

LLRL-AR-27
ISSN 1348-4664

金沢大学自然計測応用研究センター
低レベル放射能実験施設
研究概要・年次報告
2002. 4 ～ 2003. 3



Annual Report of Low Level Radioactivity Laboratory
Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa University

目次

構成員	3
活動報告	
研究概要	4
研究業績	7
研究費	11
研究報告	
尾小屋地下実験室 Ge 検出器のバックグラウンド	12
金の放射化を利用した環境中性子測定	14
鳥取県・大山中腹に湧出する地下水の流動系	16
河口湖堆積物中のウラン・トリウム同位体組成とその変動 -河口湖-	18
平成 14 年度尾小屋地下測定室共同利用の記録	20

表紙デザイン：エコテクノロジー研究部門 小林史尚 助手
兼六園の徽軫（ことじ）灯籠は「金沢（大学）」、背景の白山は「自然」、兼六園の日本最古といわれる噴水は「計測」を表している。

構成員

1. 職員

教授 (施設長) 小村和久 (komurak@po.incl.ne.jp)
理学博士 専攻 放射線計測・環境放射能・地球化学

客員教授 星 正治 (mhoshi@hiroshima-u.ac.jp)
理学博士 専攻 放射線生物・物理学・医学物理学

助教授 山本政儀 (pluto@llrl.ku-unet.ocn.ne.jp)
理学博士 専攻 核地球化学・環境放射能

助手 浜島靖典 (hama@cacheibm.s.kanazawa-u.ac.jp)
理学修士 専攻 核放射化学・放射線計測

助手 井上睦夫 (mutsuo@llrl.ku-unet.ocn.ne.jp)
博士 (理学) 専攻 同位体地球化学

非常勤研究員 村田祥全 (murata@llrl.ku-unet.ocn.ne.jp)
博士 (理学) 専攻 環境放射能

COE 研究員 N. Muguntha Manikandan (2003.2～)

事務補佐員 中本美智代 (nakamoto@llrl.ku-unet.ocn.ne.jp)

2. 学生

博士後期課程 1 年 [社会人選抜：大阪市立大学]
山口芳香 (yyy@med.osaka-cu.ac.jp) (2002.10～)

博士前期課程 1 年
坂口綾 (eatingubu@llrl.ku-unet.ocn.ne.jp)

【研究概要】

低レベル放射能実験施設概要

1975 年度に理学部附属低レベル放射能実験施設として設置が認められ、辰口キャンパスにおいて 1976 年に研究活動を開始した。2002 年 4 月に自然計測応用研究センターの発足にともないセンターの実験・実習施設となり、自然計測研究部門の極低レベル放射能計測研究分野および同位体研究分野として教職員 6 名（教授 1、助教授 1、助手 2、ポスドク 1、非常勤事務職員 1）と大学院生 2 名で研究を行っている。ここでは極微量の放射性核種の超高感度測定法の開発と環境中に存在する宇宙線生成核種を含む天然および人工放射性核種の時間的・空間的変動の測定、これらをトレーサーとして利用した地球化学・環境科学領域の研究を行っている。

主要施設である、小松市・旧尾小屋鉱山のトンネル内の地下測定室（Ogoya Underground Laboratory OUL）は、2003 年 3 月現在で 10 台の極低バックグラウンドゲルマニウム検出器を擁する世界トップクラスの施設となった。本施設における教育・研究の他、全国の様々な研究機関からの依頼試料の測定も行っている。

また 2002 年 6 月 6、7 日においては、日本保健物理学会・第 36 回研究発表会（大会長 小村和久；於 金沢市石川県教育自治会館）を主催した。

築後 26 年を経た研究建屋の痛みがはげしいため、本年度予算により外壁の塗装工事及び屋上の手すりの撤去・更新工事が行われた。また、自動車の更新が行われナビゲータを装備した日産のセレナが導入されほか、21 世紀 COE プログラム予算により尾小屋地下測定室入り口に液体窒素発生器が設置された。

当施設 2 分野の研究概要

・極低レベル放射能計測システム開発分野

極低バックグラウンド測定を目指し、1995 年から旧尾小屋鉱山トンネル内（土かぶり 135m、水深換算 270m）に地下実験室（Ogoya Underground Laboratory ; OUL）を建設し、極低レベル放射能計測システムの設置と整備を行っている。このシステムで、環境中性子による多数の誘導放射性核種の発見、JCO 臨界事故の環境影響の規模と範囲の評価、中性子誘導放射性核種の極微弱残留放射能からの中性子束評価など、通常遮蔽の測定器では不可能な研究成果が得られている。システムをさらに充実させるため、Ge 検出器の追加、バックグラウンドの低減化を行っている。平成 14 年度末には計 10 台の高分解能・高効率・極低バックグラウンドの γ 線測定システム、1 台の β 線測定システムを整備した。また通信システム（計測システムのリモートコントロール等）の整備も行っている。尾小屋地下実験室の計測システムは、極低レベル放射能計測システムとしては国内で唯一であり、放射能の測定限界と検出器の台数、また利便性を考慮すると、世界トップレベルにある。

1) 極低バックグラウンド地下測定室の建設と整備

極低バックグラウンド仕様の Ge 半導体検出器 10 台（平板型 4 台、井戸型各 5 台、同軸型 1 台）を設置した。これらの Ge 半導体検出器は、放射性物質の含有率を吟味した鉛と鉄で重遮蔽している。各 Ge 検出器は、増幅器と 8 kch 波高分析器に接続し、8 系統の回路を 1 台のコンピュータで、2 系統を別の 1 台のコンピュータで計測制御している。各検出器のバックグラウンドは、2 次宇宙線の制動放射による低エネルギー側の連続部分と、電子対消滅の 511keV のピーク、天然のウラン及びトリウム系列核種と ^{40}K 、検出器構成材料由来の極めて微量の ^{137}Cs 及び ^{60}Co のピークが見られる。0.1～

2.0MeV のバックグラウンド計数率は地上で同型 Ge 検出器に同様の遮蔽を施した場合の約 1/100 であり、極低バックグラウンド地下実験室が十分その効果を発揮していることを示している。このバックグラウンド計数率は国内では最も低い。

2) 地上及び高高度における中性子誘導核種

環境中に存在する中性子による誘導放射性核種を 20 種以上発見した。環境中性子は海拔高度とともに増加し、特に高速中性子の増加が著しい。地上では生成量が少なく検出できない $^{27}\text{Al}(n,\alpha)^{24}\text{Na}$ による ^{24}Na を、航空機にアルミニウム箔を持ち込み、到着後極低バックグラウンド低計数率の Ge 検出器で検出に成功した。

飛行実験により地上照射では検出できない中性子誘導核種を多数見出した。

3) RI 事故の規模と影響の評価

JCO 事故の際、極低レベル放射能計測システムを用いて、指輪やネックレスなどの金製品を利用し、漏えい中性子および低レベル環境中性子線量率を測定し、臨界事故の環境影響の規模と範囲の評価を行った。

4) 原爆中性子誘導 ^{152}Eu の測定

化学処理した試料で原爆中性子誘導 ^{152}Eu は現在でも測定可能である。爆心から 1 km 以遠で ^{152}Eu 測定値がモデル計算値を上回ることが指摘されていたが、極低バックグラウンド低計数率の Ge 検出器で再測定の結果、モデル計算値と一致することを見出した。この結果は原爆線量再々評価 DS02 策定に大きな役割を果たした。

・同位体地球科学分野

本研究分野は、放射性及び安定同位体を精密に測定し、物質の時間的・空間的分布や移行挙動の地球科学的解析を行うほか、放射性同位体をトレーサーとする研究領域の開拓を目指すことを目的としている。本年度は放射性核種をトレーサーとする地球化学研究に焦点を当て、①環日本海域に於ける自然及び人為起源物質の大陸からの輸送過程、②湖沼堆積物中のウラン、トリウム同位体組成変動からの流域環境変動解析、さらに③地下水の地球化学的情報から、地下水の涵養、岩石との反応から湧出過程にいたる組成変動の調査を行った。

1) 大陸からの汚染物質の長距離輸送

我が国は、極東アジアの中緯度に位置するため、ジェット気流に伴う偏西風が卓越し、風上側のアジア大陸から日本海を経由して多量の自然・人為起源物質が日本列島さらに太平洋に輸送される。これらの輸送の実態把握と将来予測は気候変動の面からのみならず、黄砂を初めとする鉱物エアロゾルについては海洋への一次生産への影響評価の面からも重要視されている。今年度は、石垣～稚内を含む全国 11 地点、さらに韓国のソウルで採取した降下物（気象研及び KINS との共同研究）について、成層圏起源の Be-7、主に大陸起源の Pb-210、土壌起源の K-40 等の放射性核種の降下量の長期・広域観測を継続実施した。これらの核種は、大気エアロゾル、鉱物粒子の輸送過程を解明する有用なトレーサーでありデーターの蓄積を図っている。

2) 湖底堆積物からの近世(約 200 年)流域環境変動解析

自然-人間系の相互作用の結果としての環境変動変遷史の記録計として、地域の集水域を含む湖沼系を取り上げ、その湖底堆積物コアから過去数百年の自然変動と人間活動による環境変動を解読する時計を提示しその有効性を検証することを目的としている。具体的には、従来の堆積物の物理・化学的測定の見解に加えて、新規に堆積物中のウラン(トリウム)同位体組成を指標にする。富士五湖の河口湖でこの仮説を試みた。コア堆積物中のウランについて、河川等を通じて湖内に流入する土壌粒子そのものに含まれているウランと湖内で吸着した成分のウランを識別した結果、土壌粒子そのものに含まれているウラン“実際には $^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$ 比“の変動が降水量との変動と調和的であることが見いだされ、その有効性が示唆された。更なる検証を試みている。

3) 地下水流動系の解析

ここ 30 年にわたる同位体水文学 (Isotope Hydrology) の発展にともない、様々な核種が陸水の流動系を探るうえでの位置づけを確立しつつある。これは地下水においても同様で、安定同位体組成 ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, D/H および $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比) の情報は、いわば地下水の“履歴書”の役割を果たす。一方、地下水の滞留時間は、非常に大きな幅を持ち ($<1\text{ d} \sim 10^5\text{ y}$), トリチウム ($t_{1/2} = 12.4\text{ y}$), 炭素-14 ($t_{1/2} = 5730\text{ y}$) といった放射性核種が、それぞれの半減期に対応した時間軸を提供してきた。

本研究では、鳥取県・大山火山の中腹、標高 1200 m 地点と、涵養域からの移行距離を短くして湧出する地下水を試料として用い、 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比、化学組成の測定に加え、極低バックグラウンド γ 線測定を適用、降水とともに地表にもたらされる宇宙線生成核種、 ^{22}Na ($t_{1/2} = 2.6\text{ y}$) 濃度から地下水滞留時間の見積もりを試みた。これら地球化学的挙動および半減期の異なる複数の元素、さらには同位体の情報を組み合わせることにより、地下水流動系のイメージを構築する。

【研究業績】

1)学術論文

- (1) Inoue M., Kofuji H., Yamamoto M., Sasagawa H. and K. Komura: Application of low background γ -ray spectrometry to environmental monitoring samples ---water leaching treatment for ^{40}K -removal---, J. Radioanal. Nucl. Chem., 255 211-215. (2003)
- (2) Komura K., Inoue M. and Nakamura N.: Cosmogenic Radionuclides in the recent fallen Kobe (CK4) Meteorite, Geochim. J., 36 (4), 333-340 (2002)
- (3) 小村和久：地下空間を利用する極低レベル放射能測定と教育, 50 (11) 765-766 (2002)
- (4) Hult M., Canet M. J. M., Johnston P. N. and Komura K.: Thermal neutron fluence from ultra low-level γ -ray spectrometry of spoons activated during the JCO criticality accident at Tokai-mura in 1999. J. Environ. Radioactivity 60, 307-318 (2002)
- (5) Murata Y., Yamamoto M. and Komura K.: Determination of low-level ^{54}Mn in soils by ultra low-background gamma-ray spectrometry after radiochemical separation, J. Radioanal. Nucl. Chem., 254(2), 249-253 (2002)
- (6) Murata Y., Muroyama T., Imanaka T., Yamamoto M. and Komura K.: Estimation of fast neutron fluence released by the Tokai-mura criticality accident from ^{54}Mn in soils collected from the JCO grounds, J. Radioanal. Nucl. Chem., 255 (2), 359-364 (2002)
- (7) Nagao S, Yanase N, Yamamoto M, Kofuji H, Sohrin Y and Amano H.: The geochemistry of uranium in pore waters from lake sediments, J. Radioanal. Nucl. Chem., 252(2), 225-232 (2002).
- (8) Ohtsuka M., Yamamoto M., Sasaki K. and K. Komura K.: Cosmogenic radionuclide Na-22 as an index in evaluating residence time of lake water. Radioprotection - Colloques, 37, C163-C168 (2002).
- (9) 坂口綾, 山本政儀, 大塚良仁, 佐々木圭一, 横田喜一郎, 小村和久：湖水中における極微量 Na-22 測定法の開発とその応用, Proceedings of the Third Workshop on Environmental Radioactivity, KEK, Tsukuba, Japan March 5-7, 2002. KEK Proceedings 2002-7, 127-134 (2002).
- (10) Takada J. and Yamamoto M.: Radiological status of Rongelap Island in 1999, J. Radioanal. Nucl. Chem., 252(2), 261-266 (2002).
- (11) Takada J., Hoshi M. and Yamamoto M.: External doses in residential areas around Semipalatinsk nuclear test site, Proceedings of the workshop on dosimetry of the population living in the proximity of the Semipalatinsk atomic weapons test site, (Lindholm C, Simon S, Makar B and baverstock K, eds) , STUK-A187, Helsinki, p.69-77 (2002).
- (12) 高田純, 星正治, 山本政儀, 高辻俊広, 吉川勲, 岩谷和夫, A. K. Sekerbaev : ウスチカメノゴルスク(Ust'-Kamenogorsk)市の外部被曝線量評価, 広島医学, 55(3), 147-148(2002).
- (13) Tolmachyov S., Mitarai S., Momoshima N., Yamamoto M., Maeda Y. and Nakashima T.: Application of PXAMS technique for Cl-36 analysis in soil collected at Semipalatinsk nuclear test site, J. Radioanal. Nucl. Chem., 251(2), 217-220 (2002).
- (14) Yamamoto M., Kawabata Y., Murata Y. and Komura K.: Variation of uranium isotopic composition in soil within the JCO grounds from the 30 September 1999 criticality accident at JCO, Tokai-mura, Japan, Health Phys., 83 (2), 197-203 (2002)
- (15) Yamamoto M., Hoshi M., Takada J., Oikawa S., Yoshikawa I, Takatsuji T., Sekerbaev A. K. and Gusev B. I.: Some aspects of environmental radioactivity around the former Soviet Union's Semipalatinsk

nuclear test site: Local fallout Pu in Ust'-Kamenogorsk district. J. Radioanal. Nucl. Chem., 252 (2), 373-394 (2002).

- (16) 山本政儀：環境中のアクチニド研究の現状と将来, Proceedings of the Third Workshop on Environmental Radioactivity, KEK, Tsukuba, Japan March 5-7, 2002. KEK Proceedings 2002-7, 35-43 (2002).
- (17) Yamamoto M., Sato T., Sasaki K., Hama K., Nakamura T., Komura K.: Anomalously high U-234/U-238 activity ratios of Tatsunokuchi hot spring waters, Ishikawa Prefecture, Japan. J. Radioanal. Nucl. Chem., 255 (2), 369-373 (2003)
- (18) Yamamoto M., Hoshi M., Takada J., Kusumi S., A. Kh. Sekerbaev and B. I. Gusev: Plutonium fallout in the environment around the former Soviet Union's Semipalatinsk nuclear test site, Proceedings of the workshop on dosimetry of the population living in the proximity of the Semipalatinsk atomic weapons test site, (Lindholm C, Simon S, Makar B and baverstock K, eds) , STUK-A187, Helsinki, p.17-27 (2002).

2) 総説・資料・報告書

- (1) 井上睦夫, 小林俊則, 中村 昇, 中島 剛, 小村和久：2000 年鳥取県西部地震前後の大山地下水における化学組成変化-----主要溶存イオン濃度からみた地下水の履歴-----, 神戸大学大学院自然科学研究科紀要, 157-163 (2002).
- (2) 沿岸域の放射能の挙動に関する研究「極低バックグラウンド γ 線測定 of 海藻試料への適用」石川県保健環境センター 受託研究成果報告書 (2002)
- (3) 小村和久, 鈴木敦雄, 村田祥全, 森嶋彌重, 古賀妙子：小型原子炉を用いた極低レベル中性子評価のための基礎研究, 平成 13 年度近畿大学原子炉等利用共同研究経過報告書, 41-44 (2002)
- (4) 坂口綾：旧ソ連核実験場セミパラチンスクの現状, 放射線科学, 45(8), 257-262(2002).
- (5) 谷篤史, Bartoll J., 池谷元伺, 小村和久：ESR 法による石器の被熱評価と年代測定, 宮城県築館町上高森遺跡発掘調査報告書, 95-99 (2002).

3) 学術発表

- (1) 浜島靖典, 道上義正, 吉崎佐知子, 元井正敏, 早川和一, 中本義章, 遠藤啓二, 薮田一夫, 菊直嘉：金沢大学における化学物質管理, 第 18 回大学等環境安全協議会, 熊本 (2002.7)
- (2) 浜島靖典, 小村和久：旧尾小屋鉱山地下測定室の測定システム, 第 46 回放射化学討論会, 札幌 (2002.9), 第 46 回放射化学討論会予稿集, J. Nucl. Radiochem. Sci., 3, 165 (2002)
- (3) 浜島靖典, 小村和久：尾小屋地下実験室 Ge 検出器のバックグラウンド, 第 4 回「環境放射能研究会」, つくば (2003.3)
- (4) 井上睦夫, 中村昇, 小林俊則, 大谷恵子, 中島剛, 小村和久：鳥取県・大山中腹に湧出する地下水の流動系, 第 49 回地球化学会年会, 鹿児島 (2002.9) 講演要旨集, 9 (2002)
- (5) 井上睦夫, 小藤久毅, 山本政儀, 小村和久：極低バックグラウンド γ 線測定 of 海藻試料への適用 --- 沿岸海域における天然放射性核種の挙動 ---, 第 49 回地球化学会年会, 鹿児島 (2002.9) 講演要旨集, 114 (2002)
- (6) 井上睦夫, 小藤久毅, 山本政儀, 小村和久：極低バックグラウンド γ 線測定 of 海藻試料への適用 ----- 人工および天然放射性核種濃度がもたらす制約 -----, 第 4 回「環境放射能研究会」,

つくば (2003.3)

- (7) 小村和久：尾小屋測定施設を用いた低レベル放射線測定最前線，第 36 回保健物理学会，金沢 (2002.6)
- (8) K. Komura: Ogoya underground laboratory for the measurement of extremely low-level environmental radioactivity, International conference on radioactivity in the environment, Monaco (2002.9)
- (9) K. Komura: Ultra low-background gamma spectrometry for the monitoring of environmental neutrons., 9th International Conference on Environmental Radioactivity Analysis, 2002, Kent (2002.9)
- (10) 小村和久，濱島靖典：旧尾小屋鉱山地下測定室の検出器特性，第 46 回放射化学討論会，札幌 (2002.9)，J. Nucl. Radiochem. Sci., 3, 109 (2002)
- (11) 小村和久：阪上正信先生の業績 放射化学，環境放射能分野における貢献，第 4 回「環境放射能研究会」，つくば (2003.3)
- (12) 小村和久：海洋環境の放射能研究における極低レベル放射能計測，放医研シンポジウム，千葉 (2003.3)
- (13) 大塚良仁，山本政儀，横田喜一郎，坂口綾：琵琶湖水系における ^{22}Na の収支，第 49 回地球化学学会年会，鹿児島 (2002.9) 講演要旨集，99 (2002)
- (14) 村田祥全，小村和久，Yousef A. M.，鈴木敦雄，森嶋彌重，古賀妙子：金の放射化を用いた近畿大原子炉周辺の環境中性子測定，第 46 回放射化学討論会，札幌 (2002.9)，J. Nucl. Radiochem. Sci., 3, 152 (2002)
- (15) 村田祥全，Yousef A. M.，小村和久：環境中性子による金の放射化における中性子自己吸収の実験的評価，第 4 回「環境放射能研究会」，つくば (2003.3)
- (16) 坂口綾，山本政儀，大塚良仁，佐々木圭一，横田喜一郎，小村和久：湖水環境中の極微量 ^{22}Na 測定法の開発とその応用，第 46 回放射化学討論会，札幌 (2002.9)，J. Nucl. Radiochem. Sci., 3, 116 (2002)
- (17) 坂口綾，大塚良仁，山本政儀：琵琶湖水系における宇宙線生成核種 Na-22 の物質動態，日本分析化学会中部支部会，高山，2002/11/15-16.
- (18) Sakaguchi A. Ohtsuka Y. and Yamamoto M.: Cosmogenic radionuclide Na-22 as a tracer of pollutant transport from watershed area to fluvial system, International Symp. on Transfer of Radionuclides in Biosphere-Prediction and Assessment, Mito december 18-19, 2002. p.87-89 (2002).
- (19) 坂口綾，山本政儀，星正治，K. N. Apsalikov, B. I. Gusev：セミパラチンスク核実験場周辺の放射能汚染-ドロン集落の現状-2002 年，第 8 回広島国際シンポジウム(Radiation Effects on the Residents(“Hibakusha”) near Semipalatinsk Nuclear Test Site)，広島 (2003/2/28)，講演要旨集，p.16-17(2003).
- (20) 坂口綾，山本政儀，佐々木圭一，興水達司：湖沼堆積物中のウラン・トリウム同位体組成と流域環境，第 4 回「環境放射能研究会」，つくば (2003.3)
- (21) 山本政儀，清水丈史，坂口綾，佐々木圭一，興水達司，小村和久：湖底堆積物中のウラン同位体組成と堆積環境---富士五湖河口湖---，第 46 回放射化学討論会，札幌 (2002.9)，J. Nucl. Radiochem. Sci., 3, 76 (2002)
- (22) 山本政儀：講演“旧ソ連核実験場セミパラチンスク地域の土壌中の放射能”，Land 博士講演会，放射線影響協会，(霞が関ビル，東海大学校友会館)，2002/10/15.
- (23) 山本政儀，坂口綾，五十嵐康人，広瀬勝己，青山道夫：Pb-210 と Be-7 降下量の長期 (1991-2002)

及び広域 (2000-2001) 観測, 第4回「環境放射能研究会」, つくば (2003.3)

- (24)横田喜一郎, 井上睦夫, 山本政儀, 中島美和子, グエン・ドゥン, 前田広人: 琵琶湖と鹿児島湾の低質比較 (その1) 第49回地球化学会年会, 鹿児島 (2002.9) 講演要旨集, 121 (2002)

4)研究交流 (共同研究)

・共同研究

- (1) 小村和久 (代表), 個人被曝モニターの自己照射の評価, 金沢工業大学・長瀬ランダウア
- (2) 小村和久 (代表), 富士山頂における Be-7, Pb-210 の変動解析, 気象研究所
- (3) 小村和久 (代表), 樹木年輪中の Pb-210 測定, 東京大学農学部
- (4) 小村和久 (代表), 宇宙飛行士用線量計開発に係わる放射化箔の測定, 三菱総合研究所
- (5) 小村和久 (代表), 古海水中の Cs-137 測定, 気象研究所

・海外渡航

- (1) 小村和久, モナコ, 環境放射能国際会議参加 (2002.9)
- (2) 小村和久, イギリス・ケント, 環境放射能測定に関する国際会議 (2002.9)
- (3) 山本政儀, カザフスタン, (財) 放射線影響協会の”セミパラチンスク健康影響調査”の研究打ち合わせ (2002.6)
- (4) 山本政儀, カザフスタン, ドイツ(ミュンヘン), セミパラチンスク核実験場周辺の試料採取と研究打ち合わせ (科学研究費B(1)&C(2)) (2002.10)

5)各種活動 (学会・社会)

・学会活動

小村和久: 日本保健物理学会理事, 日本放射線影響学会幹事, 日本原子力学会評議員, 近畿大学原子炉共同利用委員会委員, 学術会議「放射性物質による環境の汚染防止と回復研究促進小委員会」専門委員

山本政儀: 日本原子力学会中部支部幹事

・社会活動

小村和久: 石川県環境放射線測定技術委員会委員, 放医研宇宙放射線被ばく防護体系検討委員会委員, 環境科学技術研究所放射線・放射能調査検討委員会委員, 核燃料サイクル開発機構大学との研究協力実施委員会委員, 辰口町国際交流協会副会長, 辰口町文化財保護審議会委員, 国連科学委員会 UNSCEAR 報告書国内委員

山本政儀: 福井県美浜町原子力環境安全監視委員会臨時委員, (財) 日本分析センターの環境放射能試料測定法調査検討委員会委員, CAI ソフト作成専門部会長, 環境放射能分析研修委員会委員, 国連科学委員会 UNSCEAR 報告書国内委員

【研究費】

1) 科学研究費

- (1) 小村和久（代表），基盤研究(A)(2)，放射化法による極低レベル中性子測定法と種々環境における中性子評価，2,900 千円
- (2) 小村和久（分担），COE 環日本海域の環境計測と長期・短期変動予測，1,885 千円
- (3) 山本政儀（分担），基盤研究(B)(1)，核被災地域住民の被曝線量評価・旧ソ連核実験場周辺住民の内部被曝線量の構築，6,000 千円
- (4) 山本政儀（代表），基盤研究(C)(2)，環境プルトニウムの存在状態に関する研究，2,200 千円
- (5) 山本政儀（代表），COE 環日本海域の環境計測と長期・短期変動予測，2,145 千円

2) 受託研究費

- (1) 小村和久（代表），石川県，沿岸域の放射能の挙動に関する研究，2,000 千円
- (2) 小村和久（代表），気象研究所，海洋環境における放射性核種の長期挙動に関する研究，9,250 千円

尾小屋地下実験室 Ge 検出器のバックグラウンド

浜島靖典

〒923-1224 能美郡辰口町和気 金沢大学自然計測応用研究センター，低レベル放射能実験施設

Yasunori Hamajima: Background of Ge detectors at Ogoya Underground laboratory

極低バックグラウンド (BG) 測定を目指し，1995 年から稼動している旧尾小屋鉱山トンネル内の地下測定室（水深換算 270 m）では，環境中性子による多数の誘導放射性核種の発見，JCO 臨界事故の環境影響の規模と範囲の評価，中性子誘導放射性核種の極微弱残留放射能からの中性子束評価など，通常しゃへいの測定器では不可能な研究を行ってきた．今年度新たに Ge 検出器 4 台を加え，計 8 台の高分解能・高効率・極低 BG の γ 線測定システムを 2 室に設置した．ここでは Ge 検出器の BG の現状について報告し，BG 改善の余地について検討する．また通信システム（計測システムのリモートコントロール等）についても報告する．

1. 尾小屋地下測定室の Ge 検出器と BG

Table 1 に設置 Ge 検出器のタイプ，効率，0.1~2MeV の BG 等を示す．形状は全て J 型である．Ge-C は CANBERRA，その他は Eurisys 製．3800 mm² の J，K の相対効率は約 40% である．検出器本体のエンドキャップやクライオスタットを低 BG 仕様にする，また，しゃへい体については Pb 材質の吟味及び構造の工夫により，X 線，511 keV 以外にピークのない BG を達成できる（地上設置の Ge についても同様）．

2. 宇宙線 (CR) 成分の除去

プラスチックシンチレータ (PS，約 40cm 角，厚み 5cm) を現状のしゃへい上部に設置 (Ge との距離 363 mm) して CR を検出し，通常の BG (Fig. 1 の上部) への寄与を検討した (Fig. 1 下部)．0.1~2.0 MeV の寄与は 0.084 cpm であった．検出効率は 30-50% と推定される．Ge-J に対しては 0.040cpm であった．(Ge 結晶の形状に依存．) 現在さらに，PS の厚み，面積等に対する CR 検出効率の検討を行っているが，尾小屋地下実験室では 0.1~2.0MeV の全方向からの寄与は 0.2-0.3 cpm と思われる．LLRL (地上設置) の Ge ではその約 100 倍検出可能と推定され，一般の地上の Ge へ応用すると，充分 CR 成分が除去できると期待できる．

3. 通信システム

尾小屋地下測定室の PC は LAN に接続され，LLRL 内の PC とは，インターネット経由で接続できる (Fig. 2)．LLRL のどの PC からでも尾小屋の 8 入力 PC の画面を見ることができ，リアルタイムで測定状況の把握，機器の制御，測定結果データの転送ができる．また，外部からインターネット経由もしくは直接ダイヤルアップで LLRL，尾小屋の PC とも接続できる．

Table 1. Ge Detectors of Ogoya Under Ground Lab.

Ge	type	Eff or size	BG(cpm)
J	planar	3800mm ² x 30mm	0.87
K	planar	3800mm ² x 30mm	0.52
X	well(22mm ϕ x60mm)	73%	1.60
Y	well(22mm ϕ x60mm)	70%	1.75
C	well(10mm ϕ x40mm)	37%	0.82
I	planar	2800mm ² x 20mm	0.48
U	coaxial	93%	1.12
W	well(22mm ϕ x60mm)	65%	1.20

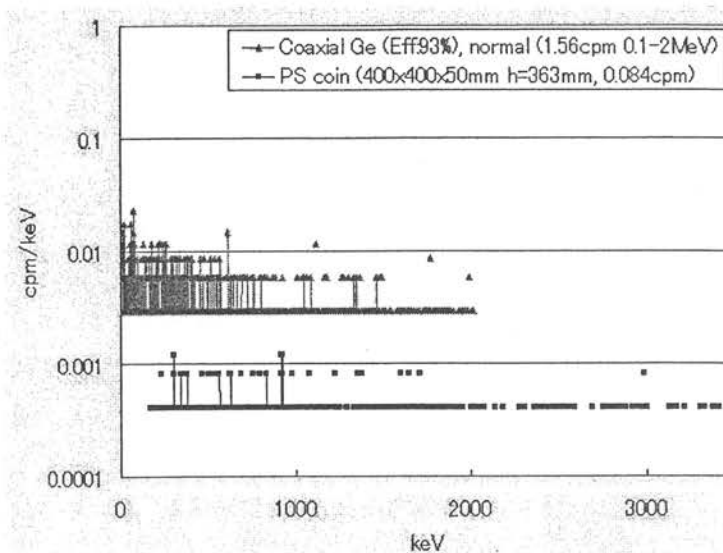


Fig. 1. Normal (upper) and cosmogenic BG of Ogoya Ge-U.

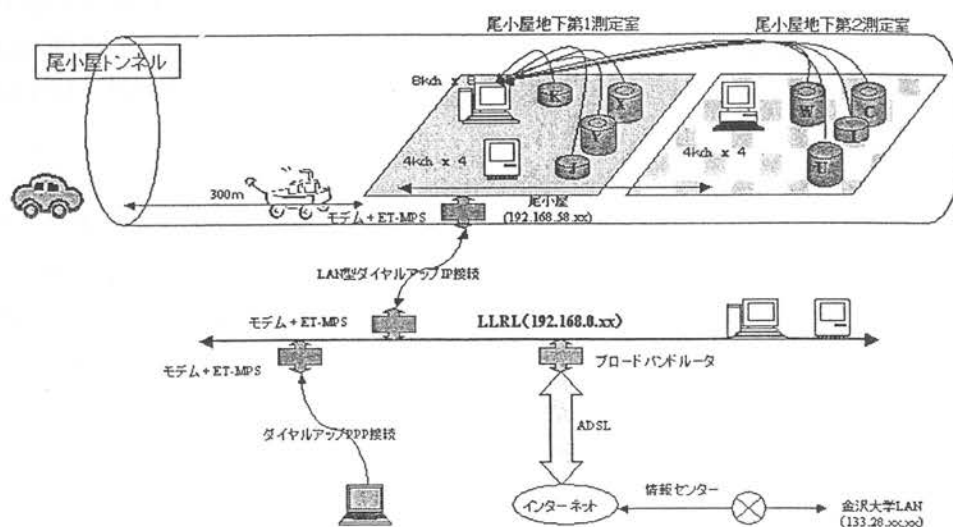


Fig. 2. Local area network at Ogoya Under Ground Lab.

金の放射化を利用した環境中性子測定

村田祥全・小村和久

〒923-0962 能美郡辰口町和気オ 24 金沢大学自然計測応用研究センター・低レベル放射能実験施設

Yoshimasa Murata: Measurements of natural neutron flux using activation of gold

金の安定同位体である ^{197}Au (同位体存在度: 100%) は、熱中性子および熱外中性子捕獲反応断面積が 98.8 barn と大きい。また、中性子捕獲反応により生成する ^{198}Au が、2.695 日という適度な半減期を持ち、411.8 keV の γ 線を放出率 96 % で放出することにより定量が容易であるため、原子炉などの中性子束の指標として、金は用いられてきた。しかし、地表の環境レベルの中性子束 ($10^{-2} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) では、 ^{198}Au 生成量が少なく、定量が困難なうえに、 ^3He 中性子カウンターなどの検出器を用いる方が検出感度は高いために、金は環境中性子束の測定に用いられていなかった。金を中性子束測定に用いることは以下のような利点がある。①中性子束測定時に電気を必要としない。②金の化学的安定性ゆえに高温(低温)、水中などの水に直接接触する場所などの通常検出器を設置することが困難な環境でも中性子束が測定可能である。③故障することがなく、メンテナンスを必要としない。④設置に必要な場所が小さく、持ち運びも容易である。⑤ ^3He 中性子検出器と比べると、費用が安価ですむ。以上の理由から、検出感度の問題を解決すれば、金はすぐれた環境レベルの中性子検出器となりうる。金沢大学低レベル放射能実験施設が 10 年前から構築してきた極低バックグラウンド γ 線測定が可能な尾小屋地下測定室(水深換算: 270 m)を利用することにより、環境レベルの中性子束における ^{198}Au 定量が可能となった。1999 年の東海村臨界事故時には、臨界発生地点より約 1500 m の範囲で漏出した中性子により生成した ^{198}Au が検出された。中性子モニタリングポストの数で十分でなく、シミュレーションによる被曝線量評価の際に必要な実測値が不足していたため、尾小屋地下測定室を利用した ^{198}Au の定量結果は非常に貴重であった。本研究では、金を環境中性子束測定の検出器として将来用いるための基礎研究として、環境レベルより 3 桁高い中性子束が得られる近畿大学原子炉(出力: 1 W)の原子炉室およびその周辺に金試料を設置し、 10^{-2} から $10 \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ までの範囲の中性子束における ^{198}Au 生成量を調べた。また、 ^3He カウンターによる測定も併せて行い、 ^{198}Au 生成量との比較を行った。

金板 ($1.5 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} \times 0.4 \text{ mm}$ 、約 8 g) および金粒 (直径 2 mm、約 20 g) を近畿大学原子炉壁の周囲 1 地点ならびに、原子力研究所敷地内 8 地点、近畿大学構内 4 地点に設置した。設置地点の炉心からの距離は、2 m から 303 m の範囲であった。原子炉壁の周囲に設置した金試料は、原子炉が稼動している 2 日間被曝させた後、その他の金試料については約 30 日間被曝させた後回収した。尾小屋地下測定室の極低バックグラウンド Ge 検出器を用いた γ 線スペクトロメトリーにより、 ^{198}Au の放出する 411.2 keV の γ 線を計数し、生成した ^{198}Au 原子数を見積もった。また、原子炉稼動中に、原子炉室内、原子力研究所敷地内および近畿大学構内の計 13 地点で、 ^3He 中性子検出器を用いて計数を測定した(原子炉からの距離 2~270 m)。測定は、厚さ 2 cm のポリエチレンで検出器を覆った場合と覆わない場合の 2 種類行った。

γ 線スペクトロメトリーにより得られた各金試料中に生成した ^{198}Au 原子数を表 1 に、 ^{198}Au 原子数を炉心からの距離に対してプロットしたものを図 1 に示す。炉心からの距離の増加とともに、 ^{198}Au 生成数は減少するが、50 m を過ぎるとほぼ横ばいである。これにより、炉心から 50 m 以遠は、原子炉由来の中性子の影響が環境中の中性子に比べて無視できることがわかる。

^3He 中性子検出器の計数を、炉心からの距離に対してプロットしたものを図 2 に示す。原子炉に最も近い試料番号 0 の金試料中の ^{198}Au 原子数が ^3He 中性子検出器の計数と比べて相対的に少ないが、これは他の金試料の被曝期間が 30 日であるのに対し、この試料のみ 2 日間と短いためである。照射時間の補正をすれば、 ^{198}Au 生成数と ^3He 中性子検出器の計数の結果は矛盾しておらず、 ^{198}Au 生成数が中性子束を反映していることが示された。金による中性子の自己吸収により、金の厚みの増加とともに 1g あたりの ^{198}Au 生成数は減少するため、 ^{198}Au 生成数から直ちに中性子束を評価することは困難であるが、自己吸収の問題さえ解決すれば、金は優れた環境中性子検出器として利用可能である。

表 1 金試料中に生成した ^{198}Au 原子数

試料番号	試料の形状	被曝位置	炉心からの距離 (m)	^{198}Au 原子数 (n/g-Au)
0	板	原子炉外壁	2	1074 ± 47
1	板	試料準備室窓	13	670 ± 59
2	板	共同研究室扉	25	176 ± 30
3	板	共同研究室窓	28	192 ± 23
4	粒	モニタリングポスト I	42	114 ± 11
5	粒	コンクリート壁	48	63 ± 19
6	粒	モニタリングポスト II	63	92 ± 27
7	粒	動物飼育棟扉	50	42 ± 11
8	粒	モニタリングポスト III	41	66 ± 15
9	粒	薬草園プレート裏	99	57 ± 13
10	粒	正門そば掲示板裏	303	51 ± 15
11	粒	駐車場裏の木	250	46 ± 8
12	粒	グラウンド隅の物置	91	39 ± 8

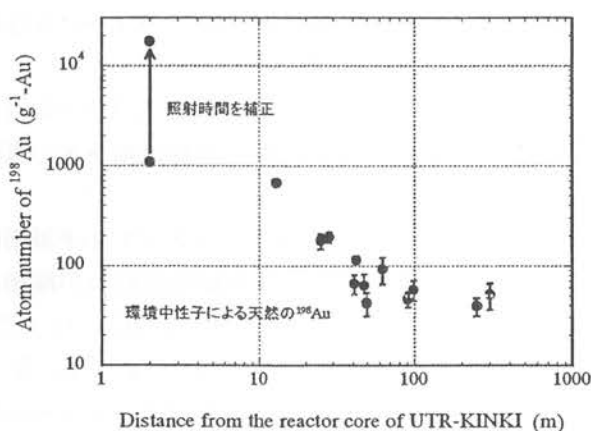


図 1 原子炉からの距離に対する ^{198}Au 原子数

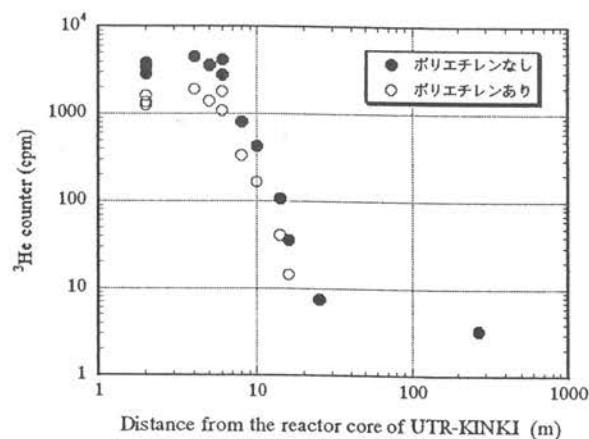


図 2 原子炉からの距離に対する ^3He 中性子検出器の計数値

謝辞

本研究は、近畿大学原子炉等利用共同研究として行われ、実験の際には近畿大学原子力研究所・森嶋彌重 所長ならびに古賀妙子 教授にご協力をいただいた。

鳥取県・大山中腹に湧出する地下水の流動系

井上睦夫・小村和久

〒923-1224 能美郡辰口町和気 金沢大学自然計測応用研究センター, 低レベル放射能実験施設

Mutsuo Inoue and Kazuhisa Komura: The hydrological circumstance of Daisen groundwater

【はじめに】降水の浸透性および貯水能力が顕著に高いとされる火山体に蓄えられる地下水は、その山麓への水源としての役割を担うなど、水文学的にも重要な位置を占める。特に火山帯が数多く存在する日本においては、火山地下水における地球化学的データの蓄積およびその解釈は大きな課題であろう。本研究では、鳥取県・大山火山中腹、標高 1200 m と、涵養域からの流動距離を短くして湧出する地下水を例にとり、その起源となる降水、および化学組成に重要な影響をもたらす周囲の岩石も調べた。その結果から、降水の浸透から地下水湧出にいたる Sr 同位体組成および化学組成 (主要溶存イオンおよび Sr^{2+} 濃度) の変化を調査した。

さらに詳細な地下水流動系の解明には、地球化学的挙動の異なるできるだけ多くの核種を用いたアプローチが必要とされる。大山地下水試料に極低バックグラウンド γ 線測定を適用し、これまで水文学に適用され得なかった新たな放射性核種の有効性を探った。

【実験】地下水および降水における溶存イオンの定量については、ICP-AES, ICP-MS およびイオンクロマトグラフィーを、また Sr 同位体比の測定には、表面電離型質量分析計を使用した。放射性核種に関しては、大山地下水 300 L から、イオン交換樹脂を使用し、地下水の湧出地点で目的核種を回収した (Ohtsuka et al., 2002)。測定には、尾小屋地下測定室に設置した Ge 検出器を用いた。

【化学組成, Sr 同位体比】標高の高い地点に湧出する地下水は、一般的に滞留時間 (流動距離) が短く、他の地形に比べ岩石との反応が進んでいないとされる。大山近辺 (米子市) の降水組成と比較した場合、大山地下水においては周囲の岩石からのアルカリ土類金属元素の溶出が示唆されたのみであった (Fig. 1)。また $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比は、降水に比較し変動幅の小さい、低めの値 (0.70519 ~ 0.70525) を示した。これは降水の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比 (0.70886 ~ 0.71044) より、むしろ地下水採取地点のデーサイト、さらにはそれを構成する斜長石の値 (~0.7051) に類似することが明らかになった (Fig. 2)。

以上の地球化学的情報から、流動過程における、Ca, Srなどを多く含む溶解速度の大きい (変質しやすい) 斜長石の端成分、アノーサイト ($\text{CaAlSi}_2\text{O}_8$) の降水への選択的溶出という単純な地下水の履歴が推測された。

【 γ 線測定】 ^3H ($t_{1/2} = 12.4$ y), ^{14}C (5730 y), ^{222}Rn (3.8 d) といった放射性核種は、それぞれの半減期に対応した地下水の滞留時間を提供してきた。本研究では、短い滞留時間および単純な流動系が推測される大山地下水に γ 線測定を適用し、特に宇宙線生成核種 ^{22}Na ($t_{1/2} = 2.6$ y) に注目した (Fig. 3)。測定の結果、大山中腹地下水を通したイオン交換樹脂から抽出、乾固した試料 D-I、さらにカリウム (^{40}K) 除去によりバックグラウンドレベルを低減した試料 D-II においても、 ^{22}Na は検出限界以下にまで減衰していることが明らかになった。本 γ 線測定条件から、これは ^{22}Na 濃度が、 $\sim 2 \times 10^{-4}$ dpm/l 以下であることに相当する。最近の降水にみられる ^{22}Na 濃度 (e. g., $\sim 1 \times 10^{-2}$ dpm/l; Tokyuyama and Igarashi, 1998) に比較した場合、この結果は、大山の地下水の滞留時間が 10 年以上であり、さらに移行過程における大規模な降水の混入を否定するものである。

地下水試料に対する γ 線測定は、ナトリウムの岩石との反応といった問題点および他の不確定要素も多く残っており、今後の議論がのぞまれる。一方、 ^{22}Na および他核種の地下水流動系にもたらず知見にも期待される。

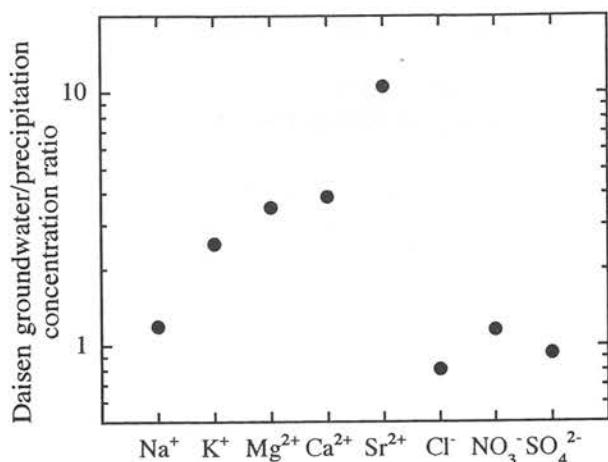


Fig. 1 Concentration ratios between Daisen groundwater and precipitation. Data of groundwater were represented by those for untreated water sample (2000.11.15) and data of precipitation are the mean values from Apr. 1997 to Mar. 2000 in Yonago City.

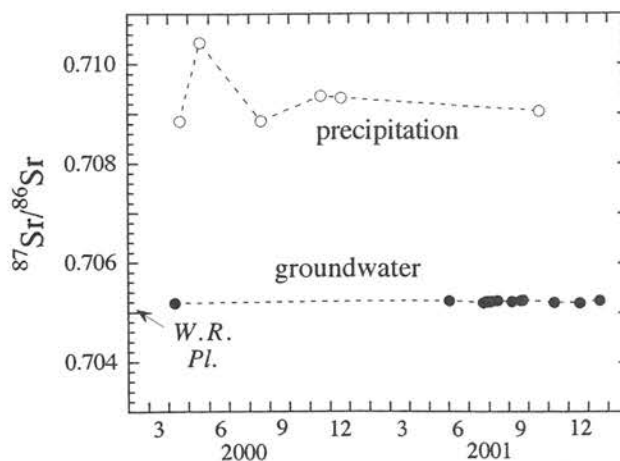


Fig. 2 Comparison of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio between Daisen groundwater and the precipitation of Tottori City. W. R. and Pl. are the $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values of dacite whole rock (0.705163, 0.705120) and plagioclase phenocryst from dacite (0.705123), respectively.

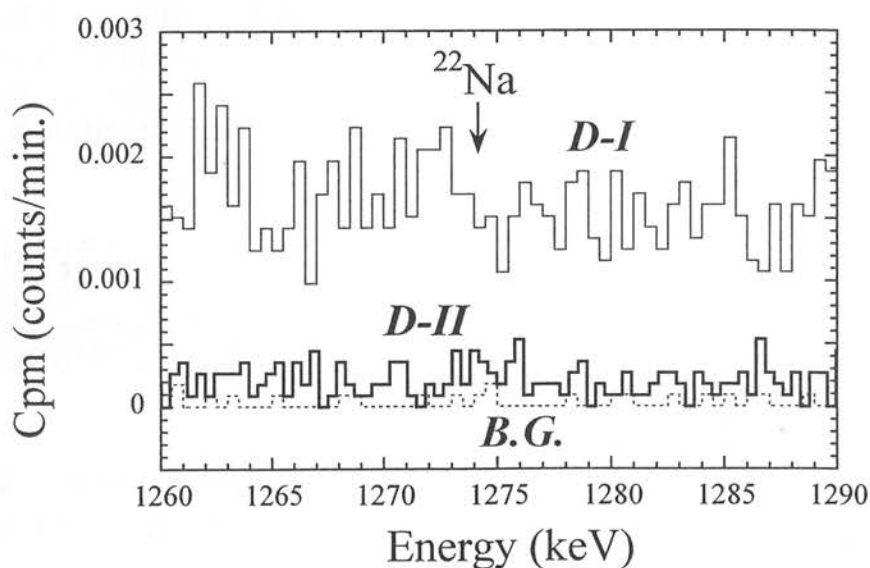


Fig. 3 Low background γ -ray spectra of a) 1260 ~ 1290 keV regions in water samples. The arrows indicate the energy of ^{22}Na (1274 keV). D-I shows groundwater from Daisen and D-II indicates the treated sample obtained after removal of ^{40}K from D-I by chemical separation.

引用文献

Ohtsuka, Y., Yamamoto, M., Sasaki, K. and Komura, K: Radioprotection-colloques, 37, C1, 63-68 (2002).
Tokuyama, H. and Igarashi, S. J: Environ. Radioactivity 38, 147-161 (1998).

[本研究をおこなううえで、神戸大・中村昇教授、小林俊則さん、大谷恵子さんおよび島根県産業技術センター・中島剛博士には、全面的にご協力いただいた。その成果の一部は、第 49 回地球化学会年会 (於 鹿児島市) において報告された。]

河口湖堆積物中のウラン・トリウム同位体組成とその変動 —河口湖—

坂口 綾¹、山本 政儀¹、佐々木 圭一²、奥水 達司³

¹〒923-1224 石川県能美郡辰口町和気 金沢大学自然計測応用研究センター
低レベル放射能実験施設

²〒920-1392 金沢市末町10 金沢学院大学美術文化学部文化財学科

³〒403-0005 山梨県富士吉田市上吉田字剣丸尾5597-1 山梨県環境科学研究所 地球科学研究室
Aya SAKAGUCHI¹, Masayoshi YAMAMOTO¹, Keiichi SASAKI² and Satoshi KOSHIMIZU²

Uranium and Thorium Isotopic Compositions in Lacustrine Sediments and Their Changes -Lake Kawaguchi-

[はじめに] 現在、温暖化、砂漠化、酸性雨などの地球規模の環境問題は益々その深刻さを増し、人類の生存さえも危うくする事態になりつつある。従来、その問題解決のための研究の多くは、主としてグローバル・スケールで評価されてきたが、これらの問題は地域ごとにその自然と人間系の相互作用により様々に異なって生起する。それ故、地域からグローバルへとつながるさまざまな角度から見た自然-人間系相互作用の環境変動変遷史を科学的に復元し将来動向の予知・予測に生かすことが極めて重要である。

湖沼中には、流域の土地利用形態、地形、植生、湖沼の物性さらに水の挙動を反映し河川を通じて様々な粒度の土壌粒子等が湖内の自生性物質と共に年輪を形成しながら沈降・堆積している。これに着目した堆積物の研究はこれまで様々な分野で行われてきた。本研究室においても例外でなく堆積物中における種々の放射性核種について評価してきたが、その中で天然放射性核種である U (Th)濃度及び同位体組成が、堆積物中で大きく変動していることが明らかになった。そこで本研究では堆積物中 U (Th) に着目し、それらを「河川等から土壌粒子として流入した成分(自然変動の指標)」と「湖内で吸着した成分(人為的活動の指標)」に識別することを試みた。従来の物理特性や無機・有機化学成分測定等からの知見の集約に加えて、この識別した U・Th 同位体組成変動が過去数百年に渡る自然(降水量変化、土地利用形態の変化、突発現象等)及び人為的活動(湖水環境の酸化還元状況の変化、富栄養化の進行等)の流域環境変動解析の指標になりうるか否かを検討した。

[方法] 研究対象は、富士山周辺の比較的狭い地域に点在する面積・水深・周辺環境(人間活動も含む)を異にする富士五湖とし、本年度は河口湖で研究を実施した。湖内で環境が異なると思われる5地点 A-E (Fig. 1)を選定後、2000年10月に長さ約40-50cm程度の堆積物コアを採取した。コアを1.5cm間隔で切断し、各試料について U・Th 同位体 (²³⁸U, ²³⁴U, ²³²Th, ²³⁰Th, ²²⁸Th) α線測定、堆積年代解析 (²¹⁰Pb-¹³⁷Cs 法)、中性子放射化分析及び波長分散型 X 線分析を行った。また、2002年8月に湖水(約20 L)及び河口湖周辺の岩石 No.1-No.7 (Fig. 1)を採取し、湖水中 U 濃度、岩石中 U・Th 濃度及び同位体測定を実施した。

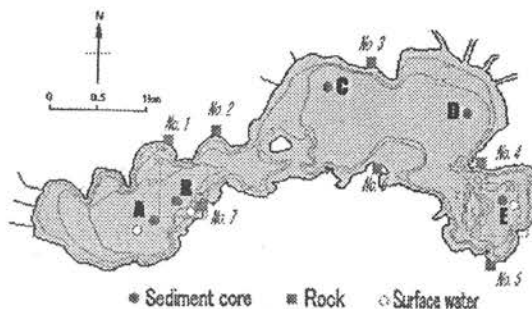


Fig.1 Sampling sites of Lake Kawaguchi

[結果・考察] 湖水における溶存及び浮遊物中 U-238 放射能濃度はそれぞれ約 0.091 mBq/L、0.0054 mBq/L であった。また、河口湖周辺岩石中 U-238、Th-232 放射能濃度は 1.47-24.9mBq/g、0.87-27.1mBq/g の範囲に見いだされた。また、堆積物中 U-238 及び Th-232 放射能濃度と U・Th 同位体の放射能比の一例として A 地点の結果を Fig. 2 に示す。堆積物中 U-238、Th-232 の放射能濃度はそれぞれ 7.8-14.6、7.9-16.6 mBq/g の範囲に見いだされ、各放射能比も変動していることがわかった。さらに、各深度で得た堆積物中の U (Th)を「土壌(そのもの)として湖水に流入」して沈降した成分と「湖内で土壌粒子や有機物に吸着」して沈降した成分を以下の式で識別し、河口湖周辺の年間降水量(1933-2000年)または地震などのイベントと比較した(Fig. 3)。

$$A_4 = [\phi^a_4 \exp(-\lambda_4 t) + \phi^a_s \{1 - \exp(-\lambda_4 t)\} + \phi^p_s] / s$$

$$A_4 = (A_s - \phi^p_s / s) [1 + (\beta - 1) \exp(-\lambda_4 t)] + \phi^p_s / s$$

$$A_4 = (A_8 - \alpha A_2) f + \alpha A_2$$

$$f = [1 + (\beta - 1) \exp(-\lambda_4 t)]$$

$$\alpha = (\beta A_8 - A_4) / [A_2 (\beta - 1)]$$

$$\phi^p_s = \phi^p_4 = s (\beta A_8 - A_4) / (\beta - 1)$$

ここで、 A_4 , A_8 , A_2 はそれぞれ 堆積物の ^{234}U , ^{238}U , ^{232}Th 放射能濃度(mBq/g)、 ϕ^p_s , ϕ^p_4 は湖に流れ込む土壌粒子起源の U-238 および U-234 のフラックス(mBq/cm²/y)、 ϕ^a_s , ϕ^a_4 は湖内で吸着する U-238 および U-234 のフラックス(mBq/cm²/y)、 λ_4 , λ_8 は ^{234}U , ^{238}U 改変定数(y⁻¹)、 α は湖に流入する土壌起源粒子の $^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$ 放射能比、 β は湖水の $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ 放射能比、 s はコアの面積を表す。その結果、識別した同位体組成の変動、特に流入した土壌粒子の $^{238}\text{U}/^{232}\text{Th}$ 放射能比の変動と降水量の変動またはイベントとの相関が示唆された。今後、河口湖の時・空間的な堆積状況や流域の環境条件、U の挙動を考慮し、この仮説をさらに検討する。

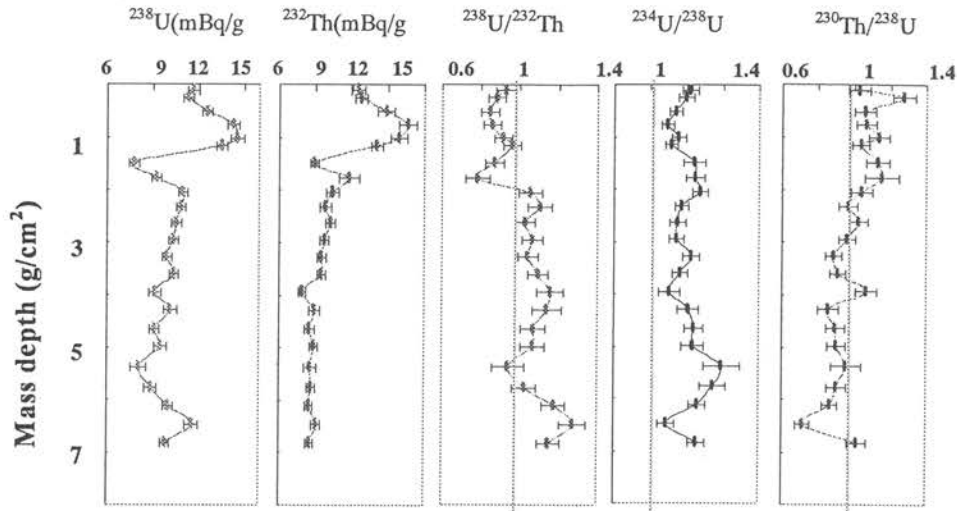


Fig. 2 U and Th concentrations and their activity ratios in the sediment from site A.

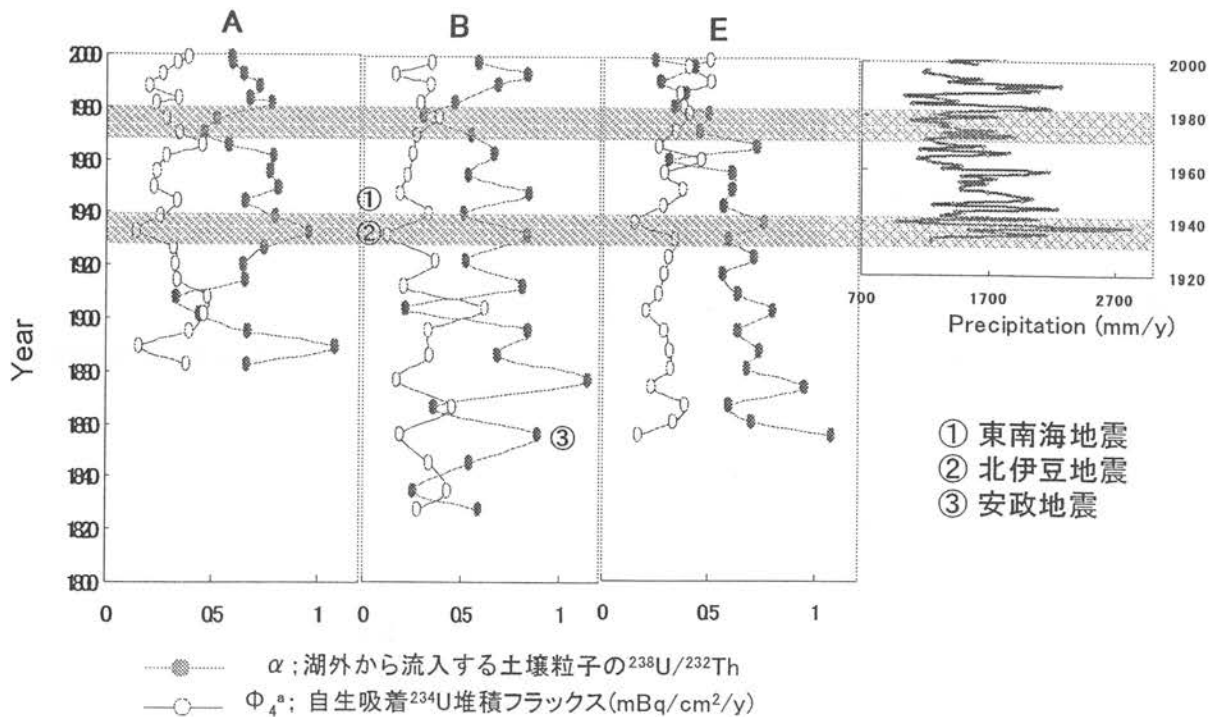


Fig. 3 Comparison of α and ϕ^a_4 with precipitation and events around Lake Kawaguchi.

10.17～10.30	山本助教授 「セミパラチンスク核実験場周辺の放射能汚染及び住民の放射線被曝線量を評価するための生体及び土壌試料収集」のためカザフスタン共和国へ出張
11.5～7	気象研究所 五十嵐 康人氏、広瀬 勝巳氏 共同研究打ち合わせ Dr.Chang-Kyu-Kim(Korea Inst.Nuclear Safety) 研究打ち合わせ
11.9	静岡県庁 鈴木 敦雄氏 研究打ち合わせ
11.13	文部科学省科学技術学術政策局原子力施設検査官 岩田 順一氏、 原子力安全課安全審査官 永富 英記氏 来所
11.19	(財)環境科学技術研究所 五代儀 貴氏 研究打ち合わせ
11.25	名古屋大学工学研究科助教授 山澤弘実氏、学生3名 ラドン測定のため来所
12.23～25	岡野 眞治博士、西 克夫氏 尾小屋地下測定研究打ち合わせ
平成 15 年	
1.31, 3.10	北陸大学放射薬品学助教授 山田 芳宗氏 測定のため来所
2.7	東京水産大学教授 大橋 英雄氏 研究打ち合わせ
2.19～21	中央水産研究所海洋生産部室長 皆川 昌幸氏 研究打ち合わせ
2.27～3.1	山本助教授 広島国際シンポジウム「セミパラチンスク核実験場周辺の放射能汚染」研究発表
3.11	青森県環境保健センター 木村 秀樹氏、佐々木 久美子氏 尾小屋地下測定研究打ち合わせ
3.11～13	日本原子力研究所 環境科学研究部 上野 隆氏 尾小屋地下測定室研究打ち合わせ
3.15～18	名古屋大学大学院工学研究科教授 飯田 孝夫氏、気象研究所地球化学研究部 五十嵐 康人氏、日本原子力研究所次長 茅野 政道氏 研究打ち合わせ、 金沢大学21世紀COE国際シンポジウム出席

平成14年度見学来訪・出張の記録

平成14.年

- 5.14, 5.22, 5.31 福井大学工学部教授 西川 嗣雄氏、福井県原子力環境監センター所長 吉岡 満夫氏、
大西 勝基氏、石川県保健環境センター部長 小森 正樹氏、北陸電力(株)原子力部課長
高橋 敏彦氏、志賀原子力発電所課長 上田 司穂氏、日本原子力発電(株)敦賀発電所課長
石川 修氏、関西電力(株)若狭支社チーフマネージャー 三田村 和史氏、核燃料サイクル
開発機構敦賀本部研究主幹 鳥居 建男氏、アロカ(株)金沢営業所長 石原伸一氏、長瀬
ランダウア(株)西営業課長 浅沼 清氏、富士電機システム(株)北陸支社課長 井浦 貢氏、
(株)千代田テクノル金沢営業所長 加藤 毅彦氏
第36回日本保健物理学会研究発表会実行委員会、研究打ち合わせ
- 5.27～29 [琵琶湖にて湖水、湖底堆積物サンプリング]
- 6.12 (財)日本分析センター 及川真二氏
研究打ち合わせ
- 6.8～21 山本助教授
「セミパラチンスク核実験場周辺住民の調査に係わる打ち合わせ及び情報収集」
のためカザフスタン共和国へ研修
- 6.8 第36回日本保健物理学会参加者見学
- 7.2～4 [近畿大学原子炉共同利用研究]
- 7.4 Prof. Michael Paul (Hebrew University) 見学
- 7.25 (財)放射線影響協会 吉田 守氏
研究打ち合わせ
- 7.25, 11.20 滋賀県琵琶湖研究所 横田 喜一郎氏
研究打ち合わせ
- 7.25 海洋科学振興財団 小藤 久毅氏
研究打ち合わせ
- 7.31～8.6 [増富温泉、芦ノ湖、河口湖サンプリング]
葉佐井 博巳博士
尾小屋地下測定研究打ち合わせ
- 8.31～9.8 小村教授
「環境放射能国際会議」発表のためモナコへ出張
- 9.12～22 小村教授
「環境放射能分析国際会議」発表と研究打ち合わせのためイギリス、ベルギーへ出張
- 10.23～24 理学部化学科3年生40名
実習、尾小屋地下測定室見学

金沢大学自然計測応用研究センター

低レベル放射能実験施設

〒923-1224 石川県能美郡辰口町和気

TEL (0761) 51 - 4440 FAX (0761) 51 - 5528

尾小屋測定室 TEL, FAX (0761) 67 - 1740

Low Level Radioactivity Laboratory (LLRL),
Kanazawa University

Wake, Tatsunokuchi, Ishikawa 923-1224, JAPAN

