

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 2014.4～2015.3



低レベル放射能実験施設新建物（2014.5～）

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	6
2-3. 研究費	11
2-4. 研究指導	12
3. 研究報告	
蒼鷹丸調査航海 (7 月) 測線上の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比からみた日本海対馬暖流の循環パターン	14
阿賀野川、信濃川河川懸濁粒子による放射性セシウムの移行挙動	16
4. 記録	
平成 25 年度見学来訪・出張の記録	18

1. 構成員

職員

- ・教授 (施設長) 山本政儀 (yama1018@staff.kanazawa-u.ac.jp)
理学博士 専攻 核地球化学・環境放射能
- ・教授 長尾誠也 (nagao37@staff.kanazawa-u.ac.jp)
博士 (水産学) 専攻 地球化学・環境放射化学
- ・助教 浜島靖典 (hamajima@se.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 (i247811@staff.kanazawa-u.ac.jp)
博士 (理学) 専攻 同位体地球化学
- ・博士研究員 宮田佳樹 (yoshikimiyata@staff.kanazawa-u.ac.jp)
博士 (理学) 専攻 同位体地球化学
- ・博士研究員 伊藤健太郎 (kentaro-i@staff.kanazawa-u.ac.jp)
- ・事務補佐員 中本美智代 (mnakamoto@staff.kanazawa-u.ac.jp)

学生

- ・博士後期課程 社会人選抜 小藤久毅
- ・博士後期課程 1 年 Bui Tuoi Hong
- ・博士前期課程 1 年 上村宙輝
- ・博士前期課程 1 年 馬場北透
- ・博士前期課程 1 年 川村皓一
- ・化学科 4 年生 城谷勇陞
- ・化学科 4 年生 田堂 修

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環境・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、福島第一原発事故関連も含めて以下の研究を実施した。

2-1-1. 地球・環境化学的研究

1) $^{228}\text{Th}/^{226}\text{Ra}$ 比からみた東シナ海～日本海表層の粒子除去

放射性核種はその地球化学的特性や半減期の違いを利用し、海洋環境における水塊流動特性や物質動態の評価に有効である。ラジウム同位体は海水とともに移動する一方、粒子吸着性であるトリウム同位体は粒子除去により、その一部は海水表層より除去される。特に ^{228}Th (半減期1.91 年) は ^{228}Ra の娘核種であり、親核種の溶存 ^{228}Ra と濃度を比較 (すなわち $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 比) することにより、粒子吸着性元素 (成分) さらには粒子の挙動を探るうえで重要な知見をもたらす。東シナ海西部の大陸棚浅層海水は栄養塩や陸域や生物生産から生まれた粒子を多く含んでいるために、大陸棚浅層海水の日本海への流入にともなう物質循環を調べた。

その結果、東シナ海表層において、 $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 比に大きな変動 (0.01-0.7) が明らかになった。今後、東シナ海および日本海表層における水塊に関する情報 (例えば ^{228}Ra に富む大陸棚浅層海水の割合) を $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比から得たうえで、本研究海域の粒子吸着性成分の粒子除去に関して $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 比の分布より議論する。東シナ海、日本海において、 $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 比より、対馬暖流に含まれる物質動態 (特に粒子の挙動) について明らかにした。今後、季節変動を含めたより詳細な議論を行う予定である。

2) 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、熊木川と七尾西湾での調査と有機物、栄養塩等の動態を解析している。平成 26 年度は、七尾湾における栄養塩の起源とその寄与度を推定するために、臨海実験施設と共同で七尾湾におけるアマモの分解実験を実施した。

3) 木場潟の有機汚濁の変遷

湖沼における有機汚濁の指標として、化学的酸素要求量(COD)が用いられている。湖沼での有機汚濁は、流域から流入する直接負荷に加え、植物プランクトンによる湖内生産および底泥からの栄養塩類溶出の水域内部で発生する間接負荷と関係する。そのため、湖沼の水質改善を推進するためには、湖沼の有機物の特性、起源を把握することが重要である。本研究では、現在もCOD値が高い木場潟を対象に、有機汚濁の原因について、湖水有機物 (溶存態および懸濁態有機物)、湖底堆積物有機物の分析結果より検討した。

現状の木場潟湖水の COD 値の増加要因を検討するため、平成 26 年 4 月から 12 月まで、木場潟中央部表層水の COD 値を測定し、平成 24 年 5 月からの測定結果とともに検討した。湖水の COD 値は初春から夏季にかけて極大値を示し、1 月には環境基準値の 3mg/L 未満まで低下する季節的な変動を示した。COD 値に占める粒子態 COD の割合は 13~57%、平均値は 34±11%であり、溶存態有機物の占める割合が高かった。湖水の COD 値は、懸濁粒子濃度との相関性は高くはなく、湖水の水温、さらに湖水の pH と正の相関関係 (相関係数 0.79-0.80) が存在した。また、COD 値が高い夏季の観測で

は、底層に比べて表層水の pH が高かった。これらの結果より、夏季の COD 値の増加は、木場潟湖内表層の生物生産が関与している可能性が考えられる。また、平成 25 年と 26 年の降水量約 190mm の集中豪雨時には急激に COD 値が減少した。これは、流域からの降雨の流入により、湖水の COD 値が希釈された結果と考えられる。

本研究ではさらに、木場潟COD値の変遷とその増加機構を明らかにするため、木場潟の4測点で柱状堆積物を採取し、有機物の堆積状況を分析した。有機炭素含有量は深さに対して減少したが、木場潟中央部2地点の減少率は、河川流入部・流出部の堆積物に比べて急激であった。このことは、過去の木場潟における湖内の堆積環境は、現在とは異なることを示唆している。湖沼における有機汚濁の指標とし

4) 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。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。本研究では、河川流域から河川を経由して輸送される粒子態有機物の移行動態、および、沿岸域堆積物への堆積過程を明らかにするため、九頭竜川、釧路川、別寒辺牛川-厚岸湖、熊本川-七尾西湾を対象に検討を進めている。今年度は、平成 24 年 6 月 20 日に台風 4 号通過に伴う降雨の影響が残る阿武隈川河川水中の懸濁粒子を捕集し、懸濁粒子中の有機物の放射性炭素と炭素安定同位体比を測定した。阿武隈川河川水の懸濁粒子の有機炭素含有量は上流から下流まではほぼ一定であるが、 $\delta^{13}\text{C}$ 値と $\Delta^{14}\text{C}$ 値には変動が認められた。上流の白河では、 $\delta^{13}\text{C}$ 値は -27.7‰ とその他の測点に比べて低い値を示した。 $\Delta^{14}\text{C}$ 値は逆に -3‰ と高い値であった。また、河川懸濁粒子中の C/N 比は白河で 15、それ以外の測点では 9.5~13 であった。このことは、阿武隈川上流域では、降雨時に流域の比較的分解を受けていない森林土壌表層等の有機物が供給されている可能性が考えられる。一方、下流域に位置する伊達までは、流下方向に対して $\Delta^{14}\text{C}$ 値が -3‰ から -127‰ まで減少傾向にある。これは、見かけ上古い有機物の河川への供給量が増加することを示唆している。下流域の伊達では、水位が減少する 6 月 21 日にも試料を採取し、 $\delta^{13}\text{C}$ 値と $\Delta^{14}\text{C}$ 値を測定した。その結果、 $\delta^{13}\text{C}$ 値は -27.6‰ 、 $\Delta^{14}\text{C}$ 値は -11‰ と上流域の白河に近い値であった。つまり、降雨時の河川における懸濁態有機物の移行は、河川の水位変動に伴い変動していることを示している。

2-1-2. 福島第一原発事故に絡む放射能汚染の調査・研究

事故が発生して以来 4 年余りが経過した。今年度も、昨年度に引き続き、環境に放出された放射性核種、特に放射性セシウムの動態研究 (福島県・新潟県内の河川、太平洋) および超ウラン元素諸核種 ^{241}Pu の測定を実施した。

1) 福島県河川湖沼

福島原発事故により環境中に放出された放射性核種の陸域と沿岸域での放射能の影響評価を行うために、福島県浜通りを主な調査地域に設定し、沈着した放射性セシウムの土壌から河川への移行動態と河川から沿岸域への移行量を把握するとともに、沿岸域での放射性セシウムの挙動を解明することを目的に研究を継続している。

平成 26 年度は阿武隈川、宇多川、新田川、夏井川、鮫川の 5 河川 8 測点で 2~3 ヶ月毎に河川

調査を継続して実施した。採取した河川水試料は、定量濾紙（東洋濾紙 No.5A）及びメンブレンフィルター（0.45 μ m）を用いて濾過後、濾液からリンモリブデン酸アンモニウム沈殿法により Cs を分離、Ge 半導体検出器を用いた γ 線測定により河川水中の溶存態 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs の放射能濃度を測定した。フィルター及び懸濁粒子を回収し粒子態放射性セシウムの割合を見積もった。

調査した福島県内の河川水中の放射性セシウム濃度は、福島原発事故後の 2011 年の観測データも加えて解析すると、指数関数的に時間の経過とともに減少する傾向が認められた。ただし、降雨時にはパルス的に放射能濃度は急激に増加した後、流量の減少とともに減少した。

沿岸域では津波によりこれまで堆積していた堆積物が浸食された夏井川・鮫川河口域で調査した。調査地点はいずれも砂質の河床堆積物で構成され、放射性セシウムの移行媒体である細粒懸濁粒子の沈着は殆ど起こっていないことが明らかとなった。この結果は、河川流域から河川を経由して移行する放射性セシウムが沿岸域へ輸送されることを示唆している。また、新田川沖の調査を実施した結果、こちらも水深 20m 以浅の海域では砂質の海底が大部分を占め、沿岸流による南方向への移動、あるいは降雨時に外洋域への移行が支配的であることが考えられる。

2) 新潟県沿岸・沖合域

日本海側では、原発からの汚染水の直接流入はなく、大気からのフォールアウトによる影響も極めて小さい。一方で、その上流を福島県にもつ阿賀野川では 100-700 Bq/kg-dry と、河川水粒子中の ^{134}Cs 濃度が高い値を示す。2014 年は、特に日本海への寄与を探るため、7 月の中央水産研究所の蒼鷹丸調査航海において、新潟県沿岸～沖合計 10 地点で堆積物コア試料を採取、低バックグラウンドガンマ線測定の適用により、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs の分布を調べた。

新潟沿岸～沖合の海底堆積物の ^{134}Cs 濃度は 2-30 Bq/kg-dry で、河口に近いほど高濃度を示した。阿賀野川が福島原発起源の ^{134}Cs を日本海に運搬したと考えられる。阿賀野川流域から河口域における、河川粒子、海底堆積物の ^{134}Cs の分布を調べることで、阿賀野川河川粒子が河川から海底に堆積するまでのプロセスおよびその移動範囲を議論した。議論を進めるため、2015 年もより広範囲に堆積物コア試料の採取、分析を予定している。

3) 超ウラン元素諸核種 ^{241}Pu の測定

放射線影響の観点から重視されている ^{90}Sr やプルトニウムをはじめとする超ウラン元素諸核種については、これら核種が測定困難な β あるいは α 線放射体のために当初情報が非常に少なかった。前年度においては、原発近傍の市町村（南相馬市、浪江町、双葉町、大熊町、それから原発南方の市町村）で採取した、黒い物質（道路脇のダストを含む土壌）や落ち葉、さらに降下量評価のための土壌コア試料を 100-200 地点で採取し、 ^{238}Pu 、 $^{239,240}\text{Pu}$ 、 ^{241}Am 、 ^{242}Cm 、 $^{243,244}\text{Cm}$ を明瞭に検出でき、原発由来 $^{239,240}\text{Pu}$ 蓄積量のみならず、これら核種間の信頼に耐え得る放射能比を評価してきた。今年度は、Pu 同位体の中で、データの少ない ^{241}Pu の測定（日本分析センター委託）をおこなった。殆どが福島原発由来の Pu で汚染されている試料（黒い物質）で、 $^{241}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$ 放射能で 90-100 範囲の値が見出された。

4) 海洋環境における放射性核種の長期挙動に関する研究

海水中に震災前から存在する極微量の人工放射性核種 ^{137}Cs (30.17 年) に加え、震災以降放出された ^{137}Cs 及び ^{134}Cs (2.06 年) の海水循環の研究で、総計 516 試料の北太平洋全域の表層海水、39 の海生生物試料を尾小屋地下実験室の Ge 検出器で測定した。この結果から太平洋の海水循環の経時変化が明らかになり、加えて震災により放出された放射性物質の移流拡散状況が明らかに

なった。この結果は、他の分析結果とともに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。また生物への移行過程が解明されつつある。

2-2. 研究業績

1) 学術論文

- (1) Inoue, M., Kofuji, H., Fujimoto, K., Furusawa, Y., Yoshida, K., Nagao, S., Yamamoto, M., Hamajima, Y. and Minakawa, M., 2014, Delivery mechanism of ^{134}Cs and ^{137}Cs in seawater off the Sanriku Coast, Japan, following the Fukushima Dai-ichi NPP accident. *Journal of Environmental Radioactivity*, **137**, 113-118.
- (2) Inoue, M., Yoneoka, S., Ochiai, S., Oikawa, S., Fujimoto, K., Yagi, Y., Honda, N., Nagao, S., Yamamoto, M., Hamajima, Y., Murakami, T., Kofuji, H. and Misono, J., 2015, Lateral and temporal variations in Fukushima Dai-ichi NPP-derived ^{134}Cs and ^{137}Cs in marine sediments in/around the Sado Basin, Sea of Japan. *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*, **303**, 1313-1316.
- (3) Inoue, M., Minakawa, M., Yoshida, K., Nakano, Y., Kofuji, H., Nagao, S., Hamajima, Y. and Yamamoto, M., 2015, Vertical profiles of ^{228}Ra and ^{226}Ra activities in the Sea of Japan and their implications on water circulation. *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*, **303**, 1309-1312.
- (4) Y. Kumamoto, M. Aoyama, Y. Hamajima, T. Aono, S. Kouketsu, A. Murata, T. Kawano, 2014, Southward spreading of the Fukushima-derived radiocesium across the Kuroshio Extension in the North Pacific. *Sci. Rep* 4;4:4276. Epub 2014 Mar 4.
- (5) Matsunaga, T., Nakanishi, T., Atarashi-Andoh, M., Takeuchi, E., Tsuduki, K., Nishimura, S., Koarashi, J., Otsuka, S., Sato, T. and Nagao, S., 2015, A passive collection system for whole size fractions in river suspended solids. *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*, **303**, 1291-1295.
- (6) Nagao, S., Kanamori, M., Ochiai, S., Inoue, M. and Yamamoto, M., 2015, Migration behavior of ^{134}Cs and ^{137}Cs in the Niida River water in Fukushima Prefecture, Japan during 2011-2012. *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*, **303**, 1617-1621.
- (7) Nagao, S., Kanamori, M., Ochiai, S., Suzuki, K. and Yamamoto, N., 2014, Dispersion of Cs-134 and Cs-137 in river waters from Fukushima and Gunma prefectures at nine months after the Fukushima Daiichi NPP accident. *Progress in Nuclear Science and Technology*, **4**, 9-13.
- (8) K. Nishiizumi, M. W. Caffee, Y. Hamajima, R. C. Reedy, and K. C. Welten, 2014, Exposure history of the Sutter's Mill carbonaceous chondrite. *Meteoritics & Planetary Science* **49**, 2056-2063, doi: 10.1111/maps.12297
- (9) R. Nomura, M. Inoue, H. Kofuji (2014) Inspection of residual flow using $^{224}\text{Ra}/^{228}\text{Ra}$ ratios in the semi-closed water body of Nakaumi, a coastal lagoon in southwest Japan. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* **303**, 1595-1599.
- (10) Ochiai, M., Yamamoto, M., Nagao, S., Itono, T. and Kashiwaya, K., 2015, Sediment transport processes in a reservoir-catchment system inferred from sediment trap observations and fallout radionuclides. *Journal of Radioanalytical Nuclear Chemistry*, **303**, 1497-1501.
- (11) Seki, O., Mikami, Y., Nagao, S., Bendle, J. A., Nakatsuka, T., Kim, V.I., Shesterkin, V. P., Makinov, A. N., Fukushima, F., Moossen, H. M. and Schouten, S., 2014, Lignin phenols and BIT index

- distributions in the Amur River and the Sea of Okhotsk: Implications for the source and transport of particulate terrestrial organic matter to the ocean. *Progress in Oceanography*, **126**, 146-154.
- (12) Seki, O., Bendle, J. A., Harada, N., Kobayashi, M., Sawada, K., Moossen, H., Inglis, G. N., Nagao, S. and Sakamoto, T., 2014, Assessment and calibration of TEX86 paleothermometry in the Sea of Okhotsk and sub-polar North Pacific region: Implications for paleoceanography. *Progress in Oceanography*, **126**, 254-266.
- (13) 杉本亮・本田尚美・鈴木智代・落合伸也・谷口真人・長尾誠也, 2014, 夏季の七尾西湾における地下水流出が底層水中の栄養塩に及ぼす影響. 水産海洋研究, **78**, 114-119.
- (14) 富田純平・高田貴裕・玉村修司・張頌・高畑容子・秋田藤夫・長尾誠也・山本政儀, 2014, 北海道中・西部における塩化物泉中のラジウム (Ra) 同位体. 温泉科学, **64**, 146-164.
- (15) Suzuki, T., Nagao, S., Horiuchi, M., Maie, N., Yamamoto, M., Nakamura, K., 2015, Characteristics and behaviour of dissolved organic matter in the Kumaki River, Noto Peninsula, Japan. *Limnology*, **16**, 55-68.
- (16) Suzuki, Y., Konno, U., Fukuda, A., Kimatsu, D. D., Hirota, A., Watanabe, K., Togo, Y., Morikawa, N., Hagiwara, H., Aosai, D., Iwatsuki, T., Tsunogai, U., Nagao, S., Ito, K. and Mizuno, T., 2014, Biogeochemical signals from deep microbial life in terrestrial crust. *PLOS one*, **9**, e113063. Doi: 10.1371/journal.pone.0113063.
- (17) Yasuda, T., Asahara, Y., Ichikawa, R., Nakatsuka, T., Minami, H. and Nagao, S., 2014, Distribution and transport processes of lithogenic material from the Amur River revealed by the Sr and Nd isotope ratios of sediments from the Sea of Okhotsk. *Progress in Oceanography*, **126**, 155-167.
- (18) K. Yoshimura, Y. Onda, A. Sakaguchi, M. Yamamoto, Y. Matsuura, 2014, An extensive study of the concentrations of particles/dissolved radiocesium derived from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident in various river systems and their relationship with catchment inventory. *J. Environ. Radioactivity*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvrad.2014.08.021>
- (19) J. Tomita, J. Zhang, M. Yamamoto, 2014, Radium isotopes (Ra-226 and Ra-228) in Na-Cl type groundwaters from Tohoku District (Aomori, Akita and Yamagata Prefectures) in Japan, *J. Environ. Radioactivity*, **137**, 204-212. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvrad.2014.01.013>
- (20) A. Sakaguchi, P. Steier, Y. Takahashi, M. Yamamoto, 2014, Isotopic composition of ^{236}U and Pu isotopes in Black substances collected from roadsides in Fukushima Prefecture: Fallout from the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, *Environ. Sci. Technol.*, **78**, 3691-3697.
- (21) M. Yamamoto, 2015, Overview of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant (FDNPP) accident, with amounts and isotopic composition of the released radionuclides. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **303**, 1227-1231, DOI 10.1007/s10967-014-3639-3

2) 本・総説・資料・報告書

- (1) 青山道夫, 浜島靖典, 極微量分析技術を用いた北太平洋での放射性セシウムの分布, *ぶんせき* **10**, 543-546 (2014)
- (2) 角田欣一・相澤省一・森勝伸・齋藤陽一・小崎大輔・小池優子・阿部隼司・鈴木究真・久下敏宏・泉庄太郎・田中英樹・小野関由美・野原精一・葉袋佳孝・岡田往子・長尾誠也, 2014,

- 福島第一原子力発電所事故による赤城大沼を中心とする群馬県の放射性セシウム汚染について II. *Proceedings of the 15th Workshop on Environmental Radioactivity*, pp.178-185.
- (3) Nagao, S., Yan, B., Kim, V. I., Shesterkin, V. P., Leveshina, S. I., Yoh, M., Suzuki, T., Kodama, H., Terashima, M., Seki, O. and Makhinov, A. N., 2014, Water chemistry of the middle Amur River. In: *Environmental Change and the social response in the Amur River basin* (eds. Haruyama, S. and Shiraiwa, T.), Springer, New York, pp.105-127.
 - (4) Nagao, S., Kanamori, M., Ochiai, S., Tomohara, S., Suzuki, K. and Yamamoto, M., 2014, Cs-134 and Cs-137 radioactivity in river waters in Fukushima, Miyagi, Ibaraki and Gunma Prefectures in August 2012 after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *Proceedings of International Conference on Radioecology and Environmental Radioactivity (online)*. Barcelona, Spain (2014.9.7-12).
 - (5) 長尾誠也, 2015, 福島第一原発事故により放出された放射性 Cs の河川流域における移行挙動. *Isotope News*, 2015 年 3 月号, **No.731**, pp. 13-17.
 - (6) 山本政儀、環境放射能-特に超ウラン元素を追いかけて、(一般財団法人)九州環境管理協会, *環境管理* 第 43 号, pp. 4 -13 (2014).
 - (7) 山本政儀, 富田純平, 総説: 放射能と温泉, *温泉科学*, **64** (4), 388-401 (2015)

3) 学会発表など

- (1) 古澤佑一・城谷勇陸・井上睦夫・吉田圭佑・藤本賢・皆川昌幸・塩本明弘・長尾誠也・山本政儀・浜島靖典・小藤久毅: $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比からみた対馬暖流の循環パターン. 第 58 回放射化学討論会、名古屋大 (2014/9)
- (2) 廣田明成・東郷洋子・伊藤一誠・鈴木庸平・福田珠里・今野祐多・角皆潤・小松大祐・長尾誠也・岩月輝希, 瑞浪深地層研究所深部地下水での微生物活動による硫酸還元反応と硫黄同位体分別. 2014 年度日本地質学会 第 121 年学術大会, 鹿児島大学, 鹿児島 (2014.9.13-15).
- (3) 井上睦夫、古澤佑一、藤本賢、吉田圭佑、城谷勇陸、小藤久毅、長尾誠也、山本政儀、浜島靖典、皆川昌幸: $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比からみた対馬暖流、宗谷暖流研究会、北海道大学 (2014/7)
- (4) 井上睦夫: 水中の放射性不純物分析、新学術「地下素核研究」研究会、大阪大学 (2014/8)
- (5) 長尾誠也・金森正樹・落合伸也・富原聖一・山本政儀, 2012 年 6 月の豪雨後の阿武隈河川等を移行する懸濁粒子の Cs-134, Cs-137 放射能濃度の変動. 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, 横浜アリーナ, 横浜 (2014.4.28-5.2).
- (6) 長尾誠也・金森正樹・落合伸也・山本政儀, 九頭竜川水系における懸濁態有機物の炭素同位体比の変動. 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, 横浜アリーナ, 横浜 (2014.4.28-5.2).
- (7) 青井裕介・福士圭介・富原聖一・長尾誠也, 福島県いわき市ため池中の放射性 Cs 汚染堆積物の特徴. 日本地球惑星科学連合 2014 年大会, 横浜アリーナ, 横浜 (2014.4.28-5.2).
- (8) Nagao, S., Kanamori, M., Suzuki, K., Ochiai, S. and Yamamoto, M., Variation of ^{134}Cs and ^{137}Cs radioactivity in river waters from the Tone River system during snow-melting season. *AOGS 11th Annual Meeting*, Sapporo, Japan (2014.7.28-8.1).
- (9) Nagao, S., Suzuki, T., Ochiai, S. and Yamamoto, M., Transport and sedimentation of terrestrial

- organic matter in the Kumaki River and Nanao Bay in Japan. *AOGS 11th Annual Meeting*, Sapporo, Japan (2014.7.28-8.1).
- (10) Nagao, S., Study on dynamics of dissolved and particulate organic matter in river systems using carbon isotopes (Keynote lecture). *The 17th Meeting of the International Humic Substances Society*, Ioannina, Greece (2014.9.1-5).
- (11) Nagao, S., Suzuki, T., Ochiai, S., Tomihara, S., Kirishima, A., Kanamori, M., Uemura, H., Miyata, Y., Goto, A., Hasegawa, T. and Yamamoto, M., Transport of POM in Japanese river systems after heavy rain events by typhoon in 2011-2013. *The 17th Meeting of the International Humic Substances Society*, Ioannina, Greece (2014.9.1-5).
- (12) Nagao, S., Kanamori, M., Ochiai, S., Tomihara, S., Suzuki, K. and Yamamoto, M., Cs-134 and Cs-137 radioactivity in river waters in Fukuhsima, Miyagi, Ibaraki and Gunma Prefectures in August 2012 after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. *ICRER2014*, Barcelona, Spain (2014.9.7-12).
- (13) Nagao, S., Tuoi, B. H., Kawano, Y., Suzuki, T., Ochiai, S., Goto, A., Hasegawa, T. and Yamamoto, M., Impact of reclamation and land consolidation on COD in Lake Kiba, Japan. *The Inaugural Conference of OGU commission on Geomorpholgy and Society "Earth Surface Processes and Impact to the Changing Environment"*, Taipei, Taiwan (2014.9.15-20).
- (14) 野村律夫、井上睦夫、小藤久毅：宍道湖・中海（汽水湖）における $^{224}\text{Ra}/^{228}\text{Ra}$ 比の分布特性。第 58 回放射化学討論会、名古屋大学 (2014/9)
- (15) 鈴木究真・久下敏宏・泉庄太郎・田中英樹・小野関由美・角田欣一・相澤省一・森勝伸・齋藤陽一・小崎大輔・小池優子・阿部隼司・野原精一・葉袋佳孝・岡田往子・長尾誠也，福島第一原子力発電所事故による群馬県赤城大沼の放射性セシウム汚染—水生生物の汚染状況—。陸水学会，筑波大学及びつくば国際会議場，つくば (2014.9.10-13)。
- (16) 鈴木究真・湯浅由美・渡辺峻・田中英樹・久下敏宏・角田欣一・相澤省一・森勝伸・阿部隼司・伊藤結衣子・野原精一・葉袋佳孝・岡田往子・村上公一・今川峻・長尾誠也，赤城大沼を中心とする湖沼生態系における放射性セシウムの動態。第 16 回環境放射能研究会，つくば，KEK (2015.3.9-11)。
- (17) 鈴木究真・湯浅由美・渡辺峻・新井肇・田中英樹・久下敏宏・角田欣一・森勝伸・阿部隼司・伊藤結衣子・葉袋佳孝・野原精一・岡田往子・村上公一・今川峻・長尾誠也，赤城大沼における放射性 Cs の減衰過程-2 (湖水)。日本水産学会大会，東京海洋大学，東京，(2015.3.27-31)
- (18) 角田欣一・相澤省一・森勝伸・齋藤陽一・小崎大輔・小池優子・阿部隼司・鈴木究真・久下敏宏・泉庄太郎・田中英樹・小野関由美・野原精一・葉袋佳孝・岡田往子・長尾誠也，福島第一原子力発電所事故による群馬県赤城大沼の放射性セシウム汚染—放射性 Cs の物質収支—。陸水学会，筑波大学及びつくば国際会議場，つくば (2014.9.10-13)。
- (19) 城谷勇陸、古澤佑一、井上睦夫、長尾誠也、山本政儀、浜島靖典、上村宙輝、小藤久毅、森本明彦、滝川哲太郎、藤本賢：東シナ海～日本海表層における $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 比の水平分布。第 58 回放射化学討論会、名古屋大学 (2014/9)
- (20) 安田友紀・浅原良浩・市川諒・中塚武・西岡純・南秀樹・長尾誠也，Sr、Nd 同位体比と化学成分から読み解くオホーツク海北西陸棚域におけるアムール川起源碎屑物の分布と輸送過程。

2014 年度地球化学会年会, 富山大学, 富山 (2014.9.16-18).

- (21) 米岡修一郎、上村宙輝、井上睦夫、落合伸也、長尾誠也、山本政儀、浜島靖典：福島原発事故由来の低レベル ^{134}Cs をトレーサーとした阿賀野川河川粒子の挙動. 第 58 回放射化学討論会、名古屋大学 (2014/9)

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
- (3) 長尾誠也、陸域と大洋間における縁辺海の自然科学的な機能と人間活動への役割、北海道大学低温科学研究所、萌芽研究、
- (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、Cs-137 および Pb-210 を用いたインドネシア農地における土壌浸食量の推定 (代表 岐阜大学 大西健夫)、金沢大学環日本海域環境研究センター 一般共同研究、2014 年度
- (6) 長尾誠也、渡島大沼及び流域河川の水質・懸濁物の季節変化の解明 (代表 岐阜大学 勝田長貴)、金沢大学環日本海域環境研究センター 一般共同研究、2014 年度

・海外渡航

- (1) 長尾誠也、17th IHSS International Conference、ギリシャ (2014/8/30-9/6)
- (2) 長尾誠也、ICRER2014、スペイン (2014/9/6-13)
- (3) 長尾誠也、The Inaugural Conference of OGU commission on Geomorphology and Society “Earth Surface Processes and Impact to the Changing Environment”、台湾 (2014/9/15-18)

5) 各種活動 (大学・学会・社会)

・他大学での集中講義

- (1) 山本政義、新潟大学 「微弱放射能測定を中心とした地球・環境化学」、2014/9/17-19

・学会活動

- (1) 山本政義：日本温泉科学会編集委員
- (2) 長尾誠也：日本原子力学会評議員、日本放射化学会評議員 (9 月～)、日本放射化学会編集委員、日本腐植物質学会編集委員・会長 (～12 月まで)、国際腐植物質学会日本支部長、日本地球惑星連合 2014 年大会「水循環・水環境」コンビーナー

・社会活動

- (1) 山本政義：日本分析センター評議委員、核融合科学研究所重水素実験安全評価委員会委員、環境科学技術研究所委員会委員、福井県美浜町原子力環境安全監視委員、石川県原子力安全専門委員、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
- (2) 長尾誠也：小松高校 SSH 運営委員・評価委員、日本原子力研究開発機構研究嘱託、環境技術

研究所 排出放射能環境移行調査検討委員会委員、日本海洋生物環境研究所データ解析部会委員

・招待講演および特別講演，依頼講演

- (1) 山本政儀，放射能・放射線ってなあにー！！原子力発電所との関わりは？石川県環境放射能測定教室、県立津幡高等学校、2014/7/30
- (2) 山本政儀、環境放射能研究：低レベル放射能実験施設に置ける放射能研究の歩みを振り返って、一般財団法人九州環境管理協会、オープンセミナー、2014/10/17
- (3) 山本政儀、放射能と歩んだ 40 年：低レベル放射能実験施設と共に、「環境放射能」研究会，高エネルギー研究所，2015/3/11
- (4) Nagao, S., Study on dynamics of dissolved and particulate organic matter in river systems using carbon isotopes (Keynote lecture). *The 17th Meeting of the International Humic Substances Society*, Ioannina, Greece (2014.9.1-5).
- (5) 長尾誠也，福島県内の河川水中の放射性セシウムの濃度推移（依頼講演）．第 74 回分析化学討論会 市民公開講座「放射能と分析化学—生活と健康」，日本大学工学部，郡山，(2014.5.25)
- (6) 長尾誠也：食・農と物質循環：能登半島の熊木川・七尾湾流域を例として（依頼講演）．Future Earth ワークショップ「対話で考える日本の戦略」、日本科学未来館、東京（2014.11.8）．
- (7) 長尾誠也：木場潟の有機汚濁の変遷、木場潟環境フォーラム、小松市（2014/2/9）.
- (8) 井上睦夫：複数の放射性核種からみた日本海を中心とした日本列島および周辺海域の物質循環、海洋生物環境研究所、千葉御宿（2014/11/25）

6) その他

新聞・テレビ報道

- (1) 長尾誠也、阿武隈川沖海底土からの放射性セシウムの溶出性、「復興サポート放射能汚染からの漁業再生 福島・いわき市」、NHK 総合テレビ（2014/6/21）
- (2) 長尾誠也、木場潟における水質浄化実験 NHK 地方版（2014/11/21）
- (3) 長尾誠也、木場潟の水をきれいに 来年 11 月に入れ替え実験、朝日新聞（2014/11/21）
- (4) 長尾誠也、木場潟の水をきれいに 小松市金沢大 共同で入れ替え実験、北國新聞（2014/11/21）
- (5) 長尾誠也、木場潟の水をきれいに 小松市金沢大 共同で入れ替え実験、北陸中日新聞（2014/11/21）
- (6) 長尾誠也、木場潟の水をきれいに 小松市金沢大 共同で入れ替え実験、読売新聞（2014/11/21）
- (7) 長尾誠也、木場潟汚染 川から見る 小松でフォーラム、北陸中日新聞（2014/2/16）

2-3. 研究費

平成 26 年度

研究費

1) 科学研究費等

- (1) 山本政儀（代表）新学術領域研究（総額 15,600 千円） 3,400 千円

(2) 山本政儀（分担）新学術領域研究	200 千円
(3) 山本政儀（分担）基盤研究(A)	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(C)	100 千円
(6) 長尾誠也（代表）基盤研究(B)	2,000 千円
(7) 長尾誠也（分担）新学術領域研究	3,000 千円
(8) 長尾誠也（分担）基盤研究(C)	100 千円
(9) 長尾誠也（分担）萌芽研究	150 千円
(10) 井上睦夫（代表）基盤研究(C)	700 千円
(11) 井上睦夫（分担）基盤研究(B)	100 千円
(12) 井上睦夫（分担）基盤研究(B)	150 千円
(13) 浜島靖典（分担）新学術領域研究	460 千円
(14) 浜島靖典（分担）基盤研究(B)	810 千円
(15) 浜島靖典（分担）基盤研究(C)	100 千円
(16) 宮田佳樹（代表）基盤研究(B)	500 千円

2) 受託研究費等

(1) 長尾誠也、海上技術安全研究所受託研究	27,048 千円
(2) 長尾誠也、国立環境研究所受託研究	750 千円
(3) 長尾誠也、日本原子力研究開発機構共同研究	1,500 千円
(4) 長尾誠也、地(知)の拠点整備事業	300 千円
(5) 長尾誠也、小松市受託研究	952 千円
(6) 浜島靖典、福島大学共同研究	2,191 千円
(7) 浜島靖典、(株)環境総合テクノス共同研究	600 千円
(8) 浜島靖典、(株)環境総合テクノス寄付金	560 千円

2-4. 研究指導

1) 卒業研究

- (1) 城谷勇陸、初夏の東シナ海から日本海表層における $^{228}\text{Th}/^{228}\text{Ra}$ 比の水平分布、理工学域 物質化学類 化学コース、学士（理学）、長尾誠也
- (2) 田堂修、福島原発事故後 4 年間の放射性セシウムの移行挙動、理工学域 物質化学類 化学コース、学士（理学）、長尾誠也

3. 研究報告

蒼鷹丸調査航海(7月)測線上の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比からみた日本海対馬暖流の循環パターン

井上睦夫¹、城谷勇陸¹、古澤佑一¹、吉田圭佑¹、藤本賢²、
長尾誠也¹、山本政儀¹、浜島靖典¹、小藤久毅¹、皆川昌幸²

¹〒923-1224 石川県能美市和気オ 24 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

²〒236-8648 神奈川県横浜市金沢区福浦 2-12-4 水産総合研究センター 中央水産研究所 放射能調査グループ

Inoue, M., Shirohani, Y., Furusawa, Y., Yoshida, K., Fujimoto, K., Nagao, S., Yamamoto, M., Hamajima, Y., Kofuji, H., Minakawa, M.: Migration pattern of the Tsushima Warm Current in the Sea of Japan: Implications from $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ ratio on *Soyo Maru* expedition lines

東シナ海大陸側の浅い大陸棚および沿岸堆積物より海水に供給されるラジウム同位体は、東シナ海を通過し日本海にもたらされた後、対馬暖流とともに循環する (Inoue *et al.*, 2012)。当研究室では、これまで短半減期 (5.75 年) の ^{228}Ra 放射能濃度 ($^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比) を利用することにより、日本海の海水循環を調査してきた (Inoue *et al.*, 2007)。本研究では、2009-2014 年 7 月の蒼鷹丸調査航海測線 (SY-09, -10, -12, -13, -14) (Fig. 1) 上で採取された日本海表層海水の ^{228}Ra 濃度および $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の水平分布を、低バックグラウンド γ 線測定により求め、対馬暖流の循環パターンを議論した。

日本海表層の 7 月の $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比の水平分布を Fig. 2 に示す。対馬周辺で $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比が高いのは季節変動による ^{228}Ra に富む大陸側浅層海水の混合比の上昇時期と一致する (Inoue *et al.*, 2007)。一方、日本海を中心域付近 $\sim 135^{\circ}\text{E}$ 、 $\sim 39^{\circ}\text{N}$ では、採取年に関わらず、 $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比が明らかに高くなった。大陸側浅層海水の寄与が大きいことを示唆する。対馬海峡西水道を通過した後、韓国半島に沿って北上した対馬暖流沖合分枝の影響が考えられる。さらに日本海北東域では、 $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ 比は、沖合分枝とその沿岸域の間の値を示した (Fig. 2b)。この結果は、日本海における対馬暖流の沿岸・沖合分枝の混合パターンを反映すると考えられる。

夏期の日本海表層近辺では成層がなされていることから、日本海表層海水の供給源を黒潮、大陸側浅層海水および長江河川水の三成分とみなし、表層海水の ^{228}Ra 濃度および塩分より、大陸側浅層海水の混合比を見積もった。その結果、対馬暖流の沿岸・沖合分枝、それら混合分枝における大陸側浅層海水の混合比は、7 月の表層において、それぞれ、8%、16%、11%であった (Fig. 3)。

謝辞

海水採取にご協力いただいた、蒼鷹丸の同乗研究者、船長および乗組員の皆様に感謝いたします。

文献

Inoue, M. *et al.* (2007) *Marine Chemistry* **107**, 559-568.

Inoue, M. *et al.* (2012) *Geochemical Journal* **46**, 429-441.

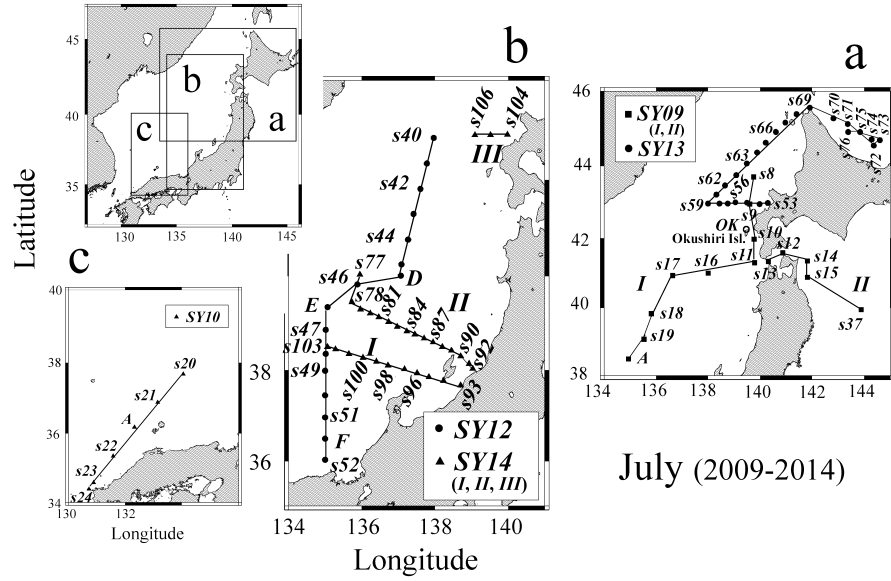


Fig. 1: Sampling locations for surface waters on transects SY-09–14

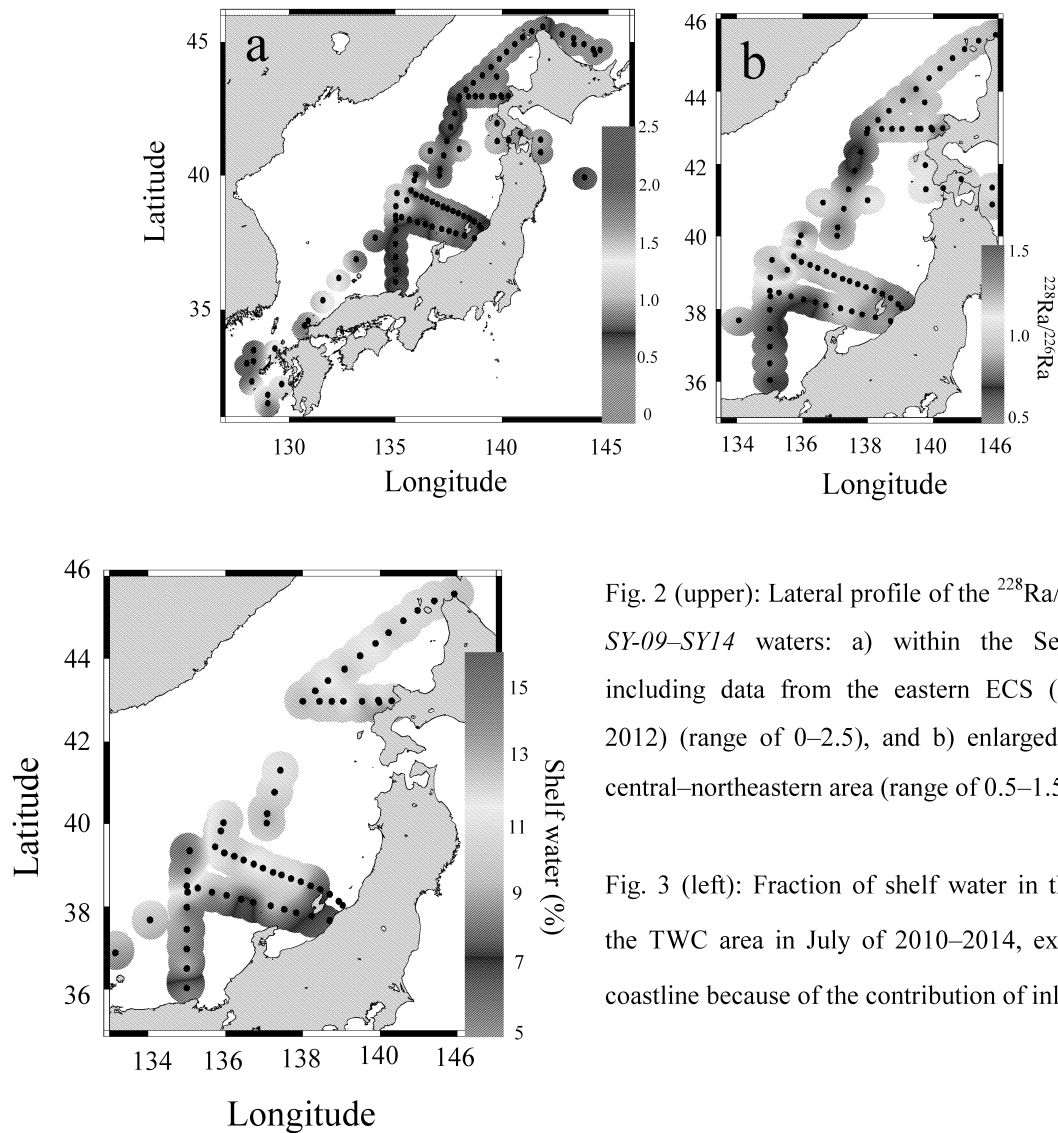


Fig. 2 (upper): Lateral profile of the $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ ratio of SY-09–SY14 waters: a) within the Sea of Japan, including data from the eastern ECS (Inoue *et al.*, 2012) (range of 0–2.5), and b) enlarged view of the central–northeastern area (range of 0.5–1.5).

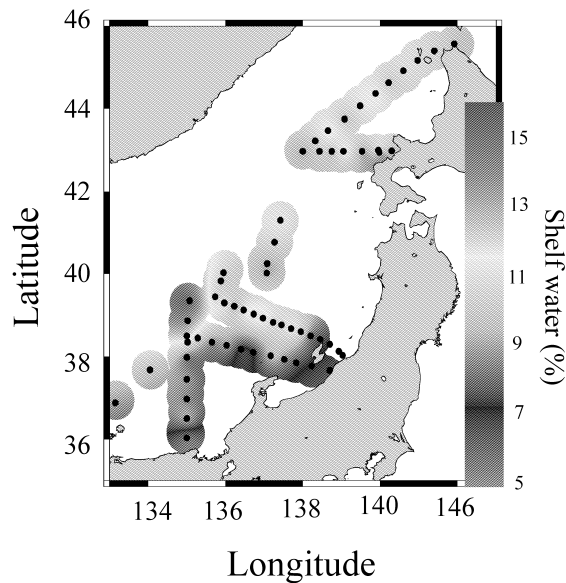


Fig. 3 (left): Fraction of shelf water in the surface of the TWC area in July of 2010–2014, except for near coastline because of the contribution of inland water.

阿賀野川、信濃川河川懸濁粒子による放射性セシウムの移行挙動

米岡修一郎、井上睦夫、落合伸也、長尾誠也、浜島靖典、山本政儀

〒923-1224 石川県能美市和気オ 24 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

Yoneoka, S., Inoue, M., Ochiai, S., Nagao, S., Hamajima, Y., Yamamoto, M.:

Migration behavior of the FDNPP-derived radiocesium in the Agano River and Shinano River

はじめに

2011 年 3 月 11 日の東日本大震災とそれに伴う福島第一原子力発電所事故により、周辺環境中に ^{137}Cs 、 ^{134}Cs などの多くの人工放射性核種が放出された。太平洋側においてはこれらの核種の移行挙動を探るため、土壌、海水、大気とともに海底堆積物についても調査が行われ、多くの議論がなされてきた。一方で、日本海側においても同様な調査が行われたが、新潟沿岸から沖合にかけての海底堆積物中において ^{134}Cs が検出されたのみであった (Inoue *et al.*, 2015)。日本海の地理的特徴から、福島第一原子力発電所からの汚染水の直接流入は考えられず、さらに本海域では大気からのフォールアウトによる影響も極めて小さい (Yasunari *et al.*, 2011)。つまり、これら ^{134}Cs は陸地に沈着したものが阿賀野川、信濃川河川による浸食・運搬作用によって海まで運ばれたものであると考えられる。本研究では、阿賀野川、信濃川河川懸濁粒子の放射性核種、特に ^{134}Cs に注目し、その移行挙動を調べる。

試料採取および実験

日本海側に河口を持つ阿賀野川は、福島県西部に端を発し、集水域は 7710 km^2 で全国 8 位の広さである。その半分以上を福島県西部が占めている。本研究では、阿賀野川 5 地点と、同じく日本海側に河口を持つ大規模河川である信濃川 3 地点の合計 8 地点において、2013 年 6 月 (信濃川「大河津」、「与板」は 11 月) に河川水 60-L (一部 20-L) を計 13 試料採取した (Fig. 1)。これを研究室で、5A 濾紙と $0.45 \mu\text{m}$ メンブレンフィルターで濾過し、粒子態を分離した。尾小屋地下測定室を利用した低バックグラウンド γ 線測定で、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 濃度を求めた。

結果および考察

図. 1 に河川水採取地点と河川懸濁粒子の ^{134}Cs 濃度を示す。阿賀野川上流では近距離での採取に関わらず、猪苗代湖を上流にもつ「泡の巻」が「西羽賀」に比べ～5 倍の ^{134}Cs 濃度を示した。さらに阿賀野川下流ほど ^{134}Cs 濃度の減少傾向 (上流の～1/7) がみられた。一方で、阿賀野川下流では信濃川下流の河川水粒子に比べ、3～5 倍程度の ^{134}Cs 濃度を示した。これら濃度レベルは、(福島県猪苗代湖近辺の泡の巻を除き) 福島から太平洋側へ流入する河川 (Nagao *et al.*, 2013) の 1/10 程度に過ぎない。猪苗代湖近辺は

福島原発起源の寄与にさらされた。これら降下物が河川水により日本海側に運搬されていることが考えられる。

現在、当施設において、新潟沿岸～沖合海域の堆積物で ^{134}Cs の高分解能空間分布の測定をおこなっており、阿賀野川河口域を中心に、 ^{134}Cs が広がっている傾向が確認されている。今後はこの ^{134}Cs をトレーサーとし、河川懸濁粒子の河川から新潟沿岸～沖合に堆積するまでのプロセスや、本調査海域における福島原発事故由来 ^{134}Cs 濃度の全体的な堆積量より福島原発事故の日本海での寄与を評価する。

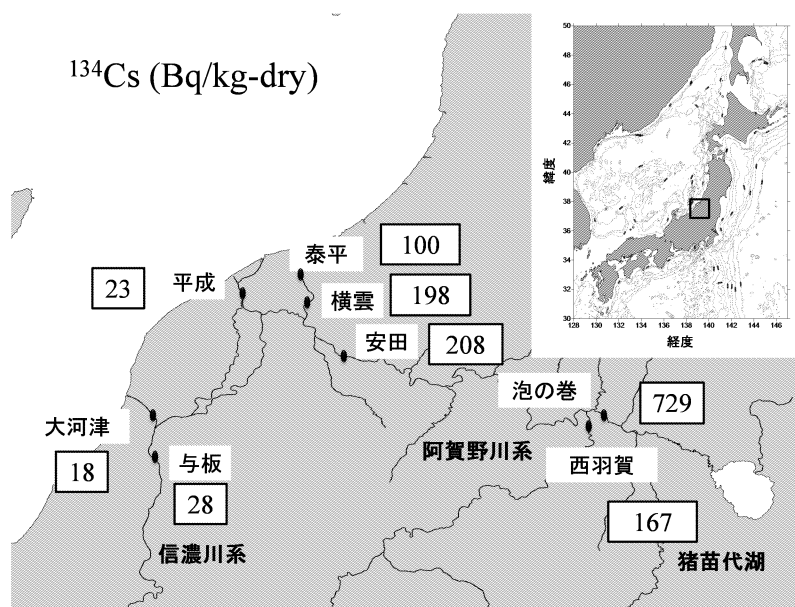


図. 1: 阿賀野川・信濃川河川懸濁粒子の ^{134}Cs 濃度 (試料採取時に壊変補正済)

文献

Inoue, M. *et al.* (2015) *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* **303**, 1313-1316.

Nagao, S. *et al.* (2013) *Biogeosciences* **10**, 6215-6223.

Yasunari, T. J. *et al.* (2011) *PNAS* doi: 10.1073/pnas.1112058108.

平成 26 年度見学来訪・出張の記録

- 平成 26. 5.13 学校教育学類 4 年生授業「理科カリキュラム研究 II」のため 11 名尾小屋地下測定室見学
- 6.7-8 広島大学 田中万也氏、筑波大学 坂口 綾氏、東京大学 高橋嘉夫氏、名古屋大学 金指 努氏、大阪大学 二宮 和彦氏、金沢大学 横山明彦氏 「新学術領域研究 7 班 会議」のため来所
- 6.18 ポチャナート パクポン氏(National Institute of Development Admin)見学
- 7.10 首都大学東京 教授 海老原 充 氏 研究打ち合わせ
- 7.11、9.19 岐阜大学 准教授 勝田 長貴 氏 全国共同利用研究のため来所
- 7.28 理工学域物質化学系 3 年生 38 名実習、尾小屋地下測定室見学
- 7.30 金沢地区高校物理研究会教員 14 名見学
- 8.18-27 Dr.Taeko Shinonaga(Helmholtz Zentrum München erhält den ERS)研究打ち合わせ
- 8.30-9.13 長尾教授「The 17th IHSS、RADIOACTIVITY2014」出席のためイオニア、
スペインへ出張
- 9.15-9.18 長尾教授「Earth Surface Processes & Impact to the changing environment」
国際会議で木場潟研究の成果発表のため台湾へ出張
- 12.4-5 福島大学環境放射能研究所 教授 青山道夫氏、電力中央研究所 立田 穰氏
尾小屋実験施設で研究打ち合わせ
- 平成 27.2.15-18 国立環境研究所 荒巻 能史 氏 研究打ち合わせ
- 2.17 国立環境研究所 堀口 敏宏 氏 研究打ち合わせ
- 3.5-6 岐阜大学 勝田長貴氏 全国共同利用研究研究成果報告
- 3.18-20 岐阜大学准教授 大西 健夫氏、博士 1 年 ディアナ・ハプサリ 氏 全国共同利用
研究のため来所



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