

# 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11月30日発行 第8号

- ① 研究紹介 1: 北海道大学 上田 宏
- ② 研究紹介 2: 陸域環境領域 西川 潮
- ③ 研究紹介 3: 大気環境領域 猪股 弥生
- ④ 書籍紹介
- ④ 部門紹介
- ④ ニュース

## 研究紹介 1 Report **トラフグの産卵回遊メカニズム**



上田 宏

金沢大学環日本海域環境研究センター連携研究員  
北海道大学名誉教授  
公益社団法人北海道栽培漁業振興公社技術顧問

回遊魚は、魚類約 3 万種のうち約 165 種と少ないですが、水産資源として重要な種が多く、また特定の産卵場に産卵回遊する種が多いです。海洋回遊魚のトラフグ (Tiger puffer) は、古くから我国独自の



トラフグ親魚

食文化を築いてきた一般の人にもなじみ深い重要な高級水産資源ですが、七尾北湾の特定の産卵場に回遊して産卵することはあまり知られていません。回遊魚の産卵回遊メカニズムが解明されているのは、太平洋サケ (Pacific salmon) のみです。太平洋サケは、稚魚が春に生まれた川 (母川) から降河する時に嗅覚により溶存遊離アミノ酸 (DFAA) 組成を母川のニオイとして記録 (刷り込み: imprinting) し、数年間の主にベーリング海での索餌回遊により成長し、親魚が夏に生殖腺の成熟開始が引き金となり視覚・磁気感覚により母川の近くまでナビゲーションし、秋に嗅覚により季節・年変動しない DFAA を識別・想起して回帰 (homing) する驚異的な能力を持っています。太平洋サケの母川記録・回帰メカニズムを解明してきた手法を応用し、環日本海域環境研究センター重点共同研究「七

尾湾におけるトラフグの産卵回遊メカニズムに関するプロジェクト研究」を行っています。

トラフグの産卵期 (5 月) と非産卵期 (10 月) に、臨海実験施設の鈴木信雄教授・小木曾正造主任技術職員と共に、七尾北湾のトラフグ産卵場と想定される地点 (Point 2, 3)、非産卵場 (Point 1)、および湾口 (Point 4) の表層・中層・低層から海水を採集しました。北海道大学地球環



七尾北湾における海水採集地点

境科学研究科の沖野龍文教授が、濾過海水の DFAA 組成を超高速液体クロマトグラフにより分析しました。その結果、産卵期の産卵場底層のみに高濃度のセリン (Ser) とグリシン (Gly) が検出されました。東海大学海洋学部の庄司隆行教授が、トラフグ



トラフグ産卵場のアミノ酸組成

未成熟魚のアミノ酸に対する行動を観察したところ、Ser と Gly には遊泳行動と水吹き行動を示す個体が出現しました。また、富山大学大学院理工学研究部の酒徳昭宏講師が、変性剤濃度勾配ゲル電気泳動を用いて海水と底質の微生物群集構造を分析しています。さらに、新潟大学理学部附属臨海実験所の安東宏徳教授が、トラフグ脳の生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン (GnRH) および記憶分子 (N-methyl-D-aspartate 型グルタミン酸受容体: NMDA 受容体) の mRNA 量をリアルタイム定量 PCR により分析しています。

最近、フグ毒であるテトロドトキシン (TTX) をトラフグ稚魚が嗅覚により受容し、神経機能に影響を及ぼす実験結果が報告されました。将来的に、①トラフグ親魚がどのような感覚機能 (視覚・磁気感覚・嗅覚) を用いて特定の産卵場に産卵回遊するのか、②トラフグ親魚の産卵回遊に伴い GnRH・NMDA 受容体はどのように変化するのか、③特定の産卵場に特有の環境因子 (DFAA・TTX・新規分子) は何か、④トラフグの稚魚・親魚は特有の環境因子を記録・想起するのか、を解明することを目指しています。トラフグの産卵回遊メカニズムが解明され、産卵場に特有の環境因子が同定され保全・整備する方策が分かれば、トラフグ資源を持続的に増産させることが出来るようになります。

## 竹バイオマスを活かした資源循環型農業

陸域環境領域 西川 潮

日本の多くの田園地帯では、過疎・高齢化が進み、農地の管理放棄と、集約農業の発展に伴う農業の多用といった拮抗する要因によって、里山生態系の劣化が進んでいます。里山の管理放棄は、竹林の拡大と、野生鳥獣の被害増加をもたらす、農林業の衰退に追い打ちをかけています。田園地帯の地域経済を再生するためには、里山の生態系サービス (自然のもたらす恵み) の利活用と農業が一体となった環境配慮型農業の構築が求められます。しかし、これまでの環境配慮型農業に関する研究は資源循環の観点から十分ではありませんでした。牛糞などの畜産系廃棄物や米糠などの植物系廃棄物を堆肥化した有機肥料が実用化されていますが、現時点では部分最適の技術です。コメづくりにおいて、肥料効果と抑草効果を同時に叶える効率的な資源循環型農法が必要とされています。

石川県羽咋市は、県内でも特に過疎・高齢化が進んでいる地域の一つです。羽咋市では、地方創成の一環として市と JA が連携し、自然栽培 (無農薬・無肥料栽培) の取り組みを進めています。自然栽培の主要農作物は水稻で、その取り組みの主な目的は、安全安心な食の生産、劣化した里地里山の環境再生、農村コミュニティの活性化にあります。しかし、除草剤に頼らないコメづくりでは、除草剤を使用する慣行栽培と比べてコメの収量が半分に減ります。無農薬のコメづくりの振興を図るうえで、水質や生物多様性保全に配慮しつつもコメの収量を増やす栽培法の確立が喫緊の課題です。

近年、西日本の里山を中心として放棄竹林の拡大が問題となっています。私たちの研究グループは、タケ類の窒素含有率の低さ (約 0.2%) と、畑作での土壌改良効果に着目し、この里山の未利用資源を粉砕して水田に施用することにより、コメの品質を損なわないマルチング資材 (覆い) または土壌改良剤として活用できないかと考えました。

2016 年に、羽咋市、JA はくい、株式会社カルイ、株式会社協和商会、金沢大学の産学官共同研究を通じて、羽咋市の自然栽培圃場の一角に実験枠 (3.6 m<sup>2</sup>) を設置し、

竹粉砕物の施用が、水田植物の生育、水稻の生育、コメの収量・品質に及ぼす影響に関する予備実験を開始しました。



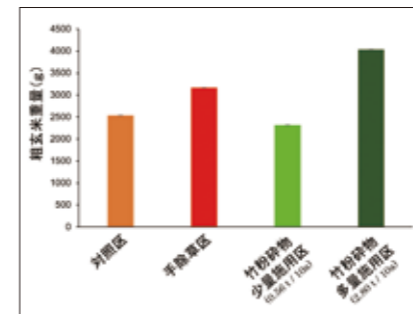
羽咋市の自然栽培圃場の一角に設置した実験枠 (各 3.6m<sup>2</sup>)

実験には、金沢大学角間キャンパスの里山ゾーンで伐採したモウソウチクを使用しました。枠実験の結果、竹粉砕物の多量施用



モウソウチクの粉砕風景

区 (2.80 t/10 a) では、対照区 (無施用区) と比べ、水田植物が少なく、水稻の生育が良く、コメの収量が 1.6 倍程度多くなりました (商ほか、2017 日本生態学会発表)。

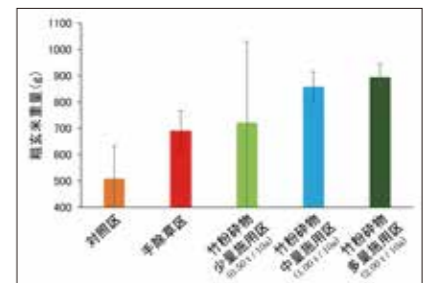


枠実験の 4 つの処理区 (各 3 反復) における実験枠当たりのコメの収量 (平均値 ± 1 標準誤差)

次に、金沢大学環日本海域環境研究センター植物園に造成した実験圃場 (30 m<sup>2</sup>) を用いて、より大きな空間スケールで竹粉砕物の施用効果を検証しました。圃場実験の結果、竹粉砕物の施用による水田植物の抑草効果は認められませんでした。竹粉砕物の中量施用区 (1.00 t/10 a) と多量施用区 (2.00 t/10 a) では、対照区と比べ、コメの収量が 1.6 ~ 1.8 倍高くなりました (Shang *et al.*, 2017)



環日本海域環境研究センター植物園に造成した 16 枚の実験圃場 (各 30m<sup>2</sup>)



圃場実験の 5 つの処理区 (各 3 反復) における 15 稲株あたりのコメの収量 (平均値 ± 1 標準誤差)

PAWEES 国際会発表; 商ほか、2018 日本生態学会発表)。

以上より、無農薬のコメづくりにおいて、竹粉砕物はマルチング資材よりは、土壌改良剤として効果的であることが分かってきました。しかし、抑草効果は実験を行った空間スケールで結果が異なったことから、そのメカニズムについては慎重に検討する必要があります。竹粉砕物の適正施用量の検討とコメの収量の安定性については、現在、住友財団環境研究助成 (2018 年 11 月 ~ 2019 年 11 月) を受けて研究を進めているところです。今後、私たちの研究グループは、水・土・稲の無機物の動態を調べることで、竹粉砕物を施用することによってコメの収量が増える科学的メカニズムを解明するとともに、これらの施用が水田の生物多様性に与える影響についても明らかにしたいと考えています。また、社会科学の研究者と連携して、竹バイオマスを活用した資源循環型農業を普及させるための社会経済制度の設計も進めていく予定です。

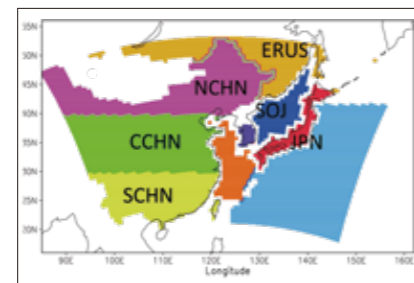


## 地球環境における物質循環；大気汚染から気候変動まで

大気環境領域 猪股 弥生

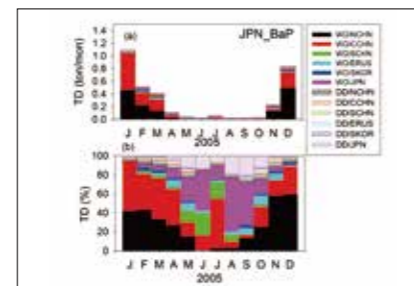
私たちがとりまく大気環境では、酸性雨、光化学オキシダント、微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）の越境輸送、地球温暖化、オゾン層の破壊、さらには2011年の福島第一原子力発電所から漏洩された放射性物質などによる問題が次々とおきています。これらの環境問題の要因は、大気中に放出された人為起源物質であると考えられています。私は、大気中の気体や粒子状物質の物理計測や化学成分測定、放射性核種や安定同位体などを用いたデータ解析、数値シミュレーション等を用いて、地球規模における物質循環について、ヒトへの健康影響評価や気候変動等を含めた総合解析を行っています。今回は、数値シミュレーションについて簡単に説明したいと思います。“数値シミュレーションとは何か”ということですが、大気中に存在する気体や粒子状物質の濃度を計算で求めることです。近年、テレビなどでPM<sub>2.5</sub>の濃度分布や黄砂飛来の予測を見かけることが多くなりました。これが、数値シミュレーションで計算された結果になります。大気中微量成分の濃度は、大きく発生、輸送、反応、沈着の4つの物理化学過程で決まります。これらには、(1)粒子やそのもととなる気体（前駆物質）が大気中に放出され、(2)風に乗って運ばれたり地表面付近の乱流などで混ぜられ、(3)気体が粒子になったり、気体が粒子に取り込まれたり、粒子同士がくっついたりし、(4)地面、建物、植物などの表面に沈着あるいは雨粒に取り込まれて落下することで大気から取り除かれるプロセスがあります。これらを数式化し、計算機を用いて物質の濃度を計算していきます。さらに自動化して定期的に行うのが数値予測システムとなります。PM<sub>2.5</sub>の中に含まれる多環芳香族炭化水素（PAH）の数値シミュレーションを用いた研究（Inomata *et al.*, 2017）を紹介したいと思います。PAHにはベンゾ[a]ピレン（BaP）など発がん性を有する物質があると言われており、大気汚染物質のヒトへの健康影響が懸念されています。そのため、PAHの発生源はどこか？PAHは大気中をどのように輸送されるのか？その濃度は？どこにどれくらいの量が沈着されるのか？

等、地球規模での循環やヒトへの健康も含めた評価が求められています。PAHは化石燃料の燃焼などによって大気中に放出されるといわれており、東アジアは世界でも有数のPAH排出地域であると考えられています。そこで、北東アジアを6つの領域に分けて（中国北部（NCHN）、中国中央部（CCHN）、中国南部（SCHN）、極東ロシア（ERUS）、韓国（SKOR）、日本（JPN））、東アジアの各地域から排出されたPAHの湿性沈着量（降水により大気から地表へ除去）と乾性沈着量（重力沈降により大気から地表へ除去）の季節変化や時空間変動を定量的に評価しました。



発生源寄与解析のドメイン

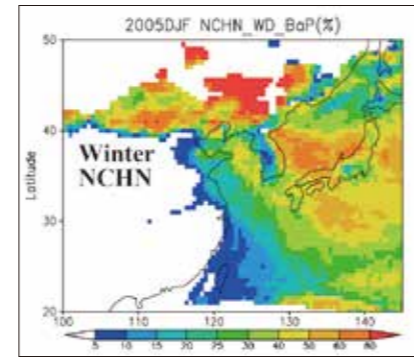
PAH湿性沈着量は、全沈着量（湿性+乾性沈着量）の50~90%を占めており、湿性沈着がPAHの大気からの除去プロセスとして重要であることがわかりました。ここでは日本におけるBaPの湿性・乾性沈着量の季節変動を示します。日本への冬~春季の



各発生ドメインからの日本へのBaP湿性（WD）・乾性（DD）沈着量（a）とその寄与率（b）

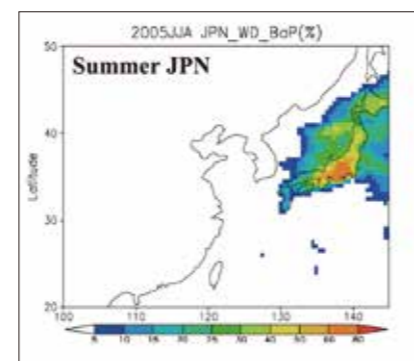
BaP沈着量は、中国北部・中央部からの湿性沈着の寄与が70%を超えていました。また、夏季には日本国内発生源からの湿性沈着の寄与が大きい（30~40%）ことが明らかになりました。次にBaPの湿性沈着について、発生地域からの寄与率の水平分布を示します（紙面の都合上、乾性沈着の水平分布については割

愛いたします）。冬季、日本及び日本海へ沈着するBaPは、中国北部起源のものが多く（乾性沈着 日本 54%、日本海 67%；湿性沈着 日本 52%、日本海 60%）、次いで中



冬季におけるNCHNからのBaP湿性沈着量の寄与率

国中央部（乾性沈着 38%、26%；湿性沈着 43%、33%）でした。夏季には、アジア大陸の各ドメインで発生したBaPの越境輸送による日本への沈着量の寄与率が少なくなり、日本国内発生源からの寄与率が多くなりました（乾性沈着 79%；湿性沈着 51%）。日本海へのBaP湿性沈着については中国北部（20%）、中央部（35%）、極東ロシア（21%）の寄与も大きいことがわかりました。乾性沈着による日本海へのBaP沈着量については、日本から排出されたBaPに加えて、極東ロシアや韓国の寄与が、それぞれ50%、10%であると見積もられました。



夏季におけるJPNからのBaP湿性沈着量の寄与率

### 【引用文献】

Inomata *et al.* (2017). *Environ. Sci. Technol.* **51**, 7972-7981.

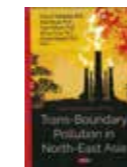
## 多環芳香族炭化水素類の挙動と毒性、及び極東アジアの越境汚染に関する近刊図書の紹介

大気環境領域 早川 和一



**Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Environmental Behavior and Toxicity in East Asia**  
19章, 274頁, Springer Nature, 2018年2月  
ISBN 978-981-10-6774-1 / 定価: 278.98 ユーロ

早川 和一 著



**Trans-Boundary Pollution in North-East Asia**  
11章, 287頁, Nova Science Publishers, 2018年8月  
ISBN 978-1-53613-742-2 / 定価: 195.00 USドル

早川 和一・長尾 誠也・猪股 弥生・井上 睦夫・松木 篤 共著

発がん性 / 変異原性の他、内分泌かく乱作用や活性酸素種過剰産生作用などがあり最近大気汚染物質として注目を集めている多環芳香族炭化水素類の基礎から汚染の現状・将来予測、毒性に関する最新研究や法規制の現状までを網羅してわかり易く解説。特に東アジアの汚染に関する最新の英文書籍。執筆者には金沢大学環日本海域環境研究センターの研究者5人が含まれる。

金沢大学環日本海域環境研究センターの研究成果を中心に、世界が大きな関心を寄せている極東アジアの大気と海の越境汚染問題について、アジア大陸からの酸性雨、PM<sub>2.5</sub>、バイオエアロゾルや多環芳香族炭化水素類だけでなく、日本海の高油、POPs汚染や放射性物質についても、最新の研究をわかり易く解説した初めての英文書籍。

## 部門紹介 Department reorganisation

### 連携部門の改組－国際ネットワークのさらなる強化へむけて－

当センター連携部門は、環日本海域を中心としながらも東アジア全域での情報の交換や収集、維持管理を進めるとともに、国際研究ネットワークの構築とその維持・発展を支援し、国内外へ情報を広く発信することを狙って設置されました。これに加えて環日本海域という地政学的に重要な地域での文理融合型学際的研究の振興をはかり、学生や大学院生の国際化教育を支援するという任務もあります。今年度で第50号となる学術雑誌「日本海域研究」の出版母体でもあります。このような設置の目的をさらに強化すべく、2018年1月の改組によって当部門に塚脇真二教授が専任として、また長谷部徳子教授と唐寧准教授が兼任として再配置されました。



連携部門主催の国際テーマシンポジウム  
「近現代における環日本海域の農村社会環境の特質」  
(2018年2月23日、金沢大学サテライトプラザ)

## ニュース News information

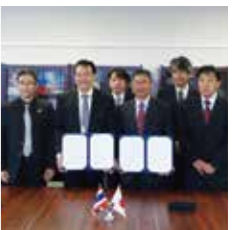
### ▶カンボジアのアンコール世界遺産での海外インターンシップ

学生の国際化教育支援として、カンボジアのアンコール世界遺産での海外インターンシップを公立小松大学とともに主催しました。参加した8名の学生たちは、カンボジア国立アンコール遺跡整備機構での環境保全や地域社会支援、観光誘致などの世界遺産の維持管理業務に2週間従事しました。(2018.8.19-9.2)



### ▶タイ国立遺伝子生命工学研究センターとの部局間交流協定締結

金沢大学環日本海域環境研究センターはタイ国立遺伝子生命工学研究センターと部局間交流協定を締結しました。この協定をふまえて、海洋生物資源の持続・発展可能な生産に向けた調査・研究を核とした海洋関係の研究を実施します。(2018.10.25)



### 環日本海域環境研究センターニュースレター 第8号

発行：環日本海域環境研究センター  
編集：環日本海域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11月30日発行