

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 2003.4～2004.3



低レベル放射能実験施設全景

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

低レベル放射能実験施設

研究概要・年次報告

2003.4~2004.3



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。

目次

構成員	2
活動報告	
研究概況	3-5
研究業績	6-9
研究費	10
研究指導	10
研究報告	
プラスチックシンチレーターによる宇宙線成分の除去	11
中性子放射化法による環境中性子の変動測定	12
環境中性子による金試料中の Au-198 生成量の比較	14
セミパラチンスク核実験場周辺地域の放射能汚染状況： ドロン，モステイク，チェリヨムシキ，ボデネ集落	16
平成 15 年度尾小屋地下測定室共同利用の記録	18

【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
- ・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
- ・COE, PD フェロー 村田祥全 (murata@llrl.ku-unet.ocn.ne.jp)
博士 (理学) 専攻 環境放射能
- ・COE, PD フェロー N. Muguntha Manikandan
- ・COE, PD フェロー Patric Lindahl
- ・事務補佐員 中本美智代 (nakamoto@llrl.ku-unet.ocn.ne.jp)
- ・産学官連携研究員 西川方敏 (nisi@p2242.nsk.ne.jp)

2. 学生

- ・研究生 幸進 (2003.年 4-6 月) 博士 (理学)
- ・博士後期課程 2 年 [社会人選抜] 山口芳香 (yyy@med.osaka-cu.ac.jp)
- ・博士前期課程 2 年 坂口綾 (eatingubu@llrl.ku-unet.ocn.ne.jp)
- ・理学部化学科 4 年 桑原雄宇 (yu.k@llrl.ku-unet.ocn.ne.jp)
- ・理学部化学科 4 年 渡部諭 (satoru@llrl.ku-unet.ocn.ne.jp)

【研究概況】

当施設 2 分野の研究概況

【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能登半島の沿岸海水の同位体情報から、能登半島を取り巻く海水循環の調査を行った。また、従来からの④旧ソ連核実験場セミパラチンスク周辺の放射線影響研究も実施した。

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。昨年度より、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蓄積を図っている。

2) 湖底堆積物から環境変動解析

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。湖底堆積物は、過去における流域の変動や湖内で生息した生物などの気候変動に絡む物理、化学、生物的变化をそれぞれの化石として記録している。化学成分は堆積後、続成作用の影響を受けるものがあり、堆積当時を保存しているとは限らない。しかし基礎的な研究・検討を通じての適当な手法を用いれば、化学成分からも堆積環境変動解析が可能である。具体的には、従来の堆積物の物理・化学的測定の知見に加えて、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。今年度から、琵琶湖およびバイカル湖の堆積物を用いて更なる検討を実施している。

3) 能登半島沿岸海水における $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の研究

ラジウム同位体のうち、 ^{226}Ra ($t_{1/2} = 1.6 \text{ ky}$) に比べ、半減期が短い ^{228}Ra ($t_{1/2} = 5.75 \text{ y}$) は、海洋環境においては、ラジウムの供給源（沿岸堆積物、大陸棚、陸水）から離れるにつれ、濃度が減少していく。よって海水の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比は、水平、鉛直方向の海水循環に、多くの情報をもたらしてきた。

能登半島一帯は対馬暖流と日本海固有冷水塊が合流し、環境変動に極めて鋭敏な地域である。この能登半島の代表的な地点の沿岸海水における $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比を分析した結果、夏に最小値を示す季節変動が明らかになった。この結果は、能登半島沿岸海域を取り巻く海水循環の季節変動に重要な知見をもたらす。

4) 旧ソ連核実験場セミパラチンスク周辺の放射能汚染と住民への被曝線量評価

21 世紀の環境科学に課せられた最大の課題は、世界中に創りあげてきた環境問題、すなわち負の遺産の複雑現象を科学的に学び、将来に向けた新たな解決策を提示することである。こうした中、核被災や 10 年前から始まる劣化ウラン被災の住民、環境は最たるものである。旧ソ連の核実験場セミパラチンスクでは、450 回以上の核実験が行われ、それによって数十万とも言われる周辺の住民が外部および内部からの長期の低線量率被曝を受けてきた。1994 年以来、住民への放射線影響の基礎となる被曝線量評価、特に放射能汚染状況の把握と外部被曝および内部被曝線量評価を重点的に行っている。

【極低レベル放射能計測システム開発分野】

1) 極低バックグラウンド検出器の新規購入と遮蔽の改良

気象研究所受託研究によって 2002 年度末に相対効率 51.5%の井戸型 Ge 検出器(Z)及び $28\text{cm}^2 \times 2\text{cm}$ の平板型 Ge 検出器(L)が、2003 年 12 月末に相対効率 36%の井戸型 Ge 検出器(V)が尾小屋地下測定室に設置された。これにより、極低バックグラウンド Ge 検出器は 11 台となり、11 試料の同時計測が可能となった。台数において世界一(2 番はベルギー IMRR の 5 台)の地下測定室となった。遮蔽の改良を重ねた結果、新規購入検出器のバックグラウンド計数は Z が期待値より 1.5 倍高く改良の余地があるものの L、V はほぼ所期の値まで低減できた。さらに 2001 年度に基盤研究 A(2)で購入した相対効率 73.5%井戸型(X)と 70.5%の井戸型検出器(Y)の上面の遮蔽強化により、バックグラウンド計数を約 20%低減させることに成功した。

バックグラウンド計数のさらなる低減を計るために、プラスチック検出器による逆同時計数実験を地上測定(辰口)で行い、研究成果を 10 月にウイーンで開催された国際会議 LLRMT(Low-Level Radioactivity Measurement Techniques)及びヨーロッパの地下測定室研究グループのミーティング CELLAR で発表した。

2) 金をターゲットとする極低レベル環境中性子測定

内浦町小木にある臨海実験施設において海水中の中性子計測実験を 3 回実施し、深さ約 10 cm 付近に熱中性子フラックスのピークが存在することを明らかにした。1999 年に深さ 4 m の池で

実施した同様の実験結果を支持するもので、中性子輸送モデルによる計算を実験的に支持するものである。特殊環境への応用として鉛、銅及び鉄金属中の中性子フラックスの測定を試みた。計数の統計誤差が大きいので、ターゲット量を増やし精度の高い実験を次年度に実施する。

一般環境への応用として 2001 年より青森県六ヶ所村での環境中性子のモニタリングを継続しているほか、海拔 640 m の獅子吼高原と辰口 (30 m) との同時測定を実施している。

3) 大気中放射性核種の同時・高時間分解能測定 (21 世紀 COE プロジェクト)

大気中放射性核種の濃度変化は大気や大気浮遊塵の輸送・混合等を評価する極めて有効な指標となる。これらは気象変動に伴ない数分程度の短時間で起こっているものと推定されるが、放射線検出感度のバックグラウンドが高いため比較的濃度の高い ^{222}Rn 及び ^{220}Rn とこれらの短半減期娘核種を除いて、数時間間隔での測定は殆ど行われていない。極低バックグラウンド Ge 検出器を使えば、 ^{210}Pb (半減期 22 年) や ^7Be (半減期 53 日) 等を ^{222}Rn 並みの時間間隔で測定することが可能である。

21 世紀 COE プロジェクトの一環として 2002 年 11 月より辰口で、2003 年 4 月より輪島沖 50 km に位置する舳倉島で、9 月より海拔 640 m の獅子吼高原で ^{210}Pb (半減期 22 年) 及び ^7Be の観測を開始した。定常的なサンプリングは辰口と獅子吼では 1~2 日間隔、舳倉島では 1 週間間隔で行っているが、台風接近、前線通過、降雪のように短時間で大きな変動が予想される場合は、1~2 時間間隔でサンプリングを行った。2 地点 (辰口-舳倉島、辰口-獅子吼高原) での同時観測による、陸と海、海拔高度による濃度および変動パターンの比較測定も行った。数日~1 週間サンプリングおよび舳倉島の雨水については、 ^{137}Cs 及び ^{22}Na も測定した。3 地点とも ^{222}Rn 濃度 (1 時間間隔) と風速および風向 (辰口と獅子吼高原は 10 分間隔、舳倉島は当初 1 時間間隔、2003 年 11 月より 2 分間隔) データを入手し解析の助けとした。

これらの観測で大気中放射性核種の変動に関する多くの新しい知見を得ることができた。

4) その他のプロジェクト

極低バックグラウンド Ge 検出器による放射能測定に関して、気象研究所から受託した「海洋環境における放射性核種の長期挙動に関する研究」で、太平洋で採取した海水中の ^{137}Cs の深度分布の精密測定を、三菱総合研究所との共同研究「放射化箔の放射能測定に関する研究」では宇宙飛行士の中性子被曝を評価するための基礎研究実施したほか、日本原子力研究所陸域環境研究グループ依頼による「極低レベル ^{137}Cs の測定」等を実施した。

尾小屋トンネル内の極低線量空間を利用した 2 年にわたる長期実験としてコニカミノルタとの共同研究「写真用カラーペーパーの自然放射線に起因した経時カブリに関する研究」、環境科学技術研究所との共同研究「TLD およびガラス線量計の自己照射の評価」が進行している。

【研究業績】

1) 学術論文

- (1) Hamajima Y. and Komura K.: Background components of Ge detectors in Ogoya underground laboratory, *Applied Radiation and Isotopes*, (2004) in press.
- (2) 井上睦夫, 小林俊則, 中村昇, 大谷恵子, 中島剛, 小村和久: 鳥取県大山火山中腹に湧出する地下水の流動系-同位体地球化学的情報からみた地下水の履歴-, *日本水文科学会誌* 33, 255-267 (2003).
- (3) Inoue, M., Kimura, M. and Nakamura, N. : REE abundances in the matrix of the Allende (CV) meteorite: Implications for matrix origin, *Meteoritics and Planet. Sci.* 39, 599-608 (2004).
- (4) Sakaguchi, A., Yamamoto, M., Ohtsuka, Y., Sasaki, K., Yokota, K. and Komura, K.: Low level measurement of cosmogenic radionuclide ^{22}Na in fresh water by ultra low-background γ -ray spectrometry after simple radiochemical separation, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 258, 250-258 (2003).
- (5) Sakaguchi, A., Yamamoto, M., Ohtsuka, Y., Yokota, K., Sasaki, K. and Komura, K.: Cosmogenic radionuclides ^{22}Na as a tracer of pollutant transport from watershed area to fluvial system - Lake Biwa system in Japan, *Proceedings of the International Symp., Transfer of Radionuclides in Biosphere-Prediction and Assessment*, Mito, Japan, Dec. 2003, JAERI-Conf. 2003-010, (A. Amano & S. Uchida, Eds.), pp.335-342, September (2003).

2) 総説・資料・報告書

- (1) 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, *Proceedings of the Fourth Workshop on Environmental Radioactivity*, KEK, Tsukuba, Japan, 231-238 (2003).
- (2) 藤田祐幸, 小村和久, 古川路明: イラク戦争における劣化ウラン弾の使用について, *科学* 74 (1), 7-10 (2004).
- (3) 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 線測定の実験的評価, *Proceedings of the Fourth Workshop on Environmental Radioactivity* 215-220 (2003).
- (4) 小村和久, 井上睦夫, 村田祥全, 菊永英寿, 森嶋彌重, 古賀妙子: イメージングプレートを用いる植物中の元素分布の研究, 平成 14 年度近畿大学原子炉等利用共同研究経過報告書, 68-70 (2003).
- (5) 小村和久: 極低レベル放射能の測定と応用. *RADIOISOTOPES* 50 周年記念号 135S-138S (2001).
- (6) 小村和久: 地下空間を利用する極低レベル放射能測定, *化学と教育* 50 (11), 765-766 (2002).
- (7) 村田祥全, Ahmed M. Yousef, 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, *Proceedings of the Forth Workshop on Environmental Radioactivity*, KEK, Tsukuba, Japan March 4-6, 2003. KEK Proceedings 2003-11, 211-214 (2003).
- (8) 坂口 綾, 山本政儀, 清水丈史, 佐々木圭一, 興水達司: 湖底堆積物中のウラン・トリウム同位体組成とその変動-富士五湖・河口湖, *Proc. 4th. Workshop on Environmental Radioactivity*, KEK Proceedings-16 June 2003, pp. 129-136 (2003).
- (9) 山本政儀: 阪上正信 先生を偲ぶ, *温泉科学*, 52, 172-172 (2003).
- (10) 山本政儀, 坂口 綾, 五十嵐康人, 青山道夫, 広瀬勝己, C. K. Kim: ^{210}Pb 及び ^7Be 降下量の長期 (1991-2002)・広域 (2000-2001) 観測-日本海域の特徴, *Proc. 4th. Workshop on Environmental Radioactivity*, KEK Proceedings-16 June 2003, pp. 101-108 (2003).

3) 学術発表

- (1) Hamajima Y. and Komura K.: Background components of Ge detectors in Ogoya underground laboratory, Conference on Low-Level Radioactivity Measurement Techniques, Vienna, Austria (2003, 10).
- (2) 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成分, 2003 日本放射化学会年会・第47回放射化学討論会, KUR, 大阪 (2003, 10).
- (3) 浜島靖典, 小村和久: プラスチックシンチレータによる宇宙性成分の除去, The Fifth Workshop on Environmental Radioactivity, KEK, つくば (2004, 3).
- (4) 井上睦夫, 小藤久毅, 山本政儀, 小村和久: 能登半島沿岸の海藻試料における $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の季節変動, 第47回放射化学討論会, 大阪 (2003, 10).
- (5) 井上睦夫, 小村和久: 低バックグラウンド γ 線測定 of 地下水試料への適用— ^7Be , ^{22}Na , ^{137}Cs からみた大山地下水の滞留時間—, 日本水文科学会学術大会, つくば (2003, 10) 発表要旨集 18, 22-23 (2003).
- (6) 井上睦夫, 小藤久毅, 小村和久: 微弱人工放射性核種の検出限界低減の試み, 第5回環境放射能研究会, つくば (2004, 3).
- (7) 小村和久, ムグンタ マニカンダン N., 山口芳香, 飯田孝夫, 森泉 純, COE グループ: 大気中の放射性核種の高分解能同時測定, 第47回放射化学討論会, 大阪 (2003, 10) 講演要旨集, 111 (2003).
- (8) 小村和久, 藤田祐幸, 古川路明: 劣化ウラン弾のウラン同位体比測定, 放射線影響学会, 京都 (2003).
- (9) 小村和久: ヨーロッパの極低レベル放射能測定, 第5回環境放射能研究会, つくば (2004, 3).
- (10) 小村和久: 地下空間を利用して極微弱放射能を測る, つくば放射線安全交流会 2003.5 つくば (2003).
- (11) 小村和久: 海洋の放射能研究における極低レベル放射能計測の応用, 2003.放医研セミナー (2003).
- (12) 桑原雄宇, 濱島靖典, 村田祥全, 小村和久: 中性子放射化法による環境熱中性子の変動測定, 第5回環境放射能研究会, つくば (2004, 3).
- (13) 村田祥全, 小村和久, 山口芳香, ムグンタ マニカンダン N., 飯田孝夫: 大気中放射性核種 Pb-210, Po-210, Be-7 の高解像度変動解析, COE 国際シンポジウム (2004 年 2 月, 金沢市).
- (14) 村田祥全, Ahmed M. Yousef, 小村和久: 環境中性子による金試料中の Au-198 生成量の比較, 第47回放射化学討論会, 大阪 (2003, 10).
- (15) A. Sakaguchi, M. Yamamoto, Y. Ohtsuka, K. Yokota, K. Sasaki, K. A. Sakaguchi, M. Yamamoto, M. Hoshi, K. N. Apsalikov, B. I. Gusev: Present situation of Dron settlement of the vicinity of the Semipalatinsk nuclear test site-2002 – 50 years after the first nuclear test, The Eighth Hiroshima International Symp. Hiroshima, Japan, (2003.2.28).
- (16) A. Sakaguchi, M. Yamamoto, K. Ishikawa, K. Kashiwaya, Y. Ohtsuka, K. Yokota: Uranium and thorium characteristics of sediment from the Lake Biwa—an attempt to evaluate environmental changes, International workshop on terrestrial sediment information and long-term environmental changes in East Eurasia, The Japan-China Joint Scientific Cooperation Program, Kanazawa, Japan (2003.11.24-28).
- (17) A. Sakaguchi, M. Yamamoto, K. Ishikawa, K. Kashiwaya, Y. Ohtsuka, S. Koshimizu: Information from uranium and thorium isotopes record in lake bottom sediment - Attempt to evaluate environmental

changes , International Symp. On Radioecology and Environmental Dosimetry, Aomori, Japan, (2003.10.22-24).

- (18) 坂口 綾, 山本政儀, 石川一真, 柏谷健二, 大塚良二: 湖沼堆積物中のウラン・トリウム同位体組成と流域環境-琵琶湖, 2003 日本放射化学学会・第46回放射化学討論会, 大阪 (2003.10).
- (19) 坂口 綾, 山本政儀, 佐々木圭一, 興水達司: 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-, 第4回環境放射能研究会, つくば高エネルギー研究機構, つくば (2003. 3)
- (20) 坂口 綾, 山本政儀, 大塚良二, 佐々木圭一, 横田喜一郎, 小村和久: 湖水中における極く微量 ^{22}Na 測定法の開発とその応用, 第3回環境放射能研究会, つくば高エネルギー研究機構, つくば (2003. 3)
- (21) 田崎和江, 田崎ゼミ研究グループ, 山本政儀, 周 国平: イラク戦争中, イラクから日本に運搬された炭素粒子の粉塵, 日本地質学会第110年総会並びに年会〔静岡大会〕, 静岡 (2003.9.19-23).
- (22) 山口芳香, 小村和久, 村田祥全, ムグンタ マニカンダン N., 飯田孝夫, 森泉純, 平尾茂一: 辰口, 獅子吼高原, 舳倉島における大気中の Rn-222, Pb-210, Po-210, Pb-212, Be-7 変動の高解像度同時観測, 第5回環境放射能研究会, つくば (2004. 3).
- (23) 山本政儀, 坂口 綾, 小藤久毅, 小田寛貴, 中村俊夫: 旧尾小屋鉱山古洞水のウラン-異常に高い $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ 放射能比, 2003 日本放射化学学会・第46回放射化学討論会, 大阪 (2003.10).
- (24) 山本政儀, 坂口 綾, 五十嵐康人, 青山道夫, 広瀬勝己, C. K. Kim: ^{210}Pb 及び ^7Be 降下量の長期 (1991-2002)・広域 (2000-2001) 観測-日本海域の特徴, 第4回環境放射能研究会, つくば高エネルギー研究機構, つくば (2003. 3)
- (25) 山本政儀: 環境中のアクチニド研究の現状と将来, 第3回環境放射能研究会, つくば高エネルギー研究機構, つくば (2003. 3)

4) 研究交流 (共同研究)

・共同研究

- (1) 小村和久, 個人線量計による環境放射線レベルの評価の基礎研究, 金沢工業大学南都研究室, 2002-現在.
- (2) 小村和久, 井戸型 Ge 検出器のバックグラウンド特性に関する研究, 島根大学教育学部野村律夫教授, 2002-現在.
- (3) 山本政儀, 旧ソ連核実験場セミパラチンスクの環境放射能汚染と住民の被曝線量評価, 星 正治, 広島大学原爆医学放射線研究所, 1995-現在.
- (4) 山本政儀, 全国各地からの降下物中の放射性核種 ^{210}Pb と ^7Be 測定-大陸からの汚染物質の長距離輸送に関する研究, 五十嵐康人, 広瀬克己, 気象研究所, 2000-2003.
- (5) 山本政儀, 石灰岩洞窟のウラン-トリウム年代測定, Ju. Yong. Kim, Korean Institute of Geosciences and Mineral Resources (KIGAM), Korea, 2003-現在.
- (6) 山本政儀, 放射性核種をトレーサーとする海洋での物質循環研究, 鈴木 敦 静岡大学, 2000-現在.

・海外渡航

- (1) 浜島靖典, オーストラリア・ウイーン, Conference on Low-Level Radioactivity Measurement

Techniques 発表 (2003, 10)

- (2) 小村和久, オーストリア・ウィーン, Conference on Low-Level Radioactivity Measurement Techniques 発表 (2003, 10).

・一般講演会など

小村和久：環境放射能について，武生高校 (2003.7)，根上隕石からわかること，SSH 泉ヶ丘高校 (2003.12)，金を使って六ヶ所村で中性子を測る，青い森，地球エネルギーフォーラム，青森 (2004.3).

5) 各種活動 (学会・社会)

・学会活動

小村和久：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

山本政儀：日本放射化学会 J. Nucl. Radiochem. Sci. の編集委員，日本放射線影響学会常任幹事

(7) 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長，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，福井県客員研究員，石川県環境試料測定法調査検討委員，国連科学委員会 UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: 国連放射線影響科学委員会) 報告書国内対応委員，財団法人日本分析センター放射能測定法マニュアル等専門委員会，財団法人日本分析センター環境放射能測定調査委員会，CAI (Cumputer Assisted Instruction: コンピュータ支援教育システム) ソフト作成専門委員，財団法人日本分析センター環境放射能分析研修委員会，日本原子力学会中部支部幹事

6) その他

小村和久：第3回放射線影響研究功績賞受賞 (2003. 3).

山本政儀：カザフスタン共和国 (公衆衛生・教育・スポーツ省) からの特別賞 (カザフスタン共和国の人々への保健システムへの貢献に関する特別賞)，(2003. 12)

【研究費】

1) 科学研究費

- (1) 小村和久（代表）基盤 (A) (2), 放射化法による極低レベル中性子計測法と種々環境における中性子評価, 3,500 千円
- (2) 山本政儀（代表）基盤(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
部被曝量の評価, 9,100 千円
- (3) 山本政儀（代表）基盤(C)(1), 環境プルトニウムの存在状態に関する研究, 3,000 千円

2) 受託研究費

- (1) 小村和久（代表）, 石川県, 極低レベル放射能の検出方法の開発と実証に関する研究, 2,000 千
円
- (2) 小村和久（代表）, 気象研, 海洋環境における放射性核種の長期挙動に関する研究, 8,157 千
円

3) 共同研究費

- (1) 小村和久（代表）, 三菱総合研究所, 放射化箔の放射能測定に関する研究, 210 千円

【研究指導】

1) 修士論文

- ・坂口綾, Geochemical studies on material cycling and environmental changes using radionuclides
as traces- Lake Biwa and Lake Kawaguchi (山本政儀), 自然科学, 修士 (理学)

2) 卒業研究

- ・桑原雄宇, 中性子放射化法による環境中性子の変動測定 (小村和久), 理学部化学,
学士 (理学)
- ・渡部諭, 能登半島沿岸海水における $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比 (小村和久), 理学部化学,
学士 (理学)

プラスチックシンチレータによる宇宙線成分の除去

Reduction of cosmic-ray components by veto plastic scintillator detectors

(金沢大学自然計測応用研究センター, LLRL)○浜島靖典, 小村和久

1. はじめに

Ge 検出器による微弱放射能測定では、高分解能、高検出効率、高安定性、極低バックグラウンド (BG) が求められる。最近では、前の三条件を満たす検出器や測定回路の入手は比較的容易になった。しかし極低 BG を達成する事は容易ではない。BG の原因は、検出器自身やしゃへい材など検出器周辺の放射性物質と宇宙線 (CR) 成分が考えられる。我々はこれらの BG 原因を除き、極低 BG を達成するため、1995 年から旧尾小屋鉱山トンネル内の地下測定室 (水深換算 270m) に Ge 検出器を設置している。本研究では、地上設置 Ge 検出器で尾小屋と同等の低 BG を目指し、プラスチックシンチレータ (PS) を用い、宇宙線の除去を試みた。

2. セットアップ

昨年までの実験で、PS は 0.5mm 厚でも 5cm 厚と同等の CR 検出効率があること、地上では入射 CR の角度分布は天頂角 θ の関数でほぼ $\cos^2\theta$ となる事が分かっている。LLRL に相対効率 40%, J 型クライオスタートの Ge を、2cm の極低 BG 鉛、外側を 5-10cm の市販鉛でしゃへいし、その外側横 4 面と上面に 36cm x 31cm 厚さ 0.5mm の PS (A) を設置した。上面だけ 40cm x 40cm 厚さ 5cm の PS (S) も使用した。PS 出力は一旦 Ge と resolving time 10 μ sec で同時計数をとってこれを逆同時信号とした。全ての CR 計数を検出するため Ge の AMP は Ortec452 を用い、最大波高 6V とした。

3. 結果と考察

計数率 (cps) は、鉛 10cm しゃへい Ge の通常 BG (250keV 以上) が約 1.1, PS-A が約 25, PS-S が 3k, Ge と 5 台の PS の同時計数事象は約 0.7 であった。逆同時の不感時間の補正は 0.1% 以下であった。図 1 に通常 (上) および逆同時 (横 4 面 PS-A, 上面 PS-S) のスペクトルを示す。6V 以上の計数は全て 7.3MeV 付近の巨大なピークに含まれる。通常のスเปクトルには 511keV の他、K-40, Tl-208 のピークが見える。逆同時スเปクトルにはこの他、600keV 付近に中性子と Ge

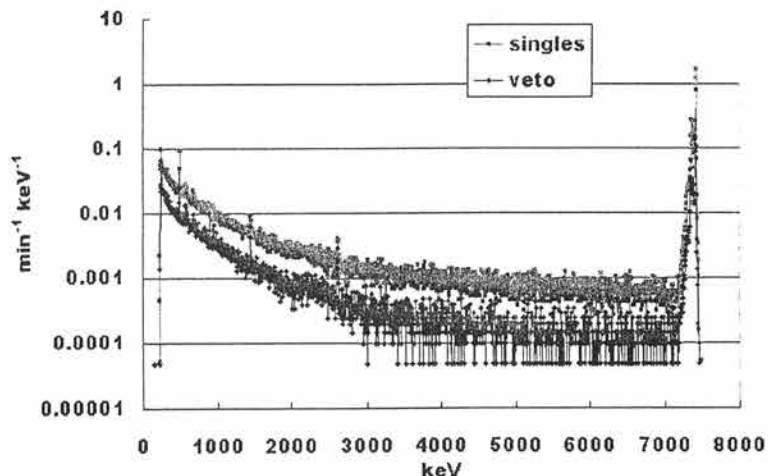


Fig. 1. Normal (upper) and veto BG of LLRL Ge.

の反応によるピーク、900keV 台に Ac-228 と思われるピークが見える。両スเปクトルの K-40 の計数率はほぼ同じであった。検出器周辺の放射性物質のため 1.5-2.0MeV では BG は 70% 程度しか減少していない。一方 CR 成分のみと思われる 6.0-7.0MeV および巨大ピーク部分は約 85% 減少した。PS と Ge のタイミング出力の時間差は一定でないが、resolving time を広くしたので μ 粒子成分は PS で検出し除去できたが、二次中性子成分は除去できていない事が分かる。 μ 粒子成分が除去しきれない原因は、PS が 2π sr カバーできていないため、二次中性子成分は resolving time 幅不足と思われる。

CR の除去率は Ge 検出器上方の PS の立体角に大きく依存する事が分かった。ホウ酸を用い中性子成分除去を試みたが不十分であった。さらに本方式が多くの地上設置の Ge で利用できるよう小型の PS、簡便な回路を開発中である。

中性子放射化法による環境中性子の変動測定

桑原雄宇・濱島靖典・村田祥全・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

Yu Kuwahara : Measurement of the Environmental Neutron Using the Activation Method

【はじめに】 中性子束の測定法には① $^{10}\text{B}(\text{n},\alpha)^7\text{Li}$ 、 $^3\text{He}(\text{n},\text{p})^3\text{H}$ 、 $^6\text{Li}(\text{n},\alpha)^3\text{H}$ などの核反応で放出される α 線や陽子を測定する方法と、② (n,γ) 核反応で放射化された試料の放射能を測定する方法がある。後者の方法として、 ^{197}Au は熱中性子に対して反応断面積(98.8 b)が大きく、放射化された ^{198}Au が適度な半減期(2.694 d)と γ 線エネルギー(411.8 keV)を持つため最適である。原子炉や加速器周辺の中性子束評価に $^{197}\text{Au}(\text{n},\gamma)^{198}\text{Au}$ 反応が用いられている。しかし、環境レベルの中性子束(10^{-2} – 10^{-3} atoms/cm²·s)にこの反応を適用する場合、生成する ^{198}Au の放射能は極めて低く通常の測定では検出が困難であった。

当研究室の尾小屋地下測定室に設置した極低バックグラウンド Ge 検出器を用いることにより、 $^{197}\text{Au}(\text{n},\gamma)^{198}\text{Au}$ 反応による環境レベルより 1 桁低い中性子束の測定が可能となった。本研究では、 $^{197}\text{Au}(\text{n},\gamma)^{198}\text{Au}$ 反応を利用して、海拔高度(LLRL 屋上:40 m、獅子吼高原:640 m)による中性子束の違いを研究することを目的とし、併せて輸送中における放射化を低減する遮蔽条件を検討した。

【試料とその設置状況】 大きさ約 40×180×0.15 mm、重さ約 22 g の板状金試料を用意し、地面・床面からの影響、積雪による影響を避けるために獅子吼高原では地面から積雪前:80 cm・積雪後:200cm、LLRL 屋上では床面から積雪前:30 cm・降雪後:160 cm の高さに金試料を設置した。

【実験Ⅰ 金試料輸送時の放射化低減法の検討】 獅子吼高原において 2 週間金試料を曝露し、 ^{198}Au の生成量の比較を行った。金試料の状態は以下の 3 つの状態であった。①むき出し②熱中性子捕獲断面積の大きい Cd 板(約 1.1 mm)で包む③中性子を減速させるパラフィン(半径 8.5 cm)で②を包む

【実験Ⅱ 環境熱中性子束の変動測定】 金試料を獅子吼高原では 2 週間、LLRL 屋上では 2 週間あるいは 3 日間曝露して海拔高度の違いによる熱中性子束の違いを検討した。

【測定】 曝露後直ちに尾小屋地下測定室に運び、極低レベルバックグラウンド井戸型 Ge 検出器を用いて、約 48～72 時間 ^{198}Au の放射能測定を行った。

【実験結果Ⅰ】 ^{198}Au の生成量は金試料がむき出し状態に比べ Cd に包むと約 1/4 に低減され、さらにパラフィンで包むと約 1/10 に低減されることから、金試料輸送時には Cd で包み、さらにパラフィンで包むことが有効であると考えられる。

【実験結果Ⅱ】 熱中性子束の平均値は LLRL 屋上： $1.05 \times 10^{-3}(\text{atoms}/\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ 、獅子吼高原： $2.36 \times 10^{-3}(\text{atoms}/\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ を得た。LLRL 屋上に比べると獅子吼高原の値は約 2.2 倍高くなった。このことは空気による吸収の違いを約 $80(\text{g}/\text{cm}^2)$ としたときの減衰と矛盾しない。また、約 22 g の金試料を相対効率 70%の井戸型検出器を用いた場合、標準偏差が 2 週間曝露:14%、3 日間曝露:23%で熱中性子束を評価可能であることがわかった。

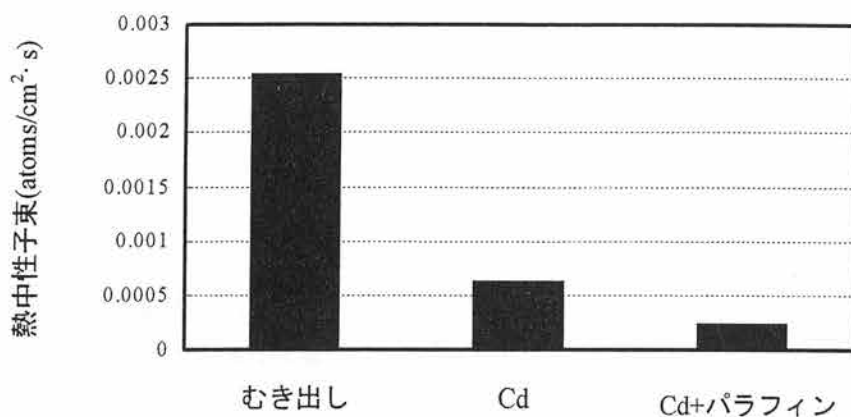


図 1. 遮蔽条件の違いによる熱中性子束の比較

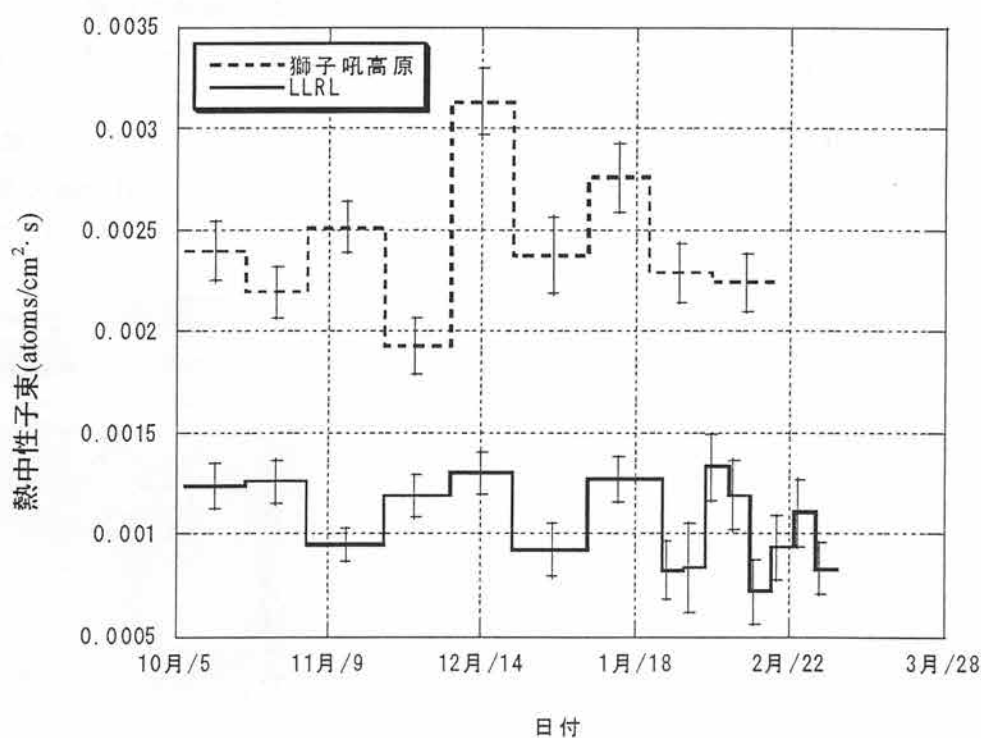


図 2. 獅子吼高原と LLRL 屋上における熱中性子束の変動

環境中性子による金試料中の Au-198 生成量の比較

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 and Kazuhisa Komura: Comparison of the amount of Au-198 induced by natural neutrons

[はじめに]

金の安定同位体である ^{197}Au の中性子捕獲反応 ($^{197}\text{Au}(\text{n}, \gamma)^{198}\text{Au}$) を利用する中性子検出器は、電気およびメンテナンスが不要であり、コストパフォーマンスや携帯性に優れ、あらゆる場所に設置可能であるという大きな利点がある。金沢大学低レベル放射能実験施設が保有する、尾小屋地下測定室に導入した極低バックグラウンド高純度ゲルマニウム半導体検出器を利用することにより、環境中の中性子束レベル (約 $10^{-2} \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) の照射であっても、生成する ^{198}Au 放射能を測定することが可能になった。しかし、 ^{197}Au の反応断面積の大きさゆえに、中性子の自己吸収が生じ、 ^{198}Au 生成量から中性子束を計算する際に、過小評価するという問題が生じる。しかし、環境中性子の下で、金の厚さと ^{198}Au 生成量の関係を実験的に評価した研究は非常に少ない。

本研究では、環境中および環境中より 3 桁高い中性子束が得られる近畿大学原子炉周辺において、金を重ねて中性子放射化を行い、金 1g あたりの ^{198}Au 放射能の比較を行った。

[実験方法]

金を重ねて厚みと ^{198}Au 放射能の関係を調べる実験は、低レベル放射能実験施設、標高 2070 m の白山南竜小屋および近畿大学原子炉の 3 箇所で行った。低レベル放射能実験施設における実験では、下方向からの中性子の寄与を除去するため、約 $1 \times 1 \times 1 \text{ m}$ の鉄板、鉛板および鉛ブロックを組み合わせた遮蔽体 (Fig. 1) を設置した場合と、遮蔽なしの場合の 2 通り行った。遮蔽体を設置した実験として、厚さ 0.11、0.15、0.23、0.44、0.70、1.17、3.50 mm の純金板および直径 2.0 mm の金粒 (各重量約 40 g) を遮蔽体の上に置き、3 週間環境中性子による照射をした (実験①)。また、 $4 \times 17.5 \times 0.015 \text{ cm}$ の金板試料 4 枚の下に $4 \times 15 \times 0.012 \text{ cm}$ の金板試料を 6 枚重ねたものを遮蔽体の上に置き、環境中性子による照射を 3 週間行った (実験②)。遮蔽を設置しない実験として、 $4 \times 15 \times 0.012 \text{ cm}$ の金板試料を 6 枚重ねたものをビニルテープを用いて地上約 1 m に吊るし、環境中性子照射を 3 週間行った (実験③)。白山南竜小屋における実験では、 $4 \times 15 \times 0.012 \text{ cm}$ の金板試料を 6 枚重ねたものを小屋の屋根の梁の上に置き、環境中性子照射を 3 週間行った (実験④)。近畿大学原子炉の実験では、 $4 \times 15 \times 0.012 \text{ cm}$ の金板試料 6 枚と $4 \times 5 \times 0.02 \text{ cm}$ を 1 枚と $3 \times 4 \times 0.035 \text{ cm}$ を 1 枚とを重ねたものおよび $3 \times 4 \times 0.07 \text{ cm}$ の金板試料を 6 枚重ねたものを、原子炉生体遮蔽外壁に設置し、出力 1 W で約 6 時間原子炉を運転させ、漏洩中性子による照射を行った (実験⑤)。いずれの実験でも、中性子照射後、金試料を回収し、カドミウム板に包み、直ちに尾小屋地下測定室に運んだ。井戸型、同軸型および平板型高純度ゲルマニウム半導

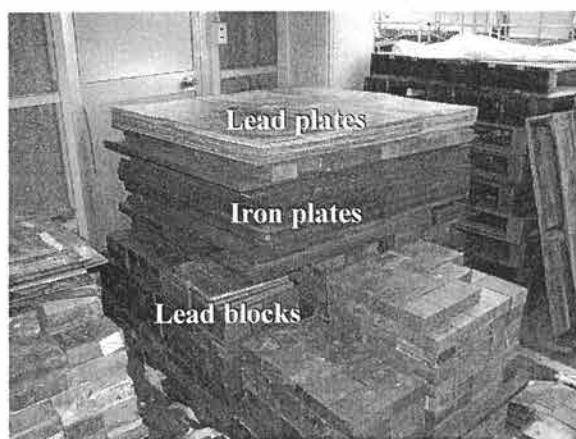


Fig. 1 The shield which consists of lead blocks, iron plates and lead plates.

体検出器を用いて、極低バックグラウンド γ 線スペクトロメトリーを行い、 ^{198}Au 放射能を測定した。放射能の減衰と検出効率の補正を行い、金 1 g あたりの ^{198}Au 放射能の比較を行った。

[結果と考察]

実験①から⑤において、金の厚みと金 1 g あたりの ^{198}Au 放射能の関係を調べた結果を Fig. 2 にまとめて示す。各実験の ^{198}Au 放射能を比較すると、実験①の 0.70 mm 厚の金板と 2.0 mm の金粒および白山南竜小屋の実験（実験④）を除いて、減少の程度は実験条件の違いがあるにもかかわらずほぼ同程度であった。白山南竜小屋は、海拔 2070 m に位置しているため、海拔 40 m の低レベル放射能実験施設や、炉心周りの遮蔽により十分に減速している近畿大学の原子炉の漏洩中性子と比べると、中性子のエネルギースペクトルが高エネルギー側にシフトしていると考えられる。そのために、白山南竜小屋の実験結果が他と異なる傾向にあると推測される。

Beckurts and Wirtz による、金の自己吸収の理論計算結果は、金 2 mm 厚でも約 6% の ^{198}Au 放射能の減少にとどまり、本研究の実験値（約 50% 減少）と大きく異なっている。この理論計算は、約 40 年前のものであり、実際の中性子の挙動および減衰を正確に反映していない可能性がある。MCNP などの最新の理論計算を行った上で比較する必要があると、現在検討中である。上記の実験結果からは、0.3 mm 厚以上の試料で有意な自己吸収の影響が見られた。このことは、金を中性子束検出器として利用する際に、0.2 mm 厚以下では中性子の自己吸収が無視でき、補正が不要であるが、0.3 mm 厚以上では、補正が必要であることを示している。

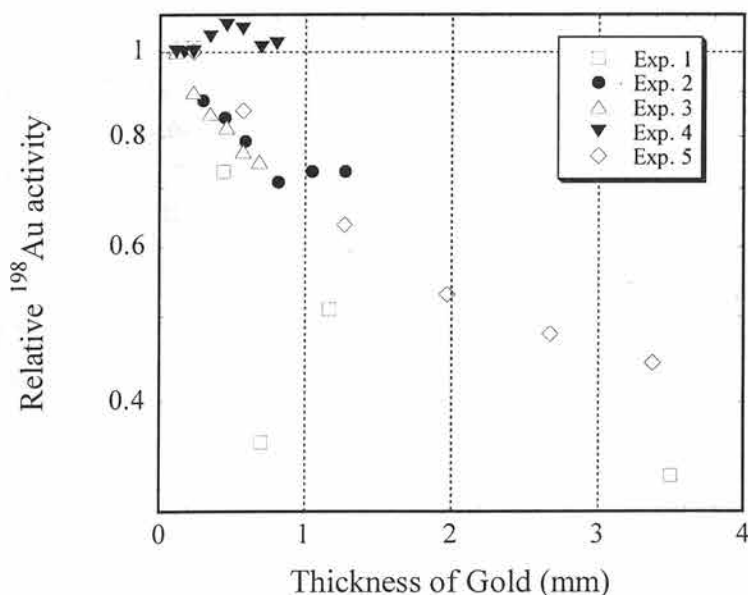


Fig. 2 The plots of relative ^{198}Au activity against thickness of gold.

引用文献

K. H. Beckurts and K. Wirtz, Neutron Physics, Springer-Verlag (1964).

謝辞

本研究のうち近畿大学原子炉を利用したものは、「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。

セミパラチンスク核実験場周辺地域の放射能汚染状況：
ドロロン、モスティク、チェリョムシキ、ボデネ集落

坂口 綾¹、山本 政儀¹、星 正治²、今中 哲二³、K.N. Apsalikov⁴、B.I. Gusev⁴

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〒734-5883 広島県広島市 広島大学原爆放射線医科学研究所・国際放射線情報センター、³〒590-0494 大阪府泉南郡 京都大学原子炉実験所、⁴カザフスタンセメイ市 カザフスタン放射線医学環境研究所

¹LLRL, Kanazawa University, Tatsunokuchi, Ishikawa 923-1224, Japan. ²International Radiation Information Center, Research Institute for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima University, Hiroshima 734-5883, Japan. ³Kazakh Scientific Research Institute for Radiation Medicine and Ecology, Semipalatinsk, The Kazakhstan Republic

はじめに 1986年のチェルノブイリ原子力発電所事故以来、人の健康に対する放射線影響評価研究、特に低線量被曝の影響研究が国内外ともに緊急性を帯びてきた。核実験場周辺住民の放射線被曝影響評価も例外ではなく、本研究者は旧ソ連・セミパラチンスク核実験場内及びその周辺地域の汚染の全体像を把握する目的で1994年から広域の放射能汚染と被曝線量評価を行ってきた。2002年からは集落内の汚染把握に重点を置き、最初の核実験（1949年8月29日）で生じた雲による深刻な放射能汚染が報告されているドロロン村での放射能汚染状況を調査した（2002年10月の調査）。Gusevらは、ドロロン村の西にあるチェリョムシキ村、ボデネ村もドロロン村と並んで高被曝線量地域であり、特にボデネ村は今後、住民健康調査対象地域（カザフスタン放射線医学環境研究所による調査）となることから、この周辺地域での放射能汚染評価は重要であると指摘している。

そこで今回の調査では、チェリョムシキ村、ボデネ村さらにドロロン村の隣の集落であるモスティク村で土壌試料採取を行った。採取した土壌試料について、半減期の長いCs-137 ($T_{1/2} = 30.17$ y)、及びPu同位体、Pu-238 ($T_{1/2} = 87.7$ y)、Pu-239 ($T_{1/2} = 2.41 \times 10^4$ y)、Pu-240 ($T_{1/2} = 6.55 \times 10^3$ y)を測定した。また、水（飲料水）試料採取も併せて行い、試料水中の主な溶存イオン、さらにU同位体、U-238 ($T_{1/2} = 4.5 \times 10^9$ y)、U-234 ($T_{1/2} = 2.5 \times 10^5$ y)を測定した。本研究ではこれらの結果を集約し、ドロロン村周辺地域における放射能汚染状況と比較して報告する。

試料採取・測定方法 土壌採取は、直径4.7 cm長さ30 cmのステンレスパイプを用いて村内および周辺地域で行った。特に汚染が深刻であると予想されている地点では、深さ約100 cmまで（0-60 cm深さ；4.7 cm^φ x 10 cm x 2本、60-100 cm深さ；4.7 cm^φ x 20 cm x 2本）穴を掘り、土壌採取を行った。採取地点ではGPSを用いて緯度経度を確認した。

30 cm深さ試料については、0-5、5-10、10-15、15-20、20-30 cmに分けてまず非破壊γ線測定（¹³⁷Csなど）を行った。また、それらの試料いくつかについて深度毎にPuの逐次分析（硝酸加熱抽出と残渣の全分解）を行い、深度分布・存在状態を評価した。なお、100 cm深さの試料についても、0-60 cm深さまでは10 cm毎に、それ以深は20 cm毎に非破壊γ線測定とPu逐次分析を行った。

水試料採取は、各村内の井戸水（生活用水に使用）及び周辺の河川や湖沼にて行った。現場で、pH、水温、電気伝導度を測定した。

水試料の一部を用いて溶存イオン（陽イオン：Na⁺、K⁺、Mg²⁺、Ca²⁺、NH₄⁺、陰イオン：SO₄²⁻、Cl⁻など）

濃度を測定した。残りの試料水 (ca. 200 - 400 mL) を用いて U 濃度を定量した。

結果及び考察 Fig. 1 に今回測定したチェリヨムシキ村、ボデネ村、モスティク村の ^{137}Cs 、 $^{239,240}\text{Pu}$ 蓄積量の結果を昨年度得たドロンの結果と比較して示した。 ^{137}Cs の蓄積量は (Fig. 1 A, B) $140 - 10310 \text{ Bq/m}^2$ 、 $^{239,240}\text{Pu}$ の蓄積量は (Fig. 1 C) $140 - 14330 \text{ Bq/m}^2$ と同じ地域内でも幅広く変動していた。また、チェリヨムシキ村はドロンの結果と類似しており、特に Pu に関してはグローバルフォールアウトの $30 - 100 \text{ Bq/m}^2$ と比較すると高蓄積量であった。放射性雲の通過経路と関係して、ボデネ村、モスティク村は前者の地域よりもやや低い蓄積傾向にあった。集落内では人為攪拌、風食等により 30cm よりもさらに深い層まで Cs-137、Pu-239,240 が見いだされた。

水試料についての測定結果を Table 1 に示す。日本でのウラン経口摂取量 (日常食全て) と比較すると、多い所では百倍以上に達する集落もあり、ウランによる内部被ばくも懸念される。

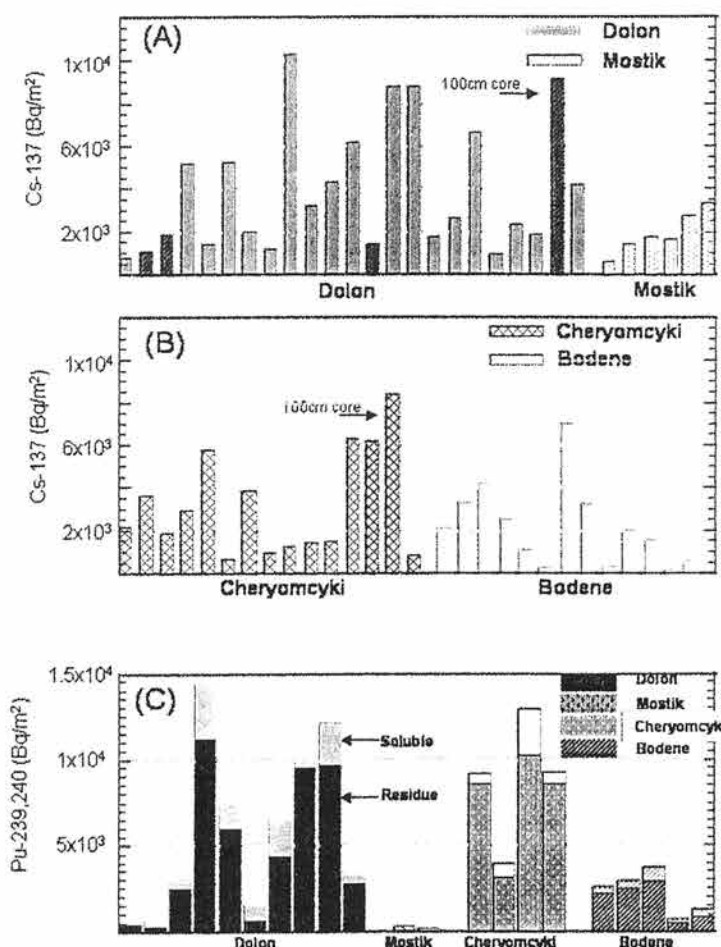


Fig. 1 Inventory of Cs-137 (A&B) and Pu-239,240 (C) in soil (0-30 cm and 0-100 cm).

Table 1 Annual effective dose from ingestion of uranium isotopes

サンプル	(個)	²³⁸ U		ratio		Dose ²³⁸⁺²³⁵⁺²³⁴ U	Ratio カザフ	備考	
		(mBq/L)	(µg/day)	²³⁴ U/ ²³⁸ U	(mSv/y)	日本			
ドロソ	7	最低	47	8.40	1.4 - 1.5	1.5	0.0045	14	カザフー飲料水の みであるが日本人 と比べて10-100倍 高い被曝
		最高	330	58.71		1.5	0.0317	98	
チェリヨムシキ	4	最低	23	4.09	2.7 - 3.0	3.0	0.0036	11	
		最高	42	7.47		3.0	0.0065	20	
ボデネ	3	最低	114	20.28	2.7 - 3.0	3.0	0.0177	54	
		最高	150	26.68		3.0	0.0233	72	
サルジャー	4	最低	128	22.77	2.2 - 2.4	2.4	0.0168	52	
		最高	206	36.65		2.4	0.0271	83	
カラウル	1		355	63.15	1.6	1.6	0.0355	109	
カイナル	2	最低	3.6	0.64	5.5 - 7.9	7.9	0.0013	4	
		最高	4.1	0.73		7.9	0.0014	4	
		日常食 全て(mBq/day)							
日本人			8.8	0.71		1.1	0.000325	1	

* 飲料水一日平均約2.2 L摂取
(Sv/Bq)→ICRP 68 (1994) data
年間実効線量当量 (Annual effective dose)

平成15年度見学来訪・出張の記録

- 平成15. 4.4, 4.28 北陸大学放射薬品学助教授 山田 芳宗氏 測定のため来所
 4.14 東京大学海洋研究所教授 佐野 有伺 氏 研究打ち合わせ
 4.18 (財)環境科学技術研究所 小山 兼二 氏 研究打ち合わせ
 4.21-22, 5.8, 5.11, 5.23-24, 6.27-28, 7.19-20, 7.28, 7.30, 9.1, 9.23, 10.16-17, 11.11-12, 11.24, 11.28, 16.3.17
 輪島市舳倉島周辺環境放射試料採取
 4.23 コニカフォトイメージング(株) 高田 宏 氏 研究打ち合わせ
 4.30~5.2 独立行政法人製品評価技術基盤機構 山内 喜通 氏 研究打ち合わせ
 5.3 静岡県庁 鈴木 敦雄 氏 研究打ち合わせ
 5.15 岡山理科大学助教授 豊田 新 氏 研究打ち合わせ
 5.15~16 [近畿大学原子炉共同利用研究]
 5.19 島根大学教育学部教授 野村 律夫 氏 研究打ち合わせ
 6.6 文部科学省研究振興局学術機関課長 吉川 晃 氏、附置研究所係長 藤澤 亘 氏
 見学
 富山大学理学部教授 佐竹 洋 氏 研究打ち合わせ
 6.16~6.25 Prof.Aparin Vyacheslab(State institution KIZILTEPAGEOLOGI)
 U 同位体分析法研修
 6.25~26 [琵琶湖にて湖水、湖底堆積物サンプリング]
 7.2 Prof.Neil Whitehead(Institute of Geological & Nuclear Sciences) 研究打ち合わせ
 7.10 文部科学省大臣官房会計課監査班主査 吉永 達雄 氏、事務官 西岡 しおり氏 来所
 8.1~9 山本助教授「金沢大学21世紀COE地球環境学セミナー」出席とバイカル湖底土コア
 試料採取のためイルクーツクへ出張
 8.3 東京大学 チャン・クワン・カイン 氏、同志社大学 単 麟 氏、九州大学 鄒歩 浩 氏、
 東京外国語大学 LAN氏 見学
 9.1 (財)環境科学技術研究所 赤田 尚史 氏 研究打ち合わせ
 9.8~9 茨城県立医療大学名誉教授 加藤 和明 氏 研究打ち合わせ
 9.16 長瀬ランダウア(株) 小森 宏信 氏、小林 育夫 氏 研究打ち合わせ
 9.16, 10.1. 16.3.15 金沢工業大学 更井 発 氏、倉田 順弘 氏 測定のため来所
 9.22 日本原子力研究所 松永 武 氏 研究打ち合わせ
 9.25 文部科学省研究振興局学術機関課長補佐 小山 晴己 氏、事務官 吉居 真吾 氏 見学
 10.10~10.20 小村教授、浜島助手「低レベル放射能測定法国際会議」発表のためウィーンへ出張
 10.14 ~26 山本教授「World Uranium Weapons Conference 国際学会」参加のためハンブルグ大学、
 土壌中の(Pu,Cs)測定試料採取のためカザフスタン共和国へ出張
 10.27~28 理学部化学科3年生40名 実習、尾小屋地下測定室見学
 11.7 名古屋大学工学研究科 森泉 純 氏 ラドン測定
 11.17 Prof.S.Selva Sekara Pandian(Department of Physics Bharathira University,
 INDIA)研究打ち合わせ
 11.20 (財)環境科学技術研究所 五代儀 貴氏 研究打ち合わせ
 平成16. 1.18 気象研究所 青山 道夫 氏 研究打ち合わせ、
 2.19 文部科学省研究振興局学術機関課専門官 新木 聡 氏、事務官 保科 文尚 氏 見学
 3.24 福井県衛生環境研究センター 大西 勝基 氏 研究打ち合わせ



金沢大学
自然計測応用研究センター

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, Kanazawa University, Wake, Tatsunokuchi, Ishikawa 923-1224, JAPAN