

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 研究概要・年次報告 2009.4～2010.3



アトミックレイク（カザフスタン）

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

目 次

1. 構成員	2
2. 活動報告	
2-1. 研究概況	3
2-2. 研究業績	7
2-3. 研究費	17
2-4. 研究指導	18
2-5. その他	19
3. 研究報告	
微弱放射線測定用タンゲステン遮へい	21
日本海盆における ^{228}Ra と ^{226}Ra の鉛直分布からみた海水循環	22
熊木川-七尾湾水系から読み解く 里山から里海への粒子流出の現状	24
炭素同位体比を用いた土壌有機物蓄積状況の解析	26
降雨時に河川へ流出する溶存有機物の移行挙動	28
様々な金属イオンによるフミン酸凝集のフミン酸分子サイズ分布依存性	30
能登半島における里山周辺河川水中の溶存有機物の挙動と特徴について	32
Variations in $\Delta^{14}\text{C}$ of POC in Waters from the Upper to Lower Ishikari River	34
Spatial distribution of $\Delta^{14}\text{C}$ values of organic matter in surface sediments off Saru River in southern Hokkaido, Japan	35
Uranium in acidic mine drainage at the former Ogoya Mine in Ishikawa Prefecture of Japan	36
Toward the solution of radiation dose assessment to the residents living around the former USSR's nuclear test site: laying stress on Sarzhal and Karaul settlements in the southern area	38
Uranium and thorium records in the Holocene high-resolution sediments from Borsog Bay in Lake Hovsgol, Mongolia	40
Radium isotopes in Na-Cl type groundwater from the Japan Sea side of Japan, Central Japan	42
4. 記録	
平成 21 年度見学来訪・出張の記録	44

1. 構成員

職員

- ・教授 (施設長) 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
- ・教授 長尾誠也 (s_nagao@llrl.ku-unet.ocn.ne.jp)
博士 (水産学) 専攻 地球化学・環境放射化学
- ・助教 浜島靖典 (hama@cacheibm.s.kanazawa-u.ac.jp)
博士 (理学) 専攻 核放射化学・放射線計測
- ・助教 井上睦夫 (mutsuo@llrl.ku-unet.ocn.ne.jp)
博士 (理学) 専攻 同位体地球化学
- ・博士研究員 玉村修司 (tamamura@llrl.ku-unet.ocn.ne.jp)
博士 (理学) 専攻 環境鉱物学
- ・博士研究員 下岡順直
博士 (文学) 専攻 古文化財科学 (年代学)
- ・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)

学生

- ・博士後期課程 3 年 富田純平
- ・博士後期課程 1 年 鈴木智代
- ・博士前期課程 2 年 美濃健太
- ・博士前期課程 2 年 高畠容子 (北海道大学委託学生)
- ・博士前期課程 1 年 川合健太
- ・博士前期課程 1 年 吉田圭佑
- ・化学科 4 年生 徳成武勇
- ・化学科 4 年生 松田奈々

2. 活動報告

2-1. 研究概況

本研究施設では、低バックグラウンドガンマ線測定法などの適用により、放射性核種を精密に測定し、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、以下の研究を実施した。

1) バックグラウンド低減化システムの開発と応用

Ge 半導体検出器の遮へい内に 2π sr 相当の薄いプラスチックシンチレータ (PS) と波長変換光ファイバーを設置して、バックグラウンド (BKG) となる宇宙線成分を検出し、逆同時計数により BKG 成分を除去するシステムを開発し、若狭湾エネルギー研究センターの地上設置 Ge 検出器での試験の結果、有効性が確認された。さらに本システムを改良し、PS と光電子増倍管 (PMT) の間に光コネクタを設け、PMT-コネクタ間を透明ファイバーとして光子損失を低減するとともに設置の自由度を確保した。また PS、遮光幕も補強し実機としての使用を可能とした。

2) 尾小屋地下測定室の整備

5 年計画「極低レベル放射能測定による新研究領域開発と全国共同利用微弱放射能測定拠点の形成」の最終年度に当り、文科省特別教育研究経費 680 万円と学長特別研究経費 980 万円の交付をもとに尾小屋地下測定室及び付属設備の整備・保守を行った。

3) 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、冬期にはシベリア等気圧に伴う季節風によって、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。当実験施設のある石川県辰口町で一月毎に採取している 10 数年継続の降下物試料を用いて放射性核種、①成層圏起源の ^7Be 、②主に大陸起源の ^{210}Pb 、③土壌起源の ^{40}K および ^{137}Cs 降下量の長期観測を実施している。これらの放射性核種は、大気エアロゾル、鉱物粒子(黄砂も含めて)の大陸から日本への輸送過程を解明する有用なトレーサーでありデータの蓄積を図っている。併せて、本年度はアジア大陸由来の空気塊が日本海でどのように変質しているかを検討するために、新たにアンダーセ

ン・ローボリウム・エアサンプラーを用いて、エアロゾルを粒径別に採取し、放射能濃度の粒度依存性を検討した。

4) 湖底堆積物から環境変動解析

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環境変動に絡む物理、化学、生物的变化をそれぞれ時計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が、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・化学的測定に加えて、新規に堆積物中の天然放射性元素ウラン(トリウム) 同位体を指標にする。特に堆積物中のウランは、河川から流入する岩石・土壌に由来する成分と、湖内で溶存する成分が沈降堆積したものを含み、両者の含有割合が気候環境変動などによって大きく変動することが期待できる。数年前から陸域環境で気候変動に最も鋭敏なユーラシア東部を中心に、バイカル湖およびフズスグル湖で採取した堆積物コアを用いてウラン(トリウム) 同位体濃度の変動と堆積物のアイオニウム年代測定の応用を検討し、温暖・湿潤期は濃度が高く、寒冷・乾燥期には低くなることを見出してきた。しかし、身かけ上、ウランが何故上記のような変動をするのかについての詳細は不明であった。今年度は、フズスグル湖東岸の Borsog Bay で採取された堆積速度の速いコア、高分解能コア(約 12m の長さ)を用いて、ウランの堆積挙動を検討した。

5) 日本海固有水の多核種同時測定

平成 21 年 7-8 月の蒼鷹丸調査航海において、日本海盆、大和海盆の日本海混合層水および固有水を鉛直方向に採取、さらに現地ろ過処理もおこなった。簡便な共沈法を施した海水試料およびフィルター試料に低バックグラウンドガンマ線測定法を適用することにより、これら試料における ^7Be 、 ^{137}Cs 、 ^{226}Ra 、 ^{228}Ra および ^{228}Th の測定をおこなった。その結果より、日本海における水塊、粒子など物質循環に関する知見を引き出す。

6) 東シナ海東部における ^{226}Ra 、 ^{228}Ra および ^{228}Th 濃度の季節変動

2 月、3 月、4 月、6 月、7 月および 10 月の 6 回にわたり、東シナ海東部の 2 地点において採取された表層海水の ^{226}Ra 、 ^{228}Ra および ^{228}Th 濃度を測定した。その結果、 ^{228}Ra および ^{228}Th 濃度に大きな季節変動があることが明らかになった。東シナ海の水塊、粒子など物質循環が季節的に大きく異なることを反映する。

7) 海洋環境における放射性核種の長期挙動に関する研究

海水中に存在する極微量の人工放射性核種 ^{137}Cs (30.5 年) の海水循環の研究 (気象研からの受託研究として共同で推進) で、太平洋深海約 1000-5500m の深層水中の ^{137}Cs 濃度 150 試料を尾小屋地下実験室の Ge 検出器で測定した。この結果及び表層から 1000m の測定結果を基に太平洋の海水循環が明らかになりつつある。この結果は、海水大循環予測モデルのデータとして提供し、モデルの検証が行われている。

8) 甲殻類の年齢の推定

甲殻類の脱皮後の年齢推定 (若狭湾エネルギー研究センターとの共同研究) に Ra-228-Th-228 法が応用出来るかを検討した。本年度は 11 検体で測定を継続し、Ra-228 から Th-228 の成長が成長曲線とどの程度一致するか検討し結果、全て検体でほぼ成長曲線との一致が確認された。この結果から予測される年齢は、誤差を考慮しても、目視による経験的な年齢と一致しない検体も見られた。本年度は更に、Ra-228 が微量な 1 歳以下の検体にも適応可能か検討するため、成長曲線を測定中である。

9) 旧ソ連核実験場セミパラチンスク周辺住民の被曝線量評価

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幅広い範囲で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、低線量のリスク評価に資するデータを提供するために、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。今年度は、1953 年の旧ソ連最初の水爆からのフォールアウトの被害を受けたサルジャーールおよびカラウル村内外で、きめ細かな土壌採取を行い、 ^{137}Cs 、 Pu 測定を通して放射性雲の飛来状況 (センター軸、幅) と降下レベルの把握を目指した。さらに爆発時の中性子との核反応で生成した誘導放射性核種を見積もるために ^{125}Eu 、 ^{60}Co 、加えて、水爆の原料組成や規模等の情報を得るために $^{238}\text{U}(\text{n}, 2\text{n})$ 、 $^{238}\text{U}(\text{n}, 3\text{n})$ 、 $^{235}\text{U}(\text{n}, \gamma)$ などの核反応で生成する可能性がある ^{237}Np 、 ^{236}U についても測定を試みた。

10) グローバルフォールアウト ^{236}U の評価と広島原爆への応用

広島原爆直後の中性子や γ 線による人体への被曝線量評価などは日米共同で信頼できるまでに至っている (DS02)。しかし、原爆投下 20-30 後に“黒い雨”が降り、これに伴うローカルフォールアウトからの被曝は、これまでその寄与が少ないとみなされ検討されてこなかった。最近、黒い雨に含まれている放射性物質からの被曝が関心と呼ぶようになり、黒い雨

の降下時間推移、降下範囲、この雨に放射性物質がどの程度含まれていたのかなどの検討が緊急の研究課題になっている。1976年と1978年に、厚生省が中心となり、広島市の爆心地30 km 圏内16方位で、きめ細かな土壌試料の採取を行い、残留放射能の調査を行った。物理的半減期の長い核分裂生成核種 ^{137}Cs ($T_{1/2}=30.17\text{ y}$)を中心に測定が行われたが、1950年から1960年代はじめに行われた米ソの大気圏核実験からの大量の地球規模フォールアウト(global fallout)のために、広島原爆由来のフォールアウト ^{137}Cs の痕跡を見出すことが極めて困難であった

広島原爆が原爆材料として ^{235}U を使用していることに着目すると、 $^{235}\text{U}(n, \gamma)$ 核反応により生成する可能性がある ^{236}U がローカルフォールアウトとして降下蓄積していることが予想される。昨年度、ウィーン大学加速器研究機関(VERA)の加速器質量分析計(TOF-AMS)を用いてLLRL横の森林土壌中のグローバルフォールアウト由来の ^{236}U を検出した(共同研究)。本年度は、 ^{137}Cs 、 Pu も含めて ^{236}U の詳細な深度分布をさらに検討し、広島市内から採取した土壌について、これら核種の蓄積量さらに核種間の放射能比の比較を試みた。

11) 大深度掘削井から得られる高塩濃度 Na-Cl 型地下水の Ra の地球化学的研究

油田塩水など、海水よりも高塩濃度の塩水が Ra 同位体を高濃度(例えば、 ^{226}Ra 濃度で数10～数100 Bq/kg)に含むことが世界の幾つかの地域で見出されている。近年、国内においても掘削技術の進歩により平野部や海岸地域において大深度井の開発が進み、様々な種類の水(例えば、海水、化石水、沈み込むプレートからの脱水流体など)を起源とする高塩濃度 Na-Cl 型地下水が得られるようになった。その大部分は、温泉として利用されている。我々は、これら高塩濃度 Na-Cl 型地下水が ^{226}Ra を高濃度に含むのではないかと考え、Na-Cl 型地下水水中の Ra 同位体の地球化学的研究を始めたこれまで、典型的なグリーントフ地域である石川県、日本の油田・ガス田地域である新潟県および一部石油や天然ガスを含む温泉が点在する富山県氷見市をフィールドにして研究をしてきた。その結果、1Bq/kg をこえる地下水が点在することが明らかになり、Ra 同位体の起源や水相への輸送メカニズム解明が重要になってきた。本年度は、メカニズム解明と併せて、東北地方(青森県・秋田県・山形県)および北海道において温大深度地下水の採取を行った。

12) アクチノイドと腐植物質との錯体研究

放射性廃棄物の地中埋設処分において、放射性核種の移行に影響を及ぼす溶存有機物の検討が重要課題として残され、地下水有機物の大部分を占め、アクチノイドとの錯形成能が高い腐植物質を対象にした研究が行われている。腐植物質は、フミン酸とフルボ酸で構成され、生成される環境により構造・官能基特性等が異なる。そのため、アクチノイドの移行挙動へ

の影響を定量化するには、1つのパラメータで系統的に評価する必要がある。我々は、腐植物質の分子サイズに着目し、分子サイズをパラメータとして錯形成、吸着移行性に関する検討を進めている。今年度は、三次元蛍光分光光度法と高速液体サイズ排除クロマトグラフィー分析法を組み合わせ、土壌から分離精製したフミン酸と Eu(III)との錯形成の特徴を蛍光消光法と分子サイズ分布の観点から検討した。その結果、高分子画分と低分子画分のフミン酸と Eu との錯形成は異なることが示唆された。

13) C-14 をトレーサーとした有機物の環境動態研究

地球温暖化に関係した有機物の動態研究では、炭素の貯蔵媒体の陸域や海洋における溶存有機炭素の特徴や起源推定、時間軸を考慮することが重要である。また、微量金属や有害有機物の輸送媒体として有機物の重要性が報告され、生態系との関連性の観点から、腐植物質の移行挙動に関心が集まっている。当実験施設では、炭素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$) と放射性炭素 ($\Delta^{14}\text{C}$) を組み合わせて、有機物の分解・滞留時間を考慮した有機物の移行動態の検討を進めている。このアプローチでの河川や大気での報告例はそれほど多くはないが、トレーサーとしての有効性が示唆されている。今年度は北海道の湿原を流れる釧路川と別寒牛川において分離した粒子について、懸濁態有機物の炭素同位体比を測定した。その結果、同じ湿原域でも釧路川と別寒牛川の懸濁態有機物の炭素同位体比は異なり、微弱な流域環境の違いを反映していることが明らかとなった。

14) 能登半島七尾湾流域における物質動態研究

里山と里海の連関性を物質動態の観点より検討するため、熊木川で月 1 回の観測を開始し、溶存成分とともに粒子態成分の濃度と特徴を分光分析、クロマトグラフィー分析、さらに Be-7, Cs-137, Pb-210 等の放射性核種をトレーサーとした検討を進めた。河床堆積物と流域の土壌コアの Cs-137/exPb-210 の放射能濃度比を比較した結果、中流域に広がる水田からの寄与が中流以降の物質動態に重要な役割を示す可能性が示唆された。

2-2. 研究業績

1) 学術論文

- (1) Abe, T., Kosako, T., Komura, K.: Relationship between variations of ^7Be , ^{210}Pb and ^{212}Pb concentrations and sub-regional atmospheric transport: Simultaneous observation at distant locations. *J. Environ. Radioactivity*, 101, 113-121 (2010)
- (2) Aoyama, M., Y. Hamajima, M. Fukasawa, T. Kawano and S. Watanabe: Ultra low level deep water

- ^{137}Cs activity in the South Pacific Ocean, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 282, 781-785 (2009)
- (3) T. Aramaki, S. Nagao, Y. Nakamura, M. Uchida, Y. Shibata: Effects of rainfall on carbon isotopes of POC in the Teshio River, northern Japan. *Radiocarbon* (in press)
 - (4) N. Fujitake, H. Kodama, S. Nagao, K. Tsuda, K. Yonebayashi: Chemical properties of aquatic fulvic acids isolated from Lake Biwa, a clear water system in Japan. *Humic Substances Research*, 5/6, 45-53 (2009)
 - (5) M. Fukushima, S. Shigematsu, S. Nagao: Advanced oxidation technologies in decontamination of solid matrices. *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 44, 1088-1097 (2009)
 - (6) M. Fukushima, S. Shigematsu, S. Nagao: Influence of humic acid type on the oxidation products of pentachlorophenol using hubird catalysts prepared by introducing iron(III)-5,10,15,20-tetrakis(p-hydroxyphenyl)porphyrin into hydroquinone-derived humic acids. *Chemosphere* (in press)
 - (7) M. Fukushima, S. Shigematsu, S. Nagao: Degradation of pentachlorophenol in a contaminated soil suspension using hubird catalysts via ureaformaldehyde polycondensation between iron(III)-tetrakis(p-hydroxyphenyl)prophyrin and humic acid. *Environmental Chemistry Letters* (in press)
 - (8) Inoue, M., Nakamura, N. and Kimura, M.: Tetrad effects in REE abundance patterns of chondrules from CM meteorites: Implications for aqueous alteration on the CM parent asteroid. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 73, 5224-5239 (2009)
 - (9) Inoue, M., Nakano, Y., Yoshida, K., Yoko Kiyomoto, Y., Kofuji, H., Hamajima, Y. and Yamamoto, M.: Seasonal variation of $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ ratio in surface water from the East China Sea and the Tsushima Strait. *J. Oceanogr.* 66, 425-428
 - (10) K. Ito, N. Hasebe, R. Sumita, A. Arai, M. Yamamoto, K. Kashiwaya, Y. Ganzawa: LA-ICP-MS analysis of pressed powder pellets to luminescence geochronology, *Chem. Geology*, 262, 131-137 (2009)
 - (11) M. Kawahigashi, S. Nagao, M. Yoh, T. Onishi, C. Guangyu, C. Xin, V. Shamov, S. Levshina, A. Prokushkin, H. Sumida: Influence of land-use and land cover changes on iron oxides in boreal soils. *Proceedings of IGU/LUCC North East Asia Conference on 2009*, pp.59-62 (2009)
 - (12) T. Matsunaga, S. Nagao: Environmental behavior of plutonium isotopes studied in the area affected by the Chernobyl accident. *Humic Substances Research* 5/6, 19-33 (2009)

- (13) S. Nagao, T. Irino, T. Aramaki, K. Ikehara, H. Katayama, S. Ootosaka, M. Uchida, Y. Shibata: Spatial distribution of $\Delta^{14}\text{C}$ values of organic matter in surface sediments off Saru River in northern Japan, one year after a flood event in 2006. *Radiocarbon* (in press)
- (14) S. Nagao, T. Aramaki, O. Seki, M. Uchida, Y. Shibata: Carbon isotopes and lignin composition of POC in a small river in Bekanbeushi Moor, northern Japan. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 268, 1098-1101 (2010)
- (15) S. Nagao, Y. Sakamoto, T. Tanaka, R. R. Rao: Effects of groundwater humic substances on sorption of Np (V) sandy materials. *Humic Substances Research*, 5/6, 9-17 (2009)
- (16) S. Nagao, M. Aoyama, A. Watanabe, T. Tanaka: Complexation of Am with size-fractionate soil humic acids. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 347, 239-244 (2009)
- (17) S. Nagao, T. Suzuki, M. Kawahigashi, H. Kodama, T. Onishi, Y. Muneoki, T. Shiraiwa, V. P. Shesterkin, V. I. Kim, S. I. Levshina, A. N. Makhinov, B. Yan, B. Zhang: Characteristics of fluorescent dissolved organic matter in the middle and lower Amur River. *Proceedings of IGU/LUCC North East Asia Conference on 2009*, pp.107-111 (2009)
- (18) 長尾誠也、関陽児、渡部芳夫：新第三系ウラン鉱微地における地下水溶存有機物の蛍光特性. *原子力バックエンド研究*, 15, 69-76 (2009)
- (19) 長尾誠也、岩月輝希、濱克宏：岐阜県東濃地域の地下水から分離精製した溶存腐植物質の特性. *原子力バックエンド研究*, 15, 77-86 (2009)
- (20) W. H. Nahm, G. H. Lee, D. Y. Yang, Ju. Y. Kim, K. Kashiwaya, M. Yamamoto, A. Sakaguchi: A 60-year record of rainfall from the sediments of Jinheung pond, Jeongeup, Korea, *J. Paleolimnol.*, available by website (2009)
- (21) T. Onishi, M. Yoh, H. Shibata, S. Nagao, M. Kawahigashi, V. V. Shamov: Numerical experiment of land cover conversion effect on dissolved iron productivity of the Amur River Basin. *Proceedings of IGU/LUCC North East Asia Conference on 2009*, pp.118-123 (2009)
- (22) A. Sakaguchi, K. Kawai, P. Steier, F. Quinto, K. Mino, J. Tomita, M. Hoshi, N. Whitehead, M. Yamamoto: First results of ^{236}U levels in global fallout, *Sci. Tot. Environ.*, 407, 4238-4242 (2009)
- (23) A. Sakaguchi, M. Yamamoto, J. Tomita, K. Mino, K. Sasaki, K. Kashiwaya, K. Kawai: Uranium-series chronology for sediments of Lake Hovsgol, Mongolia, and the 1-MA records of uranium and thorium isotopes from the HDP-04 drill core, *Quaternary International*, 205, 65-73 (2009)
- (24) M. Suksomjit, S. Nagao, K. Ichimi, T. Yamada, K. Tada: Variation of dissolved organic matter

- and fluorescence characteristics before, during and after phytoplankton bloom. *Journal of Oceanography*, 65, 835-846 (2009)
- (25) 富田純平、佐竹 洋、佐々木圭一、坂口 綾、井上睦夫、浜島靖典、山本政儀：大深度掘削井から得られた Na-Cl 型温鉱泉水中のラジウム(Ra)同位体-石川県沿岸地域, *温泉科学* (J. Hot. Spring. Sci.) 58, 241-255 (2009)
- (26) J. Tomita, H. Satake, T. Fukuyama, K. Sasaki, A. Sakaguchi, M. Yamamoto: Radium geochemistry in Na-Cl type groundwaters in Niigata Prefecture, Japan, *J. Environ. Radioactivity*, 101, 201-210 (2010)
- (27) M. Yamamoto, A. Sakaguchi, H. Kofuji: Uranium in acidic mine drainage at the former Ogoya Mine in Ishikawa Prefecture of Japan, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 283, 699-705 (2010)
- (28) M. Yamamoto, A. Sakaguchi, T. Imanaka, K. Shiraishi: Measurements of ^{210}Po and ^{210}Pb in total diet samples: estimate of dietary intakes of ^{210}Po and ^{210}Pb for Japanese, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 279, 93-103 (2009)

2) 本・総説・資料・報告書

- (1) Abe, T., Kosako, T. and Komura, K. (2010) Highly time-resolved observations of airborne radionuclides by extremely low background γ -ray spectrometry. In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp206-213
- (2) Aoyama, M. and Hamajima, Y. (2010) Cesium-137 in deep water in the Pacific Ocean. In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp9-13
- (3) Fukuyama, T., Inoue, M., Yamamoto, M., Onda, Y. and Nakashima, T. (2010) In-situ and laboratory distribution coefficient of Beryllium-7 in overland flow on a forested hillslope. In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp152-157
- (4) 浜島靖典, 長村雄一郎：市販データベースソフトと LAN を用いた放射線施設管理.第 46 回アイソトープ・放射線研究発表会, 東京 (2009.7)
- (5) 浜島靖典：物質中の環境中性子深度分布とエネルギー分布 - 尾小屋地下実験室での微弱放射能測定 -.日本地球化学会年会、広島 (2009.9)
- (6) 小島貞男, 有信哲哉, 小須田誓, 浜島靖典, 山本政儀, 斎藤直：極低レベル放射能測定による旧ソ連地下核実験場土壤中の ^{208}Bi 測定の試み. 第 53 回放射化学討論会、東京 (2009.9)
- (7) 浜島靖典：微弱放射線測定用タングステン遮へい. 第 53 回放射化学討論会、東京 (2009.9)
- (8) Hamajima, Y. and Komura, K. (2010) Low Level Counting in the Ogoya Underground Laboratory. In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental

- (9) Hirose, K. and Yamamoto, M. (2010) Determination of ^{210}Pb in Atmospheric Deposition Samples: Why did Anomalous High ^{210}Pb Deposition occur at the Japan Sea Side Sites in Winter? In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp50-58
- (10) Inoue, M., Nakano, Y., Tanaka, K., Watanabe, S., Kofuji, H., Minakawa, M., Kiyomoto, Y., Yamamoto, M., Hamajima, Y. and Komura, K. (2010) Seasonal variation of the $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ ratio in surface waters within the Sea of Japan and the East China Sea. In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp23-28
- (11) Inoue, M., Kofuji, H. and Komura, K. (2010) Distributions of ^3H , ^7Be , ^{22}Na , ^{137}Cs , and ^{228}Ra of groundwater, river water, and precipitation in Tadori River Area, Ishikawa, Japan. In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp178-182
- (12) Kawai, K., Mino, K., Oikawa, S., Imanaka, T., Hoshi, M., Sakaguchi, A., Apsalikov, K. N. and Yamamoto, M. (2010) Radionuclides of the Settlements in the Semipalatinsk Historical Cohort: Laying Stress on Sarzhal and Karaul Settlements in the Southern Area. In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp138-145
- (13) V. I. Kim, V. B. Kozlovsky, A. N. Makhinov, V. P. Shesterkin, A. M. Kuznetsov, D. A. Ryzhov, S. Nagao, O. Seki, M. Kawahigashi: Dynamics of water turbidity in the Amur Lower reaches and the Amur Liman. Report on Amur-Okhotsk Project, No.6, RIHN, pp.139-150 (2010)
- (14) Kofuji, H. and Inoue, M. (2010) Distributions of ^{228}Ra and ^{226}Ra in surface water off Shimokita Peninsula, Japan. In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp98-105
- (15) Mino, K., Sakaguchi, A., Krivonogov, S., Orkhonselenge, A., Nakamura, T., Kashiwaya, K. and Yamamoto, M. (2010) Uranium and Thorium Records in the Holocene High-resolution Sediments from Borsog Bay in Lake Hovsgol, Mongolia. In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp129-137
- (16) Nagao, S., Suzuki, T., Aramaki, T., Seki, O., Uchida, M. and Shibata, Y. (2010) Carbon isotopic signatures ($\Delta^{14}\text{C}$ and $\delta^{13}\text{C}$) of particulate organic matter in river waters from Kushiro Wetland. In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp68-74
- (17) S. Nagao, M. Terashima, O. Seki, H. Takata, M. Kawahigashi, H. Kodama, V. I. Kim, V. P. Shesterkin, S. Levshina, A. N. Makhinov: Biogeochemical behavior of iron in the lower Amur

- River and Amur-Liman. Report on Amur-Okhotsk Project, No.6, RIHN, pp.41-50 (2010)
- (18) Nomura, R., Nakamura, K., Tsujimoto, A., Seto, K., Inoue, M. and Kofuji, H. (2010) Preliminary reports on the seasonal variations of $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ ratios in the closed area of brackish lake Nakaumi, southwest Japan. In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp171-177
- (19) T. Onishi, H. Shibata, M. Yoh, S. Nagao, H. Park, V. V. Shamov: Evaluation of land cover change impacts on dissolved iron flux of the Amur River. Report on Amur-Okhotsk Project, No.6, RIHN, pp.213-223 (2010)
- (20) Sakaguchi, A., Kawai, K., Steier, P., Tomita, J., Hoshi, M. and Yamamoto, M. (2010) Measurement easuement of environmental low-level ^{236}U by AMS: As a new tracer for environmental uranium studies-. In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp81-87
- (21) Shitaoka, Y., Nagatomo, T. and Obata, N. (2010) Dose dependence and palaeodose estimation for IRSL of feldspar and Chinese loess with different wave ranges using an automated TL/OSL system with four optical paths. In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp214-221
- (22) Tamamura, S., Nagao, S. and Yamamoto, M. (2010) Molecular weight dependent fluorescence quenching of humic substances by complex formation with Eu(III) for different fluorophores. In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp222-228
- (23) Tomita, J., Satake, H., Fukuyama, T., Sasaki, K. and Yamamoto, M. (2010) Radionuclides in NaCl type groundwater from the Japan Sea side of Japan, central Japan. In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp183-190
- (24) 渡辺彰、浅川大地、川東正幸、大手信人、長尾誠也、眞家永光、加藤英孝、竹中眞：土壌—河川—海生態系における溶存有機炭素(DOC)の動態と機能。日本土壤肥科学雑誌 80, 89-94 (2009)
- (25) Yamada, Y., Yasuike, K., Amano, H. and Yamamoto, M. (2010) Temporal variation of caron-14 concentration in tree-ring cellulose near the Semipalatinsk nuclear test site. In Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp200-205
- (26) 山本政儀, ビキニ被災事件から半世紀—今思うこと：広島大学平和科学研究センター、IPSHU 研究報告シリーズ、ISSN 1342-5965、研究報告 No.41、39-54 (2009)
- (27) Yokota, K., Inoue, M., Kofuji, H., Yamamoto, M., Nakashima, M., Nguyen, D. and Maeda, H. (2010) Measurement of sedimentation rate in Kagoshima Bay using the ^{210}Pb method. In Low-level

Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp146-151
 (28) Yoshida, K., Inoue, M., Nakano, Y., Kiyomoto, Y., Nagao, S., Hamajima, Y. and Yamamoto, M.
 (2010) Seasonal variation of ^{228}Th and ^{228}Ra in surface water on East China Sea. In Low-level
 Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences pp94-97

3) 学会発表など

- (1) T. Aramaki, S. Nagao, Y. Nakamura, M. Uchida, Y. Shibata: Effects of rainfall on carbon isotopes of POC in the Teshio River, northern Japan. Radiocarbon Conference, Hawaii (2009.5-6)
- (2) F. Fukuyama, M. Inoue, Y. Onda, M. Yamamoto, T. Nakashima, S. Mizugaki, Y. Wakiyama: Distribution coefficient of Be-7 in overland and flow along a forested hillslope: Field measurements and laboratory batch experiments. Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry '09, Napa, California, U.S.A. (2009.11-12)
- (3) 福山泰治朗, 山本政儀, 恩田裕一、水垣 滋、成沢知広、放射性降下物を用いたヒノキ林流域の土砂流出プロセスの推定. 平成 21 年度-砂防学会研究, 広島アステールプラザ (2009/5)
- (4) 広瀬勝己、木川田喜一、土井妙子、C. C. Su, 山本政儀 : 東アジアにおける ^{210}Pb 降下量について. 第 53 回放射化学討論会、日本大学、東京 (2009/9)
- (5) Imanaka T, Yamamoto M. et al.: Reconstruction of Radiation Situation due to Local Fallout Deposition in Settlements around the Semipalatinsk Nuclear Test Site, Kazakhstan, Late Health Effects of Ionizing Radiation: Bridging the Experimental and Epidemiological Divide. Georgetown University, Washington DC, USA (2009/5)
- (6) 今中哲二、山本政儀、川合健太、星正治, セミパラチンスク核実験場周辺村落の土壤中放射能汚染データに基づく外部線量評価. 日本放射線影響学会第 52 回大会、広島市 (2009/11)
- (7) Inoue, M., Minakawa, M., Yoshida, K., Nakano, Y., Kofuji, H., Nagao, S., Hamajima, Y. and Yamamoto, M. Vertical distributions of ^{228}Ra and ^{226}Ra in the Japan Basin; implications for water circulation and residence time. Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry '09, Napa, California, U.S.A. (2009.11-12)
- (8) 入野智久、長尾誠也 : 石狩川から流出する懸濁物主要元素組成の制限要因. 日本地球惑星科学連合 2009 年大会、幕張 (2009.5)
- (9) 川合健太、坂口 綾、星 正治、今中哲二、山本 政儀 : 広島原爆フォールアウトと ^{236}U の探査. 第 53 回放射化学討論会、日本大学、東京 (2009/9/28-30)
- (10) M. Kawahigashi, S. Nagao, M. Yoh, T. Onishi, G. Chi, X. Chen, V. V. Shamov, S. Levshina, A. Prokushkin, H. Sumida: Influence of land-use and land cover change on iron oxides in boreal soils.

International IGU LUCC Conference, Vladivostok (2009.9)

- (11) 小島貞男、有信哲哉、小須田馨、浜島靖典、山本政儀、齊藤 直：極低レベル放射能測定による旧ソ連核実験場土壌中の²⁰⁸Bi 測定の試み。第 53 回放射化学討論会、日本大学、東京 (2009/9)
- (12) 美濃健太、坂口 綾、中村俊夫、柏谷健二、山本政儀：完新世の高時間分解能コアにおけるウラントリウム同位体：モンゴル・フブスグル湖。2009 年度日本地球化学会年会第 56 回大会、広島 (2009/9)
- (13) S. Nagao, M. Mikami, T. Tanaka: Variations in $\Delta^{14}\text{C}$ of POC in waters from the upper to lower Ishikari River. Radiocarbon Conference, Hawaii (2009.5-6)
- (14) S. Nagao, T. Irino, T. Aramaki, K. Ikehara, M. Uchida, Y. Shibata: Spatial distribution of $\Delta^{14}\text{C}$ values of surface sediments off Saru River in Hokkaido, Japan. Radiocarbon Conference, Hawaii (2009.5-6)
- (15) S. Nagao, T. Irino, T. Aramaki, M. Uchida, Y. Shibata: Changes in $\Delta^{14}\text{C}$ and $\delta^{13}\text{C}$ of particulate organic matter in the Tokachi River during Typhoon Nabi in September, 2005. Symposium on Present Earth Surface Processes and Historical Environmental Changes in East Asia-Earth Surface Processes in a dynamic Environment, Taiwan (2009.9)
- (16) S. Nagao, T. Suzuki, M. Kawahigashi, H. Kodama, T. Onishi, M. Yoh, T. Shiraiwa, V. P. Shesterkin, V. I. Kim, S. I. Levshina, A. N. Makhinov B. Yan, B. Zhang: Characteristics of fluorescent dissolved organic matter in the middle and lower Amur River. International IGU LUCC Conference, Vladivostok (2009.9)
- (17) S. Nagao, H. Kodama, T. Miyajima, T. Tanaka: Radiocarbon of aquatic humic and fulvic acids in the Chikugo River waters. Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry '09, Napa, California, U.S.A. (2009.11-12)
- (18) S. Nagao, N. Fujitake, S. Tamanura, T. Tanaka, Y. Nakaguchi: Molecular size dependency of Am complexed with humic and fulvic acids in groundwater's with high DOC concentration. Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry '09, Napa, California, U.S.A. (2009.11-12)
- (19) S. Nagao, M. Terashima, O. Seki, H. Takata, M. Kawahigashi, H. Kodama, V. I. Kim, V. P. Shesterkin, S. Levshina, A. N. Makhinov: Biogeochemical behavior of iron in the lower Amur River and Amur-Liman. Closing Symposium of the Amur-Okhotsk Project, Kyoto (2010.1)
- (20) 長尾誠也、荒巻能史、内田昌男、柴田康行、外川織彦：C-14 をトレーサーとした河川懸濁態有機物の動態研究。第 53 回放射化学討論会、東京 (2009.9)
- (21) 大西健夫、楊宗興、柴田英昭、長尾誠也：異なる土地被覆変化シナリオによるアムール

- 川における溶存鉄生成量の数値シミュレーション. 日本地球惑星科学連合 2009 年大会、幕張 (2009.5)
- (22) T. Onishi, M. Yoh, H. Shibata, S. Nagao, M. Kawahigashi, V. V. Shamov: Numerical experiment of land cover conversion effect on dissolved iron productivity of the Amur River Basin. International IGU LUCC Conference, Vladivostok (2009.9)
- (23) 坂口 綾、山本政儀、富田純平、小藤久毅、青田溶明、熊谷道夫：琵琶湖水系における天然放射性核種ウラン・トリウム同位体挙動研究. 2009 年度日本地球化学会年会第 56 回大会、広島 (2009/9)
- (24) A. Sakaguchi, K. Kawai, P. Steier, J. Tomita, M. Hoshi, M. Yamamoto: First results of ^{236}U level in soils from global fallout-Application for Hiroshima black-rain issue. Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry '09, Napa, California, U.S.A. (2009.11-12)
- (25) Sakaguchi, A., Kawai, K., Steier, P., Tomita, J., Hoshi, M. and Yamamoto, M. Measurement easuement of environmental low-level ^{236}U by AMS: As a new tracer for environmental uranium studies-. International Workshop on Low-level Measurement of Radionuclides and Its Application to Earth and Environmental Sciences, Kanazawa, Japan (2009.11)
- (26) 高畠容子、長尾誠也、柴田英昭：泥川における降雨時に河川へ流出する溶存有機炭素の移行挙動. 日本腐植物質学会第 25 回講演会、姫路 (2009.11)
- (27) M.Terashima, Y.Seida, T.Iwatsuki, K.Iijima, H.Yoshikawa, M.Yui, S.Nagao: Eu (III) binding abilities of dissolved humic substances isolated from deep groundwater in Horonobe area, Hokkaido, Japan. Migration09, Washington (2009.9)
- (28) 寺島元基、長尾誠也、岩月輝希、佐々木洋人、清田佳美、吉川英樹：北海道幌延地域の深部地下水から分離・精製した溶存腐植物質と Eu(III)との結合特性. 日本腐植物質学会第 25 回講演会、姫路 (2009.11)
- (29) J. Tomita, H. Satake, S. Nagao, M. Yamamoto: Ra isotopes in NaCl type groundwaters from deep wells in the coastal areas of Himi city, Toyama prefecture, Japan. Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry '09, Napa, California, U.S.A. (2009.11-12)
- (30) 富田純平、山本政儀、佐竹 洋：大深度掘削により得られた NaCl 型温鉱泉の Ra 同位体挙動-富山県氷見周辺. 日本温泉科学会第 62 回大会、2009/9、京都市
- (31) 山田悠香子、三上裕、南秀樹、長尾誠也、小畑元、谷野賢二、加藤義久：亜酸化的改訂環境堆積物中における主要元素の挙動と色相変化. 日本地球化学会年会、広島 (2009.9)
- (32) M. Yamamoto, K. Kawai, K. Mino, S. Oikawa, T. Imanaka, A. Sakaguchi, M. Hoshi, P. Steier, K. N. Apsalikov: Characteristics of residual radionuclides in soil in Sarzhal and Karaul villages affected mainly by the USSR first hydrogen atomic bomb in 1953, 15th Hiroshima International Symposium-Semipalatinsk and Other Radiation Studies, Hiroshima Univ. (2010/3)
- (33) M. Yamamoto, K. Kawai, K. Zhumadilov, S. Endo, A. Sakaguchi, T. Imanaka, M. Hoshi: Measurement of Cs-137 in soil under houses built after 1945-Charange to evaluate level and spatial distribution of close-in fallout by the Hiroshima A-bomb, International Workshop on Black rain of

the Hiroshima atomic bomb and related studies, Hiroshima Univ. (2010/3)

- (34) 吉田圭佑、皆川昌幸、井上睦夫、中野佑介、浜島靖典、山本政義：日本海盆における ^{228}Ra と ^{226}Ra の鉛直分布からみた海水循環．日本地球化学会年会、広島 (2009.9)
- (35) 吉田圭佑、井上睦夫、皆川昌幸、中野佑介、小藤久毅、乙坂重嘉、清本容子、塩本明弘、浜島靖典、山本政義：日本海、東シナ海、オホーツク海の表層海水における ^{228}Th 濃度と $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 放射能比の水平分布．第 53 回放射化学討論会、東京 (2009.9)

4) 研究交流

・ 共同研究

- (1) 山本政義、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
- (2) 山本 政義、広島原爆“黒い雨”にともなう放射性降下物に関する研究広島“黒い雨”放射能研究会、2009-現在
- (3) 長尾誠也、北海道沿岸河口域における物質動態に関する検討、北海道大学低温科学研究所、一般共同研究、2009-現在
- (4) 長尾誠也、C-14 をトレーサーとし河川水中粒子態有機物の起源推定研究、日本原子力研究開発機構、施設利用共同研究、2006-現在
- (5) 長尾誠也、地下水中有機コロイドの特徴と核種移行に及ぼす影響評価、日本原子力研究開発機構、地層処分の実力を示すネットワーク、原子力重点連携研究、2009-現在
- (6) 長尾誠也、地下及び地表環境での C-14 の移行動態とモデル解析、日本原子力研究開発機構、地層処分の実力を示すネットワーク、原子力重点連携研究、2009-現在
- (7) 浜島靖典、放射性同位元素分析によるズワイガニの年齢評価、若狭湾エネルギーセンター、2007-現在
- (8) 井上睦夫、近年の海面水位上昇が及ぼす沿岸水の滞留時間の長期化問題と生態系への影響、島根大学、共同研究、2009-現在

・ 海外渡航

- (1) 長尾誠也、Radiocarbon Conference、ハワイ・アメリカ (2009.5-6)
- (2) 長尾誠也、Symposium on Present Earth Surface Processes and Historical Environmental Changes in East Asia-Earth Surface Processes in a dynamic Environment、台湾 (2009.9)
- (3) 長尾誠也、International IGU LUCC Conference、ウラジオストク・ロシア (2009.9)
- (4) 長尾誠也、Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry '09、ナパバレー・アメリカ (2009.11-12)

- (5) 井上睦夫、Asia-Pacific Symposium on Radiochemistry '09、ナパバレー・アメリカ
(2009.11-12)

5) 各種活動 (学会・社会)

・学会活動

山本政儀：日本温泉科学会編集委員

長尾誠也：日本原子力学会編集委員、日本放射化学会編集委員 (H21 月 7 月)、日本腐植物
質学会評議委員、日本地球惑星連合 2009 年大会「水循環・水環境」コンビーナー代表

浜島靖典：日本放射化学会ニュース編集委員

・社会活動

山本政儀：原子力安全委員会核燃料安全専門審査会審査委員、国連科学委員会 UNSCEAR
国内対応委員、環境科学技術研究所委員会委員、福井県原子力安全専門委員会委員、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、石川県原子力環境安全管理協
議会委員、石川県放射線測定技術委員会委員、

長尾誠也：日本原子力研究開発機構研究嘱託、総合地球環境学研究所共同研究員

招待講演および特別講演、依頼講演

- (1) 山本政儀、安定・放射性同位体から解く物質輸送と年代：物質の由来を知る科学（金沢
大学薬学シンポジウム 2009）、金沢（石川県女性センター）(2010/1/23)
- (2) 山本政儀、低レベル放射能測定と地球・環境科学への応用、岡山大学 RI 教育訓練講習会、
岡山大学医学部 (2010/3/1)
- (3) 山本政儀、平成 21 年度「環境放射線測定教室」と講演、核エネルギーの解放：その原
理と光&影、石川県立七尾東雲高等学校 (2009/7/29)
- (4) 長尾誠也：神戸大学発達科学部 集中講義「地球環境科学特別講義」、神戸 (2009.9)

2-3. 研究費

1) 科学研究費等

- (1) 山本政儀（代表）文部科学省特別研究、極低レベル放射能測定による新領域の開発と全
国共同利用微弱放射能測定拠点の形成、6,860 千円
- (2) 山本政儀（代表）、学長戦略経費（重点研究経費）、極低レベル放射能測定による新領域
の開発と全国共同利用微弱放射能測定拠点の形成、9,100 千円
- (3) 山本政儀（代表）基盤研究(B)、旧ソ連核実験場周辺住民の被曝線量評価の解決に向け

て、2,300 千円

- (4) 山本政儀（分担）基盤研究(B)、100 千円
- (5) 山本政儀（分担）基盤研究(A)、300 千円
- (6) 長尾誠也（分担）基盤研究(B)、380 千円
- (7) 長尾誠也（分担）基盤研究(B)、400 千円
- (8) 井上睦夫（代表）基盤研究(C)、複数の放射性核種の三次元分布からみた日本海の物質循環に関する研究、1,100 千円
- (9) 井上睦夫（分担）基盤研究(B)、300 千円
- (10) 富田純平 特別研究員奨励費、安定・放射性同位体とプローブとする温鉱泉の地球化学的研究：油田塩水のラジウム異常、600 千円
- (11) 補助金事業経費 教育研究高度化ブースタープロジェクト、5,000 千円

2) 受託研究費等

- (1) 山本政儀、石川県受託研究、プルトニウム等 α 線放出核種の分布状況及び移行挙動調査、2,000 千円
- (2) 長尾誠也、日本原子力研究開発機構受託研究、3,000 千円
- (3) 長尾誠也、産業技術総合研究所受託研究、5,000 千円
- (4) 浜島靖典、気象研究所受託研究、海洋環境における放射性核種の長期挙動に関する研究、5,998 千円
- (5) 浜島靖典、若狭湾エネルギー研究センター共同研究、放射性同位元素分析によるズワイガニの年齢評価、300 千円

2-4. 研究指導

1) 博士論文

- (1) 富田順平、地下深部塩水環境におけるラジウム同位体の挙動解明研究-大深度掘削 Na-Cl 型地下水からのアプローチ、自然科学研究科物質科学専攻、博士（理学）、山本政儀

2) 修士論文

- (1) 美濃健太、湖底堆積物から見るウラン・トリウム同位体の堆積挙動と環境変動解析への応用-モンゴル・フブスグル湖-、自然科学研究科物質化学専攻、修士（理学）、山本政儀
- (2) 高畠容子、降雨時に河川へ流出する溶存有機物の移行挙動、北海道大学環境科学院地球圏科学専攻、修士（理学）、長尾誠也（依託学生として H21 年 5 月～H22 年 2 月まで指導）

3) 卒業研究

- (1) 徳成武勇、熊木川—七尾湾水系から読み解く里山から里海への粒子流出の現状、理学部化学科、学士（理学）、長尾誠也
- (2) 鈴木奈々、炭素同位体比を用いた土壌有機物蓄積状況の解析、理学部化学科、学士（理学）、長尾誠也

2-5. その他

1) 学術賞等の受賞状況

平成 21 年度日本原子力学会バックエンド部会 業績賞 長尾誠也

「地下水腐植物質の特性とアクチノイドの移行に及ぼす影響評価」

2) ポスター賞の受賞

- (1) 第 62 回日本温泉科学会 ポスター賞 富田純平 (D3)

「大深度掘削により得られた NaCl 型温鉱泉の Ra 同位体挙動-富山県氷見周辺」

- (2) 2009 日本放射化学学会年会・第 53 回放射化学討論会 若手優秀ポスター賞 川合 健太 (M

1) 「広島原爆フォールアウトと ^{236}U の探査」

3. 研究報告

微弱放射線測定用タングステン遮へい

浜島靖典

〒923-1224 石川県能美市和気町 金沢大学環日本海域環境研究センター LLRL

Y, Hamajima: Tungsten shield for low level counting

【はじめに】 微弱放射線測定の指標として FOM (Figure Of Merit) が用いられる。S をシグナル強度, B をバックグラウンド(BKG)強度とすると, $FOM = S^2/B$ で表される。FOM を大きくするには, 検出効率を上げ (試料の減容等も含む), 長時間測定を行って, S を大きくすることはもちろんであるが, B を小さくすることも重要となる。B を小さくする方法の 1 つは, 効果的な遮へいを行うことであり, 密度が大きく放射性不純物が少ない遮へい材を用いる。よく用いられる材料は Pb (密度 $d=11.3 \text{ g cm}^{-3}$) であるが, 通常の Pb には半減期 22.3 年の ^{210}Pb が含まれる。 ^{210}Pb は 46.5 keV のガンマ線(放出率 4.3%)を放出する。ガンマ線測定の際に問題となるのは, 46.5 keV の他に娘核種の ^{210}Bi から放出される 1.16 MeV のベータ線に起因する制動放射線がある。また, Pb の X 線が妨害する場合もある。これに対処するため, Pb の内側に Cu (同 8.9)や Hg (同 13.5)を用いたり, Fe (同 7.9)を遮へい材とする場合もある。尾小屋地下実験室(OUL)の Ge 検出器には, 通常鉛による遮へいの内側に, 製造後 200 年以上経過したと思われる約 4cm 厚の Pb (通称金沢城 Pb)を用いて B を小さくしている。金沢城 Pb はもはや入手不可能であったため, 本研究では, 金沢城 Pb に代わる遮へい材として, 最近しばしば目にする密度の大きい W (同 19.3)遮へい体に注目し, 微弱放射線測定に利用可能か検討した。

【実験】 W 粉を焼結し, 円柱(外径×高さ×厚さ:130 mm×200 mm×10 mm)と, 円盤(外径×厚さ:130 mm×10 mm)を試作依頼した。焼結 W の比重は 17.9 であった。テストに使用した OUL の井戸型 Ge (Ge 結晶の直径×高さ:68 mm×70 mm, 結晶の井戸径×深さ:22 mm×54 mm)には金沢城 Pb で作成したほぼ同じ内径で高さ×厚さは約 150 mm×約 40 mm の円柱及びほぼ同形の円盤を用いている。これと W 遮へいを交換し BKG を測定した。

【結果と考察】 焼結 W 遮へいの BKG スペクトルを図 1 に示す。比重を考慮した厚みでは金沢城 Pb 遮へいの約 2/5 しかなく, 形状も異なっているので単純には比較できないが, 焼結 W 遮へいの 50 KeV から 2000 KeV までの積算 BKG 計数率は, 金沢城 Pb 遮へいの 1.6 cpm から 7.9 cpm 増加し 9.5 cpm となった。主なピークは ^{40}K (1461 keV で 0.31 cpm, 金沢城 Pb の 44 倍), ^{214}Pb ,

^{214}Bi (609 keV で 0.13 cpm, 同 26 倍), ^{228}Ac , ^{208}Tl , などであった。最も低エネルギーのピークは W の X 線である。 ^{210}Pb は見られない。また, 70 keV から 200 keV の間にピークは全く見られない。この焼結 W 遮へいは, 地上で長時間放置し, OUL に持ち込み後直ちに設置し測定したが, 環境中性子放射化で生成する ^{187}W (半減期 23.7 時間)の 686 keV はごく僅かであった。今回試作した焼結 W 遮へいは, OUL の遮へいに用いるには BKG が高い。しかし, 積算 BKG 増加分を考慮すると, 70 keV から 200 keV の測定や U, Th 系列以外の核種の測定には利用できる可能性がある。

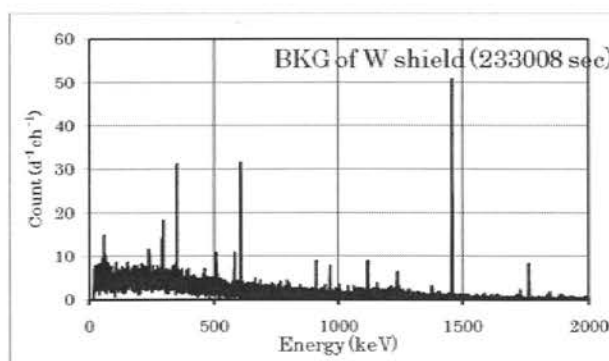


Fig.1 BKG spectrum of W shield.

日本海盆における ^{228}Ra と ^{226}Ra の鉛直分布からみた海水循環

井上睦夫¹、皆川昌幸²、吉田圭佑¹、中野佑介¹、小藤久毅³、
長尾誠也¹、濱島靖典¹、山本政義¹

¹〒923-1224 石川県能美市和気町 金沢大学環日本海域環境研究センターLLRL

²〒236-8648 神奈川県横浜市 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所

³〒035-0064 青森県むつ市港町 日本海洋科学振興財団

Inoue, M., Minakawa, M., Yoshida, K., Nakano, Y., Kofuji, H., Nagao, S., Hamajima, Y. and Yamamoto, M.: Vertical profiles of ^{226}Ra and ^{228}Ra in the Japan Basin of the Sea of Japan

[はじめに]

日本海は、ユーラシア大陸と日本列島に囲まれた縁辺海で、対馬、津軽、宗谷といった浅い海峡 (<150 m) により隣接する海洋とつながっている。表層水は対馬海流やリマン海流により循環系を形成しているが、これら海流により蓋をされる形で水深約 300 m 以下に、冬季の鉛直混合によって形成された低温の日本海固有水として深層循環を形成している。Ra 同位体は海水中に溶存しているため、海水循環のトレーサーとして有効である。本研究では ^{226}Ra 、 ^{228}Ra 濃度の鉛直分布から固有水の滞留時間を見積もった。

[試料と実験]

海水試料は、07 年蒼鷹丸調査航海において日本海盆 (SY07; N41°02', E138°10'; 水深 3700 m) で 14 層 (各 50 L) 採取した。 ^{226}Ra 、 ^{228}Ra の測定には、低バックグラウンド γ 線法を適用した。測定法は Nakano *et al.* [1] に詳しい。

[結果]

^{226}Ra 濃度は表層で 1.5 mBq/L と低く、下部固有水層 (1000 m 以深) では 2.3 mBq/L に上昇した (Fig. 1b)。一方、 ^{228}Ra 濃度は日本海盆の表層では 1.2 mBq/L と高く、深さとともに急激に減少、下部固有水層ではほぼ一定 (~ 0.1 mBq/L) となった (Fig. 1c)。

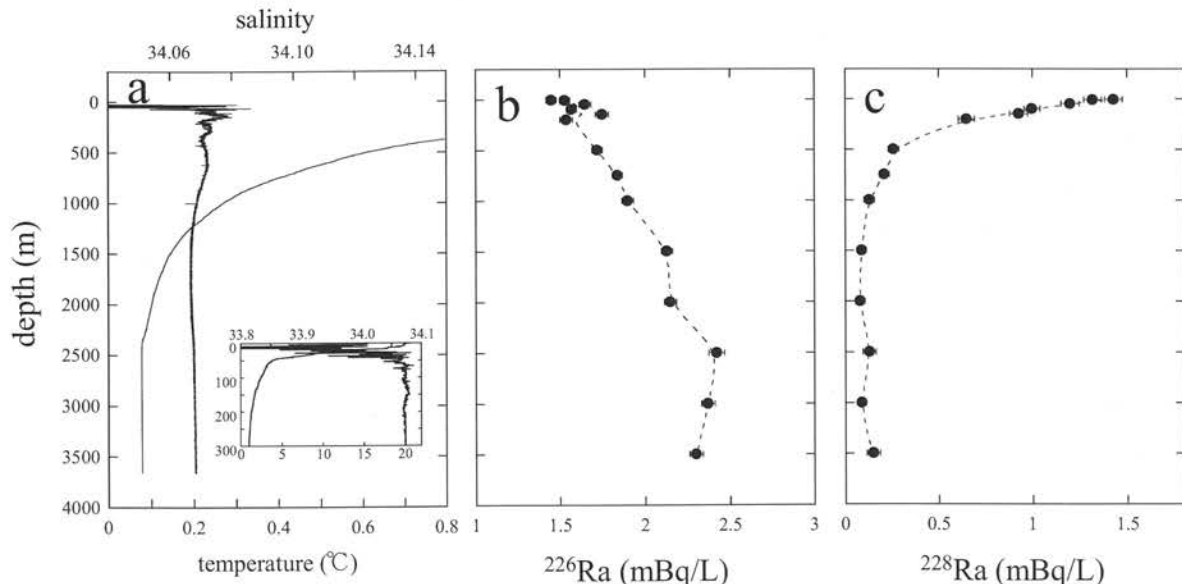


Fig. 1. Vertical profiles of a) potential temperature and salinity, b) ^{226}Ra , and c) ^{228}Ra activities of the SY07 water samples from the Japan Basin.

[固有水滞留時間の見積もり]

本研究では、2 ボックスモデル（混合層 (MLW) + 上部固有水層 (UPW) と下部固有水層 (DPW)）を想定し、 ^{226}Ra 、 ^{228}Ra 濃度より、下部固有水の滞留時間を計算した (Fig. 2)。

下部固有水層の ^{226}Ra 、 ^{228}Ra 量は式 1)、2) で表わされる。

$$V\delta[^{226}\text{Ra}]_D/\delta t = [^{226}\text{Ra}]_{(M+U)}v + F_{226}S - [^{226}\text{Ra}]_Dv - [^{226}\text{Ra}]_D V\lambda_{226} \quad 1)$$

$$V\delta[^{228}\text{Ra}]_D/\delta t = [^{228}\text{Ra}]_{(M+U)}v + F_{228}S - [^{228}\text{Ra}]_Dv - [^{228}\text{Ra}]_D V\lambda_{228} \quad 2)$$

[V ; 下部固有水量 (m^3): $[^{226}\text{Ra}]$, $[^{228}\text{Ra}]$; ^{226}Ra , ^{228}Ra 濃度 (Bq/m^3 ($=\text{mBq}/\text{L}$)): v ; 混合層-上部固有水層と下部固有水層間の混合速度 (m^3/y): F_{226} , F_{228} ; 海底堆積物からの ^{226}Ra と ^{228}Ra の溶出フラックス ($\text{Bq}/\text{m}^2/\text{y}$): S ; 海底の面積 (m^2): λ_{226} , λ_{228} ; 壊変定数 ($1/\text{y}$)] (下付きの M+U, D は、混合層+上部固有水層および下部固有水層)

^{226}Ra , ^{228}Ra 濃度 が定常状態と仮定 ($\delta[^{226}\text{Ra}]_D/\delta t = \delta[^{228}\text{Ra}]_D/\delta t = 0$) すると、

$$\Delta[^{226}\text{Ra}]_{(M+U)-D}/\tau_w + F_{226}S/V - [^{226}\text{Ra}]_D\lambda_{226} = 0 \quad 1)$$

$$\Delta[^{228}\text{Ra}]_{(M+U)-D}/\tau_w + F_{228}S/V - [^{228}\text{Ra}]_D\lambda_{228} = 0 \quad 2)$$

ここで固有水滞留時間を $\tau_w (= V/v)$ (y)、 $[^{226}\text{Ra}]_{(M+U)} - [^{226}\text{Ra}]_D = [^{226}\text{Ra}]_{(M+U)-D}$ 、 $[^{228}\text{Ra}]_{(M+U)} - [^{228}\text{Ra}]_D = [^{228}\text{Ra}]_{(M+U)-D}$ とすると、 τ_w は式 3) より見積もられる。

$$1/\tau_w = \{\lambda_{226}[^{226}\text{Ra}]_D - F_{226}/F_{228}\lambda_{228}[^{228}\text{Ra}]_D\} / \{\Delta[^{226}\text{Ra}]_{(M+U)-D} - F_{226}/F_{228}\Delta[^{228}\text{Ra}]_{(M+U)-D}\} \quad 3)$$

日本海海底堆積物のリーチング実験で求めた $^{226}\text{Ra}/^{228}\text{Ra}$ 比 ($F_{226}/F_{228} = 0.92$)、混合層+上部固有水層および下部固有水層の ^{226}Ra , ^{228}Ra のインベントリー ($[^{226}\text{Ra}]_{(M+U)} = 1.83 \text{ mBq}/\text{L}$; $[^{226}\text{Ra}]_D = 2.47 \text{ mBq}/\text{L}$; $[^{228}\text{Ra}]_{(M+U)} = 1.08 \text{ mBq}/\text{L}$; $[^{228}\text{Ra}]_D = 0.11 \text{ mBq}/\text{L}$) を式 3) に代入すると、100 年という値が得られる。滞留時間 100 年に相当する量の上層水が下部固有水層に混入していると考えられる。この結果は、最近、様々な核種により計算された固有水層の滞留時間 ($100\text{-}200 \text{ y}$: ^3H [2]; ^{14}C [3, 4]; ^{129}I [5]) と矛盾はない。

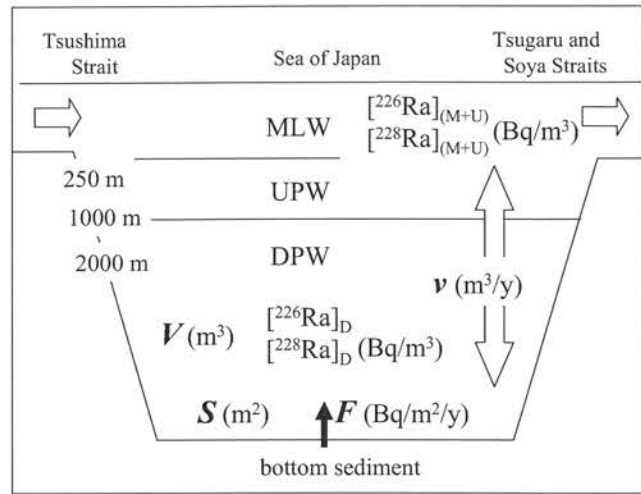


Fig. 2. A simple two-box model for the delivery of ^{226}Ra and ^{228}Ra to the DPW

参考文献: [1] Nakano, Y., Inoue, M., Komura, K.: *J. Oceanogr.* **64**, 713-717 (2008). [2] Watanabe, Y. W., Watanabe, S., Tsunogai, S.: *Mar. Chem.* **34**, 97-108 (1991). [3] Chen, C.-T. A., Bychkov, A. S., Wang, S. L., Pavlova, G. Y.: *J. Geophys. Res.* **100** (C7), 13737-13745 (1995). [4] Kumamoto, Y., Yoneda, M., Shibata, Y., Kume, H., Tanaka, A., Uehiro, T., Morita, M., Shitashima, K.: *Geophys. Res. Lett.* **25**, 651-654 (1998). [5] Suzuki, T., Minakawa, M., Togawa, O.: *Geophys. Res. Lett.* (2009) (submitted).

熊木川-七尾湾水系から読み解く 里山から里海への粒子流出の現状

徳成 武勇、長尾誠也、鈴木智代、山本政儀

〒923-1224 石川県能美市和気町 金沢大学環日本海域環境研究センターLLRL

T. Tokunari, S. Nagao, T. Suzuki, M. Yamamoto: Investigation on transport of suspended solids from *Satoyama* to *Satoumi*: a case study in Nanao, Ishikawa Prefecture, Japan

1. 研究背景と目的

日本では古来より山や海は資源の生産場として活用されており、いわゆる里山や里海はそれらを利用して生活する人々の手によって豊かな環境が維持・管理されてきた。しかし、近年の一次産業従事者の減少により、このような環境の維持が難しくなっており、里山では管理放棄された森林（放棄林）や水田（放棄田）が増加している。放棄林は日照量不足で地表が裸地化するために涵養力が低下し、降雨時の土壌流出が増大する可能性が指摘されている。放棄田についても、土壌の団粒化が進まず乾燥化する例が報告されており、水涵養機能の低下や土壌侵食量の増加の可能性が懸念されている。沿岸生態系は主に陸上からの栄養塩の供給によって支えられているため、里海の持続発展のためにも陸上からの粒子流出の増大による沿岸生態系への影響を評価することは必須である。

このように一連の環境変化を考えるには陸-川-海をつなぐ物質動態を研究する必要がある。しかし、これらの研究は各地で行われ始めたばかりでまだ十分な結果が得られていない。本研究では、石川県七尾市に存在する熊木川の集水域における環境変化が七尾湾へ及ぼす影響を評価するために、現在の陸上生産源からの河川懸濁粒子の供給状況を、放射性核種をトレーサーとして検討することを試みた。対象とした核種は ^{137}Cs 及び $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ であり、後者は ^{210}Pb のうち親核種である ^{226}Ra と放射平衡でないものを指す。これらは大気から表土へと沈着し、共に土壌表層の微細な土壌粒子や有機物画分に吸着して容易に脱着しないことが知られているため、生産源の情報を保持したトレーサーとして利用できる。各試料についてこれら2核種の放射能濃度及び放射能比 $^{137}\text{Cs}/^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ を求め、生産源の特徴を検討した。



Fig1. Location of the study area

2. 試料採取及び実験方法

熊木川水系は、水田や森林の放棄が進んでいる熊木川本流と、比較的管理林や水田の多い支流の西谷内川から構成されている。この集水域において、主な粒子生産源と考えられる森林、水田、放棄田・林等で表層から深さ20~25cm程度までの土壌試料を採取した。また、熊木川本流と西谷内川が合流する熊木川中流と下流でそれぞれ河床堆積物を採取した。

これらの試料は100℃で乾燥した後、土壌は2mm、河床堆積物は1mmの篩にかけたものを均質化し、加圧成型した。当実験施設のGe半導体検出器で γ 線スペクトルを測定し、 ^{137}Cs 及び $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ を定量した。

3. 結果と考察

$^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の鉛直分布を調べた結果をFig. 2に示す。森林表層土壌の鉛直分布特性については、Fig2 (a) (b)のように ^{137}Cs 及び $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ が表層20cm程度に留まっていることが明らかになった。しかし、管理林と放棄林の区分けでは2核種の濃度に大きな差が見られず、特に $^{137}\text{Cs}/^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ については誤差範囲内であった。この要因としては、管理林と放棄林では流出挙動に大きな違いがないこと、あるいは調べた森林が最近放棄されたもので、粒子流出量の増大までにタイムラグが存在することが考えられる。

水田土壌コアでは、Fig. 2 (d) (e)のように土壌攪乱により ^{137}Cs 及び $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 濃度の減少と鉛直方向の均質化が顕著に見られ、それに付随してFig. 2 (f)のように $^{137}\text{Cs}/^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ も森林表層より低い

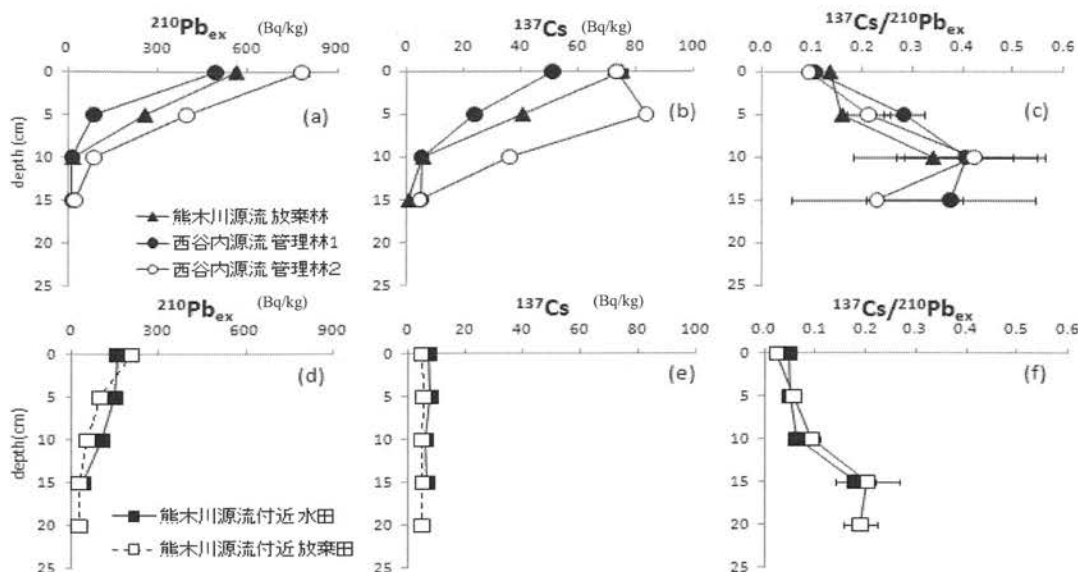


Fig.2 Depth profiles of excess Pb-210 and Cs-137 from soil : potential sources of suspended solids

値が得られた。特に放棄田表層 0-5cm においては極めて低い値を示した。 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ が定常的に大気から地表へと降下しているのに対し、 ^{137}Cs は大半が過去の核実験由来であり現在の降下量は減少している。従って、放棄田では表層において $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ の濃度が相対的に高く、 $^{137}\text{Cs}/^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ がより低い値を示したと説明できる。

河床堆積物も含めた結果は Fig. 3 および Table. 1 に示す。河床堆積物中のこれら 2 核種の放射能濃度は森林表層や水田に比べ著しく低く、河川堆積物試料が砂質であることから、砂による濃度の希釈が起こった可能性が考えられる。希釈の影響を無視できる $^{137}\text{Cs}/^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ について位置ごとに比較した (Fig. 3) ところ、西谷内川では源流から下流まで値は大きく変わらなかったのに対し、熊木川本流では上流で低い放射能濃度比が得られた。熊木川本流域では源流から上流部にかけて放棄田が多く見られたことから、放棄田表層からの粒子供給をより多く受けたことが考えられる。あるいは各粒子供給源に保存されている濃度と実際に流出する粒子とで濃度が異なっていることが考えられる。

また、合流地点である熊木川中流で採取した河床堆積物に関して、放射能濃度・放射能濃度比ともに熊木川上流の値とほぼ一致していた。よって今回採取した 11 月末においては、合流後は本流からの寄与が大きい可能性が考えられる。一方で中流域に卓越する水田からの流入が支配的な供給源になっていた可能性もあるため、経時的に変化を追うことで水田からの粒子流入を把握し、より適確かつ総合的に河川懸濁粒子の動態を評価する必要がある。

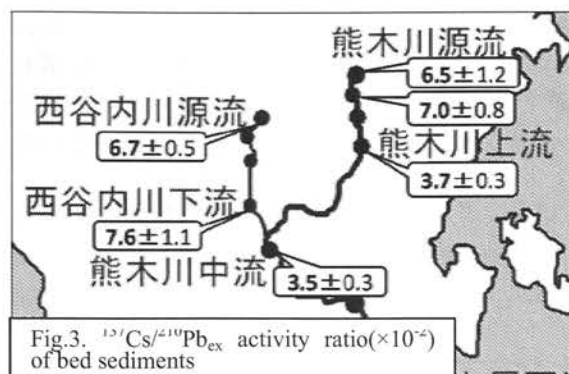


Fig.3. $^{137}\text{Cs}/^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ activity ratio ($\times 10^{-2}$) of bed sediments

Table 1. Results of bed sediments and surface soils

採取地	利用形態	$^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$	^{137}Cs	$^{137}\text{Cs}/^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$
		(Bq/kg)	(Bq/kg)	($\times 10^{-2}$)
熊木川源流	放棄林	559 $\pm$ 11	75 $\pm$ 1	14 $\pm$ 0
西谷内源流	管理林	490 $\pm$ 17	51 $\pm$ 2	10 $\pm$ 1
西谷内源流	管理林	777 $\pm$ 27	73 $\pm$ 3	9.5 $\pm$ 0.5
熊木川源流付近	水田	159 $\pm$ 7	7.5 $\pm$ 0.7	4.8 $\pm$ 0.5
熊木川源流付近	放棄田	207 $\pm$ 6	5.0 $\pm$ 0.4	0.0 $\pm$ 0.2
西谷内川源流		69 $\pm$ 4	4.6 $\pm$ 0.3	6.7 $\pm$ 0.5
西谷内下流		72 $\pm$ 9	5.6 $\pm$ 0.5	7.7 $\pm$ 1.1
熊木川源流		69 $\pm$ 8	4.5 $\pm$ 0.7	6.5 $\pm$ 1.2
熊木川源流付近	河床堆積物 (11月時点)	169 $\pm$ 12	12 $\pm$ 1	7.0 $\pm$ 0.8
熊木川上流		226 $\pm$ 8	8.5 $\pm$ 0.6	3.7 $\pm$ 0.3
熊木川中流		223 $\pm$ 9	7.9 $\pm$ 0.6	3.6 $\pm$ 0.3

炭素同位体比を用いた土壌有機物蓄積状況の解析

松田 奈々、長尾誠也、山本政儀

〒923-1224 石川県能美市和気町 金沢大学環日本海域環境研究センター LLRL

N. Matsuda S. Nagao, M. Yamamoto: Study of soil organic matter accumulation using carbon isotopic signature

【はじめに】

日本の国土の約70%は森林によって占められているため、我が国の陸域環境における炭素循環を考える上で、森林土壌における有機物の蓄積状況を理解することが重要である。森林土壌の鉛直分布についてのデータは数多くあるが、環境が異なる森林土壌での土壌有機物の蓄積、分解についての詳細は未だ明確ではない。そこで本研究では、日本における数地点の森林土壌における有機炭素含有量の鉛直分布とともに、炭素・窒素同位体比、放射性炭素を測定し、有機物の蓄積・分解状況に関して検討した。また、里山放棄が引き起こす森林土壌の有機物蓄積状況への影響の評価も併せて検討した。

【採取・実験】

研究フィールドとして、長野県伊那、茨城県埴、石川県七尾における森林では0~30 cmまでの土壌を、高山では0~80 cmまでの土壌の採取を行ない、5 cmの深度毎に、全有機炭素(TOC)含有量を元素分析器、有機物の $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$ を同位体分析計、 $\Delta^{14}\text{C}$ を加速器質量分析計、 ^{137}Cs を γ 線スペクトロメトリで測定した。七尾地域では、森林土壌の他に水田、放棄田、人工林地(幼齢林、老齢林)の各地点で土壌の採取を行ない、同様な測定を行なった。

【結果・考察】

各地点での森林土壌のTOC含有量の測定結果を図1(a)に示す。各地点におけるTOC含有量は表層の深さ0~5 cmで6~12%と高く、下層に向かい1.0~9.5%まで減少している。その減少率は0~5 cm-5~10 cm間で30~50%、5~10 cm-10~15 (15~20)cm間で0~30%と地域により変動していた。しかし、その鉛直分布の特徴から、1)伊那No.3と七尾、2)伊那No.2と茨城、3)高山に分類できる。つまり、森林の状況により、森林土壌有機物の蓄積状況は異なることが示唆される。

土壌有機物中の $\delta^{13}\text{C}$ については、各地点ともに0~5 cmが-30~-25‰と低く、下層にかけて有機物の分解により値が-24~-23‰まで高くなった(図1(b))。日本の一般的な森林土壌である褐色森林土は、 $\delta^{13}\text{C}$ が-27‰前後であり、茨城と伊那の土壌表層と七尾の土壌は褐色森林土であるといえる。高山の土壌や、伊那、茨城の下層では $\delta^{13}\text{C}$ が高い値を示した。そこで今回は、TOC含有量と $\delta^{13}\text{C}$ の鉛直分布が特徴的な高山の土壌をより深い深度まで分析した結果について検討した。

高山のTOC含有量は0~20 cmでは減少し、20~50 cmでは12%程度でほぼ一定であり、50 cm以深では再び減少した(図2(a))。一般的な森林土壌のTOC含有量が、表層から下層にかけて徐々に減少するのに比べ、明らかに異なる。 $\delta^{13}\text{C}$ に関しては、0~20 cmでは増加し、20~50 cmでは-19~-22‰と高い値を示し、50 cm以深では減少した(図2(b))。森林土壌有機物の $\delta^{13}\text{C}$ は、植生の変化がない場合に、下層へ行くと増加し、ある深度で一定となるような鉛直分布をとる。 ^{14}C の測定から見積もった ^{14}C 年代では、0~5 cmで-222yr.B.P.という核実験の影響を示す値を示し、5~50 cmにかけて520~5400yr.B.P.まで徐々に増加しているため、0~50 cmまでは急激な土壌の流入などが無いといえる。

高山の森林土壌の下層50~80 cmでは、 $\delta^{15}\text{N}$ が6‰以上、 $\delta^{13}\text{C}$ が22‰以上という黒ボク土の性質を示した。よって、高山の森林土壌は、黒ボク土であった土地から、褐色森林土に近い土壌へと遷移していった土壌であるといえる。これは、土砂が流入などにより徐々に蓄積し、それに伴う植生の遷移が起こったという可能性が考えられる。

土地利用変化に伴うTOC含有量、 $\delta^{13}\text{C}$ の推移状況を七尾の水田、放棄田、幼齢林、老齢林で検討した。 $\delta^{13}\text{C}$ は、各地点で-25~-30‰と変動しているが、土地利用変化に対応するような変動傾向は認められなかった。放棄田、幼齢林、老齢林のTOC含有量は、0~20 cmでほぼ一定で、その値は

放棄田の 1.3%から老齢林の 2.7%まで徐々に高くなった。これより、七尾の土地利用変化では、有機炭素は蓄積する方向に働くことが示唆された。

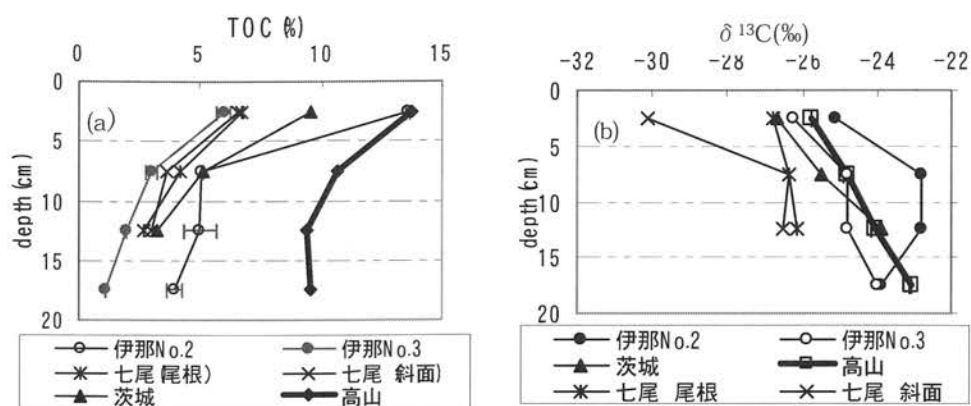


図 1.森林土壌の TOC 含有量(a)と森林土壌有機物 $\delta^{13}\text{C}$ の鉛直分布(b)

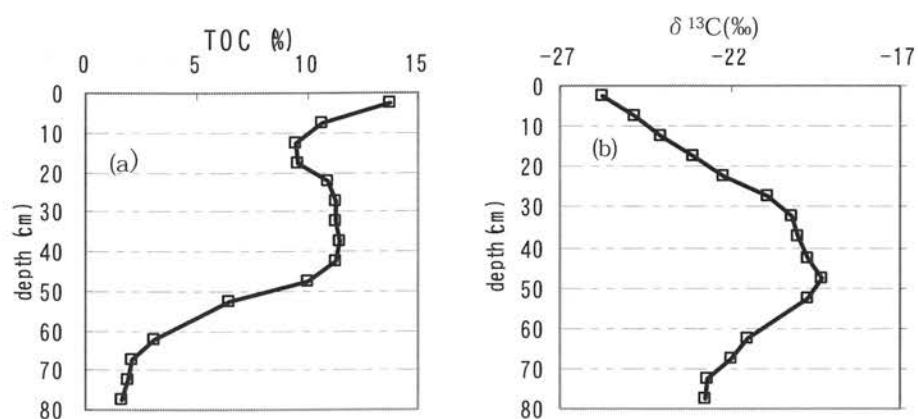


図 2.高山森林土壌の TOC 含有量(a)と土壌有機物 $\delta^{13}\text{C}$ の鉛直分布(b)

降雨時に河川へ流出する溶存有機物の移行挙動

高畠容子¹, 長尾誠也², 柴田英昭³

¹北海道大学 大学院環境科学院

²金沢大学 環日本海域環境研究センター LLRL

³北海道大学 北方生物圏フィールド科学センター

Takahatake, Y., Nagao, S., Shibata, H.: Dynamics of dissolved organic materials in a mountain stream during storm events

【はじめに】

河川水の溶存有機炭素 (DOC) 濃度は降雨時や融雪期に高濃度になることが知られている。そのため、河川の DOC フラックスを算出する際、融雪期・降雨時を無視すると DOC フラックスの過小評価につながる。また、土地利用改変・地球温暖化により河川水の DOC 濃度が増加していること、地球温暖化により降雨・降雪パターンが変化していることから、降雨時における溶存有機物の河川フラックスを正確に見積もる必要がある。しかし、降雨時の DOC 濃度変動は流域により異なり、また同一流域であっても降雨により異なることが報告されている。したがって、DOC 濃度変動と降雨、流域との関係を解明する必要がある。本研究では北海道北部の北海道大学雨龍研究林内を流れる小河川の泥川 (図 1) において詳細な降雨、河川流況の観測、DOC 濃度測定、河川水中溶存有機物の 40~60% を占めるとともに流域環境ごとに特性が異なる溶存腐植物質の簡易測定、その他溶存物質濃度測定、河川水の水素・酸素安定同位体比測定を行い、降雨時における河川水の DOC 濃度変動を支配する要因を検討した。

【試料採取、測定項目】

図 1 に示した 2 地点に観測点を設置し、試料採取を行った。上流観測点は勾配が急な森林地帯、下流観測点は河畔湿地帯で、DOC 供給源として知られている。各観測点で 2006 年~2008 年にかけて平水時に数回試料採取を行った。下流観測点には連続採水器を設置し、降雨量や河川水位、流速、濁度の観測とともに、1 時間当たり 10 mm 以上の降雨時に河川水を 1 時間ごとに 24 回採水した。研究対象とした降雨イベントは計 5 回で、2007 年 6 月 22 日、8 月 9 日、9 月 21 日、27 日、2008 年 9 月 3 日である。採取した試料は河川水安定同位体比測定用試料を分取したのち、ろ過を行い、分析項目ごとに適宜保存した。

DOC 濃度測定、三次元蛍光スペクトル分析、紫外可視吸収スペクトル分析、高速液体サイズ排除クロマトグラフィー分析 (蛍光検出: 320/430 nm, 275/335 nm、紫外検出: 280 nm)、栄養塩濃度測定、主要陽・陰イオン濃度測定、河川水の水素・酸

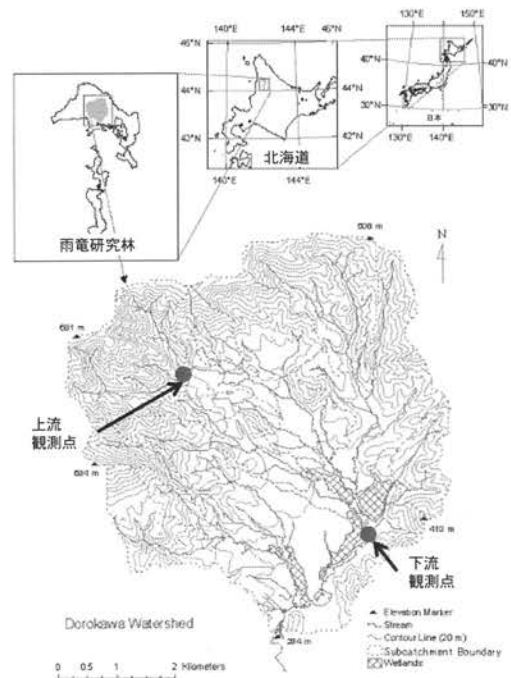


図 1: 泥川流域と観測点

素同位体比測定を行った。

【結果、考察】

全降雨イベント時の DOC 濃度変動幅と河川水位変動幅との関連性を図 2 に示した。水位変動が大きい 2007 年 9 月 21 日の降雨イベントと他の 4 イベント

トを比べたとき、DOC 濃度変動幅が水位変動幅に依存するといえる。しかし 4 イベントのみを比べたとき、DOC 濃度変動幅と水位変動幅には関係が見られない。これより、DOC 濃度変動幅は水位変動幅だけで決まらず、降雨状況が関係すると考えられる。

図 3 には 2008 年 9 月 3 日の降雨イベント時の DOC 濃度と河川水位を示した。降雨観測 2~4 時間後に水位が 0.6m から 1.2m に急激に上昇して最高位となり、7 時間後からは緩やかに減少し、23 時間後には 0.8m となった。DOC 濃度は降雨観測 4 時間後に急増し、5.5 mg/L から最高値の 10.6mg/L となり、9 時間後から徐々に減少し、23 時間後には 5.6mg/L となった。このときの河川水の酸素・酸素同位体比は図 3 のように、水位変動や DOC 濃度変動と似た変動を示した。先行研究より、この変動は河川水の起源が Subsurface water へ変化したことにより生じたと推察される。

280 nm における紫外検出の高速液体サイズ排除クロマトグラフィー (HPSEC) の結果は、図 4 に示した。平常時、ピーク①は上流観測点において観察されず、下流観測点においてのみ観察された下流域に特徴的なピークである。ピーク①/ピーク②(図 5) は降雨観測 3 時間後から急増し、6 時間後に最高値となったことから、降雨イベント時の DOC 濃度変動は上流の森林地帯より下流の河畔湿地帯の影響を強く受けることを示唆している。

以上の結果より、降雨イベント時には湿地帯の Subsurface 層からの寄与が増大し、DOC 濃度増加を引き起こすことが明らかとなった。

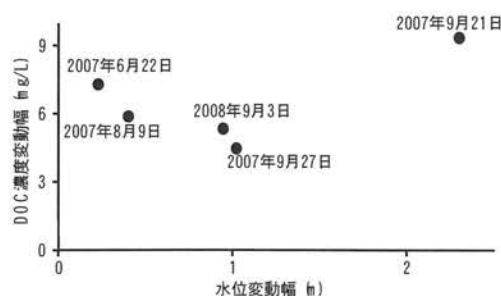


図 2 : 全降雨イベントにおける DOC 濃度変動幅と河川水位変動幅

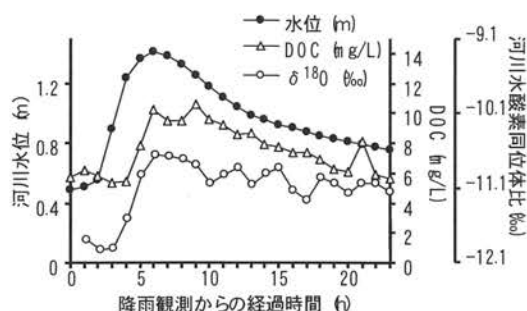


図 3 : 2008 年 9 月 3 日の降雨イベント時の河川水位、河川水 DOC 濃度、河川水酸素安定同位体比の降雨観測直後から 23 時間後までの経時変化

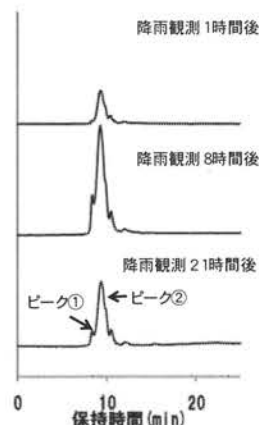


図 4 : 2008 年 9 月 3 日の降雨イベント時の HPSEC (紫外検出: 280 nm) のクロマトグラム

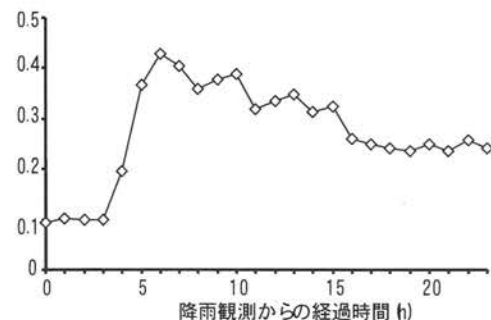


図 5 : 図 4 のピーク①とピーク②の比 (ピーク①の高さ/ピーク②の高さ)

様々な金属イオンによるフミン酸凝集のフミン酸分子サイズ分布依存性

玉村修司, 長尾誠也, 山本政儀

〒923-1224 石川県能美市和気町 金沢大学環日本海域環境研究センター LLRL

T.Tamamura, S.Nagao, M.Yamamoto: Molecular size distribution dependent aggregation of humic substances by various metal ions

[はじめに] 腐植物質は、土壌・堆積物・天然水中で普遍的に認められ、地表環境で最も多量に存在する有機物である。それらは特定の分子サイズ・化学組成を持たず、ある範囲にわたり分布する。溶存状態の腐植物質は、その高い金属元素との結合能により、天然水中における金属元素の移行挙動に大きな影響を与える。金属元素濃度が高くなると、腐植物質は凝集してサイズが大きくなり、地層間隙にトラップされる可能性がある。これら凝集物は、腐植物質に結合された金属元素を含む。したがって、腐植物質の凝集は、金属元素の移行挙動に大きな影響を与えると予測される。しかしながら、この凝集メカニズムの詳細については明らかでない。凝集の腐植物質分子サイズ依存性を明らかにすることにより、本メカニズムの特定に役立つ情報が得られると期待される。そこで本研究では、 Na^+ 、 Ag^+ 、 Ca^{2+} および Eu^{3+} 添加による腐植物質凝集プロセスを、特に腐植物質分子サイズとの関連で明らかにした。次に、腐植物質の凝集が起こる溶液条件を、金属元素濃度と腐植物質濃度の関数で、半定量的に予測できる経験式を導出した。

[実験方法] 腐植物質は比較的溶解度の高いフルボ酸と、溶解度の低いフミン酸に分画される。本研究では、凝集されやすいフミン酸(HA)の方を用いた。比較のために、2つのHA (Fluka HA (F-HA)とIHSS peat HA (I-HA))を使用した。金属元素の標準溶液作成には、試薬分析用の NaCl 、 $\text{Ag}(\text{ClO}_4)_2\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CaCl}_2(2\text{H}_2\text{O})$ および $\text{Eu}(\text{NO}_3)_3(6\text{H}_2\text{O})$ を用いた。様々な金属元素濃度に調整したフミン酸 50 mg/l 溶液を、暗所・25℃で一晩攪拌した。攪拌後の溶液を0.45 μm のフィルターで濾過した後、pH分析、280 nmの吸光度分析および高速液体サイズ排除クロマトグラフィー(HPSEC)分析に供した。なお、上記反応溶液は、競合イオン混入による解析の複雑化を回避する目的で、支持電解質を加えないで行った。

[実験結果と考察] 各々の反応溶液のpHは、 Na^+ 、 Eu^{3+} でpH 5-6、 Ag^+ でpH 6-7、 Ca^{2+} でpH 6.5-7.5の範囲にあった。 Na^+ ・ Ca^{2+} 濃度の増加に伴う残存吸光度は、金属元素濃度の増加に伴い緩やかに減少した。一方 Ag^+ ・ Eu^{3+} 濃度の増加に伴うそれらは、ある金属元素濃度付近における、急峻な吸光度の減少が認められた。例えばF-HAは、 Ag^+ 10mM 付近から2 mMの Ag^+ 増加でおよそ60%、 Eu^{3+} 40 μM 付近から12 μM の Eu^{3+} 増加で、およそ70%元の吸光度が減少した。 Na^+ ・ Ca^{2+} によるHPSECクロマトグラム(図1a,b)は、金属元素濃度の比較的微量な増加で、低分子分画(9 ml 付近)の方が、高分子分画(8.4 ml 付近)に対し選択的に凝集したことを示唆した。これよりも濃度が高くなると、逆に高分子分画の選択的凝集(0.45 μm フィルターによる除去)が認められた。この傾向はDLVO理論で定性的に説明できると考えられる。すなわち、金属イオン濃度が低く、したがってコロイド粒子の表面電位が高い状態では、微小粒子ほど電氣的な相互反発が小さく容易に凝集する。一方、金属イオン濃度が高くなると、静電遮蔽効果などにより粒子間の電氣的反発が小さくなり、分子量(サイズ)の大きい粒子の方が、分子

間力による引力が大きく凝集が容易になる。これと対照的に、 $\text{Ag}^+ \cdot \text{Eu}^{3+}$ では(図 1c,d), 凝集の分子サイズ選択性は顕著でなく、DLVO 理論とは異なるメカニズムで凝集したと考えられる。

腐植物質の中性付近における電荷量はおよそ $5 \times 10^{-3} \text{ mol/g}$ で、凝集時に全ての Eu^{3+} ($50 \mu\text{M}$) が腐植物質と結合しても、40 %ほどの電荷は中性化されずに残る。 Eu^{3+} は電荷密度が大きく、 Ag^+ は“柔らかい酸”に分類されるため、腐植物質と内圏型錯体をなすと考えられる。これらの結合部は疎水性であることと (Engelbrektson et al., 1994), 特に Eu^{3+} の場合は高い電荷を保った状態で凝集したと推定されることから、腐植分子が集合してミセルが形成された可能性がある。以上のことから、腐植物質の凝集メカニズムは、静電的な腐植分子相互反発の減少に伴う凝集 (DLVO 理論) と、内圏型錯体形成部の疎水性上昇によるミセル形成の2つが提唱される。

Eu^{3+} と腐植物質の 1:1 型錯体の安定度定数 ($\sim 10^6$) から、腐植配位子の 60 %程度が金属元素と結合し、ミセルが形成されると推定される。中性付近で、腐植配位子の 60 %の結合によりミセル化 (凝集) が起こるとすれば、その条件式は次のように導かれる：

$$[\text{M}]_t = \frac{2}{3K} + 0.6 \left(\frac{\text{CEC}}{z} \right) \times A$$

ここで、 $[\text{M}]_t$ は、添果された金属元素の総濃度 (mol/l), K は腐植物質と金属元素の 1:1 型錯体安定度定数, CEC は腐植物質のプロトン交換容量 (mol/g), z は金属元素のイオン価数, A は腐植物質濃度 (g/l) である。 Ag^+ と腐植物質の 1:1 型安定度定数の報告例は乏しいが、同じく内圏型錯体を形成すると考えられる Cu^{2+} と腐植物質のそれらは $\sim 10^5$ と報告されている。Bryan et al. (2001)は、中性で Cu^{2+} がおよそ $5 \times 10^{-5} \text{ M}$ で凝集すると報告している。その報告で腐植物質濃度 (A) の記載はないが、通常の錯形成実験で一般的な 0.05 g/l 以下であれば、(CEC を $5 \times 10^{-3} \text{ mol/g}$ として) 上式はよく一致した結果を導く。このことから、特に腐植物質と内圏型錯体を形成する金属元素に対し、中性付近における腐植物質の凝集条件が、半定量的に予測される可能性が示された。

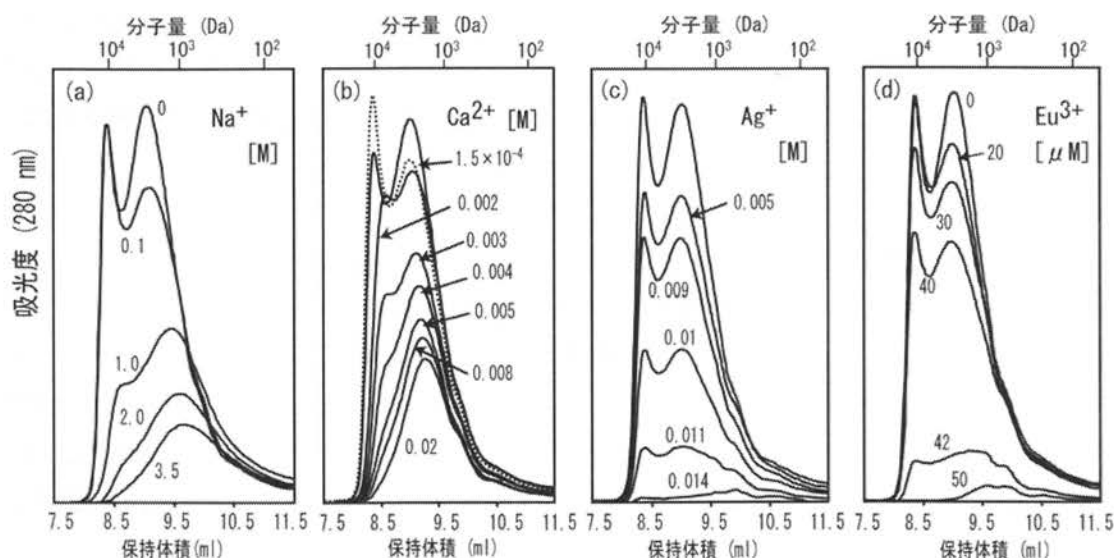


図 1 (a) Na^+ , (b) Ca^{2+} , (c) Ag^+ , (d) Eu^{3+} 濃度増大に伴う F-HA の HPSEC クロマトグラムの変化。同様の傾向は I-HA でも認められた。

[参考文献] Engelbrektson, R., Wandruszka, R. (1994): Environ. Sci. Technol., 28, 1934-1941.

Bryan, N.D., Jones, M.N., Birkett, J., Livens, F.R. (2001): Anal. Chim. Acta, 437, 281-289.

能登半島における里山周辺河川水中の溶存有機物の挙動と特徴について

鈴木智代¹, 長尾誠也¹, 福山泰治郎², 倉光英樹³, 徳成武勇¹, 松田奈々¹, 山本政儀¹

¹〒923-1224 石川県能美市 金沢大学環日本海域環境研究センター, LLRL; ²〒399-4598 長野県上伊那郡 信州大学農学部; ³〒930-8555 石川県富山市 富山大学理工学研究部

T. Suzuki¹, S. Nagao¹, T. Fukuyama², H. Kuramitsu³, T. Tokunari¹, N. Matsuda¹, M. Yamamoto¹

: Study of characteristics and behaviors of dissolved organic matters in river water at 'Satoyama' in the Noto Peninsula, Japan

【はじめに】

日本では近年、農村の後継者不足や里山の管理放棄等により、これまで循環的に維持されてきた農村・里山の自然が荒廃する問題が生じてきた。里山の植生管理は、里山の物質循環に作用する重要な役割を担っており、耕地や里山の放棄により自然が荒廃すると、土壌の化学的性質や湧水の水質に影響を及ぼすという報告もある。このことは同時に、山林から流出する溶存有機物の濃度や構造特性も変化することが考えられる。溶存有機物は最終的に河川を経由して海洋へ流出する。海洋沿岸域の生態系の豊かさには、山林からの有機物の流出が関与しているとの指摘もあり、山林の環境が変化することによって海洋沿岸域の環境も変化する可能性がある。また、里山環境の変化によって有機物の移行挙動も変動している可能性がある。

里山の放棄が海洋沿岸の生態系へ及ぼす影響を把握するためには、局所的な有機物の挙動だけではなく、広範囲にわたる有機物の移行挙動を解明する必要がある。しかし有機物の移行挙動についての研究は、大河川での報告や、河川から河口までの報告等に留まっていた。本研究では、里山—河川—里海までの一つの系が集約され、里山放棄が問題となっている能登半島に着目し、有機物の供給源から河川—海洋に至るまでの広範囲にわたる有機物の移行挙動を観測する。里山放棄が及ぼす有機物の濃度・構造特性の変化や有機物の移行挙動を解明し、里山の荒廃が里海の生態系に与える影響を評価することを目的として研究を進める。本年度は、降雨時に見られた有機物の濃度・構造特性の時系列変化について報告する。

【試料採取および分析方法】

サンプリングは2009年6月～2010年3月まで、七尾西湾流域河川の熊木川・日用川・二宮川で河川水・河床堆積物試料を採取した。熊木川では、里山の管理と放棄による寄与を比較するため、人工林の管理放棄が目立つ熊木川上流、比較的人工林が管理されている支流の西谷内川で、またそれらの河川水が合流する熊木川中流、中流から下流域に広がる水田からの排水が流入している熊木川下流でサンプリングを行った。採取した試料はGF/Fフィルターでろ過し分析まで冷凍保存した。河川水試料は三次元蛍光スペクトル測定、高速液体サイズ排除クロマトグラフィーにより分析した。七尾西湾流域の降雨量・水位データは石川県河川総合情報システム（石川県土木部河川課）よりご提供いただいた。

【結果と考察】

今回は2009年7月27日～28日に採取した大雨時の結果に焦点を当てて議論する。2009年7月27日は前日26日から降雨があり（約15mm/h）、河川水位が上昇（最大0.73m）していた。27日に熊木川現地を観察したところ、上流の河内周辺の水田で河川水が水田にまであふれている様子が確認できた。そのため27日～28日にかけては、上流と中流に定め、午前と夕方の計4回河川水を採取した。水質・

有機物分析の結果は図 1 に示した。降雨量・水位の増加時には濁度 (Turbidity)・溶存有機炭素濃度 (DOC) は高い値を示した。また三次元蛍光スペクトル測定において、腐植物質様ピーク (励起波長/蛍光波長: 310~340/430~440nm) が見られ、濃度を反映する相対蛍光強度 (RFI) も高い値で検出された。降雨量が減少し水位が低下するに従って、物質の濃度も減少している。これは、図 2 に示す液体サイズ排除クロマトグラフィーの結果からも明らかであり、また上流・中流ではほぼ同じピーク形状であったことから、上流から流れてきたものが中流に到達するまでに、降雨によって流出したもの以外の寄与は比較的小さいと考えられる。この結果から有機物の分子サイズや性質に関わらず、降雨時には河川水の流量増加と共に物質がパルス的に流出する特徴を示している。

今後、一年を通しての定常時・季節ごとの物質動態の変動を明らかにするため、各月の河川水の分析を行う。また管理された

里山と、管理放棄された里山という土地利用変化の違いが有機物の挙動や濃度に影響を与えるのかを解明するためにも、焦点を絞って試料採取を行い、蛍光測定や液体クロマトグラフィーだけでなく、堆積物の同位体比を分析し、有機物の起源の推定も行っていく予定である。

【参考文献】

S. Findley et. al. (2001): Limnology Oceanography, 46(2), 345-335

大手信人, 川崎雅俊(2004): 地球環境, Vol.9, No.1, 101-111

奥村博司, 畠山元, 山地弘起, 石賀伸太郎, 若月利之(2007): 近畿大学農学部紀要, 第 40 号, 71-80

篠村善徳, 大久保悟(2004): ランドスケープ研究, Vol.65, No.5, 547-550

松永勝彦(1993): 森が消えれば海も死ぬ, 講談社

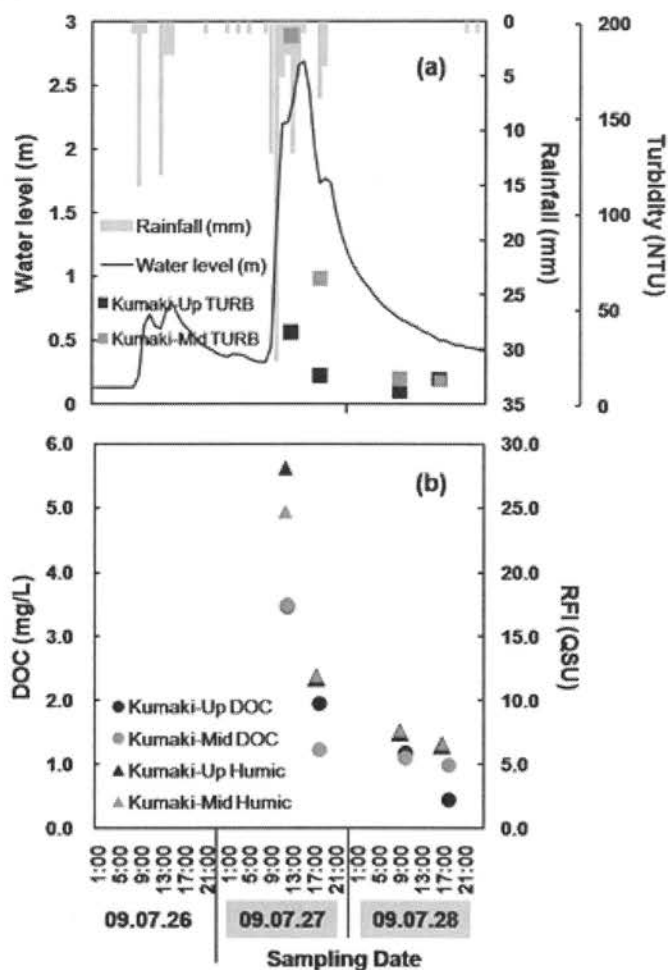


図1. 降雨量と水位、各物質量の経時変化

(a)は降雨量・水位・濁度を、(b)はDOC・腐植物質の相対蛍光強度を示す。

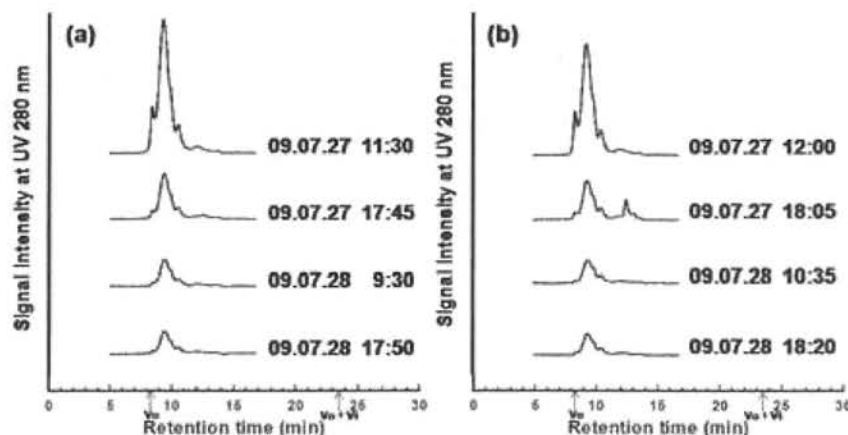


図2. 降雨時における河川水のクロマトグラムの経時変化

(a)は熊本川上流を、(b)は熊本川中流のクロマトグラムを示す。

Variations in $\Delta^{14}\text{C}$ of POC in Waters from the Upper to Lower Ishikari River

Seiya Nagao¹, Masato Mikami², Takayuki Tanaka³

¹ Low Level Radioactivity Laboratory, KU-INET, Kanazawa University

² Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University

³ Aomori Research and Development Center, Japan Atomic Energy Agency

The dynamics of bulk particulate organic carbon (POC) discharged from rivers is important to understand the role of rivers in global biogeochemical cycles. We have been investigated dynamics of riverine POC at the Ishikari River system, which is 268 km long from the source to mouth and a drainage basin of 14330 km², in northern Japan. The Ishikari River has two peaks of water discharge at spring snowmelt and autumn rain events. For better understanding the origin, forms, and fate of POC, it is important to study the characteristics of riverine POC because of its heterogeneous mixtures of organic matter.

This study reports the variations in $\Delta^{14}\text{C}$ values of POC at three observation sites from the Upper to Lower Ishikari River during spring to autumn in 2006. Riverine suspended particles were collected with a single-bowl continuous-flow centrifuge. The organic ¹⁴C measurements were performed by accelerator mass spectrometry at the Aomori Research Center of Japan Atomic Energy Agency.

Variations in $\Delta^{14}\text{C}$ values of riverine POC are different from each station. In the Lower Ishikari, the $\Delta^{14}\text{C}$ values were -260 ‰ for the spring snowmelt season, and -148 ~ -122 ‰ for the normal flow condition. On the other hand, POC of the Middle site shows opposite variation trend. The POC had $\Delta^{14}\text{C}$ of -47 ‰ and -148 ~ -122 ‰ at the spring snowmelt and low water discharge, respectively. In the upper Ishikari, the $\Delta^{14}\text{C}$ values were +19 ‰ for the spring snowmelt season, but -148 and +208 ‰ for the normal flow condition. The variation range of $\Delta^{14}\text{C}$ value is in the order of the Middle $\leq$ Lower < Upper stations during spring to autumn. These results suggest that the sources and supply processes of POC from watershed are different from the Upper, Middle and Lower Ishikari River.

Spatial distribution of $\Delta^{14}\text{C}$ values of organic matter in surface sediments off Saru River in southern Hokkaido, Japan

S. Nagao¹, T. Irino², T. Aramaki³, K. Ikehara⁴, M. Uchida³, Y. Shibata³

¹ LLRL, KU-INET, Kanazawa University

² Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University

³ AIST, Geological Survey of Japan

⁴ National Institute for Environmental Studies

A variety of geochemical approaches have been employed to define the mixing ratio of marine and terrestrial organic matter. The simultaneous use of $\Delta^{14}\text{C}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values adds a second dimension to isotopic studies of carbon cycling in surface aquatic environments. This study discussed the effects of the flood on the spatial distribution of organic matter at shelf region on the basis of the $\Delta^{14}\text{C}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values. Because transport of organic matter due to flooding is important for the dynamics and flux of organic matter released from terrestrial environment. The surface sediments off the Saru River, southern part of Hokkaido, Japan were collected from twenty sites with a grab sampler in August of 2007, one year after the severe flood in 2006. Suspended particles of the Saru River were concentrated with a single-bowl continuous flow centrifuge in August 2007 and 2008. ^{14}C measurements were performed by accelerator mass spectrometry at the National Institute for Environmental Studies.

The $\Delta^{14}\text{C}$ values of organic matter in surface sediments (water depth of 10 to 39 m) off the Saru River range from -665 to -77 ‰. The silt and clay sediments have $\Delta^{14}\text{C}$ values of -240 to -77 ‰, but the sandy sediments ranges from -665 to -388 ‰. The $\Delta^{14}\text{C}$ values of particulate organic carbon in the Saru River are -292 to -247 ‰ at normal flow condition. The sediments with fine particles deposited by flood events have organic carbon with a mixture of young and older organic carbon. Therefore, these results indicate that surface soil with younger organic matter is deposited by flooding on the sediment off the Saru River and/or freshly produced organic matter in sea surface is deposited after the flooding.

Uranium in acidic mine drainage at the former Ogoya Mine in Ishikawa Prefecture of Japan

Masayoshi Yamamoto,^{1*} Aya Sakaguchi,² Hisaki Kofuji³

¹Low Level Radioactivity Laboratory, *K-INET*, Kanazawa University, Wake, Nomi-shi, Ishikawa 923-1224, Japan.

²Faculty of Science, Hiroshima University, Kagamiyama, Higashi-Hiroshima, Hiroshima 739-8526, Japan

³Japan Marine Science Foundation, Mutsu Marine Laboratory, Mutsu, Aomori 035-0064, Japan

Nowadays, radioactive disequilibrium (i.e., activity ratios among nuclides that are not unity) in the uranium decay series is a quite common and well-investigated phenomenon. The $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ radioactive disequilibrium is still of interest in connection with hot atom phenomena, and the extent of this disequilibrium has been used as a tool in hydrologic investigations such as water circulation, mixing of water masses between various aquifers and geochronology.

We found high $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ activity ratios of around 13 in acidic mine drainage (pH: around 3.5) from the former Ogoya Mine where is ca. 20 km from the LLRL. Generally, anomalous ratios of $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ have been found in neutral water samples obtained mainly under a reducing condition where weathering (dissolution) of aquifer rock is suppressed. Therefore, the appearance of high $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ activity ratios in water under the acidic condition is a striking feature, because the $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ activity ratio is considered to be near unity if the dissolution of rocks is accelerated under the acidic water condition, which makes a better understanding of the processes controlling high $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ activity ratios scientifically very interesting.

In this paper, we measured uranium isotopes in mine drainage from the former Ogoya Mine in Ishikawa Prefecture, Japan, and in surface waters from its surrounding rivers from the viewpoint of radioactive disequilibrium in the uranium decay series. Based on the measurements, we discuss probable processes controlling the high $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ activity ratios in acidic drainage from the mine.

The results of the ^{238}U and ^{234}U concentrations and their $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ activity ratios in water samples are

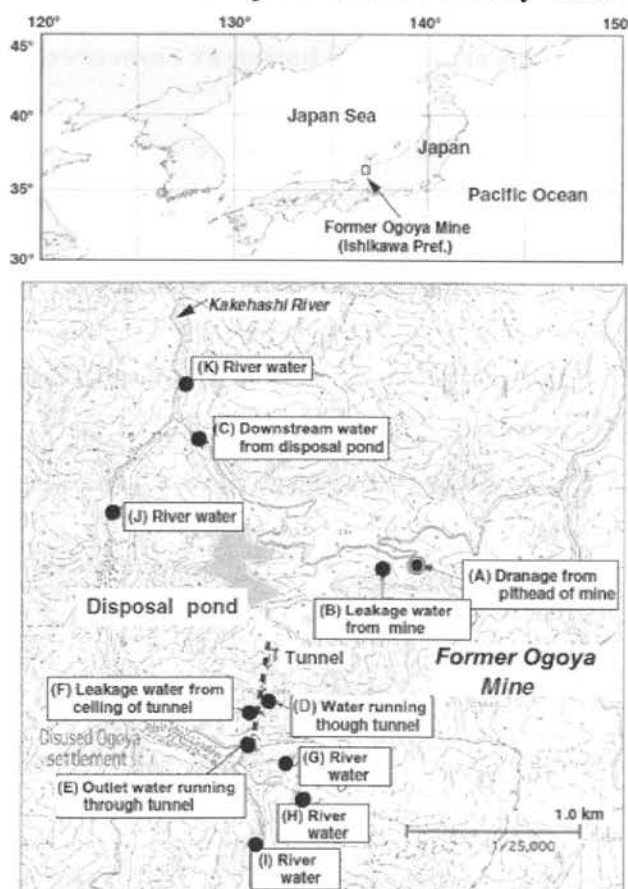


Fig. 1 Map showing the location of the former Ogoya Mine and water sampling points

summarized in Table 1. The ^{238}U concentrations in the water samples varied widely from 0.0036-0.78 mBq/L with a factor of about 200. Higher values were found in the acidic water samples from the pithead (A) and leakage (B).

Mine drainage discharged to the outside environment has been generally divided into three categories from the viewpoint of water quality: (1) acidic water (pH: 3-5) of Ca-SO_4 type including a large amount of iron; (2) mildly alkaline water (pH: 8-9) of $\text{NaHCO}_3\text{-SO}_4$ type; and (3) neutral water of Na-SO_4 type. The drainage from the Ogoya Mine is probably category (1).

It can be interpreted as given below. Immediately after the drainage flows onto the earth's surface, its pH is about 5, and it is acidified to pH of 2-3 rapidly on contact with air. Pyrite (FeS_2) is dissolved under the reducing condition, and after contact with air, Fe^{2+} is oxidized to Fe^{3+} , then a brown precipitate of limonite is produced, and then the water is acidified strongly by the oxidation of S to SO_4^{2-} . By taking into account this interpretation, underground water in deeper layer of mine drainage seems likely to be neutral and under reducing condition. The acidic water may be

limited only in the upper part of the water in the pits. If the underground water in a deep layer is made acidic, Th isotopes in rocks are expected to be dissolved to some extent, although this is speculative. In fact, although we tried to detect Th isotopes by using water samples of 170 L from the mine pithead, the detected concentrations were very low. The ^{234}Th concentration, which

Table 1 Uranium isotopes and their activity ratios in water samples

Sampling point	Sampling date	pH	Concentration (mBq/L.)		Activity ratio
			^{238}U	^{234}U	
(A)	06.04.03*	3.6	0.44 ± 0.04	8.72 ± 0.21	13.8 ± 1.0
	11.28.02	3.7	0.62 ± 0.02	8.07 ± 0.19	13.0 ± 0.4
	08.09.95	3.6	0.75 ± 0.03	10.8 ± 0.4	14.3 ± 0.9
	06.19.95	3.5	0.76 ± 0.08	10.5 ± 0.8	13.8 ± 1.0
(B)	01.13.94	3.5	0.78 ± 0.09	9.57 ± 0.67	12.3 ± 1.5
	11.28.02	3.6	0.59 ± 0.03	8.26 ± 0.29	14.0 ± 0.7
	11.24.02	4.1	0.27 ± 0.02	2.70 ± 0.10	10.1 ± 0.7
	03.20.02	4.3	0.35 ± 0.04	3.67 ± 0.14	10.5 ± 1.1
(C)	10.13.94	3.7	0.57 ± 0.07	7.73 ± 0.80	13.6 ± 1.2
	06.02.94	3.8	0.50 ± 0.05	7.71 ± 0.56	15.4 ± 1.1
	11.24.02	6.9	0.28 ± 0.03	0.76 ± 0.05	2.69 ± 0.25
	10.13.94	5.6	0.18 ± 0.02	0.67 ± 0.07	3.66 ± 0.39
(D)	11.24.02	6.6	0.032 ± 0.003	0.54 ± 0.02	16.8 ± 1.8
(E)	01.13.94	7.1	0.022 ± 0.005	0.29 ± 0.03	13.6 ± 3.2
(F)	07.03.95	7.2	0.0071 ± 0.0010	0.030 ± 0.001	4.17 ± 0.33
	06.02.95	6.7	0.0036 ± 0.0014	0.019 ± 0.002	5.36 ± 0.91
	11.30.94	6.6	0.0060 ± 0.0011	0.024 ± 0.003	3.95 ± 0.88
	01.13.94	7.0	0.0056 ± 0.0009	0.022 ± 0.002	3.93 ± 0.59
(G)	11.24.02	6.8	0.083 ± 0.003	0.17 ± 0.01	2.01 ± 0.15
(H)	11.24.02	5.4	0.063 ± 0.007	0.11 ± 0.01	1.69 ± 0.24
(I)	11.24.02	7.0	0.022 ± 0.003	0.069 ± 0.006	3.15 ± 0.51
(J)	11.24.02	6.3	0.021 ± 0.003	0.065 ± 0.006	3.17 ± 0.55
(K)	11.24.02	6.4	0.11 ± 0.01	0.26 ± 0.02	2.42 ± 0.27
	10.13.94	5.9	0.050 ± 0.008	0.21 ± 0.02	4.09 ± 0.74

is expected to be ejected directly by recoil due to the α -decay of ^{238}U , was a similar level to that of ^{238}U . The respective concentrations of ^{230}Th , a daughter nuclide of ^{234}U , and ^{232}Th were 100 times lower than that of its parent nuclide ^{234}U , and one order of magnitude lower than that of ^{238}U , respectively, although the activities of ^{232}Th in rocks sampled around here were nearly the same as those of ^{238}U . Thus, the existence of excess ^{234}Th relative to ^{238}U could not be observed and Th dissolution was found to be very low compared with U, indicating that deeper water of the pits was unlikely to be under the acidic condition. Under the neutral condition, Th hydrolyses very easily and is rapidly adsorbed by the surface of surrounding mineral particles. High ^{234}U concentration may be attributed to the preferential leaching of ^{234}U produced mainly from such ^{234}Th adsorbed on the surface of the mineral particles. It seems to be reasonable to assume that the acidic water flowing from the mine pithead is from only the upper layer of the pits, and its high $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ ratio is attributable to the deeper underground water under the neutral and reducing conditions.

Toward the solution of radiation dose assessment to the residents living around the former USSR's nuclear test site: laying stress on Sarzhal and Karaul settlements in the southern area

K. KAWAI¹, K. MINO¹, S. OIKAWA², T. IMANAKA³, M. HOSHI⁴,
A. SAKAGUCHI⁵, K. N. APSALLIKOV⁶, M. YAMAMOTO¹

¹Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa Univ., Nomi, Ishikawa, 923-1224, Japan

²Marine Ecology Research Institute (MERI), Shinjyuku, Tokyo 162-0801 Japan

³Research Reactor Institute, Kyoto Univ., Kumatori-cho, Osaka 590-0494, Japan

⁴Research Institute for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima Univ., Minami-ku,
Hiroshima 734-8553, Japan

⁵Graduate School of Science, Hiroshima Univ., 1-3-1 Higashi-Hiroshima, 739-8526, Japan

⁶Kazkh Scientific Research Institute for Radiation Medicine and Ecology,
The Kazakhstan Republic

Over a period of 40 years from 1949-1989, the former Union of Soviet Socialistic Republics (USSR) conducted more than 450 nuclear explosions at the Semipalatinsk Nuclear Test Site (SNTS), Kazakhstan. It has been said that several hundred thousand peoples who were living in settlements around the SNTS have been impacted by long-term low-dose radiation from the close-in fallout. Considerable efforts have been devoted to investigate the consequences of radiation exposures to the residents living in the area, particularly in villages contaminated heavily by fallout of the radioactive clouds. Since 1994, we have also investigated the radiological situation in and around the SNTS, and measured long-lived radionuclides such as ¹³⁷Cs and plutonium (Pu) isotopes, mainly for soil samples from various areas.

From the detailed soil sampling around Dolon village affected directly by the radioactive plume associated with the 29 August 1949 nuclear test, it has been gradually clarified that residents of Dolon received a radiation dose in air around 0.5 Gy.

In this paper, to obtain a more reliable estimation of radiation dose to residents of Sarzhal and Karaul villages contaminated mainly by the USSR's first hydrogen bomb in 1953, many soil samples up to a depth of 30 cm were collected along a line perpendicular to the supposed center-axis of the plume in 1953 and their Pu isotopes and ¹³⁷Cs were measured. Based on the measurements, we discuss the spatial distribution of the close-in fallout from the 1953 test. Furthermore, we present information on the neutron-induced radionuclides ¹⁵²Eu and ⁶⁰Co which were detected in some soil samples.

The distributions of ¹³⁷Cs inventories are respectively plotted in Fig. 2 for Sarzhal and Karaul as a function of distance from the supposed center axis of the radioactive plume from the 12 August 1953 hydrogen bomb test. All data are as of the date of

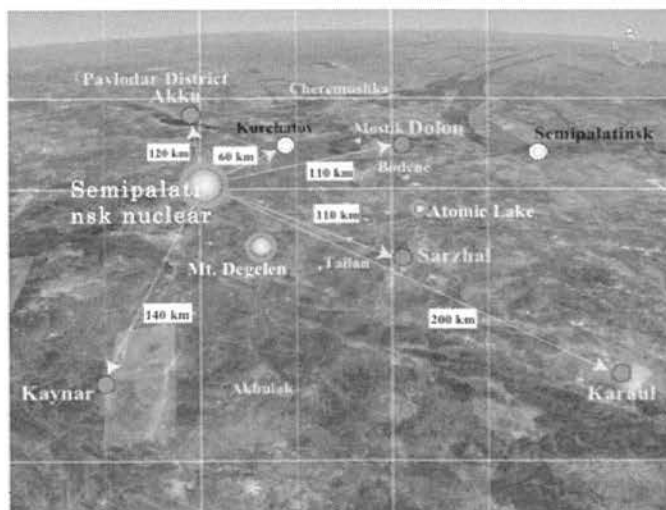


Fig.1 Locations of settlements in the Semipalatinsk historical cohort

measurements (2007-2008).

Positive and negative values on the abscissa correspond to the distances from the trace center-axis toward the directions.

In Sarzhal village, although the inventories of these nuclides vary largely, overall, peak-like distributions similar to Gaussian function seem to be observed for both ^{137}Cs and $^{239,240}\text{Pu}$. Their maxima are near the supposed center-axis. It is probable that the ^{137}Cs and $^{239,240}\text{Pu}$ inventories at the center-axis are around 10,000 and 2,000 Bq/m^2 , respectively, and in the village where were located at about 5 km away from the center-axis, their inventories are, respectively, approximately 5,000 and 500-1,000 Bq/m^2 .

On the other hand, in Karaul village, although nearly the same distribution pattern as the ^{137}Cs and $^{239,240}\text{Pu}$ inventories found in Sarzhal was observed, their levels seem lower for each maximum. It is probable that the real center-axis where the plume passed is near the village several km away from the supposed centerline. The ^{137}Cs and $^{239,240}\text{Pu}$ inventories in the vicinity of the village are 5,000-7,700 and 200-400 Bq/m^2 , respectively. The $^{239,240}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$ activity ratios in Sarzhal and Karaul vary in a wide range from 0.1-0.6 and 0.1-0.3, respectively.

Neutron-induced radionuclides ^{152}Eu and ^{60}Co were detected successfully by using extremely low-background Ge detector installed at the Ogoya underground laboratory after simple chemical separation. The ^{152}Eu contents do not vary so largely, ranging from 120-184 Bq/m^2 , while ^{60}Co contents change in a wide range from 268 Bq/m^2 in Tailan to 23 Bq/m^2 in Karaul, with increasing distance from hypocenter. It seems likely that the ^{60}Co found is attributable to Co which is contained in materials used for the hydrogen atomic bomb, the iron tower and so on. These data will provide useful information on the efforts to estimate radiation dose to the residents living in Sarzhal and Karaul villages.

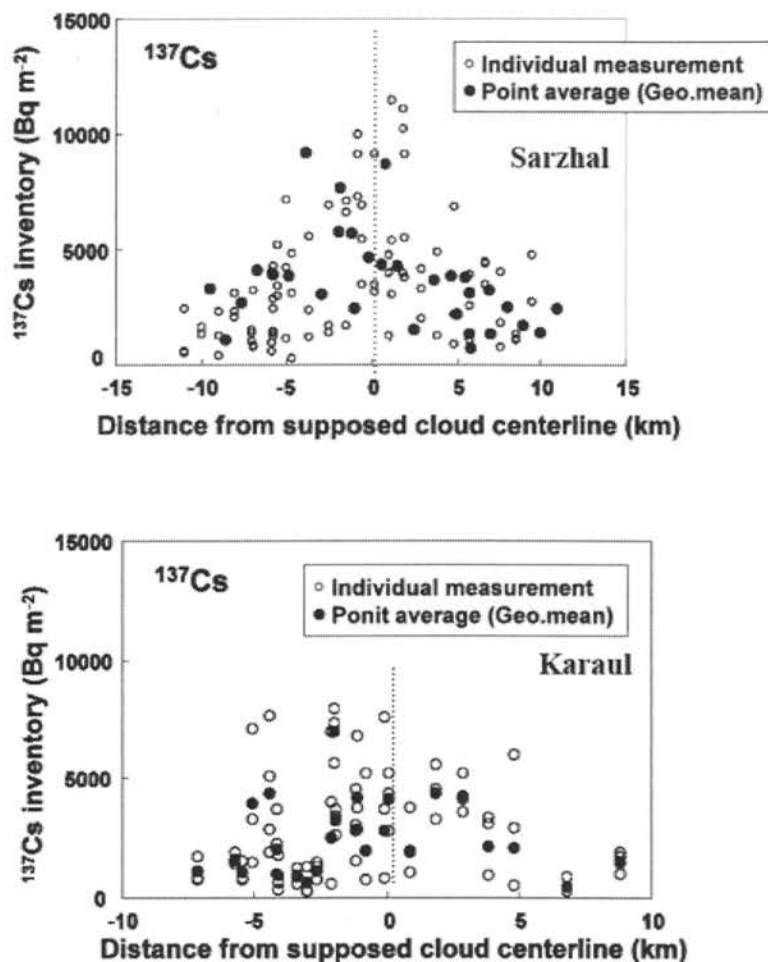


Fig. 2 Spatial distribution of ^{137}Cs inventories for soil samples collected from 38 locations around Sarzhal and Karaul villages. Average values (solid circles) are plotted as geometric mean.

Uranium and thorium records in the Holocene high-resolution sediments from Borsog Bay in Lake Hovsgol, Mongolia

K. MINO¹, A. SAKAGUCHI², S. KRIVONOGOV³, A. ORKHONELENGE⁴,
T. NAKAMURA⁵, K. KASHIWAYA⁶, M. YAMAMOTO¹

¹Low Level Radioactivity Laboratory, *K-INET*, Kanazawa University, Tatsunokuchi, Nomi-shi, Ishikawa 923-1224, Japan

²Department of Earth and Planetary Systems Science, Graduate School of Science, Hiroshima University, 1-3-1 Higashi-Hiroshima, 739-8526, Japan

³United Institute of Geology, Geophysics and Mineralogy of the Russian Academy of Science

⁴Institute of Geography, Mongolian Academy of Science

⁵Center for Chronological Research, Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464-8602 Japan

⁶Department of Earth and Environmental Science, *K-INET*, Kanazawa University, Kanazawa, Ishikawa 920-1192, Japan

Climatic changes occurring in central Asia have been recorded in lacustrine sediments as variations of indices such as diatoms, pollen particles, water content and chemical fossils (Fedtov et al., 2004; Prokopenko et al., 2005, 2007). Among these indices, trace element, uranium (U) has also been noted as one of the most important chemical fossils (Edgington et al., 1996; Goldberg 2008).

Lake Hovsgol (elevation 1645 m), the largest lake in Mongolia, is located in the Baikal Rift Zone on the southern fringes of the East Siberian permafrost zone and it is connected to Lake Baikal through the Egiin River, a tributary of the Selenga River. These features promise a sensitive response to regional environmental changes in East Asia. It is, therefore, of great interest to study sedimentary U and Th and their sedimentation behaviors in Lake Hovsgol, considering the unique aqueous chemical conditions such as high salinity and alkalinity, and past changes in lake-level and other factors.

In this study, an attempt was made to understand the U depositional behavior as a link to the further possibility of U serving as a climatic indicator. A sediment core (BB03) was obtained from Borsog Bay on the eastern shore of Lake Hovsgol. By taking into account the BB04 core (7.2 m length, already dated by ¹⁴C) which was previously taken near where core BB03 was obtained, the BB03 core is expected to retain records for about the past 10 kyr, during the Holocene period, and to be characterized as a core having a high sedimentation rate (ca. 0.1 cm/y). The concentrations of U and Th isotopes (²³⁸U, ²³⁴U, ²³⁰Th, ²³²Th) and some major elements (Fe, Al, Ti, etc.) in the sediment core BB03 were measured along with ¹⁴C dating, sediment

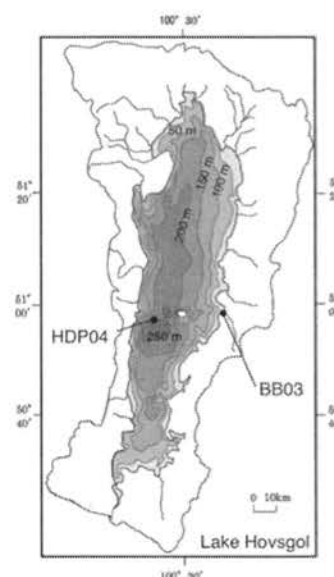


Fig.1 Map of Lake Hovsgol showing coring sites BB03.

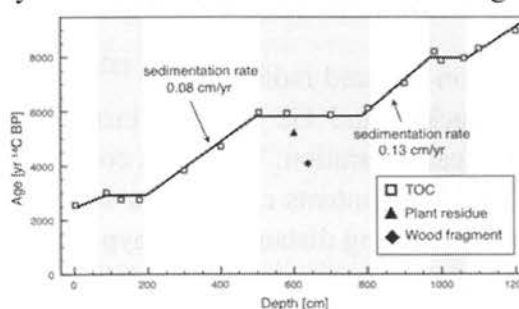


Fig.2 Downcore distributions of the conventional ¹⁴C age of TOC, plant residue and wood fragment. The shaded areas indicate a layer with sedimentation rate anomalies.

composition (organic, carbonate and biogenic silica contents, etc.) and grain sizes of whole sediment particle and mineral.

The ^{14}C age for TOC was 2.5 kyr BP at the surface layer, and 9.0 kyr BP at the lowermost layer. Small age differences observed at depth ranges of 87-177, 504-802 and 981-1061 suggested the occurrence of some climatic events that increased the sedimentation rate. These events were tentatively estimated to be 0.3-0.8, 3.5-4.0 and 5.5-6.0 kyr ^{14}C BP by subtracting 2.0-2.5 kyr as the regional reservoir effect from ^{14}C ages for TOC. The $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ and $^{230}\text{Th}/^{238}\text{U}$ ratios during event periods showed a trend to move closer to equilibrium, indicating that a large amount of terrestrial matter deposited rapidly.

The discrepancy of the depth distributions between ^{232}Th and Ti or Al suggested the existence of authigenic ^{232}Th in sediments. The authigenic ^{232}Th fraction estimated by using Ti as the correction index for terrigenous component was up to 80% of the bulk concentration. The existence of authigenic ^{230}Th would have a serious effect on U-Th dating for lacustrine sediments.

The downcore distribution of authigenic U estimated by using Ti correlated well with that of bulk U in sediments. The apparent distribution coefficient ($^{\text{U}}\text{Kd}^{\text{Fe}}$) between dissolved U and authigenic Fe at present was estimated to be $10^{5.5}$ ($\log(^{\text{U}}\text{Kd}^{\text{Fe}}) = 5.5$), suggesting that the coprecipitation with iron oxy-hydroxides was the main cause of authigenic U.

The U concentration in bulk sediments was more likely to be controlled by dissolved U, the amount of precipitated iron oxy-hydroxides and $^{\text{U}}\text{Kd}^{\text{Fe}}$. If the $^{\text{U}}\text{Kd}^{\text{Fe}}$ values have been constant, the U concentration of bulk sediments could reflect the intensity of chemical weathering of terrestrial rock. However, considering the instability and variation of $^{\text{U}}\text{Kd}^{\text{Fe}}$ under the conditions of Lake Hovsgol, further interpretation of the variation of U in sediments will be needed.

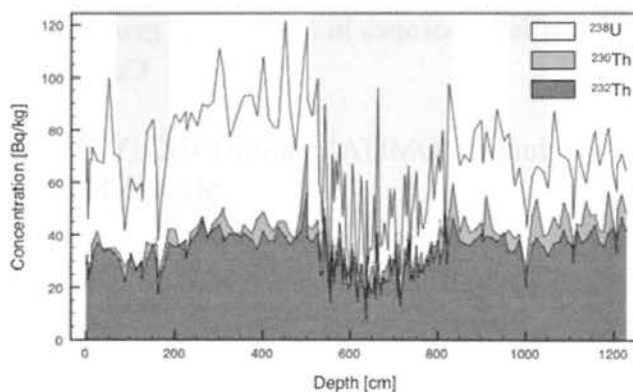


Fig.3 The depth profiles of ^{238}U , ^{230}Th and ^{232}Th in bulk sediments.

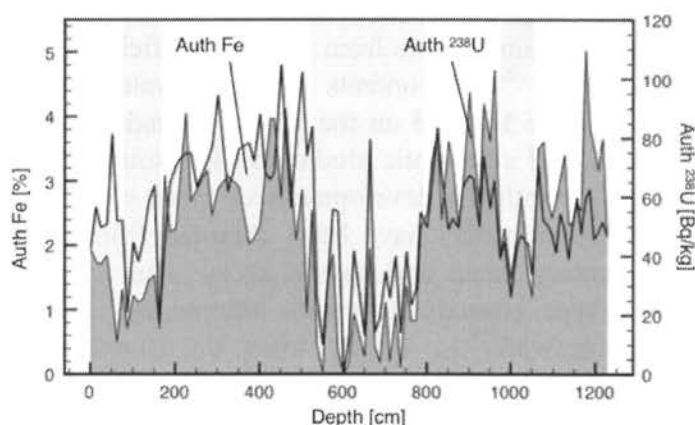


Fig.4 Comparison of authigenic Fe and authigenic ^{238}U .

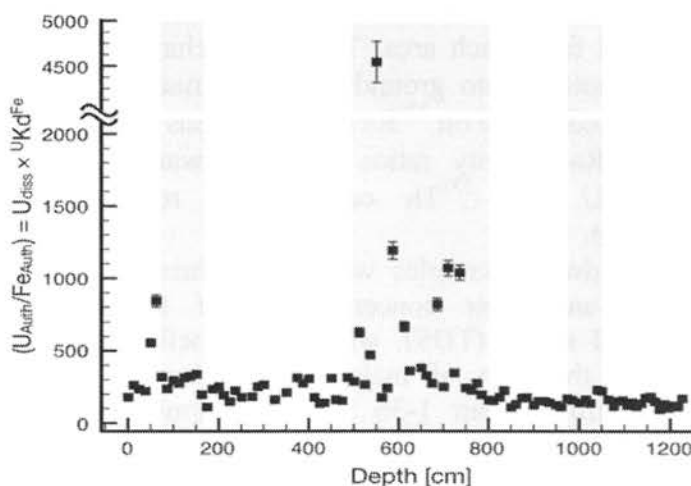


Fig.5 Product of $^{\text{U}}\text{Kd}^{\text{Fe}}$ and U_{diss} calculated from authigenic Fe and U.

Radium isotopes in Na-Cl type groundwater from the Japan Sea side of Japan, Central Japan

Junpei TOMITA¹, Taijiro FUKUYAMA¹, Keiichi SASAKI², Seiya NAGAO¹,
Masayoshi YAMAMOTO¹

¹Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa University, Nomi-shi, Ishikawa,
923-1224, Japan

²Department of Cultural Properties & Heritage, Kanazawa Gakuin University,
Kanazawa 920-1392, Japan

Radium isotopes, mainly ^{226}Ra , in groundwater have been investigated worldwide from various viewpoints such as radiation exposure and behavior of Ra isotopes at oil- and gas-fields, search of uranium deposit at underground, Ra isotope contamination of drinking water (Vengosh et al., 2009), and natural analogue study related to radioactive waste disposal. Anomalously high ^{226}Ra concentrations over several tens of Bq kg^{-1} have been often found in brine and saline waters from oil-and gas-fields worldwide.

In Japan, ^{226}Ra contents in groundwater have been measured from 1930's, and many studies have focused on the survey of radioactive springs or analytical methods. However, detailed and systematic studies on Ra isotope transport into groundwater were very scarce. Recently, with the development of more sophisticated drilling techniques, various types of deep groundwaters have been obtained from deep wells over 1000 m in depth drilled in sedimentary basin and coastal areas. These groundwaters are commonly characterized by Na-Cl type groundwaters with intermediate salinity (ca. 1-36‰) and are considered to be fossil seawater in origin from the stable isotope signature, which makes a better understanding of the processes controlling ^{226}Ra concentrations and $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ activity ratios in these groundwaters scientifically very interesting.

In this paper, Ra isotopes (^{226}Ra and ^{228}Ra) in Na-Cl type groundwaters from Ishikawa, Niigata and Toyama (Himi) prefectures, where are located in the central Japan and face the Sea of Japan, were measured together with ^{238}U and ^{232}Th contents of rock samples (vertical borehole rock, rock from outcrop) collected from each area. Transport behavior of Ra isotope into groundwater was mainly investigated, based on ^{226}Ra concentrations and $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ activity ratios in groundwaters, and ^{238}U and ^{232}Th contents in rocks measured.

Groundwater samples were approximately neutral and their concentrations of total dissolved solids (TDS), which were defined here as the sum of major dissolved ions, ranged from about 1-36 ‰. Relationship between ^{226}Ra and ^{228}Ra concentrations in Na-Cl type groundwater samples is shown in Fig. 1. The concentrations of ^{226}Ra in the groundwater samples ranged widely from 1.8-2143 mBq kg^{-1} , and higher ^{226}Ra concentrations over 1000 mBq kg^{-1} were found in some groundwater samples. Activity ratios of $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$

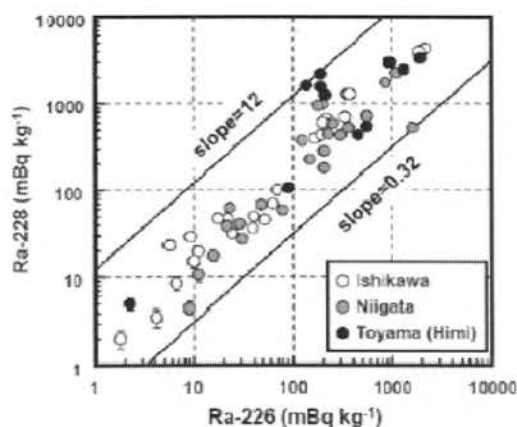


Fig.1 Relationship between ^{226}Ra and ^{228}Ra contents in Na-Cl type groundwaters

in water samples varied from 0.32-12, and were similar to or higher than $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$ activity ratio (0.12-2.3) of rock samples. It is worth noting that groundwater samples from Himi City, Toyama prefecture, showed high $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ activity ratio as high as around 10, most of the groundwater being from 1-3. Such high $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ activity ratios in the groundwaters are rarely seen.

Radium isotope are supplied into groundwater by multiple processes; (1) decay of dissolved parent nuclides (Th isotope is considered as insoluble element), (2) weathering and/or dissolution of aquifer rock, (3) α -recoil at water-rock interface and (4) desorption reaction at water-rock interface.

For old groundwater, weathering and/or dissolution of Ra-bearing aquifer rock would result in the lower $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ ($^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$) activity ratio than those of host aquifer rock due to the difference of their half-lives. On the other hand, α -recoil process would produce the same $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ activity ratio in groundwater as the $^{232}\text{Th}/^{230}\text{Th}$ ($^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$) activity ratio of host rock. Desorption reaction at water-rock interface would reflect the same $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ ($^{232}\text{Th}/^{230}\text{Th}$ and $^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$) activity ratios in groundwater as those in rock surface. Thus, α -recoil and desorption reaction are considered to be dominant processes to explain the measured $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ activity ratio in groundwater by assuming no retardation of ^{228}Ra relative to ^{226}Ra . Recently, some researchers have pointed out the existence of surface coating enriched in Th isotope at water-rock interface. It is interpreted as given below. Thorium is extremely insoluble element. Thorium isotope ejected into groundwater by weathering of minerals might be rapidly precipitated onto the surface of aquifer grain due to their solubility limit. Radium isotope produced by the decay of such Th isotopes can be ejected easily into water phase by α -recoil and desorption reaction. Thorium-232 accumulated in the water-rock interface, therefore, might be acceptable and possible source leading $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ activity ratio in groundwater towards higher level.

As shown in Fig. 2, ^{226}Ra concentrations in groundwater samples show a increasing tendency with increasing TDS contents, indicating strongly that ^{226}Ra concentrations in groundwater samples are much more controlled by adsorption/desorption reaction depending on salinity (Kraemer and Reid, 1984; Sturchio et al., 2001). If this is a main process leading ^{226}Ra concentration in groundwater towards higher level, higher production rate of Ra isotope by α -recoil would be required. According to the equation by Kraemer (1981), such condition can be readily attained if the layer of higher specific activity of Th isotope is present at grain surface. Since half-life of ^{230}Th (7.54×10^4 yr) is short compared with geological scale, the activity of ^{230}Th of surface coating might be supported by U isotope (^{238}U and ^{234}U) in old aquifer. Therefore, both salinity in groundwater and distribution of ^{232}Th and ^{230}Th (^{238}U) at water-rock interface are considered to be very important for the transport of Ra isotope into groundwater.

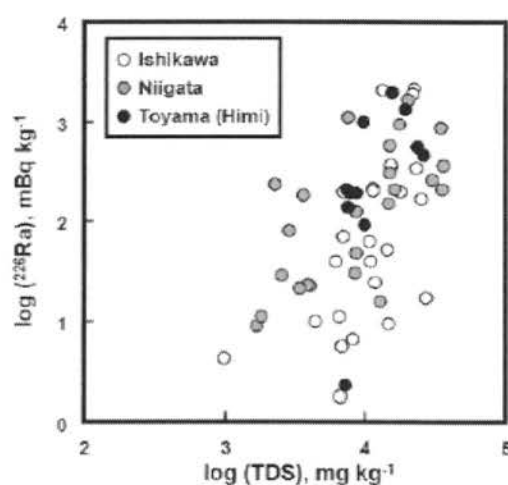


Fig.2 Relationship between ^{226}Ra and TDS contents in Na-Cl type groundwaters

平成 21 年度見学来訪・出張の記録

- 平成 21. 4.6, 4.28, 5.26, 6.25, 7.28, 8.27, 9.29, 10.30, 11.30, 12.24,
22.1.29, 2.4, 3.26 金沢工業大学 南戸秀仁教授研究室 小林晴紀氏 味澤克哉氏
当施設、尾小屋地下測定室で測定
- 6.1-6 長尾教授「第 20 回放射性炭素国際会議」参加のためハワイへ出席
- 6.18-19, 7.6, 7.13, 7.27-28 10.14-16 22.1.20 七尾市・珠洲市周辺試料採取
- 6.30 筑波大学生命環境科学研究科 教授 恩田 裕一 氏 研究打ち合わせ
- 7.7 (財)若狭湾エネルギー研究センター 小野 真宏 氏 白木秀人 氏 研究打ち合わせ
- 7.16 人間社会研究域学校教育系 教授 井原 良訓 氏、学生 6 名 尾小屋地下測定施設見学
- 7.23 東京大学大学院理学系研究科 准教授 大路 樹生 氏、学生 3 名研究打ち合わせ
- 8.1-9.20 玉村博士研究員「腐植物質と放射性核種の錯形成実験」研究のためドイツカールス
ルーエ研究所、ドイツポツダム大学へ出張
- 8.22 石川化学教育研究会 40 名尾小屋地下測定室見学
- 8.23 金沢ふるさと偉人館「こども探検クラブー身近な放射能・放射線ー」参加親子 15 名
尾小屋地下測定室見学
- 9.6-13 長尾教授「北東アジアの人間活動が北太平洋の生物生産に与える影響評価」に
関わる LUCC 学会発表、モニタリング会議出席のためロシア連邦共和国ウラジオス
トックへ出張
- 9.18-19 放射線医学総合研究所 Sahoo Sarata Kumar 氏、京都大学原子炉実験所 助教
今中 哲二 氏、広島大学大学院理学研究科 助教 坂口 綾 氏 研究打ち合わせ
- 9.24-28 長尾教授「The 6th East Asia International Workshop」参加のため
台北へ出張
- 10.8-17 セミパラチンスク土壤試料収集のため、カザフスタン共和国へ広島大学原爆放射線
医科学研究所 星 正治 教授に大学院生 川合健太 同行
- 11.3-8 Prof. Pavel P. Povinec (Comenius University, Slovakia)、Prof. Dr. Chang-Kyu Kim
(IAEA, Austria)、Prof. Dr. Sha Lianmao (China Institute for Radiation Protection)
International Workshop 研究打ち合わせと発表のため来所
- 11.5-6 International Workshop on Low-Level Measurement of Radionuclides and Its
Application to Earth and Environmental Sciences 開催(金沢)
- 11.17 理学部化学科昭和 36 年度卒業生 17 名尾小屋地下測定室見学
- 11.29-12.5 長尾教授、井上助教「アジア・太平洋放射化学シンポジウム 09」参加のため
サンフランシスコへ出張
- 12.8 立正大学地球環境科学部 教授 福岡 孝昭 氏 尾小屋地下測定室見学
- 12.9-11 北海道大学 嶋 康輝 氏、島村 道代 氏 研究打ちあわせ
- 平成 22. 1.19 理工研究域物質化学系 3 年生 36 名実習、尾小屋地下測定室見学
- 1.27-28 水産総合研究センター中央水産研究所 皆川 昌幸 氏 研究打ち合わせ
- 2.18 気象研究所 青山 道夫 氏 研究打ち合わせ
- 2.24 日本原子力研究開発機構 田中 忠夫 氏 研究打ち合わせ
- 3.11-14 広島大学大学院理学研究科 助教 坂口 綾氏 研究打ち合わせ
- 3.11-13 (財)海洋生物環境研究所 及川 真司 氏研究打ち合わせ
- 3.12-14 京都大学原子炉実験所 助教 今中 哲二 氏 研究打ち合わせ



金沢大学
環日本海域環境研究センター

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

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, Nomi, Ishikawa 923-1224, JAPAN