



# News Letter

金沢大学 環日本海域環境研究センター ニュースレター 2018年7月31日発行 第7号

- 1 研究紹介 1：韓国地質資源研究院 Nahm Wook Hyun
- 2 研究紹介 2：統合環境領域 井上陸夫
- 3 研究紹介 3：海洋環境領域 木谷 洋一郎
- 4 ニュース
- 4 新任教員紹介

## 研究紹介 1 Report

### 韓国における第四紀環境研究をリードする



Nahm Wook Hyun  
韓国地質資源研究院  
第四紀地質研究室

私は韓国地質資源研究院の第四紀地質研究室に主任研究員として勤務しています。この研究院は、地質資源分野の研究と開発を主導する政府研究機関です。韓国の第四紀地質研究は、1970年代初めに段丘と断層研究を主たる対象として始まりましたが、1986年に研究院に第四紀地質研究室が設置されて以降、本格的に系統的研究が始まりました。今では「未来の観点から持続発展可能な国土利用要素予測」という旗印の下、韓半島の第四紀堆積層序確立に関する研究を基本としながら、第四紀地質図作成、古環境 - 古気候復元、海面変動復元、気候変動による人間の適応など、様々な研究テーマで研究をしています。

私は2000年より研究に参画し、ずっと海面変動復元に関する研究を進めてきました。学生時代に韓国延世大学の俞剛民教授、島根大学の高安克己教授、金沢大学の柏谷健二教授、韓国地質資源研究院の金周龍博士から、堆積物と堆積環境、地表環境の変化、そして何よりも自然を眺める視点について学んだことが大きな助けになっています。

初期の私の研究のテーマは、堆積物を利用して陸成と海成の環境を区別することでした。



長期環境変動研究に利用する堆積物コアの掘削

堆積物から珪藻や有孔虫のような海生微生物を探したり、有機炭素と窒素の元素割合を分析するなど、さまざまな方法で堆積環境を類推しつつ、いつどこで海の影響があったのかを把握しました。これらの結果をもとに、過去の海面変動幅がどの程度あったのか、そしてさらに韓半島西海岸の沿岸地形がどのように変化してきたのかを追跡する研究を行うことになりました。海面変動は、基本的に全球的な気候変動に関連しています。また、地域的な海面変動は沿岸地域の地形を変えて、堆積物を移動させ、地下水に浸透して、人々の漁業活動に影響を及ぼしました。海面上昇と下降が、いつ、どのようにあったのかを把握することは、自然環境の変化の様相を全体的に理解するために最も基本的で不可欠なプロセスです。

一方、歴史時代（約2000年前）以降の、人間が本格的に沿岸地形の変化に介入した時期においては、海面変動の自然的要因と人為的要因を区別する必要があります。これは、現在の地球温暖化の科学的性質を把握するための基礎作業です。また、自然現象に人間が介入したという点で「人類世」の設定のための重要な手がかりを提供する



トレンチにおける堆積構造の観察

ことができます。そこで、さまざまな歴史の記録を収集し、検討することもしています。特に沿岸地域での干拓地の造成、防潮堤築造、塩の生産、そして河川整備など、人間の活動に関連した歴史的な記録は、歴史時代の海面位置を把握するのに役立っています。



過去の陸海分布の指標となる韓半島の古地図  
(新增東國輿地勝覽, Hang Lee, 1530)

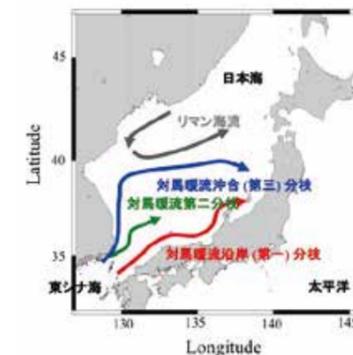
海面は今も続いて上昇していますし、これに対する対策は緊急の問題です。海岸防波堤の建設、水上都市の造成、または都市自体を浸水域から離して移設する方法などがあります。海面上昇にどのような方法で対応するかを決定するためには、何よりも、過去の海面変動の歴史を理解することが必ず必要です。私と韓国地質資源研究院第四紀地質研究室は、そのための研究を着実に進めています。

## ラジウム同位体からみた日本海表層の海水循環



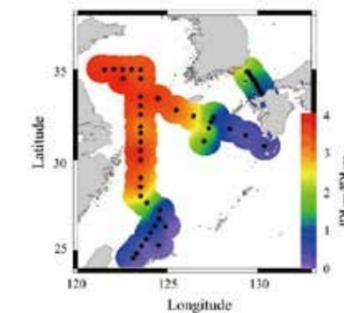
井上 陸夫  
統合環境領域  
(低レベル放射能実験施設)

環日本海域環境研究センターの主要研究フィールドの一つである日本海は、西北太平洋の代表的な縁辺海の一つです。隣接した海域をつなぐ海峡はいずれも150m以浅であり、その表層では、独特の海水（対馬暖流）循環が形成されています。今回は、 $^{228}\text{Ra}$ 、 $^{226}\text{Ra}$ を海水循環のトレーサーとし、その水平分布および季節変動を利用した、日本海表層での対馬暖流循環に関する研究について報告します。



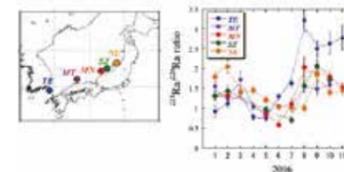
日本海表層海水循環のイメージ

ラジウム同位体 ( $^{226}\text{Ra}$  および  $^{228}\text{Ra}$ ) は、沿岸堆積物および浅い大陸棚より海水に継続的に供給されています。特に、 $^{228}\text{Ra}$  は短い半減期 (5.75 年) を反映し、その供給源から離れるにつれ、濃度が急速に減少していきます。よって  $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$  比は、長半減期の  $^{226}\text{Ra}$  (1600 年) に比べ  $^{228}\text{Ra}$  の濃度分布を大きく反映します。特に、東シナ海大陸側の表層を占める大陸棚浅層海水 (4.0) の  $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$  比は、世界的にみても高い値である一方、黒潮海水 (< 0.03) は百倍以上も低い値を示します。これら表層海水は東シナ海で混合後、対馬海峡を通過、対馬暖流として日本海を北上します。このため、ラジウム同位体は日本海海水の循環調査に非常に有効な指標となります。本州沿岸を北上する対馬暖流沿岸分枝では、 $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$  比に大きな季節変動



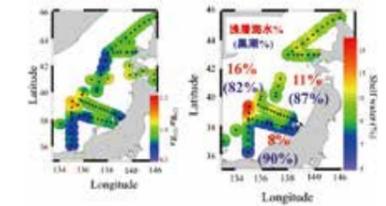
6月の東シナ海表層の  $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$  比の水平分布  
(Nozaki et al., 1991; Inoue et al., 2017)

がみられ、さらに対馬海峡 (下図のTE) から新潟 (同 NU) へとおよそ2ヶ月のタイムラグが読みとれます。この結果から、対馬暖流沿岸分枝では夏〜秋に大陸棚浅層海水の混合比が大きくなること、さらにそのタイムラグから ~ 20 cm/s という平均流速が見積もられます。



日本海沿岸の  $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$  比の季節変動  
(Inoue et al., 2007)

2009-2014年7月の日本海表層の  $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$  比の水平分布においては、対馬暖流沖合分枝が占める日本海中心域 (~ 135°E, ~ 39°N) に、沿岸域を流れる対馬暖流沿岸分枝より高い  $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$  比がみられました。これは沖合分枝では、大陸側浅層海水の寄与が大きいことを示唆します。さらに新潟以北表層の  $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$  比は、対馬暖流の沿岸・沖合分枝の混合を反映します。7月の日本海表層海水の  $^{228}\text{Ra}$  濃度および塩分より、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を、それぞれ、~8%、~16%、~11% と見積もられました。



7月の日本海表層の  $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$  比と東シナ海大陸棚浅層海水の混合比 (Inoue et al., 2017)

2011年の福島第一原子力発電所事故以降は、日本海およびその近辺海域表層における、福島原子力発電所事故由来の放射性セシウム ( $^{134}\text{Cs}$  および  $^{137}\text{Cs}$ ) の汚染レベルとその分布を調べました。日本海表層では、放射性セシウムは放射性降下物由来のものが対馬暖流により2011年に除去された後、2013年以降は太平洋側から黒潮と共に流入していることが明らかにされています。これまで当施設に蓄えられてきた日本海表層の  $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$  比の季節変動や水平分布は、2013年以降の海水循環にともなう福島原発由来の放射性セシウムの供給・循環パターンを説明しました。ラジウム同位体は、今後の有事の際の溶存汚染物質の予測にも有効なことが分かりました。

現在、日本海における粒子反応性のトリウム ( $^{228}\text{Th}$  および  $^{234}\text{Th}$ ) 濃度の水平・鉛直分布および季節変動より、海水中の粒子、さらには粒子吸着性成分の挙動を探っています。特に、核種固有の半減期を利用した粒子循環の時間軸 (例えば、粒子の滞留時間) を議論しますが、これは放射性核種以外の手法では不可能な情報です。今後、溶存放射性核種データの充実に加え、粒子吸着性核種の情報も含めた、複数の放射性核種の時空間的分解能を上げたデータベースを構築することにより、総括的に日本海物質循環の解析を進める予定です。

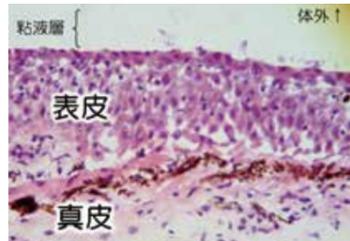
なお、調査航海や海水採取の様子については、当センター出版の日本海域研究 (2017年, 48号, 63-70ページ) にまとめましたので、そちらを参照にいただけたらと思います。

## 魚類の生体防御物質に関する研究



木谷 洋一郎  
海洋環境領域  
(臨海実験施設)

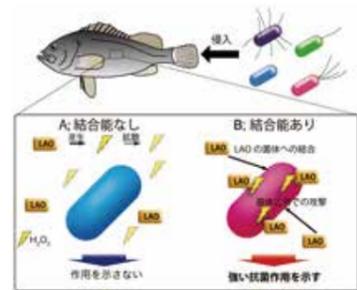
魚類も我々人間と同様に病気にかかることが知られています(魚病)。高度に発達した生物では一度かかった病気にかかりにくくなる仕組み(免疫記憶)が存在しますが、魚類においてこれはとても原始的であり少々頼りないものとなっています。また魚類は水中に生息するため陸上動物のような頑丈な皮膚を持っておらず、全身が柔らかい細胞(表皮細胞)とぬめり(粘液)で覆われています。



魚類の皮膚の断面

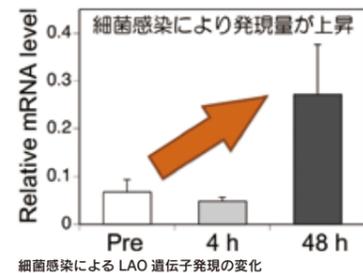
これらのことから魚類の体表を覆う粘液は、表皮細胞から侵入しようとする細菌やウイルスなどの病原微生物と戦うために特徴的な物質、すなわち生体防御物質を持っています。私の研究は魚類がもつ生体防御物質の構造や作用の仕組みを調べるもので、そのいくつかを紹介させていただきます。海産硬骨魚クロソイ *Sebastes schlegelii* の体表粘液は魚病菌にのみ抗菌作用を示すことが先行研究で明らかとされていました。この抗菌物質を同定するために、はじめに単離を試みました。複雑なクロマトグラフィーの組合せにより、数十匹のクロソイ計 20 kg から数 mg の純粋な抗菌物質を得ることができました。抗菌物質は分子量 120 kDa の酸性糖タンパク質で、アミノ酸配列分析の結果から L-アミノ酸オキシダーゼ(LAO)と同一性を示しました。これは魚類体表から抗菌物質として LAO を見出した初の例となりました。LAO は L-アミノ酸を酸化的に脱アミノする過程で過酸化水素を産生し、これが細菌の増殖を抑えていることを確認しました。

一方、過酸化水素は様々な細菌を死滅させるのに対しクロソイ LAO は魚病細菌の *Aeromonas hydrophila*, *A. salmonicida*, *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* ならびに *Vibrio parahaemolyticus* に対して選択的に強い抗菌作用を示しました。この細菌選択機構について検討を加えたところ、クロソイ LAO は感受性細菌の表面に結合し、産生された過酸化水素は菌体表面で局所的に高濃度となりダメージを与えることが示唆されました。



細菌選択機構

これらの新発見は標的細菌に選択的に作用する抗菌物質開発のための糸口となります。また、ノルウェーにおける重要な水産資源である大西洋タラ *Gadus morhua* に着目し体表における自然免疫物質の機能解析に関する研究を行ってきました。大西洋タラ体表粘液の LAO について構造を明らかとし、魚病細菌 *Vibrio anguillarum* の感染により発現量が増加することを確かめました。



この結果は LAO が単なるアミノ酸代謝酵素ではなく生体防御物質であることを示す根

拠となりました。このほか抗微生物ペプチドについて、大西洋タラから単離されたβディフェンシン相同遺伝子を大腸菌に組み込みリコンビナントβディフェンシンを得て、その機能を調べたところ抗菌活性が確認されました。また、白血球の貪食作用を活性化する機能も認められ、これはβディフェンシンが貪食作用を惹起することを示す初めての例となりました。最近の研究では、臨海実験施設において新しい抗菌性 LAO を探索し海産硬骨魚キジハタ *Epinephelus akaara* の体表粘液および血液から新規 LAO を見出しました。



キジハタ *Epinephelus akaara*

しかしながら、十数種類の魚類について同様に LAO 活性を調べたところ、その活性を持つ魚類と持たない魚類が存在することがわかりました。すべての魚類が LAO を生体防御に利用しているわけではないようで、この違いの理由を明らかにすることが現在の目標です。生体防御物質の研究は、魚病制御の鍵となる物質の発見や微生物制御への応用などにつながると考えています。またこれらは物質の直接利用だけではなく、新規医薬品開発のための候補化合物として研究されることも期待できます。さらに今後予測される人口増加を踏まえた食糧増産の際に、魚類がもつ生体防御の仕組みを利用した、化学物質を使用しない環境負荷を低減した魚類養殖が可能となるかもしれません。

### ▶ Valentin Sergienko 博士による講演会開催

金沢大学角間キャンパスで、ロシア科学アカデミー極東支部総裁のValentin Sergienko 博士に「Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences: Cooperation with Japan - Results and Prospects」という演題で講演いただきました。32名の参加がありました。(2018.4.2)



### ▶ 里海セミナー開催

当センターと能登里海教育研究所の共催で里海セミナーを「うみとさかなの科学館」(能登町)で開催しました。東海大学の庄司隆行教授に「魚の嗅覚のお話」という演題で、魚類や海産無脊椎動物の嗅覚系についての講演をいただきました。(2018.4.17)



### ▶ 金沢大学公開講座の開催

金沢大学サテライトプラザにて、当センターの教員 5 名による金沢大学公開講座「北陸で暮らすということ 1~北陸地方の成り立ちとその風土~」、「北陸で暮らすということ 2~空と海の環境汚染~」を各 3 回のシリーズで開催しました。(2018.5.12-6.23)



### ▶ サマースクール開催

当センター主催のサマースクールを臨海実験施設で開催しました。9名の留学生に対し、当センターの教員とリサーチプロフェッサーである Stephen B. Pointing 教授(イェール NUS カレッジ)による実習が行われました。(2018.7.2-6)



### ▶ 市民講演会「深海から宇宙まで」開催

金沢市海みらい図書館で、市民講演会「深海から宇宙まで」を開催しました。理工研究域地球社会基盤学系のジェンキンス ロバート助教による講演「海底に沈んだクジラがつくる生態系—鯨骨マンションに棲む生きもの—」と当センターの鈴木信雄教授による講演「宇宙で骨に効いた薬：メラトニンの骨に対する作用」が行われました。(2018.7.28)

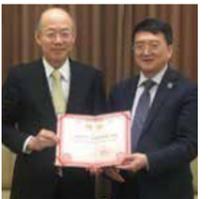
### ▶ ニュージーランド オークランド工科大学 応用生態学研究所との部局間交流協定締結

当センターはオークランド工科大学応用生態学研究所と部局間交流協定を締結しました。この協定を踏まえて、大気・海洋中における有害有機物と放射性核種の動態解析研究を促進していきます。(2018.4.11)



### ▶ 早川特任教授の瀋陽薬科大学客員教授任命

大気環境領域の早川和一特任教授が中国の瀋陽薬科大学の客員教授に任命されました。今後、講義等による教育への寄与が同教授に期待されています。(2018.4.24)



### ▶ 海とみらいと科学の日 2018 開催

金沢海みらい図書館が主催するイベント「海とみらいと科学の日2018」に当センターと能登里海教育研究所が協力しました。当センター臨海実験施設の教職員が、海のいきもの実験教室「エビのひみつ」、貝のミニ講座&貝がらクラフト、タッチプールなどを担当しました。(2018.6.24)



### ▶ ロシア交流事業留学生の授業と見学案内

金沢大学とロシアとの交流プログラムで来日中のロシア人留学生 14 名に、当センター連携部門の塚脇真二教授が北陸の地理や風土、自然災害などについての授業を提供しました。また、ロシア人学生たちのユネスコ世界遺産「白川郷・五箇山の合掌造り集落」の見学案内も同教授が担当しました。(2018.7.3-9)



## 新任教員の紹介

### New face

陸域環境領域 本田 匡人 助教



平成 30 年 4 月から附属植物園に着任しました本田匡人です。現在、ネオニコチノイド系農薬の環境汚染を研究テーマにしています。世界で広く使われているネオニコチノイド系農薬は、環境中の水や土壌、そして人間にも汚染が広がっていると考えられています。その環境汚染の実態把握と人間の健康への影響評価のために人間の尿を使ったバイオモニタリング、尿中のストレスマーカーを使ったリスク評価に関する研究、また環境サンプルや野生生物でのフィールド調査を行う予定です。特に金沢を主とした環日本海沿岸地域に根差した研究を行い、汚染状況のデータベース構築を目指しています。

### 環日本海環境研究センターニュースレター 第 7 号

発行：環日本海環境研究センター  
編集：環日本海環境研究センター広報委員会  
ニュースレター担当：関口俊男、小木曾正造

〒920-1192 石川県金沢市角間町  
電話：076-234-6830  
WEBサイト：http://www.ki-net.kanazawa-u.ac.jp/  
レイアウト・印刷：GoGraphics  
2018年7月31日発行