定置した火砕流堆積物は、一般に溶結組織 (ユータキシック組織)、柱状ないし垂直な節理、ガス抜けパイプ、赤色酸化した火山碎屑物および炭化した直立樹幹を包含するといった特徴を示す (Cas and Wright, 1987; McPhie *et al.*, 1993; Jutzeler *et al.*, 2014)。非溶結の火砕流堆積物では、基質のガラス化や軽石の扁平化を伴わないが、ガス抜けパイプや柱状節理は形成される (Walker, 1971; Vatin-Perignon *et al.*, 1996; Wright *et al.*, 2011)。しかし、これらの岩相はいずれも「観音下石」には認められない。火砕流堆積物を構成する鉱物粒子や火山岩礫の形状は、一般に自形、破片状および角礫状であるが、粒径の大きな火砕粒子では流動中に円磨されることで、垂角礫状から円礫状になることもある (McPhie *et al.*, 1993)。「観音下石」に含まれる軽石、スコリアおよび火山岩礫は、いずれも垂角礫状から円礫状 (図5E ~ G, I, 図6G, H) であることから、火砕流内部で円磨されたと考えることもできる。しかし、円磨された鉱物粒子が「観音下石」に含まれる点 (図5H) は、一般的な火砕流堆積物の特徴と異なる。

以上の検討より、「観音下石」が少なくとも高温状態で陸上に定置した火砕流堆積物であったとは考えにくい。

2) 水底火砕流堆積物との比較

陸上から水中に流入、あるいは水底噴火で発生した火砕流、すなわち水底火砕流 (松田・中村, 1970) が定置すると、水底に初生的な火山碎屑物層を形成する (Cas and Wright, 1987; McPhie *et al.*, 1993; 吉田ほか, 2017)。水底火砕流堆積物は、陸上に定置した火砕流堆積物と同様に塊状な下部と成層した上部からなり、全体として級化構造を示すほか、高温状態で定置した場合には溶結構造や柱状節理、あるいはガス抜けパイプも形成される (Fiske and Matsuda, 1964; Yamagishi, 1979; Fisher, 1984; Yamada, 1984; Dimroth and Yamagishi, 1987; Stix, 1991; Lajoie and Stix, 1992; White, 2000)。しかし、すでに述べたように「観音下石」には高温状態であった特徴が認められない。

溶結していない水底火砕流堆積物の場合、下部区間は逆級化~正級化構造をなした塊状で淘汰不良な粗粒火山碎屑物を主体とし、異質岩片や偽礫、装甲泥球を伴うこともある (Fisher, 1984; Yamada, 1984; Dimroth and Yamagishi, 1987)。また、非溶結の水底火砕流堆積物の上部区間は、平行ないし斜交成層した細粒~粗粒凝灰岩や火山礫凝灰岩の薄層からなる (Fisher, 1984; Yamada, 1984; Dimroth and Yamagishi, 1987)。さらに上部区間では、単層単位で正級化するとともに、区間全体としても上方細粒化する“doubly-graded bed” (二重級化層) が形成される (Fiske and Matsuda, 1964; 松田・中村, 1970)。「観音下石」は、全体として下部の塊状区間 (南側坑の岩相1) および上部の成層区間 (西側坑の岩相3と4) から構成され、火山碎屑物の特徴も装甲泥球を除いて非溶結の水底火砕流堆積物に類似する (図4, 5)。しかし「観音下石」には、上下部とも水底火砕流堆積物を特徴づける級化構造が認められない (図4, 図5A, B, E, F, 図6A, 図7A ~ G)。また水底火砕流堆積物は、枕状溶岩やハイアロクラスタイトを挟在することもある (Fisher, 1984; Stix, 1991) が、これも観音下石の岩相と合致しない。

水底火砕流堆積物は単源性の火山碎屑物から構成され、自形の鉱物粒子や角礫状~垂角礫状の岩片を主体とする (Stix, 1991; White, 2000)。一方、「観音下石」の火砕粒子の多くは、粒径に関わらず垂円礫~円礫状である (図5G ~ I)。

このように「観音下石」は水底火砕流堆積物に一

般に認められる特徴をいずれも欠いている。

3) 降下火山砕屑物との比較

陸上に降下堆積した火山砕屑物はマントルベディング、すなわち地形の凹凸に調和的な層理面をなす層厚のほぼ一定な成層構造を形成する (Cas and Wright, 1987; McPhie *et al.*, 1993)。「観音下石」の岩相4は、向斜状あるいは単斜状に変形した成層構造を示す (図8A ~ C, E)。しかし、本相は比較的平坦な層理面をもつ岩相1や3に累重すること、および脱水構造を伴う (図4, 図8D, E) ことから、陸上に降下した火山砕屑物によるマントルベディングとは判断されない。

水域に降下した後、水面に浮遊あるいは水柱内で懸濁した状態から堆積した火山砕屑物は、一般に淘汰の良好な角礫状の粒子からなり、塊状または平行成層や級化構造を示す (Fisher, 1984; Dimroth and Yamagishi, 1987; Lajoie and Stix, 1992; McPhie *et al.*, 1993)。「観音下石」は、平行層理のある岩相3の区間を有するものの、全体として塊状かつ淘汰不良で円磨度の高い火山砕屑物 (図5A, G ~ I, 図6G, H) で構成されるため、水域に降下・沈積したその特徴と異なる。

しかし水面を浮遊する軽石の場合、波による粒子同士の衝突で短期間のうちに円磨されることもある (Richards, 1964; Niem, 1977)。また、噴出時に空中で軽石が衝突し合うことでも円磨されうる (Knopf, 1966)。

先述したように、凝灰岩層の起源について初生的 (降下火山砕屑物) であるか否かの識別は容易でない (Cas and Wright, 1987)。したがって、偽礫や多源性の火山岩礫、斜交層理および侵食面のみられる「観音下石」 (図6B, D, F, G, 図7C, D) の全区間が浮遊・懸濁状態から沈積した軽石や火山灰に由来するとは考えられないが、降下火山砕屑物を挟む可能性 (たとえば図7H, I) に示した平行層理をもつ凝灰岩層など) も否定できない。

4) 河川成堆積物との比較

大規模な火山活動で大量に放出された直後、陸上に堆積した初生的な火山砕屑物はラハールや洪水流によって運搬され、河川やその周辺の氾濫原に再堆積する (Major *et al.*, 2000; Newhall and Punongbayan

eds., 1996)。とくに谷地形を埋積する場合、再堆積性の火山砕屑物からなる厚い河川成層が形成される (たとえばManville *et al.*, 2009)。

一般に河川堆積物は、流路内堆積物および氾濫原堆積物から構成される (Miall, 1996)。「観音下石」は火山砕屑物の厚層であるが、河川堆積物の特徴を見出せない。すなわち、低角な斜交層理が岩相3にみられる (図7C, D) もの、流路内における掃流の作用や側方付加を示唆する平板状、トラフ型およびイプシロン型の斜交層理 (Reineck and Singh, 1980; Miall, 1985; Manville *et al.*, 2009) を確認できない。火砕粒子は覆瓦構造やオープンワーク構造をなしておらず、単向流や水簸の作用を受けた証拠を欠いている。また、氾濫原における運搬・堆積作用を示す平行層理、リップル斜交層理、クライミングリップルや逆級化構造をなす細粒堆積物の有律細互層のほか、化学的作用・生物活動による古土壌、石灰質団塊、炭層、根痕や生物攪拌 (Reineck and Singh, 1980; 伊勢屋, 1982; Miall, 1996; Manville *et al.*, 2009) のいずれも「観音下石」には認められない。さらに、河川堆積物に特徴的な厚さ1 ~ 5m程度の上層細粒化サイクル (Miall, 1977, 1996) も「観音下石」には確認できない。

したがって「観音下石」が河川系の再堆積性火山砕屑物とは考えにくい。

5) 浅水域の堆積物との比較

浅水域、すなわち波浪限界以浅の水域に堆積した火山砕屑物は、波浪営力による作用にさらされる (Cas and Wright, 1987; McPhie *et al.*, 1993)。その結果、堆積した火山砕屑物にはリップル斜交層理、ウェーブリップル、メガリップル (デューン構造) やハンモック状斜交層理が形成される (Cas and Wright, 1987; Fritz *et al.*, 1990; McPhie *et al.*, 1993)。

「観音下石」では、明らかに波浪の作用 (振動流や複合流) を示唆する堆積構造は形成されておらず、稀にカレントリップル状の斜交層理を認めるのみである (図7D)。

浅水域に堆積した火砕粒子、とくに軽石は掃流による粒子同士の衝突で著しく円磨される (Cas and Wright, 1987; McPhie *et al.*, 1993)。「観音下石」を構成する鉱物粒子、軽石、スコリアおよび火山岩礫の大部分はいずれも円磨されている (図5F ~ I, 図

6G, H)。軽石やスコリアよりも硬質な無色鉱物粒子および安山岩質・流紋岩質火山岩礫の円磨度も高く(図5H, I, 図6G), 粒子同士の衝突が長期間継続したことを強く示唆する。

以上のように、「観音下石」の火山碎屑物は円磨度の高い火砕粒子からなるものの、浅水域に堆積した可能性を積極的に支持する堆積構造を欠いている。

6) 火山碎屑重力流堆積物との比較

水底斜面に堆積していた火山碎屑物が、重力により水と混合しながら水底火山碎屑物重力流(鹿野, 2005)となって流下・定置すると、火山碎屑重力流堆積物(吉田ほか, 2017)を形成する。火山碎屑重力流堆積物は、溶結構造など高温状態であった特徴を欠き、平行層理、斜交層理、覆瓦構造および基質支持組織など、非火山性碎屑物からなる重力流堆積物(岩屑流堆積物、粒子流堆積物やタービダイトなど)と同様な堆積構造を示す(Dimroth and Yamagishi, 1987; Stix, 1991; McPhie *et al.*, 1993; White, 2000; 吉田ほか, 2017)。再堆積した火山碎屑物に由来する重力流堆積物の場合、円磨された火砕粒子からなり多源性の礫を含むことがある(Yamagishi, 1979; Dimroth and Yamagishi, 1987; Stix, 1991; Jutzeler *et al.*, 2014)。「観音下石」を構成する火砕粒子は、粒径や岩相の違いに関わらず円磨度の高い傾向をもち(図5F~I, 図6G, H), 軽石以外にも安山岩質や流紋岩質の火山岩礫およびスコリアを含む多源的な礫種構成を示す(図5I, 図6F)ことから再堆積性の火山碎屑物の特徴と一致する。

岩相1は、塊状かつ基質に支持された淘汰不良な粒子からなり、厚層を形成する(図4, 図5A, E, 図6A)。このような岩相は、高密度かつ層流状態であった重力流からの急速な堆積現象を反映しており、火山碎屑性の岩屑流堆積物や高密度タービダイトと解釈されている(Fisher, 1984; Houghton and Landis, 1989; Chough and Sohn, 1990; Mueller, 1991; Mueller and White, 1992; Karátson and Németh, 2001; Otake, 2007; Gihm and Hwang, 2014)。岩相1は全体として塊状であるが、きわめて不明瞭な成層構造も形成されている(図6A)。不明瞭な成層構造を一部に伴う塊状相は、岩屑流とそれから変換した混濁流からの堆積によって形成されたと考えられている

(Busby-Spera, 1986; Cisterna and Coira, 2014)。また、岩相1には巨礫大の偽礫を包含する層準がみられる(図6B, D)。類似の岩相として、粒径50cm以上の偽礫を含む岩屑流堆積物が海底扇状地相から知られている(Talling *et al.*, 2010)。

岩相2の区間最上部を特徴づける、散在的に礫を含む淘汰不良の塊状凝灰岩(図6F, G)は、陸棚斜面相の礫質砂岩からなるデブライトに比較される(Strzeboński *et al.*, 2017, Fig. 4B)。この含礫区間の上位には斜交層理が形成されており(図6F, H), 掃流状態から堆積したことを示す。すなわち本相の区間最上部は、岩屑流と(高密度)混濁流によって形成されたと考えられる(Cisterna and Coira, 2014)。また、含礫区間には安山岩質および流紋岩質の火山岩やスコリアといった礫種の異なる亜円礫が同一層準にみられ(図6G), 明らかに再堆積した火山碎屑物であると判断される。

岩相3は、粗粒な火砕粒子(軽石)に富む区間(PLT)および細粒な火砕粒子の卓越する区間(FFT)との互層からなり、平行層理や低角斜交層理、侵食面、不明瞭な層理面、側方に連続しない逆級化構造、および層理面と調和的に配列した長軸をもつ軽石を特徴とする(図7)。

このような岩相は、堆積物重力流および懸濁状態から堆積した火山碎屑物に多く認められる(Niem, 1977; Busby-Spera, 1986; Cas *et al.*, 1990; Chough and Sohn, 1990; Mueller and White, 1992; Kano, 1996; Jutzeler *et al.*, 2014)。卓越する粒径の異なった火山碎屑物からなる互層は、重力流における営力と粒子濃度の頻繁な変動を反映しており、掃流および懸濁状態からの堆積により形成される(Chough and Sohn, 1990; Mueller, 1991)。Busby-Spera (1986)やMueller (1991)によれば、重力流の流下する過程において、掃流状態から定置した粗粒な火山碎屑物(重力流堆積物の本体)に、水と混合して流れの頭部から巻き上げられた懸濁火砕粒子の沈積する堆積現象が繰り返されることにより、細粒-粗粒火山碎屑物の互層となる。平行層理、低角斜交層理および侵食面は掃流状態からの堆積を示唆し、火山碎屑性タービダイトでは一般的にみられる堆積構造である(Cas *et al.*, 1990; Mueller and White, 1992; McPhie *et al.*, 1993)。以上より岩相3の特徴である細粒-粗粒火山碎屑物互層および層理面の形態(図7A~E)

は、主として堆積物重力流とそれに伴う懸濁状態からの沈積によるものと解釈される。

単源的で卓越粒径集団の異なる火山碎屑物から構成される互層は、不明瞭あるいは漸移的な層理面を示す（たとえばNiem, 1977）。これは、密度差の僅少な単源性火砕粒子による級化、あるいは懸濁火砕粒子の急速な沈積によるものである（Niem, 1977; Cas *et al.*, 1990; Chough and Sohn, 1990）。「観音下石」では、PLTの基質とFFTがほぼ同じ火山碎屑物からなる。また上述のように、岩相3には堆積物重力流にともなう懸濁粒子の沈積が想定される。したがって、岩相3の不明瞭な層理面（図7A～G）も既存研究で指摘された成因によるものと考えられる。

側方連続性に乏しい逆級化構造は、不安定な流れの内部において、局所的に形成されたトラクションカーペットによるものと考えられている（Chough and Sohn, 1990）。トラクションカーペットは、減衰過程にある高密度混濁流の下部に形成される領域である（Lowe, 1982）。岩相3では、PLTの単層内に局所的に形成された逆級化構造が認められる（図7F, G）。したがって、このような区間は高密度タービダイトであると推定される。

火山碎屑重力流堆積物では、火砕粒子の長軸が層理面とほぼ平行することも多い（Cas *et al.*, 1990; Mueller and White, 1992; Kano, 1996）。岩相3のPLTに含まれる楕円状の軽石も層理面と調和的に配列する層準がみられ（図7F, G）、やはり重力流から堆積した可能性を示唆する。

岩相4は岩相3の変形相であり、スランプ構造や脱水構造など未固結堆積物に形成された変形構造を特徴とする（図4, 図8）。このような変形は、陸棚斜面相の火山碎屑重力流堆積物に一般的にみられる（たとえばZakaria *et al.*, 2013）。

スランプ構造や軟堆積物変形構造は、急速な堆積により間隙水を多量に保持したままの状態にある未固結堆積物に、種々の内的・外的要因の作用することで形成される（Allen, 1982; Owen, 2003）。変形構造の成因について様々な観点から議論されているが、Moretti *et al.* (2001) によれば堆積面の勾配が変形の主因である。

Moretti *et al.* (2001) に基づけば、岩相4は短い周期で断続的に重力流堆積物（岩相3）の供給される古斜面上、すなわち堆積速度の高い傾斜した堆積場で

生じたスランピングや含水未固結堆積物の変形を反映していると考えられる。西側坑（上部区間）で顕著にみられる向斜状のスランプ褶曲（図8B, C）は、活動的大陸縁の斜面相から知られており、地震による陸棚斜面の滑動で形成されたと考えられている（Lakshmi, 2021, Fig. 3）。弓状に屈曲した碎屑岩脈と貫入された堆積物に形成された塑性変形構造（図8D）は、緩勾配の堆積盆底を埋積した細粒な碎屑岩類（Berra and Felletti, 2011, Fig. 8B）などから知られている。上部区間にみられるFFTの巨礫は扁平で引張変形部の方向に突出しており、また突出部の直上にあるFFT優勢互層の基底面には凹凸が形成されている（図8F）。これは山内（1977）の「破片型」スランプ構造と比較でき、滑動時に引きちぎられるように破断した互層基底の一部と解釈される。

7) 「観音下石」の起源と堆積場

「観音下石」は、主として火山碎屑重力流堆積物およびスランプ堆積物であると解釈できることから、その起源と堆積場について考察する。これらを考える上で鍵となるのは、重力流およびスランプ堆積物を示す特徴に加え、ほぼ珪長質火山碎屑物のみで構成された厚層（見かけの層厚にして55m以上）であること、荷重痕や脱水構造（碎屑岩脈）を伴うこと、および生物源堆積構造を欠くことである（図4, 図5A～H, 図7A～G, 図8D）。まず、珪長質火山碎屑物の卓越した厚層（図4）であるため、「観音下石」の堆積場は珪長質の火山噴出物に広範かつ厚く覆われた後背地を有していたといえる。次に「観音下石」が重力流堆積物（図6, 図7）およびスランプ堆積物（図8）を主体とした厚層であることから、十分な堆積空間をもつ傾斜した堆積面を想定できる。そして、荷重痕（図4, 図5J, K）や脱水構造（図8C, D）を伴う一方で生物源堆積構造を欠くことにより、火山碎屑物の供給速度が粒子間における脱水と底生生物の定着を阻害するほど高かったと考えられる。このような条件の堆積場としては、広大かつ大水深の湖沼域あるいは海域を形成した堆積盆の陸棚斜面中部から下部を想定できる（図9）。

したがって、「観音下石」の形成過程は以下のように推定される。1) 日本海開裂に伴う大規模な珪長質火山活動によって大量に放出された軽石および火山灰（PLTとFFTの起源碎屑物）が、様々な運搬

過程を経て陸棚から陸棚斜面上部にかけて堆積した。2) 地震などを起因として陸棚斜面上部の火山碎屑物が崩落し、水底火山碎屑物重力流として流下し陸棚斜面中部から下部に再堆積した(岩相1~3)ほか、斜面上部で生じた滑動によってこの堆積場の重力流堆積物を変形させた(岩相4)。3) 重力流は短い周期で発生し、斜面中部から下部での定置を繰り返した(脱水構造や荷重痕のみられる一方で生物源堆積構造を欠くことから)。また、単斜状のスランプ構造(図8E)から「観音下石」の堆積場は現在の西方、すなわち日本海盆側へ傾斜していたと推定される。

「観音下石」の起源は再堆積性の火山碎屑物を主体とする水底重力流堆積物およびスランプ堆積物と解釈される(図9)。しかし、「観音下石」の全区間が水底重力流堆積物やスランプ堆積物で構成されているとは限らない。すでに論じたように、「観音下石」には水柱を介して堆積した降下火山碎屑物を挟む可能性が高い。また、岩相1~3を形成したと想

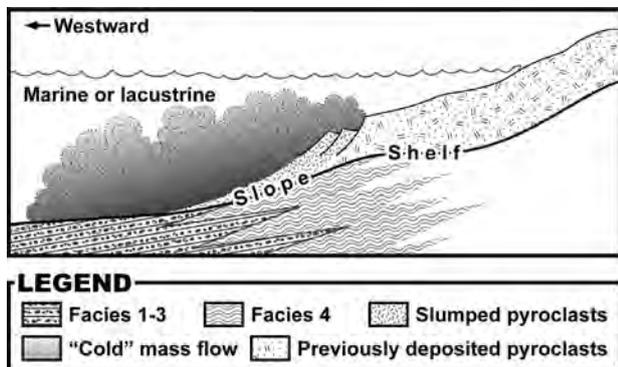


図9 「観音下石」起源火山碎屑物の堆積場(Cas and Wright, 1987を編図)。4種類の岩相から、「観音下石」となる軽石や珪長質火山灰は、西側に傾斜した陸棚斜面中部から下部に堆積したと考えられる。すなわち、陸棚斜面上部に堆積していた火山碎屑物が頻りに崩落と滑動を繰り返すことで、陸棚斜面中部~下部に火山碎屑物重力流堆積物(岩相1~3)とそのスランプ堆積物(岩相4)を形成したと推定される。

Fig. 9 Possible depositional settings of “Kanagaso-ishi” Tuff pyroclasts (modified after Cas and Wright, 1987). The pyroclasts are suggested to have deposited on middle to lower parts of a slope probably dipped westward in the light of the characteristic four lithofacies. Namely, lithofacies 1-3 (pumice and felsic tuff transported by “cold” volcanoclastic sediment gravity-flow), and its lithofacies 4 (slumped gravity-flow deposits) within “Kanagaso-ishi” Tuff, reflect their material had been accumulated from middle to lower slope settings due to collapse and slumping of previously deposited pyroclasts at an upper slope.

定される重力流が、火砕流に由来する可能性も検討すべき課題である。陸上から水中に突入、あるいは水底噴火で発生した火砕流は、斜面を流下するにつれて水と混合していき、水底火山碎屑物重力流に変換する(Fisher, 1984; Cas and Wright, 1987; McPhie *et al.*, 1993; 鹿野, 2005)。このため、高温状態であった特徴のみられない水底火砕流堆積物と、火山碎屑物からなる水底重力流堆積物、とくに高濃度の粒子流や岩屑流に由来する火山碎屑物層を明確に識別することはきわめて難しい(Fisher, 1984; Cas and Wright, 1987; Dimroth and Yamagishi, 1987; McPhie *et al.*, 1993; White, 2000)。McPhie *et al.* (1993)によれば、「観音下石」のPLTのように淘汰不良で級化構造のない単源的な火山碎屑物は、非溶結の水底火砕流堆積物とほとんど区別できない。また、PLTをなす円磨度の高い軽石は、再堆積物であるためと解釈した。しかし火砕流の内部において、軽石は粒子同士の接触や衝突により容易に円磨される(Dufek and Manga, 2008; Manga *et al.*, 2011)。さらに、澤崎ほか(1993)でも指摘されているように、「観音下石」には破片状の自形鉱物粒子が含まれていることも無視できない(図5H)。破片状や自形の鉱物粒子を包含する点は、火砕流堆積物にみられる特徴と一致する(たとえばMcPhie *et al.*, 1993)。したがって、「観音下石」(とくに淘汰不良な塊状相である岩相1の区間)に火砕流堆積物が挟在する可能性も十分に考えられる。

VI. 石材の岩相記載と小松市の「石の文化」

石材となった岩石の特徴を岩相として記載することは、地域地質の解明のみならず、小松市における「石の文化」のより深い理解にも寄与すると思われる。本研究では、「観音下石」が石切り場跡内において下部および上部に岩相区分され、それぞれ特徴的な岩相組合せからなることを示した(図4)。そこで石材として使用されている「観音下石」の岩相に注目すれば、その採掘箇所をおおよそ推定できると見込まれる。たとえば、樫田(2016, 2019)の記述にある「蜂の巣状」や「流紋状」の模様をもつ「観音下石」の石材は、それぞれ本論の岩相1および岩相3ないし4に同定される(図10A~C)。したがって、「蜂の巣状」と「流紋状」の「観音下石」は、おの

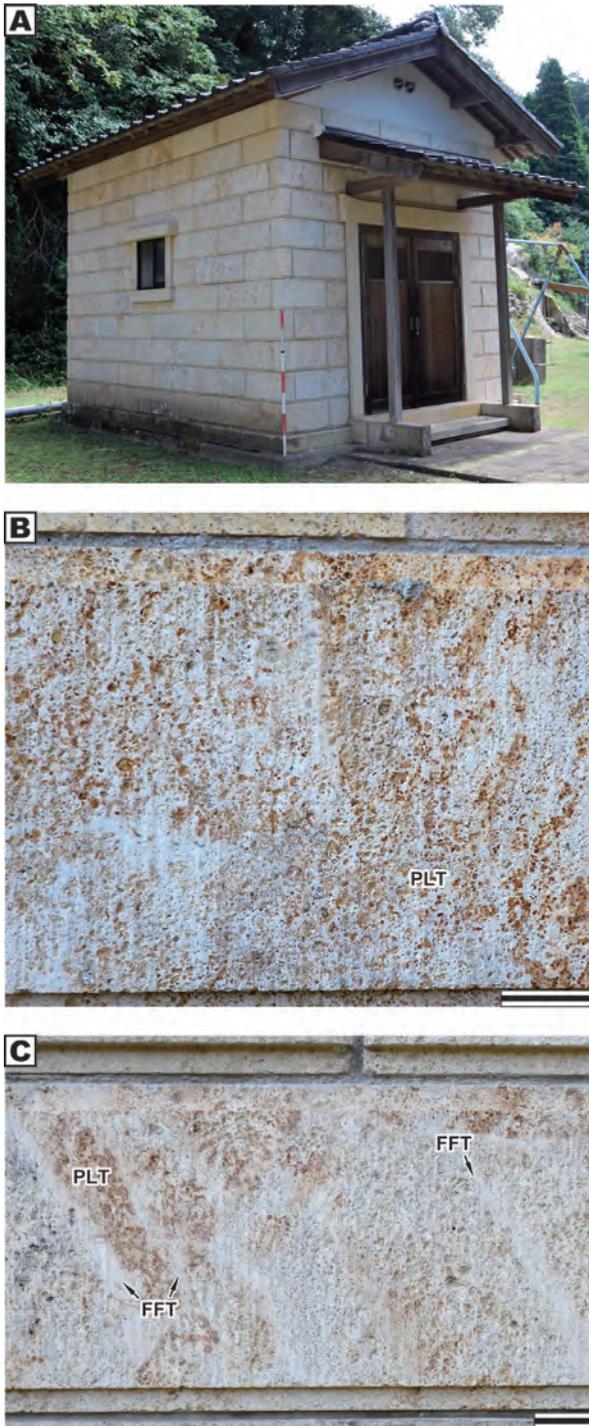


図10 建材として使用された「観音下石」にみられる模様と岩相との関係（観音下白山神社境内にある石倉の例）. (A)「観音下石」の用いられた石倉. (B)「流紋」状の模様（岩相1）. (C)「蜂の巣」状の模様（岩相3ないし4）. スケールバー（C, D）の長さは5cmである.

Fig. 10 Relationship between the textural patterns of "Kanagaso-ishi" Tuff used as building stone and their lithofacies types. Examples of the stone storage in Kanagaso-Hakusan shrine. (A) Stone storage used "Kanagaso-ishi" Tuff as building stone. (B) "Striped" pattern texture (Lithofacies 1). (C) "Honeycomb" pattern texture (Lithofacies 3 and/or 4). Scale bars in (C) and (D) equal 5 cm.

おの南側坑および西側坑（または南側坑の北側）から採掘された可能性の高い石材と考えられる。これは「観音下石」に限定されることなく、「滝ヶ原石」といった他の小松市産石材についても当てはまる。すなわち、石材の特徴と採掘地の岩相層序との関係を明らかにすることによって、採掘箇所さらには採掘時期をより高精度で推定できるようになると思われる。

さらに、小松市産石材の岩相上の特徴を把握することで、他地域産の石材と比較できるようになり、成因などの議論が進展することも期待される。一例として、「観音下石」の溶脱痕に存在する茶褐色～黄褐色の粘土状物質（図5E, F）が挙げられる。これは、「大谷石」として知られる^{おおやいし}栃木県産の塊状な流紋岩質軽石火山礫凝灰岩（中部中新統大谷層；太田，1949；吉川ほか，2010再定義）の「みそ」^{みそ}（太田，1949）に類似する。「みそ」は変質して粘土鉱物化した軽石と一般にみなされており（中村ほか，1981；木村・松倉，2003；吉川ほか，2010；大村，2018）、「観音下石」に含まれる軽石も「大谷石」のそれと同様な変質作用を被ったと想定される。

小松市産の石材において、岩石としての地質学的側面を詳らかにすることで石材としての文化的・産業的側面と併せた重層的な評価が可能となり、「石の文化」の複眼的理解につながると期待される。

Ⅶ. まとめ

石川県小松市観音下町でかつて石材として採掘されていた、「観音下石」（下部中新統の赤穂谷層相当とみなされる珪長質凝灰岩類）の岩相を記載し、その堆積場について考察した。

「観音下石」は、特有の黄色を呈する特徴などから文化財に指定された近代日本建築などに用いられた。また、その石切り場跡とともに小松市で認定された日本遺産を構成する要素でもある。しかし、その文化的・産業的な重要性にも関わらず、これまで「観音下石」の地質学的実体はほとんど不明であった。

そこで本研究では、連続露頭として観察可能な観音下町の石切り場において詳細な調査を行い、「観音下石」の岩相およびサクセッションに関して以下の特徴を明らかにした。

- (1)「観音下石」は、円磨度の高い火砕粒子に富む軽石火山礫凝灰岩 (PLT) および珪長質細粒凝灰岩 (FFT) を主体とする。
- (2)「観音下石」には、PLTやFFT以外の火山性および非火山性碎屑物をほとんど含まず、また大型の動植物化石や生物源堆積構造も認められない。
- (3)「観音下石」において4種類の岩相、すなわち岩相1 (塊状なPLT)、岩相2 (パッチ状のPLTと多源的な火山岩礫を含むFFT)、岩相3 (PLTとFFTの互層)、および岩相4 (軟堆積物変形構造の形成されたPLT-FFT互層) が識別される。
- (4)「観音下石」は岩相1の卓越した下部と、岩相3および岩相4を主体とする上部からなる厚層を形成している。

これらの特徴から推定される「観音下石」の起源と堆積場については、次の4点に要約される。

- (I)「観音下石」が、陸上ないし水底に高温状態で定置した火砕流堆積物や、掃流の卓越する河川域から浅水域に堆積した火山碎屑物に起源するとは考えにくく、また降下火砕物主体の凝灰岩類である可能性も低い。
- (II)「観音下石」は、火山碎屑重力流堆積物 (岩相1~3) およびスランプ堆積物 (岩相4) を主体とした再堆積性の軽石や珪長質火山灰起源と考えられるが、初生的な降下火山碎屑物や非溶結の火砕流堆積物、あるいは水底火砕流から変化した重力流に由来する初生的な火砕堆積物を挟む可能性も否定できない。
- (III)「観音下石」の岩相は、現在の日本海盆側に傾斜した陸棚斜面の中部から下部において、頻繁に定置した水底火山碎屑物重力流による急速な堆積現象と、それによって形成された火山碎屑重力流堆積物の滑動を反映する。
- (IV)「観音下石」の後背地は、珪長質火山碎屑物によって広域的かつ厚く覆われていた。

一方、「観音下石」などの石材を地質学的な観点から評価することにより、採掘場所の特定や成因についての議論、そして他地域産の石材との比較が可能となる。したがって、小松市における「石の文化」の多角的理解にも貢献できるといえる。

謝辞：本研究を行うにあたり、観音下切り場を所有されている小松市観音下町の橋本康容氏には現地調査のご許可をいただいた。また、匿名の査読者のご指摘によって、本稿の内容が大きく改善された。以上の方々に深謝申し上げる。

文 献

- Allen, J. R. L., 1982: *Sedimentary Structures: Their Character and Physical Basis. Developments in Sedimentology*, **30B**, Elsevier, Amsterdam, 661p.
- Ayalew, D. and Ishiwatari, A., 2011: Comparison of rhyolites from continental rift, continental arc and oceanic island arc: Implication for the mechanism of silicic magma generation. *Island Arc*, **20**, 78-93.
- Berra, F. and Felletti, F., 2011: Syndepositional tectonics recorded by soft-sediment deformation and liquefaction structures (continental Lower Permian sediments, Southern Alps, Northern Italy): Stratigraphic significance. *Sedimentary Geology*, **235**, 249-263.
- Busby-Spera, C. J., 1986: Depositional features of rhyolitic and andesitic volcanoclastic rocks of the Mineral King submarine caldera complex, Sierra Nevada, California. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **27**, 43-76.
- Cas, R. A. F., Allen, R. L., Bull, S. W., Clifford, B. A. and Wright, J. V., 1990: Subaqueous, rhyolitic dome-top tuff cones: A model based on the Devonian Bunga Beds, southeastern Australia and a modern analogue. *Bulletin of Volcanology*, **52**, 159-174.
- Cas, R. A. F. and Wright, J. V., 1987: *Volcanic Successions, Modern and Ancient: A Geological Approach to Processes, Products and Successions*. Allen and Unwin, London, 528p.
- Chough, S. K. and Sohn, Y. K., 1990: Depositional mechanics and sequences of base surges. Songaksan tuff ring, Cheju Island, Korea. *Sedimentology*, **37**, 1115-1135.
- Cisterna, C. E. and Coira, B., 2014: Subaqueous eruption-fed mass-flow deposits: Records of the Ordovician arc volcanism in the Northern Famatina Belt; Northwestern Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, **49**, 73-84.
- Cohen, K. M., Harper, D. A. T. and Gibbard, P. L., 2022: *ICS International Chronostratigraphic Chart 2022/02*. International Commission on Stratigraphy, IUGS. www.stratigraphy.org.

- Dimroth, E. and Yamagishi, H., 1987: Criteria for recognition of ancient subaqueous pyroclastic rocks. *Report of the Geological Survey of Hokkaido*, **58**, 55-88.
- Dufek, J. and Manga, M., 2008: In situ production of ash in pyroclastic flows. *Journal of Geophysical Research*, **113**, B09207, 1-17.
- Fisher, R., 1979: Models for pyroclastic surges and pyroclastic flows. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **6**, 305-318.
- Fisher, R., 1984: Submarine volcanic rocks. In Kokelaar, B. P. and Howells, M. F., eds., *Marginal Basin Geology: Volcanic and Associated Sedimentary and Tectonic Processes in Modern and Ancient Marginal Basins*. Geological Society, London, *Special Publications*, **16**, 5-27.
- Fiske, R. S. and Matsuda, T., 1964: Submarine equivalents of ash flows in the Tokiwa Formation, Japan. *American Journal of Science*, **262**, 76-106.
- Fritz, W. J., Howells, M. F., Reedman, A. J. and Campbell, S. D. G., 1990: Volcaniclastic sedimentation in and around an Ordovician subaqueous caldera, Lower Rhyolitic Tuff Formation, North Wales. *Geological Society of America Bulletin*, **102**, 1246-1256.
- 藤井昭二・相馬恒雄・後藤道治・神島利夫・清水正之・金子一夫・邑本順亮, 1992: 10万分の1富山県地質図説明書. 内外地図株式会社, 東京, 201p.
- 藤田和夫・中川衷三, 1948: 富山県砺波地方の第三紀層 (演旨). *地質学雑誌*, **54**, 125.
- 雁沢好博, 1983: フィッシュン・トラック法によるグリーン・タフ変動の年代区分 その2—富山県太美山地域—. *地質学雑誌*, **89**, 271-286.
- Gihm, Y. S. and Hwang, I. G., 2014: Syneruptive and intereruptive lithofacies in lacustrine environments: The Cretaceous Beolkeum Member, Wido Island, Korea. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **273**, 15-32.
- Houghton, B. F. and Landis, C. A., 1989: Sedimentation and volcanism in a Permian arc-related basin, southern New Zealand. *Bulletin of Volcanology*, **51**, 433-450.
- 早川秀樹・竹村厚司, 1987: 富山県八尾地域の第三系. *地質学雑誌*, **93**, 717-732.
- 平澤 聡・塚脇真二, 2021: 石川県小松市西部「滝ヶ原石」石切り場跡の下部中新統赤穂谷層から産出した生痕化石群集 (予報). *日本海域研究*, **52**, 81-92.
- 池邊展生, 1949: 富山県西部及石川県東部の第三紀層 (富山縣及石川縣の地質學的研究1). *地學*, **1**, 14-26.
- 井上正昭・水野篤行・野沢 保, 1964: 5万分の1地質図幅「城端」および同説明書. *地質調査所*, 32p.
- 伊勢屋ふじこ, 1982: 茨城県, 桜川における逆グレーディングをした洪水堆積物の成因. *地理学評論*, **55**, 597-613.
- 伊藤康人・山本朗子・岩野英樹・檀原 徹・渡辺真人, 2000: 金沢・医王山地域に分布する中新統の古地磁気とフィッシュン・トラック年代. *地質調査所月報*, **51**, 495-504.
- Jutzeler, M., McPhie, J. and Allen, S. R., 2014: Facies architecture of a continental, below-wave-base volcanoclastic basin: The Ohanapecosh Formation, Ancestral Cascades arc (Washington, USA). *Geological Society of America Bulletin*, **126**, 352-376.
- 上口 椋・長谷部徳子, 2019: 北陸層群における火山性堆積物のフィッシュン・トラック年代及びU-Pb年代測定. *フィッシュン・トラック ニュースレター*, **32**, 17-19.
- 金子一夫, 2001: 富山県東部に分布する中新世火山岩-火山碎屑岩の層序と構造発達史. *地質学雑誌*, **107**, 729-748.
- Kano, K., 1996: A Miocene coarse volcanoclastic mass-flow deposit in the Shimane Peninsula, SW Japan: Product of a deep submarine eruption? *Bulletin of Volcanology*, **58**, 131-143.
- 鹿野和彦, 2005: 火山を発生源とする重力流の流動・定置機構. *火山*, **50**, S253-S272.
- 鹿野和彦, 2018: グリーンタフの層序学的枠組みと地質学的事象. *地質学雑誌*, **124**, 781-803.
- 鹿野和彦・加藤碩一・柳沢幸夫・吉田史郎編, 1991: 日本の新生界層序と地史. *地質調査所報告*, **274**, 114p.
- 鹿野和彦・原山 智・山本博文・竹内 誠・宇都浩三・駒澤正夫・広島俊夫・須藤定久, 1999: 20万分の1地質図幅「金沢」および解説面. *地質調査所*.
- Karátson, D. and Németh, K., 2001: Lithofacies associations of an emerging volcanoclastic apron in a Miocene volcanic complex: An example from the Börzsöny Mountains, Hungary. *International Journal of Earth Sciences*, **90**, 776-794.
- 粕野義夫, 1955: 石川県南西部の地質. *石川県の地質*, 1-48, 日本地質学会北陸部会.
- 粕野義夫 (編), 1977: 石川県の自然環境 第1分冊 地形・

- 地質. 石川県, 128p.
- 船野義夫, 1993: 石川県地質誌 新版・石川県地質図 (10万分の1) 説明書. 北陸地質研究所, 石川県, 321p.
- 樫田 誠, 2016: 石川県小松市域の凝灰岩石切場. 遺跡学研究, **13**, 100-105.
- 樫田 誠, 2019: 石川県小松市域の凝灰岩石切場. 高田祐一編, 産業発展と石切場－全国の採石遺構を文化資産へ. 戎光祥近代史論集, **2**, 116-127.
- 川 良雄編, 1958: 西尾村史. 小松市役所西尾出張所, 小松, 572p.
- 木村知子・松倉公憲, 2003: 塩化ナトリウムによる大谷石の塩類風化実験. 筑波大学陸域環境研究センター報告, **4**, 149-155.
- 北村栄一, 1989: 小松市南部丘陵の地質. 石川県教育センター研究紀要, **35**, 1-14.
- 近藤鐵郎, 1926: 再び本邦産建築石材の耐火性に就いて(其二). 地学雑誌, **38**, 654-663.
- Lakshmi, B. V., 2021: Seismically-induced soft sediment deformation structures in and around Chamoli, Garhwal Himalaya, India. *Journal of Earth and Environmental Science Research*, **3**, 1-4.
- Lajoie, J. and Stix, J., 1992: Volcaniclastic rocks. In Walker, R. G. and James, N. P., eds, *Facies Models: Response to Sea Level Change*, Geological Association of Canada, 101-118.
- Lowe, D., 1982: Sediment gravity flows II: Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. *Journal of Sedimentary Petrology*, **52**, 279-297.
- 前田崇志・富井康博・西山暢一・西下知彦・加藤道雄・塚脇真二, 2000: 石川県金沢市東部東原～蓮如地域の地質. 日本海域研究, **31**, 1-31.
- Major, J. J., Pierson, T. C., Dinehart, R. L. and Costa, J. E., 2000: Sediment yield following severe volcanic disturbance – a two decade perspective from Mount St. Helens. *Geology*, **28**, 819-822.
- Manga, M., Patel, A. and Dufek, J., 2011: Rounding of pumice clasts during transport: Field measurements and laboratory studies. *Bulletin of Volcanology*, **73**, 321-333.
- Manville, V., Segsneider, B., Newton, E., White, J. D. L., Houghton, B. F. and Wilson, C. J. N., 2009: Environmental impact of the 1.8 ka Taupo eruption, New Zealand: Landscape responses to a large-scale explosive rhyolite eruption. *Sedimentary Geology*, **220**, 318-336.
- 松田時彦・中村一明, 1970: 水底に堆積した火山性堆積物の特徴と分類. 鉱山地質, **20**, 29-42.
- 松尾秀邦, 1966: 北陸地方の新第三紀植物群について. 化石, **12**, 9-16.
- 松尾秀邦・中西信弘, 1967: 金沢市医王山北麓部の医王山累層並びに医王山植物群. 早坂一郎先生喜寿記念文集, 早坂一郎先生喜寿記念事業会, 金沢, 287-296.
- 松浦信臣, 2009: 新版石川の化石. 北國新聞社, 金沢, 273p.
- McClelland, E. and Thomas, R., 1990: A palaeomagnetic study of Minoan age tephra from Thera. In Hardy, D. A., Keller, J., Galanopoulos, V. P., Flemming, N. C. and Druitt, T. H., eds, *Thera and the Aegean World III. Vol. 2, Earth Sciences*, The Thera Foundation, London, 129-138.
- McPhie, J., Doyle, M. and Allen, R., 1993: *Volcanic Textures: A Guide to the Interpretation of Textures in Volcanic Rocks*. Centre for Ore Deposit and Exploration Studies, University of Tasmania, 198p.
- Miall, A. D., 1977: A review of the braided-river depositional environment. *Earth-Science Reviews*, **13**, 1-62.
- Miall, A. D., 1985: Architectural-element analysis: A new method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth-Science Reviews*, **22**, 261-308.
- Miall, A. D., 1996: *The Geology of Fluvial Deposits: Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology*. Springer-Verlag, Berlin, 565p.
- Moretti, M., Soria, J. M., Alfaro, P. and Walsh, N., 2001: Asymmetrical soft-sediment deformation structures triggered by rapid sedimentation in turbiditic deposits (Late Miocene, Guadix Basin, southern Spain). *Facies*, **44**, 283-294.
- Mueller, W., 1991: Volcanism and related slope to shallow-marine volcaniclastic sedimentation: An Archean example near Chibougamau, Quebec, Canada. *Precambrian Research*, **49**, 1-22.
- Mueller, W. and White, J. D., 1992: Felsic fire-fountaining beneath Archean seas: Pyroclastic deposits of the 2730 Ma Hunter Mine Group, Quebec, Canada. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **54**, 117-134.
- Mutti, E., 1965: Submarine flood tuffs (ignimbrites) associated with turbidites in Oligocene deposits of Rhodes Island (Greece). *Sedimentology*, **5**, 265-288.
- 中江 勁編, 1978: 石材・石工芸大事典. 鎌倉新書, 東京, 129-131.

- 中嶋 健・岩野英樹・檀原 徹・山下 透・柳沢幸夫・谷村好洋・渡辺真人・佐脇貴幸・中西 敏・三石裕之・山科起行・今堀誠一, 2019: 富山県八尾地域の新生界年代層序の再検討とテクトニクス. 地質学雑誌, **125**, 483-516.
- 中川登美雄・安野敏勝, 2021: 石川県白山市の下部中新統医王山層から産出した貝化石群集. 日本海地域の自然と環境, **28**, 13-23.
- 中村洋一・松居誠一郎・鈴木陽雄, 1981: 宇都宮市大谷付近の地質. 宇都宮大学教育学部紀要, **31**, 105-116.
- Newhall, C. G. and Punongbayan, R. S., eds. 1996: *Fire and mud: Eruptions and lahars of Mount Pinatubo, Philippines*. University of Washington Press, Seattle, 1126p.
- Niem, A. R., 1977: Mississippian pyroclastic flow and ash-fall deposits in the deep-marine Ouachita flysch basin, Oklahoma and Arkansas. *Geological Society of America Bulletin*, **88**, 49-61.
- 日本遺産プロジェクト編, 2017: 日本遺産 2 時をつなぐ歴史旅. 東京法令出版, 東京, 143p.
- 大村 猛, 2018: 大谷石・大谷層. 地質と調査, **152**, 70-71.
- 大西 勉, 1998: 小松における石材産業の盛衰. 加南地方史研究, **45**, 37-49.
- 陰地章仁, 2004: 石川県金沢市南部小立野～上辰巳地域における地質学的研究. 日本海域研究, **35**, 65-107.
- 太田出司, 1949: 大谷石の研究—石材としての性質について. 地質学雑誌, **55**, 85-89.
- Otake, M., 2007: Sedimentary facies, processes and environments of the Akakura caldera lake, the South Kurikoma geothermal area, northeast Japan. *Journal of Geological Society of Japan*, **113**, 549-564.
- Owen, G., 2003: Load structures: Gravity-driven sediment mobilization in the shallow subsurface. In Van Rensbergen, R., Hillis, R. R., Maltman, A. J. and Morley, C. K., eds., *Subsurface Sediment Mobilization*. Geological Society, London, Special Publications, **216**, 21-34.
- Reineck, H. -E. and Singh, I. B., 1980: *Depositional Sedimentary Environments: With Reference to Terrigenous Clastics (Second, Revised and Update Edition)*. Springer-Verlag, Berlin, 549p.
- 坂本 亨・野沢 保, 1960: 5万分の1地質図幅「八尾」および同説明書. 地質調査所, 69p.
- 澤崎雅之・国元 猛・日下部吉彦, 1993: 観音下産凝灰岩(日華石)の強度特性に関する研究. 福井工業大学研究紀要, **23**, 153-160.
- サルヴァドール・日本地質学会訳編, 2001: 国際層序ガイド: 層序区分・用語法・手順へのガイド. 共立出版, 東京, 238p.
- Sparks, R. S. J., Self, S. and Walker, G. P. L., 1973: Products of ignimbrite eruptions. *Geology*, **1**, 115-118.
- Stix, J., 1991: Subaqueous, intermediate to silicic-composition explosive volcanism; A review. *Earth-Science Reviews*, **31**, 21-53.
- Strzeboński, P., Kowal-Kasprzyk, J. and Olszewska, B., 2017: Exotic clasts, debris flow deposits and their significance for reconstruction of the Istebna Formation (Late Cretaceous–Paleocene, Silesian Basin, Outer Carpathians). *Geologica Carpathica*, **68**, 562-582.
- Talling, P. J., Wynn, R. B., Schmitt, D. N., Rixon, R., Sumner, E. and Amy, L., 2010: How did thin submarine debris flows carry boulder-sized intraclasts for remarkable distances across low gradients to the far reaches of the Mississippi Fan? *Journal of Sedimentary Research*, **80**, 829-851.
- 富井康博・前田崇志・塚脇真二, 2002: 石川県辰口町～小松市北部地域における地質学的研究. 日本海域研究, **33**, 1-21.
- 塚脇真二・岡田隆司・田知清英・作本達也・榎田 誠, 2021: 石川県小松市滝ヶ原碧玉原産地遺跡周辺地域の地質. 日本海域研究, **52**, 1-11.
- Walker, G. P. L., 1971: Grain-size characteristics of pyroclastic deposits. *Journal of Geology*, **79**, 696-714.
- Walker, R. G., 1976: Facies Models 2. turbidites and associated coarse clastic deposits. *Geoscience Canada*, **3**, 25-36.
- White, J. D. L., 2000: Subaqueous eruption-fed density currents and their deposits. *Precambrian Research*, **101**, 87-109.
- Wright, H. M. N., Lesti, C., Cas, R. A. F., Porreca, M., Viramonte, J. G., Folkes, C. B. and Giordano, G., 2011: Columnar jointing in vapor-phase-altered, non-welded Cerro Galán Ignimbrite, Paycuqui, Argentina. *Bulletin of Volcanology*, **73**, 1567-1582.
- Wright, J. V. and Mutti, E., 1981: The Dali ash, islands of Rhodes, Greece: A problem in interpreting submarine volcanogenic sediments. *Bulletin of Volcanology*, **44**, 153-167.
- Yamada, E., 1984: Subaqueous pyroclastic flows: Their

- development and their deposits. In Kokelaar, B. P. and Howells, M. F., eds., *Marginal Basin Geology: Volcanic and Associated Sedimentary and Tectonic Processes in Modern and Ancient Marginal Basins*. Geological Society, London, Special Publications, **16**, 29-35.
- Yamada, R. and Yamada, N., 2018: Lithostratigraphy of the Miocene Iwaine Formation in the Yatsuo area, central Japan. *Science Reports of Niigata University (Geology)*, **33**, 25-40.
- 山田来樹・高橋俊郎, 2021: 北陸地方における日本海拡大期火成活動の時空変遷: 漸新世~中期中新世火山岩類の層序, 年代, 岩石学的特徴. *地質学雑誌*, **127**, 507-525.
- 山田来樹・高橋俊郎・植田勇人, 2019: 富山県南砺市に分布する漸新世~中新世流紋岩類のジルコンU-Pb年代とその成因. 日本地質学会第126年学術大会講演要旨, p. 340.
- Yamada, R., Takahashi, T. and Ueda, H., 2019: Petrogenesis of Oligocene to Miocene volcanic rocks in the Tonami area, central Japan: Temporal evolution of continental-to islandarc volcanism during the Japan Sea opening. *Abstract of Japan Geoscience Union Annual Meeting 2019*, SGL28-P01.
- Yamagishi, H., 1979: Classification and features of subaqueous volcanoclastic rocks of Neogene age in southwest Hokkaido. *Report of the Geological Survey of Hokkaido*, **51**, 1-10.
- 山元孝広, 2001: 地質マッピング法 5. 火山のマッピングと調査研究法. 加藤碩一・脇田浩二・今井 登・遠藤祐二・村上 裕編, *地質学ハンドブック*, 朝倉書店, 東京, 294-304.
- 山内靖喜, 1977: 秩父盆地の中新統内の乱堆積構造 その1 形態. *地質学雑誌*, **83**, 475-489.
- 吉田武義・西村太志・中村美千彦, 2017: 火山学. 大谷栄治・長谷川 昭・花輪公雄編, *現代地球科学入門シリーズ*, **7**, 共立出版, 東京, 392p.
- 吉川敏之・山元孝広・中江 訓, 2010: 宇都宮地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 79 p.
- Vatin-Perignon, N., Poupeau, G., Oliver, R. A., Lavenue, A., Labrin, E., Keller, F. and Bellot-Gurlet, L., 1996: Trace and rare-earth element characteristics of acidic tuffs from Southern Peru and Northern Bolivia and a fission-track age for the Sillar of Arequipa. *Journal of South American Earth Sciences*, **9**, 91-109.
- Zakaria, A. A., Johnson, H. D., Jackson, C. A. L. and Tongkul, F., 2013: Sedimentary facies analysis and depositional model of the Palaeogene West Crocker submarine fan system, NW Borneo. *Journal of Asian Earth Sciences*, **76**, 283-300.

食品生産組織と地理的表示保護－八丁味噌の事例研究－

白石弘幸^{1*}

2022年9月12日受付, Received 12 September 2022
2022年12月7日受理, Accepted 7 December 2022

Food Processing Organizations and Geographical Indication (GI) Protection Systems: A Case Study Regarding the “Hatcho Miso” Seasoning Paste

Hiroyuki SHIRAISHI^{1*}

Abstract

Following the examples of European countries, the Japanese government put the Geographical Indication (GI) Protection System into operation in 2015. The system is one which protects the names of specific agricultural, forestry, and fishery products. It designates them as intellectual property whose superior quality, reputation, and other characteristics are essentially attributable to their geographical origins such as the surrounding natural environment and the products' established and time-honored methods of production. Under the new system, agricultural, forestry, and fisheries related associations must register the name of a product with the Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries (MAFF). If a company does not join an association then that company cannot use the GI label on its product brand.

Generally speaking, miso, one of Japan's most famous traditional foods, is fermented soybean paste to which rice or wheat is added. Hatcho Miso is a dark red miso with a proud history in that it has been produced without interruption for over 400 years in the Hatcho area of Okazaki City. It is distinguished from other kinds of miso by its unique taste. Its taste is characterized by bitterness, richness, and moderate acidity. The only ingredients in the Hatcho Miso are quality soybeans, natural salt, purified water, and “koji”, a kind of bacterial mold.

Making miso requires a lot of time and labor. In particular, in order to produce authentic Hatcho Miso, which is naturally brewed and additive-free, the finished mixture must be stored in an airtight wooden barrel for more than two years. The oldest remaining company making Hatcho Miso is the Hatcho Miso Limited Partnership whose corporate brands are Kakukyu and Maruya Hatcho Miso Co.,Ltd. However, under the above-mentioned GI protection system, the name of Hatcho Miso was registered with the MAFF by an industrial body to which the two brands do not belong. As a result, depending on the circumstances, the two brands are sometimes unable to use the name of Hatcho Miso in their product brands. The matter is pending in court. This paper provides insights into flaws in the Japanese GI protection system by comparing it to GI protection systems in the European Union (EU) and in South Korea. This paper argues that a round of prior consultations among the parties concerned should be part of the registration process as a preventive measure against possible problems. Such groundwork is necessary in order to build a consensus between local communities and the central government.

Key Words: Hatcho Miso, Geographical Indication, Okazaki City, management of small and medium-sized enterprises, food

キーワード: 八丁味噌, 地理的表示, 岡崎市, 中小企業経営, 食品

¹ 中央学院大学商学部 〒270-1196 千葉県我孫子市久寺家451 (Faculty of Commerce, Chuo Gakuin University, 451 Kujike, Abiko, Chiba, Japan 270-1196 Japan) / 金沢大学環日本海域環境研究センター外来研究員 (Visiting Researcher, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University)

* 連絡著者 (Author for correspondence)

I. はじめに

多くの日本人が日常的に消費する食品の一つに味噌がある。味噌汁、味噌炒め、味噌煮込みなど、我々日本人の食卓には味噌を使った料理が毎日のように登場する。大学の食堂やファミリーレストランで、名称に「定食」と付くものを注文すると、必ずと言ってよい程、味噌汁が付いている。我々日本人にとり、味噌はまさに定番食品であると言える。

この味噌は渡邊（2010）のことは借りると、酒、醤油とともにいろいろな偶然が重なって日本の風土が生み出した「我が国の代表的発酵食品である」。すなわち大豆・米・麦、麹菌、高温多湿の気候が結び付いて生まれた伝統的食品で、古くは7世紀の律令時代に大膳職の醬院で味噌の原型である醬（ひしお）が保管されていたという記録が残っている。また現在の表記とは異なるものの、未醬や美蘇という記載が10世紀に成立した「倭名類聚抄」に見られる。鎌倉時代には一汁一菜の食習慣が定着し、食事の際の味噌汁飲用が一般化した。「戦乱の世になると、味噌はますます貴重に、基本の食材になって」、有用性の認識も高まり、「名だたる武将は味噌を大事にし、味噌はいつ戦いに行くかもしれない武士にとっては、携帯に便利な栄養食であった」（渡邊、2010）。

このように長い歴史のある食品であるから、大豆、米、麦のどれをどういう割合で使うかははじめとして素材や製法は地域によって多様化し、地方ごとに特色が見られる。すなわち津軽味噌、秋田味噌、仙台味噌、信州味噌など風味・色の異なる製品が成立しており、日常的に消費する食品としては地方色が比較的豊かであると言える。

本論文で取り上げる八丁味噌もそのような地域的独自色の強い製品である。基本的にはこれは大豆から作られる豆味噌かつ色の濃い赤味噌で、豆味噌と赤味噌の代表格、これらの代名詞となっている。

一方で、このような地域的独自性のある製品の地理的表示に関する権利を保護しようというのが近年の世界的流れになっている。日本もその例外ではなく、2014（平成26）年、「特定農林水産物等の名称の保護に関する法律」（地理的表示法）が成立し、地理的表示（GI）保護制度が翌2015年にスタートした。この制度のもとで八丁味噌の登録も行われて

いる。しかしその登録をめぐり、岡崎市に立地する老舗二社と、登録を行った愛知県の組合、農林水産省の間で対立が生じている。

日本における地理的表示保護制度に関する先行研究には、この制度に携わる行政担当者が執筆した当該制度の趣旨や導入の経緯に重点を置いたものが多い。本論文は八丁味噌の地理的表示保護問題を事例に、GI保護制度の課題と改善策を考察する。

II. 地理的表示保護制度

日本は国土が狭いものの、その狭い国土に針葉樹の林が広がる寒冷な土地もあれば、夏は暑い冬は豪雪に見舞われる地方、年中温暖な亜熱帯の琉球諸島もあるというように、比較的多様な気候と自然を内包する。このようなことから、農林水産物やこれらを加工した食品の中には、各地域の気候・風土・土壌といった環境特性やそれを反映した伝統的製法が品質や風味の独自性に結び付いている製品も少なくない。このような製品の場合、産地そのものが差別化の源泉として機能し、販売においてその表示が強みとなりうる。他方で他の業者が当該産地を騙ると、当該産地の業者は不当な不利益をこうむることになる。このようなことから、夕張メロン、越前がに、米沢牛といったように、産地を含むこれらの産品の名称を知的財産として登録し、保護する制度が地理的表示保護制度である。これは、Geographical Indicationの頭文字を取って、GI保護制度または単にGI制度とも呼ばれる。

ある製品に関し地理的表示登録を認めるか否かを検討する際には、当該産品そのものの独自特性、その確立された品質や社会的評価、生産地の人的要因と自然的要因の独自性が問われるのに加えて、前者すなわち産品特性と後者すなわち産地との結びつきが見られる。申請主体はこれらを申請書で明確に示す必要がある。

これはEUにおける登録制度も同様である（表1）。産物と地理的環境または地理的原産地との結び付き（link）の説明を登録出願書に記さなければならない（EU理事会規則、第5条第3項）。

むしろ日本のGI保護制度は土壌や気候に根ざした農産物の独自性、テロワールを尊重するヨーロッパの精神と、これを踏まえたEUのGI制度に倣って

表1 EUの地理的表示保護における登録手続き規定.

Table 1 Registration procedures for the protection of GIs in the EU.

Article 5 Application for registration

1. Only a group shall be entitled to apply for registration. For the purposes of this Regulation, 'group' means any association, irrespective of its legal form or composition, of producers or processors working with the same agricultural product or foodstuff. Other interested parties may participate in the group.
2. A group may lodge a registration application only for the agricultural products or foodstuffs which it produces or obtains.
3. The application for registration shall include at least: (a) the name and address of the applicant group; (b) the specification; (c) a single document setting out the following: (i) the main points of the specification: the name, a description of the product, including, where appropriate, specific rules concerning packaging and labelling, and a concise definition of the geographical area, (ii) a description of the link between the product and the geographical environment or geographical origin, as the case may be, including, where appropriate, the specific elements of the product description or production method justifying the link.
4. Where the registration application relates to a geographical area in a given Member State, the application shall be addressed to that Member State. The Member State shall scrutinise the application by appropriate means to check that it is justified and meets the conditions of this Regulation.
5. As part of the scrutiny referred to in the second subparagraph of paragraph 4, the Member State shall initiate a national objection procedure ensuring adequate publication of the application and providing for a reasonable period within which any natural or legal person having a legitimate interest and established or resident on its territory may lodge an objection to the application. The Member State shall consider the admissibility of objections received. If the Member State considers that the requirements of this Regulation are met, it shall take a favourable decision and forward to the Commission the documents. If not, the Member State shall decide to reject the application. The Member State shall ensure that its favourable decision is made public and that any natural or legal person having a legitimate interest has means of appeal. The Member State shall ensure that the version of the specification on which its favourable decision is based is published, and assure electronic access to the specification.

第5条 登録出願

1. 集団のみが登録出願する権利を有するものとする。本規則の適用上、「集団」とは同一の農産物又は食品を取り扱う生産者又は加工者の団体をいい、法律上の形態又は構成を問わない。他の利害関係人も集団に参加することができる。
2. 集団は、自らが生産又は取得する農産物又は食品についてのみ、登録出願をすることができる。
3. 登録出願書には少なくとも次の事項が含まなければならない。(a) 出願集団の名称と住所、(b) 明細書、(c) 以下の事項を提示した単一文書 (i) 明細書の主要事項：名称、産物の説明、適切な場合には包装及びラベル表示に関する詳細な規定及び地理的地域の簡明な定義も含める。(ii) 産物と地理的環境又は地理的原産地との間の結び付きの説明、また適切な場合には、結び付きの根拠を示す産物表示又は生産方法の詳細な要素も含む。
4. 登録出願は、その対象とする地理的地域が所在する加盟国に送付しなければならない。出願を受領した加盟国は、出願の正当性及び本規則の要件を満たすかどうか、適切な方法で検査しなければならない。
5. 第4項第2段落で定めた検査の一部として、当該加盟国は国内異議申立手続を開始しなければならない。出願公告が適切かどうかを確認し、正当な関係を有する、領域内に設立又は居住する自然人又は法人が、出願への異議を提出するのに十分な時間的余裕を与えなければならない。加盟国は受領した異議申立の適合性を検討しなければならない。加盟国は規則の要件を満たしていると判断するならば、受理の決定を行い、最終決定に関する文書を委員会に送付しなければならない。要件を満たしていない場合は、加盟国は出願却下の決定をしなければならない。加盟国は、必ず受理の決定を公告し、又正当な関係を有する自然人又は法人全てに不服申立手段が与えられるように保証しなければならない。加盟国は、受理決定の根拠となる版の明細書を公告し、その明細書への電子的アクセスを保証しなければならない。

注) COUNCIL REGULATION No 510/2006 of 20 March 2006 on the protection of geographical indications and designations of origin for agricultural products and foodstuffs THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, 農産物及び食品に係る地理的表示及び原産地呼称の保護に関する 2006年3月20日の欧州連合理事会規則第510/2006号の抜粋。抜粋範囲外の他条項への言及は省略してある。邦訳は内藤・須田・羽子田(2012)による。第3項でlinkの訳は結び付きにした。

いると言える。この点については、「高品質なものであっても、生産地との結びつきが認められない場合や、商品の特性が単に広く栽培されている品種の特性と同じである場合は登録不可」とされている（農林水産省輸出・国際局，2022）。

地理的表示保護制度では、基準を満たす製品の団体に対し商品の名称等に登録された地理的表示を認め、後にも述べるようにGIマークを与える。つまり基準を満たす生産者だけが商品のパッケージ等で地理的表示を行うことが可能で、品質を守るもののみが市場に流通し、また他の製品との差別化が図られる。不正な地理的表示の使用は行政が取り締まるので、登録生産者は訴訟等の負担なしに自分達のブランドを守ることができる。生産者は登録された団体への加入等により地理的表示を使用することができる。この可能性を保証することで、地域共有の財産として地域の生産者全体が使用する道を残す（農林水産省食料産業局，2016；秋山，2018）。以上がGI保護制度の大枠である。

この制度では、登録を申請する際、産地の地理的範囲が問題となる。法律上、これに関する規定はないから、生産者側の判断が重要で、事前の協議も本来は必要だと思われる。「特定農林水産物等の名称の保護に関する法律」（地理的表示法）、通称GI法では申請主体の法人格等に関する記載はあるが、これがどういう範囲の生産業者をカバーする団体なのかに関する規定はない（表2）。

すなわち登録可能な農林水産物（特定農林水産物）は、「一、特定の場所、地域又は国を生産地とするものであること。二、品質、社会的評価その他の確立した特性（以下単に「特性」という。）が前号の生産地に主として帰せられるものであること」と規定されており（地理的表示法、第2条第2項）、地理的な範囲は特定地区、地域から国までと幅広い。申請主体についても、「生産行程管理業務を行う生産者団体は、明細書を作成した農林水産物等が特定農林水産物等であるときは、当該農林水産物等について農林水産大臣の登録を受けることができる」（同法、第6条）とあるものの、それが県全体の生産者団体なのか、市や地区レベルの組合組織なのかは定められていない。「GIは地域の財産である」という言い方もなされるが、その場合の「地域」というのが何をさすのかも明確ではない。また實際上、これ

は一義的には規定できない。

たとえば、もみじまんじゅうを仮想ケースとすると、これに関し地理的表示登録が論議となった場合、仮にそういう組織があるならば宮島の組合が申請するのか、廿日市市の団体が主体となるのか、広島県の業界団体として認めてもらうのが問題となる。同様に戸隠そばならば、申請する生産者の範囲として戸隠地区、長野市等があらうし、場合によっては長野県全体の業界団体が信州そばという形で申請することも考えられる。さらに同一市内、同一県内に同じ産品を収穫したり製造したりする生産者の団体や組合が複数あることも考えられる。

実際に登録されている農産物を見ると、同じ熊本県の産品であっても、複数地域に及ぶくまもと県産い草もあれば、市を範囲とする八代生姜、地区ないし漁港が対象の田浦銀太刀もあるというように、対象の地理的範囲は色々なレベルで設定されている¹⁾。また岩手県の場合も、岩手木炭、前沢牛、浄法寺漆というように、県全体で認定を受けたものもあれば、特定地域だが比較的広域であるもの、ごく狭い地区を対象に登録されたものもある。地域特性のある特定農林水産物が生産されたり収穫されたりする地理的広がりには色々あるというのが実情であるから、法律上これを定めるのは事実上困難であるというのは致し方ないものの、現状では同じ産品を扱う団体が複数ある場合、事後的にトラブルが生じやすい。

先行導入されたEUのGI制度でも、このトラブルは生じうる。そのため、EUの制度では、申請と受理のプロセスが2段階になっている。つまり産品団体はいきなりEUに申請するのではなく、まずは自国に申請し、申請内容が妥当であるかどうかを当該国が検査しなければならないとしている（EU理事会規則、第5条第4項）。またそこでは、同じ産品を扱う他の団体が異論を唱えることもありうる。このような可能性も想定し、ある団体の登録に対する異議申し立ての機会が保障されている（同規則、第5条第5項）。

隣国の韓国の場合、誰でも公告がなされた日から2か月以内に、農林水産食品部長官に異議申請が可能である（農産物品質管理法、第8条第5項）。ちなみにこの農林水産食品部長官は日本で言えば農林水産大臣にあたる。消費者に商品の品質に対する誤認ないし地理的出所に対する混同を引き起こしている

と認められる場合は、地理的表示保護審判委員会に取消し審判を請求することもできる（同法、第8条の11）。

日本の地理的表示法では、これに類似する仕組みとして意見書の提出があり、「何人も、当該公示の日から三月以内に、当該公示に係る登録の申請について、農林水産大臣に意見書を提出することができる」とされている（地理的表示法、第9条）。しかしこの「意見書」という用語に多少あいまいさがある。またその後、「農林水産大臣は、学識経験を有する者の意見を聴かなければならない」（同法、第11条）とされているものの、この選任基準に関する言及がなく、人選が恣意的に行われる可能性を排除できない。

そして地理的表示法では、登録された産品団体の生産者は当該特定農林水産物等又はその包装等に登録標章を使用することができることとされており、この規定による場合を除き、「何人も、農林水産物等又はその包装等に登録標章又はこれに類似する標章を使用してはならない」と定められている（同法、第4条第2項）。この標章は一般的にGIマークと呼ばれている。

GIマークの排他的使用に関するこの規定は中小企業経営にとっては重要である。消費者は一般に大企業のコーポレート・ブランドに信頼感を抱く傾向がある。安全と安心感が何よりも重要な食品の場合、特にそれが顕著である。したがって食品業界の大企業の場合、AJINOMOTO、NISSINといったコーポレート・ブランドが販売力の一つの重要な源泉となる。しかし中小企業の場合、販売力の拠り所、頼るべきブランドが地名であることも多い。それが使えないということになると売上に大きなマイナスとなる。産地表示とGIマークが使えるかどうかは、その食品を生産している中小企業にとっては死活問題と言っても過言ではないのである。

たとえば本論文が対象としている味噌の場合、大手のマルコメ株式会社、ハナマルキ株式会社はマルコメ、ハナマルキというコーポレート・ブランドが一つの強みになっている。しかし中小企業の場合、たとえば長野県に立地するメーカーの場合、信州味噌がブランディング上、重要な役割を果たしていることも多く、この表示を使えないということになると、経営上、大きな痛手となる。このため先にも述

べたように、EUのGI制度にある異議申し立てと類似した機会が設けられている。すなわち意見書の提出に関する規定が日本の地理的表示法にある。しかしこの「意見書」という用語が前述したように多少あいまいで、多義的である。

八丁味噌の場合、これが有する地域特性ないし独自性自体は広く認められていたが、愛知県の業界団体が登録を行った後、地理的範囲に関して議論が行われている。すなわち岡崎市八帖町（旧八丁村）の老舗二社が加盟する八丁味噌協同組合もこの登録を求めていたが、登録が認められたのは愛知県全体の業界団体であった。これに岡崎に立地する二社が異を唱え、そのうちの一社が原告となって、2022年7月現在、裁判が行われている。

Ⅲ. 日本の食文化における味噌の位置づけ

私たち日本人が口にする味噌（日本味噌）は日本独自の発酵食品である。豆類や穀類を素材にしたペースト状の発酵調味料には韓国のコチジャン、中国の豆板醤があるが、これらは製造において唐辛子や糖類の添加物が使用され、また製品は「汁」ではなく「たれ」として食されることも多く、加えて料理の味に辛み等をつけるためのある種の香辛料的な性格も有する。そういう意味では日本の味噌とは性格の異なる食品である。

欧米の食品づくりで乳酸菌が多用されてきたのに対して、東アジアと東南アジアではある種のカビが重用されてきた。日本の麹菌もカビの一種で、学名は「アスペルギルスオリゼ」である。日本の花と言えば桜、国鳥はキジ、国蝶はオオムラサキであるが、この麹菌が国菌であると日本醸造学会は認定している。これは製造に麹菌が使用される味噌、醤油、日本酒が和食に欠かせない食品で日本の食文化の根幹をなすと言ってもよいのに加え、これらの麹菌関連産業の売上規模が日本のGDPの1パーセントを占める重要産業だからである。端的に言えば、「コウジキンは国内総生産の約1%を稼ぎ出している」のである（一島、2004）²⁾。

日本味噌の原型、後に述べる醬（ひしお）の起源が中国の周王朝にあるという説もある（五明、2013）。さらに、日本味噌の原型である醬が飛鳥時代に遣唐使により中国から伝えられたという見方も

表2 日本の地理的表示保護における登録手続き規定

Table 2 Registration Procedures for the Protection of GIs in Japan.

<p>(定義)</p> <p>第二条</p> <p>2 この法律において「特定農林水産物等」とは、次の各号のいずれにも該当する農林水産物等をいう。</p> <p>一 特定の場所、地域又は国を生産地とするものであること。</p> <p>二 品質、社会的評価その他の確立した特性（以下単に「特性」という。）が前号の生産地に主として帰せられるものであること。</p> <p>(地理的表示)</p> <p>第三条 略</p> <p>(登録標章)</p> <p>第四条 登録に係る特定農林水産物等又はその包装等に地理的表示を使用する者は、当該特定農林水産物等又はその包装等に登録標章（地理的表示が登録に係る特定農林水産物等の名称の表示である旨の標章であって、農林水産省令で定めるものをいう。次項及び次条第二号において同じ。）を使用することができる。</p> <p>2 前項の規定による場合を除き、何人も、農林水産物等又はその包装等に登録標章又はこれに類似する標章を使用してはならない。</p> <p>(措置命令)</p> <p>第五条 略</p> <p>(特定農林水産物等の登録)</p> <p>第六条 生産行程管理業務を行う生産者団体は、明細書を作成した農林水産物等が特定農林水産物等であるときは、当該農林水産物等について農林水産大臣の登録を受けることができる。</p> <p>(登録の申請)</p> <p>第七条 前条の登録を受けようとする生産者団体は、農林水産省令で定めるところにより、次に掲げる事項を記載した申請書を農林水産大臣に提出しなければならない。</p> <p>一、生産者団体の名称及び住所並びに代表者（法人でない生産者団体にあつては、その代表者又は管理人）の氏名。二、当該農林水産物等の区分。三、当該農林水産物等の名称。四、当該農林水産物等の生産地。五、当該農林水産物等の特性。六、当該農林水産物等の生産の方法 以下略</p> <p>2 前項の申請書には、次に掲げる書類を添付しなければならない。</p> <p>略</p> <p>3 生産行程管理業務を行う生産者団体は、共同して登録の申請をすることができる。</p> <p>4 農林水産大臣は、登録の申請があつたときは、遅滞なく、第一項第一号から第三号までに掲げる事項その他農林水産省令で定める事項を公示しなければならない。</p> <p>(登録の申請の補正)</p> <p>第七条の二 農林水産大臣は、前条第一項の申請書若しくは同条第二項各号に掲げる書類に形式上の不備があり、又は当該申請書若しくは書類に記載すべき事項のうち重要なものの記載が不十分であると認めるときは、相当の期間を指定して、登録の申請の補正をすべきことを命ずることができる。</p> <p>2 略</p> <p>(登録の申請の公示等)</p> <p>第八条 農林水産大臣は、登録の申請を受理したとき（前条第一項の規定により申請の補正をすべきことを命じた場合にあつては、その補正が行われたとき）は、遅滞なく、第七条第一項第一号から第八号までに掲げる事項その他必要な事項を公示しなければならない。</p> <p>2 農林水産大臣は、前項の規定による公示の日から三月間、第七条第一項の申請書並びに同条第二項第一号及び第二号に掲げる書類を公衆の縦覧に供するとともに、農林水産省令で定めるところにより、インターネットの利用その他の方法により公表しなければならない。</p> <p>(意見書の提出等)</p> <p>第九条 前条第一項の規定による公示があつたときは、何人も、当該公示の日から三月以内に、当該公示に係る登録の申請について、農林水産大臣に意見書を提出することができる。</p> <p>2 農林水産大臣は、前項の規定による意見書の提出があつたときは、当該意見書の写しを登録の申請をした生産者団体に送付しなければならない。</p> <p>(登録の申請の制限)</p> <p>第十条 略</p> <p>(学識経験者の意見の聴取)</p> <p>第十一条 農林水産大臣は、第九条第一項に規定する期間が満了したときは、農林水産省令で定めるところにより、(中略)学識経験を有する者（以下「学識経験者」という。）の意見を聴かなければならない。</p> <p>2 前項の場合において、農林水産大臣は、第九条第一項の規定により提出された意見書の内容を学識経験者に示さなければならない。</p>

注)「特定農林水産物等の名称の保護に関する法律」の抜粋。抜粋範囲外その他条項への言及は省略した。

ある。しかしそうならば、中国にその時あった日本味噌の原型はどこに行ってしまったのか、なぜ日本味噌と異なるタイプの豆板醤が中国で一般的になっているのかという疑問が生ずる。

しかも周王朝におけるそれは「塩と酒を混ぜて」作っていたとされ（五明，2013），麴と塩により作った日本の醬とはかなり異なる³⁾。仮に日本味噌の起源が周王朝の醬にあったとしても、現在の中国の豆板醤等とは味や使われ方が大きく異なるから、伝来後に独自の発展を遂げたことになる。

一方では、こうした味噌風の食品は、アジアの高温多湿地域では食べ残した大豆や穀類の発酵、海水（塩分）の添加等によりそれぞれの土地で独立して生まれたと考える立場もある。古いものは何でも中国から伝来したというのは思い込みで、わざわざ中国から教わらなくとも、こういう素朴な食品はどこでも生まれうるというのである。

すなわち日本味噌は日本で偶然生まれたものと考えられる先行研究が多い。そこでは、たとえば「蒸したり煮たりした大豆を、食べ残して置いたとすれば、瑞穂国の自然の恩恵から、麴菌の発生も見たであろう」し、「放置したために乾いて硬くなったものを、粉碎して海水なり岩塩なりを加えて、食物とした事もあったと考えると、味噌様のものが出来たと想像するに難くない」とされている（吉原，1961）⁴⁾。

このように味噌、少なくとも日本味噌はおそらくは日本で生まれた伝統的食品である。すなわち中国大陸のものと区別される日本味噌は大豆・米・麦、麴菌、高温多湿の気候が結び付いて生まれた伝統的食品で、酒、醤油とともにいろいろな偶然が重なって日本の風土が生み出した「我が国の代表的発酵食品である」（渡邊，2010）。

味噌と醤油は製法に共通点が多く、また麴と食塩（塩水）を利用した発酵調味料は日本でも醬（ひしお）と呼ばれていた。古くは7世紀の律令時代に大膳職の醬院で、これが保管されていたという記録が残っている。昔はどちらかと言うと醤油が完成品、味噌はその仕掛品という位置づけだったと見られ、味噌という名前も、みしょう（みさう）すなわち未醬から転じたものと考えられている。これが徐々に「みそ」と発音されるようになり、その一般化すなわち「『みそ』と言いなれて来ている」のは901（延喜元）年の三代実録において確認できる（吉原，1961）。

また未醬や美蘇など、いずれの表記がよいかの検討が10世紀に成立した「倭名類聚抄」に見られる。

鎌倉時代には一汁一菜の食習慣が定着し、食事の際に味噌汁を飲む慣行が一般化した。「戦乱の世になると、味噌はますます貴重に、基本の食材になって」、有用性の認識も高まり、「名だたる武将は味噌を大事にし、味噌はいつ戦いに行くかもしれない武士にとっては、携帯に便利な栄養食であった」（渡邊，2010）。そして江戸時代には、「味噌が広く普及して、現在とあまり変わらなくなった」が、「武家、農民、大商家では自家醸造がほとんど」であった（五明，2013）。自家醸造しない一部の例外は大名など位の高い武士で、これが本論文で取り上げる八丁味噌の成立へとつながっていく。

味噌は現代の日本では、味噌汁やうどんの汁、味噌焼きや味噌煮込み、なべや漬物に広く使われる和食の定番的な食材、一般的な調味料になっている。今日ではカレーライスの隠し味に使われるなど用途が広がり、「味噌は多様な料理の味を引き立てる」存在にもなっている（日経流通新聞，2022.2.24）。現代において、「味噌は、日本人の食生活ひいては日本食文化に欠かせないものとなっている」し、またこれは「日本人の命と食文化を古くから支えて来た基幹的食物である」（五明，2013）。

IV. 八丁味噌

東海地方を除いて、スーパーの店頭や一般家庭の食卓でよく目にされるのは、大豆と米、塩、麴菌から作られる米味噌で、色は茶色や黄土色をしている。一方、八丁味噌は大豆と塩、麴菌だけから作られる味噌で、豆味噌、または色が黒に近い赤色であることから赤だし、赤味噌とも呼ばれる⁵⁾。風味としては「甘みが無いかわりに、大豆由来のうま味」「濃厚なうま味と少々の酸味・渋味」に特徴がある（カクキュー八丁味噌，2022）。また「色が濃く塩辛いと思われがちだが実は塩分は少なく、うま味とコクが強い」というのが独自特性で、それは「熟成の間に大豆のたんぱく質が大量に分解され、うま味成分のアミノ酸になるためだ」という（阿部，2019）。

この八丁味噌が作られるようになったきっかけは、次のように説明されている。「今川義元の家臣であった早川新六郎勝久は、桶狭間の戦いで今川が

敗れた後岡崎の寺へと逃れ、武士をやめ、名を久右衛門と改めました。久右衛門は寺で味噌造りを学び、数代の後、現在の場所である岡崎市八帖町（旧八丁村）へと移り1645年に業として八丁味噌を造りはじめました」（カクキュー八丁味噌，2022，（ ）内の補足は同社）。また別の資料によれば、「自家用の豆味噌を三年間放置したものを食べたところ、風味がよかったので、軍用や庶民の需要の高まりに応じて、醸造業を始めた」とも伝えられている（農山漁村文化協会，1995）⁶⁾。

八丁味噌と呼ばれるようになった理由、その名前の由来は、関ヶ原の戦いと江戸幕府の発足以前に徳川家康が居城としていた岡崎城から距離にして八丁、約870メートル程の八丁村（八町村）に味噌蔵があったことによる⁷⁾。そこで二軒の家、早川家と大田家により作られていたのである。前者が現在、合資会社八丁味噌（屋号カクキュー）、後者が株式会社まるや八丁味噌となっている。また八丁村という地名は、漢字表記は変わったものの、岡崎市八帖町として残っており、両社が立地しているのもこの八帖町である。

岡崎市の公的資料ではこれについて、「八丁味噌は、17世紀の江戸時代初期から、旧東海道を挟んで立地する二軒の老舗が300年以上続く昔ながらの伝統製法により製造する豆味噌で、現在に至るまで岡崎を代表する地場産業及び名産として全国的にも名高い」と紹介されている（岡崎市，2016）⁸⁾。また、「八丁味噌がこの地で産業として発展したのは、原料の調達、醸造の環境、製品の運搬の面で、味噌造りにとって最適な場所であったことが大きい」と説明されている（岡崎市，2016）。

この八丁味噌の知名度が高まり、現代で言えば「ブランド化」していった要因として大きいのは、これが江戸幕府を築く後の天下人、徳川家康に好んで食されたことにある。岡崎城で生まれて竹千代の名前で幼少期をそこで過ごし、また先に言及したように桶狭間の戦い後も岡崎城を居城とした家康の口にこれが合い、馴れ親しみのある味噌となった。そして、「徳川家康と家臣の三河武士たちの江戸移封によって江戸を中心に諸国に普及」していったのである（農山漁村文化協会，1995）。さらに江戸時代には、「参勤交代やお伊勢参りといった旧東海道を行き交う人々を通じて、広く全国に知られ、多くの人々に知

られるようになった」（岡崎市，2016）。

八丁味噌の製造工程は、「①大豆選別、②豆洗い、③浸漬、④蒸し煮、⑤豆にぎり、⑥麴かけ、⑦豆砕き水と塩の攪きませ、⑧樽仕込み、⑨倉出し製品、⑩出荷」である（農山漁村文化協会，1995）。またこれは製造者自身により、次のように説明されている。「①大豆の選別・水洗い。丸粒のよい大豆を選び、水でしっかり洗います。②水に浸す。大豆を水に浸し、水分を適度に含ませます。③蒸す。水を切った大豆を蒸しあげます。④味噌玉作り。蒸した大豆をこぶし大に握り、味噌玉を作ります。表面にこうじかびの胞子をつけます。⑤豆こうじ作り。温度と湿度が管理された製麴装置で、こうじかびに覆われた豆こうじへと変化します。⑥混合。豆こうじ・塩・水を混ぜ合わせて仕込みます。⑦仕込み。大きな木桶に約6トンの味噌を仕込み、職人が約3トンの石を円錐状に積み上げます。⑧発酵・熟成。二夏二冬（2年以上）手を加えず自然のまま（天然醸造）でじっくり寝かせます」（カクキュー八丁味噌，2022，（ ）内の補足は同社による）。

上記の八丁味噌の製造工程後半に「職人が約3トンの石を円錐状に積み上げ」とあるのは、味噌の保存性を高めるために仕込水を極限まで少なくしており、味噌中の水分を全体に行き渡らせるためである。「職人の手により天然の川石を山のように一つ一つ積み上げて重石とし、当地の自然環境に任せ、こだわりの天然醸造で二夏二冬の間じっくりと熟成させる」（岡崎市，2016）。

個人差もあろうが、味噌煮込み等がおいしく感じられるのは、どちらかと言えば雪が舞うような季節、ストーブをたいているような寒い場所である。したがって味噌の消費量を考えた場合、寒冷地で味噌がよく生産されるということになる。たとえば津軽味噌、秋田味噌、仙台味噌、信州味噌はそうした味噌の消費が盛んな地方で生まれ継承されてきた味噌であると見ることができる。

一方、菌類は多湿の環境下で増殖しやすく、また菌類による発酵作用は高温で進むので、純粋に生産のことだけを考えると高温多湿、温暖な地域が味噌作りには有利である。三河地方もそういう意味で味噌の醸造に適していた。この地理的優位性は以下のように説明されている。「一般的な味噌は、コストを下げるため気温の低い季節でも味噌を加熱するこ

とで熟成を早める即醸法という方法をとるが、どうしても風味が単純となり四季の変化を経た天然醸造には及ばない。八丁味噌では二夏二冬の醸造期間の間、人の手は一切入らず、自然の摂理に従いじっくり寝かせるため、大豆の旨味を逃がさず、硬くて色が濃い、そして少々の酸味と渋味がありながらも濃厚な旨味とコクのある独特の風味が特徴の八丁味噌ができる」(岡崎市, 2016)。二夏二冬の間、人の手が入らず、自然の摂理に従いじっくり寝かせて作られた食品にありがたみを感じ、そういう食品であるならばじっくり味わってみたいという消費意欲(食欲)の刺激、心理的な販売促進効果もそこにはある。

ただし単に高温であれば味噌醸造に有利となるかと言うと、そうでもない。もしそうならば、九州や沖縄が味噌の一大生産地となっていたはずである。すなわち自家消費ではなく、これを販売用に大量に醸造するならば、原材料の仕入れと作った味噌の移送を円滑に行える場所でなければならない。さらに、味噌造りにはきれいな水も必要である。八丁村は今も昔も陸運の大動脈である東海道に隣接し、また舟運の発達した矢作川の沿岸に位置し、しかも土場(船着場)がすぐそばにあった。このため原材料の仕入れと出来た味噌の出荷に関して大変便利な場所であった。塩は江戸時代において自由な売買ができない専売制が取られていたが、岡崎城下にはその専売所(塩座)もあった。端的に言えば、東海地方では岡崎と八丁村は、駿府(静岡)と並び、物資流通の要衝だったのである。加えて、良質のわき水も八丁村にはあった。

前章までで述べてきたように、味噌は私たち日本人の食生活に定着し、日本の食文化で根幹をなしている。そして八丁味噌は、歴史的にも製法に関してもそこで独自の位置を占めている。これが第二章で述べた地理的表示保護制度の対象となったのは当然だったと言ってよからう。

ただし注意を要するのは、認定を受けた団体である。すなわち申請してGI登録が認められたのは岡崎市八帖町(旧八丁村)にある前述の二社、合資会社八丁味噌(カクキュー)と株式会社まるや八丁味噌の加盟する八丁味噌協同組合ではなく、両社が加入していない組織で名古屋市に本拠を置く愛知県味噌溜醤油工業協同組合であった。

V. 八丁味噌の地理的表示保護をめぐる問題

日本における地理的表示保護は第I章で述べたように、2014年に根拠法である「特定農林水産物等の名称の保護に関する法律」(地理的表示法)が公布され、翌2015年、申請受付開始となった。八丁味噌の場合、最初にこの登録申請を行ったのは株式会社まるや八丁味噌と合資会社八丁味噌(カクキュー)を中心とする八丁味噌協同組合(八丁組合)で、その後、愛知県味噌溜醤油工業協同組合(県組合)が申請を行った⁹⁾。そして2017年12月、後者の県組合がGIの対象として登録された。インターネット上で公開されている八丁味噌協同組合(2019)「『八丁味噌』GI問題, これまでの経緯について」によれば、このGI登録をめぐる経緯は以下の通りである¹⁰⁾。

2015年6月1日、岡崎の二社、すなわちまるや八丁味噌とカクキューが主体の八丁味噌協同組合はGIの申請受付開始と同時に当該申請を行った。実際の申請は、抽選により8番目であった。その後、申請書の補正が必要であるとされ、申請開始から申請受理公示まで約1年8か月の間に4回これを行った。これに加えて2016年3月16日、農林水産省の担当課長より生産地を岡崎市八帖町から愛知県に拡大するように要請があった。さらに2017年1月13日、農水省の担当課長から電話で「登録を目指すのであれば、生産地を『愛知県』に拡大する方向で再検討をしてほしい」と言われた。そのような問題を抱えつつ、同年2月13日、農林水産省により申請受理の公示がなされる。3月1日、八丁組合は農水省を訪問したが、「今のままでは登録困難」と言われ、生産地を広げようように再考を求められた。

6月14日、登録は困難、拒絶の可能性が高いと八丁組合は判断し、仕切り直しのため、やむなく申請を取り下げた。すると翌日の6月15日、他の組合(県組合)からの登録申請受理が公示された。これに対し、八丁組合、岡崎市役所、岡崎市商工会議所の三者は愛知県の他の組合の申請は拒絶されるべきであるという趣旨の意見書を共同で提出する。それを受け12月12日、愛知県の他の組合の申請が学識経験者委員会にかけられたものの、12月15日、その組合の申請が登録された。12月18日、農水省の担当課長より代理人の弁理士へ岡崎も登録するから説明したいという連絡が入る。12月25日、八丁組合は農水省で

説明を受けた。その説明の概要は、1) 学識経験者委員会及び農水省も八丁味噌のオリジナルは岡崎であるという見解は一致している、2) 八丁味噌の名称が他で使われないように守ったのであり、拡散を防ぐために政策的判断もあった、3) 登録した八丁味噌の基準、熟成は3ヶ月あればいい、加温してもいいというのはミニマム基準である、4) 岡崎2社の製法も同一範囲内と判断した、5) 岡崎2社も速やかに（同じ枠内で）追加申請してほしいし申請すれば登録する、というものであった（()内の補足は資料原文による）。

翌2018年以降は、新聞各紙でもこの問題が取り上げられ、報じられるようになった。ここでは、日本経済新聞を中心に報道を追っていくこととする。

この八丁味噌問題は岡崎の市議会でも論議を呼び起こした。そして2018年3月、同市議会が解決に向け、利害関係者の合意形成に関して「指導、調整を政府に強く要望する」との意見書を取りまとめ、同月22日に採択し、農林水産省などに提出する運びとなった。意見書の趣旨は「伝統を守る地元のみそが『まさに地理的表示の定義に沿った品だ』と指摘」するものである（日本経済新聞、2018.3.13）。

八丁味噌の地理的表示保護から漏れた岡崎の老舗二社を中心とする八丁味噌協同組合は3月14日、農林水産省の決定を不当とし、同省に行政不服審査を申し立てる。そして名古屋市などの業者の製品を八丁味噌の保護対象とした決定を取り消すように求めた。「老舗2社は八丁味噌発祥の地とされる岡崎市で、江戸時代から製法を守っている。だが農水省は昨年12月、近代的な製法も用いる名古屋市などの業者の製品を保護対象に設定。2社は将来、八丁味噌の名称で製品を欧州に輸出できなくなる可能性がある」と報じられている（日本経済新聞、2018.3.15）。

政府は3月20日までに、「保護対象から漏れた老舗2社が、生産者として追加登録を受ければ『八丁味噌を名乗れなくなるものではない』とする答弁書を閣議決定した」（日本経済新聞、2018.3.21）。これは希望の党の大西健介衆院議員の質問主意書に答えたものである。

3月22日、先に述べた岡崎市議会の意見書が全会一致で採択された。これについては、「愛知県岡崎市議会は22日、地元特産『八丁味噌』のブランド論争の解決に向け、利害関係者の合意形成への『指導、

調整を政府に強く要望する』との意見書を、全会一致で可決した。近く農林水産省などに提出する」と報じられている（日本経済新聞、2018.3.23）。この頃から岡崎市が八丁味噌問題に積極的に関与するようになり、老舗二社を支援する姿勢を見せている。そこには、二社が岡崎市に立地しているからということに留まらず、この後で紹介する「市民が心配している」という表現からもわかるように、八丁味噌は岡崎市民の財産ないし岡崎の名産であるという意識の存在と共有が推し量られる。

市議会におけるこの全会一致での採択を受けて、3月27日、内田康宏・岡崎市長が農林水産省を訪ね、八丁味噌問題の解決に向け、同省に調整を図るよう要望した。「内田市長は磯崎陽輔副大臣に『ブランドが壊れるのではないかと市民が心配している』と訴えた」という（日本経済新聞、2018.3.28）。また内田市長は、「記者団に『2社の追加登録しか方法がない』と言及。市が2社に、農水省が組合にそれぞれ働き掛け、話し合いによる解決を目指す意向を示した」とされている（日本経済新聞、2018.3.28）。

しかし県組合と岡崎の老舗二社の間で歩み寄りの兆しは見られず、対立はむしろ深まっていく。具体的には、カクキューの早川久右衛門社長と、まるやの浅井信太郎社長は貯蔵と熟成における金属製タンクの使用を認めず、「八丁味噌は蔵や木おけにすみ着いた菌のたまもの」と、木桶での熟成を主張した。「基準の厳格化を求める老舗に対し、組合の富田茂夫専務理事は『我々も登録の要件を満たしており、受け入れられない』と話す。『出荷量が減る中で、県全体で八丁味噌ブランドの認知度をさらに高める必要がある』と力を込める」というのが県組合側の姿勢であった（日経速報ニュースアーカイブ、2018.5.5）。なお両者の製法に関する相違は製造器具における木桶と金属製タンクの違い以外に、熟成期間、味噌玉の大きさ、重石とする石の積み上げ方等にも見られた（日本経済新聞、2018.5.6）。

県組合の登録認定に関する農林水産省の説明は、「品質に大差がなく、多くの事業者が登録できる方がGI制度の趣旨に合うと考えた（知的財産課）」というものだった（瀬川・藤井、2018、()内の補足は原文による）。これを紹介した当該記事では、地理的表示保護制度に関し、「基準を満たす地域の生産者ならば幅広く使用できるが、今回はそれがあ

だになった。基準をどう考えるかに関係者の対立が入り込む余地がある。老舗2社は譲らず、平行線をたどったままだ」と論評されている（瀬川・藤井、2018）。

この時期、すなわち2018年5月には、県組合の登録を不服とする老舗二社とこれを支援する関係者により、その見直しを求める署名活動も始まっている。これについては、「枠組みから漏れた愛知県岡崎市の老舗2社などが29日、名鉄東岡崎で登録の見直しを求め署名活動を始め」、一定期間を経た後、「署名は農相宛てに提出」されることとなったと報じられている（日本経済新聞夕刊、2018.5.29）。岡崎市に立地する大学もこれに協力している。すなわち、「署名活動はGI登録を受け、同市内にキャンパスのある4大学の学長や2社を含む八丁味噌協同組合が発足させた『岡崎の伝統を未来につなぐ会』が実施した」（日本経済新聞夕刊、2018.5.29）。

老舗二社による不服申し立ては同年の11月、消費者庁への請願という形でも行われた。すなわち、「枠組みから漏れた老舗2社が15日、『（農林水産省が登録を認めたのは）産地も生産方法も全く異なるみそで消費者に多大な混乱をもたらす』として消費者庁に見解を求める請願書を提出した」（日本経済新聞、2018.11.16、（ ）内の補足は記事による）。

翌2019年9月には、こうした老舗二社の主張を一部認める第三者組織による答申も出されている。これは行政不服審査会が農林水産省に出した答申である。「9月27日付の答申は、老舗と組合それぞれの八丁味噌について、『社会的評価の観点からの検討が不十分だ』と指摘。必要な調査が尽くされていないとして、不服を認めなかった農水省の判断を『現時点で妥当とはいえない』と結論づけた」（日経速報ニュースアーカイブ、2019.10.16）。

ところがこれとは対照的に2021年3月、「農林水産省が設置した第三者委員会は15日までに、『（登録は）違法・不当な処分とは言えず、判断は適当だった』』とする報告書を提出した（日本経済新聞、2021.3.16、（ ）内の補足は記事による）。当該報告書では農水省の判断が適当だったことについて、「八丁組合の『八丁味噌』のみを需要者が『八丁味噌』と認識しているとは認められず、県組合の『八丁味噌』を含め愛知県を生産地とした社会的評価を有する産品であると認められる」と述べられて

いる（八丁味噌に関する第三者委員会、2021）。

これで再び状況は複雑化し、事態は混迷の度を深める。さらにこの報告書の提出を受け、「愛知県岡崎市の老舗業者でつくる組合が登録取り消しを求めた行政不服審査請求について、農林水産省は19日、請求を棄却する採決を出した」（日本経済新聞、2021.3.20）。この採決に関しては、農林水産省も意地になっているように見えなくもないが、いずれにせよ農水省のゼロ回答に老舗業者が困惑したことは想像に難くない。

追い込まれた形となった老舗二社のうち、まるや八丁味噌は、東京地方裁判所への提訴に踏み切る。すなわち「登録された製品は生産方法が本来の伝統的手法と異なるとして、農林水産省に取り消しを求めて東京地裁に提訴」という手段に打って出た（日本経済新聞、2021.9.25）。これは同社が攻勢に転じたというよりも、窮地に立たされた同社がいわば「窮鼠猫をかむ」事態になったと見えなくもない。これにより県組合・農林水産省と岡崎の老舗二社との対立は法廷に持ち込まれることになり、いずれの主張に合理性があるかに関して司法の判断を仰ぐこととなった。

2022年6月28日、東京地裁の判決が出た。これは、まるや八丁味噌の訴えを却下するというものであった。具体的には「中島基至裁判長は『GI製品との混同を防ぐようにすれば、八丁味噌の表示ができる』とし不利益は限定的とした」（日本経済新聞夕刊、2021.6.29）。これに対し原告のまるや八丁味噌は控訴の意向を表明した。

VI. 八丁味噌問題に関する考察

日本における官庁・役所による許認可のあり方は、いわゆる準則主義で、申請書類が形式的に整っており、記載事項に特に不備や重大な問題がなければ、法人や個人が申請していることを認定・登録するというものである。仮に問題があった場合には、補正と再提出が可能であることが多い。典型的には会社の設立登記がそうで、書類に不備がなければこれが認められる。そこにおいて、「このビジネスはうまく行かないのではないか」といった指導や助言が役所から行われるわけではない。地理的表示保護に関しても同様で、「該当する登録拒否事由がない場合

は、申請書に記された内容が登録簿に記載され、申請者に通知される」(藤村, 2017)。

こうした「民」の私的活動に「官」が公的介入を行わないという姿勢は、自由な経済活動と市場のメカニズムに信頼を置く資本主義経済ではある意味で合理的である。しかし八丁味噌の場合、前章冒頭で紹介した岡崎市の八丁味噌協同組合による経緯説明が本当ならば、監督官庁による事前介入ないし強い意向の反映があったことになる。

一方で、このような準則主義のもとでは、認める対象、団体や個人に関してベストの選択が行われるとは限らない。つまりほかに、より適格な生産者組織の存在可能性はあっても、申請をしてきた組織の提出書類に問題がなかったならば、登録や許認可は行われる。

しかしこれでは地理的表示保護登録が「早い者勝ち」になりかねない¹¹⁾。事後的トラブルを避けるための予防的施策としては、運用においてその危険性がないかの情報を申請主体と所管官庁の間で共有したり、利害関係団体間に事前調整の場を設けることも必要だろう。後に述べるように申請があったことを周知する方法にも現状では改善の余地がある。

地理的表示法の規定にある「何人も意見書を提出することができる」の「意見書」という用語もあいまいで、色々な解釈がなされかねない。たとえばこれは、当該申請を支持するとか、すみやかに認定すべきであるという意見も受け付けるということであろうか。「何人も」とあるので、これが不特定多数から寄せられた場合でも対応するのであろうか。そうすると、切実な訴えや異論の主張がそこに埋もれてしまいかねないし、所管する農林水産省側のこれに対する注意も処理に追われる中で散漫になってしまう可能性がある。この部分は、EUや隣国・韓国の規定のように、はっきりと「異議申し立て」「異議申請」とした方が良かったと思われる。

すなわち韓国が実施しているGI保護制度を見ると、第II章で紹介したように、誰でも公告がなされた日から2か月以内に農林水産食品部長官に異議申請が可能である(農産物品質管理法、第8条第5項)。消費者に商品の品質に対する誤認ないし地理的出所に対する混同を引き起こしていると認められる場合は、地理的表示保護審判委員会に取消し審判を請求することもできる(同法、第8条の11)。日本の現行

制度ではこの仕組みが十分に整備され有効に機能しているとは必ずしも言えず、制度の枠組み内で議論することが困難である。このため他団体の登録に異論を唱える関係者は最終的に訴訟に踏み切らざるを得ないという事態も生じうるし、実際、八丁味噌の場合、そうだった。

インターネット上の掲示には、見ていなかったということが理由にならないもの、つまり「見ていない方が悪い」「見ていないでは済まされない」という情報もある一方、「そんなことを毎日確認してられるか」「いちいち見ていられない」というものも多い。

この制度における登録申請がどちらに該当するのかが意見が分かれようが、事前にキーワードやカテゴリーをサイト上で登録することにより、自社の食品に関係する申請があった場合に、その旨を知らせたり注意を喚起したりするメールやメッセージ、いわゆるアラートが届くような仕組みの構築、その他の運用上の工夫もありえたのではなかろうか。もちろんこういったシステムを必要とするならばその開発を生産者団体自身が情報システム企業に依頼し、導入する努力も必要となろう。

あるいはすべての関係者を記載するのは困難であっても、明細書の記入事項に「想定される利害関係者」を設け、申請を行う生産者団体と所管する官庁が事前に情報を共有することもあり得よう。日本よりもGI制度の構築が先行したヨーロッパではこうした取り組みはなされなかった。なぜならば、ヨーロッパの場合、一国内ではなくEU内というように複数国をカバーする制度であるから、自分たちの生産物に関する利害関係者をすべては認識できていないのが普通だし、申請時に国外の利害関係者を洗い出すことも難しいからである。実際、ある国で登録申請がなされた製品に関し、それを扱う別の国の生産者団体が異を唱えるというケースがヨーロッパでは見られる¹²⁾。しかし日本の場合、対象範囲は国内で、自分たちの産品を扱っている他の生産者団体や組合があれば、通常、それを認識できているはずである。事後的な摩擦や衝突を避けるためには、事前にこれを可能な限り申告して、さらには自組織が登録申請する旨を通知し、相手方が望む場合には協議しておくことが望ましい。また所管官庁はそれを行ったかどうか、利害関係団体の有無と事前協議の

有無を申請受付時に確認することが有益だろう。

第Ⅱ章で見たEUの方式に準じて、申請をまず都道府県に対して行い、これが妥当と認める場合に国に送付するという方法もあり得よう。あるいは申請にあたって地方紙等で開催公告を行い、利害関係団体も参加した上で、都道府県ないし申請予定団体が公聴会を開く等の方法も考えられる。

生産者団体が管轄する地理的範囲に関する規定がない、あるいはこの規定設定が困難であることも、このような摩擦や衝突が起こりうる一つの大きな原因になっている。またこの規定の欠如と困難性がGI保護制度の大きな課題である。広域をカバーする団体が登録を行った場合、狭い範囲の生産者組織が「本家本元はうち」と反論することが考えられるし、狭い範囲の団体が登録を行った場合、より広域の組織から「表示を独占するのはおかしい」という批判が生じうる。同一市内、同一県内に同じ産品を扱う組合や組織が二つ以上ある場合も、「本家本元」論争が起こりうる¹³⁾。だからこそ事前に利害関係団体に関する情報を申請主体と所管官庁の間で共有することが有益であるし、想定される当該団体間で事前に十分に協議をし合意を形成しておくことが望ましい。それが首尾よく進まずコンセンサスが得られなかった場合には、それを申請書に記す必要もあろう。八丁味噌の場合、前章で紹介した岡崎の八丁味噌協同組合の開示資料によると、この八丁組合が申請を取り下げた翌日に別の組合、愛知県味噌溜醤油工業協同組合（県組合）の申請公示が行われている。これでは八丁組合としては「だまし討ち」にあったと不信感を抱きかねない。

たとえば近年全国に店舗が展開されている讃岐うどんを考えると、すべての利害関係者をリストアップし、この間で議論を尽くすというのは実際上、困難かもしれない。しかし全くこれを行っていない現在のあり方はもっと問題が大きい。安易に、つまり事前協議なしに讃岐地方の一団体がこれをGI保護制度に登録すると、紛争が生じるのは明らかである。讃岐地方以外の業者からおそらく異論が出るだろうし、それ以前に「讃岐地方」の定義自体に見解の相違がありうる。

八丁味噌のように、これについて事後的に論議が生じた場合には、卑見では消費者側の認識が重要となる。たとえば仮想ケースとして草加せんべいを例

にすると、実際に生産者が集中しているのは草加市の中でも旧草加宿地区であるが、消費者がこれをイメージ的に日光街道・奥州街道沿いの旧市街（草加宿）で作られているせんべいと捉えているのか、草加のせんべいと思っているのか、埼玉県のせんべいと認識しているのかが重視されなければならない。

八丁味噌の場合、登録された八丁味噌が生産されている地理的範囲に関する消費者側認識と、登録を行った愛知県味噌溜醤油工業協同組合の「愛知県」には不整合、ずれがあるように思われる。端的に言えば、消費者側は八丁味噌を岡崎市、あるいは岡崎市八帖町（旧八丁村）の味噌だと考えているように見受けられる。

すなわち「YAHOO!ニュースJAPAN」上で2022年7月4日に配信された弁護士ドットCOMの「八丁味噌裁判、敗訴の老舗が徹底抗戦の構え、社長『命ある限り、この問題に取り組む』」に投稿されているコメントを見ると、大多数が八丁味噌を岡崎市の老舗二社の製品と捉えている。そこでは岡崎市の二社が生産しているのが本物の八丁味噌、他の業者が生産しているのは八丁味噌のまがい物という区分けもなされつつある¹⁴⁾。

具体的には、2022年7月29日時点でその投稿総数は211件、反論や返信を除く一次的な投稿は131件であった。そのうち岡崎市の老舗二社を支持しているか、農林水産省、県組合を批判している（またはその両方を行っている）コメントを（A）、老舗二社の主張に異論を唱えたり批判したりしている投稿を（B）、どちらとも言えないもの、すなわち中立または不明を（C）と分類すると、老舗二社を支持する立場の（A）は108件で全体の82.4%、これに反対する立場の（B）は8件で全体の6.1%、中立ないし不明の（C）は15件で11.5%であった¹⁵⁾。この分類の一例を図表として示す（表3）¹⁶⁾。

翻ってみるに、単語としての「八丁味噌」が岡崎市の二社が生産する商品だけをさす固有名詞なのか、一般名詞（普通名詞）とまでは言わないまでも、生産者にある程度広がりのある名詞なのかも問題となる。言い換えれば、これは商品ブランドなのか、味噌のタイプ、カテゴリーの一つであるのかも論点となる。話は少々それるが、たとえばアサヒが1987年にスーパードライを発売して大ヒットした際に、これに便乗したわけでもないだろうが、キリン、サ

表3 八丁味噌問題に関するインターネット投稿コメントの分類.

Table 3 Classification of Comments posted on the Website on the Issue of Hatcho Miso.

まるやを使っています。味噌汁だけでなく、あらゆるものに使っています。他社と比較して全然まるやかさが違います。違いがわかる家庭では、まるやです。頑張ってほしい。(A)

先に使用している方が認められないって信じられない。議論の余地はあるが先使用者を外した理由がわからない。(A)

欧州では長年に渡って培われてきたテロワール、特定地域に特有の個性という考え方がある。日本の役所はあまりにも無頓着すぎる。土地が違えば水も違う、お米も違う、麴も違うし何より製法が違う。それをひとくりにしては全く意味が無い。(A)

国は、公害裁判でも見られたように、誤りがあったとしても、容易には認めませんね。裁判所は、訴えが理由あるものだとする決定的な証拠がないと、国の誤りを認めません。(A)

申請した頃の登録認定側の恣意性を感じる。もともと名古屋の味噌工業会社製の味噌と、岡崎の石で積む手づくり系の伝統的な八丁味噌があったのは食通はみんな知っている。GI申請時に意図的に範囲を広げて、製法の異なるものも含む愛知県全体にしたかったわけだ。(A)

岡崎城から西へ八町離れていた所で長期間、大型の桶で熟成され、「八丁味噌」は出来上がる。他の赤味噌とは特に熟成環境と熟成期間が大きく異なり、製品の味、風味も大きく異なる。地域を広げて解釈しても、その製法を無視しては制度本来の趣旨から逸脱しないか？(A)

岡崎城から八丁の距離にある事がオリジナルなのに、県内の赤みそは製法が違って八丁味噌だというのは実に紛らわしい。しかもオリジナルのメーカーが使用できなくなる恐れがあるというのは本末転倒。八丁とは何か原点に立ち返れば、自ずと岡崎のものだと判断すべきでは。(A)

伝統的な製法や地域特性を無視するなら、そもそもGI制度の意味がない。生産量が少なすぎるから、まるやとカクキューの申請を認めないと言うなら、八丁味噌の登録全体を認めなければ良い。(A)

農水省を利用して「八丁味噌」の名を利用したいという魂胆、見え見え。古来の伝統を守るという本来の趣旨から外れているのに、それを監視し直す仕組みが無いことも問題ですね。八丁味噌の意味や良さを知っている者からすれば、そんなことでだまされはしないけど・・・伝統とブランドを守るために、「まるや」と「カクキュー」で力を合わせて頑張ってほしい。(A)

本質は消費者の味覚で、わかる人にはわかるし、伝わる人には伝わる。わからない人にはわからない。この国の農水省はフランスと違う。期待できない。まるやは、例えば「岡崎八帖味噌」とかで登録するようにして、それをPRしていくのはどうだろう？まるやとカクキューでは立場が異なる。(C)

当事者が取り下げべき事案でしょう。プライドがもしあるなら。(A)

悲しくなるくらい愚かなロジックで動いている。一度ある流れが決まってしまうと、決してそれをかき乱してはならないという保守的思考が邪魔をして、本質的な議論を避けて通ろうとする。(A)

別地域の飲食店は「八丁味噌ではない豆味噌です」と言ったりもする。地域地域を大事にすることこそ大切なのではと思う。有名どころに乗っかってしまえというなら乱暴すぎる。伝統とブランドの軽視では？(A)

「八丁味噌は、発祥地のまるや製に限る」と、広告を打てば良いのでは？それを消費者が支持すれば良いだけ。ほかには八丁味噌の名称を使うのでは独善的過ぎる。(B)

例えばコシヒカリは新潟のもの、派生種を認めないで、新潟が独占したらこれまで生産してきた全国の農家が困る。八丁味噌を400年作ってきた2社で独占すると、派生種かもしれないが現に100年近く生産してきた他の6社が困る。他の記事によると、ブランド内での再ブランド化も可能とのこと。オレのだけが八丁味噌と言いつ張るのは大人気ない。(B)

毎年、親類から岡崎のお味噌を送ってもらえます。カクキューさんか、まるやさんのどちらか。全く味のレベルが違います。この二社には元祖として頑張ってほしいです。(A)

これは、まるやが全面的に正しい。「愛知八丁味噌」と称したら文化破壊につながる。味わって、現地現物にあたってみれば、わかるはず。(A)

まるやさんの従業員は、とてつもないこだわりと誇りを持っていました。近年、愛知、名古屋といえば八丁味噌？みたいなイメージでしょうが、やはり「岡崎の八丁」が正しいと思います。味噌自体も、通常の赤みそと比べ、コクがあり、普通の味噌汁レシピで作っても全く味が違います。(A)

本家本元のまるやとカクキューが本物の八丁味噌を「八丁味噌」として売れなくなってしまう。結果、八丁味噌がなくなってしまうのではないかと。(A)

岡崎だけだとあまりにも製造業者が少ないから、愛知県全域を対象にして登録させたというのは合理的だと思う。岡崎の2社で独占せずに愛知県全域で盛り上げていけばいい。(B)

※ YAHOO! JAPAN ニュース「八丁味噌裁判、敗訴の老舗が徹底抗戦の構え、社長『命ある限り、この問題に取り組む』(弁護士ドットコム 2022年7月4日配信)に2022年7月29日時点で投稿・公開されている一次コメント131件の初期配列で上から20件。内容を縮約し、また投稿者個人の個性的表現も削除するか趣旨を変えないように修正してある。岡崎の老舗2社を支持していると思われるものに(A)、これに異論を唱えていると判断されるものに(B)、どちらも言えないものに(C)を付した。立場が不明または両論を併記しているものは(C)に分類した。

ントリー、サッポロも名称にドライと付くビールを発売した。ドライがアサヒの商品ブランドならば三社による使用は問題があるが、ドライというのが新しく登場したビールのジャンルを表わす用語、換言すれば生ビール、エール、ラガー、ピルスナーといったビールのカテゴリーに相当する言葉ならば、他社の使用も許されることになる。

またブランドないし生産組織に備わる正統性の根拠としては製品のスペックや製法も考えられ、製品・製法を重視するのか、あるいは立地を重視するのかも論点となる。八丁味噌の昔ながらの製品属性ないし伝統的製法を継承していることが大切なのか、旧八丁村で生産されていることが重要なのかという問題である。たとえば卑見では、みたらし団子の正統性の源泉は、京都のみたらし池、みたらし祭よりも、串にさしてあってしょうゆ味の焼き団子というスペック、または、1) 一口で食べられる大きさの白団子を5個ないし6個串にさす、2) 炭火で焼いて焼き目をつける、3) 塗ってから焼くか焼いてから塗るかの違いはあるが醤油だれを付ける、という作り方にあると考えられる。実際、これを作って販売している団子店には、京都ではなく東京の浅草等にも正統な老舗、名店と見られている所がある。1) の「5個ないし6個串にさす」については、5個串にさして最初の1個を他の4個と離して付けているのが由緒正しい団子店であるという見方もあるようだが、いずれにせよ正統性をめぐって議論になっているのは製品の仕様ないし製法である。安倍川餅も同様で、つくたての餅にきな粉をまぶせて作るということが重要なのであって、旧東海道の安倍川橋周辺になくとも、正統な生産組織と見なされうる。

ところが、製法もさることながら、八丁味噌の「八丁」は卑見では立地的な意味合いが大きく、これと岡崎市で事業を営んできた老舗二社との結び付きが強い。八丁味噌と呼ばれるのは岡崎城から西へ八丁の所に味噌蔵があったためであるというのは、名前の由来としては単純明快である。また逸話や伝聞の細部に多少バリエーションはあるものの、徳川家康が味噌蔵までの距離を尋ねたところ家臣の石川金阿彌が「八丁ほどあり」と答えたという話、馴れ親しんだ味噌を食べられなくなるのを惜しみ家康が江戸まで持っていったことにより全国的に知名度が高まったというエピソードは、歴史好きで生まれ故郷

を大切にしている日本人の情緒に訴えるものがある¹⁷⁾。

本論文の筆者でさえそう考えるのであるから、岡崎市立地の老舗二社にとってはなおさらで、八丁という表示に対するこだわりや思い入れは強いであろう。県組合に加盟する岡崎以外の業者が八丁味噌という名称を使えなくなった場合、岡崎の老舗二社がこれを使えなくなった場合、どちらが当事者にとって心理的・精神的なダメージが大きいかを考えると、旧八丁村に立地し400年以上この名称とともに歩んできた後者の方が格段に大きいはずである。一方で、前述したように岡崎の老舗二社が作っているのが本物の八丁味噌、それ以外はまがい物という区分が消費者側でなされつつある。したがって仮に八丁味噌という名称を使えなくなったとしても、岡崎の二社は「まるやの豆味噌(赤味噌)」「カクキューの豆味噌(赤味噌)」というブランドで販売を維持できるし、逆に今回の一件がいわば怪我の功名となってなおさら人気が出るかもしれない。しかし400年以上使い続けてきた八丁味噌という名称を使えなくなった場合の喪失感と落胆は岡崎二社の経営者と従業員の間では極めて大きいであろう。これを県組合がGI登録した際に、極論すれば自分の名前、自分の子どもを盗られたかのような焦りと憤りを感じた可能性がある。だからこそ先に紹介した「YAHOO! ニュース JAPAN」掲載記事の見出しにあるように、東京地裁判決後、原告をして「命ある限り、この問題に取り組む」とまで発言させてしまっている。岡崎の老舗側がここまで強硬な態度で抵抗するとは予想できなかったのかもしれないが、そこに農林水産省と県組合側に少し認識の甘さ、読み誤りがあった感もある。

八丁味噌に関し議論となっているのは地理的表示に関する「権利」であるが、こういう歴史のある食品についてはこれを後世に残す「責務」をめぐる問題もあることを忘れてはならない。そして歴史的経緯を考えると、その責務は岡崎の老舗二社に託されるべきである。卑見では、二社は八丁味噌という伝統的製品を守り続け未来に向けて継承する責務や宿命を背負っているとさえ思われる。当該二社がその責務を果たすことができなくなった場合にのみ、その継承に関する責任は他の業者にゆだねられても良いということになるのではなかろうか。

そのような考え方に立てば、たとえ県組合の登録を認めるにしても、製品の名称は「八丁味噌」では

なく「三河（尾張）の豆味噌」等にすべきだったであろう。県組合に属する業者としても、八丁味噌のまがい物を作る生産組織というポジションに甘んじるよりも、三河味噌（尾張味噌）の本物を生産する組織という位置付けの方が販売売上、従業員の満足度や充実感、組織としての存続性、いずれにしても有利であると考えられる。

少なくとも制度的には、県組合に加入すれば岡崎の老舗二社も八丁味噌の名称を継続使用する道は残されている。しかしこうした歴史的経緯と伝統を持つ二社がこの問題に関連して県組合に加入を願い出るとするのは難しいのではないだろうか。仮にそういう事態になれば、消費者側の県組合業者に対するイメージダウンが一層進むこともありうる。むしろ県組合側が二社に加入を丁重にお願いし「三顧の礼」をもって迎え入れるくらいのことをしなければ県組合業者のブランド価値毀損は回避できないのではあるまいか。製法上も二社が県組合に加入することは難しい。なぜならば「木桶」「加熱せず自然熟成」という伝統、また差別化の源泉、自社の強みをないがしろにしてしまうことになるからである。

加えて、前章で紹介した一連の経緯における岡崎市および岡崎に立地する大学等の積極的な関与を見ると、八丁味噌は岡崎市に立地する当該二社のブランドであるばかりでなく、岡崎において岡崎の誇りないし特産と捉えられている節がある。第IV章で紹介した岡崎市の公的資料、岡崎市(2016)にあった「岡崎を代表する地場産業及び名産として全国的にも名高い」という八丁味噌の紹介にもそういう誇りがうかがえる。だからこそ二社を支持する市議会決議がなされたり、市長により農林水産省訪問と同省副大臣に対する陳情が行われたり、署名活動が展開されたりもしている。それに対し、県組合の方に属する岡崎市以外の業者をサポートしようとする積極的な動き、たとえば市議会決議や署名活動が名古屋市や豊田市、半田市で行われたかと言うと、そういう事実は寡聞ながら耳にしない。つまり八丁味噌へのこだわりや思い入れは岡崎の方が圧倒的に強い。そして岡崎は地方都市とは言っても、人口が約40万人の味噌の大消費地である。しかも豆味噌が好まれている所でもある。その反感を買えば販売に関して大きなマイナスになりうるし、40万人の消費地から冷たい視線を浴びて良いということはない。

これでは、仮に農林水産省と県組合が一連の審判や係争に勝訴したとしても、県組合に属する業者は販売上、不利な立場に陥る可能性がある。つまり県組合の業者は勝っても負けても苦境に立たされることになろう。極論すれば、たとえ勝つ見込みがあったとしても、係争や審判の結果が出る前に判断ミスがあったと自分達の方から認めてしまった方が、その後の売上維持と会社存続上、得策なのではないかとさえ思われる。

農林水産省としては、県組合の申請を認めることで愛知県全体の味噌業者に広く、八丁味噌という地理的表示のメリットを行き渡らせたかったのかもしれない。本章の冒頭で述べた準則主義の観点ではその是非は問われるが、「なるべく多くの業者に恩恵を」というのは行政の意識としては必ずしも批判されるべきものではない。つまり事前における管轄官庁の意図としてはこれには合理性もあった。しかし今や、このロジックは輸出においてしか有効でなくなっている。国内市場では、八丁味噌を愛知県の共有財産とするという思惑とは逆の動きや考え方が消費者側で支配的となり、このロジックはもはや破綻しつつある。

具体的数値を示すと、2021年度における味噌の合計出荷量は383,637トンで（食品需給研究センター、2022）、同年度の味噌の合計輸出量は19,653トンである（財務省、2022）。つまり国内向け出荷が94.9%であるのに対し、海外向けは5.1%にすぎない。売上の大部分を占める国内市場に関して、なるべく多くの業者に恩恵をという目論見と事態が逆に振れていることになる。

すなわち現状では、県組合に属するメーカーに損失が生じつつある。消費者は、県の組合と岡崎の老舗二社の対立というよりも、県の組合が岡崎の老舗からそのブランドを奪おうとしているという見方、県組合ないし農林水産省が老舗二社に対し意地悪（いじめ）をしているといった捉え方をしてるのが実態に近い。実際、先に紹介したYAHOO! JAPANニュースに投稿されたコメントでは、前者の後者に対する関係性に関し「意地悪」「商標横取り」「搾取」「蹂躪」等の言葉が使われている。これに関連して「今後は老舗二社以外のものは買わない」等の記述も見られる。端的に言えば、県組合に属するメーカー側にイメージの悪化、ブランドの毀損が発

生しつつある。一連の裁判や審判で農林水産省と県組合が勝訴したり公的な支持を得られたとしても、ブランド忌避と不買が発生することもありうる。

敢えて誤解を恐れずに言うならば、県組合の業者はメインとなるマーケット（国内市場）において、八丁味噌の偽物を作っているメーカー、八丁味噌というブランドを岡崎の老舗二社から奪おうとした（または奪った）悪徳業者という汚名を着せられたまま事業を継続することを余儀なくされかねない。多少乱暴な議論になってしまうが、実態としては偽物や悪徳業者でなくても、消費者側でそれに近い認識形成が進めば、ブランドの毀損と販売面でのマイナスに関しては同じことである。圧倒的に大きな国内向け事業に関してそうであるから、今の流れは全体として見れば、県組合業者の売上に対してマイナス作用が大きいのである。愛知県全体でGI登録のベネフィットを享受するというスキームに乗って動いた県組合としては、これは予期せぬ事態であろう。先に見たようにインターネット上の投稿コメントには岡崎の老舗二社に対する同情論が多いが、県組合の業者も見ようによっては被害者であるとも言える。

対照的に、岡崎市の老舗二社は一連の係争に勝てばGI登録とそれに付随する権利を取り戻せるし、負けても弱者に対する同情論、日本人特有の判官びいきが集まり、販売上プラスに作用する可能性がある。消費者側の認識が「二社のわがまま」となる可能性も考えられたが、そうはなっていない。

前章までで述べてきたように、味噌は私たち日本人の食生活に定着し、日本の食文化で根幹をなす食品で、八丁味噌以外にも津軽味噌、秋田味噌、仙台味噌、信州味噌など地域ブランド化しているものがある。同じ傾向を持つ牛肉において、前沢牛、米沢牛、近江牛、但馬牛、特産松坂牛というように、いくつかの登録が行われているように、これらの味噌についても今後、GI登録申請が次々に行われる可能性がある。

地理的表示法で生産者団体の地理的範囲に関する基準を規定していない以上、あるいはこれを規定することが困難である以上、八丁味噌に関して生じた問題は、これらがGI保護を申請した場合にも生ずる可能性がある。さらには味噌以外の製品に関して同じ問題が生じることはありうる。むしろ裁判に

なるような大きな紛争が生じたのは八丁味噌が初めてという方が不思議なくらいである。

欧米の食生活で味噌に相当する位置を占めていると言えるのはチーズで、実際、ヨーロッパではギリシャの生産者団体によるGI登録に対しデンマーク等の団体が異論を唱えるとか、チェコの団体による登録に対しドイツとオーストリアの業者組合が異議を申し立てるといった事態が発生している。参考までに述べると、2022年6月現在、隣国の韓国では米、りんご、ぶどう、唐辛子、にんにくの登録が比較的多いが、前述したように韓国では制度の枠組み内で取消審判を起こす機会が保証されているので、訴訟に発展する前に協議し結論を出すことが可能である¹⁸⁾。

ヨーロッパでも前述した異国間での紛争も含めてトラブル発生リスクを想定し、前述したようにGI保護制度に異議申し立ての規定を設けている。複数の国を対象としなければならないEUと、効力の及ぶ範囲として基本的に国内だけを想定すればよい日本ではやや事情が異なるものの、日本における利害調整のあり方には多少甘さがあるのでなかろうか。すなわち地理的表示法では意見書送付とこれに関する学識経験者の回答に関する条項はあるが、EUにおける異議申し立てと、日本における意見書の送付では学識経験者の意識も異なってくる。異議申し立てならば、対立関係にある両者の主張をよく聞き、綿密に調査を行い、裁定を示すという意識になるだろうが、意見書を見せられた位では本気でこうしたことに取り組むという気持ちにはならない可能性がある。極論すれば、部外者の単なる意見としてしか捉えないかもしれない。

Ⅶ. 結 び

本論文は地理的表示保護制度に関し、利害関係者間の紛争防止を回避するための日本独自の取り組み、事前協議の仕組み導入を提案した。法律の専門家ではない筆者のこの提案には立法面の難しさがある可能性も否定できないが、もしそうならば制度の運用上の工夫で八丁味噌と同種の問題が起きるのを食い止められないであろうか。

謝 辞：匿名査読者の方には有意義な助言と指摘を頂いた。この場を借りて心よりの感謝を申し上げた

い。本研究は科学研究費・基盤研究（C）課題番号20K01879の助成を受けて行った調査研究の一部である。

注

- 1) 銀太刀は一種のたちうおである。
- 2) 内閣府（2022）における経済活動別国内総生産（GDP）構成比で同じ1%を占めるのは電子部品・電子デバイス製造で、たとえば印刷業、情報通信機器製造はこの半分の0.5パーセント程である。
- 3) 麹菌の性質と日本の食文化におけるその位置付けについては、合資会社八丁味噌（カクキュー）の玄侘館における「食育メッセ」パネル展示の説明がわかりやすい。そこには次のようにある。「日本の国菌は麹菌です。2006年に日本醸造学会で認定されました。学術的には『アスペルギルスオリゼ』というカビの一種で、日本の醸造文化には欠かせません。日本の高温多湿の風土に適した日本独特のカビで、日本にしか本来なかった有用な微生物です。カビを食品加工に利用する国は、日本以外には中国や韓国、東南アジア地域にありますが、なかでも麹菌を使った発酵文化は日本独特のものです」。
- 4) 本論文では味噌の起源についてこれ以上立ち入らない。
- 5) 個人的印象では、味噌煮込みうどんの汁にこれが使われていることが多い。なお赤だしは八丁味噌または豆味噌の通称として使われるものの、厳密には八丁味噌に米味噌などを加えた合わせ味噌である。赤だしという言い方はなされても、かつお節や昆布等の「だし」が加えられているわけではない。
- 6) 誰が「醸造業を始めた」のかという主体については記載がないものの、この地で味噌作りを行っていたとされる早川家か大田家のどちらかであると推定される。
- 7) 距離、地名ともに、丁と町、両方の漢字が使われていた。1丁（1町）は60間で約109メートル、1間は畳の縦の長さである。なお徳川家康の居城には、ほかに浜松城等もある。
- 8) 後に述べるように「八丁味噌」という表示の使用権に関して2022年7月現在、法廷で係争中であるが、岡崎市のこの資料は裁判が始まる前に発行されたものである。
- 9) この後に紹介する文書、八丁味噌協同組合（2019）『「八丁味噌」GI問題、これまでの経緯について』では、愛知県味噌溜醤油工業協同組合は「他の組合」となっ

ている。

- 10) 2022年6月に、当該プロセスに関し農林水産省にヒヤリングさせてほしい旨、電話で申し込んだところ、裁判になっている案件なので対応できないということであった。ただし電話応対者の口調は大変丁寧で真摯であった。
- 11) だからこそ八丁味噌のGI登録に関して農林水産省は積極的に関与したと見ることもできる。
- 12) 特にチーズを巡る紛争が多く、たとえばギリシャの生産者団体がGI登録を行ったフェタチーズに対し、デンマーク、ドイツ、フランスの生産者が異を唱えたというケースがある。
- 13) 一例をあげると、草加せんべいには草加地区手焼煎餅協同組合と草加煎餅協同組合の二つの生産者団体がある。2022年7月現在、GI登録はなされていないものの、両団体の合意により「草加せんべい」という商標はどちらの団体に加入する業者も使用可能となっている。
- 14) 同サイトに投稿されたコメントにおいて、県組合の方に属する業者が製造する味噌を表現する言葉には、ほかに「八丁味噌風」「八丁味噌もどき」「バッタもん」「偽物」「コピー商品」がある。
- 15) 中立ないし不明である（C）の割合が比較的大きいのは、初期段階すなわちこの記事がYAHOO! JAPANニュースに掲載された直後に投稿されたコメントは「こんな制度があるとは知らなかった」「味噌はおいしければそれでいい」といったように1行で終わり、立場の識別が困難なものが多いためである。
- 16) 表3には、2022年7月29日に当該記事にアクセスした際に表示されたソートも並び替えも行っていない初期状態（デフォルト）のリストで、単純に上から20件を載せている。
- 17) ちなみに仙台味噌は仙台藩藩主の伊達政宗により愛好された。「仙台」の命名前であるが、豊臣秀吉の朝鮮出兵に同行した際にこれを持参したところ、おいしくて日持ちが良いことから他の武将にうらやましがられた等、これにも伝承や逸話が色々ある。
- 18) 日本でも有名な高麗人参製品については、登録主体が社団法人高麗人参連合会となっており、生産地が韓国各地に存在し、国全体としてこれを戦略的輸出品に位置付けていることがうかがえる。

文 献

<書籍・論文>

- 阿部晃太郎, 2019: 豆みそ文化, 武士も愛す, 湿度高く普及, 煮込んで増すコク(ナゴヤのトリセツ). 日本経済新聞, 8.20, 21.
- 秋山豊延, 2018: 地理的表示保護制度(GI制度)について. 畜産の情報, **341**, 2-5.
- 藤村浩二, 2017: 地理的表示保護制度概要(商標制度利用者向け). 特許研究, **63**, 59-71.
- 五明紀春, 2013: 味噌の科学と食塩. そるえんす(ソルト・サイエンス研究財団機関誌), **6**, 2-8.
- 八丁味噌の地理的表示登録に関する第三者委員会(八丁味噌に関する第三者委員会), 2021: 「八丁味噌」の地理的表示登録に関する第三者委員会報告書. 東京, 28p.
- 一島英治, 2004: 日本の国菌コウジキン. 醸協, **99**, 83.
- カクキュー八丁味噌, 2022: 三河路の名所八丁味噌の郷(パンフレット). 岡崎, 14p.
- 内藤恵久・須田文明・羽子田知子, 2012: 地理的表示の保護制度について-EUの地理的表示保護制度と我が国への制度の導入-. 農林水産省農林水産政策研究所, 東京, 397p.
- 農山漁村文化協会, 1995: 人づくり風土記23(江戸時代)-ふるさとの知恵, 愛知-. 東京, 381p.
- 岡崎市, 2016: 岡崎市歴史的風致維持向上計画-未来へつむぐ歴史まちづくり-. 岡崎, 361p.
- 瀬川奈都子・藤井将太, 2018: ご当地産品, 絶えぬ本家争い-地財保護, まとめ役不在, ブランド急増, 摩擦の種に(真相深層)-. 日本経済新聞, 5.22, 2.
- 渡邊敦光, 2010: お味噌の効能. 醸協, **105**, 714-723.
- 吉原精行, 1961: 豆味噌と溜(1)-その歴史的解説-. 日本醸造協会雑誌, **56**, 50-53.

<新聞記事>

※発行年月日順。日本経済新聞は名古屋発行版である。末尾の数字は第何面掲載かを示す。執筆者明示のいわゆる署名入り記事は前掲の<書籍・論文等>に記載してある。

- 日本経済新聞: ブランド論争の老舗2社, 追加登録すれば「八丁味噌」OK, 政府, 答弁書を閣議決定, 2018.3.21, 21.
- 日本経済新聞: 「八丁味噌」国に調整要望, 岡崎市議会で意見書可決, 2018.3.23, 21.
- 日本経済新聞: 八丁味噌論争, 「国が調整を」, 岡崎市長が要望, 2018.3.28, 21.
- 日経速報ニュースアーカイブ: 八丁味噌, 製法巡る論争続く, GI制度で老舗2社が対象外, 2018.5.5.
- 日本経済新聞: 八丁味噌, 論争続く, GI制度, 老舗2社が対象外, 老舗「伝統は曲げられぬ」, 国「基準認めて登録を」, 2018.5.6, 21.
- 日本経済新聞夕刊: 「八丁味噌」登録, 見直し求め署名, 岡崎の老舗2社など, 2018.5.29, 36.
- 日本経済新聞: 八丁味噌巡り消費者庁に請願, 岡崎の2社, 2018.11.16, 21.
- 日経速報ニュースアーカイブ: 「八丁味噌」老舗の主張一部認める, 地理的表示で答申, 2019.10.16.
- 日本経済新聞: 八丁味噌の登録「適当」, 地理的表示保護で第三者委, 2021.3.16, 21.
- 日本経済新聞: 老舗業者の不服請求棄却, 八丁味噌登録巡り農水省, 2021.3.20, 21.
- 日本経済新聞: 八丁味噌の登録, 取り消しを求める, 老舗業者が提訴, 2021.9.25, 地方経済面・中部, 7.
- 日経流通新聞(日経MJ): 八丁味噌の郷(愛知県岡崎市)-食を豊かにする伝統の調味料-, 2022.2.24, 9.
- 日本経済新聞夕刊: 「八丁味噌」巡る老舗の訴え却下, 東京地裁, 2022.6.29, 11.

<インターネット>

- 弁護士ドットコム: 八丁味噌裁判, 敗訴の老舗が徹底抗戦の構え, 社長「命ある限り, この問題に取り組む」, YAHOO! JAPANニュース, 2022年7月4日配信
<https://news.yahoo.co.jp/articles/6fdabff1c6b008d2a07c86fb70f89f701c009b54>, 図表作成閲覧: 2022年7月29日, 最終閲覧: 2022年8月27日.
- 八丁味噌協同組合, 2019: 「八丁味噌」GI問題, これまでの経緯について
<https://www.hatcho.jp/pdf/document02.pdf>, 最終閲覧: 2022年8月27日.
- 農林水産省食料産業局, 2016: 地理的表示法について-特定農林水産物等の名称の保護に関する法律-
http://www.jsapa.or.jp/pdf/m_outline/H28Tokubetukoen.

pdf), 最終閲覧: 2022年8月27日.

農林水産省輸出・国際局, 2022: 地理的表示法について

－特定農林水産物等の名称の保護に関する法律－

https://www.maff.go.jp/j/shokusan/gi_act/outline/attach/pdf/index-14.pdf, 最終閲覧: 2022年8月27日.

<統計資料>

内閣府, 2022: 国民経済計算.

食品需給研究センター, 2022: 生産動向.

財務省, 2022: 貿易統計.

<法規資料>

Council of the European Union, 2006: Council Regulation No 510/2006 of 20 March 2006 on the Protection of Geographical Indications and Designations of Origin for Agricultural Products and Foodstuffs.

農産物品質管理法 (韓国).

特定農林水産物等の名称の保護に関する法律 (日本).

秋田県沖日本海東縁部のまつ海山から得られた火山岩試料 のK-Ar年代と全岩化学組成

酒寄淳史^{1*}・塚脇真二²・大場 司³・林 信太郎⁴

2022年9月30日受付, Received 30 September 2022

2022年11月28日受理, Accepted 28 November 2022

K-Ar Age and Whole-rock Chemical Composition of Volcanic Rock from the Matsu Seamount in the Eastern Marginal Section of the Sea of Japan off Akita Prefecture

Atsushi SAKAYORI^{1*}, Shinji TSUKAWAKI², Tsukasa OHBA³
and Shintaro HAYASHI⁴

Abstract

We confirmed the K-Ar age and whole-rock major and trace element compositions of a volcanic rock sample from the Matsu Seamount, located in the northeastern marginal section of the Yamato Basin in the Sea of Japan. K-Ar analyses of the groundmass fraction and separated plagioclase suggest that the seamount was formed about 10Ma. The sample from the seamount is orthopyroxene-clinopyroxene trachyandesite with 58wt.% SiO₂. It differs from trachyandesites from Quaternary volcanoes in the Northeast Honshu arc in terms of lower Rb and Ba, and higher Nb contents. The Zr/Nb ratio of the trachyandesite suggests an ocean island basalts (OIB) affinity. On the other hand, higher Rb/Nb and K/Nb ratios than those seen in OIB are indicative of the presence of subduction-derived components in its magma.

Key Words: Matsu Seamount, K-Ar age, trace element composition, Yamato Basin, Sea of Japan

キーワード: まつ海山, K-Ar年代, 微量元素組成, 大和海盆, 日本海

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)

² 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 (Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan)

³ 秋田大学大学院国際資源学研究所 〒010-8502秋田県秋田市手形学園町1-1 (Graduate School of International Resource Sciences, Akita University, 1-1 Tegatagakuen-cho, Akita, 010-8502 Japan)

⁴ 秋田大学大学院教育学研究科 〒010-8502秋田県秋田市手形学園町1-1 (Graduate School of Education, Akita University, 1-1 Tegatagakuen-cho, Akita, 010-8502 Japan)

* 連絡著者 (Author for correspondence)

I. はじめに

本州弧と日本海のほぼ中央にある大和礁の間に形成された大和海盆には、海山や海丘が多数存在し、南西から北東にのびた分布を呈する広義の大和海山列を形成している (Kimura *et al.*, 1987など)。この海盆内の3つの海山 (大和, 明洋, 明洋第2) と1つの海丘からの火山岩試料について, Kaneoka *et al.* (1990) は ^{40}Ar - ^{39}Ar 年代測定を行い, その全年代とプラト年代から大和海山列が約10 ~ 17Maに形成されたと結論した。まつ海山は大和海盆北部の東縁部に位置し, その地下には日本海形成によって伸張・薄化したとされる大陸地殻が分布している (西坂ほか, 2001)。まつ海山の年代については, Ueno *et al.* (1974) がその火山岩試料から約4.2Maと, 大和海山列の他の海山や海丘の年代よりも明らかに若いK-Ar年代を報告している。

海洋研究船淡青丸による日本海の研究航海KT03-10 (2001年7月14日~20日) において, まつ海山の山頂部から火山岩試料が採取された (Tsukawaki *et al.*, 2005)。筆者らはこの火山岩試料から石基と斜長石を分離し, それぞれについてK-Ar年代を求めた。また, これまで不明だったまつ海山の試料の全岩化学組成についても, 主要元素と微量元素の分析を行った。それらの結果を報告する。

II. 採取地点と試料の岩石記載

火山岩試料の採取地点を図1に示す。まつ海山は秋田県男鹿半島西方に位置し, 大和海山列の中でも最も東北本州弧に近い海山である。試料は, まつ海山の山頂部 (北緯 $39^{\circ} 31.723'$, 東経 $138^{\circ} 10.989'$) の水深約946mから, オケアン式グラブ型採泥器により採取した (Tsukawaki *et al.*, 2005)。Ryan *et al.* (2009) による海底地形図が描くまつ海山の形状はほぼ円錐で近似でき, その底面は直径約7km, その比高は約1250mである。これらの数値を使って体積を概算すると, 約 $1.6 \times 10^{10} \text{ m}^3$ と見積もられる。

得られた火山岩試料は, 長径が約10cmの垂円礫状の火山岩である。試料内部は比較的新鮮であり, 灰白色で柱状を呈する斑晶と黒色の石基からなる斑状組織を示す。また, 発泡の跡と思われる径1mm以下の孔隙がしばしば認められる。

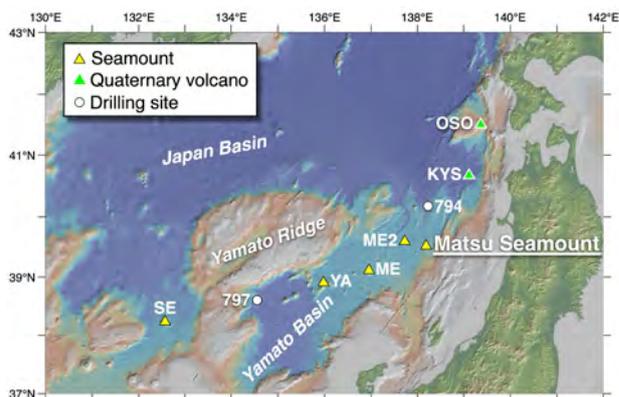


図1 まつ海山の位置。ME2, 明洋第2海山; ME, 明洋海山; YA, 大和海山; SE, 清風海山; OSO, 渡島大島火山; KYS, 久六島西方海底火山。図中の794と797は, Ocean Drilling Program (ODP) Leg 127と128の掘削サイトを示す。本図はGeoMapApp (www.geomapp.org) / CC BY / CC BY (Ryan *et al.*, 2009) を利用して作成した。

Fig. 1 Location of Matsu Seamount. ME2, Meiyō Daini Seamount; ME, Meiyō Seamount; YA, Yamato Seamount; SE, Seifu Seamount; OSO, Oshima-Oshima Volcano; KYS, Kyurokujima Seiho Submarine Volcano. 794 and 797 are the drilling sites of the Ocean Drilling Program (ODP) Leg 127 and 128. Figure made with GeoMapApp (www.geomapp.org) / CC BY / CC BY (Ryan *et al.*, 2009).



図2 岩石試料の偏光顕微鏡写真 (下方ポーラーのみ)。se, 二次的鉱物 (緑泥石や粘土鉱物); v, 孔隙。ほかの略字は表1のものと同じである。

Fig. 2 Photomicrograph of the studied rock sample (plane-polarized light). se, secondary minerals (chlorite and clay minerals); v, vesicle. The other abbreviations as for Table 1.

火山岩試料から薄片を作製し, ポイントカウンティング法によるモード組成を測定した。その結果を表1に示す。岩石薄片に含まれる斑晶は, 斜長石 (最大径4.4mm) が主体であり, 単斜輝石 (同2.1mm)

表1 モード組成 (vol.%)。gm, 石基; pl, 斜長石; cpx, 単斜輝石; opx, 直方輝石; op, 不透明酸化鈹物; ph, 斑晶 (>0.5mm); mph, 微斑晶 (0.05~0.5mm)。

Table 1 Modal composition (vol.%) of the sample from Matsu Seamount. gm, groundmass; pl, plagioclase; cpx, clinopyroxene; opx, orthopyroxene; op, opaque oxide mineral; ph, phenocrysts (>0.5mm); mph, microphenocrysts (0.05-0.5mm).

gm	pl	cpx	opx	op	vesicle
69.8	ph	23.3	1.4	0.9	0.0
	mph	3.0	0.3	0.4	0.5

と直方輝石 (同1.2mm) を副成分とする。微斑晶 (長径0.05 ~ 0.5mm) では, これらの鈹物に不透明酸化鈹物 (最大径0.4mm) が加わる。石基は針状の斜長石, 粒状の輝石や不透明酸化鈹物, およびそれらの間を埋める淡褐色ガラスから主に構成される。発泡による孔隙が薄片全体の約12vol.%を占めており, その内部には緑泥石や粘土鈹物などが二次的に生じている場合が多い (図2)。同様の二次的鈹物は, 孔隙以外にも火山岩塊の割れ目を埋めていることもあるが, 鈹物自体が変質している様子は観察されない。

Ueno *et al.* (1974) が研究対象としたまつ海山の試料も, 採取地点の水深 (975m) などより海山の山頂部から採取したと推定される。その岩石は, 斜長石, 単斜輝石, 直方輝石, 少量の磁鉄鈹を斑晶として含む安山岩と記載されており, 本研究の試料と似た特徴を有する。

III. 分析方法

1) K-Ar年代測定

試料の調整および年代測定は, (株) 蒜山地質年代学研究所に依頼した。石基および斑晶や微斑晶を構成する斜長石の分離・濃集は次のような手順で行われた。火山岩塊試料を岩石切断機, ハンマー, および鉄乳鉢を使って小片化し, 洗浄と乾燥を繰り返しながら粒子のサイズを60 ~ 80メッシュに揃える。この過程で, 斑晶や風化部分を取り除き, 永久磁石で強磁性鈹物を除去する。再度, 60 ~ 80メッシュに揃えた後, 電磁分離機を用いて斑晶と強磁性鈹物を除去し, 石基を濃集させる。石基に付着した塩分を取り除くために約70℃の脱イオン水で脱塩処理を行い, 年代測定用の石基試料とした。次に, 斜長石試料の調整である。石基の分離・濃集で使わなかつ

た80メッシュ以下の試料を80 ~ 200メッシュにサイズを揃え, 永久磁石で強磁性鈹物を取り除く。それを100 ~ 200メッシュに揃え, 電磁分離機を用いて斜長石を分離・濃集させる。さらに, 変質鈹物を除去して斜長石の純度を高めるために, 約70℃のホットプレート上で塩酸処理を行う。最後に脱塩処理を実施し, 年代測定用の斜長石試料とした。以上の作業内容については, 八木 (2006) に詳しく述べられている。

Kの分析は2000ppmのCsを緩衝剤とした炎光光度法を, Arの分析は³⁸Arをスパイクとした同位体稀釈法をそれぞれ用いた (長尾ほか, 1984; Itaya *et al.*, 1991)。Kについては1試料につき2回の分析を行って, 試料の均質さや再現性に問題がないことを確認し (平均値に対する2回の分析結果の差が2%未満を基準とする), それらの平均値を年代計算に用いた。

2) 全岩化学組成分析

主要元素と微量元素の分析は, 秋田大学の蛍光X線分析装置 (PHILIPS社製PW1400) を使用し, ガラスビード法で行った。ガラスビードの希釈率は, 岩石試料1:融剤5とした。試料の強熱減量 (LOI) は, 900℃に熱したマッフル炉で岩石の粉末試料を3時間加熱することで決定した。

IV. K-Ar年代

表2に, 石基試料と斜長石試料から得られた年代測定の結果を示す。石基試料に関しては, Ar同位体比測定を2回実施し, それぞれについて算出した年代値の平均を試料の年代とした。どちらの試料に関しても非放射性起源⁴⁰Arの含有量は40%台であり, 大気Ar混入による年代値への影響は十分に小さい。得られた年代値は, 石基試料が $9.30 \pm 0.18\text{Ma}$ (平均) であり, 斜長石試料がそれより1Maほど古い $10.33 \pm 0.56\text{Ma}$ である。

海洋底から採取された火山岩試料のK-Ar年代については, 変質によるKの付加や放射性⁴⁰Arの逸脱ならびに急冷ガラス中に残された過剰⁴⁰Arなどの問題が存在する (Kaneoka, 1986など)。本試料においては, 変質による二次的鈹物が孔隙や割れ目などに観察されるため, 石基試料ではそれらの鈹物を可能な範囲で取り除き, また, 斜長石に関しては塩酸処

表2 K-Ar年代. 年代値の算出には, 壊変定数 $\lambda_{\beta}(^{40}\text{K})=4.962 \times 10^{-10}/\text{年}$, $\lambda_{\alpha}(^{40}\text{K})=0.581 \times 10^{-10}/\text{年}$, および $^{40}\text{K}/\text{K}=0.0001167$ (原子数比) (Steiger and Jäger, 1977) を用いた. 年代の平均値は, 津久井ほか (1985) の方法に従って求めた.

Table 2 K-Ar age of the sample from Matsu Seamount. Decay constants used to calculate ages and ^{40}K content in K are after Steiger and Jäger (1977). $\lambda_{\alpha}=0.581 \times 10^{-10}/\text{year}$, $\lambda_{\beta}=4.962 \times 10^{-10}/\text{year}$, $^{40}\text{K}/\text{K}=1.167 \times 10^{-4}$. Mean age is calculated using the formula by Tsukui et al. (1986).

Material	K (wt.%)	Radiogenic ^{40}Ar (10^{-8}ccSTp/g)	K-Ar age (Ma)	Non-radiogenic ^{40}Ar (%)	Mean age (Ma)
groundmass	2.703 ± 0.054	97.6 ± 1.9	9.29 ± 0.26	44.1	9.30 ± 0.18
		97.8 ± 1.9	9.30 ± 0.26	43.4	
plagioclase	0.196 ± 0.010	7.88 ± 0.17	10.33 ± 0.56	46.6	

理を施してその純度を高めた上で, それぞれ年代測定を行った. 斜長石試料の年代については, 変質の問題および急冷ガラスに含まれる過剰 ^{40}Ar の影響をほぼ回避できる. また, 過剰 ^{40}Ar の存在が指摘されている径1cmを超えるような石英や斜長石の巨大斑晶 (板谷・長尾, 1988など) は, まつ海山の火山岩試料にはみられない. 斜長石試料が10.3Maの年代を示し, 石基試料からもそれに比較的近い9.3Maの年代が得られたことから, まつ海山から採取された火山岩試料のK-Ar年代は約10Maとみなすことができる.

一方, Ueno *et al.* (1974) によって報告されたまつ海山の火山岩試料のK-Ar年代は4.16 ± 0.16Maであり, 本研究で得られた年代より約600万年も若い. 彼らが測定した試料は本研究の試料と顕微鏡下における性質が類似するのみならず, 報告にある K_2O (2.11wt.%), Rb (53.2ppm), およびSr (503ppm) の含有量に関しても似ており (表3), まつ海山由来のものであることに疑いは無い. この年代の不一致が, まつ海山における活動時期の違いを表している可能性はないだろうか. 日本の陸上火山における長期的な噴出率は $10^5 \sim 10^6\text{m}^3/\text{年}$ 程度, 大陸内部のカルデラ火山やホットスポット火山ではそれぞれ約 $10^6\text{m}^3/\text{年}$ と $10^7\text{m}^3/\text{年}$ である (小屋口, 2008). これらのデータを用いて, 先に見積もったまつ海山の体積 (約 $1.6 \times 10^{10}\text{m}^3$) から火山の寿命を求めると, 長くても数十万年程度と見積もられる. すなわち, まつ海山の活動期間内で, 約600万年におよぶK-Ar年代の違いを説明するのは現実的ではない.

Ueno *et al.* (1974) が報告したまつ海山のK-Ar年代について, その共著者でもある兼岡 (1991) は,

表3 全岩化学組成. 主要元素組成は全鉄を FeO^* として無水合計100%に再計算した値である. LOIは強熱減量を表す.

Table 3 Whole rock analyses of the sample from Matsu Seamount. Major element oxides recalculated to sum to 100 wt.% volatile-free and with all Fe as FeO^* . LOI, loss on ignition.

SiO_2 (wt.%)	58.44
TiO_2	0.98
Al_2O_3	19.07
FeO^*	6.36
MnO	0.14
MgO	1.59
CaO	6.72
Na_2O	3.92
K_2O	2.46
P_2O_5	0.32
LOI	1.67
V (ppm)	104
Cr	9
Co	14
Ni	7
Cu	12
Zn	89
Rb	51
Sr	491
Y	30
Zr	179
Nb	22
Ba	324
Pb	4

試料における変質の影響を考慮し, 最小の年代値を示すと考えた方がよいとも述べている. 今回, より信頼性の高い年代が得られたことで, まつ海山は約

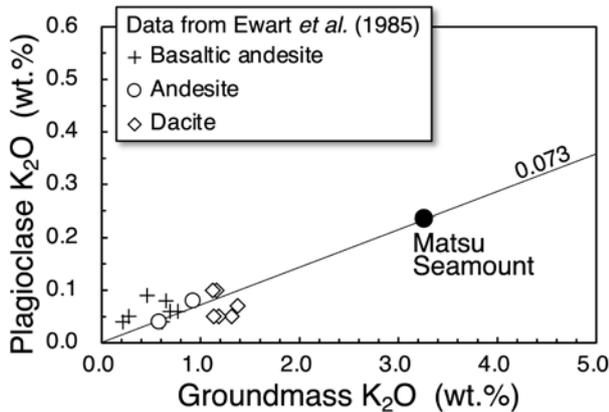


図3 斜長石斑晶と石基の K_2O 含有量の関係。斜線は、まつ海山の試料における斜長石と石基の間の見かけの分配係数を表す。玄武岩質安山岩、安山岩、およびデイサイトに関するデータは、Ewart *et al.* (1973) による。

Fig. 3 Concentration of K_2O in coexisting plagioclase phenocrysts and groundmass. A diagonal line indicates an apparent partition coefficient between plagioclase and groundmass for the volcanic rock from the Matsu seamount. Data for basaltic andesite, andesite, and dacite are from Ewart *et al.* (1973).

10Maに形成されたと考えるのが妥当であろう。これは、Kaneoka *et al.* (1990) による大和海山列の形成年代(約10～17Ma)とも矛盾しない。

V. 全岩化学組成

1) 変質の影響

全岩化学組成の分析結果を表3に示す。本試料のLOIは約1.7wt.%であり、全岩化学組成に及ぼす変質の影響は小さいと想像される。一方で、岩石試料の孔隙や割れ目には二次的鉱物が生じており(図2)、これらを完全には除去できていない状態で化学組成が求められている。以下では、変質作用で移動しやすいLIL元素(Large ion lithophile elements)の一つであるKの全岩組成に対する評価を、年代測定試料の分析値(表2)を用いて試みた。

図3は、斜長石と石基における K_2O 含有量の関係を示している。この図には、Ewart *et al.* (1973) による玄武岩質安山岩～デイサイトから分離した斜長石斑晶と石基の分析値も示した。引用した火山岩では、玄武岩質安山岩マグマの分別結晶作用によって組成多様性が説明でき(Ewart *et al.*, 1973)、斑晶と石基が化学的に平衡関係にあることが期待できる。まつ海山の斜長石試料は、引用した斜長石より2.4

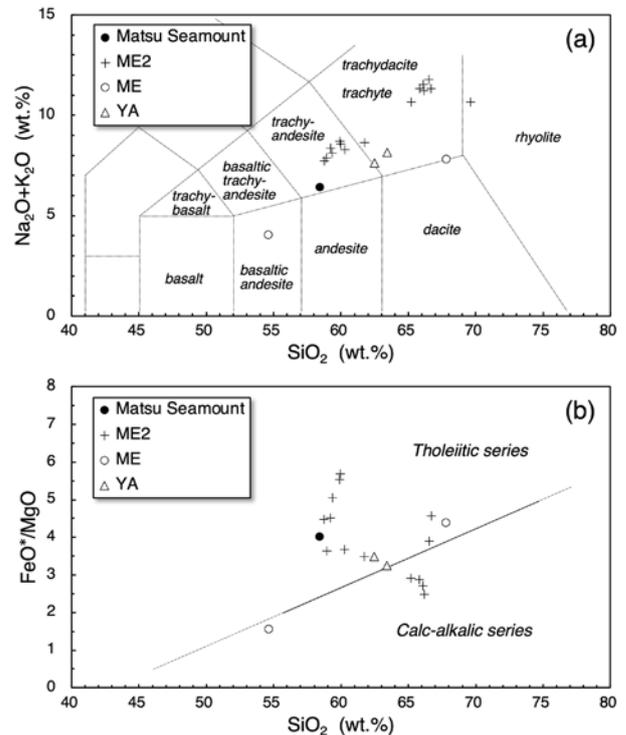


図4 大和海山列の火山岩試料に対する(a) Na_2O+K_2O vs. SiO_2 図 (Le Bas *et al.*, 1986) および (b) FeO^*/MgO vs. SiO_2 図 (Miyashiro, 1974)。まつ海山以外の海山のデータは、Kaneoka *et al.* (1990)とYamashita (1991)による。シンボルに付けた略字は、図1のものと同じである。

Fig. 4 (a) Na_2O+K_2O versus SiO_2 diagram (after Le Bas *et al.*, 1986) and (b) FeO^*/MgO versus SiO_2 diagram (after Miyashiro, 1974) for samples of the Yamato Seamount chain. Data for volcanic rocks of seamounts except Matsu seamount are taken from Kaneoka *et al.* (1990) and Yamashita (1991). Abbreviations for symbol as for Fig. 1.

～6.0倍の K_2O 量を有し、文献の火山岩より K_2O に富むマグマから晶出したことを示唆している。そのKに対する見かけの分配係数(斜長石斑晶のK量/石基のK量)は0.07であり、 SiO_2 量が本岩石試料と似ている文献の安山岩における値(0.06と0.09, Ewart *et al.*, 1973)とも調和的である。

しかしながら、年代測定に用いた石基試料では、その製作過程で二次的鉱物がある程度除去され、全岩分析の試料に比べて変質の影響が軽減されている可能性も考えられる。そこで、表2の石基試料と斜長石試料のK含有量を使って、表1のモード組成から全岩の K_2O 含有量を求めた¹⁾。算出された全岩の K_2O 量は2.33～2.47wt.%であり、全岩の分析値2.46wt.%(表3)とほぼ一致する。以上のことから、全岩化学組成に対する変質の影響は十分に小さいと考えられる。

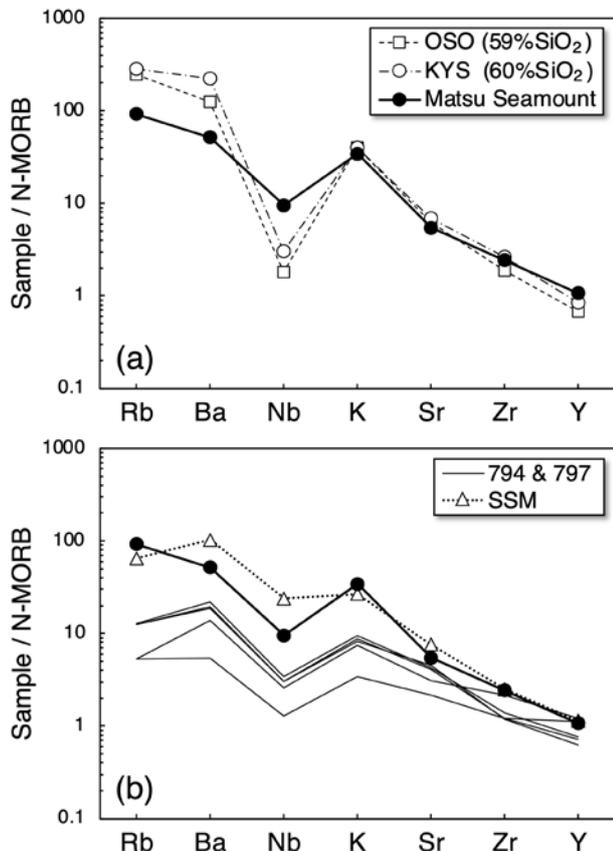


図5 N-MORBに対する元素の規格化パターン図。(a) 第四紀粗面安山岩との比較。OSO, 渡島大島火山 (吉田・青木, 1988); KYS, 久六島西方海底火山 (吉田ほか, 1988)。(b) 日本海の中新世苦鉄質岩との比較。794 & 797, 大和海盆の掘削サイト794と797からの玄武岩やドレライト (LOI<2wt.%) (Allan and Gorton, 1992); SSM, 清風海山の粗面玄武岩 (Morishita *et al.*, 2020)。火山, 海山, および掘削サイトの位置は図1に示す。N-MORBの化学組成は Sun and McDonough (1989)による。

Fig. 5 Multi-element N-MORB normalized abundance diagrams. (a) Shown for comparison are trachyandesites from the Quaternary volcanoes. OSO, that from Oshima-Oshima Volcano (Yoshida and Aoki, 1988); KYS, that from Kyurokujima Seiho Submarine Volcano (Yoshida *et al.*, 1988). (b) Shown for comparison are Miocene mafic rocks in the Sea of Japan. 794 & 797, basalts and dolerites with LOI<2wt.% from drilling sites 794 and 797 in the Yamato Basin (Allan and Gorton, 1992); SSM, trachybasalt from Seifu Seamount (Morishita *et al.*, 2020). See Fig.1 for the location of volcanoes, seamount and drilling sites. Normalising values from Sun & McDonough (1989).

2) 主要元素組成

図4 (a) の $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ vs. SiO_2 図に基づく火山岩の分類では, 本試料は安山岩との境界に近い粗面安山岩 (trachyandesite) の組成を有する。さらに, Na_2O と K_2O の相対量による粗面安山岩の細区分 (Le Bas *et al.*, 1986) では, K_2O に富むタイプのレータイ

ト (latite) に分類される。また, 図4 (b) の FeO^*/MgO 比 vs. SiO_2 図では, 本試料はソレアイト系列 (tholeiitic series) に属する。

大和海山列のうち, 大和, 明洋, および明洋第2の3つの海山については, 岩石試料の全岩化学組成が報告されている。そのほとんどの分析値が, 図4 (a) の粗面安山岩~粗面岩 (trachyte) /粗面デイサイト (trachydacite) の領域に落ちる。主要元素組成における類似性も, まつ海山が大和海山列の火成活動で形成されたことを示唆している。

3) 微量元素組成

中間組成のマグマにおける液相濃集元素に関して, 通常の中央海嶺玄武岩 (N-MORB)で規格化した組成を図5に示す。まつ海山の試料は, 全体的に左上がりの規格化パターンを描き, Nbの位置に凹みが見られる。図5 (a) には, 第四紀東北本州弧で典型的な背弧側火山岩の特徴を有する渡島大島火山と久六島西方海底火山からの粗面安山岩 (吉田・青木, 1988; 吉田ほか, 1988) を比較のために示した。これらに対し, まつ海山の粗面安山岩はK, Sr, Zr, Yについてほぼ似た組成をもつ一方で, Nbに明らかに富み, RbやBaにより乏しい特徴を有する。そのため, まつ海山の試料の規格化パターンは, 沈み込み帯火山岩の特徴であるNbの凹みの程度が, 第四紀粗面安山岩のものより小さい。

また, 図5 (b) では, 日本海の中新世苦鉄質岩との比較を行った。一つは大和海盆の海洋底を構成する玄武岩やドレライトであり (Allan and Gorton, 1992), 約18 ~ 21Maに形成された (Kaneoka *et al.*, 1992)。もう一つは, 約8.3Maの年代を示す清風海山の粗面玄武岩である (Morishita *et al.*, 2020)。これら中新世苦鉄質岩は, 全体的な傾きやNbの凹みの程度に関して, まつ海山の粗面安山岩と比較的似た規格化パターンを描く。

図6は, Zr/Nb比に対するRb/NbおよびK/Nb比の散布図である。これら液相濃集元素どうしの比は, 通常の結晶分化作用では大きく変化せず, ほぼ初生マグマの特徴を反映すると考えられる。図には, N-MORBと海洋島玄武岩 (OIB) の代表的な元素比とともに, 図5で引用した火成岩のデータも示した。まつ海山の試料のZr/Nb比は, N-MORBのそれよりも小さく, OIB的な値を示す。同様の性質は清風海

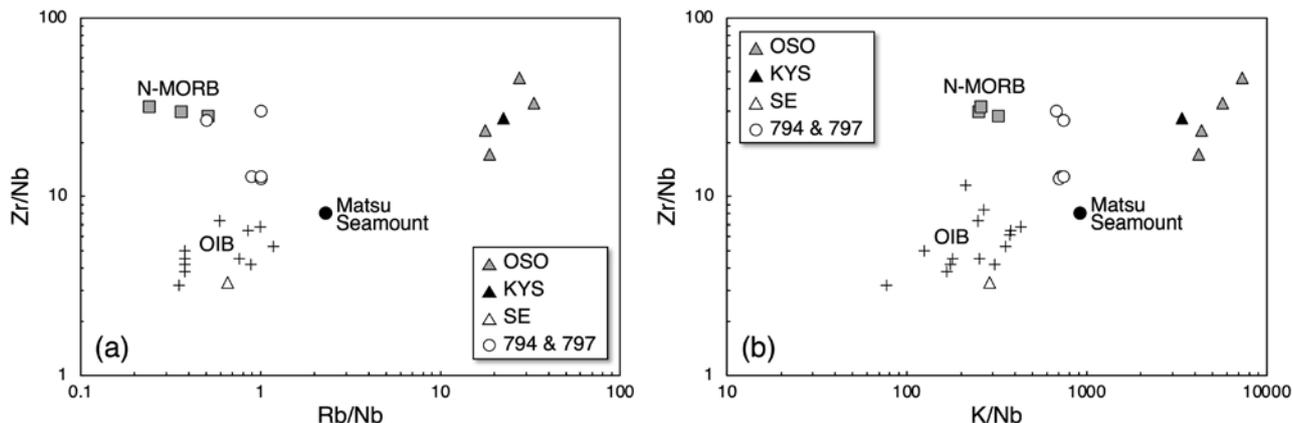


図6 (a) Rb/Nbおよび (b) K/Nb vs. Zr/Nb 図。OSO, 渡島大島火山の粗面玄武岩～粗面安山岩 (吉田・青木, 1988)。ほかの略字と引用元は図5のものと同じである。N-MORBのデータは, Hofmann, (1988), Sun and McDonough (1989), およびGale *et al.*, 2013) による。OIBのデータはWeaver (1991) による。

Fig. 6 (a) Rb/Nb and (b) K/Nb versus Zr/Nb diagrams. OSO, trachybasalt - trachyandesite from Oshima-Oshima Volcano (Yoshida and Aoki, 1988). The other abbreviations and data sources as for Fig.5. N-MORB data from Hofmann (1988), Sun and McDonough (1989) and Gale *et al.* (2013). OIB data from Weaver (1991).

山の試料にもみられ, 日本海拡大後の背弧海盆における火成活動の特徴である。また, そのRb/NbやK/Nb比は, OIBやN-MORBのそれらより大きく, 東北本州弧の第四紀粗面玄武岩～粗面安山岩の値より小さい。結果として, まつ海山の粗面安山岩は, 図6においてOIBと第四紀粗面玄武岩～粗面安山岩との中間的な位置を占める。また, 大和海盆の海洋底および清風海山からの苦鉄質岩に対しても, まつ海山の粗面安山岩はより大きなRb/NbやK/Nb比を有し, 沈み込み帯由来成分 (LIL元素) の寄与がより大きかった可能性を示唆している。これがまつ海山のみの特徴なのか, あるいは大和海山列全体にみられるものなのかは, 比較できるデータが無いため定かではない。

謝 辞: 匿名の査読者からいただいた有益なコメントにより, 本稿は大きく改善された。また, (株) 蒜山地質年代学研究所の八木公史博士には, K-Ar年代測定に関して試料調整の段階から大変お世話になった。以上の方々に厚く御礼申し上げます。

注

¹⁾ 石基と斜長石以外にはKは含まれないとし, 計算には次の密度を用いた: 石基, 2.75 g/cm³; 斜長石, 2.70; 単斜輝石, 3.15; 直方輝石, 3.50; 不透明酸化鉱物, 5.05。表1の微斑晶を斑晶と石基のどちらに含めて計算するか

によって, 全岩のK₂O量は0.14wt.%ほど異なる。

文 献

- Allan, J. F. and Gorton, M. P., 1992: Geochemistry of igneous rocks from Legs 127 and 128, Sea of Japan. *Proceedings of the Ocean Drilling Program Scientific Results*, **127/128**, 905-929.
- Ewart, A., Bryan, W. B. and Gill, J. B., 1973: Mineralogy and geochemistry of the younger volcanic islands of Tonga, S.W. Pacific. *Journal of Petrology*, **14**, 429-465.
- Gale, A., Dalton, C. A., Langmuir, C. H., Su, Y. and Schilling, J. -G., 2013: The mean composition of ocean ridge basalts. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, **14**, 489-518, doi:10.1029/2012GC004334.
- Hofmann, A. W., 1988: Chemical differentiation of the Earth: the relationship between mantle, continental crust, and oceanic crust. *Earth and Planetary Science Letters*, **90**, 297-314.
- 板谷徹丸・長尾敬介, 1988: 100万年より若い火山岩類のK-Ar年代測定. *地質学論集*, **29**, 143-161.
- Itaya, T., Nagao, K., Inoue, K., Honjou, Y., Okada, T. and Ogata, A., 1991: Argon isotope analysis by a newly developed mass spectrometric system for K-Ar dating. *Mineralogical Journal*, **15**, 203-221.
- Kaneoka, I., 1986: Constraints on the time of the evolution of the Japan Sea floor based on radiometric ages. *Journal of*

- Geomagnetism and Geoelectricity*, **38**, 475-485.
- 兼岡一郎, 1991: 日本海の形成時期を探る—放射年代を基にして—。地質ニュース, **442**, 16-29.
- Kaneoka, I., Notsu, K., Takigami, Y., Fujioka, K. and Sakai, H., 1990: Constraints on the evolution of the Japan Sea based on ^{40}Ar - ^{39}Ar ages and Sr isotopic ratios for volcanic rocks of the Yamato Seamount chain in the Japan Sea. *Earth and Planetary Science Letters*, **97**, 211-225.
- Kaneoka, I., Takigami, Y., Takaoka, N., Yamashita, S. and Tamaki, K., 1992: ^{40}Ar - ^{39}Ar analysis of volcanic rocks recovered from the Japan Sea floor: Constraints on the age of formation of the Japan Sea. *Proceedings of the Ocean Drilling Program Scientific Results*, **127/128**, 819-836.
- Kimura, M., Matsuda, T., Sato, H., Kaneoka, I., Tokuyama, H., Kuramoto, S., Oshida, A., Shimamura, K., Tamaki, K., Kinoshita, H. and Uyeda, S., 1987: Report on DELP 1985 cruises in the Japan Sea part VII: Topography and geology of the Yamato Basin and its vicinity. *Bulletin of the Earthquake Research Institute, University of Tokyo*, **62**, 447-483.
- Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A. and Zanettin, B., 1986: A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of Petrology*, **27**, 745-750.
- Miyashiro, A., 1974: Volcanic rock series in island arcs and active continental margins. *American Journal of Science*, **274**, 321-355.
- Morishita, T., Hirano, N., Sumino, H., Sato, H., Shibata, T., Yoshikawa, M., Arai, S., Nauchi, R. and Tamura, A., 2020: Alkali basalt from the Seifu Seamount in the Sea of Japan: post-spreading magmatism in a back-arc setting. *Solid Earth*, **11**, 23-36, <https://doi.org/10.5194/se-11-23-2020>.
- 西坂弘正・篠原雅尚・佐藤利典・日野亮太・望月公廣・笠原順三, 2001: 海底地震計と制御震源を用いた北部大和海盆, 秋田沖日本海東縁部海陸境界域の地震波速度構造. 地震, **54**, 365-379.
- 小屋口剛博, 2008: 火山現象のモデリング. 東京大学出版会, 東京, 638p.
- 長尾敬介・西戸裕嗣・板谷徹丸・緒方惟一, 1984: K-Ar法による年代測定. 岡山理科大学蒜山研究所研究報告, **9**, 19-38.
- Ryan, W. B. F., Carbotte, S. M., Coplan, J. O., O'Hara, S., Melkonian, A., Arko, R., Weissel, R. A., Ferrini, V., Goodwillie, A., Nitsche, F., Bonczkowski, J. and Zemsky, R., 2009: Global Multi-Resolution Topography synthesis. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, **10**, Q03014, <https://doi.org/10.1029/2008GC002332>.
- Steiger, R. H. and Jäger, E., 1977: Subcommission on geochronology: Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. *Earth and Planetary Science Letters*, **36**, 359-362.
- Sun, S. -S. and McDonough, W. F., 1989: Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In Saunders, A.D. and Norry, M.J. eds., *Magmatism in the Ocean Basins*, Geological Society, London, Special Publications, **42**, 313-345.
- 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 Prefectures. *Bulletin Japan Sea Research Institute, Kanazawa University*, **36**, 69-81.
- 津久井雅志・西戸裕嗣・長尾敬介, 1985: 蒜山火山群・大山火山のK-Ar年代. 地質学雑誌, **91**, 279-288.
- Ueno, N., Kaneoka, I. and Ozima, M., 1974: Isotopic ages and strontium isotopic ratios of submarine rocks in the Japan Sea. *Geochemical Journal*, **8**, 157-164.
- Weaver, B. L., 1991: The origin of ocean island basalt end-member compositions: trace element and isotopic constraints. *Earth and Planetary Science Letters*, **104**, 381-397.
- 八木公史, 2006: K-Ar年代測定のための鉍物分離マニュアル. 地質技術, 創刊準備号, 19-25.
- Yamashita, S., 1991: Origin of felsic magmas at Meiyo-Daini seamount in Yamato backarc basin, Japan Sea. *Bulletin of the Volcanological Society of Japan*, **36**, 431-441.
- 吉田武義・青木謙一郎, 1988: 北海道, 渡島大島火山噴出物の微量元素組成. 東北大学核理研研究報告, **21**, 268-280.
- 吉田武義・佐藤博明・青木謙一郎, 1988: 日本海, 九六島西方海底火山噴出物の微量元素組成. 東北大学核理研研究報告, **21**, 256-267.

金沢城鉛瓦と低バックグラウンド γ 線測定

井上睦夫^{1*}

2022年7月4日受付, Received 4 July 2022

2023年1月4日受理, Accepted 4 January 2023

Lead Roof Tiles from Kanazawa Castle and Low-background γ -spectrometry

Mutsuo INOUE^{1*}

Abstract

The use of lead in the roof tiles in the construction of Kanazawa Castle was a unique feature among the castles of Japan. This was done for the purposes of creating a more beautiful appearance, for the storage of surplus lead, for material for bullets in wartime, for reducing the weight of the roof, and so forth. The roof tiles bestow a quaint and whitish appearance to the castle as a result of the passing of time. The castle site was used as the main campus for Kanazawa University following its use as an army base until the end of World War II. When the university moved its campus to another location, the area was converted into a castle park with a beautifully restored castle. The used and depleted ^{210}Pb (half-life, 22.3 years) lead tiles from the castle buildings have been found to serve as important shield materials for Ge detectors used in γ -spectrometry. The Low Level Radioactivity Laboratory at Kanazawa University prepared hand-made shields using castle lead that was discarded during the demolition of the castle buildings. In co-operation with the Ogoya Underground Laboratory (270-meter-thick water equivalent), these lead shields reduced the counting rates of Ge detectors notably to $\sim 1/100$ of ground levels, which corresponded to an improvement of $\sim 1/10$ of the detection limit for low-level radionuclides. In a period of twenty-eight years since 1995, significant research has been conducted using Ge detectors to study geochemistry and radioactive contamination. One notable example included measuring the oceanwide diffusion of low-level radiocesium, which escaped from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant following its flooding during the March 2011 earthquake and tsunami disaster in the Tohoku region of northeastern Japan.

Key Words: Kanazawa Castle, lead tile, ^{210}Pb , γ -spectrometry

キーワード: 金沢城, 鉛瓦, 鉛-210, γ 線測定

¹ 金沢大学環日本海域環境研究センター低レベル放射能実験施設 〒923-1224 石川県能美市和気オ24 (Low Level Radioactivity Laboratory, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Wake O-24, Nomi, 923-1224 Japan)

* 連絡著者 (Author for correspondence)

I. はじめに

江戸時代に栄華を誇った旧加賀藩の金沢城は、廃藩置県以降、現存する重要文化財、石川門、三十間長屋などを除き、度重なる焼失・解体にさらされた。その跡地は、陸軍第九師団司令部から金沢大学、すなわち軍都から学都へと大きな変遷を果たした。城郭内に大学キャンパスが置かれるのは、世界的にみても非常に稀であった。大学移転後は、大規模なお城建物など復元に伴い、金沢城公園として賑わいをみせている(石川県, 2021)。壮麗な金沢城の外観は、お城としては唯一使用される鉛瓦によるところが大きい。一方で、大学移転前のお城建物の解体時に生じた廃棄鉛(古い鉛)は、1980年代以降、放射線測定分野での最高レベルの鉛遮蔽材として有効利用され、特に低レベル γ 線測定に重要な役割を果たしてきた。本稿では、金沢城「鉛瓦」に注目し、江戸時代の金沢城と現在稼働中の金沢大学尾小屋地下測定室(石川県小松市)との時代を超えた繋がり、さらには γ 線測定への貢献をまとめた。

II. 金沢城の鉛瓦

日本各地には多くの名城が存在し、天守閣のみならず、石垣、内装装飾(襖絵など)やその歴史的背景といった特徴は、お城ファンを魅了する。一方で、屋根瓦が話題の中心となることは多くはないが、これも独自の目的に対応した様々な素材から成っており興味深い。お城の屋根は、黒っぽい粘土瓦が主流である。例外的に、防水、凍害防止目的のため、福島県会津若松城特有の赤色瓦は粘土瓦が焼き物釉薬で塗られたもの、福井県丸岡城では石瓦が使用されている。粘土瓦に対し、金属瓦は少数派ではあるが、重要な位置を占める。瓦形の木材に銅板が葺かれた名古屋城、大阪城の屋根は、錆びた銅の薄い緑色を示す。銅の腐食防止効果や抗菌効果の他、当時希少な銅の屋根は権威の象徴でもあった。

金沢城の鉛瓦をめぐる歴史および目的は、小澤・堀木(2014)や金沢城公園HP(2022)などに、まとめられている。江戸城の天守閣(1657年の大火で焼失)は、鉛葺きであったが、現在大部分の建物に鉛瓦が葺かれるのは金沢城のみであり(木の屋根に、 ~ 2 mm厚の鉛板が張り付けられている)、1600年

代中頃、五代藩主前田綱紀公のころから引き継がれる。加賀藩二代藩主前田利長公の菩提寺である富山県高岡市の瑞龍寺にも、同様の鉛瓦が使用される。金沢城の屋根瓦に鉛が使用された目的としては、以下の通り、諸説があげられてきた。

- i) 美的外観のため - 趣のある白い屋根瓦 - : 江戸時代の古文書には、「鉛瓦を使用したのは、名城の姿を壮麗にするため」と記されている。
- ii) 貨幣鑄造禁止に伴う過剰鉛の転用: 徳川幕府による金銀売買禁止(1665年)および各藩の貨幣鑄造禁止(1667年)により、金や銀の精錬用の鉛が余剰となった(鉛瓦使用開始の時期と重なる)。鉛の蓄財も兼ねる(金銀も鑄込まれた?)。
- iii) 戦時に備えての銃弾材料: 江戸時代最大の外様大名、加賀藩のお取りつぶしに備えた「弾丸材料説」は、金沢大学の城内キャンパス時には有力説であった。
- iv) 屋根の軽量化(軽い木材が大部分)、凍害防止に有効、など。
現実的には、これらの目的が、複合的に絡み合っているものと推測される。

III. 鉛瓦の化学

1953～1959年の石川門修繕時に鑄直された鉛は、「ほとんど雑物を取り除く作業をしなくてよいほどの良質の鉛であった」とされる(本浄ほか, 1990)。これは、金沢城鉛瓦の純度が97%以上という蛍光X線分析の結果(小澤・堀木, 2014)とも矛盾しない。さらに、貯蓄のため金沢城鉛瓦へ金銀が鑄込まれたという言い伝えもあった。これに対し、鉛瓦の中性子照射後の γ 線測定の結果、 ^{198}Au (半減期2.7日)、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ (半減期235日)の評価より、鉛瓦中の銀はもともと鉱石中に存在している程度(0.074%)、金は検出限界以下($< 0.002\%$)であることが明らかにされた(阪上, 1982)。一方、銅に由来する ^{64}Cu (半減期12.8時間)、 ^{66}Cu (半減期5.1分)が確認されており、鑄造工程中の添加、銅の分離不十分があげられた。鉛瓦では、硬さや耐酸性を高めるため、0.06%～0.08%の銅が添加されたともある(金沢城公園HP, 2022)。

屋根に葺かれた鉛板(Pb)の表面は、二酸化炭素と雨水の反応により、数年が経過すると主に鉛白(塩

a



b



図1 金沢城鉛瓦の鉛白 : a) 石川門. b) 三十間長屋 (鉛白化が顕著でない場所もみられる ; 破線内側).
Fig. 1 White lead in roof tiles in a) Ishikawamon Gate and b) Sanjikken Nagaya Stonehouse in Kanazawa Castle Park. In part, the whitish appearance is not significant (within the dotted line).

基性炭酸鉛; $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) の白色を示す。鉛白は、古くから利用されてきた隠蔽力の大きい白色顔料である。鉛瓦表面の化学組成の詳細は不明であるが、その複雑な色合いは、葺かれた位置や年代およびわずかな化学組成の違いが反映されている (図1)。例えば、鋳直後60年以上が経過した石川門の屋根瓦でさえ、雨風にさられにくい家紋部や軒下瓦の鉛白化は顕著でない (図1a)。一方、1966～1968年に屋根の張替えが行われた三十間長屋では、新造の鉛瓦は白くなったが、屋根の半分を覆う鉛版再利用の鉛瓦はわずかな化学組成と違いを反映し、茶色く変色した (北國新聞, 2020) (図1b)。これら鉛瓦の鉛白化は表面のみであり、その大部分は純度の高い鉛金属として、数百年にわたる時間の経過にさらされてきた。

金沢城建物は、廃城以降の度重なる火災 (特に、1881年の大火では多くの城内建物が焼失) による鉛の溶融、さらに酸性雨などの影響による鉛瓦からの鉛汚染も無視できない。鉛瓦の土壌への寄与は、城内に群生する耐鉛性のシダ植物、ヘビノネゴザにみられた (本浄ほか, 1984)。また、In-situ 蛍光X線測定の実用により、石川門石段や三十間長屋軒下で調査された (Sakanoue *et al.*, 1981)。

IV. γ 線遮蔽材としての鉛瓦

γ 線測定では、高密度物質で、ゲルマニウム (Ge) 検出器の検出部を周囲からの放射線より遮蔽する必要がある。原子番号82の鉛は、密度が非常に高い (11.3 g/cm^3)、安価である、加工しやすいことから、最も一般的なGe検出器の遮蔽材である。さらに、低バックグラウンド γ 線測定を目的とする場合、低バックグラウンド仕様のGe検出器の使用はもちろんのこと、検出部ヘッド部分を取り巻く遮蔽材の吟味が重要となる (Hult *et al.*, 2013)。一方、現在の遮蔽用鉛にはウラン系列の天然放射性核種 ^{210}Pb (半減期22.3年) が含まれる。 ^{210}Pb はそれ自身が γ 線を放出するほか、その娘核種 ^{210}Bi が放出する β 線 (最大1.16 MeV) の制動放射線による γ 線バックグラウンドレベルの上昇をもたらす (島ほか, 1980; 小村, 2000, 2006; Hurtado *et al.*, 2003)。この ^{210}Pb は、堆積物の堆積速度やエアロゾル動態研究などの指標核種 ^{210}Pb (金井, 2000) の直接検出のみならず、多く

の微弱放射性核種の検出を妨害する。遮蔽材の ^{210}Pb 濃度は、主に元の鉛鉱石の産地などを反映する一方、鉛からの化学分離は不可能であるゆえ、鉛材の化学的純度とも無関係である (Inoue and Komura, 2007)。ウラン系列親核種との分離後 (すなわち鉛の精錬後)、 ^{210}Pb は半減期22.3年で壊変を続けることから (図2a)、古い鉛は遮蔽材として非常に貴重である。その究極例は、ローマ時代の沈没船から引き揚げられた鉛の延べ棒であろう (^{210}Pb 濃度は、現代鉛 $\sim 150 \text{ Bq/kg-Pb}$ に対し、 $< \sim 1 \text{ Bq/kg-Pb}$; Alessandrello *et al.*, 1991)。イタリアのグラン・サッソ国立研究所の地下測定室では、この鉛が素粒子物理学、ニュートリノ研究などに使用された (Nosengo, 2010)。

金沢大学は、全国でも有数の、放射線測定、さらにはこれを利用した研究の盛んな大学である。焼失をまぬがれ金沢城建物の解体時に生じた廃棄用鉛は、当時の城内キャンパス敷地内に保管されていた。これら鉛の鋳造年および城内での設置位置は不明であったが、現代鉛 (化学試薬) との ^{210}Pb の γ 線の比較から、 ^{210}Pb の寄与はみられず (Ge検出器のバックグラウンドレベルに相当; Inoue and Komura, 2007) (図2b, c)、娘核種 ^{210}Bi の β 線測定でも、検出限界以下 ($< 3 \text{ Bq/kg-Pb}$) であった (上杉ほか, 1982)。またとない γ 線測定のための遮蔽材とされた。1980年代後半より、金沢大学低レベル放射能実験施設 (Low Level Radioactivity Laboratory; LLRL) の阪上正信教授、小村和久教授 (当時助教授) の研究グループは、金沢城鉛瓦 (図3a) の遮蔽材としての利用を精力的に進めた。鉛瓦表面のブラッシングによる降下物由来の ^{210}Pb 除去の後、ブロック鉛への鋳直を業者に依頼した。一方、鉛 (融点 327°C) は加工しやすいことから、Ge検出器ヘッド (図3b) を取り巻く遮蔽材、例えば検出部を覆う大きめの遮蔽材は (図3c)、家庭用コンロと料理鍋により、その形状に合わせ鋳形された。これら鉛遮蔽材は、放射線測定分野では、「金沢城鉛」として有名である。他の工業的利用もあり、 ^{210}Pb 濃度の保証付きの鉛は購入も可能であるが、高価らしい。貴重な金沢城鉛の遮蔽材は、Ge検出器に面した内側での使用が効果的である。放射能研究施設の閉鎖の際、遮蔽用鉛を回収するのも有効な方法である。例えば、1960年代に稼働 (1999年閉鎖) の千葉県鋸山地下測定室 (Tanaka *et al.*, 1967) で使用された遮蔽鉛は、鋳造後半減期

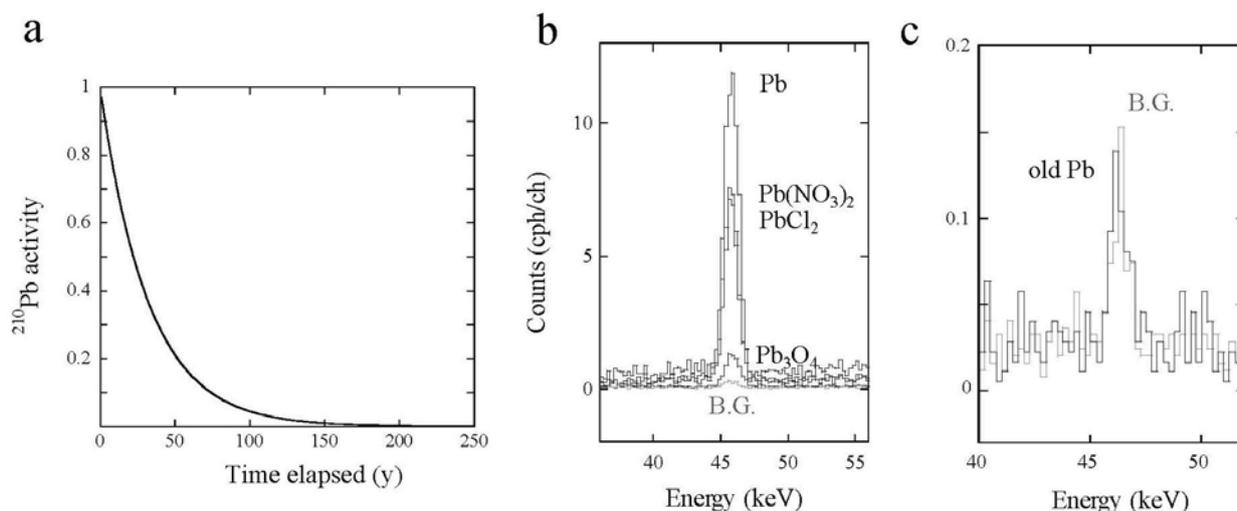


図2 a) 半減期(22.3年)を反映した ^{210}Pb 壊変と, b) 化学試薬中の現代鉛(10–20 g-Pb) およびc) 金沢城鉛(190 g)の ^{210}Pb の γ 線ピーク(46 keV) (試薬, 金沢城鉛は, それぞれ尾小屋地下測定室の井戸型および平板型Ge検出器による; B.G.は検出器のバックグラウンド) (Inoue and Komura, 2007).

Fig. 2 a) Radioactive decay of ^{210}Pb (half-life: 22.3 years), b) γ -ray peaks of ^{210}Pb (46 keV) of modern lead in chemical reagents (10–20 g-Pb), and c) lead from Kanazawa Castle (190 g). Low-background γ -spectrometry was conducted using b) a well-type and c) a planar-type Ge detector located in Ogoya Underground Laboratory. B.G. indicates “background” in each detector.

の3倍が経過 (^{210}Pb 濃度は, 当初の $\sim 1/8$ に相当) しており, 貴重である。地上レベルに設置の一般的なGe検出器においても, 通常レベルの鉛から鋸山測定室の鉛遮蔽材への交換および遮蔽の追加, 組み直しにより, γ 線バックグラウンドレベルが従来の $1/2$ 程度に改善されている (小藤, 未公表)。

一方で, 鉄も鉛同様, 有効な遮蔽材とされるが, 溶鉱炉の壁に埋め込まれた ^{60}Co のため, 戦後の鉄は妨害核種 ^{60}Co を含む。LLRLでは, 戦艦「陸奥」(1921年竣工, 1943年沈没, 1971年引き揚げ) より切り出した鉄材2トンを買取り, 金沢城鉛とともに, 遮蔽材として使用している (北國新聞, 1972, 2012)。また, さらなる γ 線バックグラウンドレベル低減には, Ge検出器の設置環境が重要で, 特に地下測定室の有効性が知られる (Laubenstein *et al.*, 2004)。LLRLでは, 地下測定室の候補地として, 御母衣地下発電所 (LLRL, 1984), 手取川ダムなどを調査した。最終的には, ウラン含有量が低い凝灰岩から構成されラドンガスなど空間線量が低いことやアクセスにも便利であることを考慮し, 小松市の尾小屋銅鉱山跡の通行止めであったトンネル内の水深換算270 m地点に決定した (図4)。1991年から整備を開始, 1995年に, 低バックグラウンド γ 線測定に特化した尾小屋地下測定室とし, 本格的に稼働を始

めた。金沢城鉛に加え, 陸奥鉄の遮蔽材としての使用, さらには地下測定室の利用による宇宙線寄与の低減を反映し, Ge検出器の γ 線バックグラウンド総カウント数が地上レベルの $\sim 1/100$ (50–2000 keV領域) と, 世界屈指の低バックグラウンド γ 線測定が可能となった (Hamajima and Komura, 2004; 小村, 2006)。これは目的核種の検出限界濃度の, およそ $1/10$ レベルへの低減に相当する。本測定システムは低レベル放射性核種をトレーサーに利用した研究に大きな進歩をもたらした。

V. おわりに

幸運にも, 金沢大学の城内キャンパスからの移転時に, 金沢城建物解体時に生じた廃棄用鉛瓦の, γ 線測定用検出器の遮蔽材としての使用許可が得られた。加賀藩横山家が操業の尾小屋鉱山に残るトンネルとともに, 加賀藩の遺産が, 数百年後に金沢大学の先端化学のため, 再度花開くことになったのである。尾小屋地下測定室は, 環境放射能の拠点として, 2011年福島第一原子力発電所事故における放射能影響評価研究, 例えば日本海における原発由来の放射性セシウムの供給・循環パターンの解析では, まさに中心的役割を果たした (井上, 2022)。さらに,



図3 a) 金沢城鉛瓦に使用された鉛板, b) Ge検出部ヘッドおよびc) ヘッド形状に合わせ鑄形された鉛の遮蔽材.
 Fig. 3 a) A lead plate from the roof of Kanazawa Castle, b) Ge detector head, and c) hand-made lead shield prepared to fit the space around the detector head.



図4 石川県小松市の金沢大学尾小屋地下測定室への入り口と内部トンネル (中央建物は尾小屋鉱山資料館).
 Fig. 4 Entrance to Ogoya Underground Laboratory (Kanazawa University), inside tunnel, and buildings of public Ogoya Mine Museum in Komatsu, Ishikawa.

海水、堆積物、エアロゾル、地球外物質などを対象とした地球化学的研究にも、貴重な測定結果を提供してきた (Komura and Hamajima, 2004)。金沢城鉛の他、陸奥鉄、鉾山跡トンネルも利用した唯一無二の実験施設として、今後も関連研究分野の進歩に、できる限りの貢献ができればと考えている。尾小屋地下測定室を利用した研究内容は、LLRL年報 (1991～2022) を参照されたい。

なお、先述の通り鉛瓦の使用目的は明らかではないが、白く趣のある鉛瓦は、金沢城の比類なき美観にまぎれもなく貢献していよう。2020年に完成の鼠多門の鉛瓦の色合いにも、既に位置を反映したコントラストが現れており、興味深い。ぜひ皆様にも、機会があれば、金沢城公園を訪問されることをお勧めしたい。

謝辞: 日本海洋科学振興財団の小藤久毅博士には、本総説の準備段階において、貴重な情報をいただいた。

文 献

- Alessandrello, A., Cattadori, C., Fiorentini, G., Fiorini E., Gervasio, G., Heusser, G., Mezzorani, G., Pernicka, E., Quarati, P., Salvi, D., Sverzellati, P. and Zanotti, L., 1991: Measurements on radioactivity of ancient roman lead to be used as shield in searches for rare events. *Nuclear Instrument and Methods in Physics Research*, **B61**, 106-117.
- Hamajima, Y. and Komura, K., 2004: Background components of Ge detectors in Ogoya underground laboratory. *Applied Radiation and Isotopes*, **61**, 179-183.
- 北國新聞, 1972: 戦艦「陸奥」の鉄材 金大で第二の奉公 こんどは平和利用として. 1972年3月11日朝刊, 北國新聞社.
- 北國新聞, 2012: 戦艦陸奥 今も現役 遮蔽材に「変身」. 2012年6月24日朝刊, 北國新聞社.
- 北國新聞, 2020: 「三十間長屋の屋根瓦一新」. 2020年12月3日朝刊, 北國新聞社.
- 本浄高治・八田昭夫・谷口 陽, 1984: 指標植物中の重金属の状態分布: 金沢城鉛瓦による汚染地域に群落をなすシダ植物ヘビノネゴザの鉛の集積と耐性について. *植物地理・分類研究*, **32**, 68-80.
- 本浄高治・中西 孝・日吉芳朗, 1990: 化学風土記-わが街の化学史跡-4. 加賀藩にゆかりのある史跡と人物. *化学と教育* (日本化学会), **38**, 675-679.
- Hult, M., Lutter, G., Yüksel, A., Marissens, G., Misiaszek, M. and Rosengård, U., 2013: Comparison of background in underground HPGe-detectors in different lead shield configurations. *Applied Radiation and Isotopes*, **81**, 103-108.
- Hurtado, S., García-Tenorio, R. and Garcia-Leon, M., 2003: ²¹⁰Pb determination in lead shields for low-level γ -spectrometry applying two independent radiometric techniques. *Nuclear Instrument and Methods in Physics Research*, **A497**, 381-388.
- Inoue, M. and Komura, K., 2007: Determination of radionuclides in chemical reagents by low-background γ -spectrometry and application of the coprecipitation method to seawater samples. *Radioisotopes*, **56**, 77-82.
- 井上睦夫, 2022: 日本海における¹³⁴Csの供給と循環. *月刊海洋*, **54**, 511-517.
- 石川県, 2021: 史跡金沢城跡の経緯・現状. <https://www.pref.ishikawa.lg.jp/kouen/siro/01seibikeikaku/ninomarugoten/documents/siryou1.pdf>, 最終閲覧:2022年1月3日.
- 金井 豊, 2000: 鉛の地球化学-ウラン系列核種²¹⁰Pbの堆積学的応用法を中心として-. *地質ニュース*, **556**, 20-34.
- 金沢城公園HP, 2022: www.pref.ishikawa.jp/siro-niwa/kanazawajou, 最終閲覧:2022年12月8日.
- 金沢大学低レベル放射能実験施設 (LLRL), 1984: 御母衣ダム地下設置バックグラウンド放射能測定設備周辺の環境放射能. 年報LLRL-AR-8, p7.
- 金沢大学低レベル放射能実験施設 (LLRL), 1991-2022: 年報LLRL-AR-15 ~ 46. <https://www.ki-net.kanazawa-u.ac.jp/result/publishing/radiation/>, 最終閲覧:2022年12月8日.
- 小村和久, 2000: 極低レベル放射能測定. *ぶんせき*, **12**, 730-735.
- Komura, K. and Hamajima, Y., 2004: Ogoya underground laboratory for the measurement of extremely low levels of environmental radioactivity: review of recent projects carried out at OUL. *Applied Radiation and Isotopes*, **61**, 185-189.
- 小村和久, 2006: 低レベル・超低レベル放射能測定の基礎. *Radioisotopes*, **55**, 233-243.
- Laubenstein, M., Hult, M., Gasparro, J., Arnold, D., Neumaier, S., Heusser, G., Köhler, M., Povinec, P., Reyss, J.-L.,

- Schwaiger, M. and Theodórsson, P., 2004: Underground measurements of radioactivity. *Applied Radiation and Isotopes*, **61**, 167–172.
- Nosengo, N., 2010: Roman ingots to shield particle detector. *Nature*, <https://doi.org/10.1038/news.2010.186>, 最終閲覧: 2022年12月23日.
- 小澤一弘・堀木真美子, 2014: 鉛瓦小稿－金沢城の鉛瓦－. 愛知県埋蔵文化財センター研究紀要, **15**, 1–12.
- 阪上正信, 1982: 金銀（鍍金・箔）と鉛（瓦・顔料）の材料科学. 材料科学, **19**, 11–17.
- Sakanoue, M., Maruo, Y. and Komura, K., 1981: In-situ low-level γ ray spectrometry and X ray fluorescence analysis. *Methods of Low Level Counting and Spectrometry*. STI/PUB/289. IAEA, Vienna, 105–124.
- 島 邦博・見原 猛・梅谷啓二・三雲 昂, 1980: 鉛遮蔽材を使用した γ 線バックグラウンドスペクトルにおける鉛KX線の発生要因－ ^{210}Bi の β 線制動放射の影響について－. *Radioisotopes*, **29**, 363–367.
- Tanaka, S., Sakamoto, K. and Takagi, J., 1967: An extremely low-level gamma-ray spectrometer. *Nuclear Instrument and Methods in Physics Research*, **56**, 319–321.
- 上杉正樹・佐藤兼章・宮野敬治・樋口英雄, 1982: 鉛地金中の ^{210}Pb の定量. *Radioisotopes*, **31**, 131–134.

環日本海域環境研究センター附属植物園の 貯水池の植物相と植生

荒木祐二^{1*}・塚脇真二²・本田匡人²

2023年1月23日受理, Accepted 23 January 2023

Flora and Vegetation of the Fresh-water Reservoir in the Botanical Garden at the Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

Yuji ARAKI^{1*}, Shinji TSUKAWAKI² and Masato HONDA²

Abstract

The botanical garden at the Institute of Nature and Environmental Technology at Kanazawa University, has a fresh-water reservoir. Several endangered species such as *Hydrocharis dubia* have been identified in this reservoir. Flora and vegetation surveys were carried out from October 2021 to May 2022. As a result, 53 vascular plants were described, including 7 which were designated as endangered species in Ishikawa Prefecture. More than half of the water surface of the reservoir was covered with floating-leaf plants (*H. dubia*), and the presence of submerged plants such as *Hydrilla verticillata* and *Ceratophyllum demersum* was confirmed under the water surface. Moreover, some invasive alien species such as *Solidago altissima* were observed in places where soil was deposited.

Key Words: aquatic plant, conservation, endangered species, flora, vegetation

キーワード: 水生植物, フロラ, 植生, 絶滅危惧種, 保全

I. はじめに

石川県内では2,549種の維管束植物が確認されており, そのうち720種が絶滅危惧種に指定されている(石川県絶滅危惧植物調査会(編), 2020)。絶滅危惧種の数は, 2010年の報告に比べて73種増加している。わが国の生物多様性は, 開発など人間活動による危機, 自然に対する働きかけの縮小による危機,

人間により持ち込まれたものによる危機, 地球環境の変化による危機の4つの危機に直面している(生物多様性国家戦略2012-2020)。絶滅危惧種の動態に注目することで, 人々が自然環境の変化を認識し, それを改善する機会を得られるようになると指摘されている(佐伯ほか, 2013)。

日本に生育する水草のおよそ3分の1の種が絶滅危惧種に選定されている(生物多様性国家戦略2012-

¹ 埼玉大学教育学部 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保255 (Faculty of Education, Saitama University, Simookubo, Sakura-ku, Saitama, 338-8570 Japan) / 金沢大学環日本海域環境研究センター外来研究員 (Visiting Researcher, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University)

² 金沢大学環日本海研究センター 〒920-1192 石川県金沢市角間町 (The Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa, 920-1192 Japan)

* 連絡著者 (Author for correspondence)

2020)。湿原は生物多様性の豊かな生態系でありながらも、人為的な影響を受けやすい脆弱な存在である（生物多様性国家戦略2012-2020）。湿地では外来水生植物の野生化が顕著に確認されており、日本各地の湧水域における水生植物相を調査した角野（2020）は、外来水生植物が広く侵入・定着している実態を明らかにしている。湿地における生物多様性の保全に向けて、日本国内の湿地生態系における水生植物に関する情報のさらなる充実が求められている。

筆者らは、金沢大学環日本海域環境研究センター附属植物園（以下、附属植物園）内の貯水池にて2021年10～11月に植物相調査を行い、トチカガミをはじめとする絶滅危惧種に指定されている水生植物を確認した。本稿では、2021年10月～2022年5月に実施した植物相調査、および2021年10月と2022年5月に実施した植生調査の結果を報告する。

II. 調査地の概要

附属植物園は、金沢大学角間キャンパスの南東部の海拔約140mに位置し、管理研究棟、実験温室、鉢棚上屋、実験圃場、貯水池、水草用水槽等の設備から構成されている（図1：附属植物園HP）。平成7

年に管理研究棟が完成し、貯水池もこの時期に整備されたものである。この貯水池は長辺12.2m×短辺8.0mの長方形を呈しており、面積はおよそ97.6m²である。貯水池内の北東と北西の角の2カ所に水道があり年間を通して注水されている。貯水池内の水は、南西の角の部分から用水路へ排水される。また、貯水池の東側にはコンクリートで固められた水草用水槽（6m×5m）があり、深さ約70cmで水を張って水生植物を育成している。

金沢地方気象台における2012～2021年の観測データ（気象庁HP）をもとに、逡減率0.55℃/mとして算出した調査地のWIは113.5～123.6℃・月、CIは-6.9～0.0℃・月であり、平均年降水量は2,598mm/年である。潜在自然植生は常緑広葉樹林帯であり（福岡・岩瀬，2005）、ヤブツバキクラス域の植生域に相当する（古池，1983）。

III. 調査方法

1) 植物相調査

植物相調査は2021年10月、2021年11月、2022年3月、および2022年5月に実施した。現地の踏査にもとづいて貯水池内の出現種を記録した。植物名は原

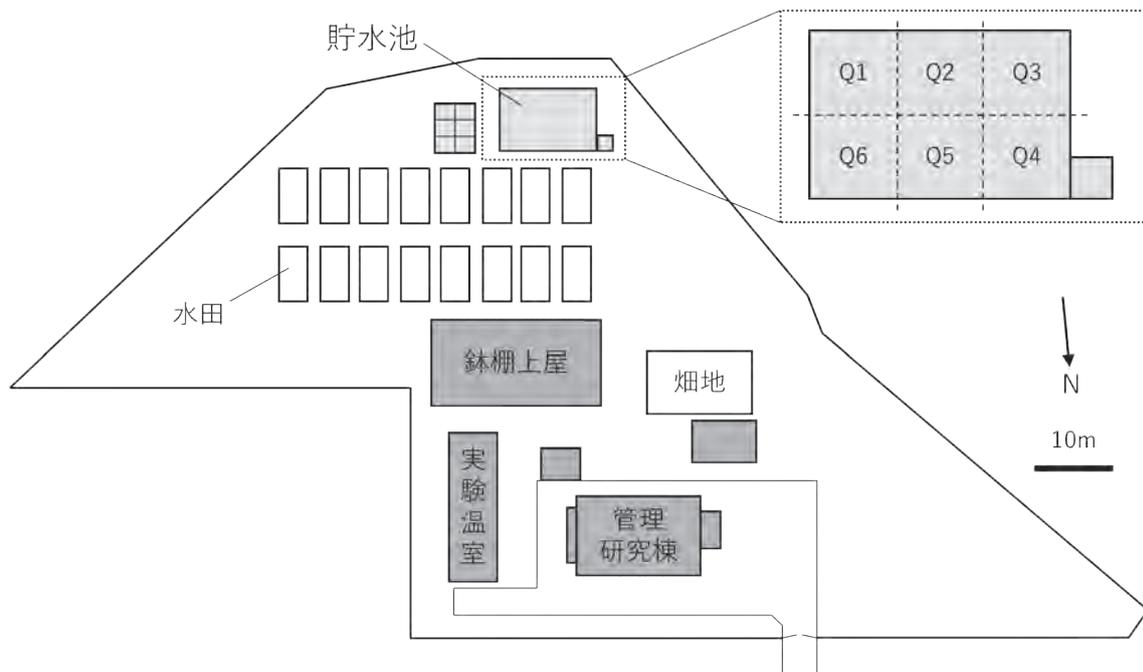


図1 環日本海域環境研究センター附属植物園における貯水池の位置。図の右上に貯水池を6分割した植生調査番号（Q1～6）を表す。

Fig. 1 Location of the reservoir in the Botanical Garden and six quadrats (Q1-6) on vegetation survey.

則として植物和名・学名インデックスYListに従った。不明種の同定にあたっては「日本水草図鑑」(角野, 1994)を参照し、絶滅危惧種の選定には「いしかわレッドデータブック2020 <植物編>」(石川県絶滅危惧植物調査会(編), 2020)を用いた。本稿では、水生植物を沈水植物、浮葉植物、浮遊植物、抽水植物の4タイプの生育形(角野, 2014)に分類して表記した。なお、本報告では貯水池内に出現した植物のみを記載し、水草用水槽で育成されている植物は調査対象外とした。

2) 植生調査

貯水池における植生調査は、2021年10月および2022年5月に実施した(図1)。貯水池内を6分割して方形区(4m×4m)を設置し、植物社会学的手法による植生調査を行った。各方形区では植生高と植被率とを調べた上で、個々の出現種について被度と群度をBraun-Blanquet(1964)に準じた基準に従って評価した。また、2021年10月の調査時には貯水池の現存植生図を描いた。

IV. 結果と考察

1) 植物相

出現総数として35科53種の維管束植物が確認された(表1)。その内訳は、シダ植物が2種、種子植物が51種であった。種子植物としては、5種の基部双子葉類、16種の単子葉類、30種の真正双子葉類が確認された。

1-1) 水生植物

貯水池は常に湛水された状態にあることから水生植物の出現が顕著に認められた。浮葉植物のトチカガミをはじめ、浮遊植物のイヌタヌキモやアオウキクサ、沈水植物のクロモやマツモ、抽水植物のマコモやハンゲショウ、カキツバタなどが生育していた。

1-2) 絶滅危惧種

全53種のうち「いしかわレッドデータブック2020 <植物編>」に記載のある植物が7種認められた。絶滅危惧IA類(I(CR))はトチカガミ1種のみ、絶滅危惧IB類(I(EN))はマツモとミツガシワの2種、絶滅危惧II類(II)はクロモの1種、準絶滅危惧(NT)はヒツジグサ、ハンゲショウ、イヌタヌキモの3種であった。とりわけ、トチカガミは絶滅危惧IA類(I(CR))

に指定されていることから、石川県内での野生絶滅が懸念される貴重な存在といえる。

トチカガミは、本州、四国、九州の湖沼に分布する多年草の浮葉植物で、8～10月に水面に白色の花を咲かせる。トチカガミは富栄養の湖沼、ため池、水路などに群生するが、都市化などの人間活動が淡水生態系の不可逆的な劣化を引き起こすことから、その生息地の減少が危惧されている(角野, 1994)。

なお、石川県では絶滅危惧種に指定されていないものの、環境省(2019)の基準で絶滅危惧II類(VU)とされるハナノキが実生の状態で確認された。ハナノキは附属植物園の門付近くに植栽されている落葉性高木であり、その実生が貯水池内に定着したものと推測される。

1-3) 外来種

貯水池内には外来種として、オランダガラシ、アメリカセンダングサ、セイタカアワダチソウの3種が確認された。2016年に公表された「我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト」において、オランダガラシとセイタカアワダチソウは重点対策外来種に区分され、甚大な被害が予想されるため対策の必要性が高い外来種と位置付けられている。オランダガラシは、角野(2020)が全国201カ所の湧水域を調べて、外来種としてもっとも出現頻度が高かった種として報告している。食用として栽培されたものが逸脱した可能性があり、今後、分布域を広げて在来種と競合しないか注視すべきものである。アメリカセンダングサは、その他の総合対策外来種に指定されている。なお、セイタカアワダチソウは、日本の侵略的外来種ワースト100(日本生態学会(編), 2002)にも含まれており、貯水池内へ侵入しないよう特段の注意が必要である。

2) 植生

貯水池の水面は、浮葉植物のトチカガミによってその南側から中央にかけての範囲が広く覆われていた(図2)。トチカガミの葉の下には、沈水植物のクロモやマツモ、浮遊植物のイヌタヌキモといった水生植物が広く認められた。

貯水池には土壌が堆積しているところが4ヶ所ほど認められ、なかでも南東角には2m×5mほどの面積にわたって土壌が堆積しており、ここは踏み込む足が沈まない程度の水分と硬度を呈していた。また、

表1 貯水池の植物相.

Table 1 Flora of the reservoir.

大分類・科名	学名	和名	レッドリスト		備考
			石川県 2020	環境省 2019	
PTERIDOPHYTA シダ植物					
Equisetaceae	トクサ科 <i>Equisetum arvense</i> L.	スギナ			
Osmundaceae	ゼンマイ科 <i>Osmunda japonica</i> Thunb.	ゼンマイ			
SPERMATOPHYTA 種子植物					
ANGIOSPERMAE 被子植物					
Basal Angiosperms 基部双子葉類					
Nymphaeaceae	スイレン科 <i>Nymphaea tetragona</i> Georgi var. <i>angusta</i> Casp.	ヒツジグサ	NT		
Saururaceae	ドクダミ科 <i>Houttuynia cordata</i> Thunb. <i>Saururus chinensis</i> (Lour.) Baill.	ドクダミ ハンゲショウ	NT		
Magnoliaceae	モクレン科 <i>Magnolia kobus</i> DC.	コブシ			
Lauraceae	クスノキ科 <i>Neolitsea sericea</i> (Blume) Koidz.	シロダモ			
MONOCOTYLEDONS 単子葉類					
Araceae	サトイモ科 <i>Lemna aoukikusa</i> Beppu et Murata subsp. <i>aoukikusa</i>	アオウキクサ			
Hydrocharitaceae	トチカガミ科 <i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid. <i>Hydrilla verticillata</i> (L.f.) Royle <i>Hydrocharis dubia</i> (Blume) Backer	ウキクサ クロモ トチカガミ	II I(CR)	NT	
Iridaceae	アヤメ科 <i>Iris laevigata</i> Fisch.	カキツバタ			
Commelinaceae	ツユクサ科 <i>Commelina communis</i> L.	ツユクサ			
Typhaceae	ガマ科 <i>Typha latifolia</i> L.	ガマ			
Cyperaceae	カヤツリグサ科 <i>Carex maximowiczii</i> Miq. var. <i>maximowiczii</i> <i>Carex leucochlora</i> Bunge var. <i>leucochlora</i> <i>Carex thunbergii</i> Steud. var. <i>thunbergii</i>	ゴウソ アオスゲ アゼスゲ			
Poaceae	イネ科 <i>Isachne globosa</i> (Thunb.) O.Kuntze <i>Leersia japonica</i> (Honda) Makino ex Honda <i>Miscanthus sinensis</i> Anderss. <i>Poa sphondyloides</i> Trin. <i>Zizania latifolia</i> (Griseb.) Turcz. ex Stapf <i>Ceratophyllum demersum</i> L.	チゴザサ アシカキ ススキ イチゴツナギ マコモ マツモ		I(EN)	
Ceratophyllaceae	マツモ科				
Eudicotyledons 真正双子葉類					
Lardizabalaceae	アケビ科 <i>Akebia quinata</i> (Thunb.) Decaisne <i>Akebia trifoliata</i> (Thunb.) Koidz.	アケビ ミツバアケビ			
Menispermaceae	ツツラフジ科 <i>Cocculus trilobus</i> (Thunb.) DC.	アオツツラフジ			
Saururaceae	ドクダミ科 <i>Houttuynia cordata</i> Thunb.	ドクダミ			
Rosaceae	バラ科 <i>Padus buergeriana</i> (Miq.) T.T.Yü et T.C.Ku <i>Potentilla hebiichigo</i> Yonek. et H. Ohashi <i>Ampelopsis glandulosa</i> (Wall.) Momiy. var. <i>heterophylla</i> (Thunb.) Momiy.	イヌザクラ ヘビイチゴ ノブドウ			
Vitaceae	ブドウ科 <i>Parthenocissus tricuspidata</i> (Siebold et Zucc.) Planch.	ツタ			
Betulaceae	カバノキ科 <i>Alnus japonica</i> (Thunb.) Steud.	ハンノキ			
Celastraceae	ニシキギ科 <i>Euonymus fortunei</i> (Turcz.) Hand.-Mazz.	ツルマサキ			
Violaceae	スミレ科 <i>Viola verecunda</i> A.Gray var. <i>verecunda</i>	ツボスミレ			
Lythraceae	ミソハギ科 <i>Lythrum anceps</i> (Koehne) Makino	ミソハギ			
Staphyleaceae	ミツバウツギ科 <i>Staphylea bumalda</i> DC.	ミツバウツギ			植栽木
Sapindaceae	ムクロジ科 <i>Acer amoenum</i> Carrière var. <i>matsumurae</i> (Koidz.) K.Ogata <i>Acer pycnanthum</i> K.Koch	ヤマモミジ ハナノキ			植栽木
Rutaceae	ミカン科 <i>Zanthoxylum ailanthoides</i> Siebold et Zucc. var. <i>ailanthoides</i>	カラスザンショウ		VU	植栽逸脱実生
Brassicaceae	アブラナ科 <i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	オランダガラシ			重点対策外来種
Polygonaceae	タデ科 <i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold et Zucc.) H.Gross var. <i>thunbergii</i> <i>Rumex acetosa</i> L.	ミソソバ スイバ			
Primulaceae	サクランウ科 <i>Lysimachia japonica</i> Thunb.	コナスビ			
Rubiaceae	アカネ科 <i>Galium trachyspermum</i> A.Gray	ヨツバムグラ			
Laminaceae	シソ科 <i>Isodon inflexus</i> (Thunb.) Kudô	ヤマハッカ			
Lentibulariaceae	タヌキモ科 <i>Utricularia australis</i> R.Br.	イヌタヌキモ	NT	NT	
Menyanthaceae	ミツガシワ科 <i>Menyanthes trifoliata</i> L.	ミツガシワ	I(EN)		
Asteraceae	キク科 <i>Bidens frondosa</i> L. <i>Ixeridium dentatum</i> (Thunb.) Tzvelev subsp. <i>dentatum</i> <i>Nabalus tanakae</i> Franch. et Sav. ex Y.Tanaka et Ono <i>Solidago altissima</i> L.	アメリカセンダングサ ニガナ オオニガナ セイタカアワダチソウ			その他の総合対策外来種
Apiaceae	セリ科 <i>Oenanthe javanica</i> (Blume) DC.	セリ			侵略的外来種リスト100 重点対策外来種

樹高およそ8mのハンノキがここに生育し、直径5mほどの樹冠を形成して貯水池内の一角を覆っていた。ハンノキは近隣の湿地林から種子が運ばれ、自生したものと考えられる。貯水池の外側には南側には低木のヤマモミジとミツバウツギが植栽され、樹冠の一部が貯水池を覆っていた。

以下に、2021年10月と2022年5月に実施した植生調査の結果を記す。

2-1) 2021年10月の植生

36種の維管束植物が確認された(表2)。トチカガミは花期の最盛期は過ぎていたものの、数個体の雄花を確認することができた。貯水池を6分割して実施した植生調査の結果、南東側(Q1)には土壌が堆積(2m×4m)しており、ハンノキに被陰された環境下で、オオニガナやハンゲショウ、マコモ、カキツバタといった湿生を好む種を確認したほか、ヤマモミジやコブシ、ハナノキなどの木本植物の実生が散在していた。水面部分はほとんどがトチカガミの葉で覆われ、アオウキクサやクロモ、マツモ、イヌタヌキモといった水生植物が混在していた。出現種数は、ほかの5調査区と比べて25種ともっとも多くなった。

南側中央(Q2)は水深が深くなっており、水面はトチカガミが圧倒的に優占であった。クロモやマツモ、イヌタヌキモもこの調査区でもっとも広い分布を確認した。水深の浅い場所にはハンノキやマコ

モ、ミゾソバなどが生育していた。

南西側(Q3)には土壌が厚く堆積している場所がないことから、トチカガミ、クロモ、マツモ、イヌタヌキモといった水生植物のみが認められた。

北西側(Q4)では土壌が2m×2mほどの面積で堆積し、オオニガナやミソハギ、ゴウソ、セリといった湿生を好む種が確認できた。ここでは園芸種であるスイレン属の一種を確認した。過去に植栽された植物が根付いたものと考えられる。また、この場所は実験用水田の畔と隣接していることから、アメリカセンダングサやツユクサ、ツボスミレといった路傍や土手に普通にみられる種が混在していた。

北側中央(Q5)は、水深が深く土壌堆積がまったくみられず、トチカガミ、クロモ、マツモ、イヌタヌキモ、アオウキクサ、ミソハギの6種がみられる程度であった。

北東側(Q6)では、南東側(Q1)から土壌堆積が続いており、そのさらに北側にも0.5m×1m程度で島状の土壌堆積が確認された。土壌のある場所では、オオニガナ、ミソハギ、ヤマハッカ、ゴウソ、カキツバタなどの湿生植物に加え、セイタカアワダチソウやススキなども認められた。なお、北東の角付近は継続的に注水されているため植生は発達していなかった。注水箇所から1m以上離れたと、トチカガミやイヌタヌキモ、クロモといった水生植物が普通に生育するようになり、ヒツジグサもわずかに

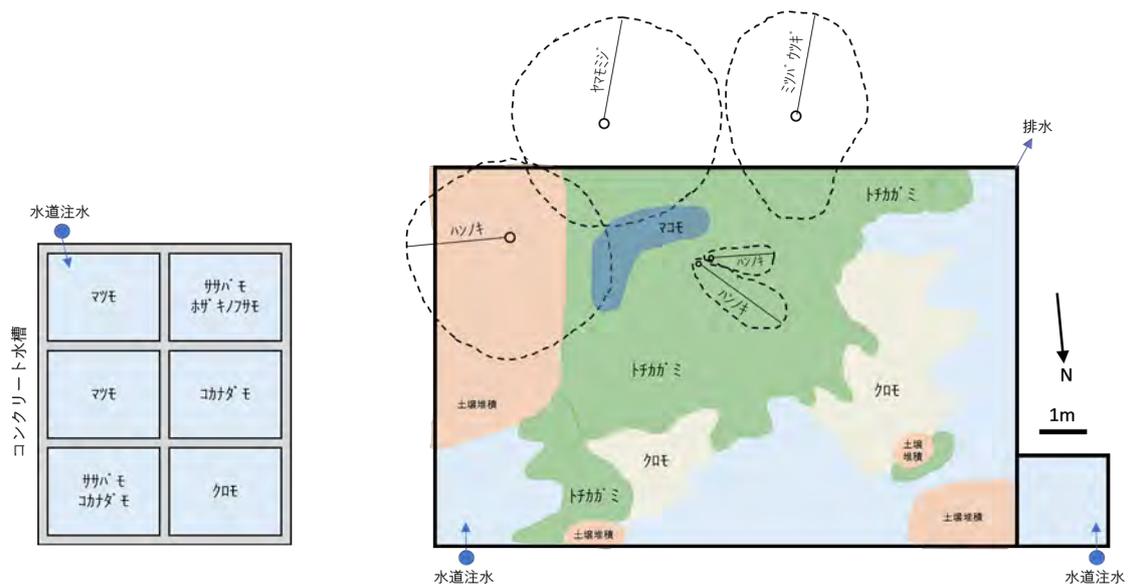


図2 貯水池の植生図(2021年10月24日)。

Fig. 2 Vegetation map of the reservoir (October 24, 2021).

表2 貯水池における植生の組成表 (2021年10月24日).

Table 2 Synoptic table on the vegetation of the reservoir (October 24, 2021).

調査区番号		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6			
調査年		2021	2021	2021	2021	2021	2021			
月/日		10/24	10/24	10/24	10/24	10/24	10/24			
調査面積 (m ²)		4×4	4×4	4×4	4×4	4×4	4×4			
植生高 (cm)		800	300	10	40	50	60	レッドリスト		
植被率 (%)		90	98	70	70	60	80	石川県	環境省	
出現種数		25	14	5	18	6	17	2020	2019	備考
<i>Hydrocharis dubia</i>	トチカガミ	3・4	5・5	3・4	1・2	3・4	3・4	CR	NT	
<i>Hydrilla verticillata</i>	クロモ	2・3	4・5	3・4	3・4	2・3	1・2	VU		
<i>Ceratophyllum demersum</i>	マツモ	1・2	3・4	2・3	+・2	+・2	+・2	EN		
<i>Utricularia australis</i>	イヌタヌキモ	1・2	2・3	1・2	1・2	2・3	2・3	NT	NT	
<i>Lemna aoukikusa</i> subsp. <i>aoukikusa</i>	アオウキクサ	1・2	2・3	+	1・2	+・2	+・2			
<i>Alnus japonica</i>	ハンノキ	5・5	2・2	・	+	・	+・2			
<i>Acer amoenum</i> var. <i>matsumurae</i>	ヤマモミジ	2・2	2・2	・	・	・	・			植栽
<i>Nabalus tanakae</i>	オオニガナ	2・3	+・2	・	1・2	・	1・2			
<i>Saururus chinensis</i>	ハンゲショウ	1・2	+	・	・	・	+・2	NT		
<i>Zizania latifolia</i>	マコモ	1・1	2・2	・	・	・	・			
<i>Lythrum anceps</i>	ミソハギ	+・2	・	・	1・2	+・2	1・1			
<i>Isodon inflexus</i>	ヤマハッカ	+・2	+	・	・	・	+・2			
<i>Solidago altissima</i>	セイタカアワダチソウ	+・2	・	・	+	・	+・2			外来種
<i>Iris laevigata</i>	カキツバタ	+	・	・	+	・	+			
<i>Nymphaea</i> sp.	スイレン属の一種	・	・	・	1・1	・	・			園芸種
<i>Carex maximowiczii</i> var. <i>maximowiczii</i>	ゴウソ	・	・	・	1・2	・	1・1			
<i>Persicaria thunbergii</i> var. <i>thunbergii</i>	ミゾソバ	+・2	1・1	・	・	・	・			
<i>Magnolia kobus</i>	コブシ	+・2	・	・	・	・	・			
<i>Houttuynia cordata</i>	ドクダミ	+・2	・	・	・	・	・			
<i>Spirodela polyrhiza</i>	ウキクサ	+・2	・	・	・	・	・			
<i>Acer pycnanthum</i>	ハナノキ	+	・	・	・	・	・			逸脱
<i>Euonymus fortunei</i>	ツルマサキ	+	・	・	・	・	・			
<i>Nasturtium officinale</i>	オランダガラシ	+	・	・	・	・	・			外来種
<i>Zanthoxylum ailanthoides</i> var. <i>ailanthoides</i>	カラスザンショウ	+	・	・	・	・	・			
<i>Padus buergeriana</i>	イヌザクラ	+	・	・	・	・	・			
<i>Neolitsea sericea</i>	シロダモ	+	・	・	・	・	・			
<i>Akebia trifoliata</i>	ミツバアケビ	+	・	・	・	・	+			
<i>Staphylea bumalda</i>	ミツバウツギ	・	+	・	・	・	・			植栽
<i>Leersia japonica</i>	アシカキ	・	+	・	+	・	・			
<i>Commelina communis</i>	ツユクサ	・	・	・	+	・	・			
<i>Cicuta virosa</i>	ドクゼリ	・	・	・	+	・	・	VU		
<i>Bidens frondosa</i>	アメリカセンダングサ	・	・	・	+	・	・			外来種
<i>Viola verecunda</i> var. <i>verecunda</i>	ツボスミレ	・	・	・	+	・	・			
<i>Isachne globosa</i>	チゴザサ	・	・	・	+	・	+			
<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	・	・	・	・	・	+			
<i>Nymphaea tetragona</i> var. <i>angusta</i>	ヒツジグサ	・	・	・	・	・	+	NT		

表3 貯水池における植生の組成表 (2022年5月19日).

Table 3 Synoptic table on the vegetation of the reservoir (May 19, 2022).

調査区番号		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6			
調査年		2022	2022	2022	2022	2022	2022			
月/日		5/19	5/19	5/19	5/19	5/19	5/19			
調査面積 (m ²)		4×4	4×4	4×4	4×4	4×4	4×4			
植生高 (cm)		800	300	1	40	10	60	レッドリスト		
植被率 (%)		95	100	50	50	40	70	石川県	環境省	
出現種数		41	12	5	14	10	15	2020	2019	備考
<i>Hydrocharis dubia</i>	トチカガミ	3・4	5・5	3・4	2・3	3・4	3・4	CR	NT	
<i>Hydrilla verticillata</i>	クロモ	2・3	4・5	3・4	2・3	2・3	1・2	VU		
<i>Utricularia australis</i>	イヌタヌキモ	1・2	2・3	1・2	1・2	2・3	2・3	NT	NT	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	マツモ	1・2	2・3	1・2	+2	+2	+2	EN		
<i>Lemna aoukikusa</i> subsp. <i>aoukikusa</i>	アオウキクサ	+2	1・2	+2	+2	+2	+2			
<i>Alnus japonica</i>	ハンノキ	5・5	2・2	・	+	・	+			
<i>Acer amoenum</i> var. <i>matsumurae</i>	ヤマモミジ	+2	2・2	・	・	・	・			植栽木
<i>Zizania latifolia</i>	マコモ	1・2	2・2	・	・	・	・			
<i>Typha latifolia</i>	ガマ	2・3	・	・	+	・	・			
<i>Saururus chinensis</i>	ハンゲショウ	2・3	+	・	・	・	・	NT		
<i>Nabalus tanakae</i>	オオニガナ	3・4	+	・	1・2	・	1・2			
<i>Lythrum anceps</i>	ミソハギ	1・2	・	・	1・2	+	+2			
<i>Carex maximowiczii</i> var. <i>maximowiczii</i>	ゴウソ	+	・	・	1・2	・	1・2			
<i>Leersia japonica</i>	アシカキ	+	・	・	+2	+	+			
<i>Bidens frondosa</i>	アメリカセンダングサ	+2	・	・	・	+	+			外来種
<i>Akebia quinata</i>	アケビ	1・2	・	・	・	・	1・2			
<i>Iris laevigata</i>	カキツバタ	+2	・	・	・	・	+2			
<i>Menyanthes trifoliata</i>	ミツガシワ	+	・	・	・	・	+2			
<i>Nymphaea tetragona</i> var. <i>angusta</i>	ヒツジグサ	・	・	・	・	・	+2	NT		
<i>Equisetum arvense</i>	スギナ	1・2	・	・	・	・	・			
<i>Magnolia kobus</i>	コブシ	1・1	・	・	・	・	・			実生
<i>Galium trachyspermum</i>	ヨツバムグラ	+2	+	・	・	・	・			
<i>Akebia trifoliata</i>	ミツバアケビ	+2	・	・	・	・	・			
<i>Acer pycnanthum</i>	ハナノキ	+2	・	・	・	・	・			逸脱種
<i>Euonymus fortunei</i>	ツルマサキ	+2	・	・	・	・	・			
<i>Houttuynia cordata</i>	ドクダミ	+2	・	・	・	・	・			
<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	+2	・	・	・	・	・			
<i>Padus buergeriana</i>	イヌザクラ	+2	・	・	・	・	・			実生
<i>Carex leucochlora</i> var. <i>leucochlora</i>	アオスゲ	+2	・	・	・	・	・			
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	ツタ	+2	・	・	・	・	・			
<i>Ixeridium dentatum</i> subsp. <i>dentatum</i>	ニガナ	+2	・	・	・	・	・			
<i>Nasturtium officinale</i>	オランダガラシ	+	・	・	・	・	・			外来種
<i>Cocculus trilobus</i>	アオツツラフジ	+	・	・	・	・	・			
<i>Carex thunbergii</i> var. <i>thunbergii</i>	アゼスゲ	+	・	・	・	・	・			
<i>Poa sphondylodes</i>	イチゴツナギ	+	・	・	・	・	・			
<i>Lysimachia japonica</i>	コナスビ	+	・	・	・	・	・			
<i>Rumex acetosa</i>	スイバ	+	・	・	・	・	・			
<i>Osmunda japonica</i>	ゼンマイ	+	・	・	・	・	・			
<i>Ampelopsis glandulosa</i> var. <i>heterophylla</i>	ノブドウ	+	・	・	・	・	・			
<i>Potentilla hebiichigo</i>	ヘビイチゴ	+	・	・	・	・	・			
<i>Solidago altissima</i>	セイタカアワダチソウ	+	・	・	+	・	・			外来種
<i>Staphylea bumalda</i>	ミツバウツギ	・	+	・	・	・	・			植栽木
<i>Nymphaea</i> sp.	スイレン属の一種	・	・	・	+	・	・			園芸種
<i>Cicuta virosa</i>	ドクゼリ	・	・	・	+	・	・	VU		
<i>Persicaria thunbergii</i> var. <i>thunbergii</i>	ミゾソバ	・	・	・	・	+	・			
<i>Commelina communis</i>	ツユクサ	・	・	・	・	+	・			

確認された。

2-2) 2022年5月の植生

56種の維管束植物が確認された(表3)。トチカガミは前年10月よりも分布域を拡大させており、葉が混み合って水面から水上へ立ち上がる葉も多く確認された。クロモやマツモ、イヌタヌキモなどは10月と同程度でトチカガミに付随して認められた。また、10月には確認されなかったミツガシワやアオスゲ、ゼンマイ、コナスビなどがみられた。これらの種は季節に応じて出現したと考えられる。ミツガシワやアオスゲ、ゴウソなどは結実が始まり、カキツバタは蕾を形成していた。

調査区ごとに分けて植生の特徴をみてみると、南東側(Q1)では出現種数が41種に増え、堆積した土壌にアケビやミツガシワ、ヨツバムグラ、アオスゲ、アゼスゲ、コナスビ、スイバ、ゼンマイ、イチゴツナギなどが出現していた。また、アケビやツタ、ノブドウといったつる植物も定着している様子が観察できた。それ以外の南側中央(Q2)から北東側(Q6)にかけては、10月と概ね類似した植生を呈し、主にトチカガミやクロモ、イヌタヌキモ、マツモ、アオウキクサといった水生植物がすべての調査区で確認され、出現種数は5～15種であった。

V. おわりに

金沢大学環日本海研究センター附属植物園の貯水池では、絶滅危惧IA類(I(CR))に指定されているトチカガミが水面を広く覆い、2021年10月に比べて2022年5月にはその分布域がより拡大して旺盛に生育する様子が観察された。ほかにも、石川県のレッドリストに記載されている沈水植物のクロモやマツモ、浮遊植物のイヌタヌキモといった水生植物を確認した。これらの絶滅危惧種が、元々この貯水池に自生していたものか今後明らかにする必要がある(荒木, 2022)。しかし、たとえ自生種でないにせよ、環境省が定める「絶滅のおそれのある野生動植物種の生息域外保全に関する基本方針」に基づき、種の絶滅を回避するための保険として貯水池内で生息域外保存(石田, 2017)することが肝要となる。

貯水池内の広範囲でトチカガミの分布が確認されたこと自体は喜ばしいことであるが、貯水池の水面全体がその葉で著しく覆われてしまうと水中が酸欠

状態となり、沈水植物やその他の昆虫、微生物等に悪影響を及ぼしかねない。今後、トチカガミがさらに繁茂することが予想されるため、最低限の量のトチカガミの葉を貯水池内から取り除く対策を予め講じておく必要があるだろう。

他方、帰化植物のセイタカアワダチソウやアメリカセンダングサ、オランダガラシの侵入は、絶滅危惧種の保全にあたり大きな懸念事項となる。セイタカアワダチソウとアメリカセンダングサは、休耕田や荒地で群落を形成する。貯水池周辺の除草作業は今後も欠かせない管理となるだろう。また、水田や水路などで繁茂するオランダガラシも、貯水池周辺の水辺で増えすぎることのないよう注視する必要がある。さらに、貯水池内で堆積する土壌の量が増えると、ススキやセイタカアワダチソウなどの草原が内部に形成され、トチカガミをはじめとする水生植物の生育範囲を狭めることが懸念される。浮葉植物や抽水植物の生育に必要な一定量の土壌を確保しつつ、貯水池内の植生動態をモニターしながら、貯水池内の環境を調整していくことが求められる。

環日本海域環境研究センター附属植物園には、絶滅危惧種の野生復帰も視野に入れた水生植物の維持・増殖の実現が期待される(荒木, 2022)。そのために年間を通じて貯水池の植物相と植生の動態を記録するとともに、貯水池における安定した良質の水の供給や土壌堆積物の調整、外来種の駆除といった管理手法を早急かつ慎重に検討することが求められる。

文 献

- 荒木祐二, 2022: 環日本海域環境研究センター附属植物園の貯水池で確認された水生植物. 金沢大学環日本海域環境研究センター News Letter, **18**, p.4
- Braun-Blanquet, J., 1964: *Pflanzensoziologie: Grundzügen der Vegetationskunde*, **3**. Springer-Verlag, Wien and New York. 865p.
- 福嶋 司・岩瀬 徹編著, 2005: 図説 日本の植生. 朝倉書店, 東京, 153p.
- 古池 博, 1983: 石川県の植生と植物相. 石川県植物誌(石川植物の会編), 14-35. 石川県.
- 石田祐子, 2017: 希少植物の生息域外保全とその可能性. 長野県環境保全研究所研究報告, **13**, 1-12.

- 石川県絶滅危惧植物調査会編, 2020: 石川県の絶滅のおそれのある野生生物 いしかわレッドデータブック 2020<植物編>. 石川県生活環境部自然環境課, 金沢, 395p.
- 角野康郎, 1994: 日本水草図鑑. 文一総合出版, 東京, 179p.
- 角野康郎, 2014: 日本の水草. 文一総合出版, 東京, 326p.
- 角野康郎, 2020: 日本の湧水河川ならびに湧泉における外来水生植物の現状. 保全生態学研究, **25**, 265-277.
- 日本生態学会 (編), 2002: 外来種ハンドブック. 地人書館, 東京, 390p.
- 佐伯いく代, 横川昌史, 指村奈穂子, 芦澤和也, 大谷雅人, 河野円樹, 明石浩司, 古本 良, 2013: 絶滅危惧生態系:種を超えた保全のアプローチ, 保全生態学研究, **18**, 187-201.
- 金沢大学環日本海域環境研究センター附属植物園.
<http://garden.w3.kanazawa-u.ac.jp/1/affiliation/>, 最終閲覧: 2022年9月27日.
- 環境省: 我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種リスト.
<https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/files/list.pdf>, 最終閲覧: 2022年9月30日.
- 環境省: 絶滅のおそれのある野生動植物種の生息域外保全に関する基本方針 (平成21年).
<https://www.env.go.jp/press/files/jp/12843.pdf>, 最終閲覧: 2022年9月27日.
- 環境省自然環境局(編), 2012: 生物多様性国家戦略2012-2020 ~豊かな自然共生社会の実現に向けたロードマップ~.
http://www.biodic.go.jp/biodiversity/about/initiatives/files/2012-2020/01_honbun.pdf, 最終閲覧: 2022年9月27日.
- 気象庁: 過去の気象データ検索.
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>, 最終閲覧: 2022年9月27日.
- 植物和名-学名インデックスYList.
<http://www.ylist.info/>, 最終閲覧: 2022年9月27日.

日本海域研究投稿規定（2009年7月16日施行）

（2013年4月9日改定）

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外来研究員、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。

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：日本海域における独自の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。

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。

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、電子媒体による投稿のみとする。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、再投稿が原稿受付メ切り以後であった場合は次号送りとなる。

投 稿 要 領

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）を作成し、必要に応じてレイアウト見本（PDFファイル）とともに編集委員会へ完成原稿として提出する。図表・写真などは高精度の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。

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
金沢大学理工系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-somu@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字程度）の要旨を付ける。日本語の場合には「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

用紙に印刷された「原稿送り状（PDFファイルでも可）」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、(2) 添付ファイルとして編集委員会に電子メールで提出する、(2) CD-ROMなどの電子媒体にコピーして編集委員会宛に封書で送付する、あるいは(3) 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」などを利用する。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ーで支障なく閲覧できるサイズしておく。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（細則4）。

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）と行間とを十分にとる。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。先頭ページならびに続く英文要旨などのページにはページ番号をふらない。

(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。文末注に文献を記述してはならない。文献はすべて文献リストとしてまとめる。

(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。

鈴木(2005)によると・・・

Suzuki(2003)は・・・

鈴木一郎(2002)に対して鈴木二郎(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。

鈴木・中村(2002)は・・・

Suzuki and Nakamura(2002)では・・・

[複数著者(3名以上)] 日本語の場合は筆頭著者以外は「ほか」で表す。英語の場合は「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(鈴木, 1992)。

・・・とすでに明らかにされている(鈴木・山口, 2001)。

・・・と結論づけられている(Suzuki and Yamaguchi, 2008)。

・・・である(Suzuki 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・鈴木, 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(Suzuki 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(高橋, 1998, 未公表)。

これについて高橋(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

電子ファイルとして作成し, 図表中の文字, 記号, 模様などは印刷時のサイズで明瞭に読めるものとする。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」などとはしない。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。再投稿が原稿受付メ切り以後であった場合は次号送りとなる。(細則5)

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、Microsoft-Word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Microsoft-Excelで作成し、Microsoft Wordに貼り込まない。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）のファイル形式でテキスト部分とは別に提出する。イメージ部分はイメージごとに個々のファイルとすることが望ましい。Microsoft Powerpoint形式のファイルは認めない。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。写真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54号

編集委員会

(2022年4月1日～2023年3月31日)

委員長 長尾誠也 (環日本海域環境研究センター長)

編集主幹 塚脇真二 (環日本海域環境研究センター)

井上睦夫 (環日本海域環境研究センター)

小林信介 (人間社会研究域経済学経営学系)

古泉達矢 (人間社会研究域法学系)

松木 篤 (環日本海域環境研究センター)

西本陽一 (人間社会研究域人間科学系)

関口俊男 (環日本海域環境研究センター)

上田長生 (人間社会研究域歴史言語文化学系)

Japan Sea Research vol. 54

Editorial Board

(1 April 2022 to 31 March 2023)

Editor in Chief: Seiya NAGAO

Managing Editor: Shinji TSUKAWAKI

Editors: Mutsuo INOUE

Shinsuke KOBAYASHI

Tatsuya KOIZUMI

Atsushi MATSUKI

Yoichi NISHIMOTO

Toshio SEKIGUCHI

Hisao UEDA

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) 234-6821

FAX (076) 234-6844

印刷 令和5年3月15日

発行 令和5年3月17日

印刷所 前田印刷株式会社

TEL (076) 274-2225

FAX (076) 274-5223