

日本陸水学会 第84回大会
金沢大会

要 旨

JSLIM84 conference in Kanazawa
Abstract

2019年9月27日(金) - 30日(月)

September 27-30, 2019

金沢大学角間キャンパス / 石川県文教会館

Kanazawa University Kakuma Campus / Ishikawa Prefectural Bunkyo Hall

目次

・	大会スケジュール	1
・	公開講演会	2
・	1日目（自由集会）	5
・	2日目（一般講演）	9
・	2日目（課題講演）	31
・	2日目（ポスター発表）	58
・	2日目（高校生ポスター発表）	86
・	4日目（一般講演）	96
・	4日目（課題講演）	110
・	4日目（ポスター発表）	125
・	企業広告	156

大会スケジュール / Meeting schedule

	時間	行事	会場
9月27日 (金)	10:00~12:00	拡大幹事会	E会場
	13:00~15:00	企画委員会	E会場
	13:00~15:00	英文誌編集委員会	F会場
	13:00~15:00	和文誌編集委員会	G会場
	15:00~17:00	自由集会: 日本陸水学会若手の会 2019“若手研究者に学ぶアウトリーチ技術(プレゼンテーション・論文執筆編)”	A会場
	15:00~17:00	自由集会: 湿原の長期モニタリング	B会場
	15:00~17:00	自由集会: 閉じられた汽水域の課題と保全策を陸水学的に考える	C会場
	15:00~17:00	自由集会: 陸水物理学会自由集会	D会場
	16:00~19:00	評議員会	F会場
9月28日 (土)	9:00~11:15	一般講演(審査対象)	A会場
	9:00~11:45	課題講演:(T-2)陸水圏における放射性物質の分布と長期動態	B会場
	9:00~18:00	ポスター(一般・審査対象)発表	ポスター&展示会場
	9:00~18:00	企業展示	ポスター&展示会場
	12:00~18:00	高校生ポスター発表	ポスター&展示会場
	13:00~14:30	ポスター(審査対象)コアタイム	ポスター&展示会場
	13:00~14:00	高校生ポスターコアタイム	ポスター&展示会場
	14:30~17:00	一般講演(審査対象)	A会場
	14:30~16:30	課題講演:(T-1)湿原の生物多様性と洪水影響	B会場
	16:45~18:00	課題講演:(T-3)陸水を介した森・川・海つながり(3)	B会場
	17:00~17:30	高校生ポスター授賞式	ポスター&展示会場
9月29日 (日)	8:30~12:00	エクスカーシオン	別途記載
	13:00~17:00	公開講演会「北陸の陸水環境と歴史・人の営み」	石川県文教会館
	18:00~20:00	懇親会	KKRホテル金沢 3F 鳳凰の間B
9月30日 (月)	9:00~12:00	一般講演	A会場
	9:00~12:15	一般講演	B会場
	9:00~12:00	企業展示	ポスター&展示会場
	9:00~12:00	ポスター(一般・審査対象)発表	ポスター&展示会場
	10:00~11:30	ポスター(一般)コアタイム	ポスター&展示会場
	13:30~15:00	学会賞授賞式・受賞講演	A会場
	15:00~15:30	授賞式(審査対象講演)	A会場
	15:30~16:30	総会	A会場

日本陸水学会 第 84 回大会 金沢大会

公開講演会

「北陸の陸水環境と歴史・人の営み」

2019 年 9 月 29 日（日）

場所：石川県文教会館ホール

共催：金沢大学 環日本海域環境研究センター

後援：北國新聞社

プログラム

開始時間	
13:00	開会挨拶 長尾誠也（金沢大学・日本陸水学会金沢大会 会長）
13:05	「北陸の降雪・積雪・融雪水」 竹井 巖（北陸大学 元教授）
13:35	「兼六園と辰巳用水—加賀藩の水利と現在—」 本康宏史（金沢星稜大学 教授）
14:05	「河北潟レッドデータブックに綴られた河北潟干拓 50 年の変遷」 高橋 久（河北潟湖沼研究所 理事長）
14:35	休憩（20 分）
14:55	「水生昆虫（コウチュウ目、カメムシ目）からみた石川県の陸水環境」 渡部晃平（石川県ふれあい昆虫館 学芸員）
15:25	「加賀平野の潟湖と水生植物」 永坂正夫（金沢星稜大学 教授）
15:55	「北潟湖堆積物にみる環境変動と災害」 長谷部徳子（金沢大学 教授）
16:25	パネルディスカッション「北陸の陸水環境の現状認識と今後の研究・活動への展望」
16:55	閉会挨拶 中野伸一（京都大学・日本陸水学会 会長）

講演会概要

北陸は年間を通じて豊かな降水に恵まれ、とくに冬の降雪は気温との絶妙なバランスの下、積雪・融解が北陸の里山里海をタイムリーに潤します。一方、近年の温暖化や人間活動による様々な環境への影響から逃れられるものではなく、陸水環境への影響が懸念されています。この講演会では、恵まれた北陸の陸水環境を歴史的にどのように利用してきたか、環境変動の影響がどのように現れているか等に関して、地元の行政関係者・研究者からの講演を企画しました。

講演に続くパネルディスカッションでは、北陸の陸水環境の現状について共通の認識の醸成をめざし、研究・活動への展望について議論します。

講演要旨

「北陸の降雪・積雪・融雪水」

竹井 巖（北陸大学）



北陸地域は、温帯に属しながらも世界有数の豪雪地域として知られています。これは、冬期間の北西季節風、冬期でも 15℃の対馬暖流、脊梁山脈の一部をなす白山・立山の存在という地理的条件によってもたらされます。この山岳地に降り積もった雪がゆっくりと融けて地表水・地下水となり、北陸には豊かな水環境が形成されます。

「兼六園と辰巳用水—加賀藩の水利と現在—」

本康 宏史（金沢星稜大学）



石川県の県都金沢は、「加賀百万石」の城下町として、今日も伝統的な文化をよく残す歴史都市として知られます。とくに、金沢城を中心とした旧城下は犀川・浅野川、そして街中を流れる用水が豊かな景観を形成しています。報告では、兼六園の「水泉」を支える辰巳用水の役割をはじめ、加賀藩の水利と現在について紹介します。

「河北潟レッドデータブックに綴られた河北潟干拓 50 年の変遷」

高橋 久（河北潟湖沼研究所）



NPO 法人河北潟湖沼研究所は県内の野生生物の専門家やナチュラリストなどの協力を得て、2013 年に河北潟レッドデータブックを刊行しました。河北潟干拓事業から 50 年間の河北潟の自然と野生生物の変遷をとりまとめ、河北潟で絶滅の恐れのある野生生物「河北潟レッドリスト」を掲載した本書の内容について紹介します。

「水生昆虫（コウチュウ目、カメムシ目）からみた石川県の陸水環境」

渡部 晃平（石川県ふれあい昆虫館）



石川県には、世界農業遺産に認定された「能登の里山里海」を中心とした豊かな陸水環境が残されているため、多くの絶滅危惧種を含む水生生物が残存しています。ここでは水生昆虫（コウチュウ目、カメムシ目）にスポットを当て、石川県の陸水環境について概観するとともに、その生息および分布状況について紹介します。

「加賀平野の潟湖と水生植物」

永坂 正夫（金沢星稜大学）



加賀平野には河北潟、今江潟、木場潟、柴山潟など、かつては豊かな水生植物群落を保持する潟湖がありました。これらの潟湖は干拓事業や土地改良に伴って元の姿から大きく改変され、これに伴い水生植物相も大きく変わっています。これまでの潟の水生植物相の変遷を紹介しつつ、これからの潟の保全を考えます。

「北潟湖堆積物にみる環境変動と災害の記録」

長谷部 徳子（金沢大学）



石川・福井の県境に位置する北潟湖の堆積物から過去約 1500 年間の環境記録を読み取りました。江戸時代には牡蠣の養殖が行われていたことが知られていますが、その時期の堆積物には牡蠣殻が多く含まれていました。他にも当時の人為的な地形改変によるものと思われる水質変化や、火山活動、津波や高波などの痕跡について紹介します。

1 日 目

(2019 年 9 月 27 日)

自由集会

1日目 9/27 (金) 15:00~17:00 自由集会 / Workshops

開始時間	自由集会名	会場
15:00	1. 日本陸水学会若手の会 2019 “若手研究者に学ぶアウトリーチ技術（プレゼンテーション・論文執筆編）” 企画者：大竹裕里恵（東京大学）・坂田雅之（神戸大学）・永田広大（東京大学）・丸岡奈津美（東北大学）	A会場
15:00	2. 湿原の長期モニタリング 企画者：廣田 充（筑波大学・生命環境系）	B会場
15:00	3. 閉じられた汽水域の課題と保全策を陸水学的に考える 企画者：永坂正夫（金沢星稜大学）	C会場
15:00	4. 陸水物理学会自由集会 企画者：網田和宏（秋田大学大学院理工学研究科システムデザイン工学専攻）	D会場

自由集会

1. 日本陸水学会若手の会2019

“若手研究者に学ぶアウトリーチ技術(プレゼンテーション・論文執筆編)”

企画者:大竹裕里恵(東京大学)・坂田雅之(神戸大学)・永田広大(東京大学)・丸岡奈津美(東北大学)

趣旨:今年度の若手の会では、主に若手学生を対象に、研究アウトリーチのノウハウを学ぶこと、研究交流を通じ陸水学関連研究の視野を広げることを目的に集会を行います。今回は、現在、陸水学並びに生態学・微生物生態学・環境学など複数の分野にて最前線で研究をなさっている若手研究者のお二人、松岡俊将さん・松崎慎一郎さんをお招きし基調講演を頂きます。基調講演では、お二人にプレゼンテーション並びに論文執筆についてのアドバイスを頂きます。その後、“わかりやすい研究紹介の実践例”を兼ね、お二人にご自身のご研究を紹介頂きます。集会後には、懇親会にて参加者間の研究交流を図ります。

論文執筆や研究発表について悩みを抱えている学生、陸水学の研究を幅広く知りたい方など、若手学生から自称若手の皆様までどなたでも歓迎致します。気軽なご参加をお待ちしております。

基調講演者:松岡俊将(兵庫県立大学大学院シミュレーション学研究科)「水から見る菌類の多様性」、松崎慎一郎(国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター)「若手陸水研究者のための論文執筆TIPS」

2. 湿原の長期モニタリング

企画者:廣田 充(筑波大学・生命環境系)

趣旨:生態系の長期モニタリングの重要性は、今や誰でも知るところである。長期モニタリング無しには、遷移のような内在的リズム、陸水環境での報告が相次ぐレジームシフト、そして環境変動が生態系に及ぼす影響などを正しく理解することができない。そのため、長期モニタリングは、生態系研究の根幹を成すアプローチの一つといえる。しかし、長期モニタリングは長期にわたって労力と時間を要するうえに、業績の生産性が不高くないため予算獲得が難しいという課題がある。一方、長期モニタリング等によって得られるデータそのものに学術的価値を見い出そうとする動きも活発化してきている。このような背景から、この自由集会では湿原の長期モニタリングにフォーカスをあてる。この自由集会では、1950年から現在に至るまで定期的に学術調査が行われている尾瀬ヶ原での研究事例を基にこれまでの研究・観測から明らかになったこと、および今後の湿原における長期モニタリングのあり方について討論する。

3. 閉じられた汽水域の課題と保全策を陸水学的に考える

企画者:永坂正夫(金沢星稜大学)

趣旨:淡水の調整池となった汽水湖や内湾、河口堰で分断された大河川など、各地の汽水域はさまざまな目的で改変されてきた。各地の水域の生態系の現状と今後改善すべき課題を持ち寄ることで、どのような保全策を検討し進めるべきか陸水学的な視点でもって考えたい。

4. 陸水物理学会自由集会

企画者:網田和宏(秋田大学大学院理工学研究科システムデザイン工学専攻)

趣旨:本年度より研究会から学会へと名称を改めた陸水物理学会の今後の活動予定に関する打ち合わせ、2019年陸水物理学会信州大町大会の準備状況に関する連絡と打ち合わせおよび年1回発行する会誌の編集状況などに関する連絡、意見交換などを行います。

2 日 目

(2019 年 9 月 28 日)

一般講演

開始時間	A会場 (自然科学本館 103 講義室)
9:00	2A-01* 九州での湧水と河川水中でのケイ酸の化学種分布 (化学) *朴 紫暎・杉山 雅人 (京大院・人環)
9:15	2A-02* 深部地下水中の溶存有機物の簡易特性評価 (化学) *望月陽人・笹本広 (原子力機構)・生垣加代子 (東レテクノ (株))
9:30	2A-03* 陸水中に存在する各種ホスホン酸および亜リン酸の定量 (化学) *辻一真 (滋賀県大院・環境科学)・丸尾雅啓 (滋賀県大・環境科学)・小畑元 (東大・大気海洋研)
9:45	2A-04* 堆積物中のアオコ毒素 Microcystin 定量法の確立 (化学) *北澤太朗・朴虎東 (信州大院・理工)
10:00	2A-05* 汽水湖中海における夏季の亜硝酸蓄積に関する研究 (化学) *加藤季晋 (島根県・保環研)・橋田一輝・山口剛 (松江高専)・清家泰 (島根大・EsReC)
10:15	2A-06* ダム湖表層におけるヒドロキシルアミンの生成に関する研究 (化学) *引野愛子 (島根大・総理)・加藤季晋 (島根県保環研)・管原庄吾 (島根大・総理)・大谷修司 (島根大・教育)・林昌平 (島根大・生資)・江川美千子 (島根大・総理)・清家泰 (島根大・EsReC)
10:30	2A-07* 長崎県島嶼における水環境の地域特性(2) (地理) *矢巻剛・猪狩彬寛・浅見和希・堀内雅生 (法政大・院)・小寺浩二 (法政大・地理)
10:45	2A-08* 房総谷戸田におけるフルボ酸が水稻栽培に及ぼす影響 (生物) *内藤瑞季・矢沢勇樹 (千工大・工)
11:00	2A-09* Application of bamboo biomass resources in agrochemical-free rice farming: effects on Odonata diversity (生物) *Thien Quang Huynh (Kanazawa Univ.), Masayuki K. Sakata (Kobe Univ.), Ryohei Nakao (Kobe Univ.), Shinya Nomura, Masfiro Lailati (Kanazawa Univ.), Toshifumi Minamoto (Kobe Univ.), Nisikawa Usio (Kanazawa Univ.)

開始時間	A会場 (自然科学本館 103 講義室)
14:30	2A-10* 矢作川中流のダム下流域に繁茂するコケ植物の分布 (生物) *内田朝子(豊田市矢作川研究所)・山田佳裕(香川大・農)
14:45	2A-11* 植物プランクトンの変動メカニズムは時間変化するか：分類階級間の比較 (生物) *石川佳穂(東北大院・生命)・池田将平(滋賀県琵琶研セ)・一瀬諭(滋賀県琵琶研セ)・長田穰(東北大院・生命)・川津一隆(東北大院・生命)・京極大助(龍谷大・農)・古田世子(滋賀県琵琶研セ)・近藤倫生(東北大院・生命)
15:00	2A-12* 諏訪湖産水草ヒシ <i>Trapa japonica</i> の滲出物とそのアレロパシー作用の解明 (生物) *土屋俊雄(信州大院・理工)・舩山啓(信州大院・理工)・丸山あい(信州大・理)・二木功子・朴虎東(信州大・理)
15:15	2A-13* モンカゲロウ Ephemera 属のカゲロウ 3 種における流程分布の状況と環境 (生物) 要因との関係性 *岡本聖矢(信州大・理)・東城幸治(信州大・理)
15:30	2A-14* 環境 DNA メタバーコーディングによる希少淡水魚ゼニタナゴと関連生物の (生物) 探索 *坂田雅之(神戸大・院・発達)・土居秀幸(兵庫県立大・院・シミュレーション学研究科)・真木伸隆(パシフィックコンサルタンツ(株))・上田夏希(パシフィックコンサルタンツ(株))・杉山秀樹(秋田県立大学)・源利文(神戸大・院・発達)
15:45	2A-15* 生物的/非生物的ストレスによるミジンコの濾過スクリーン面積の変化 (生物) *福島侑樹(富山県立大・院)・坂本正樹(富山県立大・工)
16:00	2A-16* ヒシによるイカダモ-ミジンコ間相互作用への影響 (生物) *西村親良(富山県立大・院)・坂本正樹(富山県立大・工)
16:15	2A-17* 溪流昆虫はリターパッチを万遍なく利用するか？：密度-面積関係の形成に (生物) おける意義 *永田広大・加賀谷隆(東京大学大学院・農学生命科学)
16:30	2A-18* 琵琶湖北湖におけるバクテリア生産の空間異質性 (生物) *土屋健司・富岡典子・小松一弘・高津文人・今井章雄・佐野友春(国環研)・早川和秀・永田貴丸・岡本高弘・尾原禎幸(琵琶研セ)
16:45	2A-19* 大水深湖に生息する細菌の系統地理的パターンの解明 (生物) *岡崎友輔(産総研・生物プロセス)・藤永承平(京大・生態研)・田中敦(国環研)・高津文人(国環研)・大八木英夫(南山大)・中野伸一(京大・生態研)

，朴"紫暎・杉山"雅人（京大院・人環）

1. はじめに

ケイ酸の重合反応には、3) 単量体と単量体 (O/O 反応)、4) 単量体と重合体 (O/R 反応)、5) 重合体と重合体 (R/R 反応) の 5 つの経路があると知られている (Vctwcpk3; ;)。この反応は、温度・rJ・共存物質・イオン濃度など色々な要因により影響を受けるとされる (Flgv gnl4222)。"

溶存ケイ酸は環境水中で通常は単量体として、208" o o qnlN の濃度で存在する (I qvrlgd"gv'cn04234)。しかし、九州地方ではこの一般的濃度より高い値を示す湧水、または河川が多く散在している (Kj kdcuj k' gv'cn04234)。"

したがって、本研究では、302" o o qnlN 以上の高濃度の溶存ケイ酸を有する湧水 33 箇所と河川 33 箇所を対象として、その濃度分布や重合体ケイ酸の存在の有無について調査を行った。

2. 試料採取と各ケイ酸種の測定

湧水と河川水は、現地で 206"Uo のメンブレンフィルターを用いてろ過した。その後、ろ液に J P Q₅ を添加し、その濃度を 204"P とした。研究室への試料の運搬は冷暗の条件下で行った。

rJ は一部の温泉水由来の湧水 (湧水 6 と 33、35) を除いて、全部 rJ '80 "q": 04 の範囲の中性であった。"

各ケイ酸種の測定について、モリブデン酸反応性ケイ酸 (単量体から五量体まで、OUk) はモリブデンプルー法を、全溶存ケイ酸 (VUk) は誘導結合プラズマ発光光度計 (KER/CGU) を用いて測定を行った。重合体ケイ酸 (RUk) の濃度は、VUk の濃度と OUk の濃度の差とした。

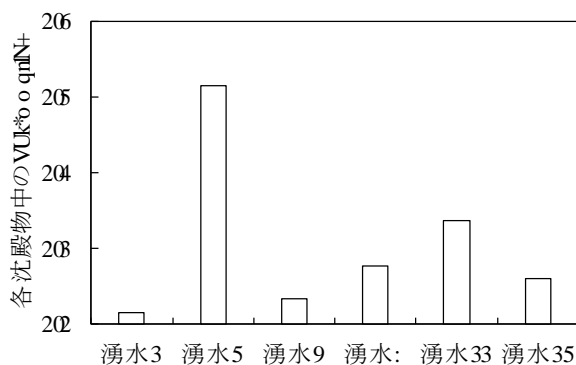
3. 測定結果と考察

湧水と河川水の試料は採水してから 5 日以内に測定を行った。その結果、河川水全域で RUk は検出されなかったが、湧水からは RUk の溶存が確認された。RUk が検出された湧水の VUk 濃度範囲は、208" q" 505" o o qnlN となっており、単量体ケイ酸の溶解度以下でも 208" o o qnlN 以上の RUk が存在していた。また、湧水を一週間放置した後、再び測定をした結果、RUk が増加する現象が現れた。

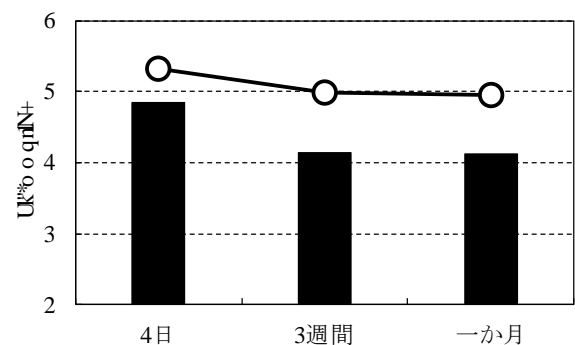
しかし、このとき VUk 濃度も減少したため、これらの試料 (すでにろ過されているろ液) を再び 206" Uo のメンブレンフィルターを用いてろ過した。その後、沈殿物には試料溶液と同体積の 203" o o qnlN の MQJ を添加し沈殿を溶解させてから VUk 濃度を測定した。"その結果、沈殿物から 2"q" 205" b o qnlN の VUk が検出された (Hi 0'3)。これは、ろ過を行った後でもケイ酸の重合反応が進み、206" Uo より大きい重合体を形成したことを意味する。

また、Hi 0'4 に示されている湧水 5 のろ液の OUk と VUk の濃度変化を見ると、OUk と VUk の濃度は一週間後まで急激に減少した後、安定に維持されることが分かった。他の湧水でも同様な傾向が示された。"

したがって、湧水中ケイ酸の重合反応は、一週間までは OUk と VUk がともに減少し、RUk と沈殿態が増加するため、O/O と O/R の重合反応が優勢になると考えられる。しかし、一週間後からは OUk と VUk の濃度は維持される反面、再ろ過による 206" Uo 以上の沈殿態 (RUk) の存在が確認されたため、R/R 反応が主要重合反応になると考えられる。



Hi 0'3" 各湧水の再ろ過後の沈殿物中の VUk の濃度"



Hi 0'4" 時間の経過による湧水 5 のろ液中の OUk (■) と VUk (○) の濃度変化"

, 望月陽人, 笹本広 (原子力機構), 生垣加代子 (東レテクノ (株))

1. はじめに

天然水中の溶存有機物 (FQO), なかでも腐植物質は, 重金属や多環芳香族炭化水素と錯体を形成し, その分布や動態を支配する。また, FQO はアクチノイドなどの放射性核種とも錯体を形成し, 核種の移行挙動に影響を及ぼす可能性があることから, 高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全評価においても考慮すべき物質である。

国内外での地層処分に係る深部地下水調査では, 数千 N の地下水から分離精製した腐植物質に対して, その特性や核種との錯形成能が評価されてきた (Ct\kpi gt"gv'crl"4222≠長尾ら."422; ≐Vgtcuj ko c"gv'crl"4234)。しかし, このような手法による試料の処理には多大な時間と労力を要するうえ, 地下水量の確保が難しい地域では適用が困難である。このため, 少量の水試料からでも有機物の特性を簡易に評価できる手法の確立が必要である。

本研究では, 少量の試料量で FQO の特性評価が可能と考えられる複数の分析方法を, 北海道・幌延地域の地下水および地表水に対して適用した。得られた結果は, 数千 N の地下水から分離精製された腐植物質の既往分析結果と比較した。また, 地下水の FQO 特性と地質環境との関係性について考察した。"

2. 材料と方法

試料採取は, 日本原子力研究開発機構幌延深地層研究センターの地下研究施設において実施した。深度 362'o 調査坑道および 472'o 調査坑道のボーリング孔から声間層 (珪藻質泥岩) の地下水を, 572'o 調査坑道のボーリング孔から稚内層 (珪質泥岩) の地下水を採取した。また, 立坑の坑壁から染み出した地下水を, 集水装置を利用して採取した。さらに, センター周辺の河川 (清水川) の水を地表水として採取した。各試料水の採取量は 3'N であった。

試料水に対して, 全有機炭素 (VQE) および溶存態有機炭素 (FQE) 分析, 三次元蛍光分析 (GGO), ゲル浸透クロマトグラフィー紫外可視分光/全炭素検出分析 (I RE/WXIVE) およびイオンクロマトグラフィー (KE) を適用した。

3. 結果と考察

地下水の三次元蛍光スペクトルは, 腐植物質に特有な 4 つのピーク (Gz0G0 0'?"45215: 2"po 付近, 53715: 2'po 付近) を示し, 採水深度によらず類似していた (図 3)。これら試料のスペクトルは, 幌延の地下水から分離精製された腐植物質のもの (Vgtcuj ko c"gv'crl"4234) と同様の特徴を有していた。一方, 地表水には 3 つのピーク (Gz0G0 0'?"4721672"po 付近) しか認められず, 地下水とは異なるスペクトルを示した (図 3)。

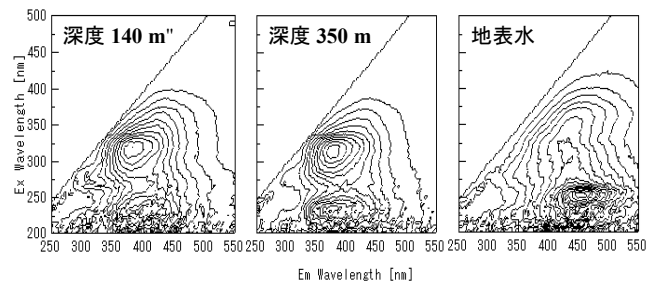


図 3 地下水・地表水の三次元蛍光スペクトル"

地下水試料では, I RE/WX に 3 つ, I RE/VE に 4 つのピークが認められた。I RE/WX のピークは, I RE/VE の一方のピークとほぼ同じ保持時間を示した。また, このピークの推定見掛け分子量は 3.422 ~ 4.222'Fc であり, 深度とともに減少する傾向を示した。これらの結果は, 幌延の地下水から分離精製された腐植物質の既往分析結果 (72' 以上が>"5.222" Fc."地表の腐植物質より低分子量≐Mko wtq" gv' crl"423;) と矛盾しない。GGO の結果もふまえると, 幌延地下水中の FQO は主に腐植物質からなることが示唆される。なお, I RE/VE のもう一方のピークは, 低分子量有機物または無機炭素に起因すると考えられる。

さらに, 一部の試料のギ酸濃度が 26'o i IN, 酢酸濃度が 28'o i IN であることが, KE により示された。これら低分子量有機物の濃度を合わせても, 試料の FQE 濃度 (34~56'o i IN) の数' 程度であり, FQO における低分子量有機物の寄与は小さいといえる。"

講演ではこのほか, 上記の分析結果から得られた複数のパラメータについて, その鉛直分布や地質環境との関連性を議論する予定である。

辻 一真 (滋賀県立大院・環境科学), 丸尾雅啓 (滋賀県立大・環境科学)

小畑 元 (東京大・大気海洋研)

1. はじめに

ホスホン酸及び亜リン酸の代謝は、リンの生体内循環過程の一部に含まれるという見方が強まっている。

リン制限下にある西湖*山梨県+の表水層では、シアノバクテリアによるメチルホスホンの代謝が原因と考えられるメタン極大層の形成が確認されている。リン制限下湖沼において、バクテリアによりホスホン酸が普遍的に利用されている可能性が高い。これまで、水中のホスホン酸を正確に定量した報告はなく、亜リン酸も一部の河川や富栄養湖水中における報告のみである。本研究では天然水中に存在するメチルホスホン酸及び亜リン酸の高感度定量法を開発し、河川水、湖水等の分析を試みた。また、メチルホスホン酸以外にも、メチルホスホン酸の前駆体物質である4/ヒドロキシエチルホスホン酸やエチルホスホン酸の高感度定量法開発を試みた。"

2. 材料と方法

イオンクロマトグラフィーを用いて、リン制限下湖水中の極微量リン酸イオンを定量するための条件を改良し、メチルホスホン酸及び亜リン酸の定量を可能にした*O ctwq"gv'cn 42380'辻ほか, 423;も試水は、4239 と 423: の 33 月/34 月にかけて琵琶湖 V3 地点"*最大水深; 2o +, 琵琶湖 MB 地点"*最大水深: o、深度: 8o +, 琵琶湖東岸河川、湧水地、下水処理場排水口付近で採取した。

試水の懸濁物中のメチルホスホン酸及び亜リン酸については、以下の操作により抽出を行ったのち分析に供した。孔径 20μm のメンブランフィルターで試水 30ml をろ過した。ガラス瓶にこのフィルターと OSY 470 N を入れ、水浴中 82°C で 3 時間加熱した。この抽出液を孔径 20μm のディスク型メンブランフィルターでろ過した。ろ液を懸濁物抽出試料としてリン化合物の定量に用いた。これとは別に試水を採取直後にカプセルフィルター (孔径 20μm) でろ過したものを溶存態試料とした。

さらにイオンクロマトグラフ法を適用または溶離条件を改良し、4/ヒドロキシエチルホスホン酸及

びエチルホスホン酸の高感度定量を試みた。

3. 結果

琵琶湖水、内湖水、河川水、下水処理水の溶存態試料からメチルホスホン酸及び亜リン酸は確認できなかった。一方、湧水"*米原市世継+"と近傍の河川水"*天野川+"の溶存態試料からはメチルホスホン酸が、それぞれ 40 μg/L、46 μg/L 存在することを確認できた。湧水の懸濁物抽出試料からメチルホスホン酸及び亜リン酸がそれぞれ 20 μg/L、208 μg/L 検出され、琵琶湖 MB 地点の懸濁物抽出試料からも亜リン酸が 208 μg/L 検出された*いずれも実際の水中の濃度+。通常用いる炭酸ナトリウムと炭酸水素ナトリウムの混合溶液"*J 320 程度+の場合、4-ヒドロキシエチルホスホン酸はメチルホスホン酸及び亜リン酸から分離できた。しかし、メチルホスホン酸とエチルホスホン酸のピークが完全に重なった。そこで、rJ を下げるために溶離液をコハク酸-アンモニア水溶液 (rJ: 0) としたところ、メチルホスホン酸とエチルホスホン酸を分離することができた。"

4. 考察

メチルホスホン酸が地下水を通して琵琶湖流入河川や湧水に極微量存在し、琵琶湖に流れ込んでいるが、琵琶湖北湖水中で定量可能なレベルでメチルホスホン酸が溶存している可能性は低い。しかし、陸水のプランクトン体内には少なくとも亜リン酸が存在しており、メチルホスホン酸も含まれている可能性がある。今回分析条件を検討した結果、4-ヒドロキシエチルホスホン酸はそのまま検出可能であった。メチルホスホン酸とエチルホスホン酸が全く同じ電荷を持つため分離できなかったが、溶離液の pH を調整すれば両成分も分離できた。今後多様なホスホン酸の定量にこの方法を適用すれば、湖水とプランクトンにおけるリン循環がより明らかになると考えている。

参考文献

O ctwq"gv'cn*4238+Nko pqmji { '39*3+9/340
辻一真ほか*423; +分析化学 8: *6+497/49: 0

北澤太朗 (信州大院・理工), 朴虎東 (信州大・理)

1. はじめに

富栄養化した湖沼において、夏期に藍藻によるアオコのブルームが発生する。アオコが生産する毒素である microcystin-LR (MC-LR) は物理化学的に安定であることから湖水中の MC-LR の量は年々増加するはずであるが、そのような傾向は報告されていない。その原因として、①大量の水による希釈、②泥などの環境中に存在する粒子に吸着、③温度や pH が関与する分解、④光分解、⑤微生物による分解などの寄与が大きいと考えられる。湖沼生態系における MC-LR の動態を解明するためには、堆積物に含まれる MC-LR の定量分析の確認が必要不可欠である。

本研究では、堆積物における MC-LR/TT と MC-LR/NT の吸・脱着に着目し、堆積物からの抽出方法の確立を目的とした。また、確立した抽出方法を用いて、粒度の異なる野外試料における分析方法の有用性を検証した。

2. 材料と方法

OE 分析に用いた堆積物は、諏訪湖と韓国の落東江・錦江 (Bunghwan River, Jin River) から採泥した。韓国の河川堆積物は、粒度によって粗質 (20-25 μm 以下)、中質 (20-25 μm)、細質 (20-25 μm) を主に含むものに分類した。また、堆積物の強熱減量 (672°C, 3 時間) を測ることから堆積物中の有機物含有量を簡易的に求めた。堆積物からの OE 回収実験に用いた藍藻試料は、松本市の千鹿頭池で採集し、凍結乾燥後 OE 定量分析を行った藻体粉末を用いた。

乾燥重量 30 mg の堆積物に 20 mg の藻体粉末と水 420 μl を添加し、細胞を破壊するために 37 分間煮沸した。46 時間静置し、OE を堆積物に吸着させた。遠心分離 (5722 rpm × 52 分) を 5 回繰り返し、試料を遠心上澄みと沈殿物 (堆積物) に分けた。上澄みは JFI カラム (GfUJha ILZ 島津ジーエルシー) で固相抽出を行い、蒸発濃縮させ、MC-LR 22% で再溶解し、JNE 高速

液体クロマトグラフ、日本分光で定性・定量分析を行った。沈殿物には、2% アセトン、20% VCH を含む 7% 酢酸 O g Q J, 20% GF VC · 20% P c R Q をそれぞれ 420 μl 添加し、超音波処理 (5722 rpm) を 37 分間行い、遠心分離を 5 回繰り返した。その後、上記同様、固相抽出を行い、定性・定量分析を行った。実験はすべて繰り返し 5 回行った。

諏訪湖の堆積物 30 mg に OE 溶液 (40 N) を添加し、20% GF VC · 4 P c 42 μl を加え、攪拌し 46 時間静置して、堆積物に OE を吸着させた。超音波処理を 37 分間行い、遠心分離を 5 回繰り返した。その後、上記同様、固相抽出を行い、定性・定量分析を行った。韓国の河川堆積物試料でも上記同様の試験を行った。

3. 結果と考察

藍藻試料を用いた添加回収実験において、回収率は、- Si アセトンを用いた場合、MC-LR/TT は 90%、MC-LR/NT は 80%、1% 酢酸 A Y C を用いた場合、MC-LR/TT は 95%、MC-LR/NT は 85%、5% A 98 H 5 · S% A B U 2 D 4 C を用いた場合、MC-LR/TT は 90%、MC-LR/NT は 80% だった。

MC-LR 溶液を用いた添加回収実験では、ブランク試験で定量した MC-LR 量を 100% とし、回収率を計算し、MC-LR/TT の回収率は 90%、MC-LR/NT の回収率は 80% だった。

各粒度における添加回収実験では、GubX G]h 7 Um の順で回収率が高かった。有機物含有量と逆の相関がみられた。

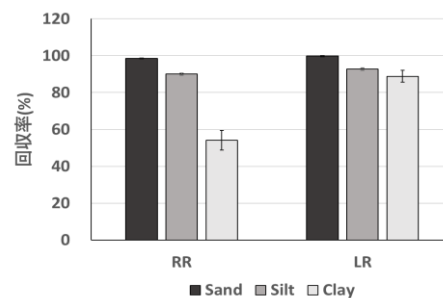


図 1 各粒度の MC-RR, LR の回収率 (n=3, Bar: SD)

*加藤 季晋 (島根県・保環研), 橋田 一輝 (松江高専),
山口 剛士 (松江高専), 清家 泰 (島根大・EsReC)

1. はじめに

窒素は自然環境中において生物により利用され、循環している。一般に NH_4^+ は硝化細菌によって酸化され NO_3^- になる。この反応を硝化とよぶ。一方、 NO_3^- は脱窒細菌の働きで還元され、 N_2O を経て N_2 になる。この過程を脱窒とよび、水中の窒素を N_2 として系外へと放出する過程であるため、富栄養化問題に関連して、非常に重要である。窒素転換は非常に多様な反応経路があり、未解明な部分が多い。

島根県東部に位置する中海は汽水湖であり、夏季に NO_2^- が蓄積し、硝化反応の中間体である NH_2OH が存在する。この理由として、中海では潮汐により酸素を含む海水が底層に進入することと比較的浅い水深であるため硝化細菌が光阻害を受けやすいことが原因と言われている。しかし、これまでの研究では、 NO_2^- の蓄積や NH_2OH の生成に関与している微生物については解明されていない。そこで本研究では NH_2OH の定量と分子生物学的手法を用いる微生物群集構造解析によって、中海における NO_2^- 蓄積時の微生物群集について究明し、 NH_2OH を含む窒素栄養塩と微生物群集の挙動から複雑な硝化反応のメカニズムを解明することを目的とした。

2. 材料と方法

採水はバンドーン採水器 (離合社製) を用いて行い、 NH_4^+ 、 NO_2^- 及び NO_3^- は採水後直ちに実験室に持ち帰り、ワットマン GF/C を用いてろ過を行い、全自動流れ分析装置 (QuAAtro39 ビーエルテック社製) を用いて測定した。 N_2O 、 NH_2OH は現場ですぐに試料水を 70 mL バイアル瓶に密封し、定量操作を行った。DNA 測定用の試料には、ホルムアルデヒドを最終濃度が 2% になるように添加し 0.2 μm のフィルターでろ過し、フィルターを Tris/EDTA 溶液に溶解し、ボルテックス及び超音波処理を行った。DNA 濃度は Qubit® dsDNA BR Assay Kits を用いて測定を行った。本研究では 16S rRNA 遺伝子を標的としたプライマーセットとして、Mi515f および Mi806r を選定し PCR を行った。PCR 増幅産物は精

製後、MiSeq reagent Kit v2 (Illumina) を用いて、MiSeq (Illumina) にて解析を行い、得られた 16S rRNA 遺伝子配列のデータ解析には Quantitative Insight Into Microbial Ecology (QIIME) ソフトウェアを用いた。

3. 結果と考察

中海湖心の無機態窒素の測定結果と微生物群集構造の解析結果を Fig. 1 に示す。窒素循環に関与する *Nitrosopumilus maritimus* に近縁な微生物の存在が確認された。アンモニア古細菌は、海洋で広く分布し、アンモニア酸化細菌をはるかに上回るアンモニア親和性を有すると報告されている。従って、中海の下層は塩分が高いため、*N. maritimus* が生息していたと考えられる。また、その *N. maritimus* の存在割合の増加と NO_2^- の増加類似していることから、この微生物が中海における NO_2^- の蓄積に関与していることが示唆された。さらに、*N. maritimus* と NH_2OH の挙動が類似していた。微生物群集構造の解析から他の硝化反応などの窒素循環に関与する微生物は検出されなかったことから、*N. maritimus* が NH_2OH を生成している可能性が高い。

中海の窒素循環において、これまで一般的な硝化細菌による NH_4^+ の酸化のみしか考えられていなかったが、本研究によりアンモニア古細菌 *N. maritimus* が汽水湖の窒素循環において重要な影響を与えているものと考えられる。

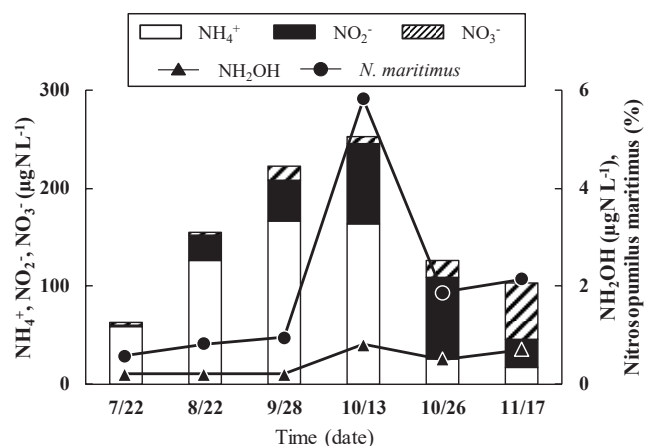


Fig. 1 無機態窒素と微生物群集構造の測定結果

,引野愛子 (島根大・総理), 加藤季晋 (島根県保環研), 管原庄吾 (島根大・総理)
 大谷修司 (島根大・教育), 林昌平 (島根大・生資), 江川美千子 (島根大・総理)
 田中秀和 (島根大・総理), 清家泰 (島根大・CuTgE) "

1. はじめに

ヒドロキシルアミン (PJ₄QJ) は, 水圏の窒素サイクルにおいて, 硝化反応および硝酸還元反応の中間体として生成されることが知られている。また近年では, 新たな窒素除去プロセスである Cpc o qz 反応の中間体として生成されることも見出されている。このように, PJ₄QJ は微生物の窒素代謝における重要化学種である。

島根県の東部に位置する布部ダムは, 中海の最大流入河川である飯梨川の上流に位置する多目的ダムである。このダム湖の表層水において, "高濃度の PJ₄QJ が検出された。しかしながら, 水中照度や溶存酸素の環境条件を指標にみると, 表層においては硝化反応や硝酸還元反応・Cpc o qz 反応により PJ₄QJ が生成される可能性は低いと考えられる。"

そこで本研究では, 表層における PJ₄QJ の生成プロセスの解明を目的にフィールド調査の結果に基づき検討した。"

2. 材料と方法

調査は島根県の東部に位置する布部ダムの 6 地点 (O3, O7, O8 および O9) で行った。"

北原式採水器を用いて湖水を採水し, 現場でろ過後保冷して実験室に持ち帰り, "ろ過水中の PJ₆⁺, PQ₄⁻, PQ₅⁻の測定を行った。PJ₄QJ および P₄Q の測定については, "現場で 92% N バイアル瓶に試料水をそれぞれ注入・密封し, PJ₄QJ 測定用試料水には PcErQ 溶液を添加したあと実験室に持ち帰った。P₄Q 測定用試料水にはホルマリンを添加後, 実験室に持ち帰った。実験室では, 試薬を添加した試料水に P₄ガスで気相 62% N 作り, 気液平衡の状態にした後, 気相試料をガスクロマトグラフ (Uj ko c|w I E/36D) を用いて測定した。"

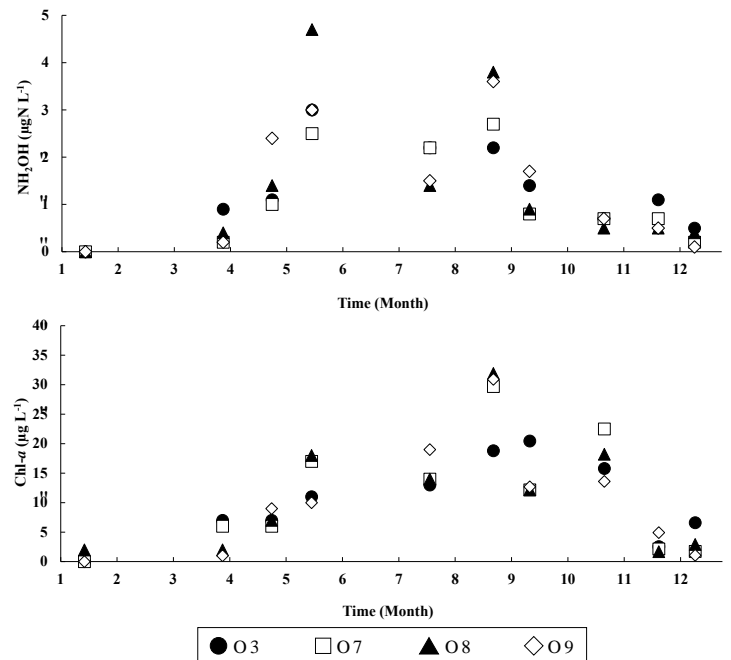
PJ₆⁺, PQ₄⁻, PQ₅⁻および Ej n'a はそれぞれ, インドフェノール青法 *Uci k'3; 88+ ナフチルエチレンジアミン法 *Dgpf uej pgk'gt" & " Tqdkpuqp." 3; 74+,

Ef/Ew アマルガム-ナフチルエチレンジアミン法 *Y qqf "gv'cn0'3; 89+ および UEQT IWP GUEQ 法により定量した。これらは吸光度計 (Uj ko c|w| WX/3: 22/v{rg) を用いて測定した。"

3. 結果と考察

布部ダムの表層水において, PJ₄QJ が夏季に高濃度で検出された。PJ₄QJ が表層水で高濃度で検出された際, 植物プランクトンの指標となる Ej n'a が高濃度で検出され, 同様の挙動を示した (Hi 03)。PJ₄QJ と Ej n'a の関係を確認するため, PJ₄QJ と Ej n'a の相関 (n=332) を見たところ, 正の相関 (T = 202, r < 203) を示した。"

以上の結果から, 夏季において表層水で検出される PJ₄QJ は, 植物プランクトンと関係がある可能性の高いことが示唆された。"



Hi 03 PJ₄QJ 及び Ej n'a の時系列変化 (4237 年) "

* 矢巻剛・猪狩彬寛・浅見和希・堀内雅生 (法政大・院)

小寺浩二 (法政大・地理)

1. はじめに

島嶼の水環境は様々な地域で研究されてきたが、長崎県の島嶼に関する研究はほとんどないことから、4236年より五島列島、対馬、壱岐、平戸と研究を進めている。これまでの調査により、各島嶼の水質の特徴や季節変化などが明らかになり、流域による違いも見えてきた。今回は、調査・分析結果および小流域における解析をもとに、各島の河川水質および形成要因について考察・比較を行う。

2. 地域概要

壱岐は、最高標高 4350m でありながら起伏に富み、島の各地に数多くの溜池が存在している。対馬は、約 70% を山地が占め、島全体の標高が比較的高く急峻な地形である。平戸諸島も山がちな地形をしているが田畑は対馬より多く、各地で棚田が見られる。五島列島は、大小 362 の島々からなり、主要な島嶼においても地質や土地利用が多様である。いずれの島嶼も汚水処理人口普及率は 42/62% 程度と低い。

3. 研究方法

既存研究の整理と検討を行った上で、現地調査は五島列島で 4236 年から 7 回、壱岐で 4237 年から 4 回、対馬は 4238 年から 32 回、平戸は 4239 年に 1 回行った。現地では、水温、気温、電気伝導度*GE、比色 rJ および TrJ、EQF を観測し、採水して全有機炭素の測定と主要溶存成分の分析を行なった。

4. 結果・考察

水質の季節変動は特に rJ で大きく、溜池において春～夏にかけて；前後、冬は 90% 前後まで変動した。TrJ は年間通して；前後であることから夏には炭酸同化作用が起こっていると言える。

水質組成や各溶存成分間の相関関係から海塩の影響の差が見られ、特に強い河川は対馬下島の矢立山を流域に持つ河川、壱岐北部の谷江川、御手洗川、平戸生月島・的山大島の河川・地下水である。対馬下島は標高が比較的高く急峻なため、風送塩や海水

を多く含んだ降水が速く流下したものと考えられる。的山大島の地下水は塩水化していると思われる。”

流域面積が比較的大きい仁田川 (対馬上島)、佐須川 (対馬下島)、旗鉾川 (壱岐)、安満川 (平戸島) において、本流の河床勾配と水質との関係を考察した (図 1)。壱岐とそれ以外の 5 島では、河床勾配が異なり、壱岐は対馬や平戸の河川と比べて上流から溶存成分濃度が高いことが特徴である。上流部から農用地が広がり、地下水由来の農業用水の排水があることが大きく影響している。仁田川、旗鉾川、安満川は流下に伴い濃度は増加しており、水質組成に大きな変化は見られなかった。一方、佐須川は流下に伴い濃度が高くなっているが、上流では少なかった Ec が増加していることが特徴的であり、対馬下島に分布している玄武岩からの寄与があると考えられる。旗鉾川、安満川は上流部より JEQ₃濃度が高く、玄武岩・安山岩の地質や土壌の影響を受けた地下水の寄与が大きいと言える。

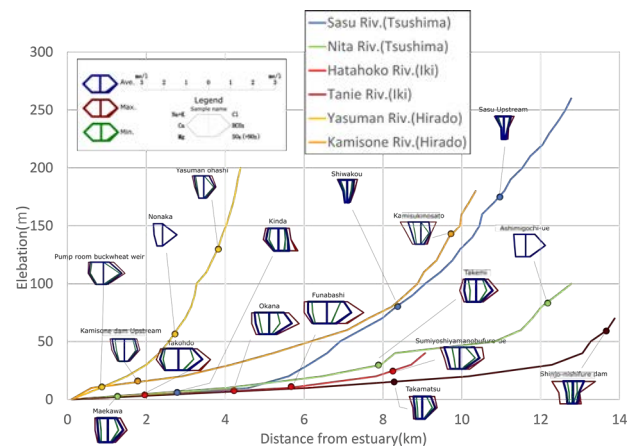


図 1 主要河川における河床勾配と水質

5. おわりに

以上から、地形や地質・土壌の違いから、水質組成と流下に伴う変化の違いが見られることが明らかになった。今後も小流域における解析と考察をよりすすめ、水環境をより詳細かつ定量的に把握する必要がある。

,内藤瑞季" (千工大・院), 矢沢勇樹 (千工大・工)

1. はじめに

房総半島には海進・海退によって樹枝状の細長い谷地形が多くみられ、これらの奥部に作られた水田を谷戸田という。谷戸田を囲む森林にトラップされた雨水は、土壌へ浸透・保持された後に谷部へと集水される。したがって、谷部はフルボ酸 (HC) を介在しながら水田へ継続的に水や養分を供給していると考えられる。また、房総半島を走向する上総層群には大量の古代海水が埋蔵されており、その中にはヨウ素・天然ガス・フルボ酸が多く含まれている。フルボ酸には根の成長促進などの植物に対する生理活性効果を有することが報告されており、古代海水由来のフルボ酸による新規な生理活性の発現も期待できる。"

本研究では、房総谷戸田におけるフルボ酸が水稻栽培に及ぼす影響を目的とした。"

2. 材料と方法

調査は、千葉県いすみ市荻原にある森林丘陵ふもとの谷戸田 (P57°3: 06: 0. G362°39'04.66) でおこなった。森林から水田へと供給される水源は北東 ([t3], 北西 ([t4]) の4本確認できる。"

栽培した水稻種は雲南 (*Oryza sativa*, cultivar *Uunnan*) で、谷戸田の [r6] で栽培実験をおこなった。育苗時における古代海水由来の HC 水溶液の処理条件は以下のように設定した。"

WE : HC が無添加"

NV : HC 濃度 90% i T³ で育苗期間中浸漬したもの"

UV : 田植えする直前に HC 濃度 3650% i T³ で4時間浸漬したもの"

NUV : NV と UV を両方おこなったもの"

水稻の根重量、全重量、穂長、葉緑素量を電子天秤、定規、URCF 計をもちいて測定した。また、乾燥した玄米 322 粒の重量を電子天秤で測定し、その値を 32 倍し千粒重とした。"

3. 結果

Fig. 1 に雲南の収穫時の植生量について、WE を基準 (?3) に相対値で比較した。図中各項目の*4内の数値は WE の実測値である。育苗時の HC 処理による顕著な生理活性効果がみられたのは、根重量 (NUV

>NV>UV>WE), 収量 (UV>NV>WE>NUV), 葉緑素量 (NV>NUV>UV>WE) であった。"

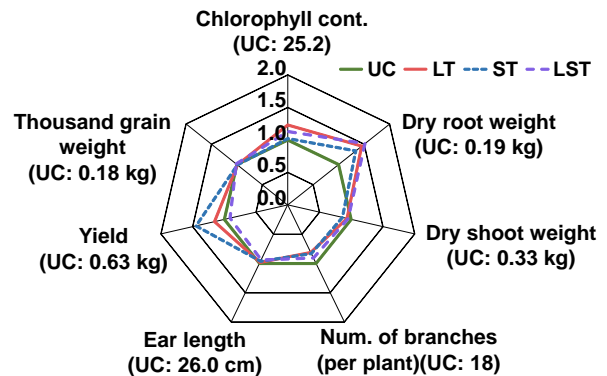


Fig. 1 Trait values (UC: WE value)

Fig. 2 に、全長と葉緑素量の相関を示す。全長が大きくなるにつれて葉緑素量が減少する傾向がみられた。また、HC を添加したものは無添加のものより葉緑素の減少が抑制された。"

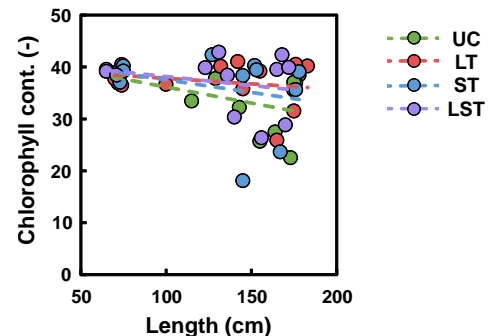


Fig. 2 Trait values (UC: WE value)

4. 考察

育苗時のフルボ酸施用により根の成長が促進され、本田に移植した後の活着率が高くなると推測される。また、葉緑素量の増加と、成長の過程における葉緑素の減少を抑制したことにより栄養素を多く作ることができ、収量の増大に反映すると考えられる。雲南は水稻の原生種に近く、倒伏・脱粒しやすいという課題がある。育苗時の古代海水由来フルボ酸施用と生殖・登熟期の森林からの連続かつ安定的なフルボ酸ミネラル供給により谷戸田での水稻栽培における生理活性効果が認められた。

* Thien Quang Huynh (Kanazawa Univ.), Masayuki K. Sakata (Kobe Univ.)
 Ryohei Nakao (Kobe Univ.), Shinya Nomura (Kanazawa Univ.)
 Masfiro Lailati (Kanazawa Univ.), Toshifumi Minamoto (Kobe Univ.)
 Nisikawa Usio (Kanazawa Univ.)

1. Introduction

Owing to depopulation and ageing in rural communities, bamboo forests are currently expanding in rural Japan (MOE, 2010). Developing plans for effective use of bamboo biomass resources is warranted. Our laboratory is currently testing the effectiveness of bamboo chip mulching in agrochemical-free rice farming (Lailati et al., this conference). Application of organic material, such as rice bran, has been reported to have mixed effects on biodiversity (Naito et al., 2015). To date, however, effects of bamboo chip mulching on paddy field biodiversity has not been tested.

In this study, we evaluated effects of bamboo chip mulching on paddy field biodiversity. Odonata is commonly used as a biodiversity indicator in freshwater or Satoyama ecosystems (Kadoya & Washitani, 2007). Using Odonata as an indicator, we performed exuviae sampling and environmental DNA (eDNA) analysis.

2. Materials and Methods

Experimental paddy fields: We conducted a field experiment using 16 experimental paddy fields (each 30 m²) in Kanazawa University Botanical garden. Five treatments were established with 3-4 replicates each in a completely randomized design: 1) control (no bamboo chip application), 2) manual weeding (weeds were manually removed once in summer), 3) low-volume bamboo chip mulching (0,5t/10a), 4) medium-volume bamboo chip mulching (1,0t/10a) and 5) high-volume bamboo chip mulching (2,0t/10a). Fermented bamboo chips were applied manually to the three bamboo chip mulching treatments right after rice transplantation.

Exuviae sampling: From July 4th to September 5th, 2018, we performed weekly exuviae sampling in the 16 paddy fields. We collected exuviae by hand from 30 rice stumps from each of three sides of a paddy field (90 rice stumps in total). Collected exuviae were air dried in the

laboratory and identified into the lowest taxonomic unit.

eDNA sampling: During the peaking emergence period of Odonata, we collected water samples twice: once on July 12th and once on August 14th. From each paddy field, we collected a 1-liter surface water. We also established a field-negative control using Milli-Q water. After filtering, PCR and next generation sequencing (NGS), we performed species matching using an eDNA database (Sakata et al unpublished).

3. Results and Discussion

Both eDNA and exuviae analyses identified 11 Odonata taxa. However, Odonata taxa identified by the respective methods differed. Nevertheless, 7 out of 11 taxa were commonly found in both analyses. At given times, greater numbers of Odonata taxa were identified by eDNA analysis relative to exuviae analysis. eDNA analysis showed no significant difference in Odonata richness among treatments. In contrast, exuviae analysis showed that Odonata richness was lower in the high-volume bamboo chip mulching treatments relative to other treatments. Damselfly emergence was higher in the low- and medium-volume bamboo chip mulching treatments relative to controls. Dragonfly emergence, specifically *Sympetrum*, was not observed from paddy fields with medium- and high-volume bamboo chip application.

Our results suggest that application of high-volume bamboo chip mulching is detrimental to Odonata diversity, specifically preventing the emergence of *Sympetrum*. However, application of low- or medium-volume bamboo chip mulching turned out to be beneficial for damselfies. When bamboo chip mulching is to be adopted in agrochemical-free farming, we recommend that an adequate application volume be determined to balance rice production and Odonata conservation.

, 内田朝子 (豊田市矢作川研究所), 山田佳裕 (香川大・農)

1. はじめに

国内外を問わず利水・治水を目的に建造された多数のダムは、流量調整と供給土砂の遮断により、ダム下流域の河床の攪乱を減少させ、安定させている(辻本 3; ; ; 谷田&竹門 3; ; ;). ダムの影響を受けた河床では、主たる一次生産者である付着藻類の質や量が増加することのほか、コケ植物が高密度で繁茂する事例が報告されている(Di i u'3; ; 8=O vqme"(" Xltvcpk3; ; 7=Uwtgp"(" F wpep"3; ; ;). コケ植物に関する既往研究で対象とされている河川は、集水面積の小さい(322"no⁴未満)山地溪流や安定した森林中の小河川(O vqme"(" Xltvcpgu"3; ; 7=Uwtgp"(" F wpep"3; ; ; ; =Fqy pgu'gv'cf04225=Cdcvk'gv'cf04238)がほとんどである。ダムによって変化した河川生態系の知見を得るには、既往研究にみられない大きな規模の河川中流において、ダム下流域で繁茂するコケ植物の基礎的な研究が必要である。これまでの研究から、コケ植物の一次生産は付着藻類と同等かそれ以上の可能性があることやコケ植物は無脊椎動物の群集構造や現存量に影響する要素になることが示唆されている(Utgo "Dt{qrj {vg'I tqwr "3; ; ;). そこで本研究では、中流に位置するダムの下流域でコケ植物が繁茂している矢作川をフィールドとして、河川断面全域を対象にしたコケ植物群落の密度分布調査を行い、コケ植物群落の定量化を行った。"

2. 材料と方法

愛知県中央部を流れる矢作川(延長流路 339"no)の中流に位置する阿摺ダムの下流約 407"o (左岸側: 愛知県豊田市国附町, 右岸側: 富田町), 標高 84"o, 集水域面積 9: 4"no⁴ (藤本ほか"4239), 河床勾配約 31622, 河道幅 72"~"92"o を対象とした。" 調査は 423: 年 32 月 46 日・48 日, 34 月 48 日, 423: 年 4 月 48 日の計 5 回行った。調査対象地の左岸側に 422"o の基準線を設け、基準点 (5707; 8P." 35904548G) から下流方向に 42"o ピッチで横断ライ

ンを計 33 ライン設置した。各横断ライン上に基準線から 32"o 間隔で調査地点を設置し、各地点の河床 3"o⁴内を潜水目視観察し、コケ植物群落の植被率を 7%刻みで示した。コケ植物群落を確認した地点では、群落の一部を採取し、顕微鏡下で種の同定を行った。"

3. 結果および考察

調査地は、河川流量 68" ~" 35: : 0"o⁵u⁻³(平均 450"o⁵u⁻³; " 423: B2B" ~" 423; 44: "の期間)の山地河川にあり、上流に貯水容量: 222"万 o⁵のダム湖が存在する。ここでコケ植物群落は約 72" ~" 82%にあたる地点で確認され、平均植被率は約 32" ~" 39%であった。コケ植物群落の空間分布は河川水位が低下した 34"月に拡大し、全体の 82%の地点で確認され、平均植被率 390%を示した。水位変動の影響があっても常に水中の地点では、コケ植物の *Ectropothecium obtusulum* *Ectf0" \ 0' K; cu0' と *Rhynchostegium riparioides* *J gfy0"Ectf0' の 4"種が優占していた。"

コケ植物群落の植被率と流速や水深との相関は見られなかったが、調査範囲で最も流速の大きな場所では常に高い植被率が示された。これまで、源流に近い山地溪流や小規模河川におけるコケ植物の報告はみられるが、本研究では河床の内部生産が大きい中規模河川においても河床全体にコケ植物が分布していることがわかった。

矢作川においても、大きな流量変動があってもダムにより土砂供給が制限されることで、河床基盤の安定性が必要なコケ植物が生育できるようになったと考えられる。内部生産の高い河川中流域において、多くのコケ植物が存在していることは、付着藻類を基点とした河川生態系の物質循環が大きく変化していることを示している。今後、コケ植物によって変化した河川生態系の生物生産構造の変化を明らかにすることが急務になるであろう。"

: 分類階級間の比較

, 石川佳穂*東北大院・生命+ 池田将平*滋賀県琵琶湖研セ+ 一瀬諭*滋賀県琵琶湖研セ+
長田穰*東北大院・生命+ 川津一隆*東北大院・生命+ 京極大助*龍谷大・農+
古田世子*滋賀県琵琶湖研セ+ 近藤倫生*東北大院・生命+

1. はじめに

生物の個体数変動予測は、生態系管理における重要課題である。例えば琵琶湖では、アオコや異臭の原因となるプランクトンの発生が問題となっており、その対策や管理に役立てるため、原因となるプランクトンの個体数変動を予測することが求められている。しかし、生態系の動態を駆動する詳細なメカニズムは知られておらず、生態系が時間と共にどのように変化するのか、また環境の変化にどのように反応するのかを正確に予測することは容易ではない。さらに、生態系は、多数の生物や非生物要素が状況依存的に相互作用するシステムであり、この非線形性が正確な個体数変動の予測をより困難にしている。Go r k l e c r i F { p c o l e " O q f g r i p i " * G F O + は、非線形力学に基づいて動的システムをモデリングすることを可能にするノンパラメトリックなフレームワークであり、これを利用することで特定のモデルを仮定することなく、生態系のような複雑な動態システムの変動を予測することができる。だが 98A を用いた予測では、モデル作成に用いたデータの時期と予測したい時期において個体数変動メカニズムが異なると、予測がうまくいなくなる懸念がある。

本研究では、植物プランクトンの個体数変動メカニズムは時間変化するのか、分類階級間での比較を行うため、GFO においてモデル作成に使用するデータの時期的選択が予測精度にどのように影響するかを分類階級ごとに調査した。具体的には、過去 5; 年における琵琶湖の 843 種の植物プランクトンの時系列データ (毎週の定期観測) を使用し、種・科・綱の分類階級における予測精度の時間変化を調べることで個体数変動メカニズムの時間変化を評価し、個体数変動メカニズムの時間変化の様子を分類階級間で比較した。

2. 材料と方法

過去 5; 年 (3; 9; 年 6 月から 423; 年 5 月、全 4238 回・毎週観測) に渡って琵琶湖の流出河川である瀬田川で実施された植物プランクトン観測データを利用した。データに記録された 843 種の植物プランクトンのうち、種 8 種・科 4 種・綱 1 種に着目し、これらの各分類階級における予測精度の時間変化を調べた。予測には、GFO の解析ツールである Uo r r g z " R t q l g e v k p " f l w i l j c t c " c p f " O c { . " 3 ; ; 2 を使用した。過去 36 年を 12 年ずつ前・中・後期に 3 等分しそれぞれでモデルを作成し、直近 3 年 (2015 年 4 月から 2018 年 3 月) における一週先の個体数変動を予測した。予測精度は、予測値と観測値の相関係数 (Rho) によって評価し、分類階級 (種・科・綱) とモデル作成に使用したデータの時期 (前・中・後期)、および両者の交互作用が予測精度の時間変化に与える影響を LMM によって統計解析した。

3. 結果と考察

解析の結果、綱レベルと種・科レベルの間では予測精度の時間変化が有意に異なっていた。綱レベルでの予測精度はモデル作成に前・中・後期のどの時期のデータを利用していても安定して高い精度を示したのに対して、種や科レベルの予測ではモデルに過去のデータを用いるほど精度が悪くなっていた。

テストに用いたデータとモデル作成に用いたデータの変動メカニズムが類似しているほど予測精度が高く、変動メカニズムが異なるほど予測精度は悪くなることが期待される。このことより、琵琶湖における植物プランクトンの変動メカニズムは時間変化しており、分類階級によってその時間変化の速度が異なっている可能性が示唆される。具体的には、綱と比べて種や科では時間経過とともにその変動を駆動するメカニズムがより大きく変化しているのかもしれない。

諏訪湖産水草ヒシ *Trapa japonica* の 滲出物とそのアレロパシー作用の解明

, 土屋"俊雄" (信州大院・理工), 船山"啓" (信州大院・理工),
 丸山"あい" (信州大・理), 二木"巧子", 朴"虎東" (信州大・理) "

1. はじめに

長野県諏訪市の諏訪湖では 3; 9; 年から始められた下水道設備の設置によって栄養塩類の流入負荷が減少し, 毎年夏季に多発していたアオコの発生頻度は 3; ; 年以降減少した。しかし, その一方で 4222 年以降, 水草のヒシ *Vtcrclcrqpkc* の過繁茂が生じるようになり, 夏季のピーク時には湖面積の 3 割以上" (約 30^{no} 4) をヒシが占めるようになった。したがって, 浮葉植物ヒシとアオコの原因となる藍藻の間には光や栄養塩類をめぐる何らかの競争関係が存在すると考えられる。さらに我々の研究によってヒシには *gwi gplkp*, *gmi le'ckf*, および *svtegvkp* 配糖体といった藍藻の成長を抑制する効果のあるポリフェノールが含まれることが明らかになった。それゆえヒシ由来の二次代謝産物が外部に放出されて藍藻を抑制するアレロパシー現象が起きている可能性がある。"

しかし, これらポリフェノールのヒシからの具体的な放出現象は十分に明らかになっていない。そこで本研究はヒシ植物体からの滲出物の回収を試み, その滲出物に含まれる藍藻成長抑制物質の有無を明らかにしたい。"

2. 材料と方法

2-1. ヒシ培養液中の滲出物分析

ヒシ滲出物を回収するために室内でのヒシの培養・滲出実験を以下のように行った。長野県諏訪湖の南高木付近沿岸で 423; 年 7 月 46 日に若いヒシ個体を採取した。採取したヒシを水道水で洗浄し, 室内で滅菌水道水を入れた水槽内で培養・順化を行った。その後湿重量 42ⁱ のヒシを 622^o N の滅菌イオン交換水を入れたポリエチレンテレフタレート製カップ内" *652^o N" エピコ+で培養した。培養開始後 3."4." および 6 日後にそれぞれ培地を採取してガラス繊維濾紙" *1 HIE+で吸引濾過した。得られた濾液は冷凍・凍結乾燥したのちに: 2' "メタノール 3^o N で再懸濁した。この溶液を総フェノール化合物量 *VRE+分析と液体クロマトグラフ質量分析計

(NE/O U4242."UJ KO CF\ W) での各種ポリフェノールの分析に使用した。

2-2. 長野県諏訪湖水草帯での湖水分析

ヒシのバイオマスがピークに達する: 月に諏訪湖の水草帯湖水でのヒシ由来アレロケミカルの検出を以下のように試みた。423; 年: 月 7 日に諏訪湖の間欠泉公園沖のヒシが繁茂する水草帯表層水を採取した。湖水は 42^{Uo} のふるいに通してさらにガラス繊維濾紙" *1 HIE+で吸引濾過した。濃縮のためにこの濾過湖水約 34^Nを活性化した固相抽出カラム *Utcv^{VO}/Z"55^{Uo} ."rj gpqo gpgz¹ +に流したのちに 322' "メタノール" *42^o N+で溶出させた。この分画をエバポレートした後にメタノール" *3^o N+で再懸濁し, 先と同様に NEIOU 分析を行った。

3. 結果と考察

培養液中の HD7 値は %& 日目にかけて有意に上昇し, (日目で最大, (%-%& ±[@%を示した。また高速液体クロマトグラフィー-ft D@7Lで分離した波長 & \$ba でのクロマトグラムでは経時的にピークエリアが増大する傾向がみられた。一方既知の化合物群では ei YfVWjb 配糖体 &種が &日目試料の全処理区で検出され, また Y'UJ JWUMX や * +VWV Wb が &日目および (日目に一部の処理区で検出された。"

湖水試料でも多数の未知のピークが確認された一方で, *svtegvkp* 配糖体の 3 種の *svtegvkp* 5/tj co pqkf g が検出された。これは先の室内実験でも検出された物質である。

本研究の結果, ヒシからのポリフェノールの連続的な滲出が確認され, とくに既知化合物の中では *svtegvkp* 配糖体が滲出現象に関わっていることが示唆された。したがって滲出物を介したヒシのアレロパシーには *svtegvkp* 配糖体が関与していると考えられる。また攪拌・希釈により検出が難しい野外湖水のアレロケミカル分析において固相抽出カラムによる濃縮が有効であることが確認された。"

流程分布の状況と環境要因との関係性

*岡本聖矢（信州大院・総合医理工），東城幸治（信州大・理・生物）

1. はじめに

河川は、上流-下流にかけてその環境を劇的に変化させ、流程ごとにその生物相は大きく異なる。特に水生昆虫では、流程に沿った環境に適応するような分布を示す例が多く知られている。今回注目するモンカゲロウ属 (*Ephemera*) の 3 種は、上流-下流にかけて、フタスジモンカゲロウ (*Ephemera japonica*)、モンカゲロウ (*Ephemera strigata*)、トウヨウモンカゲロウ (*Ephemera orientalis*) が流程分布することが知られている。このモンカゲロウ類 3 種は、大型のカゲロウ類であり、南西諸島を除く日本の河川に広く生息している。また、その分布パターンは生態学的観点から、特定の地域で研究された例があるものの、分布域を網羅するような解析や 1 つの水系での詳細な調査は、未だ不十分である。そこで本研究では、全国スケールでの網羅的な分布解析と、実際の現地調査、生物的要因も加味し、河川棲生物の複雑な分布決定要因の究明を試みた。

2. 方法と材料

モンカゲロウ属 3 種を対象に「河川水辺の国勢調査（河川版とダム版）」の 5 巡目調査データ（平成 24-27 年）と我々自身で取得したサンプリング情報を基に、分布域を網羅するような広域を対象に GIS（地理情報システム）によって 4 つの環境項目（標高、年間平均気温、河床勾配、集水域面積）を解析した。一方、流程分布の実態をより詳細に把握するため、旭川水系をファインスケール調査対象として 29 の調査地点を設定し、各地点 3 分間×5 反復の定量採集を実施した。さらに種間相互作用を検討するべく、長野県松本市の女鳥羽川を対象として、モンカゲロウ類の時空間的な動態を追求する調査を実施した。

3. 結果・考察

GIS による解析の結果、解析した 4 つの環境項目それぞれで 3 種間において有意な差が認められた。フタスジモンカゲロウは、より上流側の環境に、トウヨウモンカゲロウはより下流側の環境に生息している傾向が認められた。残るモンカゲロウはフタスジモンカゲロウとトウヨウモンカゲロウの中間に位置する結果となった。また、実際の流程に沿った

調査を岡山県旭川で実施したところ、フタスジモンカゲロウが上流域、トウヨウモンカゲロウが下流域に、モンカゲロウがその中間に分布する結果となり、GIS を用いた環境項目の解析とも兼ね一致した。例外的に下流域で分布の大部分が確認されるトウヨウモンカゲロウが上流（A3, A4）にも分布する結果も得られたが、この事例は、上流域へのダム建設による河床勾配の緩和により、下流域の環境が創成されたことが原因であると考えられる。さらに、女鳥羽川の調査では、モンカゲロウ幼虫が春季に羽化した後の空間を羽化期の遅い（夏季に羽化する）フタスジモンカゲロウ幼虫が占有するような状況が確認できており、単なるニッチ分化による流程分布ではなく種間相互作用も無視できないと考えられる。

以上から、モンカゲロウ類の 3 種は流程に沿った空間的分布を示すだけでなく、選好する環境や種間相互作用など様々な要素が複合して、現在の分布となっていることが示唆された。

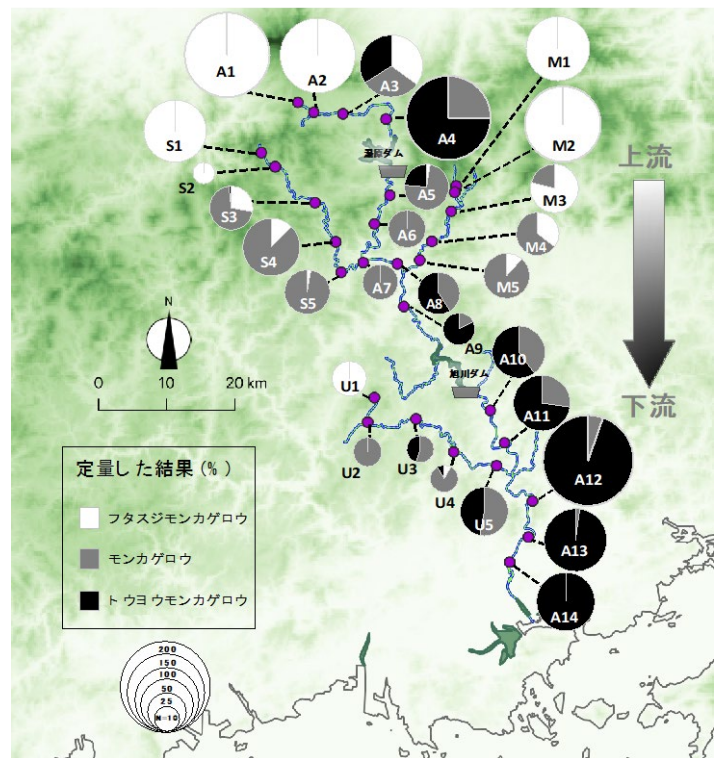


図. 岡山県旭川水系におけるモンカゲロウ類 3 種の分布。

希少淡水魚ゼニタナゴと関連生物の探索

，坂田雅之"（神戸大・院・発達）、土居秀幸（兵庫県立大・院・シミュレーション）、真木伸隆（パシフィックコンサルタンツ（株））、上田夏希（パシフィックコンサルタンツ（株））、杉山秀樹（秋田県立大学）、源利文（神戸大・院・発達）

1. はじめに

生物多様性の喪失は大きな問題となっており、特に淡水域に生息する生物は絶滅や絶滅の危機に瀕していると言われている。日本に生息するタナゴ亜科 (*Acheilognathinae*) に含まれる在来のタナゴ類は 16 種のうち、37 種が環境省版レッドデータブックに絶滅危惧種として記載されており、様々な要因により生息地が減少している。なかでもゼニタナゴ (*Acheilognathus typus*) は絶滅危惧 I C 類に指定されており生息地が激減している。その原因としては外来魚の影響や産卵基質であるドブガイ属の減少などが考えられているが、各種間関係には不明確な部分が多い。本研究では簡便かつ低コストで水域の生物モニタリングが可能な環境 FPC 分析手法を用いて、同一地点に生息する魚類種と、重要な産卵基質であるドブガイ類の生息を網羅的に把握し、各種間の同所的・排他的な生息傾向を調べ、ゼニタナゴの生息にどのような種が影響しているかを明らかにすることを試みた。

2. 材料と方法

4238&423: 年の 5 年間にわたり秋田県雄物川で採水を行い、合計 58 の環境 FPC サンプルを得た。全てのサンプルに対し、ドブガイ属に特異的な検出系 (*Vqi cnk'et a|0423;*) を用いて *Tgcn'klo g'RET* 法によりドブガイ属の在・不在を観測した。加えて、魚類メタバーコーディング用ユニバーサルプライマー (*O kHkuj 'rtlo gtu=O k|c'et a|04237*) と超並列シーケンスを用いて魚類相を観測した。

得られたドブガイ属、魚類の在・不在の情報を、超幾何分布に基づく共起分析を行い、各生物種間の生息がランダムによるものか、同所的に生息する傾向にあるか、排他的に生息する傾向にあるかを調べた。その中でも特に、希少種であるゼニタナゴがどのような種と共生、もしくは競争しているのかを考察した。

3. 結果

環境 FPC 分析の結果、全 58 サンプル中 4; サンプルでドブガイ属の FPC が検出された。また、合計で 75 種の魚類 FPC が検出された。共起分析の結果、ゼニタナゴに焦点を当てると在来種かつ希少種であるヤリタナゴ (*Tanakia lanceolata*)、国内外来種であるカワヒガイ (*Sarcocheilichthys variegatus variegatus*) の 4 種と排他的に生息する傾向にあり、外来種であるブルーギル (*Lepomis macrochirus*) とは同所的に生息する傾向にあったが、産卵基質であるドブガイ属とは有意な関係はなかった (図 3)。

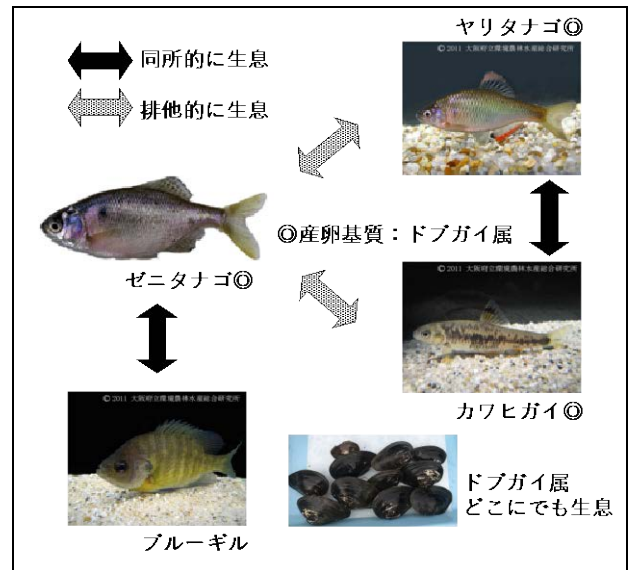


図 3: ゼニタナゴの生息に関連する生物種と傾向"

4. 考察

今回の事例ではゼニタナゴとは産卵基質を共有する在来種 4 種が排他的関係にあった。外来種であるブルーギルとは同所的に生息する傾向が見られたが本研究では個体群密度は考慮されていないため、今後個体群密度を考慮した解析を継時的に行うことで、同所的に生息する 2 種の生息関係の変化が見られるかもしれない。

, 福島侑樹" (富山県立大・院), 坂本正樹 (富山県立大・工)

ミジンコ (*Daphnia pulex*) は、北半球の湖沼に広く分布する主要な一次消費者であるため、陸水生態学や環境毒性学分野で良く研究されている。表現型可塑性についても研究報告が多く、貧酸素や餌不足、捕食者であるフサカ幼虫 (*Eurytemora affinis*) の存在下でそれぞれ特有の表現型を発現することが知られる。しかし、実環境においてこれらの環境ストレスに複合的に曝された際にどのような応答を示すのかは明らかになっていない。また、フサカ幼虫の存在下でみせる防御形態への変化は、農薬類 (殺虫剤) や金属 (Ew) への曝露によって攪乱されることが知られているが、貧酸素や餌不足に対する応答がこれらの化学物質によって攪乱されるかは不明である。

本研究では、人為的・非人為的環境ストレスへの複合曝露により、ミジンコがどのような表現型応答を示すのかを明らかにするため、実験的解析を行った。

2. 材料と方法

実験に用いたミジンコ (PIGUクローン) および餌のムレミカツキモ (*Chironomus tentans*, PIGU/57株) は、国立環境研究所で継代培養されている系統である。また、富山市の古洞池から採集したフサカ幼虫を用いてカイモン水 (7 µg/L) で46時間飼育したEQDQ培地) を作製した。

実験では、餌密度を高・低 (ムレミカツキモ 4000 o.i.'E'N³ または 2000 o.i.'E'N³)、高FQ (>8 o.i.'Q₄N³) または低FQ (<5 o.i.'Q₄N³)、フサカカイロモンの在・不在、Ew (40 µg/L または 70 µg/L) への曝露の有無のそれぞれの組み合わせの条件下 (計 39 処理区) で飼育し、体成長、内的自然増加率、ろ過スクリーン面積への影響を調べた。

3. 結果と考察

ミジンコのろ過スクリーン面積は低餌密度環境下で大きくなった (図 1a)。これは *Daphnia* 属の多くの種で知られる現象だが、本実験ではさらに、

フサカカイロモンに曝した場合にもろ過スクリーン面積の拡大が観察された (図 1b)。ただし、貧酸素とフサカカイロモンに複合的に曝した場合は、ろ過スクリーン面積の変化は起こらなかった (図 1c)。Cu への曝露は、ミジンコの防御形態の発現を抑制することが知られるが、ろ過スクリーンの拡大に対しては影響が観察されなかった。

フサカカイロモンや貧酸素条件によるろ過スクリーン面積への影響のメカニズムは不明であるが、これらの環境ストレスによるミジンコの摂食速度への影響と関係している可能性がある。現在、体液中ヘモグロビン濃度 (貧酸素環境下で上昇) についてもサンプルの分析を進めており、今後はそれらの結果も含めて総合的にデータの解析を行う予定である。これにより、それぞれの表現型の発現における優先性の有無が明らかになると期待される。

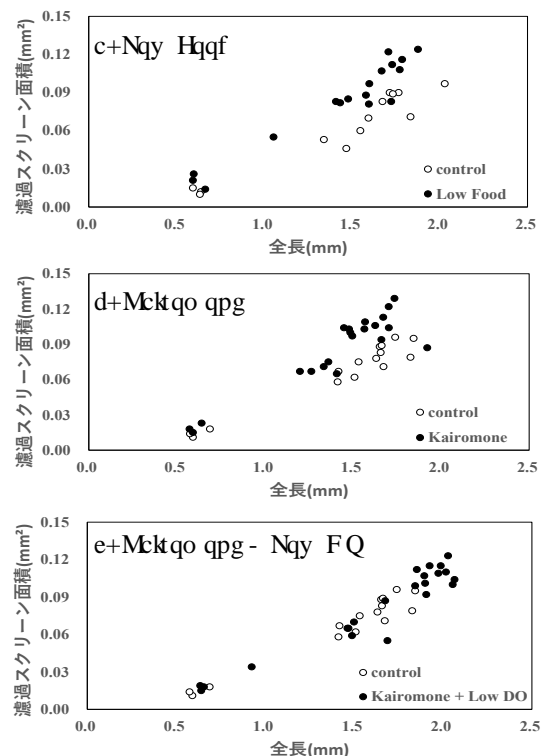


図 3. ミジンコの体長とろ過スクリーン面積の関係。白丸は対照区、黒丸は各処理区の個体。パネルはそれぞれ、c) 餌不足、d) フサカカイロモン、e) フサカカイロモンと貧酸素に曝した個体。

*西村親良 (富山県立大・院), 坂本正樹 (富山県立大・工)

1. はじめに

ヒシ (*Trapa japonica*) は、主に東アジア圏の浅い富栄養湖で普遍的に観察される一年生の浮葉植物である。沿岸帯のヒシ群落は水生動物の重要なハビタットであるが、我々の先行研究から、ヒシの葉の抽出物がミジンコ類に対して毒性影響を及ぼすことが明らかになっている。また、水草のいくつかの種は、アレロパシー物質を放出することで、藻類の増殖を阻害することや、イカダモの群体形成を誘導もしくは抑制することが知られている。

このように、水圏生態系内では同所的にケミカルコミュニケーション (情報化学物質を介した相互作用) のネットワークが形成されているが、これらの相互作用を調べた研究例はほとんどない。本研究では、ヒシ、ミジンコ (*Daphnia pulex*)、イカダモ (*Scenedesmus acutus*) 間の相互作用を明らかにすることを目的とし、マイクロコズム実験による検証を行った。

2. 材料と方法

ヒシとその種子は薬勝寺池 (富山県射水市) および大学構内の調整池から採集し、ミジンコは国立環境研究所から提供された系統 (PKGUクローン) を実験に用いた。

まず、42/N円筒容器を用いてヒシによるミジンコの個体群動態への影響を調べた (実験3)。処理区 (繰り返し数5) は、①対照区 (ヒシ不在)、②ヒシ在、③除草剤シメトリン (322 μ g/L)、④ヒシ-シメトリンとし、約8か月間の観察を行った。"

次に、3/Nビーカーを用い、ヒシによるイカダモとミジンコの動態に対する影響を調べた (実験4)。処理区 (繰り返し数5) は①対照区 (ヒシ不在、ミジンコ不在)、②ヒシ、③ミジンコ、④ヒシ-ミジンコ、実験期間は3か月間とした。この実験では、イカダモの群体形成 (コロニー当たりの細胞数) に対するヒシとミジンコの影響についても調べた。

3. 結果と考察

実験3では、ヒシを入れた処理区でミジンコの密度が低くなった (図3)。FQやrJは処理区間で違いが

みられなかったため、ミジンコ密度の低下はヒシ由来の化学物質に起因すると考えられる。先行研究から、ヒシの葉の抽出物の毒性が報告されているが、そのような物質が水中に放出されていた可能性がある。

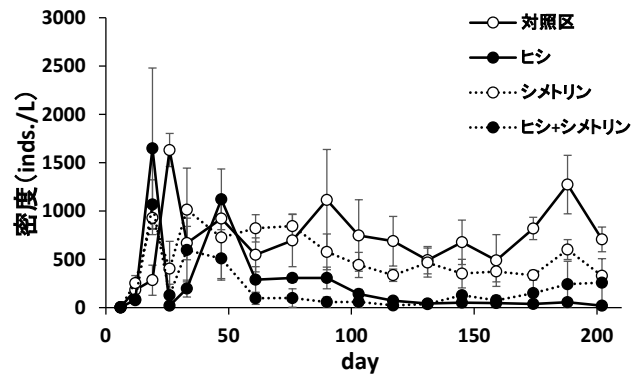


図3: ミジンコの個体群動態 (実験3)。"

実験4では、イカダモの細胞密度はヒシの存在下で対照区よりも低い値となった (図4)。実験はインキュベーター内の十分な光量下 (約92 μ mol photons m⁻² s⁻¹) で行ったため、これはヒシによる遮蔽効果であるとは考えにくく、ヒシが放出する化学物質が影響を与えた可能性がある。また、ミジンコを入れた処理区では、イカダモがビーカーの壁面や底面に塊となって付着し、正確な細胞密度の算出が困難であった。ミジンコ個体群の動態については、実験3の結果と異なり、ヒシの在・不在による違いは観察されなかった。これは、ヒシの葉の数が実験3よりも少なかったためと考えられる。

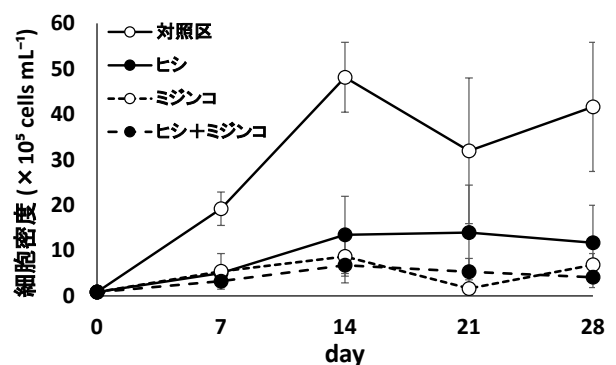


図4: イカダモ細胞密度の変動 (実験4)。"

溪流昆虫はリターパッチを万遍なく利用するか？：

密度 - 面積関係の形成における意義

*永田広大, 加賀谷隆 (東大院・農学生命科学)

1. はじめに

溪流のリターパッチに生息する落葉破碎食昆虫の密度 - 面積関係 (パッチにおける生息密度とパッチ面積との関係、DAR) は、溪流区間全体における葉リターの破碎速度を決定する上で重要と考えられる。動物種は、生息場パッチを万遍なく利用するとは限らない。例えばパッチの周縁部のみを利用する種では、パッチの周囲長と面積の関係から、負の DAR が形成されやすい。また、溪流のリターパッチは立体構造を示すため、パッチを万遍なく利用する種では正の DAR が、表層や底層など特定の層のみを利用する種では一定の DAR が形成されやすい。

落葉破碎食昆虫であるヤマガタトビイロトビケラ (以下ヤマガタ) の終齢幼虫、若齢幼虫 (以下終齢、若齢) は負の、コカクツツトビケラ種群の若齢幼虫 (以下コカクツツ) は季節や地点により負、一定、正の DAR を示す (天野 2016, 未発表; 永田 未発表)。本研究は、これらの種について、DAR の形成に関わるパッチ内の空間利用様式を明らかにすることを目的とし、予備観察に基づく以下の2つの仮説を検証する。仮説①: ヤマガタの終齢と若齢は、リターパッチの表面周縁部に分布が偏在し、パッチ表面における個体の水平分布位置はパッチ面積に左右されない。仮説②: コカクツツはリターパッチの底層に分布が偏在し、個体の鉛直分布位置はパッチ面積に左右されない。

2. 方法

リターパッチ内における落葉破碎食昆虫の空間分布調査を、多摩川水系の森林溪流において行った。

ヤマガタの終齢と若齢については、春と冬にパッチ内の鉛直分布とパッチ表面における水平分布を調べた。12、13 個のリターパッチを対象とし、パッチ表面で観察された全個体についてパッチ縁からの距離を記録した後に、パッチ全体を採取して個体を選別しパッチ表面、内部の個体数を算出した。

コカクツツについては、冬にパッチ内の鉛直分布を調べた。葉リターを封入した高さ 3.5 cm のケージを 2~4 層に重ね、それぞれ 15 個のリターパッチに埋設し、1 週間後に各ケージ内の個体数を計数した。

各調査とも、調査パッチの面積を計測した。

3. 結果

ヤマガタの終齢と若齢は、パッチ面積に関わらず、リターパッチの内部よりも表面に偏在する分布を示した。終齢、若齢とも、パッチ表面では周縁部に分布が偏在したが、分布位置のパッチ縁からの距離は、終齢ではパッチ面積との関係が認められなかったのに対し、若齢ではパッチ面積に応じて増加した。

コカクツツは、パッチ底層に分布が偏在する傾向は大面積パッチのみで認められ、分布位置のパッチ底からの距離は面積の大きなパッチほど低かった。

4. 考察

ヤマガタの終齢について仮説①は支持されたが、若齢についてはパッチ表面に分布が偏在するものの、仮説①は支持されなかった。したがって、終齢のパッチ内空間利用様式は負の DAR 形成に作用するが、若齢のそれは一定の DAR 形成に作用するといえる。若齢は、大面積パッチほど肉食昆虫による捕食リスクが大きく、そのリスクを回避する行動が負の DAR 形成に作用することが確認されている (永田 第 83 回陸水学会大会)。

コカクツツについて、大面積パッチではパッチ底層に分布が偏在するものの、小面積パッチではパッチを万遍なく利用しており、仮説②は支持されなかった。パッチ面積と分布位置のパッチ底からの距離との関係が負であることから、コカクツツのパッチ内空間利用様式は負の DAR 形成に作用するといえる。コカクツツには、正の DAR を形成しうる何らかの機構が存在し、それがパッチ内空間利用様式の効果を相殺する場合があると考えられる。

*土屋健司, 富岡典子, 小松一弘, 高津文人, 今井章雄, 佐野友春 (国環研)
早川和秀, 永田貴丸, 岡本高弘, 尾原禎幸 (琵琶研セ)

1. はじめに

琵琶湖ではこれまでの水質保全の取り組みによって水質は改善されてきたが、在来魚介類の減少やプランクトン種の遷移など湖沼生態系の変化が顕在化している。琵琶湖生物群集の賑わい復活のため、生態系に配慮した栄養塩・有機物の管理や、湖の利水要件を満たす水質保全に加え、水産資源量までを考慮した総合的な視点に基づく施策の実施が求められている。それらの施策の実施には、基盤となる湖内の生産量や物質収支の把握が必要である。

水圏生態系において、バクテリアは溶存態有機物を懸濁態化させ、微生物食物連鎖を駆動させる重要な役割を担っている。琵琶湖のバクテリア生産(BP)は、北湖第二湖盆の南比良沖定点(Ie, 12B)で測定されてきた(Nagata 1987, Gurung et al. 2002, Pradeep Ram et al. 2010, Tsuchiya et al. 2019)。バクテリアは植物プランクトンが生産する自生性有機物のみならず、湖外から流入する有機物や栄養塩を利用して生産を行うため、BP動態は大きな空間変動を示すと予想される。本研究では琵琶湖北湖全域調査を実施し、湖全体の物質収支を見積もる上で重要なBPの空間異質性を明らかにすることを目的とした。

2. 材料と方法

調査は琵琶湖定期水質調査地点に準拠し、琵琶湖北湖第一湖盆(ライン17:4地点)、北湖中央部(ライン15:3地点)、第二湖盆(ライン12:4地点)の計11地点において、2018年3月、5月、7月、11月に4回実施した(図1)。採水は0, 20, 40m深度で行い、水深が採水深度未満の際には湖底直上1mから採水した。水温、溶存酸素、クロロフィル*a*、溶存態有機炭素、栄養塩等を測定した。BPは採水直後に $[^{15}\text{N}_5]-2'$ -デオキシアデノシン($^{15}\text{N-dA}$)を湖水試料に添加し、暗所下、現場水温で培養後、ろ過、DNA抽出、DNA酵素加水分解を行い、液体クロマトグラフ質量分析計を用いて $^{15}\text{N-dA}$ 取り込み速度を定量することにより測定した(Tsuchiya et al. 2015)。炭素量ベースでのBPは細胞炭素量を $11.8 \text{ fgC cell}^{-1}$,

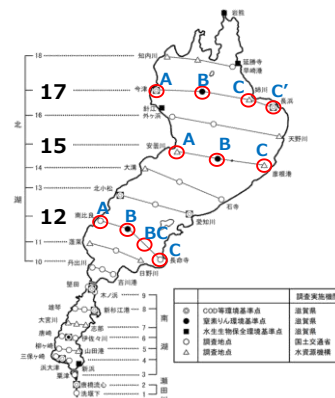
$^{15}\text{N-dA}$ を 1 mol 取り込んだ際の細胞増加数を $1.83 \times 10^{18} \text{ cells mol}^{-1}$ (Tsuchiya et al. 2019)として見積もった。

3. 結果と考察

3月の第二湖盆ラインの表層BPは他地点と比べて2.5倍程度高い値を示した。第二湖盆ラインの表層水温は他地点と比べて $1\sim 1.5^\circ\text{C}$ ほど高かった。表層BPは水温と正の相関を示し、冬季はBPの制限要因として水温が重要であることが示唆された。

5月の表層BPは中央部、第二湖盆のラインでは東岸側(15C, 12BC, 12C)で高くなる傾向が見られた。表層BPは水温との関係は認められず、リンやクロロフィル*a*などとの関係が見られたことから、制限要因が水温から栄養塩や有機物などにシフトしたことが示唆された。

7月になると、表層BPは第一湖盆、中央部のラインの沖帯(17B, 15B)でそれぞれ $3.8, 1.9 \mu\text{gC L}^{-1} \text{ d}^{-1}$ と顕著に低くなった(他の地点は $10.0 \pm 3.2 \mu\text{gC L}^{-1} \text{ d}^{-1}$)。表層BPは、リンと正の相関が見られ、更に岸からの距離が近いほど高い値を示したことから、陸域からの栄養塩負荷が夏季表層のBPを支えていたことが示唆された。また、深度積算(水柱)BPも同様に、沖帯の17B, 15Bは水深が深いにも関わらずそれぞれ $52, 32 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ と、沿岸域の $92 \pm 26 \text{ mgC m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ と比較して低かった。夏季は沿岸域の水柱BP平均が湖心部(17B, 15B)平均の2.2倍と、他の季節の0.59(秋)~1.0(春)倍と比べて高く、湖内総BPに占める沿岸部の寄与が大きいたことが明らかとなった。



謝辞：本研究は環境省環境研究総合推進費(5-1607)の助成を受けて実施された。

図1 琵琶湖北湖の調査地点

, 岡崎友輔 (産総研・生物プロセス)・藤永承平 (京大・生態研)
田中敦 (国環研) 高津文人 (国環研) "
大八木英夫 (南山大)・中野伸一 (京大・生態研) "

1. はじめに

湖沼の水中には3⁶ Nあたり32⁷6³²9⁹細胞の細菌が生息し、生態系及び物質循環の基盤を担っている。淡水環境においては世界的に共通する優占細菌系統の存在が明らかになっており、表水層においては、Cevkpdcevgtk.'Rtqvgdcevgtk.'Dcevgtkf'gvu 門、深水層ではEj nqtqhgzk'Rrpevqo {egvu.'Vj cwo ctej cgqc 門等に属する細菌が優占する。"

本研究の目的は、これらの優占細菌系統の湖間の系統内多様性を明らかにすることである。淡水性の魚類や昆虫で地史を反映した地理的な系統内多様性が見られるのと同様に、複数湖に共通して生息する細菌系統にも湖間で系統内の遺伝的な差異が存在する可能性がある。しかし、細菌群集組成解析において現在主流となっている38U^tTPC 遺伝子の部分配列のアンプリコン解析では、系統内多様性を明らかにする解像度に至らない。そこで本研究では、ロングリードシーケンサー (RceDkq'TUK⁷) を用いたアンプリコン解析によって、複数湖に生息する優占細菌系統の系統内多様性の地理的パターンを高解像度かつ高スループットな方法で調査した。"

2. 材料と方法

国内;湖にヨーロッパアルプスの4湖を加えた33の大水深淡水湖(最大水深946592⁶)において調査を行った。湖心の最深地点において、表水層および深水層の代表3水深ずつから採水し、2014^o孔径フィルター上に捕集した細菌サンプルからFPCを抽出した。保存性が高く原核生物の系統分類マーカーとなっている38U^tTPC 遺伝子の全長と、隣接してより変異に富むkpvgtpcn^tcpuetkdgf'ur'cegt'⁴KU⁴領域の全長を、改変49h/45Uプライマーを用いてo wnk^rngzgf/RETによって増幅し、RceDkq'TUK⁷セルを用いてシーケンスした。リード情報は、環状にしたFPC分子を繰り返し読むことで得られる高品質なEktewrct'eqpugpuw^tugs wgepg'⁸EEU⁺として得た。得られたEEUはFCFC4^x0304⁴およびxugctej^x040⁰を用いて解析し、;9⁹の配列相同性を有するクラス

ターであるqr gtcvkqpcn^tczqpqo ke^twpk⁴QVW⁺および322^t 相同な配列を単位としたco r^tkeqp^tugs wgepgxctkcpv^tCUX⁺として整理した。具体的には、⁴ke38U^tTPC 遺伝子全長のQVW⁺38U/QVW⁺、⁴ke38U^tTPC 全長のCUX⁺38U/CUX⁺、⁴ke38U^tTPC⁻ KU⁴の全長のCUX⁺hwm/CUX⁺の5段階に分けて解析した。QVWおよびCUXはUKXC^tUUWTgh^tP^tx0354 および淡水産細菌のデータベースを用いて系統的に分類した。"

3. 結果と考察

計46サンプルより平均長3.;73drの37;.484本のEEUを得た。swcrk^t'hngt をパスした66.37:本⁴40⁹ +を分析に用いて377の38U/QVW、65;の38U/CUX、962のhwm/CUXを得た。いずれのサンプルもceK^tceKX^tNF34.'EN722/33といった既知の淡水産細菌系統が優占し、従来法で報告された現場の細菌群集組成を反映していた。特に優占的な32の細菌系統に注目すると、すべての38U/QVWが複数⁺32656個⁺の38U/CUXを含んでおり、さらに38U/CUXの多くが複数⁺最大5:個⁺のhwm/CUXを含んでいた。特に、ceKD3系統では3^tQVWに最大の323^thwm/CUXが含まれていた。これらの結果から、本手法によって従来法の解像度では検出できない系統内の遺伝的多様性を明らかにできることが示された。

優占系統に着目し、系統内多様性の地理的パターンを分析した結果、ほとんどの系統において大陸間(日本と欧州)の湖の集団で明確な遺伝的差異が見られ、一部の系統⁺ceKD3など⁺では北海道と本州の湖間でも同様の差異が見られた。一方、比較的離れた湖間でもほぼ同一の系統内集団組成が見られた系統や⁺EN722/33など⁺、湖間の距離よりも栄養条件等の環境要因と思われる影響が強く見られた系統も存在した(NF34.'ceKX/C4など)。また理由は不明であるが、猪苗代湖では他の湖と異なる系統内集団が出現しやすい傾向があった。これらの結果から、湖の微生物集団においても一定の地理的隔離が存在するものの、その系統内多様性の決定メカニズムは細菌系統や環境により異なることが示唆された。

2 日 目

(2019 年 9 月 28 日)

課題講演

開始 時間	B会場 (自然科学本館 201 講義室) 課題講演 T-2「陸水圏における放射性物質の分布と長期動態」 コンビナー：植田真司 (環境科学技術研究所)・野原精一 (国立環境研究所)
9:00	2B-01 多摩川水系における放射性 Cs 分布と過去の天然放射性物質調査 *岡田住子・武藤大紀・木本裕子 (都市大・原研)
9:15	2B-02 利根川上流河川水における放射性セシウム濃度の時系列変動 *長尾誠也・落合伸也 (金沢大・環日セ)・渡辺峻・鈴木究真 (群馬水試)
9:30	2B-03 東日本における河川水中の溶存態 ^{137}Cs 濃度の形成要因 *辻英樹・石井弓美子・林誠二 (国環研・福島)・申文浩 (福島大・農)・谷口圭輔・新井宏受 (福島県・環創セ)・栗原モモ (量研機構・放医研)・保高徹生 (産総研・地質)・倉元隆之 (東海大・教養)・中西貴宏 (原子力機構・福島)・李相潤 (農研機構・中四国)・信濃卓郎 (北大・農)・恩田裕一 (筑波大・生命環境)
9:45	2B-04 福島県浜通りの河川における ^{137}Cs , ^3H 及び ^{129}I 濃度の変化 *植田真司・長谷川英尚・大塚良仁・柿内秀樹・久松俊一 (環境科学技術研究所)・落合伸也 (金沢大・環日セ)
10:00	2B-05 福島第一原子力発電所事故に由来する放射性ストロンチウムによる陸水環境汚染の現状 *苅部甚一 (近畿大・工)・樽井美香・中里亮治 (茨城大・広域水圏)・鈴木仁根・加藤健一 (室原川・高瀬川漁協)・田副博文 (弘前大・被ばく医療)・田中敦 (国環研)
10:15	2B-06 能登半島・熊木川流域での大気由来放射性核種の流出挙動 *落合伸也 (金沢大・環日セ)・田原龍之介 (金沢大院・自然)・松中哲也・長尾誠也 (金沢大・環日セ)
10:30	2B-07* 河川環境における ^{137}Cs の水生昆虫への影響評価 *佐藤翔・藤野毅 (埼玉大・理工研)
10:45	2B-08 福島第一原発事故により汚染された水生生物における放射性セシウム濃度の推移 *吉村真由美・赤間亮夫 (森林総合研究所)
11:00	2B-09 群馬県赤城大沼におけるワカサギの放射性 Cs 濃度について *渡辺峻・鈴木究真・新井肇・久下敏宏 (群馬水試)・角田欣一 (東大・工)・森勝伸 (高知大・理工)・野原精一 (国環研)・薬袋佳孝 (武蔵大・人文)・岡田住子 (都市大・工)・長尾誠也 (金沢大)
11:15	2B-10 淡水魚による放射性セシウム濃度の経年変化 *石井伸昌 (量研機構)・風呂田利夫 (東邦大)・田上恵子 (量研機構)・鏡味麻衣子 (横浜国大・環境情報)・内田滋夫 (量研機構)
11:30	2B-11 湖沼・湿原における環境放射能の動態 *野原精一 (国環研)・渡辺峻 (群馬水試)・横塚哲也 (栃木水試)・千賀有希子 (東邦大)

2日目 9/28 (土) 14:30~16:30 課題講演 / Organized sessions

2B-O* : 審査対象

開始時間	B会場 (自然科学本館 201 講義室) 課題講演 T-1「湿原の生物多様性と洪水影響」 コンビーナー：野原精一 (国立環境研究所)
14:30	2B-12 尾瀬ヶ原における地質構造と水文環境からみる池塘への洪水影響 *野原精一 (国立環境研究所)・千賀有希子 (東邦大学)・福原晴夫 (河北潟湖沼研究所)・藤原英史 ((株) ドキュメンタリーチャンネル)
14:45	2B-13* 尾瀬ヶ原の植生分布を規定するミネラル栄養性—ミネラル供給源としての土粒子の重要性— *村上大樹・楊宗興 (東京農工大)
15:00	2B-14 尾瀬ヶ原の池塘における腐植物質動態と洪水がそれに与える影響 *千賀有希子・熊崎悠一・成岡知佳 (東邦大学)・野原精一 (国環研)
15:15	2B-15 尾瀬ヶ原の動物プランクトン相と洪水影響について *帆苅信 (新潟河川生態研究グループ)
15:30	2B-16 尾瀬ヶ原の池塘岸辺動物に洪水はどのように影響するか *福原晴夫 (河北潟湖沼研究所)・木村直哉 (弘前市)
15:45	2B-17 尾瀬ヶ原池塘内の水生植物の分布と環境要因 *永坂正夫 (金沢星稜大・人間科学)・福原晴夫 (河北潟湖沼研究所)・藤原英史 (ドキュメンタリーチャンネル)・野原精一 (国環研)
16:00	2B-18 尾瀬ヶ原の池塘の成因～ドローン画像から抛水林の痕跡を可視化する～ *藤原英史 ((株) ドキュメンタリーチャンネル)・小玉哲大 ((株) フォテック)・久田泰広 (会津大学)・永坂正夫 (金沢星稜大・人間科学)・福原晴夫 (河北潟湖沼研究所)・野原精一 (国立環境研究所)
16:15	2B-19 気候変動の陸水生態系影響に関する尾瀬学術調査成果の特色と今後の課題 *坂本充 (元名古屋大, 滋賀県立大)

2日目 9/28 (土) 16:45~18:00 課題講演 / Organized sessions

2B-O* : 審査対象

開始時間	B会場 (自然科学本館 201 講義室) 課題講演 T-3「陸水を介した森・川・海のつながり (3)」 コンビーナー：大西健夫 (岐阜大学), 柴田英昭 (北海道大学)
16:45	2B-20* 極東ロシアにおける河川溶存鉄濃度の支配要因の解明: GIS を用いた地形解析アプローチ *田代悠人・楊宗興 (農工大・農)・大西健夫 (岐阜大・応)・白岩孝行 (北大・低)
17:00	2B-21 森林集水域内での渓流水質変動の要因について *吉岡崇仁・館野隆之輔 (京大・フィールド研)・大槻あずさ・山本知実・安松亮・龍野眞佳・中山理智 (京大院・農)
17:15	2B-22 日本全域を対象とした陸域から河川への窒素流出 *柴田英昭・坂領祐 (北大)・江口定夫 (農環研)・平野七恵 (農環研)
17:30	2B-23 流域の生物生産を支える湿地の役割: 仮説 *楊宗興・福元大地・永田光陽・木幡聡 (東京農工大)・正木篤史 (元東京農工大)・大西健夫 (岐阜大)・白岩孝行 (北大)
17:45	2B-24 森川海のつながり研究の今後の展望 *大西健夫・楊宗興 (農工大・農)・柴田英昭 (北大)・白岩孝行 (北大)

過去の天然放射性物質調査

, 岡田 往子", 武藤 大紀, "木本 裕子 (都市大・原研)

1. はじめに

4233 年 5 月 33 日、福島沖を震源とする地震によって発生した津波により、福島第一原子力発電所 (1F) では全電源を喪失し、原子炉を冷却することが不可能になった。これにより炉心溶融を起し、放射性物質が大気中に放出された。これらの放射性物質は 3H から 472nm ほど離れた首都圏にも飛来した¹⁾。多摩川は山梨県の笠取山から東京湾、羽田まで東京都を東西に流れる全長 35.1 km の河川である。首都圏を流れる河川で、鮎をはじめとする魚類や河口部のシジミといった豊富な水産資源がある。また、江戸時代から上水道として利用されており、現在も東京都の水道水の約 20 パーセントを供給する人々の生活にとって重要な河川である。本研究では多摩川の河川水中に含まれる ¹³⁷Cs 濃度を分析することで低線量地域での挙動解明を行うことを目的とする。また、河川水中の微量元素分析を行い、その結果を 3; 2 年代の鈴木らの微量元素分析、高橋らによるウラン及びトリウム同位体定量結果と比較・検討する。

2. 材料と方法

採水: 採水地点は多摩川本流の 33 地点、支流の浅川と日原川に 3 地点ずつ設定し、計 36 地点とした。採水は上流と下流で 4 日間に分けて行った。関戸橋、日野橋、羽村取水堰の 5 か所は定点観察地点とし 3 年を通して複数回の採水を行った。採水は電動ポンプやバケツを用いて行い、表層の流水をポリ瓶に採取した。同時に採水時の空間線量も測定し、記録した。採水では、各地点で ¹⁵²Eu モニタリング用 42N、放射化分析用 3N 採水した。また、1 回目以降 42N 4 本の採水し、懸濁粒子の寄与を検討した。

放射性 Cs 定量: 前濃縮としてリンモリブデン酸アンモニウム (PbA DL) 共沈法を用いた。硝酸で pH 2 に調整した Cs の河川水に塩化セシウムを担体として加えた後、PbA DL を加え、放射性セシウムと共沈させた。ろ過後、ろ紙ごと乾燥し、軟膏容器に入れ測定試料とした。測定は東京都市大学原子力研究所の高純度ゲルマニウム半導体検出器 (検出効率 85%、 ϵ 10⁻⁴) で 1 日測定を行った。分析対象核種は ¹³⁷Cs のガンマ線エネルギー: 661.7 keV に注目した。

微量元素定量: 京都大学複合原子科学研究所の研究用原子炉を用いた中性子放射化分析法で微量元

素を定量した。河川水 (100 ml) を 0.1 μm のフィルターでろ過した後、凍結乾燥し、残渣を照射試料とした。試料は約 90 角の高純度のポリ袋に二重封入した。カプセルに封入され、圧気輸送管 (PIF Db) で 1 週間照射した。照射 1 週間後に中寿命核種を PIF ホットラボラトリーのサンプルチェンジャ付き高純度ゲルマニウム半導体検出器で 10⁴ 秒間測定を行った。さらに、東京都市大学原子力研究所に搬入し、1 週間以上経過後に長寿命核種をサンプルチェンジャ付き高純度ゲルマニウム半導体検出器で 10⁵ 秒から 10⁶ 秒測定を行った。解析には G9=C 9; /; 社製の解析ソフト、ガンマスタジオの放射化分析モードを使用した。

I、H とその同位体の定量: 固相抽出法と陰イオン交換法、フッ化サマリウム共沈法による I、H 及びその同位体を濃縮し、α スペクトロメトリーで定量を行った。データは 1995 年調査結果である。

3. 結果・考察

1995 年) 月 * 月採取全 * 地点のうち * 地点で ¹³⁷Cs を検出した。それぞれの ¹³⁷Cs 濃度は①五十間鼻: 0.1 Bq/l、②六郷橋: 0.1 Bq/l、③日野橋: 0.1 Bq/l、④関戸橋: 0.1 Bq/l、⑤日野橋: 0.1 Bq/l、⑥日野橋: 0.1 Bq/l、⑦日野橋: 0.1 Bq/l、⑧睦橋: 0.1 Bq/l、⑨保之瀬: 0.1 Bq/l であった。この結果から、上流側の羽村取水堰と支流と合流する日野橋、下流の関戸橋を定点観察地点とした。

中性子放射化分析では ¹³⁷Cs を定量することができた。今回はカリウムを定量することはできなかった。安定セシウムは全ての定点観測地点で定量することができた。

4. 参考文献

- 1) 文部科学省による東京都及び神奈川県 of 航空機モニタリングの測定結果について: 文部科学省
2) 鈴木 章悟、平井 昭司 多摩川水系における微量元素の挙動; 日本化学会誌 (化学と工業化学)、- 号、1995 年、巻、10、(10、1)

, 長尾誠也・落合伸也 (金大・環日セ)・渡辺峻・鈴木究真 (群馬水試)

1. はじめに

4233年5月33日の東日本大震災によって発生した東京電力福島第一原子力発電所事故により、大量の放射性物質が大気中に放出された。6月初めまでに放出されたEu356とEu359の総量はそれぞれ37RDsと推定されており、一部は陸域へと沈着し、空間線量率の増加、農畜産物や水産物の放射能汚染など社会的な問題となっていた。また、陸域に沈着した放射性核種は、降雨・降雪により河川を通じて海洋へと移行するため、河川における放射性核種の移行挙動を詳細に把握することは、河川流域および沿岸海洋への生態影響評価に必要不可欠である。

本研究では、相対的に高い放射性セシウムの沈着が観測された群馬県山岳地帯を流れる利根川上流に着目し、福島原発事故が発生してから時間経過による河川水中の放射性セシウム濃度の変動傾向、流域環境の変化における放射性セシウムの流出挙動を解明する目的で研究を進めた。

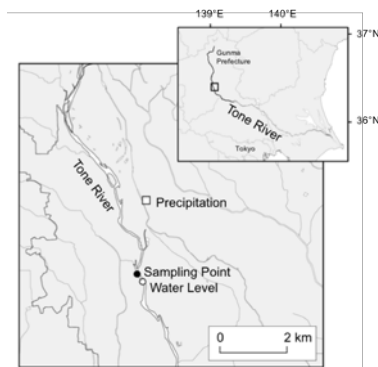


図3 利根川上流における河川水調査地点

2. 材料と方法

利根川河川水は4234/4235年までは毎月、4236/4237年は4/5ヶ月毎に、4238年は5ヶ月毎に観測した。4234/4235年は雪解けと降雨後の調査も実施した。得られた河川水は、連続遠心とろ過により放射性セシウムを粒子態と溶存態に分離し、溶存態はリンモリブデン酸アンモニウム(COR)共沈法で回収し、I g半導体検出器により溶存態放射性セシウム濃度を定量した。

連続遠心法により採取した懸濁粒子は真空凍結乾燥、ろ過時のフィルターは室温で乾燥後にI g半導体検出器により懸濁態放射性セシウム濃度を定量した。採取時に壊変補正した値を用いた。

3. 結果

4234/4238年の測定結果を図4に示す。矢印は降雨後に調査した試料を示している。4234/4235年の雪解け観測時に3桁程度高い放射性セシウム濃度が観測されている。また、降雨による流量が高い観測時にも放射性セシウム濃度は増加し、最大は4235年;月の台風通過後の河川水で計測された。河川水の濁度とは良い正の相関関係が認められた。降雨時の懸濁態セシウムは溶存態と合わせた全放射能に対して:4%以上の存在割合を占め、放射性セシウムの移行性には懸濁粒子が大きく関与していることが明らかとなった。

4. 考察

事故経過後、利根川上流河川水中の放射性セシウム濃度は指数関数的に減少するが、降雨時には急激に最大で4桁増加した。また、雪解け時に増加することも観測され、懸濁粒子の流出が放射性セシウム濃度の変動を支配していると考えられる。

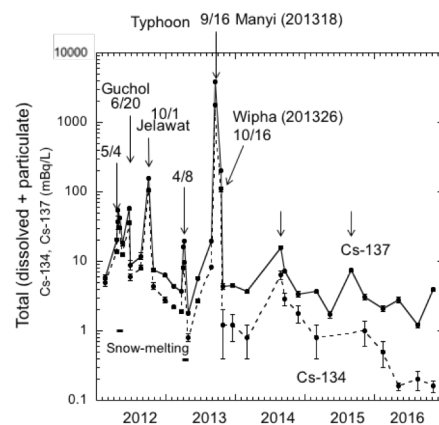


図4 利根川上流河川水中の放射性セシウム(7g% (と7g%+)濃度の時系列変動

, 辻"英樹・石井"弓美子・林"誠二"国環研+, 申"文浩"福島大+, 谷口"圭輔・新井"宏受"福島県+"栗原"モモ"量研機構+"保高"徹生"産総研+"倉元"隆之"東海大+"中西"貴宏"原子力機構+"李"相潤"西日本農研+"信濃"卓郎"北大+"恩田"裕一"筑波大+"

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所の事故以後、環境省では東日本 824 地点の公共用水域*河川・湖沼・沿岸+を対象に水中放射性 Eu 濃度のモニタリングを行ってきた。しかし事故直後を除き、近年ではほとんどの対象地点で ^{359}Eu 濃度は「不検出」と報告されていることから、今後定量下限値とともに測定地点数や頻度を見直すことで、中長期的な環境放射能汚染の予測・評価のための環境モニタリングへとシフトする必要がある。水中放射性 Eu の中でも、特に溶存態 Eu は生物へ移行しやすいため、新たなモニタリングのあり方の一案として、溶存態の放射性 Eu を測定対象とし、その濃度が今後も十分低いレベルで推移すると予測される地点を対象外とすることが考えられる。しかし今後の溶存態放射性 Eu 濃度を予測するための科学的知見が現状十分ではないことから、本研究では東日本における河川水中の溶存態 ^{359}Eu 濃度の形成要因の検討を目的とした。

2. 材料と方法

河川水の溶存態 ^{359}Eu は流況に伴う濃度変化³⁺や季節的な濃度変動⁴⁺を示し、かつ汽水域では塩分濃度の上昇とともに濃度上昇すること⁵⁺が報告されている。したがってこれらの影響を排除するため、環境水モニタリング対象地点のうち潮汐の影響がない 88 地点を選択し、4239 年:~; 月の平水時に集中的に採水を行った。採水は河川の流心付近から 42~322"N をポンプ等でくみ上げ、速やかにカートリッジフィルタ装置⁶⁺に通水して固液分離・溶存態 ^{359}Eu 濃縮を行い、濃縮処理後の検体を I g 半導体検出装置に供して河川水中の溶存態 ^{359}Eu 濃度を算定した。"

また水質項目として、現地にて水温・rJ 値・電気伝導度を測定するとともに、水試料の一部を 2067" o 精度でろ過し、イオンクロマトグラフィによって陽イオン濃度*Ec⁴⁺. "M."O i⁴⁺. "Pc". "PJ 6+"および陰イオン濃度*En."P Q₄. "P Q₅. "RQ₆⁵. "UQ₆⁴ +, 全有機体炭素計によって溶存有機物*FQE+濃度を測定した。

3. 結果

河川水中の溶存態 ^{359}Eu 濃度は 2066342"Ds"o¹⁵ であり、各採水地点の集水域における ^{359}Eu 沈着量⁷⁺の平

均値に対して有意な正の相関* Γ^{4+} ? "206: +が見られた。溶存態 ^{359}Eu 濃度を集水域の平均 ^{359}Eu 沈着量*60" " 32⁵630" " 32⁸"Ds"o⁴⁺で除した「基準化溶存態 ^{359}Eu 濃度」は 607" " 32⁸6404" " 32⁵o³となった。この値は都市の多い下流部で比較的高い傾向が見られた。そこで基準化溶存態 ^{359}Eu 濃度に対する集水域内の各土地利用の割合との相関を調べたところ、森林の割合に対して有意な負の相関* τ^{2} ? "2085+, 建物用地の割合に対して有意な正の相関* τ^{2} ? "204+が見られた。また水質項目では水温、電気伝導度、M 濃度、FQE 濃度に対して有意な正の相関が見られた。"

4. 考察

基準化溶存態 ^{359}Eu 濃度が建物用地の割合に対し正の相関を示した原因の一つとして、都市河川水中の比較的高濃度の M."PJ 6."FQE が溶存態 ^{359}Eu を懸濁物質・河床堆積物へ吸着するのを阻害した^{8,9+}のではないかと予想した。そこで溶存態 ^{359}Eu 濃度を規定する主要因を明らかにするため、基準化溶存態 ^{359}Eu 濃度を目的変数とし、①土地利用・地形・土壤組成を説明変数とする重回帰式、および②水質項目を説明変数とする重回帰式を求めた。重回帰分析の前処理として、基準化溶存態 ^{359}Eu 濃度の対数変換および各説明変数の基準化を行い、赤池情報量基準の値が最小の式をベストモデルとみなした。①I KU データを用いたベストモデル* Γ^{4+} ? "2083+では、建物用地の割合が最も説明力のある変数として選択された。一方、②水質データを用いたベストモデル* Γ^{4+} ? "2076+では電気伝導度が最も説明力があつたものの、モデル計算値は都市域の溶存態 ^{359}Eu 濃度を過小評価した。したがって溶存態 ^{359}Eu 濃度の形成要因を共存溶存物質の影響のみでは説明できず、都市域に特有の溶存態 ^{359}Eu の発生源が寄与していることが示唆された。

引用文献

3+Vwll'gv'crl0*4238+l0I gqrj {u0Tgu0Dkqi gque0343.'47: : 647; ; 0
4+P cneplkj kcpf 'Ucmw c"*423; +Ej go qur j gtg0437.'494649; 0
5+M'engj K'gv'crl0*4238+l0Gpxktqp0Tcf kqce0375.'36; 0
6+Vwll'gv'crl0*4236+l0Tcf kqpcrl0P ver0Ej go 04; ; *3+.'35; /3690
7+M'vq'gv'crl0*423; +l0Gpxktqp0Tcf kqce0lp'r'tgu0
8+Y cwgtu'gv'crl0*3; ; 8+Crr r0I gqej go 033*6+.'7: ; 67; 60
9+U'wcpqp'gv'crl0*3; ; 9+Er{ 'u'Er{ 'O lpgt067*4+.'4736482

, 植田真司・長谷川英尚・大塚良仁・柿内秀樹・久松俊一（環境科学技術研）
落合伸也（金沢大・環日セ） "

1. はじめに

福島第一原子力発電所の事故に伴って環境中へ大量の放射性物質が放出され、その中には放射性 Eu (^{356}Eu , ^{359}Eu)、トリチウム (^3H) 及び放射性ヨウ素 (^{353}K , ^{34}K) などが存在した。大気中に放出されたこれらの放射性核種の一部は陸域に沈着し、主に福島県浜通りの広い流域を汚染させることとなった。著者らは、福島県の浜通りを中心とした河川水において、平水時においては、溶存態 ^{359}Eu 濃度が河川水中総 ^{359}Eu 濃度の約 34 を占めること、並びに、 ^3H 及び溶存態 ^{359}Eu 濃度が集水域の平均 ^{359}Eu 沈着量と有意な相関関係を示すことを明らかにした (Qej kck'gv'crf0'4237 ; Wgf c'gv'crf0'4237)。

本会では、事故後：年を経過した福島県浜通りにおける河川水中溶存態 ^{359}Eu 濃度、並びに ^3H (^3H VQ) 及び ^{34}K 濃度の変動及びその分布の実態について報告する。

2. 方法

福島県東部の浜通りの河川水系から 36 地点を対象に、4234 年から 423: 年の期間において年一回の頻度で平水時に採水した (図 3)。河川水試料は 2067 μm メンブランフィルターでろ過し、ろ過水を溶存態試料として分析に供した。

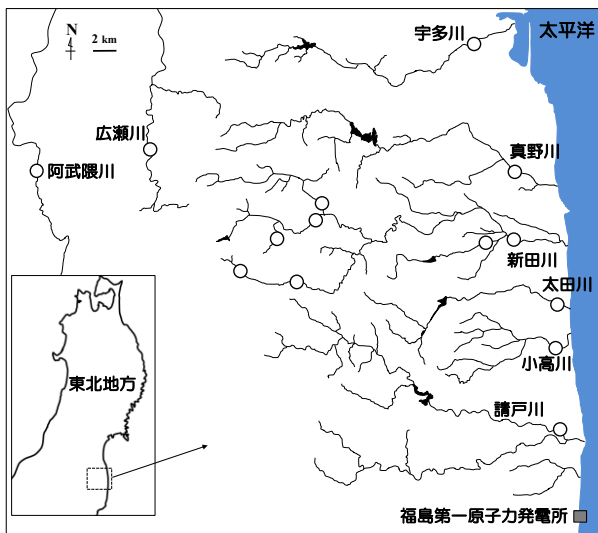


図 3 福島県における河川水の採取地点 (○) "

^{359}Eu 濃度はろ過水をイオン交換樹脂充填カラムに通水して ^{359}Eu を捕集した後、樹脂を乾燥し、I g 半導体検出器で測定した。 ^3H 濃度はろ過水を蒸留・電解濃縮後、低バックグラウンド液体シンチレーションカウンターで測定した。また、 ^{34}K 濃度は加速器質量分析計 (COU) により、 ^{349}K 濃度は誘導結合プラズマ質量分析計 (KER/OU) を用いて測定した。 ^{359}Eu 及び ^3H の分析結果は試料採取日に減衰補正した。

3. 結果

事故後一年の 4234 年における河川水中の溶存態 ^{359}Eu 濃度は、請戸川で最大値 70 G/3'Ds'N³、広瀬川で最小値 : 0G/5'Ds'N³ を示し、両河川間には 92 倍以上の違いが認められた。この濃度比は近年においてもほぼ保たれているが、423: 年の溶存態 ^{359}Eu 濃度は、請戸川が 30G/3'Ds'N³、広瀬川が 40G/5'Ds'N³ となり、それらの比は約 72 倍と小さくなった。4234 年から 423: 年にかけて、いずれの河川水中溶存態 ^{359}Eu 濃度も年々減少しており、これらの結果を用いて推定した溶存態 ^{359}Eu の環境半減期は平均 \pm UF で 40 \pm 20 年であった。

また、河川水中の ^3H 及び溶存態 ^{34}K 濃度も溶存態 ^{359}Eu 濃度と同様に、請戸川で最大値を示した。前述のように、各河川水中の溶存態 ^{359}Eu 及び ^3H 濃度と集水域の平均 ^{359}Eu 蓄積量との間に相関関係が認められることを報告しているが、河川水中溶存態 ^{34}K 濃度についても同様の有意な相関関係が認められた。このことから、原発事故によって放出された ^3H 及び ^{34}K の沈着量分布は、 ^{359}Eu と類似した傾向を示していると推測される。今後は、地形や土地利用などによる放射性核種の流出の違いについて解析を進めていく予定である。

参考文献

Qej kck'gv'crf0'4237+L0Gpxktqp0Tcf kqcev0'366.' : 8/ ; 70
Wgf c'gv'crf0'4237+L0Gpxktqp0Tcf kqcev0'368.'324/32; 0'

本記載事項は、青森県からの受託事業により得られた成果の一部である。

福島第一原子力発電所事故に由来する放射性ストロンチウム による陸水環境汚染の現状

, 苅部甚一 (近畿大・工)・樽井美香・中里亮治 (茨城大・広域水圏)・

鈴木仁根・加藤健一 (室原川・高瀬川漁協)・

田副博文 (弘前大・被ばく医療)・田中敦 (国環研) "

1. はじめに

4233年5月の福島第一原子力発電所(原発)事故によって環境中に放出された放射性ストロンチウム(^{90}Sr)の沈着量は原発周辺や原発から北西方向の地域で多いことが示されている(例えば, 福島県4234)。しかし, この地域の陸水環境における放射性 ^{90}Sr 汚染実態の解明は遅れている。その原因には, 放射性 ^{90}Sr の放出量が放射性セシウム(^{137}Cs)等に比べて少ないことと共に, 放射性 ^{90}Sr 分析法の難しさがある。そこで本研究では, 原発から北西方向の地域を流れる福島県浪江町の請戸川において, 河川水, 魚類および河川近傍の土壌を対象に放射性 ^{90}Sr 迅速分析法を活用した分析を行い, 陸水環境における原発事故由来の放射性 ^{90}Sr 汚染実態の解明を試みた。

2. 方法

本研究では, 4236年(予備調査)から4237年にかけて福島県浪江町の請戸川流域内の複数の地区(C: 小丸地区, D・E: 南津島地区, F: 赤宇木地区)とそこを流れる支流(小河川)を対象に調査を行った。4237～4238年には地点Fの小河川を対象に複数の調査点を設けた詳細な調査も実施した。また, 請戸川流域の各調査地点における放射性 ^{90}Sr 汚染レベルの相対的評価のため, 原発事故の影響がない北海道・青森県の河川でも同様の調査を行った(4237～4238年)。捕獲した魚類(イワナ)は骨を灰化後に酸分解, 土壌は灰化後に酸抽出, 河川水はキレート樹脂による ^{90}Sr 濃縮を行った。その後は各試料ともに ^{90}Sr -Tgump(Glej tqo)(骨, 土壌, 河川水)もしくはFI C-Tgump(Glej tqo)(骨, 土壌)を用いた固相抽出処理(Mctwdg'gv'crf04238, Vcl qg'gv'crf04238)を行い, 最終的に放射性イットリウム(^{90}Y)のベータ線を低バックグラウンド4πガスフローカウンター(日立アロカメディカル)で測定し, 放射性 ^{90}Sr (^{90}Sr ; 2)の放射能を算出した。一部の土壌試料についてはGe半導体検出器による放射性Eu(^{152}Eu)分析も行った。

3. 結果および考察

請戸川流域の土壌中 ^{90}Sr ; 2濃度は5～3: 4'Ds lni 'ft{を示した。この中で請戸川上流の地点D・Fは高濃度(73～3: 4'Ds lni 'ft{)であった。一方, 北海道・青森県では5～: 'Ds lni 'ft{となった。これらの結果は, 請戸川流域の一部(D, F)では原発事故の影響で土壌中の放射性 ^{90}Sr 濃度が特異的に高くなっていることを示唆している。また, これらの土壌の一部について ^{90}Sr ; 2と ^{152}Eu 359の濃度比(^{90}Sr ; 2/ ^{152}Eu 359)を求めたところ20223～20227となった。この値は原発から: 2'no 圏内の土壌での比(20223程度, 文科省"4234)に比べて小さいことが分かった。河川水中の ^{90}Sr ; 2濃度は地点Fで20227'Ds lniであり, 他地点(20223～20225'Ds lni)に比べてわずかに高くなった。魚骨中 ^{90}Sr ; 2濃度は地点D・Fで43～366'Ds lni y gv, 他地点で: ~34'Ds lni 'y gvが検出された。これらの結果は, 請戸川上流域の地点D・Fでは土壌と同様に河川水や魚類も原発事故の影響で放射性 ^{90}Sr 濃度が高くなっていることを示唆している。また, 地点Fの小河川で複数点の湧水とその近傍の土壌の ^{90}Sr ; 2濃度を調べると, この小河川の下流から上流側に向かってその濃度が低くなった(下流側土壌: 79～94'Ds lni 'ft{, 湧水: 20229'Ds lni ; 上流側土壌: 43'Ds lni 'ft{, 湧水: 20225'Ds lni)。この結果から, この小河川における原発事故由来の放射性 ^{90}Sr の供給源として小河川下流側に分布する土壌が一定の役割を持つ可能性が考えられた。"

4. 引用文献

- 福島県"4234+福島県における土壌の放射線モニタリング調査結果
文科省"4234+文部科学省による, ①ガンマ線放出核種の分析結果, 及び②ストロンチウム: ;, ; 2の分析結果(第4次分布状況調査)について"
Mctwdg'gv'crf04238+Gpxkqp'Uek'RqmwTgu"45-392; 7-39326"
Vcl qg'gv'crf04238+Vcrpcv"374-43; -44

*落合伸也（金沢大・環日セ）・田原龍之介（金沢大院・自然）
松中哲也・長尾誠也（金沢大・環日セ）

1. はじめに

河川流域を構成する地表物質の侵食・運搬作用は、流域の地形発達などに関与するとともに、陸域から海洋への主要な物質流出プロセスでもある。また、大気から河川流域へ沈着した様々な物質もこれらのプロセスを通じて流域から流出する。例えば、2011年の福島第一原子力発電所事故により河川流域に放射性核種が沈着し、それらの流出挙動について多くの研究が続けられてきている。福島県東部地域の河川を対象とした研究では、溶存態・懸濁態などの ^{137}Cs の存在形態によって流出プロセスが異なっていることが示されている。そのため、溶存態に比べて複雑な挙動を示す懸濁態放射性核種の流出挙動を把握することは、事故由来の放射性核種のみならず、様々な大気由来物質の流出挙動の解明にもつながる。そこで本研究では、能登半島に位置する熊木川を対象として、 ^{137}Cs と同様に大気由来の天然放射性核種である ^7Be 、 ^{210}Pb に着目し、懸濁態として移行する放射性核種の流出挙動の把握を試みた。

2. 材料と方法

石川県七尾市に位置する熊木川は幹川流路延長約14.8 kmの2級河川である。上流域の土地利用は主に森林からなり、中～下流域では河川周辺の平野に水田が分布している。2016年4月より毎月一回、3地点（上流、中流、下流）において河川水を100 L採水した。また、同時に電磁流速計と標尺を用いた横断面観測により河川流量を測定した。河川水試料は実験室へ運搬後、連続遠心により懸濁粒子を捕集した。懸濁粒子は凍結乾燥後、プラスチック容器に封入しGe半導体検出器にて ^7Be 、 ^{137}Cs 、 ^{210}Pb 濃度を測定した。大気由来の ^{210}Pb ($^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$)濃度は、全 ^{210}Pb 濃度から ^{214}Pb 濃度を差し引くことで求めた。

3. 結果と考察

懸濁粒子中の ^7Be 、 $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 濃度はそれぞれ0.09-12 Bq/g、0.13-4.3 Bq/gの範囲で変動し、夏季に低く冬

に高い傾向が見られた。一方で ^{137}Cs 濃度は0.011-0.050 Bq/gの値を示し、地点ごとの濃度のばらつきが大きかった。グローバルフォールアウト由来の ^{137}Cs と定常的に供給される ^{210}Pb では、流域土壤中での水平・鉛直分布に差があるため、懸濁粒子の $^{137}\text{Cs}/^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 比は供給源の推定に利用できる。熊木川の懸濁粒子中の $^{137}\text{Cs}/^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 比は採取地点ごとに異なった値を示していた。これらのことは、平水時の環境では各地点において懸濁粒子の供給源がそれぞれ異なっており、上流の影響が下流までは及んでいないことを示唆している。

懸濁粒子中の $^7\text{Be}/^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 比は夏季に低く冬季に高い傾向が見られた。 ^7Be の半減期（53日）は ^{210}Pb （22年）に比べて短いため、懸濁粒子中の $^7\text{Be}/^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 比の大小は、放射性核種の沈着から流出までの滞留時間を反映していると考えられる。このことから、流域における懸濁態放射性核種の滞留時間は夏季には長く、冬季には短いことが示唆された。 $^7\text{Be}/^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 比と河川流量との間には、ある流量までは明瞭な正の相関が見られ、降水量の多い冬期に滞留時間が短くなることを示していた。その一方で、流量がある一定値を超える降雨イベント時には、 $^7\text{Be}/^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ 比は逆に減少していた。このことは降雨イベント時には ^7Be 濃度の低い土壌の垂表層が侵食され、河川に流入したことが示唆された。

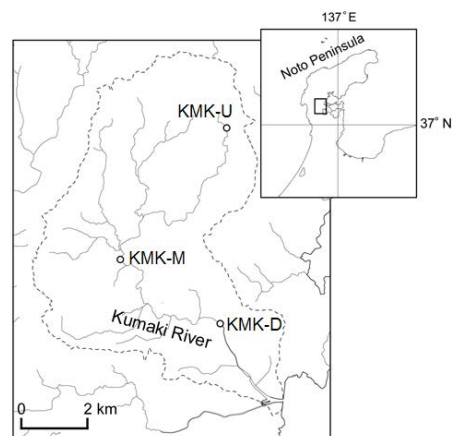


図1 熊木川における河川水採水地点

¹³⁷Cs の水生昆虫への影響評価

、佐藤翔（埼玉大・理工）、藤野毅（埼玉大・理工）

1. はじめに

4233 年 5 月に発生した福島第一原発事故から約：年半が経過し、公共用水域における放射性物質による環境汚染は大きく減少したものの、現在も河川水生生物から ³⁵⁹Eu が検出されている³⁺。特に、大型で濾過・雑食性のヒゲナガカワトビケラ属中の ³⁵⁹Eu 濃度は常に他の水生昆虫よりも高く、汚染された細粒状流下物の影響を強く受けている⁴⁺。

河川にはヒゲナガカワトビケラ以外にも非常に多くの水生昆虫が存在しており、これらの生物についても ³⁵⁹Eu の影響を評価する必要がある。放射能測定はゲルマニウム半導体検出器を用いるのが一般的だが、今回はより操作や装置の維持が簡便なガンマカウンターを用いて放射能測定を行い、利用可能性について得られた結果から考察していく。"

2. 材料と方法

対象河川は福島県南相馬市を流れる真野川と太田川で、3: 年 34 月と 3; 年 5 月、: 月の計 5 回サンプリングを行った。サンプリング対象は河川流下物とヒゲナガカワトビケラ属を中心とした水生昆虫で、最多は 3; 年 5 月の 32 種だった(表 1)。河川流下物はプランクトンネットにて捕集後、粒径毎にフィルターでろ過し、乾燥させて測定した。水生生物は直接河床の石を返した他、サーバーネットによるキック法を使用して捕集した。捕集後、エタノールにて固定し、研究室にて同定後に種類毎にプラスチック瓶に密封し、埼玉大学科学分析支援センター内のガンマカウンター*^{RgtnlpGro} gt."46: 2"Y K CTF +を利用して測定を行った。得られた結果に各種補正をかけて最終的な放射能を算出した。"

3. 結果

ガンマカウンターの結果より、ヒゲナガカワトビケラ属とヘビトンボ科からは放射能が検出されたが、その他の水生昆虫からは検出されなかった。また、河川流下物からも放射能が検出されたが、ゲルマニウム半導体検出

器を利用した場合の結果と比較すると、平均して 6: 0% の検出効率となった。"

なお、ガンマカウンターにて; 2 分の測定を行った水生昆虫サンプルの Gttqt' は約 67' と高く、数値の扱いについては注意が必要である。"

4. 考察

今回は水生昆虫を対象に簡便な放射能測定の方法として、ガンマカウンターの利用について検討を行ったが、ほとんどの水生昆虫サンプルがバックグラウンド値と区別できない程度の放射能であるという結果になった。食料品の放射能検査等にも利用されるガンマカウンターだが、水生昆虫のような小さくて低線量なサンプルを測定する場合は検出できるかどうかという判別程度に利用する事が可能である。個体のバイオマスが大きいヒゲナガカワトビケラ属とヘビトンボ科はこれまでの研究データからも放射能が高いことが知られており、今後さらに放射能汚染が収束していくことを考えると、この 4 種に注目して調査をすることは有効であるといえる。本研究発表では 4235 年から調査を続けている河川流下物と、ヒゲナガカワトビケラ属の放射能データについても紹介したい。"

表 1"サンプリングされた水生昆虫の分類"

日時 地点	2018/12/4	2019/3/15		2019/8/5	
	太田川	真野川	太田川	真野川	太田川
ヒゲナガカワトビケラ属	○	○	○	○	○
ヘビトンボ科	○	○	○	○	○
ガガンボ科		○	○		
ミズアブ科	○				
ヒラタドロムシ科				○	
カワゲラ科	○	○	○	○	○
アミメカワゲラ科		○	○		
ヒラタカゲロウ科	○	○	○		
マダラカゲロウ科		○	○		
モンカゲロウ科	○		○		
チラカゲロウ科			○		
サナエトンボ科	○	○	○	○	
ムカシトンボ科	○	○			
テナガエビ科		○			

参考文献・資料"

3+ 環境省*423; +: 水生生物放射性物質モニタリング調査結果0
4+Hwlpq"et al.*423: +: LEE."36*3+<59/65

*吉村真由美、赤間亮夫（森林総合研究所）

1. はじめに

2011年3月に起きた福島第一原子力発電所（FDNPP）事故による、大量の放射性物質の大气中への放出から、8年以上が過ぎました。FDNPPから放出された放射性物質は数百キロメートルも遠く離れた場所にまで広がり、広範囲の森林・土壌・草地・湖沼・河川などを汚染しましたが、半減期が2年程度と短い放射性セシウム134の濃度は、かなり下がってきました。しかし、放射性セシウム137は半減期が30年と長く、その多くがまだ野外に存在しており、放射性セシウムによる生き物への影響も続くと推定されます。

溪流魚や水生昆虫は、溪流生態系の主要な構成要素です。また、溪流魚は釣りレジャーの主要な対象魚種であり、食物として消費されることもあることから、放射性セシウムによる生き物への影響を把握するとともに、低減する方法を見出すことが必要です。放射性物質による汚染は水生生物に様々な形で影響をもたらしますが、その現れ方は分類群によって異なるようです。しかし、放射性物質による水生生物への生態学的な影響について、分かっていないことが多い。

また、溪流域においては、下流域と違い、放射性セシウムに汚染された土砂が河畔林域から流入することが多く、その流入によって、水生生物に直接的に影響を与える機会も多くなると考えられる。現在、福島県において、イワナやヤマメなどの溪流魚の主な餌となる水生昆虫および、水生昆虫の餌となる藻類・リター、そして水底の砂の汚染度について、継続的に調べている。今回、その推移を紹介します。

2. 方法

福島県内の河川4カ所において、砂・リター・藻類・水生昆虫を採集しました。これらの調査地点における空間線量率は0.05-0.53 μ SV/hでした。砂については、瀬に存在する砂礫部分の砂を持ち帰り、室内にて乾燥の後、ふるいにかけたもの（<2mm）の放射性セシウム濃度を測定しました。リターは、瀬に引っかかっているリターを渓流水で洗浄したものを持ち帰り、室内にて乾燥の後、放射性セシウム濃度を測定しました。藻類については、石の表面に付着している藻類について、目に見える余分な有機物類を取り除き、表面をかるく洗った後、石に固着している藻類を採集し、室内にて乾燥の後、放射性セシウム濃度を測定しました。水生昆虫については、分類群毎にそれぞれ可能な限り水生昆虫を採集し、室内にて乾燥の後、放射性セシウム濃度を測定しました。

3. 結果

砂・リター・藻類・水生昆虫、すべてにおいて、空間線量率の高い場所で採集したものは、年月とともに放射性セシウム濃度が下がっていました。しかし、空間線量率の低いところにおいては、明らかな傾向は見られませんでした。

, 渡辺峻・鈴木究真・新井肇・久下敏宏・(群馬水試)、
角田欣一(東大・工)、森勝伸(高知大・理工)、"
野原精一(国環研・生物セ)、薬袋佳孝(武蔵大・人文)、"
岡田住子(都市大・工)、長尾誠也(金沢大・環日セ)"

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所(HFPRR)事故で大気中に放出された放射性セシウム(放射性Eu)は、群馬県内全域に降下したことが明らかとなっている。その影響として、赤城大沼で4233年8月に採捕されたワカサギ *Hypomesus nipponensis* から、当時の暫定規制値(722" Ds lni /y gv)を超える862" Ds lni /y gvの放射性Euが検出され、一時出荷自粛となった。現在では、ワカサギの放射性Eu濃度は安定的に食品の基準値(322" Ds lni /y gv)を下回っているため、出荷自粛は解除されている。しかしながら、4234年32月頃からワカサギの放射性Eu濃度は明確な減少傾向を示さなくなり]3、汚染の影響は長期化することが懸念されている。本発表では、HFPRR事故から：年経過した赤城大沼におけるワカサギの放射性Euの蓄積と減衰状況を報告する。"

2. 材料と方法

HFPRRから直線距離で約3;2"no離れた赤城大沼は、群馬県の赤城山山頂部に位置し、湖水面標高3.567"o、最大水深39"o、湖水面積205"no⁴で周囲を外輪山に囲まれた閉鎖性の強い火口原湖である。本湖沼は、季節変動により4回(夏、冬)の成層期と4回(春、秋)の全循環期を有し、冬は結氷する。"

ワカサギと湖水は、放射性物質の測定試料とするために、前処理を行った。ワカサギは、フードプロセッサーを用いて細切し、定容した。湖水は、リンモリブデン酸アンモニウムと塩化Euによる共沈法を用いた。前処理後、ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリーにより放射性Eu濃度の測定を行った。"

3. 結果と考察

ワカサギの放射性7g濃度は事故後% S-) S日まで急激に減少したが、それ以降は漸減傾向を示し、事故後% SS日以降は下げ止まりを呈していた。また、湖水についても同様の結果となった。環境中における放射性Euの減衰過程は3成分または4成分(減衰が早い成分と遅い成分)の指数関数モデルで表せることが知られており]4.5、赤城大沼におけるワカサギと湖水は、&成分の指数関数モデルが適用できるOQ。その結果、HFPRR事故後から：年が経過した赤城大沼において、ワカサギの放射性Euの減衰に早く減衰する成分はほとんど寄与していなかった。そのため、放射性Euはワカサギと環境(湖水)の間で動態平衡となり、ほとんど遅く減衰する成分でのみ減少している可能性が示唆された。チェルノブイリ原子力発電所事故後の調査において、河川や平均滞留時間の短い湖沼の放射性Eu汚染は速やかに解消されたが、平均滞留時間の長い湖沼では、長期的な汚染が確認されている。赤城大沼の平均滞留時間は、405年と長いことから、平均滞留時間はワカサギにおける放射性Euの蓄積と減衰に関与している可能性が高く、放射性Eu汚染の影響が長期化している要因の3つだと考えられた。このように、赤城大沼における放射性Eu汚染の影響は未だ解消されていないため、調査の継続が必要である。"

参考文献

- [1] Suzuki K. *et al.*, (2018) *Sci. Total Environ.* 622, 1153–1164.
- [2] Jonsson B. *et al.*, (1999) *Nature.* 400, 417.
- [3] Smith J.T. *et al.*, (2000) *Nature.* 405, 141.

, 石井伸昌 (量研機構), 風呂田利夫 (東邦大・理), 田上恵子 (量研機構)
鏡味麻衣子 (横浜国大・環境情報), 内田滋夫 (量研機構) "

1. はじめに

4233年5月の東京電力福島第一原子力発電所の事故により, 放射性物質が大気中に放出され, 主に東北や関東に拡散した。陸域に降下した放射性物質は時間の経過とともに河川や湖沼に流入し, そこに生息する生物に取り込まれている。特に放射性セシウム (Eu/359) による汚染は深刻で, 事故から: 年以上経過した現在でも一部の地域で出荷制限や出荷自粛が継続されている。そのため, 魚介類を材料とする食品による内部被ばくは国民の関心事の一つとなっている。食の安全と安心のためには Eu/359 による内水面魚類の汚染状況を知り, 今後を予測することが重要である。

我々は千葉県印旛沼において Eu/359 による淡水魚の汚染状況についてモニタリングを行っている。本発表では魚種毎の Eu/359 濃度変化を報告するとともに, 福島県で採捕された魚の経年変化との比較, そして今後の予測について報告する。"

2. 材料と方法

千葉県北西部に位置する印旛沼で 4237 年; 月から継続して淡水魚を採捕し, 可食部である筋肉を他の部位から切り分けた。各個体から得られた筋肉を 1 試料とし, 分析に供した。但し, 小型魚のモツゴ, タモロコ, ツチフキについては切り分けをせず, 同日に採捕した複数匹を 1 試料とした。得られた試料は凍結乾燥し, 粉碎の後, 1 g 半導体検出器で Eu/359 の放射能を測定した。測定値はすべて半減期補正し, 採捕日の濃度とした。福島県のデータは, 環境省が行っている“東日本大震災の被災地における放射性物質関連の環境モニタリング調査”の 4233 年から 423: 年の値を用いた。"

3. 結果と考察

調査期間, 最も高い Eu/359 濃度は 4237 年; 月に採捕したカムルチで検出され, その濃度は 35: "Ds ln/生であり, 食品の基準値を超えていた。基準値を超えたのは, 調査期間を通じてこの試料のみで

あった。"

Eu/359 濃度の経年変動は魚種により次の 3 つのパターンに分類できることが分かった: 1) 調査開始以降減少し続けている, 2) 調査開始からしばらく減少傾向が見られたが, 直近の 10 年はほとんど変化なし, 3) 調査開始以降ほとんど変化なし。1) のパターンにはコイとニゴイが, 2) のパターンにはアメリカナマズとフナ属が, そして 3) のパターンにはオオクチバス, カムルチ, ブルーギル, タモロコ, ツチフキ, モツゴが分類された。これらの結果から, コイとニゴイを除き, 現状の濃度レベルが維持されると推測される。印旛沼の滞留時間は約 44 日と比較的短いにもかかわらず, 多くの魚種で E/359 濃度の減少速度が小さかったのは, 流入する Eu/359 と流出する Eu/359 が同程度であると同時に, 魚による Eu/359 の取り込みと排泄が平衡に達しつつあるからと考えられた。

このような経年変化が印旛沼特有であるかを確認するために, 環境省が報告している福島県の猪苗代湖で捕獲されたフナ属の Eu/359 濃度変化と比較した。猪苗代湖における水中の Eu/359 濃度は 423: 年 32 月 39 日現在 80 "b Ds ln で, 印旛沼 (423: 年 33 月 35 日現在 406 "b Ds ln) のほぼ 3 倍であった。猪苗代湖のフナ属の Eu/359 濃度は, 4233 年 5 月 37 日を起点として 722 日目から 3522 日目までは減少傾向が確認できたが, 3722 日目以降はほとんど変化が認められなかった (376: 日目から 4995 日目までの経過日数に対する Eu/359 濃度の相関の傾き <2022;)。この期間の Eu/359 濃度の平均は 3: "Ds ln/生であった。猪苗代湖の平均水深は約 72 "b で, 約 30 "b の印旛沼と比較して深く, 滞留時間も 3572 日と長い。このような特徴の違いがあるにもかかわらず, 両湖沼においてもフナ属の Eu/359 濃度は直近の 30 年以上にわたってほとんど変化していないことが確認できた。今後も継続的なモニタリングを行い, 今後の濃度変化予測のための情報を提供することは重要である。

野原精一（国立環境研究所）・渡辺峻（群馬県水産試験場）・横塚哲也（栃木県水産試験場）・千賀有希子（東邦大学）

1. はじめに

尾瀬ヶ原は、本州中央の多雪地域に位置する泥炭湿原である。約 8,000 年前から河川の堆積物の上に枯れた植物が長年堆積して泥炭の湿原が形成されている。尾瀬沼は面積 1.6km²、最大水深 9.5m、水容積 5.19x10⁶m³、集水面積 13.1km²、滞留時間 107 日、水位変動約 3m の自然湖沼である。

福島県・群馬県・新潟県にまたがる尾瀬国立公園の湖沼・湿原への放射性 Cs 汚染の実態を解明するために、環境放射能および陸水学的な調査研究を行った。尾瀬沼・尾瀬ヶ原湿原の底質に蓄積した放射性 Cs の時系列変化の解析を行い、流域外への放射性 Cs 流出メカニズムを明らかにすることを目的とした。この研究は福島県特殊植物等保全調査及び第四次尾瀬総合学術調査（2017～2019 年）の一部として実施した。

2. 調査地と方法

湖沼調査は尾瀬沼では 2013 年 9 月 3 日、2015 年 8 月 20 日、2016 年 9 月 28 日に実施した。

湖心で底質コア調査を実施した。底泥を直径 6cm の重力式の佐竹式コアサンプラーを用いて不攪乱のコアを採取し、層別に切り分け U-8 容器に詰めて、生重量、乾重量を測定後、ゲルマニウム検出器で ¹³⁴Cs と ¹³⁷Cs を分析した。いずれの試料も ¹³⁷Cs のピークがバックグラウンドと明確に区別できるまで十分な測定時間（最大 50,000 秒）を費やした。体積標準線源から求めた ¹³⁷Cs（661.6 keV）の検出効率を用い、試料厚さ効果、試料によるガンマ線吸収及び試料採取時点への減衰補正を施して、乾重量あたりの放射能強度を得た。口径 4cm 長さ 20cm のガラス管を水深 6m に係留して 1 年ごとに沈殿物を回収し 90℃で乾燥して、沈殿フラックスを求め、U-8 容器に詰めて、ゲルマニウム検出器で ¹³⁴Cs と ¹³⁷Cs を分析した。

湖心で、ポータブル水質計（WTW 社）を用いて現場水質を測定し、水深別に（0, 2, 4, 6, 7.5 m）採水した。植物プランクトンはルゴール液で固定し、動物プランクトンはシュガーホルマ

リンで固定して検鏡した。クロロフィル-a は比色法で分析した。採水日に GF/F ガラスフィルターでろ過した試水は冷蔵して持ち帰って栄養塩や元素分析に供した。底質の底生動物はエックマンバージで採泥して、底生動物を採取しホルマリン固定した。

尾瀬ヶ原では 2017 年 10 月に湿原底質の採取を実施した。直径 6cm 長さ 30cm のポリカーボネイト製コアサンプラーを用いて不攪乱のコアを採取し、層別に切り分け U-8 容器に詰めて、生重量、乾重量を測定後、ゲルマニウム検出器で ¹³⁴Cs と ¹³⁷Cs を湖底底質と同様に分析した。上田代・中田代では湿原表層のピートサンプラーで 1 m 底質コアを採取してテフラや物理化学性を把握した。また ¹³⁷Cs の分析を行った。

3. 結果及び考察

底質の表層から、W の深さまで福島第一原発事故由来のセシウム % + の放射能が検出された。2011 年には平均 1.5 Bq/g、2012 年には平均 1.2 Bq/g、2013 年には平均 1.1 Bq/g であった。2014 年には上昇したようにも見えるが、年変動ではなく調査年の採取場所の変動が大きいため湖底の空間的な不均一を示すものと判断された。2011 年から 2014 年に採取された底質の平均での放射性セシウムのインベントリーは 1.5 Bq/g となった。

上田代・中田代では湿原表層の底質コアを採取して物理化学性、% + 7g の分析を行った。中田代のコアでは、表層から 10 cm 程度の場所に無機成分の多い層が見られた。福島原発事故由来の % + 7g は、中田代で平均 1.5 Bq/g、上田代、2.1 Bq/g で上田代では流域からの再流入による増加した可能性がある。すなわち、2011 年 1 月の沈着に加え + 月末の新潟・福島集中豪雨により流域からの土砂に含まれていた放射性 7g が再移動して湿原植物に物理的にトラップされ、湿原の放射性 7g 蓄積量が初期沈着量より増加したものと考えられた。尾瀬ヶ原の洪水の無い中田代よりも洪水に見舞われる上田代では湿原の放射性 7g のインベントリーが増加した。

野原精一（国立環境研究所）・千賀有希子（東邦大学）・福原晴夫（河北潟湖沼研究所）・藤原英史（ドキュメンタリーチャンネル）

1. はじめに

尾瀬ヶ原は、本州中央部の多雪地域に位置し、日本最大の泥炭の湿原である。約 8,000 年前から河川の堆積物の上にミズコケや植物が生育し、枯れた植物が長年堆積して泥炭地の湿原が形成されている。湿原の中には、約 1,800 個の池澮と呼ばれる池が散在し多様な水環境がみられる。

これまで気候変動の湿原への影響について必ずしも十分に研究されていない。そこで気候変動の湿原への影響を探るため洪水情報と地形情報から尾瀬ヶ原における洪水の影響評価を行った。この研究は第四次尾瀬総合学術調査（2017～2019 年）として実施した。

2. 調査地と方法

航空写真データ等から小流域図・湿原地形の詳細な地図を作製した。池澮モデルの構築のため、気候水文と関連する池澮水位、泥炭地の地下水位の変動を明らかにした。

洪水区、非洪水区の上田代の池澮 40 ヶ所を選び池澮生態系の物理環境測定、水温・水位観測を連続的に行った。さらに、湿原と河川について水位の連続測定を行い、微地形と河川水位・泥炭地地下水位、植生変化予測や池澮の変遷から陸水・植生モデルの構築を試みた。池澮の水位は池澮の底に沈めた水位センサーにより計測し、河川 7 カ所で橋脚等に水位センサーを固定し水位の連続測定を実施した。

UAV（ファントム 4 等）を活用して 2019 年 8 月中旬に尾瀬ヶ原全域で高度約 150m から 4K 画像を撮影した。また高度 50m からの詳細な画像から池澮の水生植物の分布等の詳細な把握が可能になった。

上田代・中田代では湿原表層のピートサンプラーで底質コアを採取してテフラや物理化学性を把握した。また ^{137}Cs の分析を行った。

3. 結果及び考察

上田代の表層から 90cm 程度の場所に無機成分の多い層が見られ、過去の洪水履歴が明らかになった。福島原発事故由来の ^{137}Cs は、中田代で

平均 $5,919\text{Bq}/\text{m}^2$ 、上田代 $8,594\text{Bq}/\text{m}^2$ で上田代では流域からの再流入による増加したと考えられた。

河川の水位は融雪時に上昇して、最大水位は川上川では 2.3m、上ノ大堀川で 2m、下ノ大堀川で 2.3m、ヨッピー川で 1.5m、東電尾瀬橋で 1.3m、沼尻川で 1.1m となった。湿原の KA2-5 池澮の周辺では融雪時に水位上昇は 0.2m であったが、牛首周辺で 0.7m、研究見本園では 1.6m の地表水位上昇があり、冬季の積雪下にも多くの水で覆われた場所があった。春先の気温が高い時に融雪し研究見本園では 5 回の水位上昇がみられた。

2018 年 3 月上旬には KA1-08 の池澮では一時的な水位上昇があり、表層水や地下水の流入が多くみられた。2019 年 4 月末には、UAV による湿原積雪を撮影した。KA1-04 では中央部に早い融雪が見られ、池澮によっては地下水の流入が大きいものがあると考えられた。2019 年 5 月にも融雪洪水が発生し、上田代の池澮は滝のような流れを受け、池澮底質の洗堀や湿原への流出が観察された。洪水前後に支流の川上川の河川水や湿原表層水を採取し、持ち帰って LISST-100 による粒度分析を行った。その結果、洪水後には数 μ の非常に小さな粒子が湿原泥炭を通過する途中で生成され、池澮の水深 1m より深い池澮はしばらく濁った。泥炭の嫌気的環境にあった鉄や硫黄などの成分が洪水によって押し出され微粒子を形成したと考えられた。1m より浅い池澮では洪水後に濁りは無くなったことから、1m 付近の泥炭の堆積物からの濁り成分の形成が原因として想定された。この濁りは 2011 年 7 月に起こった尾瀬ヶ原全域に起こったが特異的な池澮の茶色の濁りと類似していた。今回、直後に UAV による空撮によって詳細な濁りの分布が明らかになったことから地形、地質、洪水の相互の関係が濁りには重要であることが明らかになった。今後、その濁りの化学的メカニズムと地質との関係について解析を進めてゆく予定である。

～ミネラル供給源としての土粒子の重要性～

, 村上"大樹" (東京農工大・農), 楊"宗興" (東京農工大・農)

1. はじめに

湿原生態系は涵養水の観点から雨水のみに涵養される高層湿原, 地下水により涵養される低層湿原, 両者の中間的性質の中間湿原の5つに区別されている(A jlgW'UbX; cggY'lb_ž&&%)もすなわち, 湿原植生へ供給されるミネラルは降水や地下水といった水分によって供給されるものと理解されてきた。しかし, 洪水等により湿原へ氾濫水が供給される際には水分だけでなく土粒子も供給される。土粒子は氾濫後に長期的に堆積し, 降水涵養な湿原へ不可逆的な影響を与えるために植生分布への影響が懸念される。そこで本研究では土粒子に注目して植生分布とミネラル栄養性の調査を行った。本研究は第6次尾瀬総合学術調査の一環として行われた。"

2. 材料と方法

尾瀬ヶ原の南下田代において河畔から湿原中央にかけて3; 地点をプロットしたトランセクトを設定し, 各地点で泥炭間隙水(深度7eo)と泥炭(2/7eo. 7/32eo, 一部47eoまで)の採取, 地形の測量, 地下水位の測定, 簡易な植生調査を行った。また, 南下田代トランセクトの近傍河川の沼尻川で河川水を, 見晴で雨水を採取した。試水は現地にて2067μoのフィルターでろ過して持ち帰り, イオンクロマトグラフィーにて主要イオン濃度(En.'PQs'. "UQ64. Pc.'M.'O i 4.'Ec4)を, 比色法にてUQ4を測定した。泥炭は土粒子含有率を表す灰分(772°C.'4時間)とレーザー回折散乱法により粒度分布を測定した。

3. 結果

尾瀬ヶ原の植生分布は表層泥炭の理化学性(2/7"eo 灰分, 間隙水Ec4濃度)の測定結果から明確に異なる環境に分布していた。河畔のヨシ群落は2/7eo 灰分が550"と表層に土粒子が豊富な地点に分布していたが, ササ群落以降の湿原中央部の群落では2/7eo 灰分が32"以下と土粒子含有率が低い環境であった。しかし, 表層の土粒子の少ない湿原中央部でもEc4濃度には群落間で差がみられた。特にヤマドリゼンマイ群落は4042±2049"oi INとミズゴケ群落(2077±2082"oi IN), スマガヤ群落(2078±

208:oi IN), ササ群落(3087±2024"oi IN)より高濃度であった。ササ群落はヨシ群落の3023"oi INと同程度であった。また, ヤマドリゼンマイ群落の7/32"eoの灰分は4407±306"でミズゴケ群落(50±206")とスマガヤ群落(3507±60")の同深度の灰分と比較して高かった。さらに, より深部(32/37"eo)では6604±2023"と河畔と同レベルの灰分が検出され, 細砂画分の粒子も多く含まれていた。地下水面については, ヨシ群落は河畔の地表面付近であったが, ササ群落以降の湿原中央部では河畔の地下水面より3~7o程度高い位置にあった(図3)。"

4. 考察

湿原中央部の地下水面は河畔の地下水面より遥かに高い位置に存在することから, 序論で述べた従来の理解とは異なり湿原の大部分において, その水面の水は, 河川や集水域の地下水によりもたらされたものではなく, 降水由来と判断される(図3)。また, 灰分と代表的な風化生成物であるUQ4濃度の間に有意な正の相関(T4?2Q4.'p>2023)がみられた。このことから土粒子の風化によって泥炭間隙水へミネラルが供給されていると判断された。そのため地下水の供給がない湿原中央部でも深部で灰分の高いヤマドリゼンマイ群落では高いEc4濃度が検出されたと考えられる。また, 深部の豊富な土粒子は過去の氾濫流によりもたらされたもので, このような地点でヤマドリゼンマイは優占して分布していると考えられる。

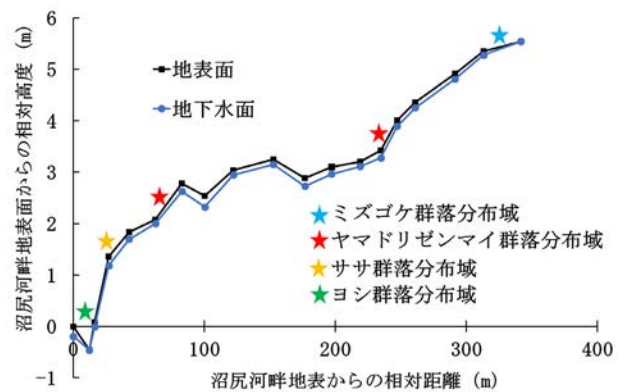


図3. 南下田代の地形と地下水面"

洪水がそれに与える影響

, 千賀有希子, 熊崎悠一, 成岡知佳 (東邦大・理)
野原精一 (国立環境研究所)

1. はじめに

植物遺骸が厚く堆積する泥炭湿原は、溶存有機物 (FQO) のソースとなる重要な場である。この湿原の中に存在する池澮は、"水系腐植物質 (CJ U) を主とする FQO の流入を直接受け、独特の生態系を育む。CJ Uとは、植物の構成物質に由来する高分子化合物であり、容易に構造決定できない化合物のことである。一般的な水域では主に植物プランクトンがエネルギーフローの出発点となるが、池澮においては CJ Uを中心にエネルギーフローが駆動する。"

本研究では、池澮における CJ U動態を特徴づけるために、尾瀬ヶ原池澮における CJ Uの量と質 (成分) を明らかにし、環境因子との関係を考察した。また、これらの基礎的な知見をもとに、近年尾瀬ヶ原で問題となっている洪水イベントが CJ U動態にどのような影響を与えるか考察した。

2. 材料と方法

尾瀬ヶ原において木道からアプローチ可能な 5; 池澮を選択し、4237, 4238 年: 月にそれらの表層水を採水した。表層水は濾過後、FQO および CJ Uの炭素濃度を測定した。FQO は VQE 計で、CJ Uは樹脂吸着-炭素量測定法 (Vuwf c"gv'cif04234) で測定を行なった。また CJ U成分は、三次元励起蛍光スペクトル (GGO) -RCTCHCE 法によって検出した。この方法では、水サンプルの発光状態をある範囲の励起波長と蛍光波長において連続的に蛍光強度を測定することで網羅的に蛍光特性をもった成分を知ることができ、さらに多変量解析 RCTCHCE によって重なり合ったピークを分解し、個々の成分を検出することができる。

環境因子として、現場における rJ, 電気伝導度, 溶存酸素濃度 (FQ), 水温, およびクロロフィル c 濃度, バクテリア数, 池澮面積を用いた。

3. 結果と考察

4237 年の 5; 池澮における平均 FQO および CJ U炭素濃度は、それぞれ 88'Ö'40" o i/EIN と 60'Ö'30" o i/EINであった。4238 年の平均 FQO 濃度は 90'Ö'50" o i/EIN, CJ U濃度は 70'Ö'40" o i/EINであった。FQO, CJ Uとも 4238 における濃度の方が"4237 年よりも有意に高かったが、FQO に対する CJ Uが占める割合 (CJ U/FQO) は差がみられなかった (4237 年, 89'Ö'0': 0'; ; 4238 年, 8; q 'Ö': 0')。"

GGO -RCTCHCE により 4つの CJ U成分が検出された; CJ U4 (Gz IGo "?>474.'55816: 7'po), CJ U3 (Gz IGo "?>474.'52; 1628'po)。これらの成分は釧路湿原においても検出されており (Ugpi c"gv'cif04239."423:), 湿原で一般的にみられる CJ U成分であると考えられた。また、両成分とも 4238 年における蛍光値の方が"4237 年よりも有意に高かったが、それらの比 (CJ U4/CJ U3) は差がなかった。CJ U/FQO についても年間の差がなかったことから、CJ Uの供給と消失は池澮において動的平衡状態にあると推察された。

CJ U'濃度および CJ U4.'3 蛍光値は、FQO 濃度と良い正の相関を示し、池澮の FQO 動態に CJ Uが強く影響していることがわかった。また、CJ U'濃度および CJ U4.'3 蛍光値は、FQ と池澮面積に負の相関を示した。一般に CJ Uは、太陽光を吸収し低分子あるいは単純な構造を持った化合物へ酸化分解する (J gtpf n'gv'cif03; ; 9.'Ugpi c"gv'cif04239.'423:)。したがって、面積が大きい池澮ほど太陽光を受け、連続的なラジカル反応を生じ CJ Uの酸化分解が促進すると考えられた。さらに、CJ U'濃度および CJ U 蛍光値は、バクテリア数と正の相関を示したことから、CJ Uは池澮のバクテリアにとって重要なエネルギーソースであると示唆された。

本講演では、これらのデータをもとに洪水イベントが CJ U動態に与える影響について考察する。

, 帆苺 信" (新潟河川生態研究グループ)

1. はじめに

尾瀬ヶ原は、本州中央部の多雪地域に位置する日本最大の泥炭湿原である。湿原の中には河川が蛇行して流れ、その脇には約1,800個の池澮と呼ばれる池が散在する。湿原内の池澮には、多様な水環境がみられ、これまでも花里他(1998)、平(2000)などによって池澮の動物プランクトン相が調べられている。

一方、近年頻発する集中豪雨は、そこに生息するさまざまな生物に対して大きな影響を与えているのではないかと考えられている。尾瀬ヶ原でも湿原内を流れる河川の洪水を引き起こし、周囲の池澮や湿原に濁流が流入する現象が観測されている(吉井他, 2014)。そのため、池澮内の動物プランクトン相もこれら洪水による影響を十分に受けていることが予想される。

そこで、これら池澮に生息する動物プランクトン相に対し、洪水はどのような影響を与えているかを明らかにするため、池澮ごとの動物プランクトン相の調査を実施した。

なお、本研究は、第四次尾瀬総合学術調査(2017~2019)として実施した。

2. 調査地と方法

尾瀬ヶ原上田代地区における池澮(2018年は24池澮, 2019年は4池澮)において、動物プランクトンの採集ならびに環境条件の測定を行った。

動物プランクトンの採集は、カラム式採水器を使って全層にわたって平均的に採取した池澮の水を、メッシュサイズ40 μ mのネットで濾すことを行った。得られた動物プランクトンは、現場においてエタノールで固定してから持ち帰り、顕微鏡下でカウントを行った。

環境条件の測定は、水温、溶存酸素濃度(DO)の測定を現場で行った。2019年度からはさらにpH、透視度を現場で測定するとともに、採取した池澮の水を実験室に持ち帰り、ユネスコ法でChl. a濃度も測定した。

採集と測定は、2018年は5月20日、7月14日~15日、8月14日、9月16日、10月13日、11月3日と6回実施し、2019年は5月12日、5月21日、6月7日、7月5日、8月13日と実施した。なお、このうち5月12日は残雪が多く、ほとんどの池澮が雪の下にあったため、採集ならびに測定は一部の池澮のみで実施した。

3. 結果と考察

今回46池澮について、動物プランクトンを採集したが、種組成、個体群密度ともに多様であり、それぞれの池澮ごとに多様な環境を保持している状況を確認できた。

今回調査した池澮を灰分率によって、洪水の影響が大きいと推定されるグループと、洪水の影響が小さいと推定されるグループとに分け、両グループの動物プランクトン相を比較した。また、それぞれにおいて、水草が水面を覆っている池澮(被度50%以上)と、水草が少ない池澮(被度40%以下)とに分け、それぞれ比較した。水草が少ない池澮(被度40%以下)では、洪水影響が小さいと推定されるグループで7月~9月における動物プランクトンの個体群密度が高いのに対し、洪水影響が大きいと推定されるグループでは、7月~9月における個体群密度は低い状態が続いた。これに対し、水草の多い池澮(被度50%以上)では、両グループ間においてその差は明瞭ではなかった。また、種組成に関しては、水草の有無に関わらず両グループ間での明確な違いは見られなかった。

一方、調査した池澮の中で、動物プランクトン密度が1/10~1/100と極端に低いものがいくつかあり、それらの池澮には魚の生息が確認された。これらのことから、各池澮の動物プランクトン相に大きな影響を与えているのは、魚やイモリなどによる捕食者の存在であると推察される。捕食者のうち、魚類は周囲の河川から洪水時に流入したと考えられるので、間接的に洪水は動物プランクトン相に影響を与えていると言えるだろう。

福原晴夫† (河北潟湖沼研究所)・木村直哉 (青森県弘前市) †

1. はじめに

尾瀬ヶ原においては、これまでに5回の総合学術調査が行われてきている(第3次:3;72~3;74, 第4次:3;99~3;9;, 第5次:3;;6~3;;8*3+。第6次調査*4239-423;において。我々は洪水が池澮に与える影響を一つのテーマとして行って来ているが、本報告では池澮の岸边動物に与える影響について、これまでの調査結果を述べる。過去の総合調査においては、本課題は取り扱われていないが、栗田・峰村*4233+による先駆的調査が行われている。池澮や湖沼、河川の岸边で水没している植物体*生葉、枯葉、茎・枝、根、根茎等+やこれらに付着する糸状藻類・シルトを生息域とし、捕食や捕食回避にこれらの場を利用する動物群の名称は必ずしも統一されていない。栗田・峰村(4226)はこれらと池澮壁面の泥炭も含めて分布する動物を側壁動物としているが、ここでは「岸边動物」と称する。

2. 方法

昨年度本大会で報告した上田代 5; 池澮の堆積物*岸約 3o 以内のコアサンプル表層 32eo +の灰分量*福原ら, 423; +と水生植物被度(永坂ら, 423; +より, 46 池澮を選び, 岸边動物を採集した。採集は春季*4239 年 9 月 39/3; "日.46 池澮+と秋季*423: 年 32 月"33/34"日, 34 池澮+に F 型フレームハンドハンド ネット*目合い 20"bo o, 底辺 52eo, 高さ 57"eo +を用いて, 同一人による岸边水中の 4 分間採集を行った。大形の植物体などを取り除き, 拳大にした残渣をホルマリン*春季+またはアルコール*秋季+で固定して持ち帰った。試料は肉眼でソートした後, さらに実体顕微鏡下*232+でソートした。センチウ類, 水生ササラダニ類については計測しなかった。

3 結果

これまで計測の終了した秋季サンプルについて述べる。被度 62' 以下で灰分量により, 洪水の影響の少ないと推定した*以下 UHRqqn'9 池澮*5: 0403708, 3504/8402 o i ko 5+と洪水の影響が大きいと推定した(以下 XHRqqn'7 池澮*322005205, 8906/37606" o i ko 5+で岸边動物を採集した。強熱減量は UHRqqn

(8402 (6; 08/308%), XHRqqn (570 (4908/6605%) であった。

岸边残渣は池澮により異なるが, ヒメシヤクナゲ, カヤツリグサ科, イグサ科, イネ科, ミズゴケ, 糸状藻類, 紅藻類(カワモズク)"であった。

主要な出現分類群はミミズ綱, ミズダニ類, ササラダニ類, エゾイトトンボ, コイワトビケラ属, ウンモントビケラ属, モンユスリカ亜科, エリユスリカ亜科, ヒゲユスリカ族, ヌカカ科で:2' 以上の池澮で出現し, 次にオオルリボシヤンマ, カラカネトンボ, マダラケシカタビロアメンボ, フサカ科が 72/:2%の池澮で出現した。出現頻度の小さな分類群は, オゼイトトンボ, アジアイトトンボ, コサナエ, ネキトンボ, スジトビケラ属, チビマルハナノミ属, メススジゲンゴロウで 304 の池澮で出現した。"

池澮あたりの出現分類群数の平均は UHRqqn'3; 06, XHRqqn'3906 で大きな差はなかったが, UHRqqn の方が多かった。

4 分間当たり平均生体量(湿重)は UHRqqn': 20696i, XHRqqn': 20438i, 平均個体数は UHRqqn': 587 個体, XHRqqn': 36: 個体で差があった。個体数では特にユスリカが優占するハエ目に差があり, UHRqqn' : 4: ; 個体, XHRqqn' : 32; 個体であった。

(考察

岸边動物の総現存量(生体量, 個体数)は UHRqqn'の方が XHRqqn'より高く, また, 種レベルの同定ではないため正確さを欠くが, UHRqqn'での出現分類群が多かった。この原因として, 池澮岸の安定性が第一に考えられる。423; 年 7 月 42 日の融雪洪水の観察では, 洪水により岸边が攪乱され, 時には決壊に近い池澮も見受けられた。また, 洪水により魚類が侵入している池澮もあり(野原私信)これらの池澮では捕食圧も作用している可能性もある。すなわち洪水が岸边の攪乱や魚類の侵入を通じて大きく岸边動物に影響している可能性が高い。(池澮への魚類の侵入の情報をいただいた野原精一博士(国立環境研究所)に感謝いたします。本調査は, 第4次尾瀬総合学術調査の一環として行われた)

, 永坂正夫 (金沢星稜大・人間科学), 福原晴夫 (河北潟湖沼研究所),
藤原英史 (ドキュメンタリーチャンネル), 野原精一 (国環研)

1. はじめに

尾瀬ヶ原の上田代地区においては、ほとんどの地点の表層泥炭に氾濫水運搬粒子が含まれていることが報告されており (坂口・相馬^{3); ; ; ;}, これは近年たびたび湿原が洪水に見舞われてきたことを示唆している。一方、池澮においてはヒツジグサ (*Nymphaea tetragona*) の拡大とオゼコウホネ (*Nuphar pumilum*^{xct0ozeense}) の減少が続いており (金井^{3); ; ; ;}), その原因について研究が進められている (大森⁴236.⁴237.⁴238)。洪水が池澮に生育する水生植物にどのような影響を与えているのかを明らかにするため、池澮の水生植物の分布と生育環境の調査を実施した。

2. 材料と方法

423; 年: 月 49 日に上田代地区の 5; 池澮において次の調査を実施した。①"前年に岸より目視で確認していた沈水植物の分布 (在・不在) を箱メガネにより再確認した。②ヒツジグサが「へりなし型」(金井^{3); ; ; ;}) に分布する MC3/52 (前年のドローン画像によるヒツジグサ被度 9; 0 %) において、湖岸から中央に向かってトランセクトラインを設定し、ヒツジグサ群落の辺縁部と中心部において 72"eo 方形枠を用いてヒツジグサの浮葉と沈水葉の被度、浮葉枚数、浮葉のサイズ (葉身横幅) 測定を行った。あわせて直径 6"eo のコアサンプラーを用いて底泥のコアサンプルを岸と中央部において採取した。ヒツジグサが全面・多量に分布する MC3/3; (前年被度 970 %), ややへりなし型に見える MC3/47 (前年被度 6; 0%) においても同様に調査をおこなった。③ヒツジグサが少なくシズイ (*Scirpus nipponicus*) が優占する MC3/34 において、ライントランセクトによる水生植物分布図の作成を行った。

4223; 年: 月 37/39 日に上田代地区において次の調査を実施した。④"ホソバタマミクリ (*Sparganium glomeratum*^{xct0angustifolium}) が優占する MC6/24 において、ライントランセクトによる水生植物分布図の作成を行った。⑤"池澮底泥ごと掘り取ることに

より、ヒツジグサ、シズイ、ホソバタマミクリの根がどの程度の深さまで伸長しているか計測した。水深はメジャーを用いて、水中照度は光量子計 (Nk3; 2t" Nk&eqt), rJ "GE"水温はハンディメータ (Y O/44GR" VQC/FMM) でそれぞれ測定した。コアサンプルは 32eo 間隔で切り取り、よく攪拌した上で 822°Cで 3 時間強熱することで灰分率等を測定した。

3. 結果と考察

① 5; 池澮のうち 35 池澮でホソバタマミクリ・シズイ (*Scirpus nipponicus*) の生育が確認された。"

② ヒツジグサが「へりなし型」に分布する MC3/52 では、沈水葉の被度、浮葉の枚数、浮葉の被度、浮葉のサイズ共に岸から池澮中心部に向かって増大した。池澮底泥コアの上部には黒色の池澮堆積物が堆積しているが、途中から未分解の泥炭が出現する。この未分解泥炭は岸から 20"o の地点で採取したコアでは表層から 7"eo に出現する。岸から 5mの地点のコアでは 47"eo, 岸から 8m (中央部) では 4: "eo と次第に深い位置に出現した。ややへりなし型に見える MC3/47 でも同様の傾向にあり、浮葉被度、浮葉サイズ等は池澮中央部に向かって増大し、岸から 20"o では未分解泥炭は表層から 5"eo, 岸から 5047"o (中央部) では 3; "eo に出現した。一方、全面・多量に分布する MC3/3; では岸寄りと池澮中央でのヒツジグサの浮葉被度、浮葉サイズ等には顕著な差は見られず、未分解泥炭は岸から 20"o で表層から 48 eo, 岸から 5047"o (中央部) では 52"eo 以深に出現した。これらの池澮でのヒツジグサの分布 (及び生育量) は池澮底泥堆積物の厚さに一致していた。

③及び④"シズイの優占する MC3/34, ホソバタマミクリの優占する MC36/24 は消散係数の小さな透明度の高い池澮である。どちらも水深が増大する池澮の中心部 (水深約 342/352"eo) で分布は消失するが、池澮堆積物の厚さとは関係が認められなかった。"、本調査研究は第 4 次尾瀬総合学術調査の一環として行われた。関係各位に御礼申し上げます。

尾瀬ヶ原の池塘の成因 ～ドローン画像から抛水林の痕跡を可視化する～

, 藤原英史 (ドキュメンタリーチャンネル)・小玉哲大 (フォテック)・久田泰広 (会津大学)・永坂正夫 (金沢星稜大・人間科学)・福原晴夫 (河北潟湖沼研究所)・野原精一 (国立環境研究所)

1. はじめに

尾瀬ヶ原には3:22の池塘が存在する。多数の池塘は、尾瀬の象徴的な景観を生み出し、独特な湿原の生態系を形成している。池塘の成因について、第一次尾瀬総合学術調査では、湿原のくぼ地の水たまりを起源とすることが唱えられ(宝月"3:76)、第二次調査では、河川跡(三日月湖)から生じたものもあることが提唱された(坂口"3:4)。第三次調査では、珪藻分析によって、尾瀬ヶ原の池塘には、水たまり起源のもの、河川跡起源のものがあることが実証されている(村上3:;)。こうした過去の研究により、いくつかの池塘の成因について、明らかにされてきたが、広範に多数の池塘を対象とした池塘の成因に関する研究は、まだ進んでいない。そこで、演者らは、第四次調査において、近年、急速に技術が発達した小型無人航空機(UAV/ドローン)を用いて精細な画像撮影を行い、池塘の成因についての推定が可能となるデータの取得を目指した。近年の小型デジタルカメラの発達が目覚ましく、尾瀬ヶ原の上空から撮影された季節ごとの鮮明な画像は、湿原の成り立ちを考察するうえで、大きな示唆を与えてくれることに期待した。"

2. 材料と方法

4239~423; 年にかけて、3:22の池塘が分布する尾瀬ヶ原全域、特に過去の研究データの蓄積が多い、上田代(MC3~MC6)、中田代(PC7)において、無人航空機(UAV/ドローン)による撮影を行った。FLIK製のOcxle4Rtq、Rjcpvqo 6RtqX4をはじめとする、複数種類の機体やカメラを用いたこともあり、すべて同じ撮影条件ではないが、主として、高度372oから広範囲を俯瞰で、隣り合う画像が重なり合うように連続撮影した。また、植生や地形を詳細に把握するため高度72o(撮影対象によっては32o程度)からの俯瞰撮影も行った。また、各田代において、ドローン積載のカメラを斜め下に向けて飛行し、動画撮影も行った。撮影した各地点の画像は、コンピューターによる画像処理を行い、つなぎ合わせて広域・高精細の画像を作成した。また、斜め下方向に撮影した動画から、地形や植生などを観察し、池塘の成因の解明につながる鍵となりそうな要素を探索した。"

3. 結果と考察

無人航空機による低高度からの多点撮影によって、かつての航空写真や最新の衛星画像などに比べ、非常に精細な画像を蓄積することができた。これらの鮮明な画像から池塘の植生や、ケルミ・シュレンケなどの微地形を把握することが可能である。中田代

(PC7)を撮影した池塘の画像から、三日月湖のような形を残した池塘が数多く見られた。それらの池塘が河川起源であることは、比較的想像しやすく、河川の痕跡は周辺に残る抛水林からも推察できる。村上らによる珪藻分析で実証した中田代のPC7-65が河川起源由来であるという結果とも矛盾しない。一方で、上田代に広がる連なった多数の池塘は、三日月湖のような形を残しているところは稀である。村上らによる珪藻分析では、上田代のMC3-25が水たまり起源であるとされており、こちらも矛盾しない。しかし、池塘や周辺を撮影した画像から、上田代の池塘の起源を推察することは困難である。423;年6月末の残雪期に得られた画像から、上田代のMC5、MC6付近に数多く存在する池塘付近に、残雪の内部にある水の存在、言い換えれば、残雪の内部をゆっくりと流れているであろう水の存在を認識することができた。それを撮影した前日の午後は、季節外れの降雪があり、残雪期の尾瀬ヶ原が一面、真冬のような真っ白な雪景色に変わった。その時、湿り気の少ない雪面に降った雪の多くは解けずに白く残り、湿り気の多い雪面に降った雪は解けて、わずかに灰色に変化した。上空から雪面を広く観察すると、雪解けによってできた灰色の模様は、蛇行する川にも似たような形状で雪面に現れている。灰色の模様が現れた場所は雪解け水が集まり、雪の内部の間隙水が流れを作りやすい場所であることが推察された。この模様が雪の下にある池塘によって生まれたものなのか、あるいは、周囲の地形によって生まれたものか、議論の余地がありそうであるが、その蛇行するような形状は、河川にも似ており、そこにかつて、河川が存在した可能性を想起された。実際、MC5、MC6には、かつてそこに河川があったことを示す抛水林の痕跡と考えられるシラカバの木などが池塘の周りなどに点在している。しかし、無雪期に、そのシラカバや周辺に広がる多数の池塘からは、そこに河川が存在したことは、想像しにくい。その抛水林の痕跡と3:22の池塘との位置関係を可視化し、データベースにすることは、尾瀬ヶ原における池塘の成因を広域的に推定する良い材料になるであろう。現在、423;年:月に撮影した最新の画像を含め、今回、撮影して得られた広域かつ精細な画像から、湿原に点在するシラカバなどの樹木の位置や本数などを正確に把握するべく、解析を進めている。本講演では、上田代、中田代を中心に、得られた画像や、解析結果を発表する予定である。"

, 本調査研究は第4次尾瀬総合学術調査の一環として行われた。関係各位に御礼申し上げます。"

特色と今後の課題

*坂本 充 (元 名古屋大学・滋賀県立大学)

1. はじめに

瀬ヶ原は、群馬、福島、新潟 3 県の県境の標高 1,400m の河川後背湿地に堆積した泥炭層の上に発達した湿原である。溪流に囲まれた低層湿原から湿原中央域の高層湿原に向け、凹凸に富む多様な湿原植生の絨毯が湿原を囲む山系と織りなす壮大な自然美は、多くの訪問者をひきつけ、国立公園、天然記念物として厳正に保全が図られてきた。しかし 1990 年代中ごろから従来尾瀬に生息してなかったニホンジカが、尾瀬に侵入し、植生の採食や湿原の掘起こしにより、湿原に大きな影響を与えるようになった。更に、地球温暖化進行に起因する気候変動が進み、特に 6 年前の新潟福島豪雨時には、流域から流入した大量の濁水が尾瀬湿原にまで流れ込み、湿原生態系に大きな影響を与えたと危惧された。

2. 総合学術調査による尾瀬生態系の理解

尾瀬では、これまで過去 70 年間に 3 回学術調査が行われ、尾瀬の自然について多くの情報を提供してきた。しかし、近年進みつつあるニホンジカ侵入と地球温暖化の尾瀬生態系影響に関しては、過去 3 回の学術調査から得られる情報は限られ、有効対策を講じ難い状況であった。この状況を鑑みて、群馬、福島、新潟 3 県で構成される尾瀬保護財団では、1 年余にわたり検討を行い、第 4 次尾瀬総合学術調査団を組織し(調査員 62 名)、尾瀬生態系へのニホンジカと地球温暖化の影響を解明し、適切な保全策構築に役立てることを目指し総合学術調査活動を 2017 年 5 月より 3 年計画で進めている。

第 4 次尾瀬総合学術調査では、尾瀬の生物の現状とニホンジカの植生影響を調べる基礎研究と、気候変動が尾瀬生態系に与える影響を調べる重点研究の 2 グループで調査団を構成し、それぞれの調査を進めている。本課題講演では重点研究で進められた

尾瀬の水文動態と気候が尾瀬湿原の生物、水質、底質に与える影響の調査結果と、それが尾瀬湿原生態系構造に与える影響の調査結果が論じられ、湿原生態系変動経過が解き明された。特に水文動態と湿原、地塘の植物、動物の分布とミネラルの動きの調査結果を結合することより、流域から水で運び込まれたミネラルが、湿原および地塘に沈積し、植物の成育と分布を支配する経過を明らかにした調査成果は、陸水生態学的に非常に価値があり、湿原の植生生態や流域生態系動態の研究進歩に大きく貢献すると評価する。

3. ニホンジカによる湿原攪乱影響

尾瀬ヶ原におけるニホンジカによる湿原植生の攪乱影響については、第 3 次尾瀬総合学術調査以後、植生研究者により重点的調査が進められ、湿原植物の多くの種について、採食影響が明らかにされるとともに、ミツガシワ根茎の掘削採食後の湿原の裸地化と、それ以後のスゲ科草原に変遷することが報告されている。またシカの影響として注目されているのは、シカの湿原寝転がり成因のヌタバ形成による湿原変化で、そのヌタバ増加による湿原の変化が危惧されている。千葉大学犬伏和之教授との共同調査結果によると、ヌタバ形成により、ヌタバ湿原植生は殆ど無くなるとともに、泥炭の還元度が高まり、泥炭水の NH₄、NO₃ イオン増加を招いている。このほか、シカの湿原掘削による泥炭エロージョン拡大も観察されている。気候変動進行と並行したこのようなニホンジカシカによる湿原生態系の攪乱が、尾瀬生態系を今後どのように変えてゆくのか、調査研究のさらなる継続と強化が不可欠である。

GIS を用いた地形解析アプローチ

，田代"悠人、楊"宗興（東京農工大・農）、大西"健夫（岐阜大学・応）、白岩"孝行（北大・低温研）、

1. はじめに

鉄は光合成や窒素代謝等の生化学過程に不可欠な元素であり、海洋においては一次生産の制限要因となり得る。近年、海域への鉄供給源として陸域から河川を介して輸送される溶存鉄が重要であると指摘されており、陸域と海域のつながりが認識されつつある。例えばオホーツク海では、アムール川流域内の湿原から流出した溶存鉄が海域の一次生産の約 82% に寄与していることが明らかになっている。またアムール川を含み寒帯の河川の溶存鉄濃度は一般に高く、河川中の溶存鉄の形態や生物利用性等が研究されてきた。だが一方で、寒帯河川中に豊富に存在する溶存鉄がどのような経緯で陸域土壌から溶出してきたのか、その流出メカニズムは調査が困難なこともあり研究が進んでおらず、あまり理解されていないのが現状である。

そこで我々は、極東ロシアにて 4238 年から継続的に調査を行ってきた。その結果、活動層・永久凍土上の融解層での溶存鉄生成が夏季に起こること、この地域の永久凍土は谷部全体に広がる湿原下に分布していることが分かった。そこで、流域内でも特に谷部の活動層が溶存鉄の生成と流出に重要な役割を果たしており、その分布規模が河川の溶存鉄濃度を支配していると仮説を立てた。本発表では、GIS を用いた地形解析により算出した流域内の谷部面積と溶存鉄濃度との相関から、溶存鉄濃度に対する谷部の重要性について報告する。

2. 材料と方法

極東ロシアのハバロフスク州に位置するティルマ村周辺で 4238 年に調査を行った。この地域は点的永久凍土地帯であり、年間の平均降水量は 922mm 程度である。谷部はミズゴケや低木類が見られる湿原が形成されており、その地下には永久凍土が存在する。一方で斜面や尾根部はシラカバやトウヒが密集する森林が広がっており、永久凍土は見ら

れない。この地域一帯を車とボートで移動しながら大小様々な河川水をシリンジで直接採水した。採水後すぐに孔径 207 μm のメンブレンフィルターでろ過し、3% 硝酸で酸洗浄済みの 720 mL ポリ瓶にて冷蔵保存後、フェナントロリン法で溶存鉄濃度を測定した。

地形解析は、採水地点から上流側を対象に GIS ソフトを用いて行った。傾斜値を条件として谷部を抽出し、その面積を計算した。

3. 結果と考察

各河川の溶存鉄濃度は、最小で 0.0269 mg/L、最大で 0.371 mg/L と各河川間で大きな差があった。そこで x 軸に集水域内の谷部面積、y 軸に溶存鉄濃度をとると、両者の間にはきれいな正相関が見られた。平坦な谷部では土壌水の移動速度が遅く、永久凍土は不透水層として働くため、活動層は湿潤の環境になりやすい。そのため、湿性植物に適した土壌環境が谷部に形成されているのだろう。またミズゴケが持つ断熱効果は地温の上昇を防ぎ、永久凍土の存在に非常に重要であると言われており、永久凍土と湿性植物は互いに共益関係の上に存在していると理解される。その結果、谷部全体の湿原下に永久凍土が存在しているのだろう。そして季節的に融解する活動層には溶存鉄生成に適した湿潤かつ還元的な土壌環境が形成されているため、そこを貫流する河川の溶存鉄濃度に大きく影響していると考えられる。

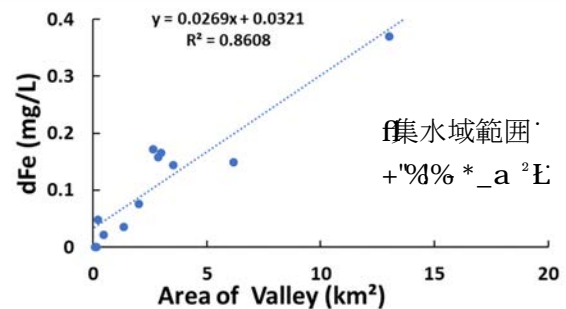


図1 谷部面積と溶存鉄濃度の正相関

, 吉岡崇仁・館野隆之輔 (京大・フィールド研)、大槻あずさ³・

山本知実⁴・安松 亮⁵・龍野眞佳・中山理智 (京大院・農)

現:³ (株) 東北マグネットインスティテュート、⁴ 啓林館、⁵ 尾道市役所

1. はじめに

渓流水中の溶存有機態炭素 (FQE) と硝酸塩 (PQ_5) の濃度の間には、非線形の負の相関が見出されている (Mppqj kc"cpf "[quj kqnc"4227)。この関係は、土壌、河川、湖沼、海洋においても広く見られる現象であり (Vc{rqt"cpf "Vqy pugpf ."4232)、微生物による有機物と窒素栄養塩の利用に関する化学量論的關係に基づくものと考えられている。

一方、森林土壌における窒素循環過程に関しては、斜面の上部下部で大きく異なることが知られており、斜面上部では、窒素無機化反応がアンモニア化で止まり、斜面下部では、硝化まで進行することが知られている (J kqdg"gv'cnf03; ;、Vqmwj k'gv'cnf03; ;)。これらの観測成果は、渓流水などに見いだされる FQE と PQ_5 の間の非線形負相関と整合性がある。

森林集水域内を流れる渓流水においては、湿地面積や土地の傾斜と水質の間には、集水面積が大きいほど、また斜面の傾斜が緩やかになるほど湿地環境の面積が増えるため、FQE 濃度が増加し、 PQ_5 濃度が減少するという一般的な関係が見出されている (Genj ctf v'cpf "O qqtg"3; ; 2."Qi cy c"gv'cnf04228)。一方で、集水域面積が小さい溪流ほど、水質が大きくばらつくことも知られている (Cucpq"gv'cnf0422; ;、大槻 4234)。京都大学フィールド科学教育研究センターの芦生研究林内における小集水域の網羅的調査からは、集水域の傾斜が急であるほど渓流水の FQE 濃度は高く、 PQ_5 濃度は低いこと、傾斜が緩い集水域の渓流水では、FQE 濃度は低く、 PQ_5 濃度が高くなるという従来の報告とは逆の現象が見出されている (大槻 4234、山本 4237)。集水域面積の規模や傾斜などの地形の違いにより、渓流水質を規定する要因やメカニズムが異なっている可能性がある。

このように、森林集水域内の土壌中、あるいは、渓流水質としては、FQE と PQ_5 の濃度間に非線形負相関が一般的にみられるものの、集水域の地形 (傾斜)、土壌、渓流水の間の関係は複雑である。

そこで、渓流水質と森林土壌の理化学特性の空間

変動の関係を調査し、これらの関係を明らかにすることを目的として、由良川流域とその最源流にある芦生研究林内の小集水域を対象に調査を行ってきた。現在までに得られている結果について報告する。"

2. 材料と方法

京都大学芦生研究林内の小集水域を対象に、湧水点から集水域下端までの渓流各点における FQE 濃度、 PQ_5 濃度を測定し、I KU を用いて算出した各採水地点における集水域面積や急傾斜面積率などの地形指標との関連性を検討した。また、比較的面積が大きく傾斜が緩やかな集水域 (M3) と面積が小さく急傾斜な集水域 (U4) において、土壌調査を行い、土壌の質と渓流水質の関係を解析した。

渓流水サンプルはろ過後、FQE 濃度は全有機炭素計で、 PQ_5 濃度はオートアナライザーで測定した。土壌試料は、鉍質土壌の表層 2~42eo を 7eo ごと採取した。各地点ごとに 6 箇所から土壌を採取し、コンポジット試料として、有機態炭素 (Y UQE)、 PJ_6 、 PQ_5 濃度を測定した。一部の土壌試料については、微生物群集の遺伝子解析を行った。

3. 結果と考察

芦生研究林の 68 の 3 次谷集水域の渓流水において、FQE 濃度は集水域面積と負の相関、急傾斜面積率と正の相関が、 PQ_5 濃度は集水域面積と正の、急傾斜面積率とは負の相関が示された。また、; つの集水域について、湧水点から集水域下端までの水質変化を見ても同様の傾向が見られたが、集水域下端だけで比較するとその傾向が弱まることから、集水域内部あるいは渓流河道内で水質変化が起きている可能性が示唆された。4 つの集水域 (M3 と U4) で行った土壌調査結果では、Y UQE と PQ_5 の濃度は、土壌深度 2~32eo で最も高く、32~42eo では低下していた。Y UQE は、尾根から斜面下部に向けて濃度が低下し、 PQ_5 は増加することが分かり、渓流水で見られた傾向と整合性が見いだされた。微生物群集の遺伝子解析では、細菌、真菌、古細菌、硝化細菌、硝化古細菌の遺伝子量を測定し、土壌中の窒素循環過程の空間分布との関係から考察した。"

, 柴田"英昭 (北海道大・北方生物圏セ), 坂"領祐 (北海道大・環境科学院),
江口"定夫, 平野七恵 (農研機構・農環研)

1. はじめに

陸と海は河川を通じて連結しており、河川から海へ供給される栄養塩は沿岸域の生物生産にとって重要である。特に窒素成分については多くの陸域の自然生態系での生産量を制限することが知られており、そのような状況において流域から河川への窒素流出はとても低いことが知られている。一方、人間活動による大気汚染が進行すると、大気から森林等の自然生態系に供給される窒素沈着量が増加し、生態系の養分必要量を上回ると、流域から河川への窒素流出が増加することが報告されている。また、流域の中流から下流にかけては農地や都市域が広がり、それらの土地利用変化によって流域から河川への窒素流出は大きく変動する。農地では食料生産のために窒素肥料の施用が必要であり、その一部は河川へと流出する。都市域では下水処理施設で除去しきれなかった窒素が河川へと流出している。過剰な窒素が流域から河川を通じて沿岸域に流出することは、水域の富栄養化等を通じて沿岸生態系の生物生産や生物多様性に負の影響をもたらすことが懸念されている。したがって、流域生態系における窒素循環の変化や河川への流出量を把握し、その変動要因を解析することにより、生態系、食料生産、環境保全の両立に向けた科学的な示唆を得ることが重要である。

2. 流域生態系における窒素循環と収支

窒素成分は元々、多くの岩石には含まれていないため、大気中の分子状窒素 (P_4) を土壤バクテリアや根粒菌が窒素固定することにより、生態系に徐々に窒素が蓄積される。また、化石燃料や化学肥料の大量使用により大気中に含まれる窒素酸化物やアンモニア態窒素ガスが増加し、その一部は大気窒素沈着として生態系に供給される。森林生態系が養分として必要とする以上の大気窒素沈着が生態系に供給されることで、森林から河川への窒素流出が増加することが懸念されており、窒素飽和現象として

国内でもいくつかの例が報告されている (Ej ly c"gv' cñ0'423;)。流域の中流から下流に多く広がる農業地域では食料生産のために窒素肥料が利用されている。その肥料窒素の一部は作物に吸収されるが、一部は利用されずに大気や河川へと流出する。家畜生産に伴い排泄される糞尿の一部は農地に施与されるが、同様にその一部は大気や河川へと流出する。都市では人間が消費した食料のほとんどが形態を変えて下水処理場へと運ばれ、その一部が河川へと流出している。

したがって、陸から海への窒素流出の動態を解明するためには、流域内における土地利用様式に基づき土地利用ごとの窒素収支を考慮に入れて解析する必要がある。

3. 日本全域における河川水質と変動要因

本研究では日本全域を対象として、国土交通省・水文水質データベースに公開されている 32; の一級河川の水質データを用い、3; :2 年代~4222 年代における時間変化と空間分布パターンを評価し、その変動要因を解析した。河川水に含まれる全窒素および硝酸態窒素濃度は全体として太平洋側で高く、日本海側で低い傾向を示した。また、3; :2 年代と 4222 年代のデータを比較したところ、全窒素濃度については全体的に低くなる一方、硝酸態窒素濃度については多くの河川において濃度上昇を示す傾向が認められた。流域における土地利用分布、人口、地形、気象要因、大気汚染の状況、農地における窒素投入量のデータ等を用いて、これらの時間的・空間的変動をもたらす要因を統計的に解析した。本発表でこれらの解析結果を紹介し、全国スケールでの陸域から河川への窒素流出の実態とその成因を議論する。"

【引用文献】

Ej ly c"gv' cñ0'423; +P ktcvg'rgcej kpi 'Itqo 'lcr cpgug"
vgo r gtcvg'hqt guv'gequ{ ugo u'lp'tgur qpug'q'grxcvgf "
cvo qur j gtle'P "f gr quksqp0Lqwt pcr'qih'qgt guv'Tgugctej "
46<3/370

、楊"宗興・福元大地・永田光陽・木幡聡（東京農工大）・正木篤
（元東京農工大）・大西健夫（岐阜大）・白岩孝行（北大）

1. 流域における生物生産性とその理論

河川河口部は時としてカニ、貝類、ゴカイ等の夥しい生息が見られ、その生物生産性の高さはよく知られている。何故そうなのかの理由として多くの成書で挙げられているのは、「上流部などから栄養塩や有機物が輸送されてくるから」、というものである。河川生態系の生物生息を説明する理論として頻用される河川連続体仮説" *Tlxgt"Eqpvpwwo "Eqpegr v" Xcppqvg"gv'crf0"3; : 2+でも、河川の生物の生息にとって、系の外部や上流から供給される有機物が重要であることが強調されている（谷田、4236）。"

この理論では、中流域は河道が開けて多くの日射を受けられるようになることに伴って付着藻類等による現地性の生産が重要になるとされている。ところで、この現地性の生産を支える栄養塩としては、演繹的に、外来性有機物の分解無機化に伴う放出が重要な役割を演じているはずである。何故なら、生物利用可能な窒素やリンは天然の陸域生態系において強く保持され、ほとんど流出してこないはずだからである。すなわち、この河川連続体仮説においては、上流域のみならず中流域を含めた全ての生物生産にとって、森から供給される有機物が直接、間接にその基礎資源であるとしているということになる。もう一つの理論として取り上げられている洪水パルス仮説" *Lypni'gv'crf0"3; : ; #においても、陸上の植物が作り出した有機物が基礎資源であることについては共通する。

2. 既存理論の説明可能性

しかしながら、河口部でみられる夥しいほどの生命群が、すべて陸域起源有機物によって支えられているという理解は、果たして納得できるものであろうか？ 詳細は講演中に述べるが、よく知られるように、陸域で生産される落葉落枝は、決して栄養豊富な資源ではない。従って、流域でときに見られる生物生産性の高い状況をこれまでの理論で説明することは困難である、と認めるのが基本的に合理的と考えられる。

3. 新たな仕組みとしての‘湿地’の役割

そこでこれらの既往の理論に代わって流域の生物生産を説明しうる新たな仕組みをここで提案する。それが‘湿地’（還元的環境）の役割である。ここでいう湿地とは、景観としての典型的な湿地にとどまらず、高水位条件等により形成された流域に

おける還元的環境という広い意味に捉える。このような還元的条件で、次の過程が想定される。

- ・鉄酸化物の還元・溶解に伴うリン酸の遊離"…①
- ・無酸素条件下の化学的風化に伴うリン酸放出…②

これらにより、古典的な湖底からのリン酸放出現象" *O qtwo gt."3; 63+とは異なって、流域系において正味のリン酸の生産が行われるであろう。還元的環境でのリン酸の放出については、汽水域や沿岸の堆積物についてすでにいくつかの報告がある" *Ectceq" gv'crf0" 3; : ; =Ej co dgtu'gv'crf0"3; ; 7=Lqtf cp'gv'crf0"422: =J ctv' gni' cpf "Lqtf cp."4234も。"

私たちも、

C0 土壌母材や堆積物を用いた培養実験
D0 干潟、クリーク泥土、有明海ガタ土での高濃度
E0 谷戸の小流やたまり水での高濃度
等により高リン酸濃度の存在を実証している(322"U o qn' RIN を上回る程の濃度が一般に見られ、これは有機物の分解で説明できるレベルをはるかに越える)。これらがリン酸供給の機能を果たし、流域系における様々な生命の営みを可能とする基礎生産を支えている可能性がある。

4. 陸と海のつながり（東京湾についての考察）

流域には、後背湿地、河畔林、氾濫原等の湿地的環境が本来的に存在する（少なくともかつては）。これらの湿地的環境がリン酸放出源として機能し、果たして実際に流域の生物生産を支えているかは今後の研究の進展を待たなければならない。しかし、一つの典型的な例として、かつての東京湾周辺の状況を考察しておきたい。

江戸時代に改修が行われる以前、流域が全国一広い利根川が流れ込んでいた東京湾岸は氾濫の常習地であった。一方、この一帯は縄文時代の貝塚の密集地でもあり、現在、日本全国の実に 3/4 もの数が分布している。海進の進んだ縄文時代、関東平野は大湿地帯だったとその標高分布から推定される。江戸時代に書かれた絵や書物によると、かつての東京はトキ、コウノトリ、タンチョウまでもが普通に見られたという。東京湾や平野部のめざましい生物生産は、ここに広く分布していた湿地が決定的な役割を果たしていた可能性が高いと見て良いであろう。"

,大西健夫" (岐阜大・応用生物科学部)

1. はじめに

4237 年に国連採択された「持続可能な開発目標」(UFI u) のひとつには、陸域生態系の保全・回復が掲げられている。陸域における人間活動は陸水を介して上流域から下流域に影響が波及するため、人間活動を維持しながら陸域生態系の保全を行うためには、流域的視点が必要不可欠である。流域の「統合的水資源管理」や「森里海連関学」,「NQKE\ (Nepf" cpf "Qegcp"Kpvtcevkqp"cvEqcucn\ qpg)」など、陸域と海洋の一体的な水系管理の重要性は従来から認識はされていたものの、未だ概念論にとどまっており、政策決定の場でも広く利用可能な形に実体化していくためには、陸域生態系の変化を包括的に評価すること、そして、その変化が海洋へ及ぼす影響を科学的に評価する必要がある。しかし、従来の研究では個別プロセスの研究が主体であったため、流域全体をひとつのシステムとして捉える方法論が明確にされていない。そこで本報告では、水・物質動態モデリングという観点から森里海のつながり研究の今後を展望してみたい。

2. 陸域の水・物質動態モデリング

陸域における水動態モデリングにおける近年の大きな進展のひとつに、P cxlgt/Uqngu 方程式あるいはそれと等価な Uclpv" Xgpcpv 方程式が支配する地表流と Fcte{ 則が支配する土壤中の浸透流との統一的求解手法が相次いで開発されたことが挙げられる (Vqucnc"gv'cifl)4222="藤澤ほか."4235)。このことは、しばしば流域における物質動態のホットスポットとなる tlr ctkep"ctgc."j {r qtj gk"l qpg."洪水氾濫と氾濫原土壌の水交換、水田湛水と土壌水との水交換、干潟や塩性湿地における潮汐に伴う塩淡水と土壌水との交換など、地表水と地中水との界面で生起する多様な局所的現象の理解に大きく寄与するものと考えられる。他方、著者の知る限りでは土壌圏・岩石圏の空間的不均一性に関する本質的理解においては目新しい進展がみられない。そのため計算結果の正しい妥当性評価を伴った形で物理法則にもとづいた精緻な分布型モデルを流域全体に拡張する

ことは困難な場合がほとんどである。したがって、斜面スケールから数 10^4 スケール (この閾値に関しては、Yqqf "gv'cifl)*3;:: #による TGC がひとつの指標となる) までの比較的小さな空間スケールの事象には分布型モデルを適用し、より広い範囲の流域スケールには UYCV, VQRO QF GN, タンクモデルといった半分布型・集中型のモデルを適用するのが常套手段となっている。しかし、対象とする現象の生起する空間スケール・空間的不均一性を考慮した上の適切なモデル選択が必ずしもなされているわけではなく、そのような意識も低いのが現状である。あらためて森里海のつながりという観点から流域における水・物質動態を眺めた場合、森林生態系、湖沼生態系、農地生態系、都市生態系、どの系を取り上げてもミクロスケールで生起している生物地球化学的現象は、マクロな流域スケールで生起する水流動現象の作用を受け、マクロな水流動系に乗って他所のミクロスケールな生物地球化学的現象に影響を及ぼし得る。そのため、一方で分布型モデルによりミクロスケールの現象を陽に取り扱いつつ、他方で半分布型・集中型のモデルによりマクロスケールの現象も同時に取りあつかうことが求められる。

3. マルチスケールモデリングの提案

以上の考察を踏まえると、自ずと流域におけるマルチスケールモデリングの必要性が浮かび上がる。全球気候モデルと領域気象モデル間でのネステッドダウンスケーリング手法に代表されるように、流域における水・物質動態のモデリングにおいても、異なる空間スケール、時間スケールで生起している現象どうしの相互作用を陽に取り扱うことを目指したモデリングの必要性が高まっていると考えられる。具体例としてアムール川流域を対象とした鉄生成モデルを取り上げる。マクロな指標である地形指標と鉄の酸化還元反応、腐植物質との錯形成反応などのミクロスケールの生物地球化学的反応とを接合するには何が課題となるのかを整理することにより、マルチスケールモデリングのひとつのあり方を提示する。

2 日 目

(2019 年 9 月 28 日)

ポスター発表

2日目 9/28 (土) 9:00~18:00 一般ポスター発表, コアタイム (13:00~14:30) /
Poster presentations, Core time (13:00-14:30)

P-O* : 審査対象

発表番号	ポスター&企業展示会場 (自然科学研究科講義棟大講義室 A)
P-01* (化学)	閉鎖的領域における白金の分布と挙動 *谷村泰城・真塩麻彩実 (金沢大・理工)・小畑元 (東京大・大海研)・牧輝弥 (金沢大・理工)・長谷川浩 (金沢大・理工)
P-02* (化学)	岡山県旭川水系におけるモンカゲロウ属の生息と蛍光性溶存有機物パターンの関係性 *中元優佑・井上文成・小谷峻太・二川和・長谷川来・杉山裕子・齋藤達昭 (岡山理大・理)
P-03* (生物)	旭川・吉井川に生息するアカザ (<i>Liobagrus reinii</i>) の地域個体群に存在する2種類のミトコンドリア DNA ハプロタイプ系統の分布と形態的特徴について *幸竜二 (岡山理科大学大学院・総)・齋藤達昭・中川芽久美 (岡山理科大学・理)
P-04* (生物)	ミジンコ個体群の遺伝的多様性の歴史: 湖沼堆積物と休眠卵による湖沼定着初期からの解析 *大竹裕里恵 (東大・総合文化)・大槻朝・占部城太郎 (東北大・生命)・陶山佳久・松尾歩・廣田峻 (東北大・農)・木村成子 (滋賀県大・環境)・山田和芳 (ふじのくに地球環境史ミュージアム)・吉田丈人 (地球研, 東大・総合文化)
P-05* (生物)	ミャンマーの古代湖・インレー湖における固有淡水魚類の起源 *福家悠介 (京大院理)・Prachya Musikasinthorn (カセサート大)・鹿野雄一 (九大決断科学)・松井彰子 (大阪自然史博)・田畑諒一 (琵琶博)・岩田明久 (京大院 AA)・渡辺勝敏 (京大院理)
P-06* (生物)	<i>Daphnia pulex</i> 2 系統の同所的分布に果たす休眠卵生産の役割 *丸岡奈津美・占部城太郎 (東北大院・生命)
P-07* (生物)	遺伝子組換え発光大腸菌による呼吸阻害物質のセンシング *門司翔吾・布施泰朗 (京工繊大・工芸科学)・柄谷肇 (京都光科学研)
P-08* (生物)	淡水生ハリガネムシ類の生活環に関する研究 *谷聖太郎・河合幸一郎 (広大院・統合生命)
P-09* (生物)	ヤマトイワナ 地域個体群の遺伝的關係について *藤原一貴・河合幸一郎 (広島大院・統合生命)
P-10* (生物)	日本産イワナ属魚類 特にゴギ <i>Salvelinus leucomaenis imbrius</i> の分布について *松尾真宙・河合幸一郎 (広島大院・生)
P-11* (地学)	土岐砂礫湿地を有するヒノキ人工林と落葉広葉樹林における小流域流出特性 *木下大輔・野中拓真 (中部大・応生)・野村智輝 (中部大・応生)・武馬弘季 (中部大・応生)・上野薫 (中部大・応生)
P-12* (環境)	窒素安定同位体比を用いた琵琶湖水における窒素循環構造の検討 *石橋孝晃・尾坂兼一 (滋賀県大・環境)・木庭啓介 (京大・生態学研究センター)・中村高志・西田継 (山梨大・国際流域環境研究センター)

P-13* (環境)	諏訪湖におけるリンの動態に及ぼす鉄の影響 *市川雄貴・古郡千紘(信州大・総合理工学)・宮原裕一(信州大・理)
P-14* (環境)	諏訪湖における水草分布と底質の性状について *古郡千紘・市川雄貴(信州大・総合理工学)・宮原裕一(信州大・理)
P-15* (環境)	蛍光 X 線分析法による琵琶湖水中懸濁態リンの迅速分析法と動態解析 *尾ノ井和樹・角谷祐基・佐々木貴都・布施泰朗(京工織大院・工芸)・早川和秀(滋賀県琵琶湖研)・山口保彦(滋賀県琵琶湖研)
P-16* (環境)	湖底環境シミュレーション実験による琵琶湖北湖底質及び湖水中化学成分の動態解析 *角谷祐基・尾ノ井和樹・佐々木貴都・布施泰朗(京工織大院・工芸)・岡本高弘(滋賀県琵琶湖研)・早川和秀(滋賀県琵琶湖研)
P-17* (English)	Spatial patterns of rotifer community: Is there any tendency predicting the relationships with environmental factors? *Hye-Ji Oh, Kwang-Hyeon Chang (Kyung Hee Univ.), Hyun-Woo Kim (Sunchon Univ.), Masaki Sakamoto (Toyama Pref. Univ.), Hideyuki Doi (Univ. of Hyogo), Shin-ichi Nakano (Kyoto Univ.), Takamaru Nagata (Lake Biwa Environmental Research Institute), Yuichi Miyabara (Shinshu Univ.)
P-18* (English)	Feeding behavior analysis of brackish calanoid copepods using stable isotope and gut contents analyses *Yeon-Ji Chae, Hye-Ji Oh, Kwang-Hyeon Chang (Kyung Hee Univ.), Yong-Jae Kim (Daejin Univ.), Hyunbin Jo (Chonnam National Univ.)
P-19* (English)	Application of bamboo biomass resources in agrochemical-free rice farming: effects on rice production *Masfiro Lailati, Shang Yichen, Thien Quang Huynh, Koji Ito (Kanazawa Univ.), Naoya Katsumi (Ishikawa Prefectural Univ.), Yumiko Mizuuchi, Masaya Ino (Ishikawa Agriculture and Forestry Research Center), Nisikawa Usio (Kanazawa Univ.)
P-20* (English)	Population Genetics and Taxonomic Signatures of Wild Tilapia in Japan, Based on Mitochondria DNA Control Region Analysis. *Fatsi Patrick, Koichiro Kawai (Hiroshima University)
P-21* (English)	Seasonal changes in cell size of the diatom <i>Fragilaria crotonensis</i> in Lake biwa. *Deb Soumya, Yoshikuni Hodoki, Yukiko Goda, Tetsuji Akatsuka, Shin-ichi Nakano (Kyoto University.)
P-22* (English)	The Effect of a Large-Scale River Modification on Longitudinal and Seasonal Patterns of Limnological Variables in the Nakdong River *Eunsong Jung, Hyo Gyeom Kim (Pusan Univ.), DongKyun Kim (Chonnam Univ.), Gea-Jae Joo (Pusan Univ.)

<p>P-23* (English)</p>	<p>Use of artificial substrate for the estimation of underwater colony and floating statoblast of <i>Pectinatella magnifica</i> (Leidy 1851)</p> <p>*Young Min Kim, EuiJeong Ko, Sungwon Hong (Pusan Univ.), Yuno Do (Gongju Univ.), JiYoon Kim (Toho Univ.), Gea-Jae Joo (Pusan Univ.)</p>
<p>P-24* (English)</p>	<p>Impact of large river modification on fish community in a main channel site and an associated wetlands (Nakdong River)</p> <p>*Dong Hyun Hong, JeongSoo Gim (Pusan Univ.), Hyunbin Jo (Chonnam Univ.), GuYeon Kim (KyungNam Univ.), Woobin Kim, Gea-Jae Joo (Pusan Univ.)</p>

*谷村 泰城(金沢大院・自然)

眞塩 麻彩実, 牧 輝弥, 長谷川 浩(金沢大・理工)

小畑 元(東大・大海研)

1. はじめに

白金(Pt)の地殻中での存在量は約 0.01 mg/kg と低い、現在では自動車触媒や抗がん剤など様々な分野で利用されているため、都市域を中心に環境中への Pt 放出量の増加傾向が指摘されている(Wei and Morrison, 1994, Helmers and Kümmerer, 1999)。近年の分析技術の向上とともに、水圏環境中における Pt の分布はようやく報告されるようになってきたが、沿岸堆積物中の Pt の知見は不足している。海水中の Pt は海底付近で濃度が上昇しており、堆積物からの Pt の供給が指摘されている(Mashio et al., 2017)ことから、Pt の挙動を知るうえで堆積物の知見は不可欠である。そこで本研究では、長崎県有明海において堆積物中の Pt 濃度を化学形態別に分析し、海水-堆積物間の Pt の挙動を明らかにすることを目的とした。有明海は、半閉鎖的な海域で、人為的影響が大きい、Pt 濃度変化が観測しやすいと考えられる。海水と河川水の Pt 濃度を測定し、Pt の分布と挙動に関して考察した。

2. 材料と方法

海水試料および河川水試料には X 型ニスキン採水器および手つきビーカーをそれぞれ用い、堆積物試料にはスミスマッキンタイヤー型採泥器を用いて採取した。海水については、採水口に直接接続した孔径 0.2 μm のポリサルフォン製カプセルフィルターを用いてろ過し、0.024 M 塩酸酸性となるように 30% HCl を添加した。河川水は、ペリスタリックポンプを用いて同様にろ過し、塩酸酸性にした。表層堆積物は 24 h 凍結乾燥させ、63 μm メッシュのふるいを通した粒子 0.5 g に対して化学的逐次抽出法(Tessier et al., 1979)を適用し、イオン交換態、炭酸塩態、Fe-Mn 酸化物態、有機物態、残渣態の 5 形態に分画した。海水・河川水試料と堆積物の抽出液は、同位体希釈-ICP 質量分析法(Suzuki et al., 2014)に供して Pt の分析を行った。

3. 結果と考察

有明海における海水の Pt 濃度を図 1 に、堆積物中の Pt の化学形態割合を図 2 に示す。A7 の海底直上が 3.72 pmol/L と最も濃度が高く、全ての測点で外洋海水中の Pt 濃度(0.2 pmol/L; Suzuki et al., 2014)よりも高かった。また、多くの観測点で海底付近の Pt 濃度が高い傾向を示した。堆積物の化学形態別濃度は、E4 のイオン交換態が 0.43 ng/g、残渣態が 0.96 ng/g、A11 の Fe-Mn 酸化物態が 1.26 ng/g で残渣態が 0.87 ng/g であり、残りは検出限界以下であった。A7 地点は、有明海が外洋へ流出する唯一の海峡で、潮流が速いため、堆積物に吸着した Pt の脱着量が多いと考えられる。C5 については、観測点周辺の堆積物はイオン交換態の割合が高く、河川の流入等により容易に Pt が溶出するため、濃度が高くなると考えられる。

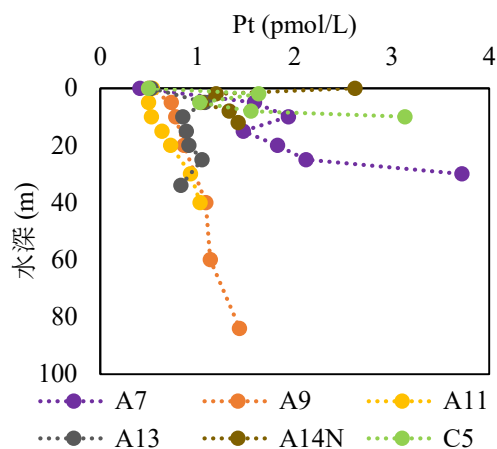


図 1 海水中の Pt の鉛直分布

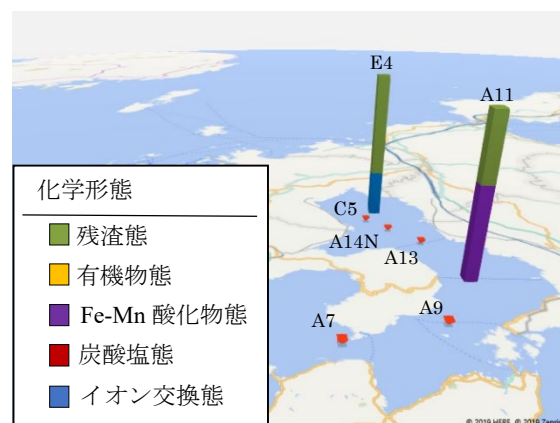


図 2 堆積物中の Pt の化学形態割合

★中元優佑, 井上文成, 小谷峻太, 二川和, 長谷川来, 杉山裕子, 齋藤達昭 (岡山理大・理)

1. はじめに

旭川は、岡山県の中央部に位置し、河川延長が 142km で、50 以上の支川が流れ込んでいる河川である。溶存有機物 (DOM) は生物体の分解物などが物理、化学、生物反応を受け溶存する分子種が変化したものであり、水質や水環境内で起きている現象を知ることができる。環境中の DOM のモニタリング手法として 3 次元励起蛍光スペクトル (EEM) の測定が広く用いられている。EEM は有機物の成分、起源などを明らかにするために Parallel Factor Analysis (PARAFAC) と組み合わせて解析され、重なったピークを同じ挙動を示す成分に分離することができる。本研究では、旭川流域の DOM の形成過程を調べるために各支流ごとの本流との合流点近くの堰で DOM の分布を明らかにすることで本流への寄与を推察した。さらに、環境指標生物であるモンカゲロウ属と DOM の関係性を調べた。

2. 材料と方法

サンプリングは、2019 年の 3 月、4 月の春の時期に旭川の上流から下流にかけて本流が 12 地点、支流は 50 地点で行なった。支流でのサンプリングは本流の合流点から近い支流の堰で行った。試料水を研究室に持ち帰り、450 °C で 2 時間熱処理をしたガラス繊維濾紙 (GF/F; 参考口径 0.7 μm) を用いて濾過を行った。その後、濾過した試料水を用いて溶存有機炭素 (DOC) 濃度、三次元励起蛍光スペクトル (EEM) の測定を行った。DOC 濃度測定には、全有機炭素計 TOC-V CSH (SHIMADZU) を使用した。EEM 測定には、Aqualog (HORIBA) を使用した。蛍光強度は、ラマン補正によって規格化した。EEM 測定では PARAFAC を組み合わせ、解析をした。モンカゲロウ

属の調査は、堰上の異なる 3~6 地点でハンドサバーネット (前幅 0.4m × 深さ 0.6m 網目 0.3mm) を下流側に設置し、足で砂泥ごと巻き上げサンプリングを行った。

3. 結果と考察

旭川支流のサンプル水の EEM データを PARAFAC 解析した結果、蛍光性溶存有機物 (CDOM) の中から 3 つの成分ピークが信頼度約 90% で分離できた。3 成分の励起波長 (Ex) と蛍光波長 (Em) を表 1 に示した。

表 1. EEM-PARAFAC により分離された成分ピーク

	Ex(nm)	Em(nm)	ピークの特徴
第1成分	335, (<255)	509	微生物および光分解を受けやすい腐植物質ピーク
第2成分	320, (<250)	419	陸域由来の腐植物質様ピーク
第3成分	280	334	タンパク質様ピークの一つのトリプトファン様ピーク

各地点の 3 成分の割合を蛍光強度から算出し DOC 濃度との積で濃度換算した。DOC は上流域より下流域の支流の方が高い値を示す傾向があった。2°以下の緩やかな勾配の支流では第 3 成分の濃度が増加し、2°~4°の急な勾配の支流では第 3 成分の濃度が減少した。また、支流の河川延長が長くなるにつれて第 3 成分の濃度が増加した。旭川本流では、上流から下流にかけて、DOC 濃度は高くなっていき、第 1, 2 成分の割合が減少し、第 3 成分の割合が増加した。さらにモンカゲロウ属のそれぞれの密度と成分の関係性を調べると、フタスジモンカゲロウは、第 3 成分の濃度が低い場所に生息し、トウヨウモンカゲロウは第 3 成分の濃度が高くなるにつれて生息密度が上昇した。モンカゲロウはフタスジモンカゲロウよりも第 3 成分が高い場所で生息していた。

旭川・吉井川に生息するアカザ (*Liobagrus reinii*) の 地域個体群に存在する 2 種類のミトコンドリア DNA

ハプロタイプ系統の分布と形態的特徴について

*幸 竜二 (岡山理科大学・院・理)

齋藤 達昭 中川 芽久美 (岡山理科大学・理)

1. はじめに

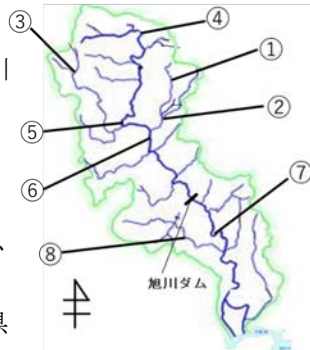
アカザは、ナマズ目アカザ科の夜行性の底生魚である。鱗はなく 4 対の口ひげを持ち、体色は暗褐色または赤褐色で、背びれと胸びれにマヒ性の棘を持っている。アカザは早瀬や平瀬で浮石が多い底質が砂礫である場所に生息し、また上記の場所に生息する水生昆虫を捕食していることが報告されている。また、アカザには形態的・分子学的にグレード 1 とグレード 2 の 2 系統に分けることができる。本研究では、旭川・吉井川水系のアカザの生息地点での、ミトコンドリアハプロタイプと形態的特徴から、アカザの生息地点における 2 系統の分布を明らかにすることを目的とする。

2. 材料と方法

旭川における支流余川 (①)、目木川 (②)、新庄川 (③)、植杉川 (⑨)、宇甘川 (⑧) 及び本流の上、中、下流域の上長田 (④)、勝山 (⑤)、落合 (⑥)、吉田 (⑦)、牟佐 (⑩) の計 10 地点でアカザの捕獲を行った。近隣県

のアカザも捕獲し、解析を行った。また、吉井川における 9 地点で行った。

アカザをタモ網によって捕獲する場合、人数 4-5 人で約 30 分、流れの下流側にタモ網を仕掛けて、その後浮き石を足で動かし捕獲した。捕獲した個体の全長、体長を記録したのち、99.5%エタノール溶液に保存し、固定した。Charge Switch^R gDNA Tissue Kit を用いて固定したアカザの筋肉片から DNA を抽出し、ミトコンドリア DNA 上に存在する 12SrRNA 領域



(955bp)、cyt-b 領域 (300bp) を用いて PCR 法により増幅させた。PCR 産物を電気泳動にて確認後、MonoFasDNA 精製 kit を用いてゲルから抽出し、ダイレクトシーケンス法により塩基配列を決定した。形態的特徴の測定については胸鰭、腹鰭、臀鰭の大きさの測定を行った。また、尾鰭の部分に黒い縁取りがあるかどうか記録写真を見ることで確認した。

3. 結果

ミトコンドリアのハプロタイプ別に見ていくと旭川水系ではグレード 1 のみ発見された。それに対して、吉井川水系では、グレード 1 のみの系統が見られた地点は鯉、和気、川東で、グレード 2 のみの系統がみられた地点は都留岐、久賀、阿波で、グレード 1 とグレード 2 が混在していた地点が杉、真殿、筏津であった。形態的特徴としては、尾鰭の縁取りがあるものは、一方のグレードの系統のみと一致した。また、体長に対する鰭の大きさについて 2 つのグレードで比較するため F 検定を行ったところ、95%の信頼度で有意差が棄却されたのは、臀鰭のみであり、グレード 2 の方が大きいことがわかった。

4. 考察

旭川ではグレード 1 しか存在しなかったが、吉井川ではグレード 1 とグレード 2 両系統が存在した。グレード 1 の中国地方の分布は瀬戸内海を中心に生息している。これに対し、グレード 2 は日本海側に注ぐ河川と四国を始め、広島、山口、兵庫の瀬戸内海側に注ぐ河川に分布している。本来なら河川ごとにグレードは異なるのだが、同一河川でグレードが混在を確認されているのが、太田川、仁淀川、江ノ川である。吉井川でもそれらが確認されたため、これからは形態的特徴をみて、生殖的隔離があるかを含めて研究を進めていきたい。

：湖沼堆積物と休眠卵による湖沼定着初期からの解析

*大竹裕里恵（東大・総合文化）、大槻朝、占部城太郎（東北大・生命）、陶山佳久、松尾歩、廣田峻（東北大・農）、木村成子（滋賀県大・環境）、山田和芳（ふじのくに地球環境史ミュージアム）、吉田丈人（地球研、東大・総合文化）

1. はじめに

環境変動に対する生物の適応機構はこれまで広く取り組まれてきた研究課題であり、大規模な環境変動が進行している近年において知見の取得が求められている。生物個体群の新たな生息地への定着は異なる環境条件への適応を伴う過程の一つであり、環境適応機構研究の対象として用いられてきた。しかし、従来の主な研究手法は侵入源と新定着先に現存する個体群を比較することで間接的に適応過程を推定する手法であり、定着に伴って生じる適応の詳細な過程や機構については依然として未解明事項が多い。この解明に最も有効である手法の1つは、個体群の遺伝的構造や形質の時系列変動を初期侵入段階から直接観察することであるが、長期観察にかかるコストや初期侵入を特定する困難さからほとんど観察例が存在しない。湖沼堆積物を用いた古陸水学的手法はこの課題を解決し、長期観察データを過去に遡って再現できる。特に、植物の種子や枝角類の卵鞘に包まれた休眠卵などの休眠ステージは湖沼堆積物中に長期間保存される。これらを用いれば、生物個体群の遺伝的構造や形質の時系列変動を解析できる。本研究では、長野県深見池に生息するミジンコ (*Daphnia pulex*) を対象とし、湖沼堆積物と休眠卵を用いて定着初期からの個体群動態と遺伝的構造の時系列変動の解明に取り組んだ。

2. 材料と方法

日本に現存するミジンコは全て絶対単為生殖性で、独立した4系統からなると報告されている。深見池ではJPN1とJPN2の2系統が検出されている。深見池において堆積物コアサンプルを4本採集し、これらを一定間隔で切断した。各層において、ミジンコの卵鞘を単離並びに計数し、ミジンコの個体群動態を推定した。2000年から2015年にあたる各層において卵鞘内から休眠卵を取得できた。取得した休眠卵の内、210個を試料としてミトコンドリアND5領域、control領域上のマーカーに基づく集団遺伝学的解析を実施した。更に、ゲノムワイドSNP解

析を実施し、詳細スケールでの遺伝的構造の解析を試みた。185個の休眠卵を試料としてMIG-seq法によりSNP情報を取得しこれを用いて解析を行った。

3. 結果・考察

ミジンコの卵鞘が検出された最も古い層は1930年～1950年と推定された。その後、2000年初頭まで卵鞘は検出されず、絶滅したか低密度で存在したと推定された。2000年初頭から2014年まで恒常的に卵鞘が検出され、個体群の定着が示唆された。しかし、2015年以降の層では検出数が大きく減少し、2016年以降の層からは検出されなかった。これらから、近年における減少・絶滅の可能性が示唆された。

ミトコンドリアマーカーに基づく解析の結果、2000年初頭から2015年にかけてJPN1で1タイプ（JPN1A-C2T2）、JPN2で2タイプ（JPN2C, JPN2D）の合計3つのタイプが検出された。この内、1タイプ（JPN2C）が恒常的に出現しておりいずれの層でも最も多く検出された。JPN2Dは2011～2012年、2005～2006年の層に断続的に低頻度で出現した。また、JPN1は2012～2014年層でのみ検出され、頻度はJPN2Cよりも低かった。以上から、深見池において、JPN1は2012年頃に出現し、それまではJPN2の1タイプ（JPN2C）の優占状態で個体群が維持されてきたと推定された。

MIG-seqにより全体では181SNP座、JPN2内では57SNP座が検出された。これらのSNP座を用いた解析の結果、JPN2内に複数タイプが存在する可能性が示唆された。一方で、最も高頻度で検出されたタイプはいずれの年代層からも出現した。また、SNP情報を用いた主成分分析の結果、JPN1とJPN2の間には明瞭な遺伝的差異が検出され、これらを識別できた。これに対し、JPN2内多型間では顕著な遺伝的差異は見られなかった。これらの結果は、深見池のミジンコ個体群が、限られた遺伝型の優占状態で維持されてきた可能性を示唆する。

今後更なる集団遺伝学的解析を進め、各タイプの侵入についてより詳細な分析を行う。

固有淡水魚類の起源

*福家悠介（京大院理）、Prachya Musikasinthorn（カセサート大）、
鹿野雄一（九大決断科学）、松井彰子（大阪自然史博）、田畑諒一（琵琶博）、
岩田明久（京大院 AA）、渡辺勝敏（京大院理）

1. はじめに

10 万年以上前から存在する「古代湖」には、特徴的な生物相が形成されることが知られており、「進化の実験場」として様々な進化的生物学的研究が進められてきた。インレー湖はミャンマー東部・シャン高原・サルウィン川流域に位置する古代湖のひとつで、その起源は 150 万年前に遡ると考えられている (Hampton et al., 2018: Limnol. Oceanogr.)。インレー湖は面積 116 km²、平均水深 2 m ほどの小さな湖であるにも関わらず、多くの固有種が確認されている。特に多様性の高い淡水魚類では、近年の調査において、49 種が報告され、そのうち 13 種が本地域の固有種であった。また、周辺水域も含めると 15 種の固有種が確認されている。しかし、これらの固有種とその近縁種の系統関係や分岐年代に関する知見は、これまで部分的にしか明らかになっていない。本研究はインレー湖固有種の起源を推定するために、本地域において特に種多様性が高く、近縁種の情報が豊富なコイ科魚類に注目して、固有種網羅的な系統解析および分岐年代推定を行った。

2. 材料と方法

サンプルには Kano et al. (2016: Biodivers. Data J.) によってインレー湖および周辺水域から採集されたコイ科魚類 10 属 13 種を用いた。このうち、*Microrasbora rubescens* および *Inlecypris auropurpureus* はインレー湖内の他に、周辺水域から得られた個体も含んだ。周辺水域のみから報告されている *Danio margaritatus* と *Devario sondhii* も解析に加えた。塩基配列はミトコンドリア DNA の COI 領域を利用した。近縁のコイ科魚類の塩基配列情報は GenBank で公開されているデータから取得した。系統樹の推定は RAxML-NG を用いて最尤法で行った。分岐年代推定は BEAST2 を用いて行った。較正点には複数のコイ科魚類の化石記録を最小年代として与えた。

3. 結果

推定された最尤系統樹において、インレー湖の固有種は複数のクレードから分岐していた。インレー湖とその周辺水域に生息する *Devario* 属 3 種は単系統性を示さなかった一方、*Danio* 属 2 種は単系統となった。近縁種との分岐年代は約 300 万年前から 1500 万年前の範囲で種ごとに異なっていた *Microrasbora rubescens* および *Inlecypris auropurpureus* は湖集団と河川集団間で大きな分化が確認された。*M. rubescens* は 2 つの河川集団間でも分化が確認された。

4. 考察

得られた結果から、インレー湖周辺域のコイ科の固有種はそれぞれ異なる時間スケールで近縁種から分岐した可能性が示唆された。その年代はいずれもインレー湖の推定形成時期の近くかそれ以前であった。本地域における地理的隔離は厳格なものではなく、複数回にわたる周辺水系との接続イベントによって本地域特有の魚類相が形成されたと推測される。固有種に分岐年代がインレー湖の形成以前に遡るのは、固有種につながる系統が湖侵入以前に近縁種から分岐していたため、もしくは固有種に最も近縁な種の塩基配列情報を解析に加えられていないことで年代が過大評価されているためであると考えられる。今後、固有種の起源をより詳細に推定するために、近縁種の密なサンプリングおよびコイ科以外の固有種や在来の広域分布種を加えた解析が必要である。現在、より解像度の高い系統解析および分岐年代推定のために、ミトコンドリア DNA 全長配列の決定を行っている。

果たす休眠卵生産の役割

*丸岡 奈津美, 占部 城太郎 (東北大院・生命)

1. はじめに

日本の平地湖沼に生息している *Daphnia pulex* は、北米からの侵入種であり、有性生殖をしない絶対単為生殖型であることがわかっている (So et al. 2015)。日本には4つの遺伝系統 (JPN1-JPN4) が侵入しており、多くの場合1湖沼につき1系統が生息している。しかし、1湖沼に複数系統が同所的に分布している湖沼も稀ではない。例えば、山形県畑谷大沼では、*D. pulex* の JPN1 と JPN2 系統が10年以上に渡り同所的に観察されている。両者は同種であり共通の藻類を餌とするため、野外では強い競争関係にある。実際、生活史パラメーターを比較すると JPN1 と JPN2 系統の間には、餌を巡る競争能力に優劣があることが示されている。このように JPN1 系統と JPN2 系統は競争関係にあるが、それにも関わらず長期に渡って同所的に生息している事実は、競争劣位者が競争による絶滅を回避できる機構があることを示唆している。その可能性の一つとして、演者らは競争劣位者が、競争優位者の増殖を察知してすばやく休眠卵を生産することで絶滅を免れているのではないかと仮説を立てた。この仮説を検証するため、畑谷大沼に共存する2系統の各遺伝子型を単独及び混合した個体群動態実験を行った。

2. 材料と方法

実験には、山形県畑谷大沼に出現する *D. pulex* JPN1 系統の J1A1 遺伝子型と JPN2 系統の J2G 遺伝子型を用いた。実験にあたっては、0.8L の飼育ビンを用い、2つの遺伝子型を混合飼育させる混合区と、各遺伝子型のみを飼育する単独区とを設定した。混合区では実験開始時に各遺伝子型ともに成熟抱卵個体5個体と出生後1-2日目の未成熟個体5個体、計10個体加えた。単独区では成熟抱卵個体と未成熟個体をそれぞれ10個体、計20個体を加えた。すなわち、すべての実験区で飼育ビンあたり20個体から実験を開始した。餌は緑藻を2日おきに1mgC/L 与え、L:D=14:10 の長日条件、20°C の温度で、60

日間実験を継続した。

実験期間中、5日おきにビン内をよく攪拌し、200ml の飼育水を交換した。この際、交換した200ml に含まれる個体数と、ビン全体で産出された休眠卵を計数し、ビン内の個体密度を算出するとともに、混合区では最大40匹、単独区では最大20匹をエタノール固定し、体長の測定と性別の確認を行った。また、混合区では系統を判別するために、エタノール固定した40個体と休眠卵についてDNAを抽出し、mtDNA ND5 を対象としたPCR-RFLP法によって遺伝子型を判別した(図1)。

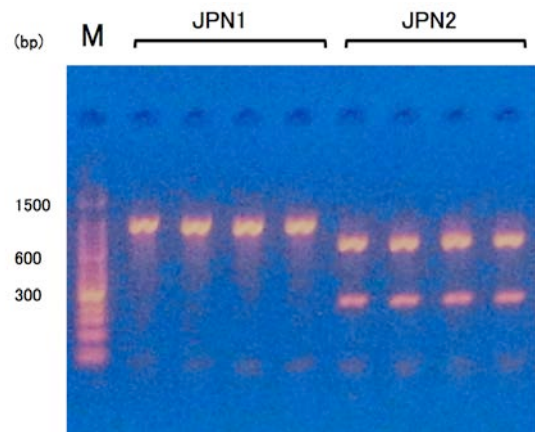


図1. 系統判別用のPCR-RFLPバンドパターン

3. 結果及び考察

単独区では、J1A1 遺伝子型のほうが J2G 遺伝子型よりも個体密度の増加が早く、J2G 遺伝子型個体群の密度ピークは J1A1 遺伝子型個体群に比べて10日ほど遅かった。また、これら単独区では、J2G 遺伝子型個体群のほうが J1A1 遺伝子型個体群よりも休眠卵生産の開始が18日ほど早かった。その後 J2G 遺伝子型個体群では休眠卵を生産し続けたが、J1A1 遺伝子型個体群では個体密度が減少した実験期間後半になって休眠卵生産が増加した。発表では、これら結果と混合区での結果から仮説の検証を行う。

*門司翔吾 (京工繊大院・工芸), 布施泰朗 (京都工繊大・環境科学セ)

柄谷肇 (京都光科学研究所)

1. はじめに

環境水中の化学物質の影響を生物学的に評価する毒性試験が世界的に行われている。特にアメリカでは WET 法と呼ばれる方法が採用されており、これは目的の環境水中で生物を飼育し、異常がないかを確認して毒性を評価する方法である。これに対して国内では、急性毒性のスクリーニングに重きが置かれ出している。この場合、迅速に結果を出力する手法が求められる。そこで本研究では、急性毒性として呼吸阻害性物質に着目し、呼吸阻害により発光する遺伝子組換え発光大腸菌を用いる呼吸阻害性物質の迅速・簡便な可視化法の構築を目指した。

2. 材料と方法

katG':::bmFPlux をクローニングしたプラスミド (pETBlue-2) で、宿主大腸菌 (*E. coli* BL21(DE3)) を形質転換 (*E. coli-katG':::bmFPlux*) して実験に供した。¹⁾

E. coli-katG':::bmFPlux の培養には LB 培地 (PH7.2) を用い、濁度 (OD₆₀₀) が約 0.8 になるまで 37°C で振とう培養後、LB 培地にアルギン酸ナトリウムを溶解 (2w/v%) した溶液と 1:1 の割合で混合した。これを発光大腸菌ゾルと呼ぶ。さらに混合溶液を 1.5 w/v% 塩化カルシウム水溶液中に 250 μL ずつ滴下してゲル化し、菌体を固定化した (発光大腸菌ゲル)。発光大腸菌ゾルあるいは発光大腸菌ゲルを 24 穴あるいは 96 穴マイクロプレートに入れさらに種々の濃度の呼吸阻害剤を添加した。呼吸阻害剤としては主にシアン化物イオンを用いた。発光はデジタルカメラを用いる自作装置で可視化した。画像はニコン NIS-Elements BR 3.2 を用いて解析した。

3. 結果

シアン化物イオン濃度を変化 (0.01mg/L~100mg/L) させて観測した結果、シアン化物濃度に対応した発光が誘導され、汎用デジタルカメラで簡便に可視化できることが明らかになった。このような正の相関性はゾルおよびゲルの両系で認められた。ゾルの系では、1~2 時間程で発光が最大

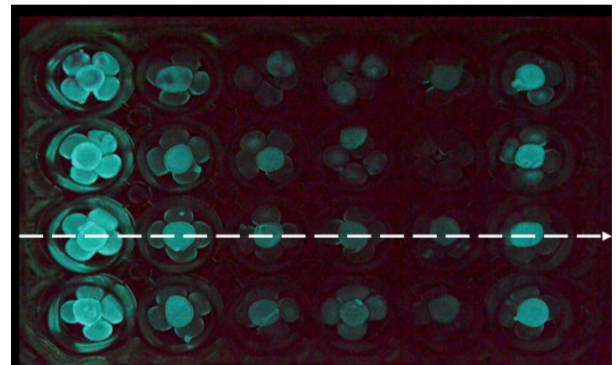
となる一方、ゲル中では可視化可能な発光が約 24 時間持続した。

4. 考察

物質移動速度の差が発現誘導に影響すると考えられる。一連の実験結果から、排水環境での生物影響の負荷を捉えるための手法として測定時間を考慮した呼吸阻害剤の高感度且つ簡便な可視化に好適であることが明らかとなった。

(A)

CN⁻ 100mg/L CN⁻ 10mg/L CN⁻ 1mg/L CN⁻ 0.1mg/L CN⁻ 0mg/L IPTG 800μM



(B)

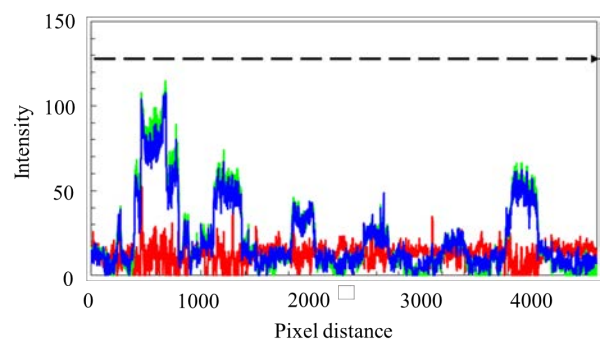


Figure 1. (A) Microplate bioluminescence of *E. coli-katG'-bmFPluxCDABFE* immobilized in alginate gel. (B) Line profile analysis of the microplate bioluminescence.

引用文献

1) 1) H. KARATANI, Y. FUSE, H. MIZUGUCHI, S. MONJI, H. OYAMA, T. WAKU, M. IWASAKI, *Anal. Sci.*, **35**, 821-825 (2019).

*谷聖太郎, 河合幸一郎 (広大院・統合生命)

1. はじめに

ハリガネムシ類は類線形動物門ハリガネムシ綱に属する生物である。そのうち、淡水生のハリガネムシ目 (Gordioida) に属する生物は、カマドウマやカマキリなど陸生の節足動物に寄生する事で知られる。淡水生ハリガネムシ類は、カゲロウやカワゲラなどの水生昆虫を中間宿主として利用し、その羽化成虫を介して陸生宿主に寄生するといった特有の生活環を有し、河川周辺の陸域・水域におけるエネルギーの流れに大きな影響を与える事が知られている。(Sato ほか, 2011) しかし、水生宿主に対する選択性・特異性などを含めた生活史の全容について未解明の部分が多く、幼体およびシストの状態では寄生するハリガネムシ類の大きさは数十 μm ほどで、観察は容易ではない。

本研究では、ハリガネムシの寄生特性について研究する為の手段の一つとして、DNA バーコーディングによる生化学的手法を考案し、この有効性について検証する事を目的とした。

2. 材料と方法

広島県安佐北区の太田川本流、同県東広島市西条町の黒瀬川本流、およびその支流の角脇川にて、計 42 個体のハリガネムシ成体を採取、99%エタノールに液浸保存した。また、広島県各地の太田川水系の河床から水生昆虫を採取し、99%エタノールに液浸保存した。

実験の方法としては、ハリガネムシ成体の標本から、Kondo ほか (2016) の手法を参考に DNA を抽出し、PCR 法によりミトコンドリア CO1 遺伝子の一部領域 (658 bp) を増幅、DNA シーケンス解

析により配列を求めた。この解析から見出したハリガネムシ類の配列に対し特異的に結合するプライマーセットを考案した。また、水生昆虫標本の消化管を摘出し、上記と同様の方法で DNA を抽出した後、考案したプライマーセットを用いた PCR を行い、水生昆虫の消化管に寄生すると考えられるハリガネムシ類 DNA の検出を試みた。

3. 結果

計 4 個体の水生昆虫の消化管から DNA の増幅を確認し、NCBI の BLAST 検索によって全てハリガネムシ類の一種 *Chordodes formosanus* の DNA 断片である事がわかった。これは考案したプライマーが、水生宿主からの同種の検出に対して有効である事を示す。

また、4 個体はいずれもカワゲラ目カワゲラ科に属する水生昆虫の幼虫であり、うち 3 個体はオオヤマカワゲラ属 *Oyamia* spp. で、1 個体はクラカケカワゲラ属 *Paragnetina* sp. であった。

4. 考察

消化管からハリガネムシ類 DNA が検出されたカワゲラ科昆虫はいずれも大型種で、これらは他の水生昆虫を餌とする肉食性である事が知られる (谷田ほか, 2016)、河川生態系の高次消費者であると推定される。このことから、宿主の経口摂取による直接の寄生に加え、他の昆虫の捕食による二次的な寄生が示唆される結果となった。今後は、他種のハリガネムシ類と、より小型の水生昆虫も実験対象とする事で、ハリガネムシ類の寄生特性の解明に繋げていきたい。



図：陸生宿主から脱出するハリガネムシ *C. formosanus* (左) と水生宿主とされた *Paragnetina* 属昆虫の幼虫 (右)

*藤原 一貴, 河合 幸一郎 (広島大学大学院・統合生命科学研究科)

1. はじめに

ヤマトイワナ *Salvelinus leucomaenis japonicus* は、サケ目サケ科に属する陸封性の溪流魚で、本州に生息するイワナの一亜種である。夏の最高水温が 15°C 以下の河川の上流部に生息し、神奈川県相模川以西の本州太平洋側、琵琶湖流入河川、紀伊半島に分布する。しかし、近年の河川環境の悪化、移植放流などによって、天然魚の集団は急速に縮小しつつある (中村, 1980)。また亜種を識別する形態的特徴と遺伝的特徴が必ずしも一致しない (山口他, 2012) ことから亜種としての扱いには問題があり、イワナの分布域全体を網羅する研究が期待されている (中坊, 2013)。

またイワナの系統地理パターンは、更新世の気候サイクルの中で、間氷期における遺伝的分化および氷期における海を通じた分散による二次的接触が繰り返り起きた結果により形成されたと考えられており、氷期の分散と間氷期の上流域への隔離という 2 つのフェーズによって説明されるようである (渡辺他, 2005)。

このため、本研究ではヤマトイワナの地域個体群の間の遺伝的關係を解明することにより、その分布域の拡大過程について推定することを目的とした。

2. 材料と方法

1997 年～2018 年にかけてヤマトイワナ生息域とされる計 27 水系 76 地点で釣獲により 144 個体を採集した。採集したイワナについて、ヒレの一部を切り取り遺伝子解析用として 99.5% エタノールに浸して -30°C で保存した。また、GPS 機能付きのデジタルカメラで採集地点の写真を撮り、GPS の記録をもとに採集地点間の距離を求めた。

亜種の分類に関して細谷(2000)に従った。

遺伝子解析については PCR でミトコンドリア DNA チトクロム b 領域の約 600bp を増幅し、ダイ

レクトシーケンスで塩基配列を決定した。得られた塩基配列に基づき、個体群間の系統関係や空間的な遺伝構造について解析を行った。

3. 結果

144 個体の塩基配列から 25 のハプロタイプが検出され、地点ごとに固有のハプロタイプが存在する一方同じハプロタイプが複数の水系にまたがって存在することが確認された。また遺伝的距離と地理的距離の関係について両者の間に相関は見られなかった (図 1)。

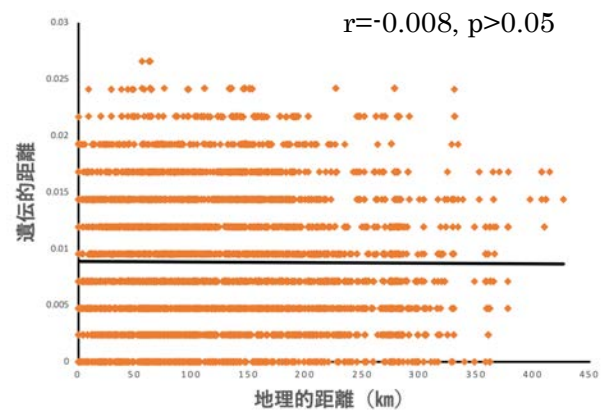


図 1. ヤマトイワナ地域個体群の地理的距離と遺伝的距離との関係

4. 考察

遺伝子解析により確認された、地点ごとに固有のハプロタイプを含む集団は、過去の氷期に降海せずに残留した個体群の子孫であり、複数の水系で見られる集団は氷期に降海して分散したのち間氷期に複数の水系に陸封されたものと推測される。

また遺伝的距離と地理的距離の間に相関がないことから、過去にヤマトイワナの分布拡大を阻害する何らかの物理的要因が存在した可能性が考えられた。本発表では、この物理的要因についても考察する。

特にゴギの分布について

*松尾 真宙, 河合幸一郎 (広島大・生物圏),

1. はじめに

イワナ *Salvelinus leucomaenis* はサケ目サケ科に属する肉食性の魚類で、国内では4亜種が確認されている。日本産イワナ属魚類は水温15℃以下の河川最上流部に生息し、同じ溪流に生息するヤマメ *Oncorhynchus masou* とは棲み分けを行なっている。日本産イワナ属魚類はかつて高緯度地域のみで生息していたものの、過去に起こった氷河期による水温の低下に伴い、海を経由して低緯度地域へと分散し、生息域を拡大したと考えられている。現在では高緯度地域に生息し降河回遊を行うアメマス *S. l. leucomaenis* を除く、ニッコウイワナ *S. l. pluvius*、ヤマトイワナ *S. l. japonicus*、ゴギ *S. l. imbrius* は全て陸封型である。本研究の対象魚であるゴギは世界のイワナ属の中でも南限近くに生息し、スポーツフィッシングにおける乱獲や開発等の影響から近年、個体数の減少が問題視されており、広島県の一部地域では天然記念物に指定されている。今後、ゴギの生息する地域間の遺伝的多様性を解明し、種の保存を行なっていくことは急務である。本研究では中国地方におけるゴギの遺伝的関係を調べることにより、ゴギの分布拡大と分化の過程を明らかにすることを目的とした。

2. 材料と方法

1997年3月～2019年8月にかけて中国地方の河川23水系117地点において釣獲による採集を行なった。得られた327個体について、細谷(2000)に従い亜種の分類を行なった。鰭、筋肉及び肝臓を遺伝子解析に用いる為のサンプルとして使用した。PCRでミトコンドリアDNAのシトクロームb領域の増幅を行い、約558bpの塩基配列を決定し、得られた塩基配列を基に系統樹及びハプロタイプネットワークを作成した(図)。

3. 結果

327個体のうち、ゴギが266個体、ニッコウイワナが61個体であった。ハプロタイプネットワークによって明らかになったH₈、H₉などの原始的なハプロタイプは中国地方西部で採取された個体に多く見受けられた。H₁₂、H₁₄を含む遺伝的分化の進んだハプロタイプは何れも河川最源流域で採集されたものであった。また、中国地方の河川毎のハプロタイプ組成を比較したところ、南北方向ではなく東西方向で似通ったハプロタイプ組成が見られることが明らかとなった。

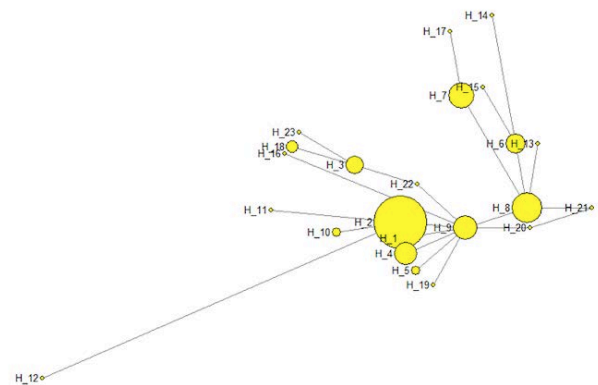


図.ゴギ及びニッコウイワナのミトコンドリアDNAシトクロームb領域の塩基配列に基づくハプロタイプネットワーク図。

4. 考察

日本海側、太平洋側ともに西部地域において原始的なハプロタイプを有する個体が多数得られた。この結果から、ゴギの祖先となる種は、氷河期の時代に陸続きであった朝鮮半島から中国地方西部に侵入し、東方に分布域を拡大していった可能性が考えられる。その後、氷河期の終りに伴う河川水温の上昇と共に各河川源流域に侵入、長年に亘って遺伝的に隔離された結果、それぞれの環境において多くのハプロタイプに分化していったと考えられる。

土岐砂礫層湿地を有するヒノキ人工林と落葉広葉樹林 における小流域流出特性

*木下大輔, 野中拓眞, 野村智輝, 武馬弘季, 上野薫 (中部大・応生)

1. はじめに

近年, 日本では集中豪雨が頻発する傾向にあり, 過去 10 年間 (2007~2016 年) で豪雨によるため池の被災は 6191 件とため池の被災原因全体の 71% を占め, 減災対策が求められている (農水省, 2018). 豪雨時におけるため池の被災は, 降雨浸透や貯水位の上昇などの多くの要因に影響される (堀, 2005). これらは, 集計情報のメッシュサイズが大きく, 小流域に適したモデルの構築がなされていないことや地表流の発生要因と地域の土性や地質, 地表面の状態との関係が地域特性としてモデルに十分に反映されていないことが背景になっている場合が多い.

本研究では, 土岐砂礫層を有する地域におけるため池被災の予測精度の向上に繋げることを目指し, 基本的地質は同じだが林相の異なる二つの調査地における小流域流出特性を明らかにする. 具体的には, 地形や植生, 浸透能や土性等の土壤物理性および現地降雨データから地表流発生条件と浸透能に影響を与える土壤要素を林相間で比較し, 流出特性を把握する.

2. 材料と方法

調査地は, 岐阜県恵那市の中部大学恵那研修センター内の常緑針葉樹林 (ヒノキ人工林, 調査地 A) と落葉広葉樹林 (コナラ林, 調査地 B) の 2 地点とした. これらは恵那地域の代表的な林相である. 調査は, 3×10m のコドラートを設置し, 1×1m の小コドラートでそれらを 30 分割し, 各コドラート内の 5 個の小コドラートにおいて, 植生調査 (林床被覆率, 地表裸地率) と土壤調査 (斜度, 土壤層位, 地表面の攪乱状況, 表層土壤硬度, 浸透能, 乾燥密度) を実施した. 浸透能は, 直径 10cm の塩化ビニール管製の自作単管式の浸透計を 10cm 埋設し, 300mL の水を 1 分間隔で 5 回連続浸透させた安定値を採用した. 調査期間は 2018 年 10 月から 12 月の計 11 日間であった. これらのうち浸透速度 60 分未満のデータを用いて, 数量化 I 類にて浸透能に影響を与える土壤要素の解析を行った.

また降雨時に現地踏査を行い, 地表流の発生状況と現地雨量計データから, 降雨の質と地表流の発生との関係を確認した (計 18 回). さらに, 台風 24 号時に地表流が確認された地点に 10 月 4 日から 12 月 3 日の期間でインターバルカメラを設置し, 長期的な地表流の発生頻度を把握した. 発生確認後, 地表流発生 1 週間前からの降雨状況を把握し, 地表流発

生と降雨の関係を解析した.

3. 結果と考察

調査地 A (ヒノキ人工林) ではイノシシによる地表攪乱の面積が広がった. 数量化 I 類の結果, 調査地において浸透能を低下させる因子は裸地率が 40% 以下, 林床被覆率が 76% 以上, A₀+A 層が 26mm 以上であった. 同地域でのイノシシ痕のないヒノキ人工林での広域的な同様の解析では, 林床被覆率が高いほど浸透能が高くなる (上野ら, 2016) といった本調査地とは逆の傾向を示していた. 一方, 調査地 B (コナラ林) の浸透能を低下させる因子は乾燥密度が 2.6g/cm³ 以上, AB 層が 60mm 以下, A 層が 19mm 以下, 表層土壤硬度が 10mm 以上と一般的に森林土壤が浸透能に与える影響と同じ傾向を示した. 本調査地内には, イノシシによる地表攪乱は確認されなかった. 以上のことから, 調査地 A での浸透能に影響を与えていた要因の一つとしてイノシシによる地表攪乱が考えられた.

地表流は調査地 B 周辺では確認できず, 調査地 A 周辺で発生していた. 発生地点の地形は窪地地形となっており, 目視によれば土壤パイプの開口部 (φ 50mm) から地表流が流出していた. 本調査地のような土岐砂礫層を有する斜面では難透水層が地表面に近く (上野ら, 2006), 谷部では湿地的環境になりやすい. 今回確認された地表流の発生メカニズムとしては土壤パイプからの流出を確認したこと, 窪地の表層から B 層のある 184mm までが壤土であったこと, 窪地の同様の土層の色相が 2.5Y であり他地点よりも還元的な状態であったことから, 地下水位の上昇によるパイプ流と考えられた. また地表流の発生は, 連続無降雨期間が長く小雨の場合には, 降雨後 48 時間以内に積算雨量 10mm 前後かつ降雨強度 2.5mm/h 以上の降雨で生じていた. 台風のような豪雨時には, 調査することができなかった.

4. おわりに

本調査地のヒノキ人工林ではイノシシの表層攪乱が激しく, 浸透能と土壤要素との関係は一般的な傾向とは逆の結果となった. 全国的にイノシシによる山林被害は拡大しており, 本結果は無視できない. そのため, 表層攪乱の状況と浸透能の関係を明らかにする必要がある. 土岐砂礫層分布地帯における地表流の発生には, 窪地などの局地的な集水地形が必要と考えられた. 降雨強度と流出ピーク, 周辺土性との関係, 台風時の現状把握についてはさらなる調査が必要である.

*石橋孝晃, 尾坂兼一 (滋賀県大・環境), 木庭啓介 (京大・生態研セ)
中村高志, 西田継 (山梨大・国際流域環境セ)

1. はじめに

水域での窒素は生物にとって不可欠であるが、過剰な窒素の供給は水質悪化につながる。琵琶湖においては人為起源の窒素負荷増大により富栄養化が起き、現在の窒素濃度は1970年以前に比べて5倍程度となっている(早川ら, 2012)。以上より今後の琵琶湖環境の予測、及び保全のために水質予測が必須であるが、そのために窒素化合物の流出入量の把握だけでなく、湖水内の窒素循環構造を解明することは重要である。湖水中の窒素動態を解明するには窒素安定同位体比を測定すると有効である。各種窒素化合物の窒素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}$)は同位体分別により内部循環の各反応段階において反応物の $\delta^{15}\text{N}$ が増加し、軽い $\delta^{15}\text{N}$ を持った生成物が生じる。湖水中における窒素循環過程は、植物プランクトン等の粒子態窒素(PN)が溶存有機態窒素(DON)へと分解され、DONが無機化細菌によりアンモニア態窒素($\text{NH}_4^+\text{-N}$)へと無機化される。その後 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ が硝化細菌により硝酸態窒素($\text{NO}_3^-\text{-N}$)へと硝化される。上記のDON、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ をまとめて溶存態窒素(DN)と呼ぶ。このDNが植物プランクトンに取り込まれPNへと変化し、内部循環が成立する。この時各種窒素化合物の総和である溶存態窒素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}_{\text{DN}}$)はPNに取り込まれることで上昇する。本研究は年間を通じて各種窒素化合物濃度、各種窒素安定同位体比を測定することで琵琶湖における窒素循環構造を検討することを目的とした。

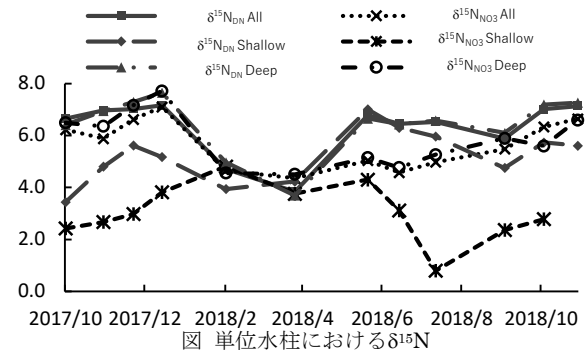
2. 材料と方法

本研究では琵琶湖北湖第一湖盆(水深約90m)の14深度において、湖水を1-2ヶ月に一回採取した。採取した試料からは各種窒素化合物濃度、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{DN}}$ 、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ を測定した。また測定した濃度、同位体比より単位水柱に含まれる各種窒素化合物量、 $\delta^{15}\text{N}$ を計算した。

3. 結果と考察

本観測地点において $\text{NO}_3^-\text{-N}$ は成層期である5-12月に湖水表層(0-20m)で低濃度、湖水深層(20-90m)

で高濃度、2月の循環期に全層で一定となった。この現象は既存研究と一致する(早川ら, 2012)。単位水柱における $\delta^{15}\text{N}$ は表層と深層で分割した単位水柱の $\delta^{15}\text{N}$ において $\delta^{15}\text{N}_{\text{DN}}$ が循環期に深層で3%の減少、表層では1%程度の減少を見せ、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ は深層で3%程度減少、表層で1%程増加した。全層での変動は $\delta^{15}\text{N}_{\text{DN}}$ 、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ 共に約3%減少した。循環期における湖水中 $\delta^{15}\text{N}$ の減少について、深層水と表層水の混合のみでは全層での $\delta^{15}\text{N}$ の低下を説明できない。また湖内に存在するDNの内部循環による形態変化によっても $\delta^{15}\text{N}_{\text{DN}}$ の減少を説明できないため、外部から流入する窒素化合物の影響が大きいと考えられる。この全層における $\delta^{15}\text{N}$ の低下について、外部からの流入として河川水の流入等が挙げられるが、湖底から底泥が巻き上がり6%程の $\delta^{15}\text{N}_{\text{PN}}$ (後藤ら, 2017)が供給され分解されることで $\delta^{15}\text{N}_{\text{DN}}$ 、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ が低下したと考察した。成層期になり $\delta^{15}\text{N}_{\text{DN}}$ は5月に表層、深層ともに3%程度増加し、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ は深層で11月にかけて3%程増加、表層で5-7月にかけて3%程度減少し、10月にかけて2%程増加した。全層の $\delta^{15}\text{N}$ 変動は深層での変動とほぼ一致した。5月に $\delta^{15}\text{N}_{\text{DN}}$ のみが上昇した原因として循環期に巻き上がった底泥由来のPNが沈降し、新たに表層で植物プランクトン由来のPNがDONへと分解されつつ沈降し、DONが無機化によって $\text{NH}_4^+\text{-N}$ となり、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{DON}}$ が上昇、同時に $\text{NH}_4^+\text{-N}$ が硝化されつつ植物プランクトンに利用 $\delta^{15}\text{N}_{\text{NH}_4}$ が上昇することで、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{NO}_3}$ に比べて急激に上昇し、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{DN}}$ が上昇したと考察した。



参考文献
早川ら(2012) 水環境学会誌 35(6) 89-100
後藤ら(2017) 陸水学雑誌 78(2) 169-178

*市川雄貴 (信州大・総合理工), 古郡千紘 (信州大・総合理工)
宮原裕一 (信州大・理)

1. はじめに

かつての諏訪湖には流域から人間活動に由来する窒素・リンを多く含む排水が直接流入しており、夏期に植物プランクトンが大量発生した。現在では下水道が整備され、流入河川からのリン供給量が大幅に減少したため、相対的に湖内のリン循環が植物プランクトンの種組成及び現存量に大きな影響を与えていると考えられる。先行研究(吉原, 2018)により、諏訪湖底質に含まれる全リン濃度は 2016 年には 1977 年と比較して約 40%減少していることが示された。しかし、湖内のリン循環に関わる短期的な底質の変化については言及されておらず、また、リンの中でも生物利用性が高い CDB 抽出画分のリンおよびその吸着担体である鉄との関連性は語られていなかった。

本研究では底質におけるリンの短期的な濃度変化や収支、またそれらに影響を与える要因(主に鉄)を明らかにすることとした。

2. 材料と方法

2018 年に諏訪湖の 4 ヲ所において、6 月、7 月、11 月(湖心のみ 8 月も)にコアサンプラーを用いて底質を採取し、表層 0~2cm を試料として測定に供した。採取した試料から、小松ら(2009 年)を参考に CDB, NaOH, HCl を用いた連続抽出によりリンを分画し、モリブデン青アスコルビン酸吸光光度法で各画分のリン濃度を測定した。また湖心において 7 月から 11 月にかけて沈殿ビンを水深 5m に設置して沈殿物を採取した。採取した沈殿物は底質と同様にリン分析に供した。また、CDB 抽出画分に含まれる鉄濃度を原子吸光光度計によって測定した。

3. 結果・考察

今回採取したコア試料と 1977 年のリン濃度と比較すると、全リン濃度は 50%減少していた。主に有機態リンの減少が大きく寄与していることから、かつては諏訪湖に有機態リンを多く含む生活排水が流れ込んでいたことが原因として考えられる。

CDB 抽出画分に含まれていたリンと鉄濃度を比

較すると、鉄濃度が高い所ではリン濃度も高い傾向が認められ($R=0.8$)、この画分のリンは酸化鉄に吸着していたものと考えられる。また、鉄の分布をみると集水域に広く水田をもつ南部で濃度が高いことや春よりも秋ごろの方が底質及び河川水の鉄濃度が高いことから、諏訪湖底質中の鉄分布には湖外から流入する鉄の影響もあると考えられる。

各地点における底質中のリン濃度の季節変化は地点によって異なっていた。その中でも湖心におけるリン濃度は、まず 6 月から 7 月にかけて低下していたが、これは底層の貧酸素化が進み底質からのリン溶出が活発であったためであると推測される。その後、底質中の全リン濃度は 8 月、11 月と上昇していたが、湖上層から供給されていると考えられる沈殿物の量及び沈殿物中のリンの量は 8 月にかなり低い値を示していた。それにも関わらず底質のリン濃度が上昇していたのは、8 月に底層の貧酸素状態がある程度解消され、底質からのリン溶出が 7 月よりも抑制されたことや、底質から溶出したリンが、湖水の酸化還元電位の変化により水深 5m 付近において酸化鉄に吸着し、高濃度の CDB-P を含む沈殿物として再沈殿したためであると考えられる。11 月におけるリン濃度の上昇は、底層の貧酸素状態が解消されリン溶出量が低下したためであると推測される。

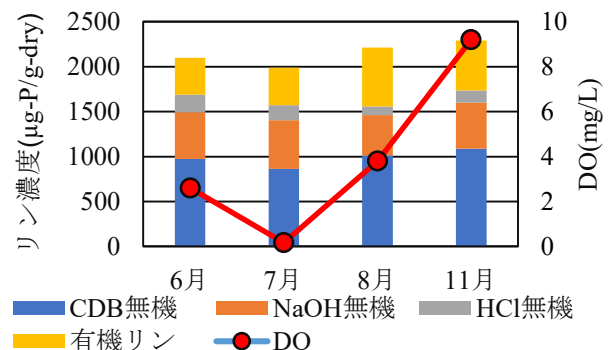


図 1. 諏訪湖湖心底質表層における形態別リン濃度の季節変化 (2018 年)

*古郡千紘（信州大・総合理工学），市川雄貴（信州大・総合理工学）

宮原裕一（信州大・理）

1. はじめに

かつての諏訪湖は、沈水植物が水深 4 m 程まで生息し、水草に富んだ湖であったが、高度経済成長期の水質悪化や埋め立てにより、水草の分布域が縮小し、アオコをはじめとする植物プランクトンが優占する湖に変化した。しかし、2000 年頃から夏にアオコが出にくくなり、近年では浮葉植物であるヒシや沈水植物であるクロモの繁茂が目立つようになってきた。

そこで本研究では、湖内の水草分布にはどのような環境要因が関与しているのか明らかにするため水草と底質の物理化学的な性状を調べることにした。

2. 材料と方法

2017 年 9 月と 2018 年 8 月に諏訪湖の 9 地点 (No. 1-No. 9) で水草と底質を採取した。また、2019 年 4 月に上記の地点で底質を採取した。水草の葉と底質は乾燥させ、リン濃度、ケイ素濃度を測定した。リン濃度は、CDB, NaOH, HCl を用いた連続抽出を行い、リンを形態別に分けて測定した。水草については炭素濃度・窒素濃度も測定した。底質については強熱試料を用いて粒径も測定した。2019 年 4 月の底質については、形態別リン濃度のみ測定をした。

3. 結果

諏訪湖からヒシ、クロモ、アサザ、ヒロハノエビモ、ササバモ、エビモの 6 種の水草を得た。ヒシとクロモは水深 0.8 m から 2.4 m (地点 No. 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) で見られた。アサザは水深 0.8 m (地点 No. 3)、ヒロハノエビモとササバモは水深 1.5 m 以下 (地点 No. 2, 6, 7) で見られた。エビモは水深 1.9 m (地点 No. 1) で見られた。底質の粒径は、地点 No. 3, 7 で大きく、250~500 μ m であった。底質のリン濃度は地点 No. 1, 5, 8, 9 で高く (約 1.7 mg-P/g)、地点 No. 3, 7 ではその 1/3 程度だった。水草のリン濃度は大きい順にクロ

モ>エビモ>ヒシ>アサザ>ササバモ>ヒロハノエビモであり、クロモのリン濃度は他の水草のおよそ 3 倍であった。また、ヒシやクロモでは、その有機態リン濃度と底質の CDB 無機態リン濃度に正の相関がみられた。

水草の栄養塩比を見ると、クロモ、エビモはリン/炭素 (P/C) 比が大きく、ササバモ、ヒロハノエビモ、アサザ、ヒシは P/C 比が小さいことが示された。また、沈水植物はケイ素/炭素 (Si/C) 比が大きく、浮葉植物では Si/C 比が小さいことが示された。

4. 考察

アサザ、ササバモ、ヒロハノエビモは、リンが少なくても光環境の優れている水深の浅い砂地 (地点 No. 2, 3, 6, 7) を好むと考えられた。一方、ヒシ、クロモは、他の水草よりもリンを必要とし、リンの多い底質を好むと考えられた。エビモは 2018 年に地点 No. 1 で生息が確認されたのみであり、本研究でその分布を一般化することは難しいと考えた。

水草の組成について、クロモとエビモは植物体を形成するうえで多くのリンを必要とすることが考えられた。一方でササバモ、ヒロハノエビモ、アサザ、ヒシは葉の形成に多くの炭素を必要としていることが考えられた。沈水植物は、植物体を形成するうえでケイ素を多く必要としていると考えられた。



図1 調査地点

琵琶湖水中懸濁態リンの迅速分析法と動態解析

*尾ノ井和樹, 角谷祐基, 佐々木貴都(京工織大院・工芸), 布施泰朗(京工織大院・工芸, 京工織大・環境科学セ), 早川和秀, 山口保彦(滋賀県琵琶湖研)

1. はじめに

琵琶湖は戦後の高度成長期に富栄養化が進行したが、リン規制などの対策により、有機汚濁などの水質は一定の改善がみられる。しかし、一旦低下した漁獲量は回復しておらず、豊かな湖沼環境のためには生態系の物質循環の円滑化が必要であり、一次生産者である植物プランクトンの増殖を制御しなければならない。琵琶湖における植物プランクトンの成長制限因子はリンであることが知られており、生食連鎖においても高次の捕食者にとってリンは重要な栄養素である。したがって、懸濁物を含む水中のリンを適正に評価することは生態系物質循環の評価にとって重要な課題である。全 P 濃度の分析は酸処理などの前処理を経てモリブデンブルー法や HPLC 法での定量法が一般的である。本研究では、蛍光 X 線分析法を用い、懸濁態 P を簡便かつ迅速に定量する方法の検討を試みた。また本法では、Mn や Fe などの他元素を同時に測定することが可能である。

2. 材料と方法

採水地点を Fig. 1 に示す。2019 年 7 月 25 日に琵琶湖北湖今津沖中央 (St. 17B), E1, E2, E3 にて自律型採水システム (多筒採水器付 CTD, JEF アドバンテック製) を用いて、水深別に 17B : 0.5, 15, 40, 60, 85 m, E1 : 0.5, 15, 40, 60 m, E2 : 0.5, 15, 40 m, E3 : 0.5, 15

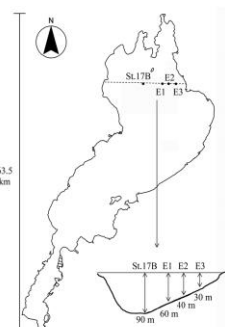


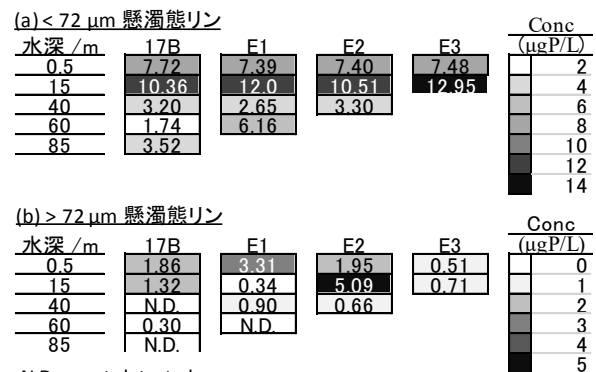
Fig.1 採水地点

m でそれぞれ採水した。懸濁態粒子サイズで分類するために、200 メッシュ網 (PET 製, 孔径 72 μm) を通過させた湖水 5 L と通過させない湖水 5 L を採水した。湖水をガラス繊維フィルター (ADVANTEC 製, 直径 47 mm, 孔径 0.5 μm) で吸引ろ過し、ろ紙上に懸濁態粒子を捕集した。自然乾燥後、1/4 を切り取り、波長分散型蛍光 X 線分析装置 (WDXRF) により P, S, Mn 及び Fe のピーク強度を測定した。P

は定量し、P 以外の元素は、ピーク強度を相対評価した。P 濃度は、検量線法により定量した。ヒドロキシアパタイト (富士フィルム和光純薬製) にワークゲル C-500HG (富士フィルム和光純薬製) を加え、メノウ乳鉢で均一化して 1 w/w% 及び 10 w/w% 標準試料を調製した。標準試料を 100 mL MiQ 水中に分散させ、吸引ろ過によりガラス繊維フィルター上に捕集して試料の X 線強度を WDXRF により測定することで検量線を作成した。

3. 結果と考察

20 L の湖水試料 (2019 年 6 月 20 日 St. 17B 水深 0.5 m 採取) を用いてろ過操作を含めた再現性試験を行ったところ、CV 値は 4.3% ($n=4$) であった。2019 年 7 月採水試料の地点毎の水深別及び粒子サイズの懸濁態 P 濃度分布を Fig. 2 ((a) < 72 μm , (b) > 72 μm) に示す。< 72 μm 懸濁態 P はどの地点でも水深 15 m で最大となり、17B や E1 の深水層域の湖底付近でも高くなる傾向があった。これは湖底付近の濁度層の影響であると推測された。一方、> 72 μm 懸濁態 P は表層及び水深 15 m で高濃度となった。また、E1 の 0.5 m で 3.31 $\mu\text{gP/L}$, E2 の 15 m で 5.09 $\mu\text{gP/L}$ と高濃度となるなど地点ごとに存在量は大きく異なった。> 72 μm では大きいサイズのプランクトン種が捕集されるためプランクトン細胞の直接的な影響であると推測された。> 72 μm の懸濁態 P 濃度は 40 m 以上の水深ではごく微小であり、濁度層の成分と分離して評価できることが示唆された。



N.D. = not detected.

Fig.2 地点・水深・粒径別懸濁態リン濃度の分布

湖底環境シミュレーション実験による琵琶湖北湖底質 及び湖水中化学成分の動態解析

*角谷祐基・尾ノ井和樹・佐々木貴都・布施泰朗（京工織大院・工芸）
岡本高弘・早川和秀（滋賀県琵琶湖研）

1. はじめに

近年、閉鎖性水域における難分解性溶存有機物（RDOM）の存在が指摘されている。琵琶湖においても1985年以降、CODが増加しており、RDOMの影響が指摘されている。琵琶湖と同じくRDOMの増加現象が発生している霞ヶ浦では、底泥からの溶出が難分解性有機物の主な起源の1つと報告されている。本研究室では、2008年から琵琶湖北湖の水質分析を行っており、湖水の上下混合が起らない成層期における琵琶湖北湖水のフルボ酸様蛍光強度が底層水で高くなることを明らかにしている。これはフミン物質のうち、水溶性の高いフルボ酸が底質から溶出していることを示唆しており、底質-湖水間における有機物の動態について解明する必要がある。本研究では、底質コア試料を採取し、溶存酸素（DO）濃度を制御しながら、直上水の採取・分析を行うことで、琵琶湖北湖における化学成分の動態及びDO濃度による影響について検討した。

2. 材料と方法

琵琶湖水及び底質コアは琵琶湖北湖今津沖中央（St. 17B、水深約90m）において、湖水は自律型採水システム（多筒採水器付CTD, JEFアドバンテック製）、底質コアは、不攪乱採泥器（離合社製）及び自作の浮泥捕集システムを用いて採取した。湖底環境シミュレーション実験は、採取した底質コアの直上水を取り除き、同地点の水深85mで採取した湖水をメンブレンフィルター（孔径0.45µm, Millipore製）で加圧濾過し、堆積層表面を乱さないように加え、インキュベーター内（7℃）に試料を設置し、DO濃度をそれぞれ約2.6, 1.0, 0 mgO/L、pHを7に制御し暗所で実験を行った。実験期間は約50日間で、週に2回、直上水を採取し、DISMIC-13CPメンブレンフィルター（孔径0.20µm, Millipore製）で濾過し、三次元蛍光分光光度法（3-DEEM）によりフルボ酸様蛍光強度及びタンパク質様蛍光強度を、全有

機炭素計によりDOC濃度を、蛍光検出-ゲルクロマトグラフ法で分子量分布の測定を行った。

3. 結果と考察

フルボ酸様蛍光強度及びタンパク質様蛍光強度の経日変化をFig. 1, 2にそれぞれ示す。フルボ酸様蛍光強度はいずれのDO濃度においても増加傾向を示し、増加速度はDO濃度が高いほど大きかった。この傾向はこれまでの本研究室の実験結果と一致しており、湖底DO濃度が低下した状態においても底質表面における好気性分解が有意な差で溶出速度に影響することが示唆される結果となった。一方、タンパク質様蛍光強度は、DO濃度に関係なく実験開始時から増減を繰り返し、フルボ酸様蛍光強度とは異なる挙動を示した。

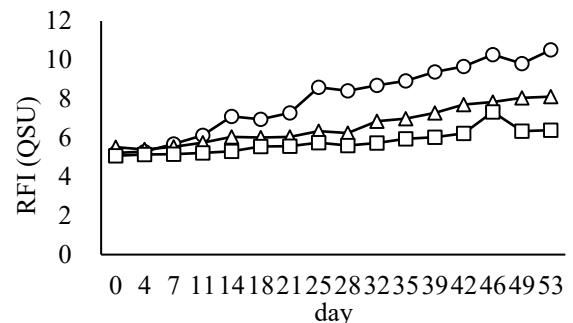


Fig. 1 フルボ酸様蛍光強度の経日変化

○: 2.6 mgO/L, △: 1.0 mgO/L, □: 0 mgO/L

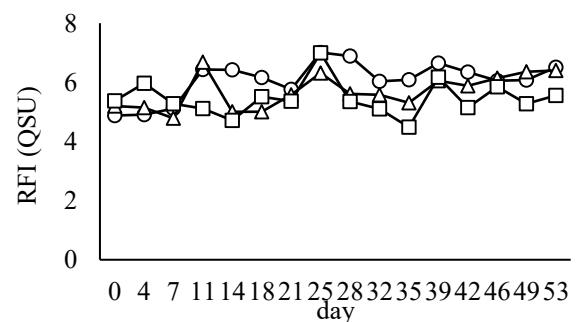


Fig. 2 タンパク質様蛍光強度の経日変化

○: 2.6 mgO/L, △: 1.0 mgO/L, □: 0 mgO/L

Spatial patterns of rotifer community: Is there any tendency predicting the relationships with environmental factors?

*Hye-Ji Oh, Kwang-Hyeon Chang (Kyung Hee Univ.),
 Hyun-Woo Kim (Sunchon Univ.), Masaki Sakamoto (Toyama Pref. Univ.)
 Hideyuki Doi (Univ. of Hyogo), Shin-ichi Nakano (Kyoto Univ.),
 Takamaru Nagata (Lake Biwa Environmental Research Institute), Yuichi Miyabara (Shinshu Univ.)

1. Introduction

Rotifers which is cosmopolitan and ubiquitous zooplankton group have been used as index for assessing aquatic environment, particularly eutrophication process. Although we can identify trophic states of water bodies using specific rotifer species (e.g. *Keratella cochlearis* is typically abundant species in eutrophicated systems), driving forces affecting rotifers temporal and spatial distribution, and consequent species composition have not been fully understood. Some species such as *Keratella* sp. and *Polyarthra* sp. are often dominant event under different environments regardless of water body types and water quality. However, some other species show irregular tendencies of appearance.

In the present study, we compared various types of water bodies in Korea and Japan, close but separated by the sea, to analyze the appearance patterns of dominant rotifer species and tendencies of species composition.

2. Materials and Methods

We collected rotifers, and analyzed their species composition from various water bodies (about 80 sites) in Korea and Japan. Study sites include different types (pond, reservoir, lake, large river), depths (shallow, middle, deep) and sampling seasons (spring, summer, fall).

We estimated the tendency of rotifers composition and abundance under various conditions through the similarity comparison and multidimensional scaling analyses. The dominant species and consequent composition were compared according to the categorized characteristics of sites (location, habitat type, depth, season, and other environmental parameters).

3. Results and Discussion

When we considered available categories of site

characteristics, rotifer species compositions were grouped according to the locations and seasons more apparently than water body types and depths (Fig. 1).

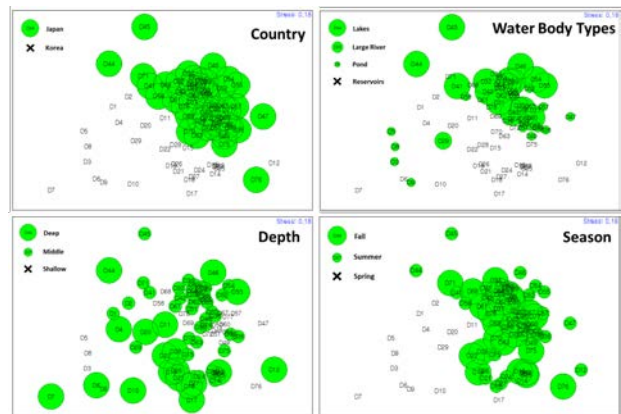


Fig 1. Similarity of rotifer species composition and abundance among various sites by each condition

Among rotifers species, *Keratella* and *Polyarthra* were dominant in most sites, but their abundance distributions did not show apparent patterns (Fig. 2).

We are going to analyze the patterns of rotifer communities focusing on the composition, dominance pattern, abundance, and presence of perennial and sporadic species, and suggest their relationships with physico-chemical as well as biological factors.

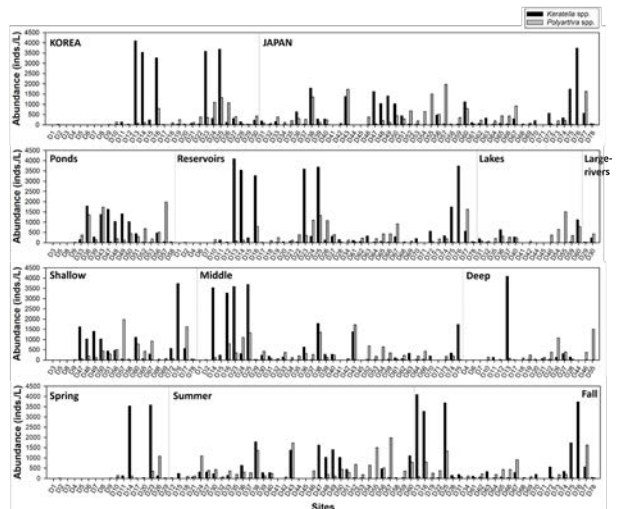


Fig 2. Similarity of rotifer species composition and abundance among various sites by each condition

*Yeon-Ji Chae, Hye-Ji Oh, Kwang-Hyeon Chang (Kyung Hee Univ.),
Yong-Jae Kim (Daejin Univ.), Hyunbin Jo (Chonnam National Univ.)

1. Introduction

The Saemangeum Lake is a large brackish reservoir created by the construction of the embankment, and the effects of seawater from the hydrological gate and fresh water from the Mangyeong and Dongjin rivers exist simultaneously (Fig. 1). The environmental changes in the lake were quantitatively assessed using water quality monitoring and biological indices based on plankton, benthic macroinvertebrates and fish. However, such bioindex is often limited in the understanding of the structure and biological interactions of aquatic food webs.

In the present study, we focused on the zooplankton community, which plays a key role in transporting materials and energy by connecting phytoplankton, the primary producers in the food network, with higher trophic level predators such as fish. In particular, the copepods, which are consumed as the main food source by fish, and have high predominance in the zooplankton community, were analyzed focusing their feeding behavior. We confirmed the response of copepods due to environmental changes in relation to the distribution characteristics in Saemangeum Lake by the measurements of their trophic position in food web and prey spectrum.

2. Materials and Methods

In order to investigate the relationship between feeding behavior and distribution characteristics of dominant copepod species (*Acartia* and *Sinocalanus*), site near freshwater input (St. 1), brackish water site (St. 2) and site near seawater input (St. 3) through sluice gate were selected as survey sites in Saemangeum Lake.

Two species of predominant copepods were collected for the analysis in the spring 2019 survey, and we analyzed the correlations between their dominance patterns and environments at different sites based on the characteristics of their food selectivity. We analyzed their food sources and trophic positions to consider not only water quality but also the impact of food environment in the process of determining their dominance patterns based on their carbon and nitrogen stable isotope ratios. To investigate their prey spectrum, the stomach contents of each individual were directly observed through a microscope to identify the food contents, and DNA analysis of the contents was performed to compensate for the limitations of visual observation. The biological interrelationships of the dominant copepod species were identified considering the characteristics of brackish area where both marine and freshwater sources are co-existing.

3. Results and Discussion

Microscopic analysis of copepod gut contents revealed the traces of rotifers trophi, and suggested rotifers are one main food source for copepods. At the same time, DNA analysis of their stomach contents showed that the presence of dinoflagellates in the contents differed according to species and individuals, and consequent trophic positions of the predominant copepods in the food web were different. The relationships among gut contents, trophic positions, and consequent their dominance patterns are discussed in the present poster presentation.

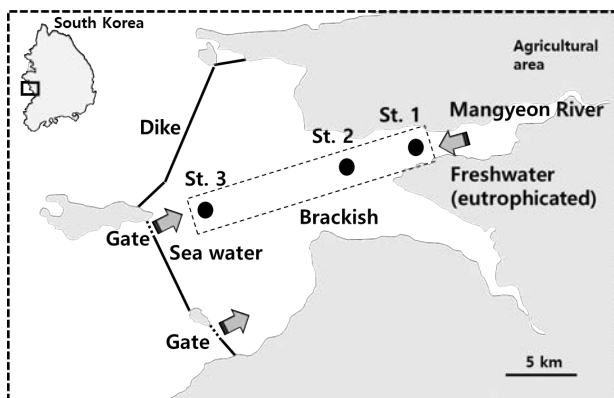


Fig. 1 Saemangeum area and study sites

Application of bamboo biomass resources in agrochemical-free rice farming: effects on rice production

*Masfiro Lailati, Shang Yichen, Thien Quang Huynh, Koji Ito (Kanazawa Univ.), Naoya Katsumi (Ishikawa Pref. Univ.), Yumiko Mizuuchi, Masaya Ino (Ishikawa Agriculture and Forestry Research Center), Nisikawa Usio (Kanazawa Univ.)

1. Introduction

In the past few decades, bamboo forests have expanded their distributions in Japan. Expansion of bamboo forests is among major threats to loss of biodiversity and ecosystem function in Satoyama landscapes (Suzuki *et al*, 2011). Developing effective use of bamboo biomass resources is warranted.

Agrochemical-free rice farming has attracted much attention as a means for providing safe food and restoring paddy field biodiversity. Increased attention has been given to bamboo chip mulching in agrochemical-free dryland farming (Kondo and Hirozumi, 2018). However, effectiveness of bamboo chip mulching has not been tested in rice farming.

The general aim of the study was to assess effectiveness of bamboo chip mulching on rice production in agrochemical-free rice farming.

2. Materials and Methods

In April – September 2017 and April – September 2018, we performed field experiments using 16 experimental paddy fields (30 m²) in Kanazawa University Botanical Garden. We established five treatments with three or four replicates each in a completely randomized design: 1) control, 2) manual weeding, 3) low-volume bamboo chip mulching (0.5t/10a), 4) medium-volume bamboo chip mulching (1.0t/10a) and 5) high-volume bamboo chip mulching (2.0t/10a). Koshihikari strain was transplanted in early June in both years. Fermented bamboo chips were applied manually to the bamboo chip treatments soon after rice plantation. Aquatic plants were manually removed once in August in the manual weeding treatment. No agrochemical or fertilizer (other than bamboo chips) was used in experimental paddy fields. Experimental paddy fields were continuously inundated from early June to early September.

During the cultivation periods, we recorded plant height,

number of tillers and SPAD values of rice as a measure of rice plant growth. We also measured oxidation reduction potential (ORP) in soil and total aquatic plant biomass in paddy fields. Before and after the second year experiment in 2018, we measured soil chemical properties (inorganic nitrogen, phosphoric acid, and exchangeable potassium). After rice harvest in late September, we determined rice yield and rice grain quality (1,000 grain weight (g), normal grains (%), immature grains (%), damaged grains (%) and protein contents (%)).

3. Results and Discussion

In the first experiment (2017), number of tillers and SPAD values of rice plants were greater in the high-volume bamboo chip treatment relative to controls (GLM, $P < 0.05$). Furthermore, rice yields were 1.7-1.8 times greater in the medium- and high-volume bamboo chip application treatments (ca. 657-686 kg/ 10a) relative to controls (ca. 400 kg / 10a) (GLM, $P = 0.019$). Application of bamboo chips showed no evidence of deterioration of rice grain quality.

In the second experiment (2018), number of tillers of rice plants did not show marked difference among treatments (GLM, $P = 0.718$). Relative to 2017, rice yield has dramatically decreased in all treatments (ca. 139-229 kg / 10a) and no statistical difference was evident among treatments. When soil nutrients were analyzed, the concentrations of inorganic nitrogen and phosphoric acid showed significant differences among treatment (GLM, $P < 0.05$). Regression analyses showed that there was a significant positive relationship between phosphorus and rice yield ($R^2 = 0.536$, $P = 0.002$) but not between nitrogen and rice yield ($R^2 = 0.000$, $P = 0.965$).

These results indicate that application of bamboo chips has become ineffective in enhancing rice yield in the second experiment probably because of phosphorus limitation in soil.

* Patrick Senam Kofi Fatsi (Hiroshima Univ.),

Hashem Shaharior (Hiroshima Univ, Bangladesh Agric. Univ.), Atsuya Kodama,

Appiah Ebenezer Koranteng, Hidetoshi Saito, Koichiro Kawai (Hiroshima Univ.)

1. Introduction

The successful introduction of tilapia to Asian and South American countries was because of its adaptiveness to new environments under different environmental conditions to foster outstanding ecological and physiological variations making them successful invaders of ecosystems throughout the tropical and subtropical regions. However, the cohabitation of other tilapia species with the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) causes the reduction in population sizes, genetic diversity, and perturbation of the other species. This study aimed to establish the level of genetic integrity, population diversity, and population biogeography of tilapia species found in the wild in Japan.

2. Materials and methods

Genomic DNA was extracted from fin clips and mtDNA-CR amplified by PCR. Successful amplicons were purified and sequenced. The sequences were analyzed in BioEdit, aligned in Clustal Omega, trimmed to equal lengths in FaBox and genetic diversity analyzed in DnaSP v6. Genetic relationships among haplotypes was inferred by molecular-variance parsimony at 95% probability. Criteria from coalescent theory were applied to resolve ambiguous loops. Partitioning of genetic diversity within and among populations and O.T.U.s were set to estimate conventional F -statistics by AMOVA at 10000 permutations using Arlequin v3.5. Statistical analysis to differentiate neutrally evolving sequences under mutation-drift equilibrium from sequences evolving under non-neutral processes was used for the Tajima's D and Fu's F_s tests implemented in Arlequin v3.5 using 1000 simulations under a model of selective neutrality.

3. Results

The mtDNA control region sequences generated fifty-two distinct haplotypes indicating significant differences of genetic variability in the entire data set for which 78.87% and 21.13% respectively represent the shared and singleton or private haplotypes. The analysis of molecular variance showed high variation within populations except for taxonomic units indicating a significant genetic structure among the 11 populations analyzed.

AMOVA showed highest percentage of variation within populations (82.51%) and biogeographical regions

(79.92%) except for all taxonomic units (26.18%), whereas lower percentage of variation was found among populations (17.49%) and biogeographical regions (6.72%) and again except for all taxonomic units (58.58%) as indicated by the differences among populations at $P < 0.00001$. The global F_{ST} was significantly different from zero ($F_{ST} = 0.175$; $P < 0.00001$) indicating a significant genetic structure among the 11 populations analyzed. Similarly, significant genetic differentiation was detected in the AMOVA based on the four biogeographic regions ($F_{ST} = 0.201$, $P < 0.00001$) and the 6 taxonomic units ($F_{ST} = 0.586$, $P < 0.00001$) represented. The AMOVA also indicated that most genetic variation was found within populations (79.92%) and among populations (58.58%) and approximately 7% and 15% of the variation was explained by differences among biogeographic regions and taxonomic units ($F_{CT} = 0.134$; 0.368 , $P = 0.0000$) respectively. The analysis of differentiation suggested that the criterion used to define regional and taxonomic unit groups is suitable as a first approximation. The partitions of variation revealed similar patterns of consistency, however, no strong evidence of divergence (variance among population) was found among populations based on biogeographical regions (6.72%, $P < 0.00001$) but observed among populations relative to taxonomic units (15.25%, $P < 0.00001$) ascertaining higher genetic variation within and among populations for biogeographical regions and taxonomic units respectively.

4. Discussion

Our results indicated that the introduction of *O. niloticus* contributed significantly to genetic differentiation among populations in only a few generations showing signals of mtDNA introgression across the species boundary of *O. niloticus* subjecting the genetic integrity of previously introduced species to jeopardy. The presence of private alleles, restricted gene flow among populations, and low levels of genetic exchange between species indicated that the taxonomic signatures captured in our data is represented by a network of relatively same genetic units that are geographically restricted. The clustering of biogeographic regional populations demarcated by distance and the Pacific Ocean allowed us to define the population genetic structure as a mapping of taxonomic and genetic diversity rather than distance.

Seasonal changes in cell size of the diatom *Fragilaria crotonensis* in Lake Biwa.

*Deb Soumya, Yoshikuni Hodoki, Yukiko Goda, Tetsuji Akatsuka, Shin-ichi Nakano (Kyoto University)

1. Introduction

Diatoms are ubiquitously found in aquatic ecosystems. In the growing season of diatoms, the changes in the cell diameter or length is a well-known phenomenon, the cell size decreases gradually during clonal reproduction, and the size recovers by the sexual reproduction. Consequently diatoms, exhibits a wide range of cell sizes, mainly the length in pennates and width in centrales.

Fragilaria crotonensis is one of dominant diatom species in Lake Biwa. They form large colonies measuring $>20\mu\text{m}$. They are found abundantly during the water stratification period of spring to autumn. They contribute up to 50% to the total primary production along with other large green algae.

The aim of the present study is to evaluate the seasonal pattern of sexual reproduction in *F.crotonensis*. We analysed the relation between the seasonal cell size changes of the diatom *F.crotonensis* and population density with respect to various environmental parameters for five years (February 2012 to January 2017). Also, the chytrid infection rate on the population was examined and explained.

2. Materials and methods

Our study station Ie-1 ($35^{\circ}12'58''$ N and $135^{\circ} 59' 55''$ E) a long-term limnological survey station of Center for Ecological Research, Kyoto University, Japan is located in the north basin of the monomictic and mesotrophic Lake Biwa, the largest freshwater lake in Japan (surface area 674 km^2 , maximum depth 104 m).

The samples were collected every month from February 2012 to January 2017. The limnological conditions were

determined with a conductivity-temperature depth profiler (SBE-911 plus; Sea Bird Electronics, Sea-logger, WA, USA) equipped with an oxygen sensor (13 E, SBE). The phytoplankton samples were collected using a 15cm calibre diameter plankton net and towed vertically from 70-0 m. The nutrients data was taken from the white paper of the Shiga prefecture. The population density, variation in size and the infection rate was analysed under a microscope (Olympus BX50) with the magnification of X200.

3. Results

In the present study, seasonal restoration of cell size in *F. crotonensis* took place twice every year. A prominent spring bloom during all the five years was found. The cell size reduction and restoration were found during the spring and the other during autumn (prominent during last four years). The average cell size (length of the apical axis) of *F. crotonensis* ranged between 39.4 and 27.7 μm . The cell density varied from 8.5×10^2 to 1.9×10^6 cells/L. The range of temperature at which *F. crotonensis* restored its cell size varied between 10-20°C. The nitrate concentration was relatively high during the spring which was in accordance with the increasing density of the population. There was no other prominent relationship found between other environmental factors. The chytrid infection was relatively high when the density of the population was high. It is likely that the probability of the encounter between the chytrid and phytoplankton increased with the increase in population density of the diatom.

The effect of a large-scale river modification on longitudinal and seasonal patterns of limnological variables in the Nakdong River

*Eunsong Jung (Pusan Nat'l Univ.), Hyo Gyeom Kim (Pusan Nat'l Univ.)
DongKyun Kim (Chonnam Nat'l Univ.), Gea-Jae Joo (Pusan Nat'l Univ.)

1. Introduction

The 4 major rivers restoration project in Korea from 2009 to 2011 totaled 21 billion USD and half of the project was carried out in the Nakdong River. In the river, 8 in-stream weirs had been constructed and 0.4 billion tons of sediment had been removed. The depth, width, and retention time of the river increased from 1-10 m to 10-13m, 100-200 m to 300-350m, and by five times, respectively. Changes in the depth and flow rate greatly affected the hydrodynamics of river such as river mixing therefore made phytoplankton blooms more severe. However, the reduction of nutrition loads in the river by the project might have mitigating effects. The objectives of this study is to assess the effect of the project on the water qualities and hydrological parameters and the intensity of algal blooms.

2. Materials and Methods

Our study site, Nakdong river basin is the driest region but very wet in summer since over 60% of annual rainfall concentrates in summer. The climate and phytoplankton communities of the river basin have great seasonal variability. We utilized data from 2003 to 2017 including 6 years before and after the project period, respectively, to assess the effect of the river construction. Eight water quality variables were measured at five sites and we classified them into two categories: (i) middle-reach site (River kilometer, RK: 150 and 182) and (ii) low-reach site (RK: 27, 82, and 107) biweekly. The hydrological data were collected from the nearest upstream places supported by the Korean national water measuring centers. Since the unavailability of daily data for flow velocity, cross sectional area and depth average, they were calculated by using regression equations and daily data for water level and flow rate. Mann-Whitney tests were conducted on summer (June, July and August) and

winter (December, January, and February) to compare water quality and hydrological parameters of the pre-project period (2003-2009) with those of post-project period (2011-2017).

3. Results

Before the construction, the river was deep and wide only at the lowest site (RK 45). However, after the construction, the middle-reach sites from RK 84 to 186 also became deeper and wider. Substantial decreases in flow rate and velocity were in summer because of flow regulation by the weirs. In winter upstream sites got deeper and wider, and flow rate and velocity showed a significant decrease in low-reach sites. In the post-period, the median values of total phosphorus, orthophosphate, and silicate concentrations ($77\mu\text{gL}^{-1}$, $29\mu\text{gL}^{-1}$ and 2.8mgL^{-1}) were significantly lower than those in the pre period ($166\mu\text{gL}^{-1}$, $87\mu\text{gL}^{-1}$ and $6.42.8\text{mgL}^{-1}$; $p < 0.05$). In winter, chlorophyll *a* (chl-*a*) concentration decreased significantly in the low-reach sites ($64-18\mu\text{gL}^{-1}$ at RK 27), whereas no difference was found in the middle-reach sites. In summer after the project, chl-*a* concentration showed a significant increase only at the lowest site of study, and its mean values increased at the four study sites. In addition, a significant increase in dissolved oxygen saturation (85-117%) and pH (7.7-8.3) in all the sites suggests that there were increases in algal biomass.

4. Discussion

Previous studies on the Nakdong River reported the dominance of diatoms in winter and cyanobacteria in summer. Our findings indicated that the changes in the biomass of diatom and cyanobacteria were attributed to the river alteration. Various measures to restore the hydrology and ecology of the current Nakdong River need to be considered.

Use of artificial substrate for the estimation of underwater colony and floating statoblasts of *Pectinatella magnifica*

* Youngmin Kim (Pusan National Univ.) EuiJeong Ko(Pusan National Univ.) Sungwon Hong (Pusan National Univ.) Yuno Do(Gongju National Univ.) JiYoon Kim(Toho Univ.)
Gea-Jae Joo(Pusan National Univ.)

1. Introduction

In Asian countries, improved method for monitoring *Pectinatella magnifica* Leidy 1851 is especially needed. East Asian countries (ordered Japan, South Korea and China) reported presence of *P. magnifica* and are now invasive species that expected to expand their habitat. Up-to-date information is required to respond promptly to the spread of invasive species. One of the best for survey for freshwater bryozoans is directly to find these creatures. Currently, the most important technique for distribution patterns is still handwork. Although bryozoans are sessile invertebrates, they have powerful vitalities and motilities. Statoblast that dormant egg produced by asexual reproduction is the main cause (Wood 2005b; Wood 2009). It is light and easy to move with the external environment, to spread along the water flow with buoyancy, and to have different characteristics for each species. Using these characteristics described above, identifying statoblasts can be a good indirect indicator of the possibility that there are species nearby.

This study was started with hypothesis that collecting statoblasts can confirm the distribution of *P. magnifica* in a different way from 'direct observation'. Also, depending on how we identify the statoblasts, the results will be different.

2. Materials and Methods

To identify the statoblasts and colonies of *P. magnifica*, 92 survey sites were investigated in four mainstreams (n=52) and in four tributaries (n=40) in South Korea. The surveys were repeated three times in mainstreams (June 2015, October 2015, and June 2016) and only one time in tributaries (June 2016). We conducted additional investigations to confirm the relationship between the statoblasts collecting methods. Monthly surveys were conducted during the period when *P. magnifica* was in the growing stage (April 2018-October 2018, April-July 2019). We designed three methods. First, visual inspection of colonies (VIC) is traditionally used method.

We found colonies at each sampling site of littoral zones were examined up to 1 m depth, along a 100m long riverside transect (ind./100m). Second, statoblasts in filtered water (SFW) is collecting float-statoblasts method in the 50 L water (ind./L). Third, statoblasts attached artificial substrate (SAS) is to confirm that the floating statoblast is attached to the substrate using hooks. We first analyzed whether the colony discovery sites and the statoblasts discovery sites match using Cohen's Kappa test. Pearson correlation test was used to test the correlation between the number of statoblasts and the number of colonies.

3. Results

There was a statistical significance of the kappa coefficient between the colony and the discovery site, and the VIC-SFW was more consistent than the VIC-SAS, which was stronger in the tributary than in the mainstream. The Pearson correlation test was statistically significant except for the mainstream of VIC-SFW result. Total 357 pairs of additional monthly surveys from 2018 to 2019 showed a statistical significance of the kappa coefficient between the SFW and SAS methods. The Pearson correlation coefficient confirming the quantitative relationship between the number of statoblasts in the two surveys were 0.278 (total), 0.474 (main), and 0.276 (upstream) indicating a positive correlation.

4. Discussion

Based on the results, newly introduced SAS and SFW methods are effective in confirming the introduction and dispersal of simple invasive species, since the number of statoblasts spots was higher in both mainstream and tributary than in the case of colonies.

Because statoblasts are also less affected by the external environment, being able to collect them during non-growing season can be a great advantage that there is not limitation to the time of investigation

Impact of large river modification on fish community in a main channel site and an associated wetlands (Nakdong River).

* Donghyun Hong, Jeong Soo Gim, Woobeen Kim (Pusan National Univ.)
Hyunbin Jo (Chonnam National Univ.), Gea-Jae Joo (Pusan National Univ.)

1. Introduction

In recent decades, an increasing number of dams and weirs have been established in rivers worldwide. South Korea has regulated large rivers since late 2009, 16 large-scale weirs were built in the main channels, eight of which are along the main channel of Nakdong River (300 km, 520 km in total), making the rivers wider and deeper. These weirs have led to physico-chemical changes as well as a shift from lotic to more lentic conditions which could affect fish community structure. To evaluate changes before and after the construction of large weirs, we have conducted research on fish community structure in lentic and lotic sites to discover what differences could exist between two areas.

2. Materials and Methods

We have conducted research in the Jukpo region (main stream of Nakdong River, lotic) and Upo Wetlands (lentic) using long-term ecological monitoring results from 2007 to 2016. (9; total 27 times). We had taken additional effort to obtain data from 2009 to 2012, as the construction of weirs have been proceeded in this period. Data of 2015 is not included due to financial problem.

We have also used cast-nets (7x7mm), scoop-nets (5x5mm), gill-nets(10x10mm) and fixed shore nets (5x5mm) for sampling.

3. Results

As a result, the number of fish species at both sites does not show significant differences after the construction, but relative abundance of exotic species (Bluegill, Large mouth bass) in Jukpo has increased more. Especially, relative abundance of Bluegill has risen from 3.5% (2006) to 57.1% (2016) after the construction. Also, Dominance and evenness does not dramatically change in study periods in both sites. Diversity and evenness in Jukpo has decreased more compared to Upo wetland.

4. Discussion

According to the results of this study, lentic and lotic systems show different relative abundances. The abundance of exotic species in lentic systems was greater than that of the lotic systems. This suggests that bluegills have adapted better to lentic environments after the construction of large weirs on the Nakdongriver main channel.

2 日 目

(2019 年 9 月 28 日)

高校生ポスター発表

2日目 9/28 (土) 12:00~18:00 高校生ポスター発表, コアタイム (13:00~14:00) /

High school student poster presentations, Core time (13:00-14:00) P高-O*: 審査対象

発表番号	ポスター&企業展示会場 (自然科学研究科講義棟大講義室 A)
P高-01*	土岐川及びその支流での小さな自然再生 後藤優斗・大池浩太・星崎航汰 (岐阜県立多治見高等学校)
P高-02*	土岐川及びその支流に生息する在来魚と外来魚について 石川貴一郎・徳田朝飛 (岐阜県立多治見高等学校 科学部生物班)
P高-03*	鶴見川の珪藻の多様性 成田紗由美 (横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)
P高-04*	河跡湖における水生植物の生育状況とその保全に関する研究 原田茜音・薄田実咲 (秋田県立秋田中央高等学校)
P高-05*	ヒダサンショウウオの産卵行動の解明 part2 三宅遥香 (私立鷺谷高等学校)
P高-06*	甲殻類に付着する珪藻の種組成 中野和真 (私立海城高等学校)
P高-07*	鳴き砂から出る音について 北村海晴・蔵寛介・嶋多裕英・牧本泰生 (石川県立小松高等学校)
P高-08*	小松市におけるジャゴケの生育環境について 新谷尊・東方沙耶・松岡千寛・三井結生奈 (石川県立小松高等学校)

*大池浩太、*後藤優斗、*星崎航汰、杉本真弥、
佐賀達矢（岐阜県立多治見高校）、森照貴、坂本貴啓（土木研・自共セ）

私たちの学校の一番身近な川である土岐川は、岐阜県内の川で最も魚の多様性が豊富と言われている。一方で、ゲリラ豪雨や台風による大雨などの自然災害を防ぐために、河川の改修工事が行われ、土岐川もその支流もコンクリートで固められた部分が少なくない。私たちは、コンクリートで固められた川に生息する魚の多様性に興味をもち、土岐川を管理している国土交通省や、土岐川の支流を管理している岐阜県の関係部署と連絡を取りながら、多治見市立土岐川観察館の職員と共に、土岐川とその支流の生物調査を行なった。その結果、カワヨシノボリ・アカザ・ドンコなどの底生魚は生息しているものの、減少傾向であることが分かった。この結果を受けて、私たちは、底生生物が土岐川とその支流に生息し続けられるようにすることを目標とした自然再生の取り組みを行いたいと考えた。まず初めに、川底の物理的な環境に自分たちの手で変化を加え、川底環境と魚の生息状況について科学的な知見を得ることを目的とした実験を行なった。

本研究では、土木研究所自然共生研究センターにある直線の実験河川（二面コンクリート）にて、川底に石を置いて流速に変化をつけたり、生物の住処となりうる構造物を設置したりして、魚の多様性が増加するか実験を行なっている。本大会では、自然再生の取り組みの前後での生物多様性を比較した結果を踏まえて、自然再生の効果を議論したい。川底環境は複数のパターン作成し、それぞれのパターンが河川の生物多様性に与える効果も検証したい。さらに、実際の河川で実現可能な自然再生の取り組みについても議論したい。

*石川貴一朗・*徳田朝飛・佐賀達矢（岐阜県立多治見高校）

近年、あらゆる環境問題の影響で絶滅の危機にさらされている生物が多い。また、外来生物の侵入によって生物の多様性が崩れつつある。私たちが通う多治見高校がある多治見市内には土岐川が流れている。その川は県内の川の中で最も生物の多様性が豊富といわれている（向井貴彦著 岐阜県の魚類）。一例を挙げると、オイカワは琵琶湖産のアユの放流時に入り込んだ琵琶湖産オイカワと交雑していることが多いが、土岐川に生息している多くのオイカワは琵琶湖産のオイカワと交雑しておらず純粋な土岐川系統が残されている（向井）。私たちは、土岐川及びその支流の笠原川にどのような魚が生息しているのか調査した。また、調査の際には、生息する魚の種類及び個体数と河川の構造の関係についても調べた。その結果、在来魚が25種類、その中にはアカザを含む絶滅危惧種が10種類、オオクチバスを含む外来魚が8種類が確認された。土岐川と笠原川の合流地点の方が合流点から笠原川の上流に100m上った地点よりも捕獲した魚の種類数、個体数がともに多かった。河川内の構造は合流地点の方が魚の隠れ家となる石が多く、また、流速の変化にも富み、魚の生息には適した環境だと考えられた。一方で、合流点から100mの地点は上記のような環境がなく、彼らにとって適してない環境だと考えられた。これらのことより、魚が住むには石や流速の変化が必要だと考えられた。

今後は、土岐川の外来魚による在来魚への影響を調査するために、外来魚の食性について調べる。具体的には、土岐川の支流の笠原川と大原川にて外来魚を捕獲し、それを解剖し、消化器官内の内容物から餌生物種を同定し、その量を調べる。また絶滅危惧種のアカザの個体数を増加するために、人工飼育、繁殖に挑戦する。

成田紗由美

(横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校)

本研究では鶴見川において海水遡上が珪藻の属における変化に与える影響がどこまで及ぶかを調べることを目標としている。珪藻は食物連鎖の起点であり、様々な水域に生息することから水質調査にも使われている。鶴見川は東京都町田市を水源とし、東京湾に注ぐ流路延長 43 km の一級河川である。感潮区間は河口から 11.1 km であり、汽水および海水性の多様な魚類の生息は横浜市や河川局によって報告されている。本研究では、鶴見川の感潮区間における珪藻の多様性に着目した。自作の装置によって鶴見川の河口から約 2 km 地点と約 10 km 地点で水や泥を採取し、光学顕微鏡を用いた珪藻における属名の観察同定を行うことで、塩類や塩分とあわせて特徴を比較することを目的とした。実験方法は次の通りである。採取した水や泥を 24 時間静置培養し底生と浮遊性の珪藻に分ける。珪藻を採取した水を滅菌し、2 地点の水を異なる割合で混ぜた自然水培地を用いて浮遊性の珪藻を培養する。それを寒天培地上で培養し、珪藻のコロニーを観察することで増えた属を比較する。現在、2 地点で採取したサンプルに含まれる微細藻類を顕微鏡で観察している。中潮日の干潮時の河口から 2 km 地点ではコシノディスカス属(*Coscinodiscus sp.*)またはタラシオシラ属(*Thalassiosira sp.*)とみられる円盤状の中心目珪藻が観察された。いずれの属も海水種を含んでおり、海水の影響を受けている可能性がある。また、大潮日の満潮時の感潮区間内である河口から約 10 km の地点で採取した水からはハリケイソウ属(*Synedora sp.*)やフネケイソウ属(*Navicula sp.*)とみられる羽状目珪藻が観察された。珪藻に絞らず観察すると、デスマデスムス属(*Desmodesmus sp.*)・クンショウモ属(*Pediastrum sp.*)といった淡水性の微細藻類が観察された。採取時の 10km 地点の塩分は 0.0 %であった。この日の前々日は台風の接近によって東京都や神奈川県で降水が記録されており、それに伴う淡水の増量で海水の影響範囲が縮小されたのではないかと考えられる。

*原田茜音, *薄田実咲
(秋田県立秋田中央高等学校)

氾濫原は河川の洪水時にあふれた水によって浸水する範囲であり、生物生産や生物多様性にとって重要な景観要素となっている。近年の都市化の進行により、沖積平野の大部分が開発によって消失することで多くの氾濫原が失われたが、氾濫原を代表する景観のひとつとして河跡湖（三日月湖）が知られている。河跡湖は洪水時などに河道の一部が切り離されることでつくられる特殊な水域であり、過去の研究では、氾濫による冠水によって大きく影響を受けることが示されている。こうした河跡湖の環境は、異なる要求をもつ各種生物に対してさまざまな生息場を提供してきた。とくに水生植物については、数少ない生育環境のひとつとして機能していることが報告されているものの、これまで国内で河跡湖の水生植物について扱った研究はなく、とくに河川生態系の中で河跡湖が水生植物の多様性にどのように貢献しているのかをみつかった研究については世界的にみても極端に少ない。さらに劣化した河跡湖の保全、復元方針を提言するうえで、水生植物のみならず、これまでに着目されてこなかった水底の埋土種子集団に着目することは非常に重要であると考えられる。

本研究では、河跡湖における水生植物の分布状況を把握し、生育環境との対応関係を把握することで、保全のために必要とされる環境条件を明らかにする。さらに埋土種子相と水生植物相との類似性、湧水の有無など、過去の研究では明らかにされてこなかった新たな視点を加え、河跡湖生態系の保全、復元のための方策について提言することを目的とした。

本研究ではとくに、良好な河跡湖が残存すると考えられる北日本の河川を主な調査対象として調査を実施した。ここでは、秋田県の雄物川と、北海道の十勝川でおこなった調査結果について紹介する。

*三宅 遥香（私立鶯谷高等学校）

準絶滅危惧種のヒダサンシヨウウオは、保護の必要があるものの、溪流の岩に産卵し観察が困難なため、産卵行動の詳細は調べられていない。著者らは2017年2月に岐阜県の調査地で、従来から知られる岩場での産卵（単独産卵と呼ぶ）のほかに、砂利の中の同一場所に15対の卵囊があるの（集団産卵と呼ぶ）を見つけた。

魚類や両生類などの種では、産卵時にオス間でメスや卵をめぐって争い、メスや卵へ負の影響を与えることが知られているが、繁殖行動のこういった要因が関与するのかは分かっていない。そこで、本研究では、独自に開発した産卵水槽を用いて産卵させた単独産卵について、1) オスとメスの産卵前後の行動をビデオ映像から解析し、2) オスの数を変えて産卵させた卵囊を飼育し受精率を求めた。さらに、集団産卵について、3) 二つの野外集団で産卵状況を調べた。

その結果、単独産卵では、1) オスは産卵直前から産卵時に活発になる一方、メスは産卵後長時間活発に動き、頻繁に卵囊と接触していた。2) オスの数が多いと卵囊中央部に未受精卵がみられ受精率が下がった。集団産卵では、3) 2019年2月に前回とは別の野外集団で、砂利の中にオスとメスの計35匹の成体が集団でいるのを初めて見つけた。メスは腹部に卵があるのが透けて見え、オスは水中に白い固まりの精子を放出しており、産卵間近の成熟個体であった。

以上の結果から、単独産卵では、産卵前後でオスとメスでの行動の種類やその回数が顕著に異なることが明らかとなった。オスが多いと受精率が下がるのはオス同士やメスへの干渉が強いためかもしれない。集団産卵では、二つの野生集団で集団産卵および複数の個体が産卵直前に砂利の中に集まっていることが明らかになった。

単独産卵と集団産卵は興味深く、今後は、この二つの産卵様式がどのような条件で使い分けられているのか、また、産卵行動がどのように異なるかを明らかにしたい。

中野和真（海城高校）

珪藻が他の生物の体表に付着することは以前から知られている。珪藻が付着先の生物の移動を分布拡大に利用している可能性もあり、特にウミガメに関して離れた地点間での付着珪藻の種組成の比較などの研究が行われている (R.Majewska et al., 2017)。しかし、淡水域の生物に付着する珪藻に関する研究は少なく、淡水域に生息するザリガニ類に付着する珪藻では、イタリアの河川で研究が 1 件報告されたのみである (E.Flasco et al., 2018)。そこで本研究ではザリガニ類の甲羅上に付着する珪藻群集の種組成と個体数を調べることを目的とした。

埼玉県所沢市の溜め池において 11 月と 5 月にアメリカザリガニ (*Procambarus clarkia*, 以下ザリガニと表記) の甲羅上の珪藻について調査を行った。溜め池は水深が 3 cm ほどで水田状を呈しており、底は泥である。珪藻はザリガニの甲羅をこすって採集した後、洗浄処理とプレパラートへの封入を行った。作成したプレパラートを検鏡し、種同定と珪藻殻数の計数を行った。また周囲の環境との比較のため、落ち葉や泥に付着する珪藻も採集し同様に調べた。

11 月のザリガニ甲羅上では *Gomphonema gracile* が種組成のうち 76 % を占め、*Gomphonema* 属全体では 81 % になったが、落ち葉上では 20 % を占めるに過ぎず *Surirella* 属の方が優占していた。これは付着柄を持つ *Gomphonema* 属の方が滑走運動を行う *Surirella* 属よりも基質に強く付着することができ、動き回るザリガニの甲羅上から落ちずに生育できたためと考えられる。珪藻群集全体でも付着様式と強度ごとに分けると、甲羅上では柄を持ち付着力が強い珪藻が一番多く、落ち葉では滑走する付着力の弱い珪藻が多かった。一方、5 月のザリガニ甲羅上では *Gomphonema* 属はほとんど出現しなかった。11 月と 5 月の珪藻群集の種組成の違いなども考察する。珪藻の個体数はザリガニ甲羅上の方が落ち葉や泥の上より明らかに少なかった。またザリガニの個体間にも珪藻数の個体数にばらつきがみられた。

北村 海晴、蔵 寛介、嶋多 裕英、牧本 泰生
(石川県立小松高等学校)

鳴き砂とは、その上で歩くとキュッという明瞭な音を発する砂のことである。鳴き砂の浜は全国に約 30 カ所あることが知られており、石川県輪島市門前町にある琴ヶ浜海岸（図 1）も、その中の 1 つである。この興味深い現象についての研究はこれまでもなされてきているが、鳴き砂が特徴的な音を発する理由については、まだはっきりとはわかっていない。そこで本研究では、琴ヶ浜の砂を材料として様々な実験、観察を行うことによって、鳴き砂の発音機構を明らかにすることを試みた。



図 1 琴ヶ浜海岸

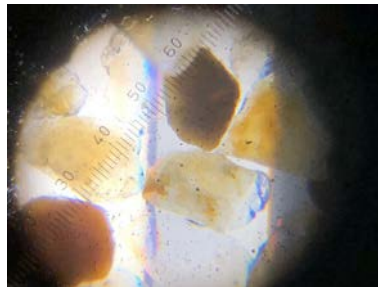


図 2(a) 琴ヶ浜海岸の鳴き砂

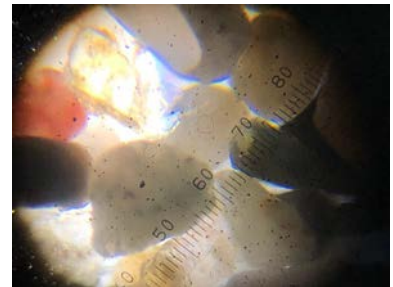


図 2(b) 袖ヶ浜海岸の砂

鳴き砂から音が発せられるためには、砂の表面が十分清浄でなければならないことがわかっている。琴ヶ浜の砂はそのままでは発音性が悪いので、熱湯に入れて攪拌することにより、3 時間程度洗浄したものを使用した。図 2(a)(b)は、琴ヶ浜海岸および袖ヶ浜海岸（石川県輪島市）で採取した砂の顕微鏡写真である。琴ヶ浜海岸の砂は、その大きさが大体 $300\mu\text{m}$ ~ $500\mu\text{m}$ の粒子で構成されている。また、鳴き砂よりも普通の砂の方が全体に粒子サイズが大きく、黒っぽい粒子が多く含まれていることがわかる。

鳴き砂から出る音の振動数分布を調べた。図 3 は、乳鉢に入れた適量の砂を乳棒で押すことによって発生した音を、振動数解析ソフトで処理することによって発生する音のスペクトルを得た。この発生音では約 800Hz のところに鋭いピークが見られた。しかしながら、乳棒の押し込み方などを変えると、発生音も異なる波形を示し、含まれる振動数も変化する。鳴き砂の音は、砂を押す棒や押し方、それを入れる容器、砂粒子のサイズ、充填の仕方など様々な要素の影響を受けると思われる。このあとは、こういった条件を変えたときに出る鳴き砂の音の性質を調査し、その発音機構について考察していく予定である。

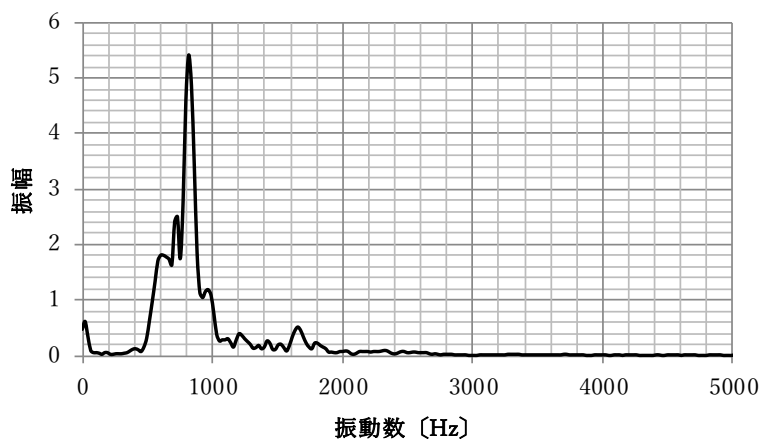


図 3 鳴き砂から出る音のスペクトル

P高-08

小松市におけるジャゴケの生育環境について

新谷 尊, 東方 沙耶, 三井 結生奈, 松岡 千寛
(石川県立小松高校)

コケ植物は日光があまり当たらず、湿気が多い場所に生育する。また、いくら駆除してもまたすぐに生えてくる植物として知られており、見た目からも嫌がられていることが多い。このことから、コケ植物の生育環境を調べることで除草対策になるのではないかと考えた。住宅地でよく見られるコケ植物はゼニゴケとジャゴケであるが、同じような環境でもジャゴケ（蛇苔）が見られる場所と見られない場所が存在することがわかった。このことから、コケ植物の育ちやすさには土の環境が関係しているのではないかと考えた。そこで小松市でジャゴケが生育している環境を調べ、ジャゴケがよく生育している条件を検討した。まず、ジャゴケを採取し、ロックウールで生育させ、濃度を色々変えた酢酸と炭酸水素ナトリウムを添加して生育状況を観察した。結果については現在経過観察中である。



4 日 目

(2019 年 9 月 30 日)

一般講演

4日目 9/30 (月) 9:00~12:00 一般講演 / Oral presentations

開始時間	A会場 (自然科学本館 103 講義室)
9:00	4A-01 琵琶湖北湖におけるメタロゲニウム粒子数の鉛直分布について (生物) *古田世子・萩原裕樹・大柳まどか・池田将平 (滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)・池谷仁里 (兵庫県大学院・理)・宮田直幸 (秋田県立大学・生物)
9:15	4A-02 琵琶湖南湖, 湖底植生は生態系を育む? (生物) *高村健二・今藤夏子 (国環研・琵琶湖)
9:30	4A-03 諏訪湖の植物プランクトンの消長に台風が及ぼす影響 (生物) *二木功子・宮原裕一・朴虎東 (信州大・理)
9:45	4A-04 北海道渡島大沼の支湾に集積したアオコと殺藍藻細菌の挙動 (生物) 大洞裕貴・宮下洋平 (北大院水)・*今井一郎 (琵琶湖博)
10:00	4A-05 秋田県八郎湖の底質コアにおける細菌叢の鉛直変化 (生物) *岡野邦宏 (秋田県大・生資)・松尾歩 (東北大院・農)・岩谷文香 (秋田県大院・生資)・藤林恵・宮田直幸 (秋田県大・生資)
10:15	4A-06 硝酸塩が枯渇した淡水成層湖深水層における微生物学的ヒ素呼吸 (生物) 渡邊友浩 (マックスプランク陸生微生物研究所)・三浦彩 (北大・低温研)・岩田智也 (山梨大・生命環境)・小島久弥 (北大・低温研)・*福井学 (北大・低温研)
10:30	4A-07 バンコク都排水路における Arcobacter sp.の挙動 (生物) *富岡典子・珠坪一晃・惣中英章 (長岡技大)・段下剛志 (徳山高専)・松浦哲久 (金沢大)・Wilasinee Yoochatchaval (カセサート大)
10:45	4A-08 改正農薬取締法における藻類および水草の新しい生態影響評価法について (生物) *永井孝志 (農研機構・農環研)
11:00	4A-09 ダム下流の河床改善実験および出水によるコケ群落の動態 (生物) *白金晶子・内田朝子・山本敏哉 (豊田市矢作川研究所)
11:15	4A-10 先進 ICT を用いた淡水生態系復元力の監視 その1 SASV を用いた有毒藻類の迅速監視 (生物) *熊谷道夫 (立命館大・総合研)・Ilia Ostrovsky (Kinneret Limnological Laboratory)・Assaf Sukenik (KLL)・朴虎東 (信州大・理)
11:30	4A-11 先進 ICT を用いた淡水生態系復元力の監視 その2 イスラエル・キネレット湖における有毒藻類の特性 (生物) *朴虎東 (信州大・理)・Ilia Ostrovsky (Kinneret Limnological Laboratory)・Assaf Sukenik (KLL)・熊谷道夫 (立命館大・総合研)
11:45	4A-12 次世代シーケンサーを用いた各種 DNA マーカーによる水生昆虫の種判別 (生物) *稲井公二・脇村圭 (大阪府立大・高等教育)・渡辺幸三 (愛媛大院・理工)・加藤幹男 (大阪府立大・高等教育, 大阪府立大院・理学系)

*古田世子、萩原裕規、大柳まどか、池田将平（琵琶研センター）
宮田直幸（秋田県立大学・生物）

1. はじめに

琵琶湖北湖今津沖の最深部付近の湖底では、溶存酸素濃度（FQ）の低下に伴い4224年以降メタロゲニウム粒子（図3）が、ほぼ継続的に観測されている^{3,4+}。メタロゲニウム粒子は何本ものフィラメントを持つ特有の構造をしており何らかの粒子態に付着して観察されることが多い。主要成分はマンガンで、FQの低下により湖底から溶出したマンガンイオンをマンガン酸化細菌等の微生物が酸化することで生成される⁵⁺。

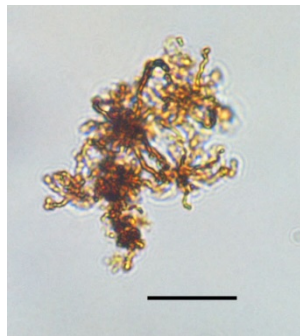


図3 今津沖中央地点水深約20mから採取したメタロゲニウム粒子
*423; 1839+
Det?42 o "

また、琵琶湖では毎年冬季に全層循環が起きているが、423; 年は全層循環が確認されなかった。メタロゲニウム粒子は、FQ低下に伴い観察されることからメタロゲニウム粒子数の鉛直変化について報告する。

2. 調査方法および観察方法

調査地点：琵琶湖北湖今津沖中央地点
水深 20.7.32.37.42.52.62.82.12.17.
;20（湖底から30） "

調査期間：423; 年5月～423; 年7月（毎月4回） "

採取方法：バンドーン採水器

植物プランクトンおよびメタロゲニウム粒子の計数はプランクトン計数板⁶⁺を用いた。 "

3. 結果および考察

423; 年5月3; 日と423; 年5月3: 日のメタロゲニウム粒子数の鉛直分布を図4に示した。

423; 年は、3月44日に全層循環が確認されていることからこの日を境に水温、FQ、メタロゲニウム粒子数ともに表層から下層までほぼ同じ値が示されており、図4で示した5月3; 日においてもほぼ鉛直分布には変化が認められなかった。

一方で、423; 年は全層循環が確認されていない

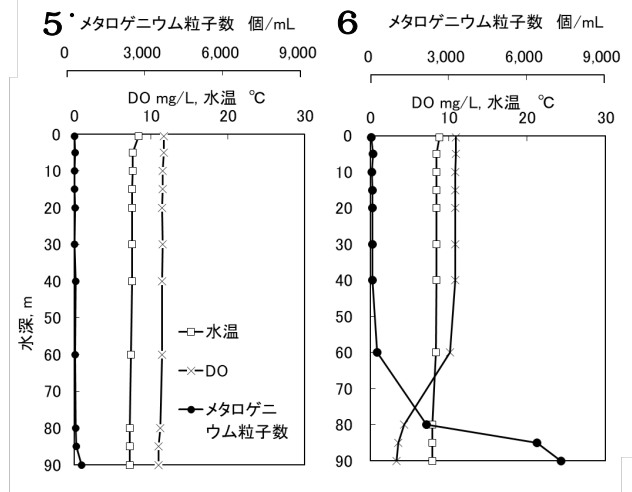


図 5 今津沖中央地点におけるメタロゲニウム粒子数の鉛直分布

5. 2013年 5月 3日 6. 2014年 5月 3日

ため5月3: 日においても水深20m付近のメタロゲニウム粒子数は、9522個/mLと非常に多く観察され、FQは560μMと低値であった。

全層循環が確認されないといった現象は、3; 9; 年以降はじめてであることから、継続的なモニタリング調査により発生状況の把握に努め、さらにメタロゲニウム粒子の発生要因についても究明していきたい。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費助成事業基盤研究*1D+課題番号IR39J23; ;により助成を受け実施した。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 3+ O k{clko c."V0*3; ; 4+<Rtqf wevkqp"qh'O gcmqi gpkwo /"rkngr ctvengu"d{"j ggtqqrj le"o cpi cpgug/qzlf k kpi "dcevgtk eqmgevff"ltqo "c"rknq0Ctej kxgu'qh'O letqdkmqi {"37: .322/3280
- 4+ 古田世子ほか*422: +; 琵琶湖水から採取培養したマンガン酸化微生物 *Metallogenium* の発育形態について、陸水学雑誌.'8: .'5.'655/6630
- 5+ Hwtwc'U0gv'crl0*4237+<Hqto cvkqp"qh'kxco gpvqu'O p qzlf g'r ctvengu"d{"j g'crj cr tqvgdcevgtkwo "Bosea"ur 0 utclp"DKY CMQ/230I ggo letq0Lqwpn"54.'888/898
- 6+ 一瀬諭ほか*4228+: 琵琶湖深層部の微生物由来のマンガン酸化物構造体 *Metallogenium* の発生(用水と廃水.'6: .'7'93/9;

, 高村健二・今藤夏子 (国立環境研"琵琶湖分室)

1. はじめに

琵琶湖南湖湖底には水草（沈水植物）と底生ラン藻（サヤユレモ：*Microseira wollei*）がそれぞれ優占する区域があり、底生動物相も異なることがこれまでの調査でわかっている。水草帯はユスリカ類、底生ラン藻帯はミズムシとヨコエビ類で特徴づけられる。

2. 材料と方法

ユスリカ類等は形態に基づく種同定が難しいため、種組成の調査にFPC バーコーディングを活用した。底質から選別された個々の標本をまず形態観察によってできる限り同定し、次にミトコンドリアEQ3領域前半部FPC塩基配列を読み、その配列から分子系統樹を作成し、系統樹上で種区分を行った。"

調査は4239年初夏から季節に3回、琵琶湖南湖の水草帯・底生ラン藻帯各5地点、計8地点でGno cp採泥器による採集を行った。地点別の種組成は非計量多次元尺度法にて類型区分した。

3. 結果

水草・底生ラン藻の有機物生産に対する底生動物の依存度を明らかにするために、これらの生物の炭素・窒素安定同定体比を分析した。その結果、ユスリカ類は水草に依存しているが、ミズムシ・ヨコエビ類は底生ラン藻に依存していないと推測された。"

4. 考察

水草の生産有機物は、例えばユスリカ類の有機物摂食、魚・陸上動物によるユスリカ幼虫・蛹・成虫の捕食等を通じて湖内外の生態系に広く流れていると考えられるが、一方で底生ラン藻の生産有機物は空間的・時間的にその循環が限られている可能性がある。

*二木 功子 (信州大・理), 宮原 裕一 (信州大・山岳研)
 朴 虎東 (信州大・理)

1. はじめに

諏訪湖での植物プランクトンの変化や減少には、台風が影響する降雨及び風による湖水の流出及び攪拌の影響があると考えられた。本研究は 1992 年から 2016 年までの栄養塩類濃度の変化とともに台風が及ぼす降雨及び風が諏訪湖の植物プランクトンの生物量と組成に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 材料と方法

諏訪湖は標高 759 m, 湖面積 13.3 km² 最大水深 6.3 m, 平均水深 4.6 m, 標高 7.59 m の山岳地帯に位置する。諏訪湖の集水面積は湖面積の約 40 倍で、湖には約 31 本の河川が流入するが、流出河川は天竜川のみで平均滞留時間は約 40 日である。諏訪湖からの流出量及び水位は、釜口水門によって制御されており、1992 年からは水門越による表層放流が行われている。滞留時間は、釜口水門において長野県諏訪建設事務所によって制御されている諏訪湖の貯水量と放水量より求めた。諏訪湖では夏季(6~9月)に水温躍層が出現するが、降雨及び風によって混合される。降水量、風、台風及び台風が影響する前線データは気象庁のホームページ及び農業気象(1992-2000)を参照にした。諏訪湖での風は、7 m s⁻¹以上の強風が4時間程度吹き続けると上下層が混合され、湖全域で底層の貧酸素状態が解消されると報告されている(Kimura et al., 2015)ことから、7 m s⁻¹以上の強風が4時間以上連続して吹き続いた合計時間を風のデータとして解析した。溶存無機態リン(DIP : dissolved inorganic phosphorus ; PO₄-P)の測定は、アスコルビン酸還元モリブデンブルー法 (Murphy and Riley, 1962), 溶存態無機窒素(DIN : dissolved inorganic nitrogen; NO₃-N + NO₂-N + NH₄-N)はこれらの総和で求めた。溶存亜硝酸態窒素及び溶存アンモニア態窒素をそれぞれ BR 法 (Strickland and Parsons 1972)フェノール法 (Solozano, 1969)で行った。これらの測定に比色計(U2000, Hitachi High-Tech S

cience Co., Ltd. Tokyo, Japan)を用い溶存硝酸態窒素(NO₃-N)をイオンクロマトグラフ(ICS-1500, DIO NEX, Ontario, Canada)にて測定した。1992年から2005年までのデータは信州大学山岳総合研究所及び長野県のデータを用いた。

3. 結果と考察

1992年~1999年の期間優占した植物プランクトンは *Microcystis* 属で 1993年及び1999年には現存量の著しい減少がみられた。1993年には相次いだ台風の接近上陸により降雨が続き諏訪湖の滞留時間も減少した。降雨は河川水の大量の流入により水温及び pH を低下する。湖水の攪拌により *Microcystis* 属の減少がみられた。降雨による外部からのリンは土壌に付着した形で湖水に流入するため、DIP 濃度は増加しなかった。諏訪湖集水域で最も農耕地が多く高原野菜等の産地である上川上流からは大量の窒素が流入し降水量の増加で DIN/DIP mol比は最大で 1470 を示した。1998年9月の台風及び1999年では熱帯低気圧及び台風 16 及び 18 号により7月から9月に滞留時間の著しい減少が観測された。それ以降諏訪湖の栄養塩濃度及び *Microcystis* 属の現存量は減少が観察された。

2000年代の優占種は *Microcystis* 属及び *Aphanizomenon flos-aqua* に変化した。2009年には8月の台風 18 及び 19 号の影響で夏季の Cyanobacteria の現存量は更に減少が観察された。

2011年及び2016年には *Dolichospermum* 及び *Mougeotia* の優占がみられた。夏季における、水深 1m と 5 m の湖水の混合が小さいほど、*Dolichospermum* の生物量の増加が有利になった。夏季に *Dolichospermum* の生物量が高くなった年には *Mougeotia* は増加しなかった。成層期に、台風が影響する 2~3 日で観測される 100 mm を超す降雨と数時間連続する 7~10 m s⁻¹ を超える強風は、夏季の諏訪湖に温度成層を崩し、*Mougeotia* を増加させる要因となった。

北海道渡島大沼の支湾に集積した アオコと殺藍藻細菌の挙動

大洞裕貴（北大院・水）、宮下洋平（北大院・水）、
今井一郎（琵琶湖博物館"北大院・水）

1. はじめに

有毒藍藻 *Microcystis aeruginosa* によるアオコは世界各地で利水障害や健康被害を引き起こしている。有害有毒なアオコの防除法として粘土や硫酸銅等の化学薬品の散布がなされているが、コストや生態系への影響が懸念されている。一方、水草表面のバイオフィーム（以下 DH）から *M. aeruginosa* を殺滅する殺藍藻細菌が高密度に検出され、生態系に配慮したアオコ防除への応用が期待されている。渡島大沼においてヒシ植栽実験の過程において、夏季に *M. aeruginosa* と *M. wesenbergii* のアオコが実験区内に本湖から流入し、大量に集積した。そこで短期的にアオコと殺藍藻細菌の挙動を調査研究した。"

2. 材料と方法

大沼の支湾に植栽実験区を設定し、ヒシ:2株を生長させた。実験区にアオコが突然集積した:月43日以降;月6日迄、アオコ及び殺藍藻細菌と増殖阻害細菌の挙動を調べた。湖水およびヒシ試料を隔日で採取し、同時に水温、rJ、溶存酸素(FQ)を測定した。また湖水試料は濾過後に凍結保存し、後に栄養塩濃度も測定した。;月4日と6日は対照地点の大沼港で湖水を採取した。ヒシからはDH試料を得た。湖水とヒシDH試料は段階希釈し、寒天培地に塗抹培養してコロニーを形成させた。各試料から細菌52株を、無菌の *M. aeruginosa* (Oc39株)との二者培養実験に供し、温度47aE、光強度72/322" o qirj qvpu"o¹⁴uge³、明暗周期36"jN<32"jFの条件下で4週間培養した。殺藍藻細菌と増殖阻害細菌を倒立顕微鏡下で観察し判定を行った。

3. 結果と考察

水温は表層で3;8-448aE、底層で3;8-436aEの範囲で推移し、調査期間中ほぼ一定であった。rJは:月43日の909:から徐々に減少し、:月4:日に最小値の803になった。小規模に再度アオコが集積した;月4日には9073まで再び上昇した。溶存酸素量はアオコ集積時に高い値を示した。アオコ集積時の:月43日は、表層で:83"oi"N³、底層で904;"oi"N³、6日後の:月47日は表層で408"oi"N³、底層で4073"oi"N³に低下した。再度のアオコ集積時(;月4日)には表層で:8"oi"N³、底層で:07;"oi"N³まで上昇した。栄養塩類の挙動をみると、硝酸塩は208:-60"ÜÜの範囲で増減を繰り返しながら減少した。アンモニウム塩は:月43日に2063"ÜÜを示したが47日には50ÜÜに増加した。その後減少し、;月6日には最小値の20265"ÜÜを示した。溶存無機窒素は硝酸塩とアンモニウム塩の挙動を反映し、43日に70ÜÜ、45日に:8"ÜÜ、後は最小値の2084"ÜÜまで減

少した。リン酸塩は:月43日に208"ÜÜ、徐々に減少し53日には204;"ÜÜを示した後、;月4日には2069"ÜÜまで上昇した。"

湖水中の *M. aeruginosa* のコロニー数は、:月43日には50"z'32⁶eqmpkgu"o N³であった。その後減少し、47日-53日には705-57"eqmpkgu"o N³の間で変動した後増加し、;月6日には404"z'32⁵eqmpkgu"o N³に達した。細胞数もコロニー数と同様に挙動し、特に:月43日と;月6日はそれぞれ906"z'32⁸egm"o N³、304"z'32⁸egm"o N³の高い値を示した。*M. wesenbergii* のコロニー数は602-804"z'32⁶eqmpkgu"o N³の範囲で変動し、パターンは *M. aeruginosa* と同様であった。細胞数は707"z'32⁴-704"z'32⁸egm"o N³の範囲であり、*M. aeruginosa* と比べて若干低かった。クロロフィルa濃度や *Microcystis* 属の密度が調査日により大きく変動した原因として、風によるアオコの吹送が考えられる。:月43日の午前3時~6時に北、北北東および北北西の風(20-40"b lu)が観測されており、実験区より北側の水域で発生したアオコが風で吹送され集積したと考えられる。

実験区における湖水中の殺藍藻細菌数および増殖阻害細菌数は以下の様に挙動した。粒子付着細菌についてみると、殺藍藻細菌は:月45日と4:日に検出され、密度は各々405"z'32⁵EHW"o N³、802"z'32⁵EHW"o N³であった。増殖阻害細菌は:月47日、49日、;月4日に検出され、密度は402"z'32⁵EHW"o N³-40"z'32⁵EHW"o N³であった。浮游細菌については、:月47日と49日に増殖阻害細菌がそれぞれ304"z'32⁵EHW"o N³、307"z'32⁵EHW"o N³で検出された。ヒシ試料由来の細菌については、:月49日に増殖阻害細菌が305"z'32⁹i¹³の密度で、53日には殺藍藻細菌と増殖阻害細菌がそれぞれ408"z'32⁹i¹³、909"z'32⁹i¹³の密度で検出された。栈橋湖水中の殺藍藻細菌数および増殖阻害細菌数は、;月6日にRCDから検出され。"これらの密度はそれぞれ58"EHW"o N³、308"z'32⁴EHW"o N³であった。"

アオコ集積の後、溶存酸素量は急激に低下し、アンモニウム塩濃度が上昇した。実験区に集積後残存したアオコが湖底に沈殿し、細菌によって殺滅分解されて溶存酸素が減少し、同時にアンモニウム塩が湖水に産生回帰されたと考えられる。

海産有害赤潮渦鞭毛藻 *Karenia mikimotoi* に対する殺藻細菌 *Alteromonas G623* 株が、*K. mikimotoi* に由来する有機物に反応して殺藻物質を産生した事が報じられている。したがって、"アオコの集積が湖水やヒシの殺藍藻細菌の発生を誘導した可能性も考えられ、今後の大きな課題と言えよう。

, 岡野邦宏 (秋田県大・生資), 松尾歩 (東北大院・農),
岩谷文香 (秋田県大院・生資), 藤林恵, 宮田直幸 (秋田県大・生資)

1. はじめに

富栄養化湖沼におけるアオコの発生は世界的に大きな社会問題となっている。秋田県八郎湖 (八郎潟残存湖) もアオコ発生が常態化している湖沼であり, 富栄養化の進行とアオコの発生などから 4229 年 34 月より湖沼法の指定を受けた。現在も「八郎湖に係る湖沼水質保全計画 (第 4 期)」に基づき, 様々な水質対策が実施されているが毎年アオコの発生が確認されている。そのため, 抜本的なアオコ対策の創出が求められており, その 3 つとして浚渫が検討されている。しかしながら, 八郎湖における底質や底質コアの情報は少ないのが現状である。

そこで本研究では, 秋田県八郎湖におけるアオコ対策創出のための基盤研究として, 底質コアを採取して堆積相や細菌叢の鉛直方向の変化を明らかにすることを目的とした。

2. 材料と方法

2. 2 コア採取および分析項目

調査は, 423: 年 9 月 3; 日に八郎湖南部の調整池内を船で移動して実施した (図 3)。採泥は, 不攪乱柱状採泥器 (J T 型, 離合社) を用いて行い, 底質コア切り出し用の装置を用いて金属ヘラで 4"eo 毎に切り分けてコア試料とした。各コア試料の含水率, 強熱減量, およびクロロフィル *a* を分析した。また, 全炭素量, 全窒素量を安定同位体比質量分析計 (HNCU "GC."Vj gto q"Hlj gt"UelgpVh) を用いて分析した。なお, 遺伝子解析用の試料はチューブに分注して分析まで :2Æ で保存した。"

2. 2 細菌叢解析

各コア試料の約 207'i から KUQN'hqt"Dgcf u"Dgcvpi (P RRRQP "I GP G) を用いて FPC を抽出し, アダプター配列を連結した真正細菌に特異的なプライマーセットにより RET 増幅を行った。RET 産物を精製し, アンプリコン解析用ライブラリーとして OKUs (kmwo kpc."WUC) により配列を決定した。得られた配列は, Enckf gpvX20 (j wr u dly y y @enckf gpvlti) を用いて分子系統学的に分類した。

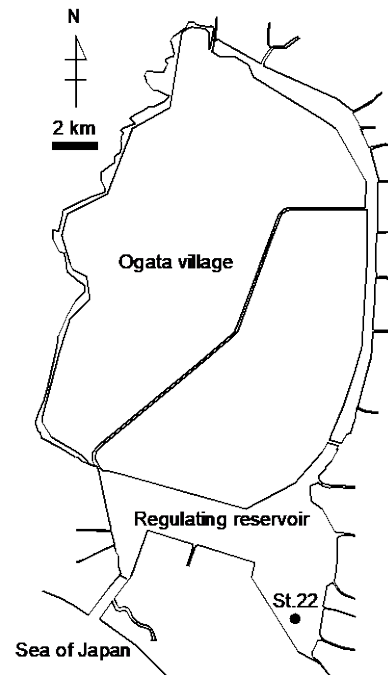


図 1 八郎湖の概要と採泥地点 (St. 22)

3. 結果

不攪乱柱状採泥器を用いた採泥により約 52"eo の底質コアを得た。4"eo 毎に切り分けたコア試料の含水率を測定した結果, 38"eo 層と 3: "eo 層に非連続的な低下が確認された。また, 38"eo 層では全炭素および全窒素の増加に加えて, クロロフィル *a* の急激な増加が確認された。一方, 細菌叢解析において E{cpqdcevgtk 門の相対存在量は下層方向に連続的に減少しているが, 38"eo 層でのみ :Q' まで増加した。"

4. 考察

含水率は圧密の効果で下層に連続的に低下することが知られているが, 38"eo 層と 3: "eo 層で非連続的に低下しており堆積相が変化していると考えられた。また, 38"eo 層では藍藻 *Cyanobacterium*"ur 0 が優占しており, クロロフィル *a* の増加要因と考えられた。38"eo 層では何らかの大きな攪乱があったことが予想されるため, 今後, 年代測定などによりその原因を明らかにする必要がある。

渡邊友浩 (マックスプランク陸生微生物学研究所), 三浦彩 (北大・低温研)
岩田智也 (山梨大・生命環境), 小島久弥 (北大・低温研), 福井学 (北大・低温研) "

1. はじめに

成層構造の安定した水柱では、深度に応じて呼吸に利用可能な電子受容体が異なり、それに対応した微生物群集が成立している。硫酸塩に富んだ海水の場合、酸素が枯渇した層では硝酸塩が、硝酸塩も枯渇した層では硫酸塩が主要な電子受容体となる。一方、硫酸塩の乏しい淡水湖沼において、硝酸塩が枯渇した深水層でどのような電子受容体がどのような微生物に利用されているかについての知見は限られている。こうした環境で利用される電子受容体の候補のひとつとして、ヒ酸塩が挙げられる。淡水湖水中でのヒ酸塩を利用した呼吸 (ヒ素呼吸) については、その実態がほとんど明らかにされていない。

本研究では、硝酸塩が枯渇した淡水成層湖の深水層において、ヒ素呼吸が微生物群集を支える活性のひとつになり得ることを示す。

2. 調査地

調査は、山梨県北杜市に位置するダム湖であるみずがき湖 (湖面標高; 220、面積 2065m²) の沖帯 (北緯 35 度 57 分、東経 138 度 52 分、水深 64/65m) で行った。

3. 結果と考察

調査地点の水柱における典型的な物理化学的因子の垂直分布を図 1 に示す。水深 47m 周辺に温度躍層が発達し、溶存酸素はそれ以深で 840 μM 以下であった。硝酸塩は、温度躍層 (650 μM) から湖底にかけて減少し、57m 以深では検出されなかった。硫化物は底水で 80 μM 程度しか検出されず、硝酸塩の垂直分布と重なっていなかった。

遺伝子塩基配列を解析した先行研究により、深層には *Sulfuritalea* 属の細菌が多数生息していることが示唆されていた。そこで、*Sulfuritalea* 属を特異的に検出する 38S rRNA 標的プローブを設計し、ECTF/HRU による計数を行った。その結果、躍層以深の各層において *Sulfuritalea* 属の細胞数は全細菌数の 40/37% を占め、この属が硝酸塩の枯渇した深層における細菌群集の主要な構成要素であることが示された (図 1)。*Sulfuritalea* 属で唯一知られ

ている種については、呼吸に酸素と硝酸塩を利用するが、硫酸塩や H₂ は利用できないことが示されていた。そのゲノムを解析したところ、ヒ素呼吸に必要な遺伝子 (*arrAB*) が見いだされた。培養実験により、*Sulfuritalea* がヒ酸塩を亜ヒ酸塩に還元し、ヒ素呼吸によって増殖可能であることが確認された。また、調査地の深水層からは、*Sulfuritalea* 由来の *arrA* 配列とヒ素が検出された。よって、ヒ素呼吸は嫌気水層の微生物群集を支える微生物活性の一つであると考えられる。

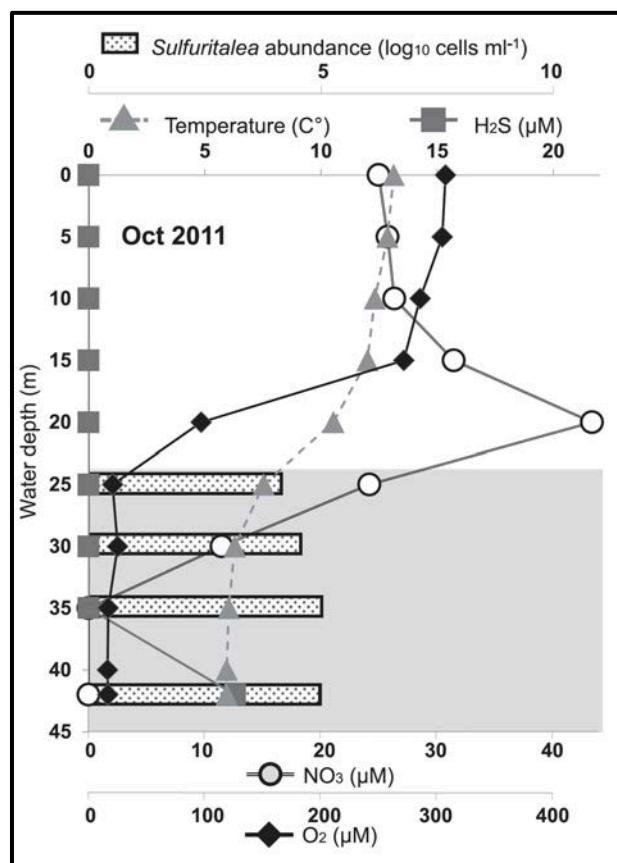


図 1. みずがき湖水における物理化学的因子および硫酸化細菌 *Sulfuritalea* 細胞数の垂直分布 (2011 年 10 月 27 日) "

【文献】

Yevjevich, O. & K. M. M. "M. J. L. c." (" H. M. J. L. D. Dominance of *Sulfuritalea* species in nitrate-depleted water of a freshwater lake and arsenate respiration ability within the genus." *Environmental Microbiology Reports*; 7:44/74904239 "

*富岡典子, 珠坪一晃(国環研), 惣中英章(長岡技大)
段下剛志(徳山高専), 松浦哲久(金沢大学)
Wilasinee Yoochatchaval(カセサート大学)

1. はじめに

Arcobacter sp. は 1991 年に *Campylobacter* sp. から酸素耐性を持つグループとして分離され、汚染された環境水からは、病原性が指摘される *A. butzleri*、*A. cryaerophilus* 及び *A. skirrowii* が分離され、水や水生生物からの人への感染が危惧されている。発表者らは、これまでに、16S rDNA に基づいた定量 PCR により、排水処理が適切に行われず、汚濁が進んでいる、タイ国バンコク都の排水路及びチャオプラヤ川の *Arcobacter* sp. 及び *Campylobacter* sp. 濃度の季節変化の解析を行った。その結果、*Arcobacter* sp. は市中の排水路から高濃度に検出され、*Campylobacter* sp. は一部の排水路からしか検出されなかった。病原性の高い *Campylobacter* sp. は環境において生残性が低い一方、酸素耐性がある *Arcobacter* sp. は排水路などに広く分布していることが示された¹⁾。*Arcobacter* sp. の中には病原性を持たない種も含まれることから、本研究では、排水路及び下水から単離した *Arcobacter* sp. について、病原遺伝子である *ciaB* 遺伝子の解析をしたので報告する。

2. 材料と方法

2019年2月にバンコク市内の集合住宅の下水流入部において、また2019年5月にバンコク都中心部の排水路2カ所において採水し、冷蔵保存し、採水から4日以内に、CCDA 寒天培地(SEL)(関東化学)に試水を塗擦し、微嫌気 25°C にて、2日間培養を行った。得られたコロニーについて、*Arcobacter* sp. 16S rDNA 検出用プライマーセット、Arco605f 5'-GAAGTGAAATCCWATAGCTTAAC-3', Arco688r 5'-CGCAATCGGTATTCCTTCTGAT-3' を用いて、*Arcobacter* sp. を選択した。取得株について 16S rDNA 及び病原性遺伝 *ciaB* のシーケンス解析を行った。

3. 結果

シーケンス解析の結果、得られた株間の 16S rDNA 遺伝子は相同性が高く、下水由来の株 (BG 株) は *A. butzleri* に近縁、排水路からの株 (303 及び 612 株) は *A. butzleri* 及び *A. cryaerophilus* に近縁であることが明らかになった。*ciaB* 遺伝子においても、下

水由来株は *A. butzleri* と同じグループに、排水路由来株は *A. butzleri* 及び *A. cryaerophilus* と同じグループに属することが明らかになった (図 1)。一方、機能遺伝子である *ciaB* 遺伝子の菌株間の差異は 16S rDNA より大きかった。

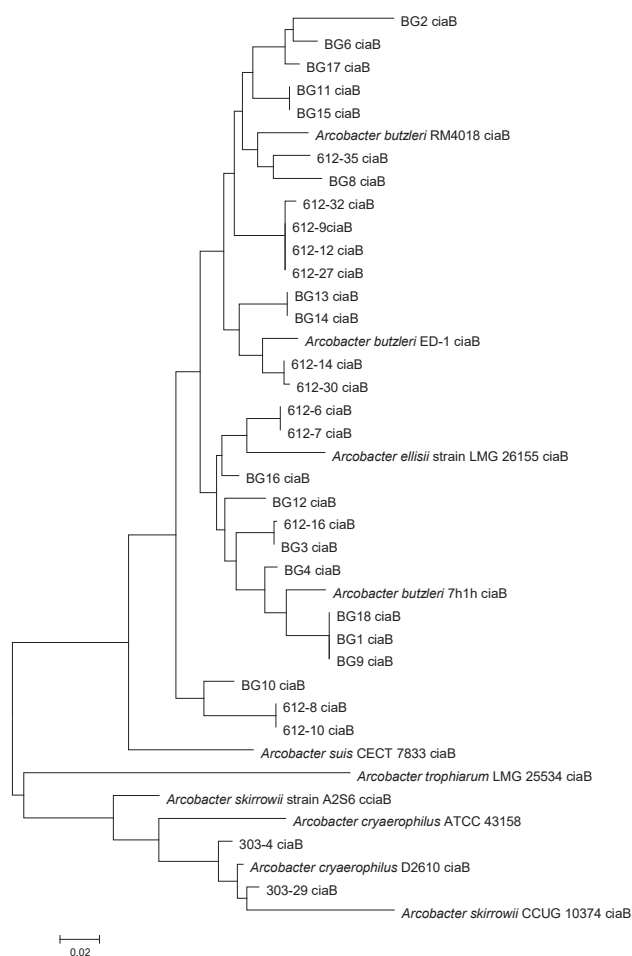


図 1. 単離した *Arcobacter* sp. の *ciaB* 遺伝子

4. 考察

下水及び排水路から取得した菌株は病原性が指摘されている、*A. butzleri*、及び *A. cryaerophilus* に近縁で有り、多くの株が *ciaB* 遺伝子を有していた。定量 PCR で検出された *Arcobacter* sp. の多くが病原性を有することが推察され、今後 *ciaB* など病原性遺伝子による定量解析が重要になると考えられる。

1) 富岡・珠坪 第 53 回日本水環境学会年会(2019)

改正農薬取締法における藻類および水草の新しい生態影響評価法について

, 永井孝志 (農研機構・農環研)

1. はじめに

農薬取締法に基づく「水産動植物の被害防止に係る農薬登録保留基準（以下、登録保留基準）」の適用の下、平成 39 年より新たな農薬の水産動植物に対するリスク評価に基づいた基準値の設定が順次進められている。毒性に係る基準値は、魚類（メダカ又はコイ）、ミジンコ（オオミジンコ）、藻類（緑藻 *Pseudokirchneriella subcapitata*）のいわゆる「5 点セット」の急性毒性試験結果による NE72（半数致死濃度）値もしくは GE72（半数影響濃度）値を、それぞれの種間の感受性差に関する不確実係数（魚類と甲殻類は基本 32、藻類は 3）で除したものの最小値と設定される。そして 423: 年に農薬取締法は 37 年ぶりに改正され、安全性に関する審査の充実として、生態影響評価の手法も変わる事となった。”

本発表では、この新しい生態影響評価法の中で特に藻類と水草に関する部分を解説し、それがどのような科学的バックグラウンドに支えられているかを解説する。

2. 感受性種間差の評価

新しい生態影響評価手法は、これまで筆者らによって行われてきた大規模な種間の感受性差についての研究結果が活用されている。藻類は一般的に除草剤に対して感受性が高いが、藻類種間の感受性差についてはかつて十分な情報が無かった。このため、筆者は生態学的重要性を考慮して 7 種類（緑藻 3 種、珪藻 5 種、シアノバクテリア 3 種）の藻類試験種を選定し、これらを同時に試験可能なハイスループット毒性試験法を開発した (Pci ck'g'v'crf04235'Geqzleqn Gpxkqp'Uch"; 6.'59/66)。この手法を用いて、42 種類の除草剤の毒性試験を行ったところ、藻類の中でどの種に毒性が高いかは除草剤の作用機作によって特異的である、という結果が得られた (Pci ck'g'v'crf04238'Gpxkqp'VqzleqnEj go .'57.'58: /597)。続けて別の

34 種類の除草剤の試験を行ったところ、驚くべきことに標準緑藻の *P. subcapitata* が最も感受性が高いことを示す除草剤は一つもなかった (Pci ck'423; 'L' Rguke'Uek'lp'r tguu)。また、複数の除草剤で藻類種間の感受性差が 3222 倍以上にもなっていることも明らかとなった。さらに、これらのデータに既存文献や海外の毒性データベースから得られた毒性データを加えて大規模な感受性種間差の解析を行い、作用機作と藻類種間の感受性差に特徴的なパターンがあるというさらなる強固な証拠が得られた (Pci ck'42380LORguke0Uek063.'8 36、永井"4238"環境毒性学会誌"3; :.5 ;3)。すなわち、除草剤で単独の藻類種のみデータに基づいた生態影響評価を行うと、影響を大きく見誤ってしまうことが明らかとなった。”

3. 藻類および水草の新しい生態影響評価法

改正農薬取締法では、水産動植物から生活環境動植物に評価対象が拡大され、ノリの仲間としての藻類というくくりからより幅広い生物種を評価対象とすることが可能となった。これにより、新しい生態影響評価法では、一次生産者についてはこれまでの緑藻 *P. subcapitata* に加えて水草であるアオウキクサ属 (Ngo pc'ur0) の試験が必須となった。さらに、これらの GE72 の最小値に適用される種間の感受性差に関する不確実係数が 3 から 32 に増加した。また、必須ではないが追加試験生物種として、緑藻 3 種、珪藻 3 種、シアノバクテリア 4 種が設定され、任意で行われる試験種数に応じて不確実係数が段々に下がるという制度となった (環境省中央環境審議会"423; "生活環境動植物に係る農薬登録基準の設定について (第一次答申))。これにより、コストをかけて多種類の生物の試験をすることへのインセンティブが成り立っている。ただし、水草の種間の感受性差については知見が非常に少なく、今後の課題となっている。

, 白金 晶子・内田 朝子・山本 敏哉 (豊田市矢作川研究所)

1. はじめに

愛知県中央部を流れる矢作川は本流に9つのダムが建設されており、ダム下流ではアーマーコート化が進行し、天然アユを始めとする河川生物の生息に影響を与えている。特にアーマーコート化が顕著な場所では河床に生活史の長いコケ類が繁茂し、アユの餌となる微細な付着藻類の生育場が奪われている。アユの良好な餌環境を回復するためには、コケ群落の動態について把握することが重要である。

そこで、矢作川中流に付着物の無い新たな礫を置いた実験区を設け、コケ類が繁茂する既存の河床と比較し、アユの応答、餌環境の調査を開始した。本報告ではコケ群落について、季節的消長、物理環境および出水との関連について報告する。

2. 材料と方法

矢作川本流の阿摺ダム(河口から約730m)の下流約922mの地点に実験区を設けた。4239年6月末、上流の矢作ダムに貯まった礫(長径約152mm)を乾燥させた後に実験区へ運び、面積約37m²、高さ約42cmに敷き詰めた「礫置き区」、同様の面積の「対照区」を設置し、423;年まで調査を行った。礫置き区、対照区において、7mメッシュの交点となる各区34交点、合計46交点に、ペンキで色を付けたマーカー礫を設置し、水深、流速をマーカー礫の直上で測定した。マーカー礫を中心とした3m⁴の

面積において、河床の粒径を7段階(4φ未満、4~86φ、86~478φ、478~722φ、722φ以上)に区分して、各段階の割合を目視観察し、河床を覆うコケ類の被度を目視して記録した。水温は調査地に水温ロガーを設置して32分毎に観測し、流量は調査地点から約922m上流に設置された阿摺ダムの放流量の値を用いた。

3. 結果と考察

4239年6月に新たに礫を置いた礫置き区では、調査期間を通じてコケ類の被度が9%以下であった(図)。423;年までの調査で確認された礫置き区のコケ類は新たに置いた礫では無く、既存の礫に付着していた。礫を置いて4年が経過した423;年6月には、新たに置いた礫にコケ類の付着が確認された。一方、対照区では4239年9月にコケ類の被度が62%を超え、期間を通して最大となった。その後、月にかけて減少する傾向が見られた。423;年は8月に被度が52%を超えたが、9月には34%程度に減少し、月に再び増加し、その後減少した。423;年はコケ類の被度がほとんど変化しなかった。

コケ類は478φ以上の礫サイズの割合が高い場所ほど、被度が高くなる傾向が確認された。また、コケ類の被度は出水の規模が大きいほど、減少する傾向が見られ、出水によるクレンジング効果が示唆された。

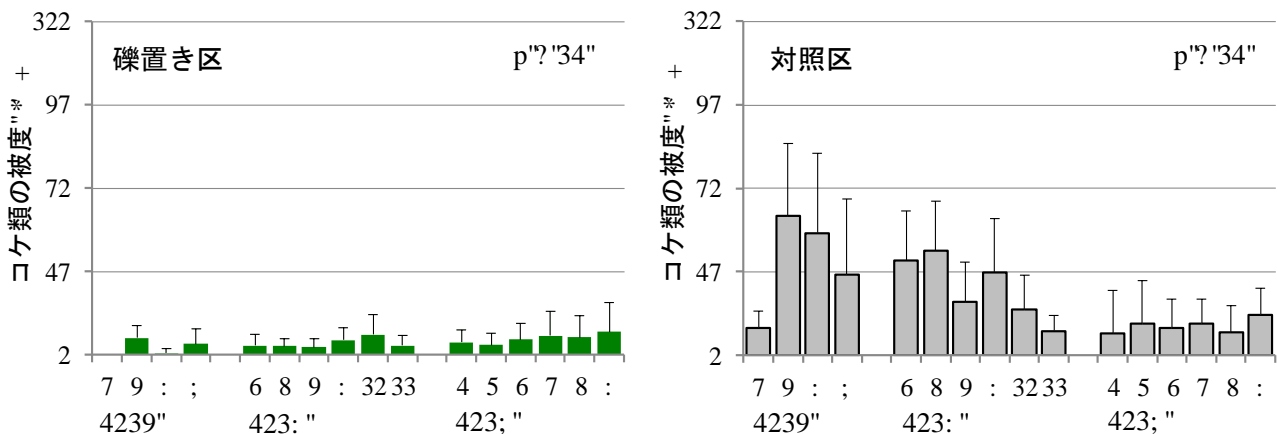


図 河床に新たな礫を置いた礫置き区と対照区のコケ類の被度の変化

, 熊谷道夫 (立命館大・総合研) . "Klc"Quwqxun{.CuuchUwngpkm
(MppgtgV'Nko pqrqi lecrNcdqtcvqt) ."朴"虎東 (信州大・理) "

1. はじめに

我々が日本で開発してきたソーラーパネルで駆動する UCUX (Uqict/r qy gtgf "Cwqppqo qwu" Uwtlceg" Xgj leqg 自律型水面ロボット) や pqy/ecuikpi "o qf gn (即時数値予報モデル) などの先進 KEV 技術を用いて、イスラエルにあるキンネレット湖で危惧されている毒性シアノバクテリアの発生予測を試みている。最終的にはこの結果を関係行政部局や市民と共有することによって、毒性藻類によるリスクの低減を目指している。423; 年 4 月 33 日から 3; 日まで、我々はキンネレット湖を訪問し予備調査を行ったので、その結果について報告する。"

2. 方法

UCUX に搭載するセンサーを持参して、現地研究所の調査船に取り付け測定を行った。持参したのは、Vwtptg'F guki p 社製 E{emqr u/9H'Uwdo gtukdrg"Ugpuqtu の rj {eqe{cplk と ej nqtqrj {m/c のセンサーである。信州大学で事前に検定を行ったが、rj {eqe{cplk センサーは応答時間が 207 秒で濃度 *R#5; 0676 出力電圧 *X+ の良い直線性を持っていた (T"?2Q ; ; . 'P?9)。一方、ej nqtqrj {m/c センサーの方は応答時間が少し遅くて 402 秒で濃度 *E?"33058 出力電圧 *X#"4099 と微妙に直線からずれていた (T "?2Q ; 87."P?9)。共に直流 34X を入力するが、消費電力は rj {eqe{cplk が 382o Y で ej nqtqrj {m/c が 462o Y であった。イスラエルではこのような入出力アンプを自作し、CF 変換を行ってロガー (XT/93) にデータを記録した。同時に IHG/Cf xcpvge 社製の O wnk'Gzekgt を用いて植物プランクトンの種組成分布を計測した。

キンネレット湖での現地調査を 423; 年 4 月 34、35、36、3; 日の 6 日間実施した。キンネレット湖は、ヘブライ語でガリヤラ湖と呼ばれ、周囲 75no、最大水深 65o の中規模の湖である。興味深いのは標高がマイナス 435o あり、北のヨルダン川から流入した水は、ヨルダン大峡谷帯を経て死海へと続く。ま

た成因は構造湖であり、周辺には温泉が点在している。湖底付近には塩分濃度の高い水があるのでそれを排水するパイプが湖の周囲に設置されている。"

3. 結果と考察

風波が少ないと、湖面に高濃度のシアノバクテリアが浮遊する。しかも、個々の群体が肉眼で確認できるほど大型の藍藻である。"

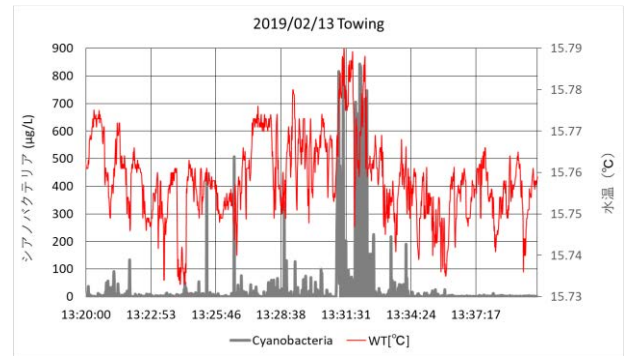


図 3 4 月 35 日のシアノバクテリアと水温"

423; 年 4 月 35 日に実施した予備調査では、3 分間の間に 32 倍以上の高濃度なシアノバクテリアを計測することができた (図 1)。水温も他より 203 高くなっており、微妙な水塊中に高濃度のシアノバクテリアが束縛されていることがわかった。

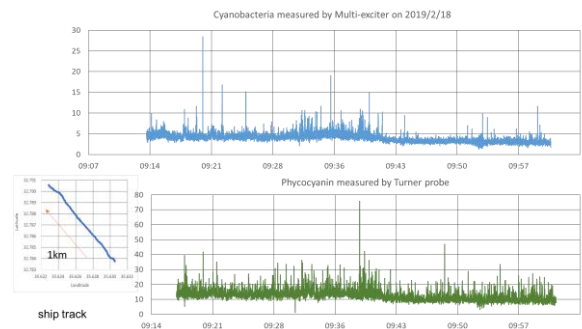


図 2 O wnk'Gzekgt と Vwtptg'F guki p の比較"

O wnk'Gzekgt" と Vwtptg'F guki pu 社製 rj {eqe{cplk センサーの出力を比較した (図 2)。共に水塊の変化を表現しており、よく対応していた。したがって、E{emqr u/9H が利用可能であることが分かった。"

先進 ICT を用いた淡水生態系復元力の監視 その2 イスラエル・キネレット湖における有毒藻類の特性

, 朴"虎東 (信州大・理) . "Kkc"Qutqxun{.'Cuuch'Uwngplm
(Mppgtgv'Nko pqmji lecn'Ncdqtcvqt{) ."熊谷道夫 (立命館大・総合研)"

1. はじめに

世界中の多くの湖沼およびダム湖でシアノバクテリアの大繁茂による水質低下や有毒アオコの問題が懸念されている。このような有毒アオコの発生原因や対策を研究する上でアオコバイオマスの水平・垂直分布を把握すること必要不可欠である。シアノバクテリアは多数のガス胞を持つ細胞がコロニーを形成し、さらに季節によって垂直・水平移動を行うことからそのバイオマスを正確に把握することは大変困難である。本研究は KEV (Kphqto cvkqp" cpf'Ego o wplecvkqp"Vgej pqmji {) を利用して淡水資源の統合的管理を実践し、想定されるリスクを低減させることを目指している。具体的には、日本国内で開発した CUX (自律型水面ロボット) や pqy/ecuvkpi (即時予報), pqrpkpct"ecwucrkv{"cpcn{uku (非線形因果解析)、UPU (ソーシャルネットワーク) などの技術を用いて、イスラエルにあるキネレット湖で危惧されている毒性シアノバクテリアの発生予測を試みる。このプロジェクトの目的は、大きな淡水湖を監視し、そのような複雑な生態系の管理に不可欠なツールとして現在の状態と予測される変化を解釈するための高度な情報通信技術 (KEV) を確立することである。"

2. 材料と方法

Ncng'Mppgtgv はイスラエルの北部に位置し、淡水湖としては湖面の海拔が世界一低い (4350)。地元ではガリラヤ湖やティベリアス湖とも呼ばれる。この湖は、最大深度 65'0 ." 周囲 75'no ." 南北 43'no ." 東西 35'no ." および面積 388'no⁴ のイスラエル最大の湖である。地中海気候の影響を受けて降水量が多い冬から春の間に、集水域からの栄養塩類が流入して富栄養状態になる結果ラン藻類のブルームが起きる。降水が無い夏から秋の間には窒素固定できるラン藻類や緑藻類が優占するが中栄養湖に分類されている。我々は同湖沼で 423; 年 4 月 34 日から 3;

日までに植物プランクトンの垂直分布と有毒藻類の計測を行った。"

3. 結果と考察

Ncng" Mppgtgv では 3; 8; 年から淡水赤潮の原因藻類である *Peridinium* の計数行っており 62 年以上の計測データを公表している。有毒シアノバクテリアについても同様のモニタリングを行っているがそのバイオマスが多くなったのは 3; ; 6 年である。降水量が多い 4 月から 6 月の間は集水域からの栄養分が多いことから最近では *Microcystis* 属のブルームが観測されている。今回の調査期間中にも *Microcystis* 属が優占してアオコを形成し、沿岸や湖心周囲でもシアノバクテリアのパチネスを計測することができた。今回の顕微鏡観察の画像では緑色のコロニーを形成する "*Microcystis aeruginosa*" と褐色のコロニーを形成する "*Microcystis*"ur 0 を確認することができた。この褐色の "*Microcystis*"ur 0 は無毒である一方、緑色のコロニーを形成する *M. aeruginosa* は有毒で o letqe{uvkp/TT." [T."YT などを生産する。これらシアノバクテリアの垂直分布においては表層から 7"o までに集中しており、それ以深では表層より低濃度ではぼ一定に推移した。降水がほとんど無い 9 月から 33 月の間は窒素固定する糸状シアノバクテリア "*Aphanizomenon*." "*Anabaena*." "*Cylindrospermopsis* など" が優占してアルカロイド e{tkpf tqur gto qr ulp が検出されることもあることから季節によって複数の毒素を同時にモニタリングすることが必要である。"

本研究は生命を根源から支える基本要素である淡水資源を対象とする KEV を用いた水環境監視を構築することにより既存の技術ではなし得なかった迅速監視手法を開発し、さらに想定される環境リスクの低減を目指すものである。本研究の成果は琵琶湖にも適用することができ、将来的には同様の被害に悩む世界各地の淡水湖沼の管理に貢献することが期待される。"

次世代シーケンサーを用いた各種DNAマーカーによる水生昆虫の種判別

*稲井 公二・脇村 圭 (大阪府立大・高等教育), 渡辺 幸三 (愛媛大院・理工)
加藤 幹男 (大阪府立大・高等教育, 大阪府立大院・理学系)

1. はじめに

DNA配列から生物種を判別する試みが広く行われるようになってきており(例えばCBOL)、なかでもミトコンドリアのシトクロムcオキシダーゼサブユニットI(COI)遺伝子配列の蓄積がかなり進んでいる。また、ヒストンH3遺伝子などの保存性の高い領域と適度な可変領域をもつ遺伝子は、従来から分子系統解析に用いられ、種判別マーカーとしての活用も期待されている。本研究では、これらのDNAマーカーの配列を基に、陸水域の環境指標生物として重要な水生昆虫の4つの分類群(カゲロウ目・トビケラ目・トンボ目・カワゲラ目)を中心に、それぞれのDNAマーカーの特徴の比較を行い、続いて、これらのDNAマーカーを用いて、実際の河川試料を対象とした生物相解析を行った結果を報告する。

2. 材料・方法

河川水生生物からのDNAデータは次の方法で得た。2017年に吉野川(奈良県)支流3地点から、局所の河床を攪拌し底生物類を採集した。形態に基づく種判別が困難なサイズのものとして2mmメッシュを通過する個体を集め、DNA解析の対象とした。3地点の試料からDNAを抽出し、各マーカー領域をPCR増幅し、イルミナ社MiSeqによる次世代シーケンシングに供した。

DNA配列参照データは、国立遺伝学研究所(DDBJ)のアーカイブに登録されているDNA配列(2019年7月末までの更新データ)および一部当研究室で登録申請中の配列データを使用し、分類学情報はNCBI Taxonomy databaseに従った。

3. 結果と考察

MiSeqによるシーケンシング

河川試料のDNA解析は、国際DNAデータベースに登録されているKP970727(COI: 658塩基のうち3'側の313塩基)、KP970733(ヒストンH3: 328塩基)に相当する領域を対象とした。MiSeqによって得られた配列の内、使用したPCRプライマー配列と読み取られたプライマー領域の差が3塩基以下で、かつプライマー間(増幅標的領域)の鎖長が、それぞれ313塩基(COI)、328塩基(ヒストンH3)である配列(リード)を解析対象とした。得られた総リード数は、3地点合計でCOIが約40万、ヒストンH3が約37万であった。

シーケンシング精度の評価

使用したプライマー配列とリード中の該当領域の差異は、COIでサイトあたり 0.0032 ± 0.0050 (平均値±標準偏差)、ヒストンH3で 0.0015 ± 0.0017 であった。ただしヒストンH3では、fwd側プライマーの21番目のサイトにおけるエラーが44.7%と大きかった(現時点でその理由は不明)ため、このサイトを計算から除外した。

ヒストンH3の解析対象領域(328塩基)は、ほぼ全ての水生昆虫で翻訳されるアミノ酸配列が一致している。その中で1種類の塩基しか取り得ない(変異するとアミノ酸置換をもたらす)サイト183部位において、リード配列中で異なる塩基を示した割合は 0.0021 ± 0.0016 であった。解析対象の全領域(328塩基)にわたって同じ確率で読み取りエラーが生じると仮定すると、リードあたり平均0.69塩基程度であり、十分な精度があると考えられた。

BLASTを用いた相同性

全リードを97%の相同性に基づいてクラスタリングし、操作上の分類単位(OTU)とした。これらのOTUを参照データに対してBLAST検索を行い、相同性を調べた。COIおよびヒストンH3のリード数上位のBLAST検索の結果を表1に示す。配列が完全に一致するOTUもあるが、種判別に至らないOTUも多く存在しており、参照データベースの充実が望まれる。また、一方のマーカーでリード数の多いOTUであっても、他方では検出されない種も多く認められた。

表1. リード数5位までのOTUに対するBLASTの結果
COI

カゲロウ目	一致率(%)	リード数の割合(%)
Baetis sp.	100.0	14.0
Epeorus latifolium	100.0	10.3
ハエ目		
Prosimulium tomosvaryi	86.9	7.9
カゲロウ目		
Baetodes sp.	82.9	6.4
Drunella ishiyamana	100.0	5.7

ヒストンH3

カワゲラ目	一致率(%)	リード数の割合(%)
Kamimuria tibialis	100.0	29.6
カゲロウ目		
Baetidae sp.	88.4	9.4
Baetidae sp.	98.8	8.5
カワゲラ目		
Paragnetina sp.	100.0	8.1
Agnetina capitata	100.0	6.9

4 日 目

(2019 年 9 月 30 日)

課題講演

4 日目 9/30 (月) 9:00~12:15 一般講演 / Oral presentations

開始時間	B 会場 (自然科学本館 201 講義室)	
9:00	4B-01 (物理)	高分解能音響ビデオカメラを用いた沈水植物のバイオマス計測手法の検証 *水野勝紀・伴修平・上原佳敏・石田卓也・奥田昇 (東大・新領域)
9:15	4B-02 (地学)	秋田県雄和地区における雄物川水系の河川水質 *網田和宏・倉嶋健太郎 (秋大・理工)
9:30	4B-03 (同位体水文学)	阿蘇・本塚火山地域の赤水型地下水の同位体地球化学 *大沢信二・三島壮智 (京大・理)・網田和宏 (秋田大・理工)・堀口桂香 (気象研)・風早康平・高橋 浩・森川徳敏 (産総研)
9:45	4B-04 (生態毒性)	宍道湖でのシオクサ異常繁茂はトップダウン効果が原因か? *山室真澄 (東大・新領域)
10:00	4B-06 (自然公園管理)	湿原地表水の流れが木道などの構造物に及ぼす影響 *岩熊敏夫 (北大, (株)東建エンジニアリング), 野原精一 (国立環境研・生物・生態系)
10:15	4B-06 (複合分野)	流域水物質循環モデルを用いた琵琶湖の有機物収支の把握 *佐藤祐一 (滋賀県・琵琶研セ)・小松英司 (明治大・環境法セ)・早川和秀 (滋賀県・琵琶研セ)
10:30	4B-07 (化学)	台湾南北脊梁山脈の東西両側溪流群の水質分布特性 *海老瀬潜一 (元, 摂南大・理工)・永淵修 (福岡工大・環科研)・川村裕紀 (キョーワ (株))
10:45	4B-08 (化学)	表層冷却混合によるアオコの抑制・貯水池水質対策の効率化 *鮎川和泰・本橋佑季 (環境システム (株)・島根大 EsReC)・古里栄一 (鹿大・南九州機構)・清家泰 (島根大 EsReC)・中澤暦・永淵修 (福工大総研)
11:00	4B-09 (化学)	琵琶湖等湖沼水の TOC 分析を精度高く測定する手法の検討 *早川和秀 (琵琶研)・廣瀬佳則 (滋賀県循環社会推進課)・岡本高弘・七里将一・尾原禎幸 (琵琶研)・能登紀幸・井上信介 ((株)島津製作所)
11:15	4B-10 (化学)	黒湯温泉に含有する腐植物質成分の炭素:窒素:リン比 *高野敬志 (道衛研)・井上源基 (大妻女大)・内野栄治 (道衛研)
11:30	4B-11 (化学)	琵琶湖北湖における正リン酸濃度と植物プランクトン成長の関係 *刘 鑫・易 容・丸尾雅啓・伴修平 (滋賀県大・環境)
11:45	4B-12 (化学)	北浦における貧酸素水塊と水質の変動 *小室俊輔・北村立実・大内孝雄・湯澤美由紀・福島武彦 (茨城県・霞環科セ)・増永英治・浅岡大輝 (茨城大・広域水圏セ)・番場泰彰 (国交省・霞河川)
12:00	4B-13 (化学)	淡水植物プランクトンによるヒ素の生体内変換に及ぼす塩分度の影響 Rimana Islam Papry・大森圭記・山本翔太・真塩麻彩実・牧輝弥・ *長谷川浩 (金沢大・理工)

4B-01

高分解能音響ビデオカメラを用いた沈水植物のバイオマス計測手法の検証

*水野勝紀（東京大学大学院新領域創成科学研究科），伴修平（滋賀県立大学），上原佳敏，石田卓也，奥田昇（総合地球環境学研究所）

1. はじめに

沈水植物は、水質浄化作用を持ち、水域の生態系保全のための重要な役割を果たしていると言われていたが、近年は水草資源の過剰利用などのため、その異常繁茂が問題視され始めている。しかしながら、これらの水生植物は、水中に生息しているため維持管理や改善作業が難しく、またその存在自体も周知されにくい。よって、沈水植物の管理を進める上で、現状の沈水植物の分布状況の把握や改善作業後の持続的な経過観察が可能な観測手法が必要である。これまでに、1) 濁度の影響を受けにくい、2) 比較的調査効率が良いという理由などから、音響による植生調査が各地で実施されており、サイドスキャンソナー、エコーサウンダー、マルチビームソナーなど、場所や用途に合わせて様々な音響デバイスが使用されている。近年は、医療用超音波診断装置によく似たコンセプトで、高分解能な音響ビデオカメラが開発されており、浅瀬水域の植生調査にも用いられ始めている。本研究では、その高分解能音響ビデオカメラを用いて、従来よりもはるかに高精度な沈水植物の空間分布把握手法を新たに開発し、その精度を検証した。

2. 材料と方法

本研究では、開発した観測手法の有用性を実証するためのフィールド試験地として、滋賀県の琵琶湖を選定した。選定した主な理由は以下である。

- ・現在でも沈水植物が多く繁茂していること。
- ・透明度が比較的高く、刈り取り作業が容易なこと。

高分解能音響ビデオカメラ DIDSON (Sound Metrics, Bellevue, WA, USA) と動揺センサ (OS-5000US, Ocean Server Technology, Massachusetts, SA) 及び、DGPS (GPS 16x, Garmin, Olathe, KS, USA) を小型ボートに艀装し、音響データを取得した。また、3次元音響画像構築に必要な、連続した薄いスライス状の音響データを作成するために垂直視野角 1° の音響レンズを DIDSON に装着し、専用の取り付け治具を用いて音響ビデオカメラを 90° 傾けた状態で支持し、手漕ぎボートを移動させながら連続したスライス状のデータを取得した。さらに、データの検証のために図 1 に示すような 1 m^2 のコドラートを 10 か所に設置し、コドラート上を音響計測した後、ダイバーによる刈り取りを行い、沈水植物の湿重量を記録した。その後、音響データを3次元解析し、沈水植物のピクセル数を算出し、湿重量と比較した。

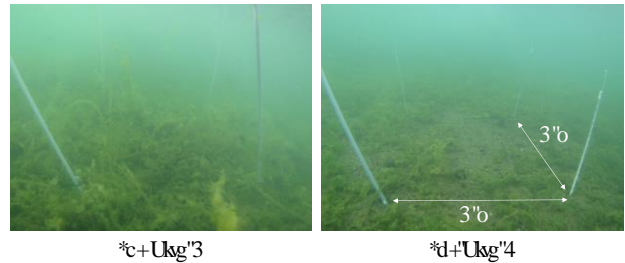


図 1 検証用コドラート

3. 結果

得られたデータの一部を図 2 に示す。この図は、約 150 枚の画像を GPS と動揺センサのデータを用いて合成した 3 次元音響画像である。今回、1 voxel の分解能を 1 cm^3 とした。沈水植物の空間的な分布が把握できる。また、図 3 に示すようにピクセル数と湿重量は高い相関 ($0.91, p < 0.0001$) を示した。

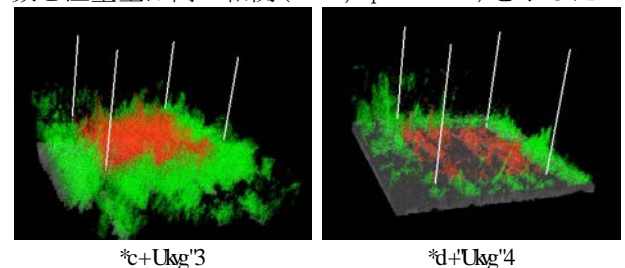


図 2 3次元音響画像例

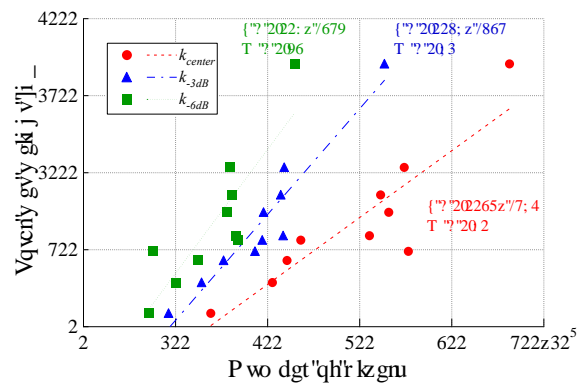


図 3 ピクセル数と湿重量の相関図

4. まとめ

高分解能音響ビデオカメラを応用することで高い精度で沈水植物のバイオマスを推定することが可能となった。本計測手法は、効率が良い、サンプリングをしない、濁度の影響を受けないなど、利点が多く、今後の水生植物調査に資するものである。

謝辞

本研究は、公益財団法人河川財団の河川整備基金助成事業 (251263006) 及び、RIHN Project (D-06-14200119) により助成を受けて行われた。

*網田和宏（秋田大・理工）

倉寫建太郎（茨城県潮来土木事務所河川整備課）

1. はじめに

河川の水質は、溶存成分に乏しい雨水が地下に浸透した後、土壌や岩石の一部を溶解することで得た成分が加わるにより形成されるものである。したがって、河川水に含まれる岩石由来成分の濃度は、間接的には周辺地域における地層の風化の程度を示すものとして捉えることができる。例えば、北野ほか（3;8;）では、六甲山系をはじめとする幾つかの河川流域の水に含まれる岩石由来成分の濃度関係に対する考察を行っており、河川の水質から岩石崩壊の規模をも含む予知ができる可能性について言及している。

そこで本研究では、秋田市南東部に位置する雄和地区の河川を対象に採水調査および水質分析を実施し、河川水中の岩石由来成分の濃度の比較を行った。またそれらの関係に、流域周辺地域における岩石風化の程度が反映されている可能性についても検討を行った。

2. 研究手法

調査対象地域とした雄和地区は、秋田県によって公開されている秋田県土砂災害危険箇所マップを用いて急傾斜地危険箇所および急傾斜面が多く分布している地域の中から選定しており、岩石風化の程度を把握することの重要度が高い地域であると判断した。この地域の地質は、主に新第三系の堆積岩が広く分布する地域にあたる。

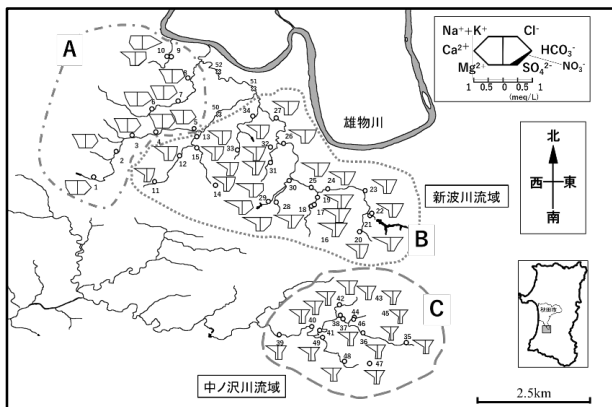


図 1 : ヘキサダイアグラム分布図

現地調査は地区内を流れる雄物川水系の新波川およびその支流の 5: 地点において行った。現地では水温、rJ、電気伝導率（GE）などの測定を行い、分析用の試料について実験室に持ち帰った。また、新波川流域における結果と比較することを目的として、隣り合う流域にあたる子吉川水系の中の沢においても 37 地点の採水調査を実施した。

採水試料については、イオンクロマトグラフィーにより主要化学組成を定量したほか、モリブデンイエロー法により溶存 UK_4 濃度の測定も行った。

3. 結果および考察

図 3 に、主要化学組成を用いて作成したヘキサダイアグラムの分布図を示した。水質分布図を概観すると、本地域の河川水質は大まかに 5 種類の特徴を示すものに分類できることが分かった。新波川北西部に分布する P_c/J EQ₅ 型水質、新波川南東部を中心に分布する、やや En 濃度に富む P_c/En・J EQ₅ 型水質、中の沢流域に分布する、相対的に総塩分量が少なく J EQ₅ 濃度に乏しい P_c/En 型水質である。

図 4 は、岩石の風化反応に関わる成分とされる J EQ₅ 濃度と Ec^- および Oi^- 、 Pc^- 濃度の関係を示したものである。両者の濃度間には地域性がみられた他に、正の相関も認められ、河川水に含まれるこれらの成分が、岩石風化によってもたらされた可能性の高いことが示唆された。

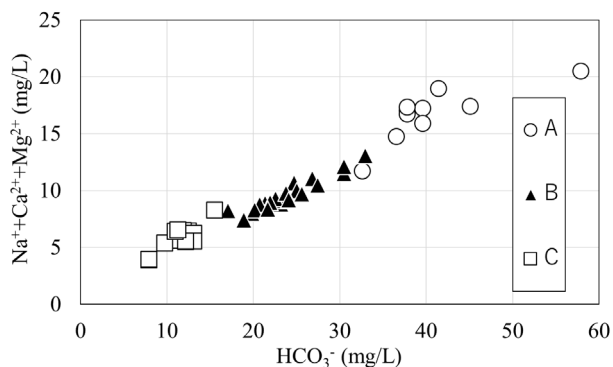


図 2 : Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} と HCO_3^- の濃度の関係

, 大沢信二・三島壮智 (京大・理)・網田和宏 (秋田大・理工)
・堀口桂香 (気象研)・風早康平・高橋"浩"・森川徳敏 (産総研)

1. はじめに

阿蘇カルデラ内の阿蘇にある本塚, 北塚, 灰塚の3つの小丘は本塚火山と呼称され, 阿蘇火山の最後のカルデラ噴火である阿蘇4の後に活動し(46,000年前: 渡辺, 2001), 中央火口丘群に分類される。本塚火山を含む阿蘇谷の中央部から南西部にかけては鉄(Fe)を含む地下水が広範囲に分布しており, 「赤水型地下水」と呼ばれ, Ca-SO₄型水質で, 阿蘇火山の他のエリアの地下水に比べて相対的に酸性度と水温が高い(例えば, 田中, 2000)。本研究では, 本塚火山とその周辺で地下水の同位体地球化学的調査を行い, 地下水水質の成り立ちについて考察したので報告する。なお, 本研究は, 原子力規制委員会原子力規制庁「平成28~30年度火山影響評価に係る技術知見の整備」として実施した。

2. 研究方法

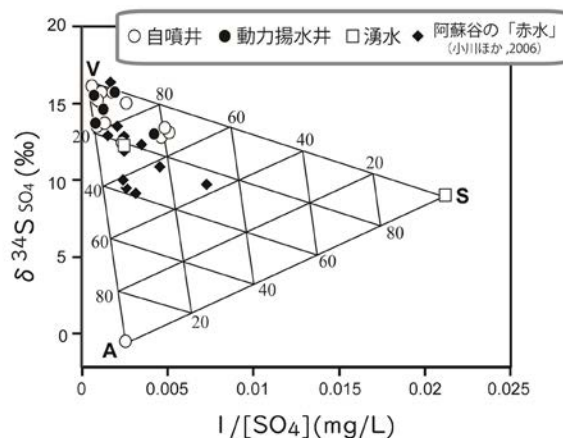
調査地域の地下水のほとんどは井戸水で, 夏期に農業用水としてポンプによる揚水を行なっているが, 冬期の農閑期に揚水を止めると, その多くは自噴井となる。2016年から2017年にかけて, 調査地域全体を網羅するように, 自噴井を中心に, 揚水を止めている時期にも自噴しない井戸(動力揚水井)から地下水を採水した(18試料)。また, 湧水もいくつか確認できたので, それらも採取した(2試料)。現地では水温, 電導度, pH, ORPの測定をし, 一般水質, FeおよびAlの濃度, 水ならびに溶存成分の各種同位体分析(水の δD と $\delta^{18}O$, 全溶存炭酸(DIC)の $\delta^{13}C$, 硫酸(SO₄)イオンの $\delta^{34}S$, 溶存ガスの³He/⁴He比と⁴He/²⁰Ne比)用にそれぞれ試料水を採取した。

3. 結果と考察

本調査地域の地下水・湧水は, 従来の情報のようにFeイオンを含むCa-SO₄型の水質であり, 水素・酸素同位体組成(δD - $\delta^{18}O$)から地下水・湧水の起源は天水である。酸性度はあまり高くないが, 主要陰イオンであるSO₄イオン濃度とFe(II)イオン濃度の間には相関性が認められ, 硫酸酸性による岩石からのFeの溶出過程の存在が示唆された。SO₄イオンの濃度と硫黄同位体比($\delta^{34}S$)の関係を検討したと

ころ, 下図のように本地域の地下水SO₄は3つの異なる起源の端成分(V, S, A)の混合物として説明できた。

本地域地下水のSO₄イオン端成分SおよびAに対



応する地下水試料のDICの $\delta^{13}C$ は, 他の試料水に比べて低く(それぞれ-15.5‰, -13.9‰), 端成分SとAはともに土壌に由来すると推定される。小川ほか(2006)は阿蘇谷の赤水の硫黄同位体研究から, SO₄の起源物質として, 降水に含まれる火山ガス由来のエアロゾルや阿蘇谷に広く分布する黒泥土中の黄鉄鉱の酸化溶解物を想定しているが, 端成分SとAはそれぞれこれらに対応するとして問題ない。一方, 端成分Vは, それに近い地下水試料がマグマ起源CO₂の混入を受けて高い $\delta^{13}C$ 値を示すDICを含有することや溶存Heがマンタル成分の影響を受けていることなどから火山ガス起源であり, 高い $\delta^{34}S$ 値は火山ガス由来の二酸化硫黄(SO₂)の水熱条件下での自己酸化還元反応によって生じたSO₄による可能性が高い。

本塚火山の地下水は, SO₂の自己酸化還元反応で生成する硫酸により形成当初は強い酸性であったと考えるのは自然であり, 本塚火山の主活動時期には, 高温で酸化的な火山ガスの影響下で形成されるとされている高硫化系の熱水環境(例えば, 田口, 2010)が生じていたと考えることができ, その熱水活動の衰退とともに岩石との中和反応が優勢になって現在のような液性(弱い酸性~中性)の低温の地下水系に移行したものと推測される。

, 山室真澄" (東大・新領域)

1. はじめに

近年、*Cladophora* 属底生緑藻の異常繁茂が淡水～海水にいたる世界の多くの水域で発生している。北米大陸の五大湖では、*Cladophora* 類の異常繁茂が 3;52 年代頃から発生していたが、増殖の原因がリンの増加であることが判明したことからその流入削減に務め、3;92 年代には繁茂範囲が縮小した。しかし 3;2 年代になって外来種であるカワホトトギスガイ科二枚貝が侵入して以降、透明度および排泄物由来のリンの増加によって、再び異常繁茂が起こるようになったとされる。

島根県の宍道湖では 3;7: 年から 3;7 年までに 5 回行われた分布調査において常に *Cladophora* 類が繁茂していたが、422; 年頃から大量繁茂が始まった。宍道湖は懸濁物食二枚貝ヤマトシジミが日本一漁獲される湖沼で、422; 年前後でヤマトシジミが急増した、もしくは透明度やリン濃度が増加した事実はない。従って繁殖を促進するボトムアップ効果ではなく、当該緑藻を食べる植食者が減ったことによるトップダウン効果により異常繁茂が始まった可能性がある。

北米の河川ではユスリカ科幼虫が *Cladophora* 類を食べると報告されている。またフナムシは岩礁海岸で付着緑藻を食べると報告されている。フナムシはスカベンジャーでもあり、かつての宍道湖岸ではコンクリート護岸や有機碎屑物にフナムシが真っ黒にたかっていたと地元住民が記憶している。そこで本研究では、*Cladophora* 類を食べる可能性がある湖底の底生動物を 3;:4 年夏季に行われた調査と同じ方法で行い、生息密度を比較した。またフナムシ類の分布についても、3;:7 年に行われた調査と同じ方法で比較した。

2. 材料と方法

宍道湖では 3;:4 年夏季に 722o 四方毎に設けられた 46: 地点で採泥が行われ、主な大型底生動物 (目合い 20o o の篩いの上に残った動物) の分布と個体数・湿重量が調べられた。この中から 5; 地点を選び、4238 年: 月 6 日と 7 日に採泥を行った。3;:4 年と同様、エクマンバージ型採泥器かスミスマッキ

ンタイヤー型採泥器を用いて各地点 20o 4 分採取し、20o o の篩で篩った残りを 32% の中性ホルマリンで固定し実験室に持ち帰った。実験室では双眼実体顕微鏡を用いて底生動物を選別し、同定に供した。"

津下・星川 (3;:8) は 3;:7 年 9 月から; 月にわたり目視によりフナムシの個体を大 (体長 5eo 以上), 中 (3~5eo), 小 (3eo 以下) の 5 クラスに分け、各サイズ毎に観察されたおよその個体数を報告している。そこで 3;:7 年の調査でフナムシが多く観察された地点を抽出し、津下・星川 (3;:8) と同じ方法で個体数の計数を行った。調査は 423; 年: 月 36 日と 39 日に行った。"

3. 結果

3;:4 年に 3o 4 当たり 32 個体以上採取された底生動物について 4238 年と比較した (表 3)。節足動物はオオユスリカが採取されなかっただけでなく、モンユスリカ亜科のユスリカやムロミスナウミナナフシも激減していた。環形動物では多毛類のヤマトスピオとヒガタケヤリムシの密度が増加していたが、カワゴカイはほぼ同様、*Notomastus* 属の 3 種と貧毛類は激減していた。

表 1 % , & 年夏に宍道湖で優占していた底生動物の % , & 年夏と &S% 年夏の % a &あたりの平均個体数の比較

動物名/年	3;:4	4238
節足動物		
オオユスリカ	343	20
Vcp[r qf lpcg 亜科ユスリカ類	347	3;
ムロミスナウミナナフシ	52	204
環形動物		
ヤマトスピオ	::	353
イトゴカイ科の1種	323	20
ヒガタケヤリムシ	604	34
カワゴカイ属の1種	708	408
貧毛類	3::	36

3;:7 年にフナムシが計数された地点のほとんどで、423; 年にもフナムシが確認された。しかし住民の記憶のように、真っ黒になるほどの密集した地点は皆無であった。打ち上げられたシオクサに群がるフナムシもほとんどいなかった。

*岩熊敏夫（北海道大学，(株)東建エンジニアリング）
野原精一（国立環境研究所・生物・生態系）

1. はじめに

尾瀬ヶ原（標高約 1400 m、面積 6.5km²）は、西から北東に流れる猫又川（下流ではヨッピー川，只見川）に南側から合流する川上川，上ノ大堀川，下ノ大堀川，沼尻川などの河川沿いに形成されている。猫又川上流北側に背中アブリ田代が位置し、猫又川南側の川上川左岸側（西側）に山ノ鼻田代（研究見本園など），川上川と上ノ大堀川の間の上田代，上ノ大堀川東側に中田代などが位置している。

尾瀬ヶ原では洪水がほぼ毎年発生し，その原因は①長雨の影響、②短時間強雨の影響、③融雪時の大雨である。2011年7月豪雨の洪水時には湿原の木道や木橋が広範に破損した（吉井ら 2014 尾瀬の自然保護，36）。本研究では，水位の連続観測に加えて河川水，地表水の流速を測定し，洪水時も含めて木道にかかる荷重と強度，破壊の機構について考察する。

2. 方法

尾瀬ヶ原の主要9河川の水位および湿原内4地点の地表水位を連続観測した（HOBO U20）。表面流速は木道または橋の上から電波流速計（RT720-4V D）で測定した。またビデオ画像による流速解析も行った。木道構造は踏査と UAV 画像を参考にして調べた。

3. 結果と考察

【木道構造】木道は1スパンあたり幅 50 cm×長さ 4 m の敷板が往復 2 本架設される。敷板幅が 1 m，1.5～2m（架橋）の場合もある。敷板受木はスパン毎に，0～2本（直置き），3本（標準高架），9本（湿潤地帯高架），受木毎の支柱（杭）数は 3，4，6，10 本と様々で，湿潤地帯では本数が多い。湿潤地帯の高架式木道では泥炭表面でスパン当たり 0，3，9 本の支持梁が支柱を支えている。高さ約 1m 以上の高架式木道では支柱を連結する筋交が使用される。これらの構造の組み合わせにより，尾瀬の木道は 9 つに分類された。

【水位変動】2016年8月～17年7月の間に 2m を超える水位上昇が，川上川で 17年4月（2.3m），上ノ大堀川で 4月（2.1m），11月，12月，2月（2～7.7m），下ノ大堀川で 4月（2.3m），5月，7月（2.1～2.2m）に観測された。雪融け時の 17年4月の河川水位上昇と同じ時期に，研究見本園の地表水位が 1.6m 上昇した

【地表水流速】2019年5月21日0～13時に 83mm の降水があり（国土交通省鳩待峠観測所），降水と融雪水で猫又川が氾濫し，研究見本園に流入した（図 1）。猫又川の氾濫水流速は木道部分で 0.38～0.64m/s であった。研究見本園河川の木道交差部の流速は，最大で 0.57～1.3m/s であった。木道は完全に水没せず，水面は木道表面から 14～22cm 下にあった。

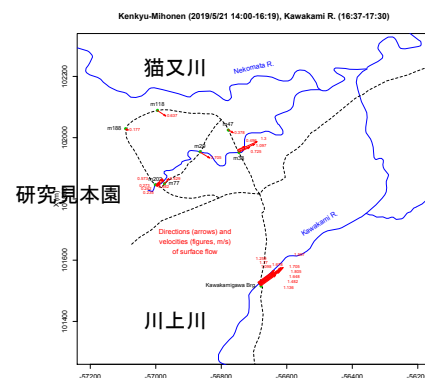


図 1. 山ノ鼻田代地表水の流向・流速（2019/5/21）

【木道にかかる荷重】鉛直方向に，a) 死荷重（木道自重），b) 積雪荷重，c) 活荷重（人の踏圧），d) 集中荷重（台車など），e) 浮力（上向き）の 5 種類を想定した。水平方向には，f) 風力荷重，g) 流水荷重（木道縦方向および横方向）の 2 種類を想定した。

地上高 1 m の高架木道（筋交付き）に地表から 1 m 高さの水流を受けたとき，1スパンあたりの荷重は平均流速 1 m/s で縦方向 4.5 kN，横方向 2.7kN，平均流速 2 m/s で縦 18 kN，横 10.9kN と見積もられた。木道と水流高さが 0.5 m ではおおそ半分の値となり，5月21日の見本園での観測と水理条件はほぼ同じである。2011年7月の猫又川氾濫では山ノ鼻田代でも木道が複数箇所破棄された。この時の外力は今後推定する。一方，過去の最深積雪 460cm に相当する積雪荷重は 1スパンあたり 90kN と見積もられた。

【木道破壊の過程】木道設計には主に鉛直荷重を考慮している。補強のための筋交いや支柱増加は水平方向の空隙率を下げた水流の力を受けやすくする。また，流れの影響で緩くなった杭は支持力を失い，木道全体が横方向にずれて崩壊することがある。破壊の過程には水流の波力や流木の衝撃力なども考慮する必要がある。

*佐藤祐一・早川和秀（滋賀県・琵琶研セ），小松英司（明治大・環境法セ）

1. はじめに

琵琶湖では流入負荷の削減により、水質が1970～80年代と比較して改善する一方で、漁獲量の減少や水草の大量繁茂、大型緑藻の増加などの新たな課題が顕在化している。この要因の1つとして、植物プランクトンから動物プランクトン、魚介類につながる物質循環が滞ってきたことが指摘されている。

筆者らを含む研究グループは、2016～2018年度にかけて琵琶湖における有機物収支の把握に関する研究を行ってきた。その結果、一次生産量が過去の観測に比べて減少していること、細菌生産量が一次生産量に匹敵すること、一方で微生物食物連鎖を介した動物プランクトンへの有機物フローは小さく、琵琶湖の高次生態系は主に生食物連鎖により支えられていることなどが明らかになった²⁾。

これらの成果を踏まえ、魚介類等につながる物質循環を円滑にするためには、琵琶湖の有機物収支を再現できる数理モデルを構築し、各種条件の変化が物質循環に与える影響を把握することが必要である。

本研究では、筆者らが構築した「琵琶湖流域水物質循環モデル」³⁾（以下「モデル」と呼ぶ。）を改良して琵琶湖の有機物収支を計算し、観測値と比較することで、モデル構造や今後の観測に向けた課題を明らかにすることを目的とする。

2. 方法

モデルは「陸域水物質循環モデル」「湖内流動モデル」「湖内生態系モデル」の3つから成り、それぞれ気象や地形、社会条件等のデータと他のモデルからの出力を読み込んでシミュレートする。栄養塩の他、有機物としてTOC（POCおよびDOC）とその分解性を考慮でき、また植物プランクトンを3種、魚類を食性を考慮し3種に分類して計算ができるように改良した。

陸域水物質循環モデルは、蒸発散モデル、地表流モデル、地下水モデルなど5つの要素モデルから成る分布型物理モデル（500mメッシュ）であ

る。湖内流動モデルは、湖内の水温や流動を計算する準3次元モデル（1kmメッシュ12層）である。湖内生態系モデルは、物質の移流・拡散・沈降過程、水-底質相互作用を含む湖内の生化学反応過程を記述した生態系モデル（湖内流動モデルと同じ空間分割）である。

再現期間は2017～2018年度の2ヶ年とし、各モデルについて数ヶ月程度の助走期間を設定した。同期間を中心に観測された各物質・バイオマスの濃度や生産量等と、モデルによる計算結果を比較した。

3. 結果と考察

湖内のTOC、TN、TP濃度の分布や季節変動については精度よく再現することができた一方で、形態別にみるとPOCなど一部の項目で観測値との乖離がみられた。

一次生産量は光合成-光曲線を用いた連続観測の結果⁴⁾とモデル計算値の比較を行った。2017年度は量・変動ともに十分な再現性が得られたが、2018年度は観測値の方が2倍程度大きい値となった。2018年度は夏季および秋季に大型緑藻が多く増殖したが、その傾向をモデルで再現できなかったことに起因すると考えられた。

一次生産のうち動物プランクトンの生産（呼吸分除く）に使われた割合（転換効率）は、観測の期間平均で4.5%であるのに対して、モデルでは6.6%と近い値が得られた。一方で各生物種のバイオマスを見ると、モデル計算値のオーダーとしては既往文献の範囲内にあったものの、季節変動については観測データがなく検証が困難であった。モデルの再現性向上のためには、今後これらのデータの蓄積が必要と考えられる。

参考文献

- 1) 佐藤祐一（2012）西澤栄一郎編，農業環境政策の経済分析，189-212，日本評論社。
- 2) 早川和秀ら（2018）日本陸水学会第83回大会。
- 3) 佐藤祐一ら（2011）水環境学会誌，34（9），125-141。
- 4) 後藤直成ら（2018）日本陸水学会第83回大会。

*海老瀬潜一 (元、摂南大・理工), 永淵修 (福岡工大・環科研), 川村裕紀 (キョーワ株)

1. はじめに

120~122° E, 22~25° N にあり, 東西約 145km, 南北約 400km, 面積 35,914km² の台湾は, 西側の中国大陸に約 150km と近いこと越境汚染や, 近隣排出源で大気汚染物質沈着負荷の影響が大きい。東シナ海縁辺離島群南西端の台湾は, 冬季の北西季節風で, 酸性雨は北部や北東部で顕著である。島中央東寄りの 3000m 超の高山群を含み, 島の東北から南端まで南北に長い中央山脈があり, 西南側に雪山・玉山・阿里山山脈が並ぶ。北東部で多く西部で少ない年降水量は蘇奥で 4610mm にも達し, 4~9 月の夏季に多い。

2. 調査概要

図 1 に示す台湾は, 九州ほどの大きさである。高山群が南北に連なる脊梁山地東西両側の 55 溪流を, 北から反時計回りで, 2018 年 10 月 25~28 日の 4 日間で調査した。西側溪流群は流域の溪谷が懐深く, 多くの複雑な支流群で構成されるが, 東側溪流群は急峻な山腹を海岸に直線的に流下する流域地形である。調査前や調査中にまとまった降雨はなかった。

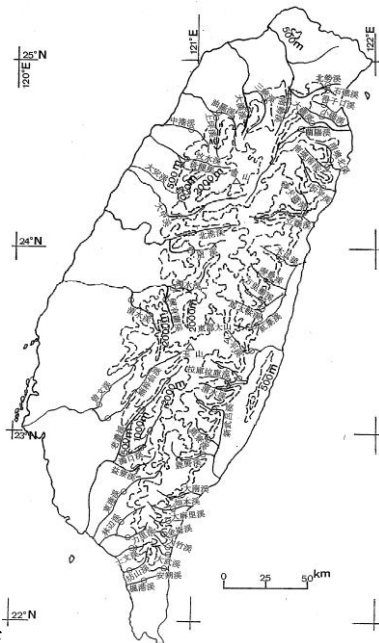


図 1 調査溪流

3. 調査結果

中西部の嘉義市で北回帰線が亜熱帯と熱帯に二分す

るので, 東西両側溪流群も中央山脈の東郡大山(23° 38' N ; 標高 3619m)で南北に二分し, 調査結果を表 1 に示す。濁水溪や清水溪は名の如き水質を呈した。NO₃-N 平均濃度は西で高く東で低いが, SO₄²⁻は 7.6~157mg/l の広範囲を占め, 細い山脈で低標高の東南部で最も高く, 低標高の西北部が次いで高かった。南西部では台南・高雄両市の, 北東部では台北・基隆両市等の工場・火力発電所の排煙や車の排ガス影響が強く, 北東部は中国大陸からの季節風による長距離輸送影響が推測された。中央北寄りの東西横断道沿い東側の立霧溪は灰濁し, 太魯閣歩道隧道内湧水の Ca²⁺濃度は渓流水より低く, K⁺と Mg²⁺濃度が高かった。北東の得子口溪の 1000m 以下の上流森林域の瀑布は, NO₃-N 濃度が中流部より高かった。

表 1 台湾東西溪流の四分群での水質分布特性

方位	溪流数	標高 (m)	pH	アルカリ度 (meq/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Na ⁺ /Cl ⁻	NO ₃ ⁻ -NH ₄ ⁺ -N (mg/l)
北西	17	254	7.58	1.59	3.22	62.2	6.33	0.710
南西	11	91	7.88	2.21	2.49	55.0	6.93	0.534
北東	13	102	7.75	1.54	2.89	51.6	3.57	0.565
南東	14	102	7.80	1.92	2.45	72.7	4.67	0.412

方位	溪流数	標高 (m)	E C(m S/m)	NO ₃ ⁻ -N (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)
北西	17	254	30.6	0.463	11.2	1.44	10.7	20.9
南西	11	91	35.8	0.394	11.3	1.33	13.7	25.4
北東	13	102	27.5	0.396	5.53	1.34	7.49	23.4
南東	14	102	34.8	0.212	6.82	1.46	10.1	29.6

4. まとめ

台湾は台湾海峡を挟んで中国大陸の北は福州から南の汕頭とは 150~350km と近く, 西側のメガシティ広州, 深センおよび香港には約 500km の距離であり, 長距離輸送影響が推測される。一方, 東側の西表島・石垣島や宮古島は台湾島北端より南に位置し, 日本最西端の与那国島には 107km と近い。3000m 超級の高標高で低緯度の流域が, 過去の調査離島との顕著な違いとなり, 高標高域の基盤岩が露出した流域が多いため, Ca²⁺や Mg²⁺濃度が高く, アルカリ度も日本の離島溪流群と比べて高い状況であった。

引用文献: 国立環境研(2004)環境儀, No.12.

*鮎川和康, 本橋佑季(環境システム(株)・島根大・EsREC), 古里栄一(鹿大・産学・地域共創センター), 清家泰(島根大・EsREC), 中澤暦, 永淵修(福工大・総研)

1. はじめに

貯水池に於ける問題点の一つとして、富栄養化, それに伴うアオコの増殖があげられる. 藍藻類の増殖は, 景観障害, 周辺への臭い, カビ臭の原因ともなりこれらの抑制として曝気循環装置が多く取り入れられている. 筆者らは, 最小限のエネルギーで稼動する曝気循環「気泡循環」の運用を検討する中, 貯水池表面水の温度低下による潜り込み「表層冷却混合」の状況を捉え, 表層冷却混合がアオコの増殖抑制に貢献していることがわかった.

表層冷却混合を最大限に利用し, また, 気泡循環の運転制御を行うことで, 2018 年度は藍藻類の異常増殖を抑えることが出来た.

2. 使用機材

水質計自動昇降装置 (環境システム株式会社製) において, 水深 5cm 間隔 (3 データの平均) で水温, 電導度, D.O., pH, 濁度, クロロフィル a, シアノバクテリア (PCY) を計測した.

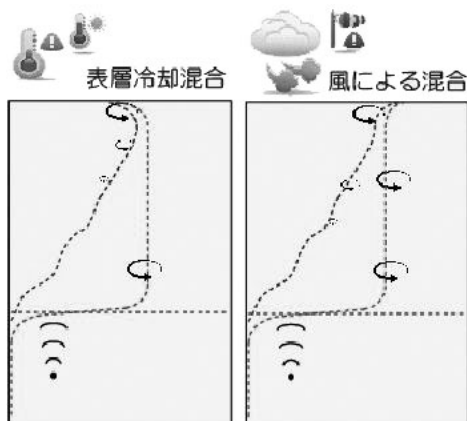


Fig. 1 気泡循環にて水温勾配を軽減したときの風および表層冷却での混合イメージ. 気泡循環で水温勾配を無くしたとき, 水面からの力がより中層部に伝わりやすい.

3. 結果と考察

2018 年 5 月 9 日, 気温の変化と共に表面水温が急激に低下したことで, 1 時間の間に冷却された表層水塊が, その温度のある水深付近まで全体の水温を低下させながら降下した状況を捉えた Fig. 2. この時間 12 時間前までの降雨は無く, 風速も 1m 以下であった Fig. 3.

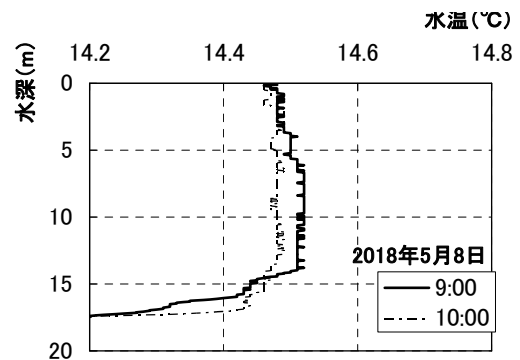


Fig. 2 表層低水温水塊の移動

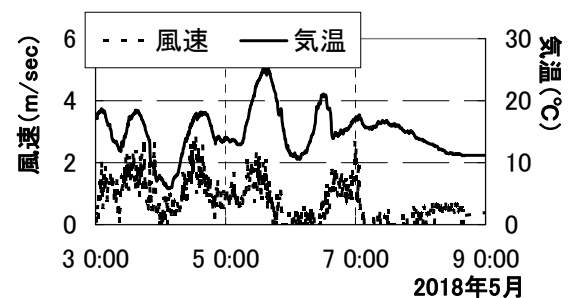


Fig. 3 堤体付近での風速および気温の推移

4. まとめ

気泡循環により貯水池の温度勾配を軽減することで, 表層低温水が中層域へ移動する. これらは風よりも頻度が高く, 貯水池全体で繰り返されることから, 貯水池の循環に大きく寄与している.

明け方や寒波, 降雨による急激な気温変動が予測される前に効率よく貯水池水温勾配を軽減しておくことで貯水池の循環を促し, 藍藻類の異常増殖を軽減した.

*早川和秀, (滋環研), 廣瀬佳則 (滋賀県循環社会推進課),
岡本高弘, 七里将一, 尾原禎幸 (滋環研),
能登紀幸, 井上信介 ((株) 島津製作所)

1. はじめに

全有機炭素 (TOC) は、精度よく簡易に水中の有機物の総量を測定できることから、近年、公共用水域において COD を補完する形で測定されることが多くなってきた。湖沼水質の有機物のモニタリングでは、植物プランクトンを含む粒子の変動の把握が重要であるが、TOC 測定には測器への試料注入時に粒子が不均一に注入されることや粒子による測器内の流路の詰まりが起こることなどにより粒子態が過小評価される場合がある。そのため、琵琶湖環境科学研究センターでは、試水のろ過を行い、ろ紙の粒子態有機炭素 (POC) を元素分析計で測定し、溶存態有機炭素 (DOC) を TOC 計で測定する方法を採用、提唱している。しかし、本法では TOC 計と元素分析計の 2 つが必要であり、機器のコストがかかることや分析操作が煩雑となることが指摘されている。

近年、TOC 測器のメーカーでは、粒子注入の問題の克服を図る機器の改良が進んでいる。そこで、本研究では改良された機器を用いた TOC 測定について、改良のない機器との比較 (廣瀬ら 2018) や POC と DOC に分けた従来の方法との比較を行い、改良機器の有効性について検討した。

2. 材料と方法

改良機として (株) 島津製作所微細藻類バイオマス測定用 TOC 計 (Shimadzu TOC-L) を使用した。また、POC 測定には元素分析計 (Sumigraph NC-TR22) を使用し、ホモジナイズは本多電子 (株) 製超音波洗浄機 (W-338T+W-338SH) を使用した。

試料は、北湖表層、深層、南湖、内湖より採取した。また、TOC の高濃度試料について比較・検討を行うため、南湖沿岸の柳が崎地先、雄琴港、赤野井湾、内湖である堅田内湖、西の湖、余呉湖、琵琶湖環境科学研究センターが保有する培養植物プランクトン試料 (*Closterium* sp., *Staurastrum arcticon*, *Synechococcus* sp., *Anabaena macrospora*) および市販のクロレラ試料 (*Chlorella vulgaris*, *Recenttec*) を

試験に用いた。

試料をろ過せずバイアル瓶に入れ、5 分間超音波照射して改良 TOC 計で測定したものを TOC 測定値 (TOC_{mea}) とした。それをろ紙の POC とろ液の DOC をそれぞれ測定して合計した有機炭素量との比率を回収率 R_T として TOC 測定値の精度を検討した。

$$\text{回収率 } R_T = \text{TOC}_{\text{mea}} / (\text{POC} + \text{DOC})$$

3. 結果と考察

TOC が高濃度の検体ほど POC を多く含み、回収率が低くなる傾向が確認された。琵琶湖北湖のように TOC1mg 程度に対して POC が 10 数%程度の試料では、試水をホモジナイズした後に改良型 TOC 計で測定することで十分に回収率のある結果が得られるが、高濃度粒子や一部の植物プランクトンを含む試料の測定では、改良型 TOC 計をもってしても回収率が 90%を下回る課題が残された。

そこで、TOC 計の異なる測定方法である、塩酸を添加して無機炭素を除去した後に測定する NPOC 法と全炭素と無機炭素の差分から求める TC-IC 法を比較した。その結果、TC-IC 法は、高 TOC 濃度試料において、NPOC 法に比べ確度や精度がよく、有効であることが明らかとなった (図 1)。

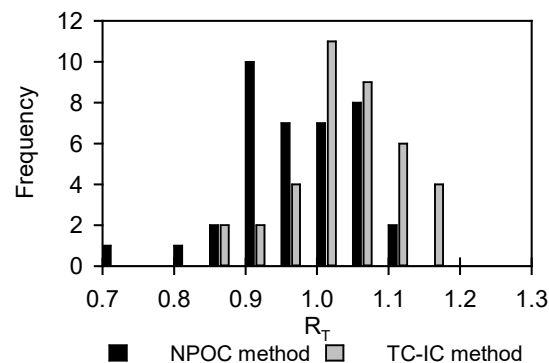


図 1. 改良型 TOC 計による測定値の回収率

謝辞 植物プランクトン試料は 琵琶湖研 セ 池田将一氏の提供を受けた。

文献 廣瀬佳則ほか (2018) 日本水環境学会年会講演集

*高野敬志, 内野栄治 (北海道立衛生研究所), 井上源喜 (大妻女大)

1. はじめに

温泉には、腐植物質を含むことで褐色に着色したものがあ、り、それらは、モール系温泉や黒湯と呼ばれ、入浴者から人気を集めている。著者らは北海道で湧出するモール系温泉の腐植物質の元素比を調べ、C:N:P 比が温泉によって大きく異なることを明らかにし、その原因が温泉中の腐植物質の生成からの経年や生物による有機物分解過程の違いによることを示唆した。今回、関東地方で湧出する腐植物質に富む黒湯温泉の試料を採取できたことから、腐植物質成分としてフミン酸とフルボ酸に分別し、双方の成分の炭素、窒素およびリン含量を求めた。その特徴から有機物分解過程を推定し、個々の黒湯温泉のフミン酸とフルボ酸の特性について明らかにすることを目的とした。

2. 材料および方法

試料採取は2017年8月に神奈川県東部の横浜市および川崎市に所在する温泉入浴施設 10ヶ所において行った。温泉の基本的な情報は、発行された温泉分析書によった。腐植物質の分析には、あらかじめ塩酸による沈殿によってフミン酸とフルボ酸を分割した。フミン酸は温泉水に塩酸を2%となるように添加して12時間程度静置し、フミン酸の沈殿を形成した。その沈殿は、十分に塩酸溶液で洗浄した後、0.1 mol/L NaOH 溶液で融解し、再び塩酸で沈殿させ、十分洗浄した後、NaOH 溶液で再融解し、pH を中性に戻して保存した。フルボ酸は、フミン酸を沈殿させた際の上澄み液を酸性のまま Supelite DAX-8 樹脂に通じて吸着させた後、0.1 mol/L NaOH 溶液で溶出して分離した。フミン酸及びフルボ酸の炭素濃度は TOC 計により測定した。窒素およびリン濃度は過硫酸カリウム添加一加压加熱分解 (120°C 30 分)、それぞれ紫外吸光光度法および硫酸-モリブデン吸光光度法により測定した。

3. 結果および考察

研究対象の温泉は、17–22°C で全て冷鉱泉であり、pH は 7.5–8.7 で弱アルカリ性からアルカリ性であった。ガス成分を除く溶存物質は1温泉のみ 17.6 g kg⁻¹ の高張性温泉で、他は 0.9–6.0 g kg⁻¹ の低張泉であった。井戸の深さは1温泉のみ 1500 m の高深度で、他は 70–200 m で比較的浅い深度であった。

フミン酸炭素濃度は 0.04–4.5 mmol l⁻¹、同窒素濃度は <0.01–0.26 mmol l⁻¹、同リン濃度は 1.0–1.9 μmol l⁻¹ であった。フミン酸 C:N 比は 9.4–25.0 (窒素が検出限界値以下の温泉を除く)、同 C:P 比は著しく低い1温泉を除いて 282–2343 であった。

フルボ酸炭素濃度は 0.18–1.1 mmol l⁻¹、同窒素濃度は 0.02–0.18 mmol l⁻¹、同リン濃度は 0.8–4.7 μmol l⁻¹ であった。フルボ酸 C:N 比は 5.2–21.2、同 C:P 比は 108–751 であった。

フミン酸の C:N 比は比較的狭い数値幅の範囲にあり、フルボ酸の C:N 比よりも高い傾向が認められた、しかしながら、3温泉でフルボ酸の高い C:N 比が認められた。また、C:P 比はフミン酸がフルボ酸よりも高い傾向が認められた。

有機物の C:N 比は有機物の分解が進行するに従い、窒素よりも炭素の減少が多いため、値が低くなる。また有機物の C:P 比は生物による加水分解等が原因となりリンが減少して、値が増加する。黒湯温泉の腐植物質の起源が同じと仮定して、今回の腐植物質分解過程をフミン酸およびフルボ酸の C:N 比および C:P 比から次の3つに分類した。①有機物の分解がある程度進行し、生物によるリンの利用も進行しているもの (6温泉のフミン酸)。②有機物の分解が進行し、リンの利用が進行していないもの (2温泉のフミン酸, 7温泉のフルボ酸)。③有機物の分解が進行してなく、リンの利用が進行していないもの (2温泉のフミン酸, 3温泉のフルボ酸)。

*刘鑫, 易容, 丸尾雅啓, 伴修平 (滋賀県大・環境)

1. はじめに

湖沼における一次生産は主にリンによって制限されている。しかし、これまでの測定方法（モリブデン青法）では、多くの場合、表層付近は測定限界を下回っており、その時空間分布を知ることはできなかった。我々は、イオンクロマトグラフィーを用いた方法で、初めて琵琶湖の正リン酸（ $\text{PO}_4\text{-P}$ ）濃度の時空間分布を明らかにした（昨年度本大会）。本研究では、本年7月までの、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、その他の栄養塩濃度などとクロロフィル *a* (Chl. *a*) 量の時空間分布について報告する。同時に行ったリン添加植物プランクトン培養実験の結果を考慮して、植物プランクトン成長と $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の関係について議論する。

2. 材料と方法

調査は、2018年4~12月、2019年3~7月の期間月1回（2019年5月のみ3回）、琵琶湖北湖の定点K4（50 m, 35°18.9' N, 136°11.4' E）にて行った。採水は、0、5、10、15、20、30、40、50 mの8深度からバンドン採水器（10 L）あるいはシンドラートラップ（20 L）にて行った。採水と同時に、CTDにて水温などの鉛直プロファイルを得た。

採取した湖水は、船上にて溶存態栄養塩濃度測定用にメンブレンフィルター（孔径 0.45 μm ）で、Chl. *a* および懸濁態炭素（PC）と窒素（PN）濃度測定用にガラス繊維フィルター（GF/F）で、それぞれ200 mLを濾過した。 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は、イオンクロマトグラフィー（ThermoFisher, ICS-1600）にて、全リン（TP）、全溶存態リン（TDP）、無機態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ ）濃度はオートアナライザー（BRAN+LUEBBE, AACS-II）にて、それぞれ測定した。懸濁態リン（PP）はTP-TDP、溶存有機態リン（DOP）はTDP- $\text{PO}_4\text{-P}$ から求めた。PC、PN濃度、およびChl. *a* 量は、CHNコーダー（SUMIGRAPH NCH-22A, SCAS）と蛍光光度計（SHIMADZU, RF-1500）にてそれぞれ測定した。

これらと同時に、植物プランクトンの培養実験を行った。実験には、0、5、10、15、20 mから、それぞれ2 Lずつ湖水を採取して目合い200- μm のメッシュを通した後に混合した。この混合試水を1-Lの

培養瓶に分注し、1 $\mu\text{mol/L}$ となるように $\text{PO}_4\text{-P}$ を添加したP添加区（+P）、そして湖底直上水を1:1で加えた深層水添加区（+B）を設けた。未処理の試水のみは対照区である。これら実験試水は、採水日の0~20 m平均水温と光条件で2日間培養し、成長速度（*g*）を $\ln(C_t/C_0)/2$ にて求めた。 C_0 と C_t は、それぞれ培養前と培養後のChl. *a* 量である。

3. 結果

湖水は、2018年には4月以降10 m以浅で徐々に昇温し、6月には10~20 mに水温躍層が形成されたが、9月以降は徐々に深くなり、12月には全層で11.7 $^{\circ}\text{C}$ になった。Chl. *a* 量は、6~7月および10~11月に20 m以浅で増加した。これに伴って $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は4月以降、表水層で徐々に低下したのに対して、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度は6~7月に20~30 mにて2 mg/L以上の中層極大を形成した。TPの変動はPPに依存的だったが、PP濃度の分布はChl. *a* のそれとは異なった。TDPとDOPの時空間変動は小さかったが、 $\text{PO}_4\text{-P}$ のそれは大きく、水深30 m以浅は常に低く30 nmol/L以下だった。30 m以深では5月に一時的に98 nmol/Lまで増加した後、再び減少し、9月におそらく台風の影響で再び132 nmol/Lまで増加した。

2019年3月は全層で $<8.6^{\circ}\text{C}$ だったが、4~7月では、水温、Chl. *a* 量、 $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は昨年と同様の分布を示した。TDPとDOPの時空間変動は昨年同様に小さかったのに対し、 $\text{PO}_4\text{-P}$ の変動は昨年とは異なった。 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は、5月上~中旬に10 mで60~70 nmol/L、40 m以深で110 nmol/Lまで増加した後、一旦42 nmol/Lまで減少するものの、6月以降、再び40 m以深で増加し、100 nmol/Lに達した。また、30 m以浅でも $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は昨年より高く、34~61 nmol/L分布した。

リン添加培養実験の結果は、2018年12月を除く全ての観測日において、琵琶湖の植物プランクトンがリン欠乏状態にあることを示した。また、2018年9月と10月には湖底付近の湖水に植物プランクトン成長に充分量リンの存在することが示された。これらはセストンC/P比の結果と整合的であった。

*小室俊輔, 北村立実, 大内孝雄, 湯澤美由紀, 福島武彦 (茨城県・霞環科セ)
増永英治, 浅岡大輝 (茨大・広域水圏セ), 番場泰彰 (国交省・霞河川)

1. はじめに

北浦は、茨城県南東部に位置する霞ヶ浦の一部で、短辺約 5 km, 長辺約 20 km の南北に延び、最大水深約 7m と浅い特徴を持つ富栄養湖である。これまでの様々な水質汚濁防止の取組みにも関わらず湖内水質が改善されない要因の一つとして、貧酸素化に伴う底泥からの栄養塩回帰が指摘されており、湖内の生態系保全や水質管理を行う上で、貧酸素水塊や水質の変動を理解することは不可欠な課題である。

そこで、本研究では、北浦における貧酸素水塊及び水質(栄養塩)への影響を解明することを目的に、北浦の湖内調査を実施した。

2. 方法

2018年夏に北浦の湖内(全域:南北方向 約 20 km, 釜谷沖:東西方向 約 2.5 km)において、近年開発された曳航式高解像度計測装置 YODA Profiler (JFE Advantech 社製)¹⁾による水温及び DO 等の現地観測、ドップラー式流向流速計による定点湖流調査及び採水による水質(栄養塩)分析を行い、貧酸素水塊及び水質の三次元的な分布を解析した。

3. 結果及び考察

3. 1 北浦全域(南北方向)調査

北浦全域調査の結果、湖底付近において、表層よりも水温が低い層が南北方向に広く形成されていることが分かった。また、この低水温層は、水深 5 m 以深で顕著であるとともに、低 DO 層(貧酸素層)の分布と概ね一致していることが分かった(図 1)。

3. 2 釜谷沖(東西方向)調査

釜谷沖調査の結果、東西方向の風によって等 DO 層が傾く、傾圧的な構造が確認された(図 2)。この等 DO 層の東西方向分布と水温鉛直構造の東西方向分布は各時間とも概ね一致しており(省略)、水温と貧酸素水塊の分布の変動は対応していることが示唆された。また、この傾圧的な構造の形成は、定点湖流調査結果より、7/12 12:00 頃の東西方向の風(風速約 3 m)に伴う、上層水の風下側への動き、下層水の風上側への動きによるものであることが推測された。さらに、水質分析の結果から、貧酸素

層において、アンモニア態窒素やりん酸態りん濃度が比較的高いことから、貧酸素水塊が北浦の栄養塩の変動に密接に関係していることが示唆された。

4. まとめ

本研究の結果、貧酸素水塊は、低水温層と密接に関係しており、特に湖底付近において広く分布していることが示唆された。また、貧酸素層は風の影響を受け複雑かつ偏在するとともに、栄養塩類は貧酸素水塊付近で比較的高く、貧酸素水塊が北浦の栄養塩循環に強く関わっていることが示唆された。

参考文献

- 1) Masunaga and Yamazaki (2014) *J. Marine Systems*

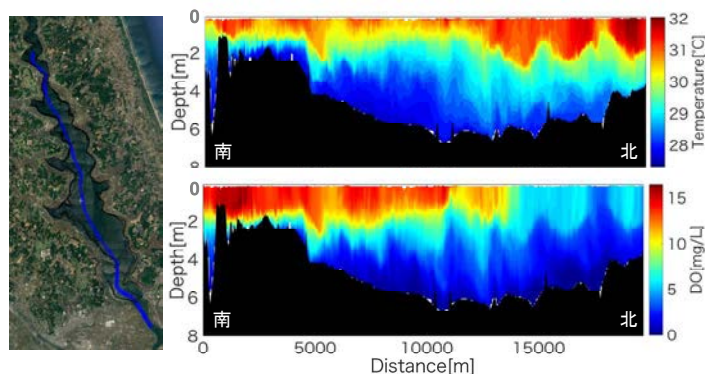


図 1 北浦の地図及び北浦全域(南北方向)の水温・DO 分布 (8/2 10:30 - 15:00) ※黒は湖底を示す

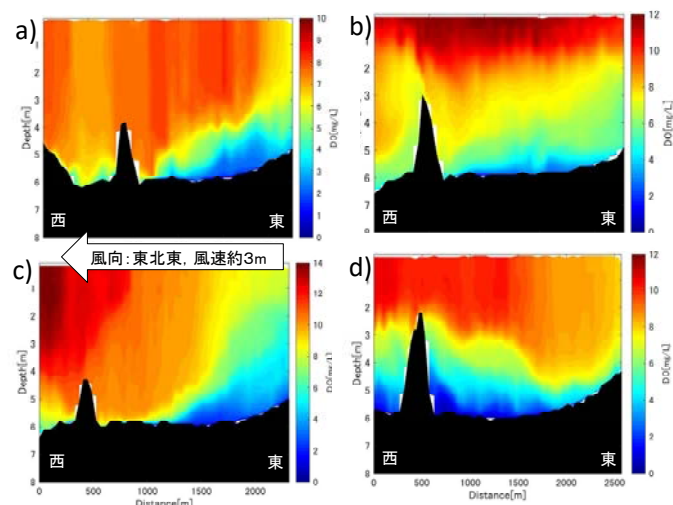


図 2 釜谷沖(東西方向)における DO 分布

- a) 7/12 4:30 - 5:30, b) 7/12 11:00 - 12:00
c) 7/12 17:00 - 18:00, d) 7/13 4:30 - 5:30

Rimana Islam Papry, 大森圭記, 山本翔太 (金沢大・院自然),
真塩麻彩実, 牧輝弥, *長谷川浩 (金沢大・理工)

1. はじめに

ヒ素は、淡水中において主に無機態のヒ酸(As(V))として存在し、化学的性質が類似するリン酸イオンとともに競争的に生物に取り込まれることが知られている。植物プランクトンの生体内において、As(V)は亜ヒ酸(As(III))に還元され、一部は有機態のモノメチルアルソン酸(MMAA)やジメチルアルシン酸(DMAA)に変換後、細胞外に放出される(Figure 1)。有機ヒ素へのAs(V)の変換量は、淡水植物プランクトンの生物種や生育環境によって多様であり、特に、塩分ストレスに対応する代謝経路が影響する可能性がある。そこで本研究では、様々な塩分度で5種類の淡水植物プランクトンの無菌培養を行い、リン酸とヒ素の濃度比を制御した条件下で培地中As(V)の化学種変化を観測するとともに、塩分度がヒ素化合物の代謝へ与える影響や淡水植物プランクトンのヒ素代謝の多様性に関して解明を試みた。

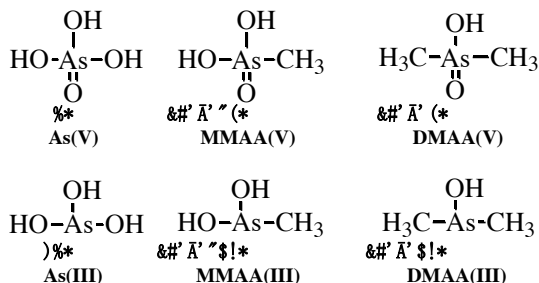


Figure 1 リン酸及びヒ素種の化学形

2. 材料と方法

植物プランクトン株として、車軸藻類の *Staurastrum paradoxum* (NIES528)、*Closterium aciculare* (琵琶湖より単離、広島県立大学内藤博士により提供)、緑藻類の *Pediastrum duplex* (NIES214)、*Scenedesmus acutus* (NIES2269)、*Botryococcus braunii* (NIES2199) を用いた。リン酸 1.0 μM 及び 20 μM、As(V) 0.1 μM、塩分度 0~5‰ (人工海水(35‰)により調整) に改変した C 培地中で 2 週間培養した後、1.0 μm ガラスフィルターにより試料水とプランクトン試料を分画して保存した。プランクトン数及び細胞の形状は分光光度計とマイクロスコープ (キーエンス) を用いてそれぞれ求めた。

培地中のヒ素種の定量には水素化物発生装置とコールドトラップを組み合わせたフレイム原子吸光光度計 (CT-HG-AAS、170-50A Atomic Absorption Spectrophotometer、日立) を用いた(Figure 2)。また細胞内の全ヒ素の定量では、フィルター上に捕集した細胞をマイクロウェーブ処理により酸分解後、誘導結合プラズマ質量分析計 (ICP-MS、SPQ9000、セイコー) に供して測定した。

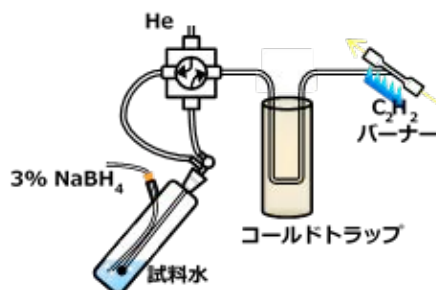


Figure 2 還元気化原子吸光法

3. 結果および考察

培地に塩分を加えて培養すると、全てのプランクトン種について塩分度の上昇とともに生長が阻害されたが、塩分ストレスへの耐性は淡水植物プランクトンの種類によって大きく異なった。例えば、*P. duplex* は塩分の影響を強く受け、塩分度 5‰において細胞壁が脆くなり、浸透圧により膨張する等、生長及び代謝が大きく阻害された。一方、*S. acutus* については、塩分度が 5‰を超えても生長や細胞の形状に影響を及ぼさなかった。

次に、ヒ素の生体内への濃縮挙動について塩分の影響を検討した。対塩性が低い *P. duplex* では、塩分度によらずヒ素種を細胞内に蓄積せずに細胞外へ放出したが、対塩性が高い *S. acutus* の培養では、塩分度が高くなると細胞内ヒ素量が増加した。

更に、*P. duplex* については、塩分度 1-3‰において、培地中の溶存 As(V)を As(III)及びDMAAに変換する作用が高くなることが分かった。一方で、As(V)を還元・メチル化する能力を示さない種も見い出されたことから、還元・メチル化能力は淡水植物プランクトンの種類や環境中の As(V)濃度及び塩分環境により多様であることが示唆された。

4 日 目

(2019 年 9 月 30 日)

ポスター発表

4日目 9/30(月) 9:00~11:30 一般ポスター発表, コアタイム(10:00~11:30) /
Poster presentations (Core time 10:00-11:30)

発表番号	ポスター&企業展示会場(自然科学研究科講義棟大講義室A)
P-25 (物理)	琵琶湖北湖における強雨に対する湖内水位応答 *岩木真穂(琵琶博)・後藤直成(滋県大)・村岡晃次(ワカト大)・早川和秀(琵琶研セ)
P-26 (物理)	音響コアリングシステムを用いた伊豆沼における蓮根分布状況のモニタリング *水野勝紀・村越誠・藤本泰文・嶋田哲郎(東大・新領域)
P-27 (物理)	琵琶湖南湖湖底における低酸素水塊の特徴について *焦春萌・石川可奈子・酒井陽一郎(琵琶研)
P-28 (化学)	琵琶湖・宍道湖におけるチオールの分布 *丸尾雅啓・大塚莉菜・川口舞(滋賀県大・環境)・小畑元(東大・大気海洋研)・菅原庄吾(島根大・総合理工)
P-29 (化学)	木場潟における有機物濃度と炭素同位体比変動 *坂口航平(金沢大・理工)・長尾誠也・松中哲也・福士圭介(金沢大・環日セ)・勝見尚也(石川県立大)
P-30 (化学)	猪苗代湖における湖水水質の長期変動 *佐藤貴之・大沼沙織・篠崎真希・中村和徳(福島県環創セ・研)
P-31 (化学)	出水時における河川水中の放射性セシウム動態 *藤田一輝・谷口圭輔・新井宏受・竹内幸生・吉田博文(福島県環創セ・研)・倉元隆之(東海大)
P-32 (化学)	蔵王山における火山活動と熱水系ヨウ素同位体比の変動 *松中哲也(金沢大・環日セ), 後藤章夫(東北大・東北アジア), 渡邊隆広(原子力機構・東濃), 土屋範芳, 平野伸夫(東北大・環境科学), 笹公和(筑波大・数理物質)
P-33 (化学)	宮城県蒲生地区における津波被害を受けた海岸の土壌及び水質特性 *高橋俊弘・大八木麻希(四日市大・環情)・平吹喜彦(東北学院大・教養)
P-34 (化学)	琵琶湖北湖の一部水域における初の全層循環未到達と春季の回復 *岡本高弘・山田健太・山本春樹・七里将一(滋琵琶研)
P-35 (化学)	降雨時期と降雨規模が森林集水域からの懸濁態, 溶存窒素流出に与える影響 :大規模降雨の増加が森林からの窒素流出に与える影響 *尾坂兼一・肥田嘉文(滋賀県大・環)・國松孝男・大手信人(京大・情)
P-36 (化学)	湖沼コア堆積物中水銀の分布 *永淵修・中澤暦・篠塚賢一(福工大)・Neil Rose・Handong Yang(UCL)・石川靖(道環境研)・菅原庄吾(島根大・総理工)・深澤達矢(北大・環工)
P-37 (生物)	糸状藻類は田面水中の生物群集に餌として利用されているか? *安野翔(埼玉県・環科国セ)・金谷弦(国環研)・菊地永祐(宮教大・教員キャリア研究機構)
P-38 (生物)	侵略的外来植物ウスゲオオバナミズキンバイ群落の発達に伴う溶存酸素濃度の低下と生物相に関する野外調査研究 *石川可奈子・酒井陽一郎・焦春萌(琵琶研セ)・中井克樹(琵琶湖博物館・滋賀県自然環境保全課)
P-39 (生物)	琵琶湖沿岸の養浜施工場所における底生動物組成と生息環境 *井上栄壮・古田世子・萩原裕規・大柳まどか(滋賀県・琵琶研セ)・武井直子・馬場大哉(東レテクノ)
P-40 (生物)	7種の水稲用除草剤に対するコウキクサと藻類の感受性比較 *上田紘司・永井孝志(農研機構・農環研)

P-41 (生物)	ダム建設予定地下流の河川に優先する付着藻類と糸状藻類の季節変化 *相子伸之(大阪府立生物多様性センター)・山本義彦・近藤美麻・小田優花・山口翔吾(大阪府立環境農林水産総合研究所)
P-42 (地理)	静岡県の一級河川天竜川と大井川における諸問題について *戸田三津夫(静岡大・工)
P-43 (地学)	高精度年代測定に基づく小川原湖(青森県)の汽水湖化時期の特定 *奈良郁子・松中哲也(金沢大・環日本海)・山崎慎一(東北大・環境)・土屋範芳・(東北大・環境)・渡邊隆広(原研)・山田和芳(ふじのくにミュージアム)・安田喜憲(ふじのくにミュージアム)
P-44 (地学)	津波堆積物の高空間分解能化学分析と供給源解析 *渡邊隆広(原子力機構・東濃)
P-45 (環境)	網走湖嫌気層における長期的環境変化 *三上英敏・五十嵐聖貴(道総研・環境研)
P-46 (生物地球化学)	Methanotrophic food webs in tropical lakes: a preliminary report *Noboru Okuda(地球研)・Mendoza Milette・Jaydan Aguilar・Karol Padilla・Jonathan Briones・Rey Papa・Masayuki Ito・Megumu Fujibayashi・Tzu-Hsuan Tu・Li-Hung Lin・Pei-Ling Wang・Yuki Kobayashi・Eleanor Austria・Fuh-Kwo Shiah
P-47 (環境)	貯水池・湖沼の水環境問題と管理に関する現状と課題 —SDGs 目標 6, 11, 13 に資する産官学の連携から共創へ— 前田広人(鹿大・水産)・清家泰(島根大・EsREC)・*古里栄一(鹿大・共創セン)・鮎川 和泰(環境システム(株))
P-48 (環境)	霞ヶ浦の生態系サービスの享受量の変遷と特徴 *北村立実・湯澤美由紀・福島武彦(茨城県霞環科セ)・松崎慎一郎・久保雄広・山野博哉(国環研)西浩司・幸福智・菊地心・吉村奈緒子(いであ(株))
P-49 (環境)	三重県中勢・北勢地域沿岸及び河川のマイクロプラスチック分布と種類 *大八木麻希・上田辰彦・前倉龍二・山口拓也・山本登夢(四日市大・環情)
P-50 (環境)	コガタシマトビケラ初期成長段階を用いた in situ バイオアッセイ法の検討 *横山淳史・稲生圭哉(農環研)
P-51 (環境)	石狩川下流域の富栄養化した湖沼における水質特性～宮島沼と三角沼の水質比較～ *木内拓海・熊谷雪乃・佐藤香衣・宮下遼・前田孝樹・市澤航平・村山由樹・村元宏州・中谷暢文(酪農大・環境)
P-52 (環境)	UAV 及び光学データを用いた沿岸環境モニタリング *白石朗光(岡山大・環境生命)・濱侃(横浜国立大・教育)・齋藤光代・岩田徹(岡山大・環境生命)

*岩木真穂(琵琶博), 後藤直成(滋県大), 村岡晃次(ワウト大), 早川和秀(琵琶研セ)

1. はじめに

これまでの水位解析において, FFT(高速フーリエ変換)により 6-7 時間の水位の応答は確認されていた(岩木ら 2014)。しかし, 静振の第 1 モードが 4 時間程度であることから, その応答がどのような現象に起因するものなのか, そして, なぜ明確に応答が表れるのか不明であった。

本発表では, 2018 年に琵琶湖内係留系に設置した深度計と濁度計にて得られたデータを用いて入力を降雨, 出力を湖内深度ならびに濁度とした時の応答関数を求め, 雨が降ってから湖の水位が上昇するまでの遅れ時間を求めた。そして, 算出された遅れ時間のうち, 6-7 時間の応答と河川長との関係を考察した。

2. 使用データ

2.1 係留系(湖内水位, 濁度)

2017年7月から2018年9月まで琵琶湖北湖内に係留系を設置し, 湖の表層(5 m, 10 m, 15m(濁度のみ))に深度計(5m, 10m: 水温深度計 COMPACT-TD JFE Advantech, 10 分間隔)と濁度計(5 m, 10 m: クロロフィル濁度計 ACLW2-USB JFE Advantech, 15 m: クロロフィル濁度計 ACLW-CMP JFE Advantech, 20 分間隔)を設置し観測を行った。

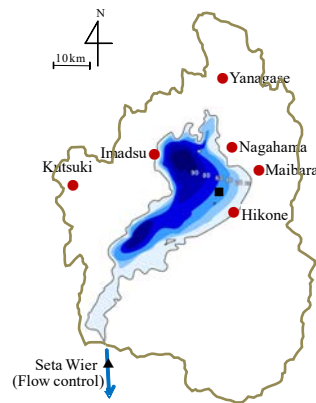


図 1: 観測地点(■)

2.2 水位と降雨量

水位データの確認のために国土交通省の琵琶湖における 2018 年 6 月から同年 7 月までの 1 時間間隔の水位観測値を用いた。気象庁アメダスの 2018 年 6 月 24 日から同年 7 月 29 日までの降雨量データを用いた。

3. 方法

2018 年 6 月 24 日-7 月 17 日までの降雨(入力)・水中深度計にて得られた湖内水位(出力)ならびに濁度(出力)データを標準化し, 降水量データの入力(降雨)の自己相関関数そして入力と出力(水位・濁度)の相互相関関数を用いて応答関数を求めた。

4. 結果

対象としたのは 7 月 5-7 日の強雨(彦根総降雨量 274 mm)による湖内水位上昇であり, この間に水位が 1.5 m 近く上昇した。濁度のピークよりも降雨直後の早い段階で湖内水位のピークがみられた。次に, 2018

年 6 月 17 日から 7 月 17 日までの降雨に対する湖内水位と濁度の応答関数を示したところ, 湖内水位のピークは 0.3, 6.7 h, 濁度のピーク(5 m)は 2.7, 10.7 h にみられた(図 2)。濁度では 3 つの深さで共通して 19.3 h にピークが見られた。

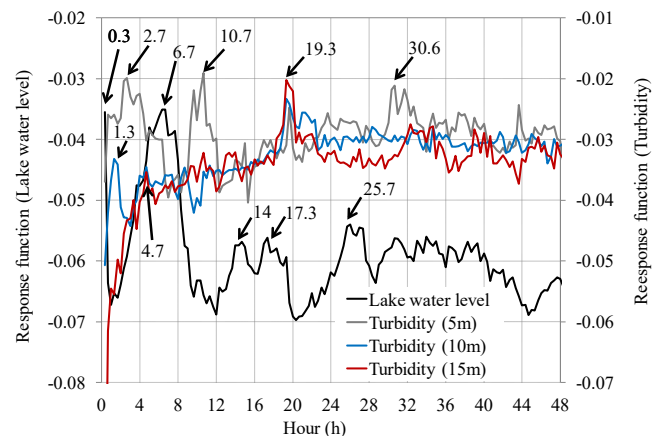


図 2: 降雨に対する水位と濁度の応答関数(48 h 以内)

5. 考察

降雨後の水位の正応答は, 湖水量の増加を示している。このため, 降雨直後の 0.3 h の応答は湖面への直接降雨が支配的であると考えられる。しかしその一方で, 小規模河川からの流入による応答の可能性も含まれている。

一方, 濁度の正応答は河川からの濁水流入, 湖底からの巻き上げ, 植物プランクトンの増殖が考えられ, これらの判別が必要である。降雨後の早い段階の応答として 12 時間以内の応答は深さごとの応答時間の違いは見られたが, 19.3 h に 3 つの深さで正の応答が確認されたことから, この時刻に(降雨後の)陸面からの濁水が観測地点に到達した時刻と推定される。

一般的に河川からの遅れ時間は河川長, 標高差, また気孔率等が影響すると考えられる。河口付近の河川の水位と雨量から推定した野洲川(65.3 km)の遅れ時間を 22 時間程度と仮定すると, 20-25 km の河川長では約 6-7 時間と推定された。

一方, 濁度の応答は 3 つの深さで応答が生じている 19.3 h よりも早い遅れ時間において, 深さごとに応答時間の違いが生じていることから, 今後は河川水の分散や濁水の速度について考察を行う。

6. まとめ

降雨に対する湖内水位と濁度の応答関数を求め, 算出された遅れ時間について考察した。また, 降雨に対する水位の応答のうち, 6-7 時間の遅れ時間は, 20-25 km の規模の河川による流入による可能性が示唆された。

*水野勝紀（東京大学大学院新領域創成科学研究科），村越誠（（株）AGS），藤本泰文，高橋佑亮，嶋田哲郎（公益財団法人宮城県伊豆沼内沼環境保全財団）

1. はじめに

宮城県北部に位置する伊豆沼・内沼では、高濁度の水域で観察されるハス *Nelumbo nucifera* が大きな群落を形成し、水面上を覆うことから沈水植物の生育環境を悪化させ、富栄養化を促進させる要因の一つとして考えられている。その一方で、ハスの根（蓮根）は渡り鳥の一種であるオオハクチョウ *Cygnus cygnus* の越冬時の重要なエネルギー源でもあるため、その生育範囲や量を適度に管理することが望ましい。本研究では、底泥中の蓮根を非接触で3次元的可視化するためのツール「3次元音響コアリングシステム」[1]を用いて、オオハクチョウの越冬期前後における蓮根分布変化のモニタリングを試みたのでその結果を報告する。

2. 材料と方法

3次元音響コアリングシステムの詳細は文献[1]を参照されたい。今回は、図1に示す伊豆沼北部の5地点において計測を実施した。1回目の計測は2017年10月13-14日（越冬前）、2回目の計測は2018年2月15-16日（越冬後）に実施した。



図1. 計測地点

3. 結果

データの一部を図2に示す。この図は、St. 1において得られた底泥中の3次元音響画像である。越冬前の画像内には、底泥表面からの深さ38cmの位置に白い反射体（蓮根）が確認された。しかし、越冬後の画像内には反射体を確認されなかった。このことから、深さ38cmの位置に確認された蓮根はオオハクチョウの越冬期に捕食されたと推察された。

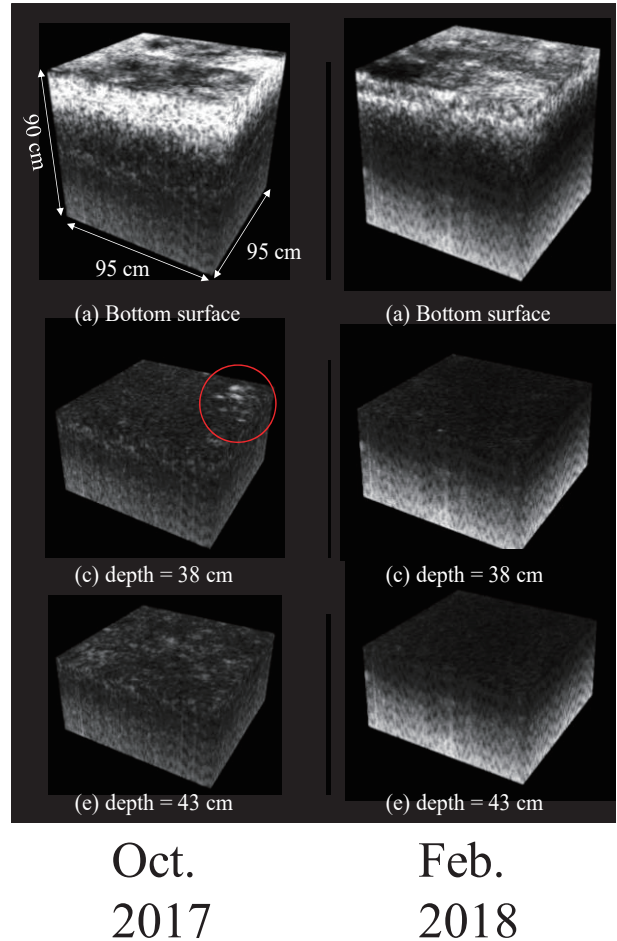


図2. St. 1の3次元音響画像
(左：越冬前，右：越冬後)

4. まとめ

越冬期前後において深さ38cmの位置に確認された蓮根が消失していたことから蓮根がオオハクチョウに捕食されたと推察された。オオハクチョウが蓮根を捕食可能な深度や捕食圧が定量化されれば、今後のハス管理における重要な情報源となると期待される。

謝辞

本研究は、科研費若手A(17H04974)及び、伊豆沼内沼環境保全財団研究助成により助成を受けて行われた。

文献

[1] K. Mizuno, et al., (2016). Automatic non-destructive three-dimensional acoustic coring system for in situ detection of aquatic plant root under the water bottom. Case Studies in Nondestructive Testing and Evaluation, 5, 1-8.

*焦春萌・石川可奈子・酒井陽一郎
(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)

1. はじめに

琵琶湖南湖は、西側が深く東側が浅い湖盆形態を有し、平均水深が4m程度の浅い湖である。瀬田・疎水からの放流による湖水の滞留時間は、3日～1か月であり、南湖の生態系は、物理環境の変化に影響されやすいと考えられ、南湖の生態系の評価と管理・再生のためには物理環境の変化の影響を解明していくことが求められる。南湖の物理環境の変化を捉えるためには、流れの分布の特徴の把握は、大変重要である。従来の調査・研究の結果によれば、南湖は、浅く小さい湖であるため、北湖における地衡流の素質を持つ安定な「環流」や「内部波」による流れ等のような時間規模の大きい流動は、存在せず、流況は一般に複雑な変動状態を持つ弱流の場合が多い。しかし、当時実施されてきた定点における連続測流および漂流版による測流は、機器の精度の制限により、南湖の流れ分布の特徴を十分把握できなかった。

また、平成6年の大渇水以降、南湖の水草の増加が著しく、夏になるとほとんど水草が覆う状況である。水草の異常繁茂による環境悪化、湖流の停滞、湖底の泥化の進行より、湖底の溶存酸素濃度が低下する。また、南湖の湖底には、砂利採取などにより深い湖底穴が多数形成され、これらの深い湖底穴では、夏に貧酸素や無酸素状態になり、湖底環境が悪化することが危惧される。

そこで、本研究では、最先端の超音波流速計(ADCP)による流れの空間分布調査により、南湖の流れの分布の特徴を把握するとともに、南北断面に自動連続観測機器での調査および数理モデルの開発を行い、湖底における低酸素水塊の特徴を把握することを目的とする。

2. 方法

本研究では、2018年夏に、自動連続観測機器により、南湖を南北方向に縦断する線上(S0～S5)で観測を連続で行った。湖底直上の水温・DO濃度の時間・空間変化の詳しい構造を把握するために、S0～S5のそれぞれ湖底直上0.5mにおいて測定精度±0.002℃の水温計(RBR社製の高精度水温計)、測定精度±1%のDO計各1台を設置した。また、船を走らせながら流れを計測できる超音波流速計(ADCP)(測定精度±5mm/s)を使って、広

域での流れの分布を測った。また、数理モデル開発で、琵琶湖南湖の鉛直成層特徴を表すため、鉛直方向に1m毎に分割し、水平方向に500m×500mのメッシュにした。

3. 結果と考察

南湖を南北方向に縦断する線上(S0～S5)での湖底直上0.5mにおいて、2018年8月下旬～9月中旬に一時的に貧酸素状態(溶存酸素は、2mg/lより低い状態)になったことが分かった。また、超音波流速計(ADCP)で船を走らせながら流れを測り、その流れの分布の詳しい構造を明らかにした(図1)。また、数理モデルでの数値実験によると、南湖の底層溶存酸素は、水草繁茂状況、南湖洗堰の放流量による流れの強さ等の影響を受けることが分かった。

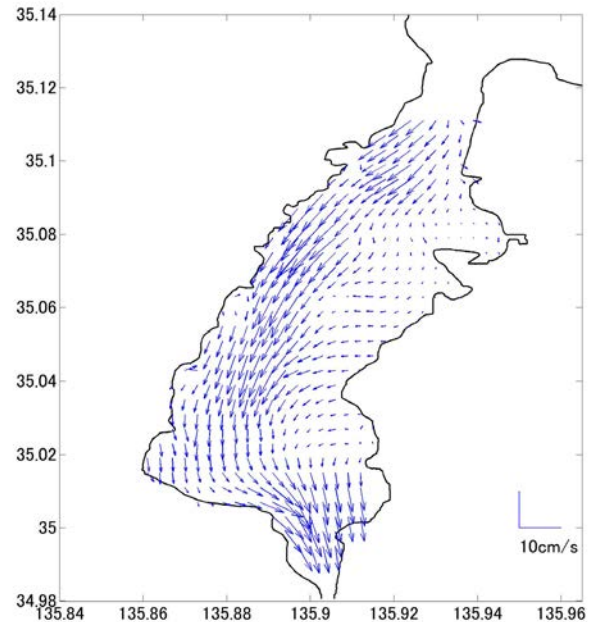


図1 2018年9月10日、超音波流速計(ADCP)で測った南湖表層の流れの空間分布

*丸尾雅啓・大塚莉菜・川口舞（滋賀県大・環境）、
小畑元（東大・大気海洋研）、菅原庄吾（島根大・総合理工）

1. はじめに

環境水中の溶存態重金属のほとんどが錯体であるが、配位子の同定はほとんど未解明である。近年、それらの一部がチオール類であることが示されたばかりである。近年、主たるチオール類(システイン: Cys、グルタチオン: GSH、N-アセチル-L-システイン: NAC)の分析に高速液体クロマトグラフィー(HPLC) - 蛍光分析による報告がみられるようになった。本研究でも琵琶湖と流入河川水中の溶存態と懸濁物中のチオールを HPLC で定量し、琵琶湖のチオール類の年間の挙動とともに、チオール類の由来の解明を試みた。比較対象として汽水湖である宍道湖においても懸濁物試料中のチオール分析を行った。

2. 材料と方法

琵琶湖水採取には、滋賀県立大学実習調査船「はっさか」を用いた。琵琶湖北湖の定点で 2018 年 6 月から 12 月にかけて 4 回観測を行った。湖北、湖東の 8 本の主要河川で、2018 年 6 月から 2019 年月にかけて 4 回採水した。また 2016 年 11 月に宍道湖の 3 か所で深度別に湖水を採取した。実験室にて試水をメンブレンフィルター（孔径 0.4 μm ）で濾過し、濾液とフィルターを回収した。宍道湖については懸濁態のみ分析した。

試水を蛍光誘導体化試薬である SBD-F と反応させたのち、生じた蛍光性誘導体を固相抽出カラムで濃縮、かつマトリックスを除去したのち溶離し、これに HPLC を適用して各チオール誘導体を分離した。これらのチオール誘導体に相当するピークを蛍光検出法で定量した。2 種類の移動相（A : 0.1mol/L リン酸溶液、B は 8%アセトニトリル水溶液）によるグラジエント溶離を行った。

懸濁態の定量も同様に行った。懸濁物を捕集したフィルターに超音波照射を行って生物の細胞を破碎した後に溶存態と同様に SBD-F を添加して抽出しながら誘導体化し、さらに固相抽出した後に、HPLC で分析した。(Rasheduzzaman et al., 2018)。

さらにチオールを生成する生物を特定するため、琵琶湖水を異なる孔径のフィルター（2, 0.4, 0.2 μm ）で順次ろ過し、各フィルター上の粒子中のチオールを分析した。

3. 結果と考察

溶存 Cys は表水層で高濃度を示すことが多かった (9 - 141 nM) が、GSH は採水時期により大きく濃度に変化した (2 - 284 nM)。NAC はほとんど検出されなかった。琵琶湖水ではプランクトン生物が多い表層懸濁物のほうが沈殿物や浮遊物を主とする深層の懸濁物よりも多くの Cys (2 - 28 nM) および GSH (0.2 - 7.5 nM) を含んでいた。孔径別のフィルター上試料を分析した結果、最も高濃度の Cys 濃度を示したのは孔径 0.4 μm のフィルターであった。孔径 2 μm のフィルターにも相当濃度の Cys が検出されていたことから懸濁態チオールの由来は湖内の植物プランクトンとバクテリア双方である可能性が高い。

琵琶湖流入河川で採取した試料において、粒状 GSH はほとんど検出されなかったことから琵琶湖の溶存態 GSH は、河川由来ではなく、湖内のプランクトン由来の可能性が高い。粒状 Cys に関しては河川においても高い値を示したため琵琶湖の溶存態 Cys の由来は不明瞭である。

宍道湖の懸濁態中チオール濃度は琵琶湖と比較して同程度 (Cys: 3.8 - 6.5 nM、GSH 1.4 - 9.6 nM) でありクロロフィル a と同じ傾向を示した。

4. 結論

琵琶湖水中の溶存態 GSH は河川由来ではなく、湖内起源である可能性が高い。溶存態 Cys の起源は現時点で不明である。懸濁態チオールの由来は植物プランクトンとバクテリア双方であるため、今後プランクトン組成との関係を検討する必要がある。

参考文献: Rasheduzzaman Md. et al. (2018) Limnology 19: 299-309.

*坂口航平（金沢大院・自然），長尾誠也，松中哲也，
 富士圭介（金沢大・環日セ），勝見尚也（石川県立大・環境）

1. はじめに

木場潟は石川県小松市に位置する湖である。近年、木場潟では COD (化学的酸素要求量) が 6~7mg/L と環境基準値の 3mg/L を大きく上回る状態であることから、木場潟の汚濁の原因解明が必要とされている。先行研究から、木場潟の COD の変動には湖の有機物が関与していることが示唆された。しかし、有機物に対する流入河川の影響については不明な点が多い。そのため、従来行っていた木場潟内部の定期的な調査に加えて、新しく流入河川も調査地点に加え、木場潟と木場潟の流入河川の有機物の動態について調査・研究を行った。

2. 測定

木場潟において毎月一回程度の間隔で定期的な調査・サンプリングを行った。調査地点は木場潟内部で 5 地点、流入河川の日用川で 1 地点の合計 6 地点で、それぞれ多項目水質計 (TOA-DKK WQC-24) による pH、溶存酸素、水温等の水質調査と 1L の採水を行った。木場潟中央部 (KB3) と流入河川 (KBH) の各地点においては懸濁粒子分析のため、60L の採水を行った。採取した湖水・河川水はメンブレンフィルター・GF/F フィルターでろ過し、それぞれ栄養塩分析、溶存有機物分析を行った。懸濁粒子は連続遠心法により捕集したのち、凍結乾燥、均一化を行い元素分析と炭素・窒素同位体比分析を行った。

3. 結果と考察

木場潟中央と流入河川における懸濁粒子中有機物の $\delta^{13}\text{C}$ は春から夏にかけて継続して木場潟において高くなる傾向が継続している。しかし、2017 年 8 月のサンプリング時にはこの傾向が逆転するとともに、木場潟中央の $\delta^{13}\text{C}$ 値が前後の月と比較して約 2‰減少している (図 1)。この原因としてサンプリングの前日に記録された一日の総雨量 106.6 mm (気象庁、小松観測点) の降雨が考えられる。この大量降雨により、木場潟に流域から大量の水が流入し、その結果 pH が前月の 9.2 から 7.1 へと大きく減少した。このことから植物プランクトンの増殖が抑えられ、粒子態有機炭素濃度と総有機炭素濃度が減少

したと考えられる。すなわち、大量降雨が発生した場合、木場潟の水質に大きな影響を与えることが示唆された。

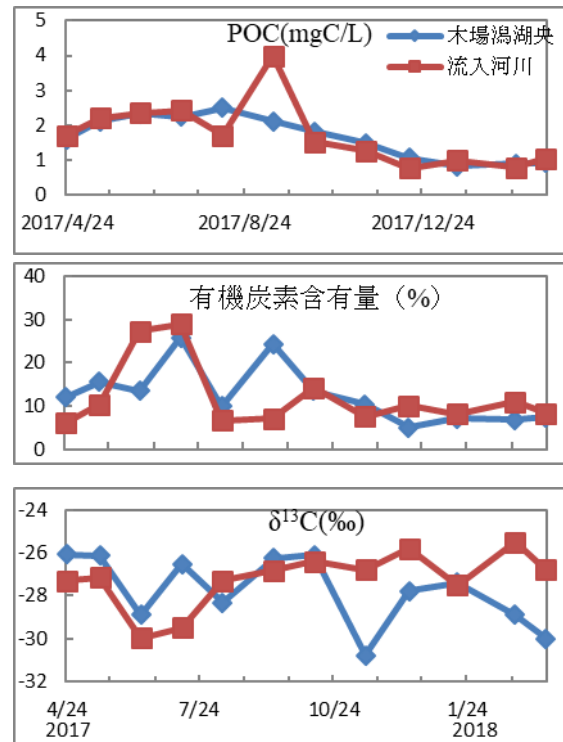


図 1：木場潟と流入河川の懸濁粒子有機炭素 (POC) 濃度、含有量、 $\delta^{13}\text{C}$ 値の時系列変化

図 2 には懸濁粒子有機物の $\delta^{13}\text{C}$ と C/N をプロットした結果、冬季 (11 月から 3 月) では $R^2=0.82$ の正の相関性があり、降雨時には $\delta^{13}\text{C}$ 値が低下したことから、冬季、春季から秋季の降雨の有無の 3 つのグループに分けることができる。この結果は各グループに分類される有機物の起源が異なる可能性を示唆している。

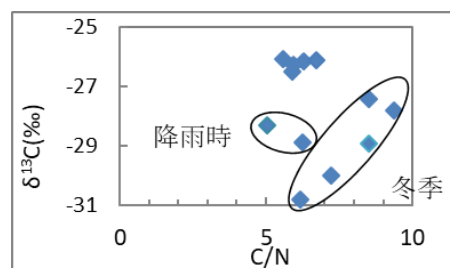


図 2：木場潟湖水中の懸濁粒子有機物の $\delta^{13}\text{C}$ と C/N

*佐藤貴之・大沼沙織・篠崎真希・中村和徳（福島県環創セ・研）

1. はじめに

猪苗代湖は、酸栄養湖に分類されているとおり、1995年頃までは湖水の pH が 5 前後の弱酸性を示していた。しかし、2010年には 6.8 まで上昇してそれ以降はほぼ中性の状態が継続している。この pH 上昇に伴い、猪苗代湖では 2002年頃から有機物濃度の指標である化学的酸素要求量（COD）が上昇をはじめ、2006年からは表層水の大腸菌群数が環境基準を超過するなど水質悪化が継続している（図 1）。

そこで本研究では、福島県がこれまでに蓄積してきた猪苗代湖湖水および流入河川水の水質の長期変動を解析し、有機物動態の面から猪苗代湖湖水の COD および大腸菌群数上昇の原因を考察した。

2. 方法

福島県水質年報（1974～2014）および福島県環境センター年報（2002～2016）に掲載されている猪苗代湖および流入河川の水質データを解析した。

3. 結果および考察

湖水 pH の中性化以前と以後の動植物プランクトンの細胞密度には大幅な増加が見られた（図 2）。これは、湖水における一次生産量が中性化以後に急激に増加したことを示しており、これが河川からの流入負荷に上乗せされる形になり、COD が上昇したと考えられた。さらに、植物プランクトンの細胞や分泌物には多量の糖質が含まれることや、細菌類によって分解されやすい易分解性有機物であることが既存研究により明らかになっている^[1,2]。表層水で生じた大腸菌群数の著しい増加は、この易分解性有機物の増加と関係している可能性が考えられた。

猪苗代湖は、典型的なリン制限湖沼であり、そのおもな原因が酸性の河川から供給される鉄やアルミニウム水酸化物を主成分とするフロックによるリンが吸着・除去によるものと考えられてきた^[3]。しかし、湖水の pH が弱酸性から中性に変化する過程において、大きな時間差がなく植物プランクトンの細胞密度が増加したことから、湖水 pH の上昇と

ともに湖水中の栄養塩類動態も大きく変化した可能性が考えられた。

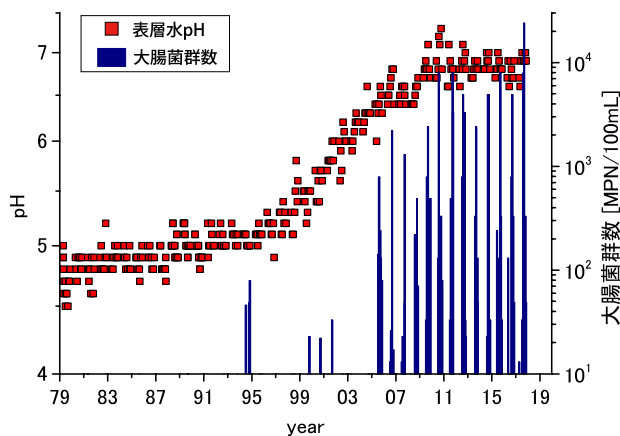


図 1 猪苗代湖表層水における pH および大腸菌群数の経年変化

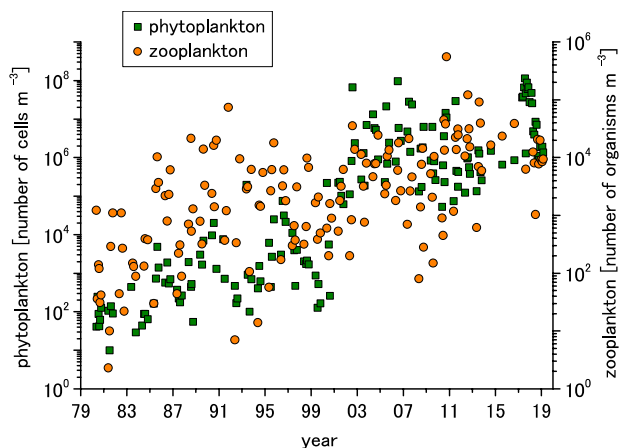


図 2 猪苗代湖表層水における動植物プランクトン数の経年変化

引用文献

- [1] Y Hanamachi, T Hama: *Limnology*, Vol. 9 No. 1, pp. 57-69, 2008.
- [2] RMW Amon, R Benner: *Limnology and Oceanography*, Vol. 41 No. 1, pp. 41-51, 1996.
- [3] 黒澤幸二, 中村玄正, 高橋幸彦, 松本順一郎: *環境工学論文集*, 第 34 巻, pp. 111-120, 1997.

*藤田一輝, 谷口圭輔, 新井宏受, 竹内幸生, 吉田博文 (福島県環創セ・研)
倉元隆之 (東海大)

1. はじめに

2011年3月に起きた東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故後には、生活圏を中心に除染が行われてきた。しかし、森林ではほぼ除染が行われなかったため、多くの放射性セシウムが森林に残されている。そのため、森林に残された放射性セシウムが、河川を通じて下流に影響を及ぼすのではないかという懸念がある。特に、降雨等による出水時には、平水時よりも多くの放射性セシウムが流下する可能性がある。

本報では福島県内の森林を流域にもつ河川において、出水イベント時の形態別放射性セシウム濃度及び移行量についての調査結果を報告する。

2. 調査方法

調査は、阿武隈川の2次支流である布川で行った。流域面積は、18.6 km²であった。流域の約90%が森林に覆われており、流域の放射性セシウム初期平均沈着量は343 kBq m²であった。

対象河川に、2016年より降水量計・水位計・濁度計を設置し、降水量は1時間間隔、水位・濁度は10分間隔でデータを取得した。水位・濁度のデータから、河川流量及び懸濁物質濃度(以下、SS濃度)を算出した。

放射性セシウム濃度測定のため、2016年4月より、平水時に100Lの河川水を数カ月おきに採取した。加えて、出水時には、自動採水器(ISCO社製6712型)と外部ポンプによる大容量採水システムを用いて、2時間間隔で約40Lずつ採水を行った。

採水した河川水は、ペリスタポンプを用いて懸濁態捕集用カートリッジ(日本バイリーン社製RP13-011)及び溶存態捕集用カートリッジ(同社製CS-13ZN)を通過させ、それぞれのカートリッジに含まれる放射性セシウム濃度をGe半導体検出器で測定し、懸濁態及び溶存態Cs-137濃度を算出した。

3. 結果

図1に2019年7月3日～5日にかけて行った出水調査時の結果を示した。この出水イベントは、総降水量47 mm、1時間あたりの最大降水量8 mm h⁻¹であった。SS濃度は流量増加とともに0.015～0.781 g L⁻¹まで上昇した。懸濁態Cs-137濃度も降雨開始とともに上昇を示したが、最大でも2500 Bq kg⁻¹であった。

一方で、平水時(2016年4月から2017年3月の期間)観測結果から、SS濃度は0.001～0.036 g L⁻¹(平均0.008 g L⁻¹)、懸濁態Cs-137濃度は1600～4400 Bq kg⁻¹(平均2660 Bq kg⁻¹)であったことから、今回の出水イベント時の懸濁態Cs-137濃度の最大値は平水時の懸濁態Cs-137濃度が示す範囲に存在しており、平水時と今回の出水イベント時では明瞭な差はみられなかった。発表時には、形態別放射性セシウムの移行量及び溶存態Cs-137の濃度変化についても併せて報告する。

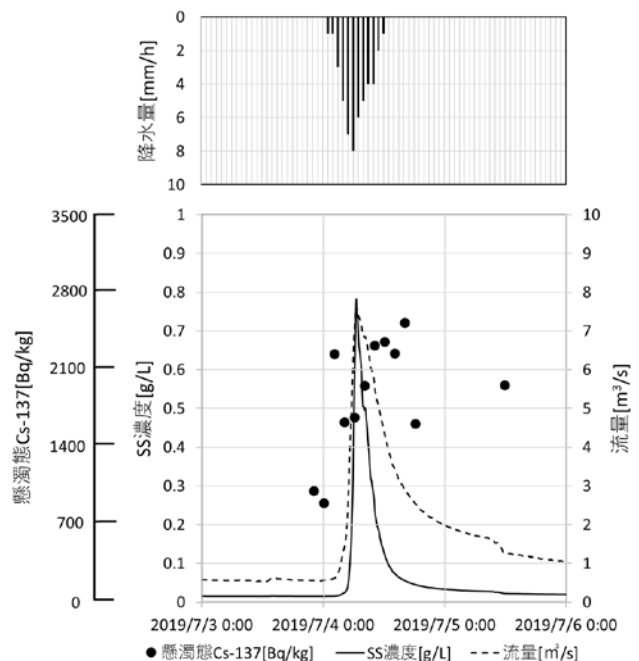


図1 出水時における降水量、懸濁態Cs-137濃度、流量、SS濃度の経時変化

*松中哲也（金沢大・環日セ），後藤章夫（東北大・東北アジア）
渡邊隆広（原子力機構・東濃），土屋範芳，平野伸夫（東北大・環境科学）
笹公和（筑波大・数理物質）

1. はじめに

2011年の東北地方太平洋沖地震後、蔵王火山の活発化が確認されている。2014年10月に火山活動との関連が疑われる火口湖白濁現象が確認された後、2015年4-6月にかけて火山性地震が月最大で319回に達し、火口周辺警報が発令された。火山活動に伴う火口湖と地熱帯の水質変化を把握するため、2013年10月から東北大を中心に定点観測が実施され、本研究ではヨウ素同位体比の変化に着目した。

長寿命放射性核種の ^{129}I （半減期：1570万年）は、大気中キセノンの核破砕と地殻中ウランの自発核分裂によって生成され、人為的には ^{235}U と ^{239}Pu の核分裂によって生成される。人為起源 ^{129}I の放出によって、表層環境中の $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ が核時代以前の水圏の $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ (1.5×10^{-12}) に比べて2-8桁上昇した。2013年10-11月における蔵王火山の火口湖と地熱帯の $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ は、 $1.6-2.2 \times 10^{-9}$ と比較的高く、主に人為起源 ^{129}I を含んだ天水 ($^{129}\text{I}/^{127}\text{I} : > 9.0 \times 10^{-9}$) の影響を強く受けていた。火山活発化に伴って深部からの物質供給があれば火口湖と地熱帯の $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ は地下起源ヨウ素の寄与増加によって低下する可能性がある。特に、2014年8-10月にかけて火口湖と地熱帯で確認された $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 低下と火山活動との関連について報告する。

2. 材料と方法

2013年10月から2017年9月の9度にわたって、蔵王火山東斜面標高1560 m地点の火口湖（直径：350 m、最大水深：26 m）で採水を行った。東北大によって総合調査が実施された6回の調査（2013年10月、2014年5月、2014年9月、2015年9月、2016年6月、2017年9月）では、湖中心付近の湖面から2 Lの湖水を採取した。また、2度の湖面白濁現象（2014年10月8日、10月19日）直後を含んだ3回（2014年10月11日、10月20日、10月31日）の試料は、仙台管区气象台と東北大によって湖西部湖岸の湖面で採取された。一方、標高1230 m地点に位置する地熱帯の2地点において、同期間の14

度にわたって2 Lの冷湧水と熱湧水を採取した。

0.45 μm のフィルターでろ過した試水1 Lに対して、2 mgのヨウ素キャリアを加えた後、ヨウ素を精製し、硝酸銀を添加してヨウ化銀ターゲットを作製した。筑波大学の加速器質量分析計によりターゲットの $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ を測定した。測定誤差は5%以下、ヨウ素キャリアを含む化学操作のブランク値 ($^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$) は 2.2×10^{-13} であった。また、試水の ^{127}I 濃度をICP-MSで測定し、試水本来の $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ を算出した。

3. 結果と考察

火口湖と地熱帯（冷湧水）における $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ の変化と火山活動の関連性を検討するため、 $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ の経時変化と活動度の指標として気象庁が計測した火山性地震（月別回数）を対比した。火口湖の $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ は2013年10月17日から2014年10月10日にかけて、基本的に火山性地震の減少と共に、 2.2×10^{-9} から 5.6×10^{-9} へ徐々に上昇した後、2014年10月20日に 4.3×10^{-10} へと1桁低下した。この著しい $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ 比低下のタイミングは、10月19日に火口湖表面で観測された2回目の白濁現象直後に対応していた。また、2014年10月10日、10月20日、10月31日における $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ の平均値は 2.3×10^{-9} であり、9月と比べて2/5程度低くなったのに対し、10月の火山性地震は9月と比べて3倍程度高くなった。更に、2014年10月までの $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ と火山性地震との間に、負の相関関係が認められた ($R^2 = 0.67, n = 4$, 2014年10月の $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ は平均値を使用)。一方、地熱帯（冷湧水）における $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ は、2014年8月の火山性地震の増大（108回）に伴って、 5.3×10^{-9} から 1.6×10^{-9} へ低下した。2015年4-6月に発令された火口周辺警報の後においても、両地点における $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ は比較的低い値を維持していた（火口湖： 1.4×10^{-9} 、地熱帯： 3.2×10^{-9} ）。火口湖と地熱帯における $^{129}\text{I}/^{127}\text{I}$ の変化は、火山活動と関連している可能性があり、2014年8月と10月に起こった火山活動の活発化に伴って、低い同位体比をもったヨウ素が地下から地熱帯と火口湖へ比較的多く供給されたと考えられる。

宮城県蒲生地区における津波被害を受けた 海岸の土壌および水質特性

* 高橋俊弘, 大八木麻希 (四日市大・環境情報),
平吹嘉彦 (東北学院大・教養)

1. はじめに

2011年3月11日に東北地方太平洋沖地震が発生し、大規模な津波が甚大な被害をもたらした。震災後、蒲生地区では保全のため、砂丘および後背湿地域で砂が流出した箇所の盛土を行った。

本研究調査対象地において、震災後には海岸林と海浜における海浜植物の種構成や生育密度の違いが明らかとされている。

本研究では、震災後の砂丘および後背湿地域の海浜、海岸林、盛土区、非盛土区での土壌および水質特性について明らかにする。

2. 材料と方法

調査場所は、宮城県仙台市宮城野区蒲生地区の海岸から1kmの範囲にて、土壌(7地点11ヶ所)と水質(3地点)を採取した。土壌は海浜 St. 1, 海岸林 St. 5 ~ St. 7, 盛土区 St. 3, 非盛土区 St. 2, St. 4 とし、深度 20cm まで採取した。水質は A1=運河, A2=木の根元の雨水, A3=溜め池とし、ポリビン 500ml で直接採取した。

分析項目について土壌は、強熱減量(IL)と粒度組成、水質は、リンと窒素の各態について分析を行った。

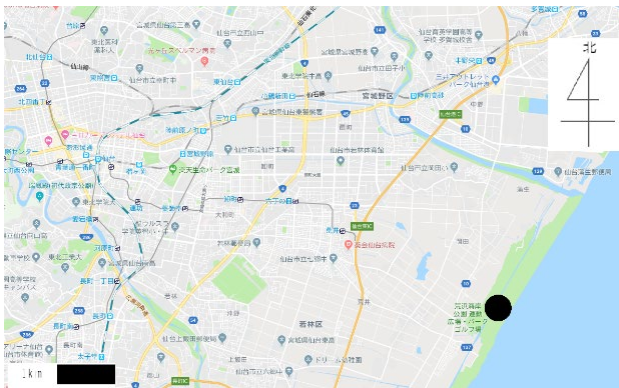


図1 宮城県蒲生地区調査区域

3. 結果及び考察

ILは、盛土区では1.3%, 非盛土区では0.7%と0.8%であった。盛土区(図2)。

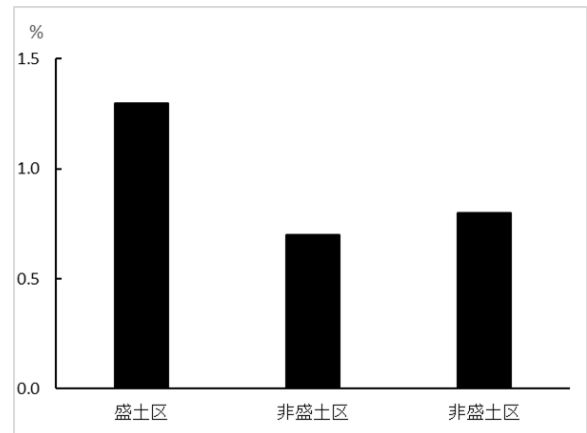


図2 強熱減量(IL)の比較

粒度組成は、全地点では250 μ m~500 μ m未満のサイズが優先していた。非盛土区では250 μ m~500 μ m未満のサイズの割合が60%以上であるのに対して、盛土区では250 μ m~500 μ m未満のサイズの割合は優先ではあるが、48%程度であった(図3)。

ILと粒度組成の結果から、盛土区と非盛土区では土壌特性に違いがみられた。



図3 粒度組成の比較

初の全層循環未到達と春季の回復

山田健太, 山本春樹, 七里将一, *岡本高弘 (滋琵琶環研)

1. はじめに

琵琶湖は温暖一回循環湖であり、琵琶湖北湖の最深部に位置する水深約 90 m の第一湖盆の湖底に、循環が到達するのは例年 1~2 月である。

当センターでは、1979 年以降、同水域の水深約 90 m の今津沖中央定点において、毎月水深別に水質を調査している。記録的な暖冬であった 2007 年には、今津沖中央定点では全層まで循環しないまま 3 月を迎えたことから、その周辺の調査を行った（岡本ら 2008）。

2019 年は、前年の夏から気温が高く表層の水温が高いまま冬を迎えたため、深層水における DO の推移に注意深く監視していく必要があり、通常より頻度を増やして調査を実施した。その結果について報告する。

2. 方法

滋賀県公共用水域水質測定計画に基づき、今津沖中央定点において水深別調査を月 2 回の頻度で実施し、今津沖中央定点を含む第一湖盆水深 90 m 周縁と中心部の 7 地点については月 2~4 回の頻度で調査を実施した。水温および DO は、多項目水質計 DataSonde5 (Hydrolab 社) を用いて測定した。なお、各地点における表層および底層は、それぞれ水深 0.5 m および湖底上 1 m を測定した。

3. 結果および考察

今津沖中央定点における水温の鉛直分布は、2019 年 2 月 12 日には表層から水深 80 m までで 8.4~8.5°C と一様になったが、水深 80 m より深い水層ではそれより低く成層期とほぼ同じ値 (8.0°C 以下) のままであった。その後も、底層の水温は低いままであり、3 月 18 日には表層の水温が上昇し始め表層と底層の水温差は 1°C 程度の差が開いた。さらに、4 月 8 日には表層および水深 5 m の水温が 10°C 以上に上昇し、水温躍層が明確に形成された。

同期間の今津沖中央定点における DO の鉛直分布は、2 月 12 日には、表層から水深 80 m までで 10 mg

L⁻¹ 前後となり、水深 80 m より深い水層ではそれより低く 6 mg L⁻¹ 前後であった。その後の調査で水深 85 m および底層の DO は、3 月 26 日に 9 mg L⁻¹ 前後の値に上昇したものの、4 月 8 日には再び 5~6 mg L⁻¹ と減少した (図 1)。

第一湖盆 7 地点の底層 DO の変動は、2 月 12 日以降、今津沖中央定点と同様に、他の地点も、値が一度上昇しても再度低下し、同日調査の 7 地点の中でもその値にばらつきが見られた。4 月 16 日以降、各地点において 7 mg L⁻¹ 前後となり 7 地点全体で上昇したものの、同調査日における第一湖盆 7 地点の最低値は 2019 年の最も高いときで 5 月 13 日の 7.1 mg L⁻¹ と、10 mg L⁻¹ 前後に届くことはなく、それ以降は 7 地点全体で徐々に減少した。

以上から、2019 年冬季は、琵琶湖水深 90 m の湖底までは循環が到達しなかったと判断した。

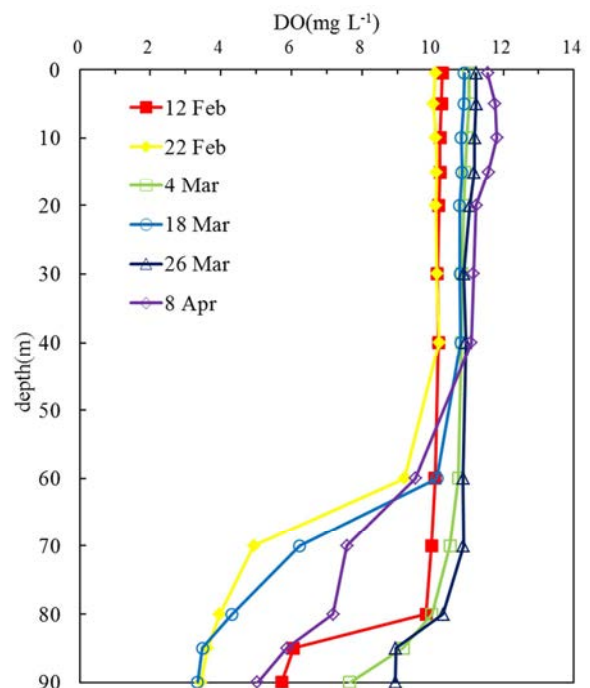


図 1. 2019 年 2 月 12 日~4 月 8 日の今津沖中央定点の水深別 DO

文献 岡本ら (2008) 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター試験研究報告書第 3 号, 125-129

降雨時期と降雨規模が森林集水域からの懸濁態、溶存窒素流出に与える影響

*尾坂兼一, 肥田嘉文, 國松孝男 (滋賀県大・環境), 大手信人 (京大・情報)

1. はじめに

森林からの窒素流出は森林植生にとって栄養塩の損失であるとともに、下流域の水圏生態系にとっては栄養塩の供給となるため、森林からの窒素流出量、流出プロセスを明らかにすることは重要である。これまでの研究により森林集水域からの下流域への窒素流出は、主に出水時に起こることが明らかになっている。また、降雨時における渓流水中の NO_3^- 濃度変動パターンやその起源は土壌中の窒素分布や動態に強く影響されていることも報告されている。しかし降雨の規模やタイミングが懸濁態、溶存態窒素の流出量に及ぼす影響について、土壌中の NO_3^- 現存量や硝化速度などの季節性の影響を含めて議論した例はほとんどない。そこで本研究では森林土壌の無機態窒素現存量、無機化速度、硝化速度を測定、異なる季節の降雨イベントで流出する懸濁態、溶存態窒素量の測定を行い、森林の内部窒素循環過程が降雨時の窒素流出量に与える影響を考察することを目的とした。

2. 材料と方法

本研究は滋賀県南部の油日森林流域において行った。1998年から2016年の間に24回の降雨時調査、2012年から2013年にかけて11回の土壌調査を行った。降雨調査で採取した渓流水からは各種窒素化合物濃度、土壌調査で採取した土壌からは含水比、 NO_3^- 現存量、硝化速度、CN比の測定を行った。

3. 結果と考察

本集水域において降雨時の懸濁態窒素(PN)濃度は流量の増加とともに急激に上昇し、1降雨イベントのPN流出量と流量の関係をべき関数で近似した時のべき指数は1.26であった(図1(c))。このことは流量の増加に伴って単位流量あたりのPN流出量が増加量することを示している。一方、本集水域では大規模な降雨イベントを含めても流量と NO_3^- 流出量との関係は直線的であった(べき関数で近似した時のべき指数は0.95, 図1(a))。すなわち、降雨の規模が大きくなっても単位流量あたりの NO_3^- 流出量はほとんど変わらない。これらのことは今後規模の大き

い降水量が増加した場合の森林からの窒素流出の応答について、森林から流出する主要な窒素化合物の種類が大きな影響を与えると言える。

図2に図1(a)の回帰線から予測した NO_3^- 流出量と実際の NO_3^- 流出量の比と、降雨イベント前7日間の先行降雨量の関係を示す。夏期の全ての降雨イベントにおいて、降雨の規模、先行降雨の有無に関わらず統計的に予測された NO_3^- 流出量よりも実際の NO_3^- 流出量の方が大きかった。一方、春期、秋期、冬期の降雨イベントでは先行降雨量が多いほど統計的に予測された NO_3^- 流出量よりも実際の NO_3^- 流出量が少なかった。つまり、同規模の降雨でも夏期の降雨時では他の季節の降雨よりも NO_3^- が流出しやすいと言える。これらのことは今後、夏期の降雨が増加すると単位流量あたりの NO_3^- 流出量が増加することを示唆している。発表では土壌分析のデータを含めて考察を行う予定である。

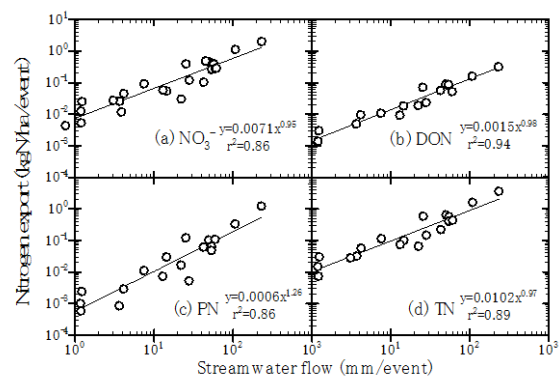


図1. 降雨時の渓流水流出量と各種窒素流出量の関係

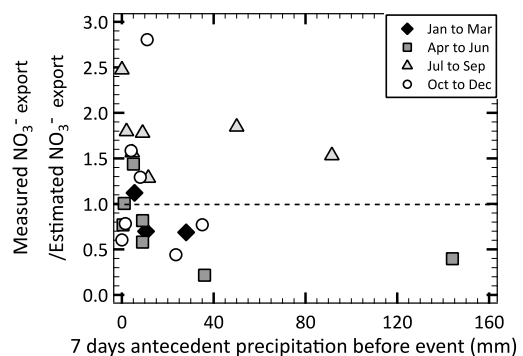


図2. 降雨イベント前7日間の降水量とLQ式で予測した NO_3^- 流出量と実測値との比の関係

*永淵修 (福工大・総), 中澤暦 (福工大・総), 篠塚賢一 (福工大・総)
Neil Rose (UCL), Handong Yang (UCL), 石川靖 (道環境研),
菅原章吾 (島根大・総理工), 深澤達矢 (北大環工)

1. はじめに

水銀は、その毒性と環境汚染により、現在でも懸念される元素である。人為的発生源から放出される水銀は、その性質から広く地球上に拡散しており、世界中で高い水銀の沈着率を示している。

水銀汚染の履歴は、世界中の堆積物、泥炭湿原、氷河など様々なアーカイブで発見されている。湖沼の堆積物は、水銀汚染の記録を示すため多くの地域で研究されており、直接大気沈着に由来するもの、あるいは集水域から湖沼に運ばれた水銀は過去100~200年で著しく増大している。英国の研究では、湖沼堆積物中の水銀濃度が劇的に増大するのは産業革命以後である。一方、我が国では、山岳湖沼のような単純な系での堆積物中水銀の研究は、ほとんどない。また、我が国における水銀の発生源は、化石燃料の燃焼、水銀農薬の散布、火山からの放出が主なものになる。しかし、ここで対象としている湖沼は山岳湖沼か集水域に水田のない湖沼である。したがって、ここでの主な水銀の起源は、化石燃料由来と火山由来である。

本研究では、人為的水銀発生源のない遠隔地において堆積物コアが示す水銀汚染の履歴を明らかにし、人為起源の水銀と火山由来の水銀汚染を評価するものである。

2. 材料と方法

対象湖沼は、道東の摩周湖と阿寒湖沼群(阿寒湖、パンケトウ、ペンケトウ、太郎湖、次郎湖、オンネトウ)である。堆積物コアの採取は、2010年と2011年に行った。堆積物中の総水銀濃度は、加熱気化水銀測定装置(MA-2000)(日本インスツルメンツ社)を用いて行った。堆積物(阿寒湖、パンケトウ)の年代測定は、HPGe GWL シリーズ低バックグラウンドゲルマニウム半導体検出器(ORTEC社)を用いて ^{210}Pb (46.5keV)、 ^{137}Cs (662keV)、 ^{241}Am (59.5keV)について分析した。

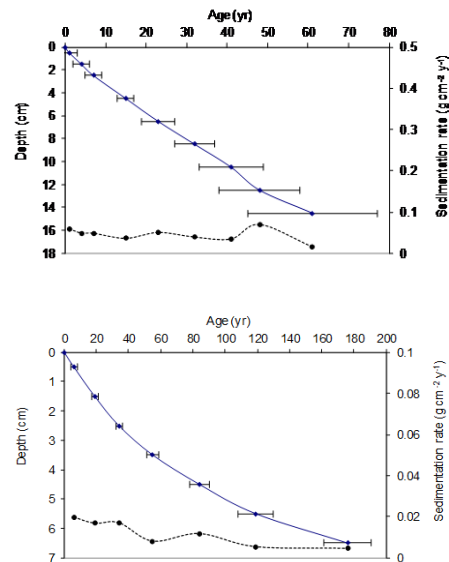


図1 阿寒湖(上)とパンケトウ(下)の堆積速度(破線)と推定年代(実線)

3. 結果と考察

図1に阿寒湖とパンケトウの堆積速度と推定年代を示す。阿寒湖の堆積速度が速く、パンケトウが遅いことがわかる。阿寒湖の堆積物コアは約15cm、パンケトウは約13cmとほぼ同じであったが、前者は70年、後者は180年の過去の履歴を示している。なお、阿寒湖、パンケトウともに2011年9月にサンプリングしており、2011年3月11日の東日本大震災による福島第一原子力発電所で発生した炉心溶融など一連の放射性物質の放出が北海道東部の湖沼堆積物コアに記録されているかを ^{137}Cs と ^{241}Am で検討したが、道東地方には汚染気塊は到達してないと考えられた。

堆積物中水銀濃度のプロファイルは、阿寒湖ではパンケトウより濃度が高いがプロファイルが、複雑であり、雌阿寒岳の火山活動の影響を反映していると考えられた。パンケトウでは、非常の濃度が低いが表層から2-3cm層(1978年)にピークがあり、他の元素の汚染プロファイルに近似している。他の湖沼の詳細は、当日ポスターに示す。

利用されているか？

*安野翔（埼玉県・環科国セ）、金谷弦（国環研）
菊地永祐（宮教大・教員キャリア研究機構）

1. はじめに

水田は、人為的に管理された一時的水域であるが、多様な生物の生息地・繁殖地としても機能している。湛水した水田は、極めて浅く富栄養な止水環境であり、しばしば糸状藻類が繁茂する点で特徴的である。しかし、水田食物網の研究事例は湖沼等と比べて少なく、糸状藻類の餌資源としての寄与についてもよく分かっていない。本研究では、田面水中に生息する動物の炭素・窒素安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$) を測定することで、食物網への糸状藻類の寄与を評価した。

2. 材料と方法

宮城県大郷町に位置する水田 2 箇所（水田 1：有機肥料使用、除草剤・殺虫剤不使用、水田 2：有機・化学肥料併用、除草剤のみ使用）で調査を行った。2012 年は水田 1 で、2013 年は水田 2 において、6 月中旬から 7 月前半にかけてサンプルを採集した。生産者（有機物）として、懸濁有機物（POM）、底生微細藻類、土壌有機物（SOM）、糸状藻類（アオミドロ属の 1 種）を採集した。水田 1 では一次消費者から肉食者まで合計 10 分類群、水田 2 では 10 分類群の底生動物を採集し、 $\delta^{13}\text{C}$ 値および $\delta^{15}\text{N}$ 値を測定した。水生昆虫とカエル類については、幼生をサンプルとした。ベイズ推定を用いた同位体混合モデル（SIAR）により、各消費者の $\delta^{13}\text{C}$ 値から、各生産者について炭素起源としての寄与率を推定した。

3. 結果

生産者の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、水田 1 では $-30.7\sim-18.8\%$ 、水田 2 では $-27.2\sim-21.0\%$ の範囲にあり、糸状藻類が最も高い値を示した（水田 1： $-18.8\pm 1.3\%$ （平均値 \pm 標準偏差）、水田 2： $-21.0\pm 2.6\%$ ）。消費者の $\delta^{13}\text{C}$ 値も、水田 1 では $-28.7\sim-20.8\%$ 、水田 2 では $-26.6\sim-18.6\%$ と広い範囲を示した。消費者の中でも、甲虫のコガシラミズムシ幼虫（水田 1： $-20.8\pm 1.7\%$ 、

水田 2： $-18.6\pm 1.6\%$ ）および水田 1 のみから得られた甲虫のゴマフガムシ属幼虫 ($-21.9\pm 1.1\%$) は特に高い $\delta^{13}\text{C}$ 値を示した。一方、コガシラミズムシ幼虫の $\delta^{15}\text{N}$ 値は、餌候補である糸状藻類よりも低い値を示した。

SIAR により糸状藻類の炭素起源としての寄与率を推定したところ、コガシラミズムシ幼虫への寄与がどちらの水田でも最も高く（水田 1：70.5%、水田 2：82.6%；数値は最頻値を示す）、次いで水田 1 で採集されたゴマフガムシ属幼虫（51.6%）、水田 2 で採集されたコオイムシ幼虫（37.5%）で寄与率が比較的高いと推定された。ニホンアマガエルとトウキョウダルマガエルについては、水田 1 でそれぞれ 38.8%、35.0% だったが、水田 2 では 7.2%、1.2% と水田間で糸状藻類の寄与率が大きく異なった。その他の消費者に対する糸状藻類の寄与率は、水田 1 では 1.0~21.7%、水田 2 では 4.3~30.6% であり、むしろ POM、底生微細藻類、SOM のほうが炭素起源として重要であった。

4. 考察

今回の推定結果から、糸状藻類を起点とする食物連鎖経路は、田面水中に生息する一部の消費者に対して重要であることが示唆された。コガシラミズムシ幼虫は糸状藻類を摂食することが知られており、SIAR の推定結果からも糸状藻類由来の炭素を高い割合で同化していることが示唆された。しかし、コガシラミズムシ幼虫の $\delta^{15}\text{N}$ 値は餌候補である糸状藻類よりも 1.7~1.9% 低い値を示したことから、藻体中の $\delta^{15}\text{N}$ 値の低い部分を選択的に摂食または同化した可能性が考えられる。肉食者であるゴマフガムシ属やコオイムシの幼虫も比較的高い割合で糸状藻類由来の炭素を同化していたことから、コガシラミズムシが肉食者の餌となることで、糸状藻類を田面水中の食物網へ取り込む役割を担っていると考えられる。

溶存酸素濃度の低下と生物相に関する野外調査研究

*石川可奈子, 酒井陽一郎, 焦春萌 (琵琶研セ)
中井克樹 (琵琶湖博物館・滋賀県自然環境保全課)

1. はじめに

近年、琵琶湖では特定外来生物オオバナミズキンバイ（亜種ウスゲオオバナミズキンバイ、以下、オオバナ）が侵入し、特に南湖で生育面積を急増させた。そこで、2014年度から滋賀県を中心に協議会を設置して防除事業に着手、2016年度からは大規模駆除と巡回・監視を主軸とした対策を推進し、2018年度まで3年連続で生育面積を減少させた。オオバナによる生態的影響として、群落の発達による水面の被覆の影響が想定されることから、群落の被覆範囲の内外で水質に関するモニタリング調査を行った結果について報告する。

2. 調査地と方法

対策事業では、オオバナの大規模群落を順番に除去するなかで、順番待ちとなる大規模群落に対して流失リスクを減らすため、大規模群落を包囲する流失防止フェンスが試験的に設置され、その内側でオオバナ群落の成長が許容された。南湖西岸の山ノ下湾の南岸沿いのフェンス包囲箇所において、その内側(水深1.2m)と外側(水深1.25m)に2018年4月25日～9月18日、メモリー式溶存酸素計(HOBO U26 付着物除去ガード付き)を湖底上30～50cmに設置し、山ノ下湾中央部(水深2.2m)に2018年4月5日～12月25日の期間、メモリー式溶存酸素計(RBR社製)を湖底上50cmに設置した。水温および溶存酸素濃度(DO)データは、フェンス内と外は10分、湾中央部は30分間隔で取得した。また、2018年4月25日5月28日、7月11日

にフェンス内の湖底上50cmにおいてボトル採水

(2L)を行い、COIプライマーを用いた環境DNA解析により生息動物を検出した。

3. 結果・考察

湾中央部では平均水温が4月の15℃から5月18℃、6月23℃へと上昇し、7月、8月に30℃でピークとなった後低下、12月に11℃を示した。DOは4月、5月は最低値が7mg/L、6mg/Lであったが、6月に1mg/Lを記録した後、7月3mg/L、8月1mg/L、9月0mg/L(測定限界以下)と生物の生息に適さないレベル(DO<4mg/L)にまで低下する状況が見られた。10月以降は最低値が6mg/Lを下回ることはなかった(図1)。フェンス内のDOは、4月5月の湖水採取時まで、最低値が4mg/Lになることはなかったが、7月は0mg/L(測定限界以下)を示した。

フェンス内では、オオバナ群落は2017年12月の面積調査の時点で生育面積が2,251m²あり、フェンスの際まで拡大していた。環境DNA調査では、動物プランクトン、ミミズ類は4月、5月、7月のいずれも検出され、ユスリカ類は、4月、5月に検出されたが7月は検出されなかった。魚類では、フナは4月、5月、7月のいずれも検出され、ニゴイは4月のみ、ブルーギルは4月、5月のみ検出された。これらの結果から、オオバナ群落下の動物相は7月になると低酸素耐性の高い構成になっていることが示唆された。今後、更なる調査により、適正な外来種管理に基づく水域・生態系管理方法を検討していく必要があると考えている。

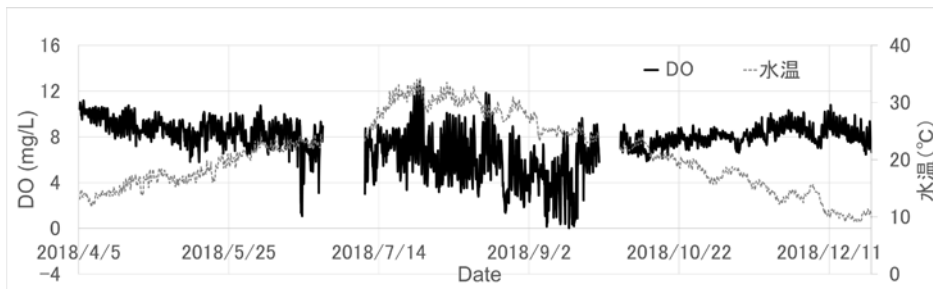


図1 山の下湾中央部(湖底-50cm 深:2.2m)における溶存酸素と水温の変化

*井上栄壮, 古田世子, 萩原裕規, 大柳まどか (滋賀県・琵琶湖研セ)
武井直子, 馬場大哉 (東レテクノ)

1. はじめに

琵琶湖集水域では、治山・砂防事業による土砂移動の調節、河川事業等によるダムや河道内の堆積土砂の除去等が行われてきた。これらの事業による湖内への土砂供給の減少が一因となり、砂浜侵食（浜欠け）が生じていることから、滋賀県では浜欠け発生場所への土砂搬入（養浜）等の対策を進めている。

琵琶湖では、在来魚介類の減少等、生態系の課題が顕在化しており、改善に向けた対策が求められている。演者らは、沿岸の砂地における生態系改善手法の検討に資するため、養浜施工場所等における底生動物の生息状況と生息環境等の現状把握調査を実施している。本発表では、2017年12月から2018年10月までの調査結果に基づき、底生動物組成と生息環境条件等との対応関係を評価し報告する。

2. 材料と方法

琵琶湖沿岸の養浜施工地点（野洲市マイアミ浜、2016年2月・11月施工）およびその他の地点において、2017年12月～2018年1月（10地点）、2018年8月・10月（各6地点）に現地調査を実施した。底生動物は、エクマン・バージ採泥器（開口部15cm）

×15cm）で底質を3回採取し、目合250 μ mのネットでふるった残渣を10%ホルマリンで固定した後、選別・計数した。底質は、エクマン・バージ採泥器で採取またはダイバーによるコア採取を行い、表層10cmの粒度組成、有機物・栄養塩等の濃度、表層1cmの藻類細胞数等を測定した。水質は、水面下0.5mの湖水をバンドン採水器で採取し、有機物・栄養塩等の濃度、植物プランクトン細胞数等を測定した。また、各地点の湖底断面形状を把握するため、水際から50m沖までの水深を一定間隔で測定した。

3. 結果と考察

主な底生動物のうち、優占した水生貧毛類（ミミズ類）、シジミ類の生息密度（図1）は、底質粒径平均値がそれぞれ約350～700 μ m・350～450 μ m、強熱減量がいずれも約1.0～1.5%、水深がそれぞれ約1.0～2.3m・約0.9～1.3mの地点で高い傾向がみられた。

底生動物の生息密度組成と水質・底質条件等の対応関係を正準対応分析（CCA）で解析した結果、底生動物組成を規定する主な環境因子は、湖岸傾斜、餌環境、底質粒径等と考えられた。

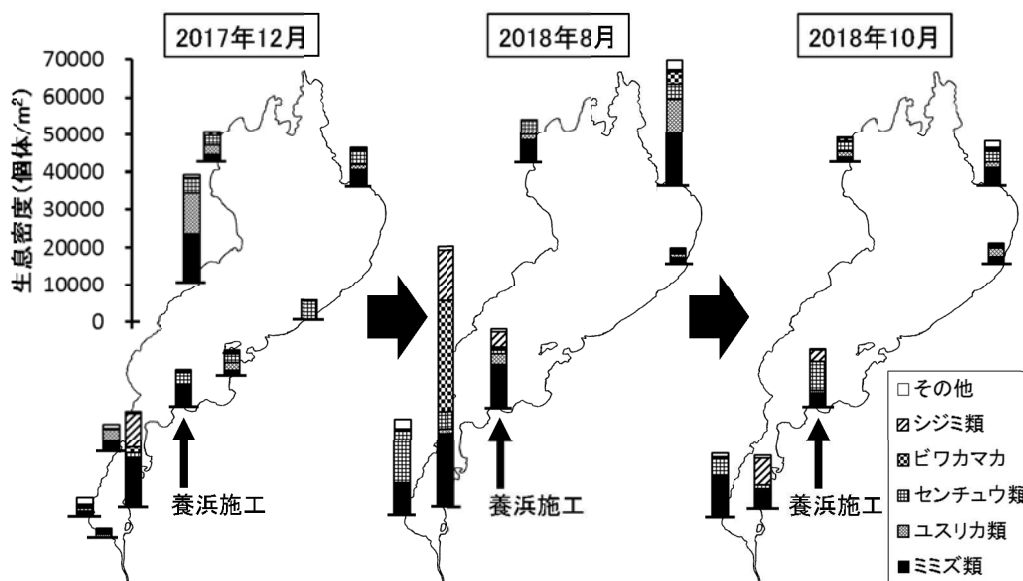


図1. 琵琶湖沿岸における底生動物組成・生息密度（2017年12月、2018年8月・10月）。

*上田紘司, 永井孝志 (農研機構・農環研)

1. はじめに

除草剤は、水生生物の中でも藻類や水草等の一次生産者に対して特に毒性が高く、除草剤は水系に流出した際に非防除対象の一次生産者に影響を及ぼすリスクがある。一次生産者に対する毒性を調べるための代表的な試験生物種として、感受性が高いという理由から、緑藻の *Pseudokirchneriella subcapitata* がこれまで幅広く活用されてきた。一方で、筆者らの先行研究により、除草剤の種類によっては *P. subcapitata* よりも高い感受性を示す藻類が存在することが明らかになっている。また、欧米等では藻類に加え水草（アオウキクサ属植物 *Lemna* spp.等）を対象としたリスク評価がすでに導入されており、日本でも導入されることとなった。そのため、藻類と水草の感受性データを整理し、水草を試験生物として導入する妥当性を示す必要がある。そこで本研究では、一次生産者における除草剤に対する種の感受性差を把握するために、アオウキクサ属のコウキクサ *Lemna minor* を用いた効率的なハイスループット培養試験法を活用し、7種の水稲用除草剤に対するコウキクサと6種の藻類（表1）の感受性（半数影響濃度、EC50）を比較した。

2. 材料と方法

本研究では、6穴マイクロプレートのウェル中の10 mLの試験液（SIS培地）に移植したコウキクサを24°C、照度5000 lux（連続照射）条件下の恒温器内で7日間生長させた。連数は濃度区を3連、対象区を6連とした。オーバーヘッドのスキヤナで上部からマイクロプレートの画像を撮影し、画像解析によって植物バイオマスを緑色部分の面積として測定した。緑色部分の面積の生長速度をエンドポイントとしてEC50を求めた。被験物質はシクロスルフアムロン、シメトリン、ピラクロニル、ピラゾキシフェン、プレチラクロール、エスプロカルブ、2,4-Dの7種の水稲用除草剤を用いた。比較対象の藻類の毒性データはNagai et al. (2016)、Nagai (2016, 2019)を用いた。

3. 結果と考察

感受性比較の結果は、シクロスルフアムロンがコウキクサに対して最も高い毒性を示した（表2）。シメトリン、ピラクロニルおよびピラゾキシフェンは、*P. subcapitata* 以外の藻類（*Desmodesmus subspicatus*あるいは*Navicula pelliculosa*）に、プレチラクロールおよびエスプロカルブは、*P. subcapitata* に対して最も高い毒性を示した。2,4-Dは、いずれの試験種に対しても低い毒性（16000~>100000 µg/L）を示した。これらの結果から、これまで行われてきた単独の藻類種によるリスク評価は不適切であり、複数の藻類種や水草を加えて評価することが適切であることが明らかとなった。

表1. コウキクサとの感受性比較に用いた藻類

学名	分類
<i>Pseudanabaena galeata</i>	シアノバクテリア
<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	緑藻
<i>Desmodesmus subspicatus</i>	緑藻
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	珪藻
<i>Nitzschia palea</i>	珪藻
<i>Navicula pelliculosa</i>	珪藻

表2. 7種の除草剤に対するコウキクサのEC50

除草剤	EC50 (µg/L)
シクロスルフアムロン	0.28
シメトリン	35
ピラクロニル	6.2
ピラゾキシフェン	>1200
プレチラクロール	4.7
エスプロカルブ	1900
2,4-D	16000

出典

Nagai et al. (2016) Environmental Toxicology and Chemistry, 35(2), 368-375

Nagai (2016) Journal of Pesticide Science, 41(1), 6-14

Nagai (2019) Journal of Pesticide Science, in press

P-41 ダム建設予定地下流の河川に優先する付着藻類と糸状藻類の季節変化

相子伸之・山本義彦・近藤美麻・小田優花・山口翔吾

(大阪府立環境農林水産総合研究所 生物多様性センター)

1. はじめに

大阪府北部を流れる淀川水系の安威川では、治水ダムを建設中である。ダム建設は治水において有効な手段であるが、一方でその下流の流況が平滑化することで河床攪乱頻度が減少することが指摘されている。河床攪乱頻度の減少は、河川生態系の一次生産を担う付着藻類の動態を大きく変化させることが知られている。とくに、付着藻類のうち糸状体を形成する藻類（以下、糸状藻類）が過剰繁茂した場合はせん断される機会が乏しいため、景観を損ねることや、藻類を捕食する魚類等の生物相が急激に変化することが懸念される。

ダム完成後は、ダム下流の河床攪乱を誘発するための方策として、一時的な人工洪水をおこすフラッシュ放流を実施する予定である。しかしながら、フラッシュ放流を「どの時期に」、「どのくらいの頻度で」、「どの程度の規模で実施するか」についてはそれぞれのダム下流の多くの情報に基づき検討する必要がある。そこで本研究では、フラッシュ放流実施のための基礎データを得ることを目的として、ダム建設地の下流において、ダム完成前の現状で確認される付着藻類と糸状藻類を調査し、降雨との関係を調査した。

2. 材料と方法

付着藻類は、夏季調査として2018年5月31日から8月9日までは週1回程度の調査を実施した。また、冬季調査として、2019年1月17日に調査を実施した。糸状藻類は、付着藻類と同日に行うとともに、付着藻類調査のない時期には月1回の頻度で実施し季節変化を調べた。調査地点は、ダム本体の下流において、上流からダム直下、桑原橋付近、長ヶ橋付近、是推橋付近、および名神高速下流の5地点とした。

付着藻類調査では、各調査地点において16個の石を採集し、ひとつの石あたり5×5cmの面積の付着物をナイロンブラシで剥ぎ取り、蒸留水で洗い流し集めたものをサンプルとした。採取した試料は速

やかに持ち帰り、クロロフィルa量などの測定、および同定・計数に用いた。なお、本調査では任意の石を採集して付着藻類の組成を把握する任意調査と、初回の調査時に標識付けをした石から毎回試料を採取する定量調査を実施した。また、糸状藻類調査では、それぞれの地点の複数個所から目視で藻類を採取し、光学顕微鏡下で同定した。

3. 結果と考察

2018年の夏季調査期間中、最も日降水量が多かったのは6月21日の降雨であった(日降水量75mm)。翌日の6月22日には、各調査地点における任意調査では付着藻類の細胞数が80-98%、クロロフィルa量が51~88%が減少した。2017年の調査でも日降水量84.5mmの降雨後に同程度の減少が確認された。増水から1週間後の6月29日の調査では、細胞数とクロロフィルa量は概ね同程度かそれ以上まで増加した。ダム建設予定地直下では*Navicula phylleptosoma*、その下流に位置する桑原橋、長ヶ橋、是推橋、および名神高速下流では、それぞれ*Navicula minima*、*Homoeothrix janthina*、*Homoeothrix janthina*、および*Stigeoclonium sp.*が優占した。

現在の安威川においては、自然降雨に伴う付着藻類の剥離更新が生じており、同一種の糸状藻類が通年して優占する傾向はみられなかった。また、糸状藻類は時空間的にその場所に適した藻類が繁茂するが、自然な衰退や降雨に伴う剥離が生じていたことから、現状では過年度と同様に良好な河川環境が維持されていると考えられた。しかしながら、6月下旬の水位の低い時期には、同一種の糸状藻類が過剰繁茂することもあった。ダム建設後のフラッシュ放流による糸状藻類の管理を考えるうえで、優占種の変化と、継続した降水量、水位、あるいは流速との関係について、今後ともモニタリングを継続していく必要があると考えられた。

謝辞 本研究は大阪府の委託による安威川ダム魚類等調査業務の一環として実施したものです。

1. 導入

静岡県の二つの一級河川、大井川と天竜川は、流量が豊富で首都圏と名古屋に近いことから明治以降ダム建設による電源開発が進められ、現在でも私たちが享受している利益は計り知れず、現代社会は大型ダムなしには成立しない。一方で、ダムは、生態系、文化、産業などに大きな影響を与える。大都市の水道を支え、近郊の園芸農業を可能にした反面、地域文化を衰退させ、水圏生態系に壊滅的打撃を与えた。また、林業から川を使った大量の木材を安価に運搬する手段を奪った。

巨大な河川横断構築物である大型ダムは、簡単には壊れないが、環境配慮やLCA、撤去などについて十分に考えられていない。そのため、現代の大型ダムには、堆砂、下流濁水化、生物往来阻害、水質変化、栄養塩流下阻害など、徐々にリスクが増す解決困難な問題がある。今回、二河川について、河川環境の最近の問題に触れながら、利用も考慮しSDGs対応の持続可能なしくみを提案する。

2. 状況

天竜川における主なダム問題に、(1) ダム堆砂、(2) 長期濁水、(3) 水生生物の移動阻害、(4) 水質の変化、(5) 流量の減少、(6) 河床攪乱の減少、(7) 川による木材搬出が不可能となったことがある。それぞれの問題は互いに相互作用しあう部分もあり、例えば、(3)によりアユは遡上できなくなり、現在トラックで汲みあげ放流されているが、(2)のために良質のコケが生育せず、(6)により産卵場の環境が整わず、資源が衰退している。

この問題は指摘されて久しいが、国土交通省、電源開発、中部電力、漁協、地元地域、地域行政(浜松市)、環境に携わる人たちの管轄、考えや希望がうまく調整されているとは言えず、問題は軽減されることなく、有効な対策も取られておらず、また、希望的な展望示されていない。

3. 提案

演者はすでに、(1) 佐久間ダム堆砂運搬方法として鉄道の建設[1]、(2) 濁水としての清水バイパス[2]、(3) 河川機能回復のために本流から貯水湖

を隔離し現在の堤体を流水型ダムとして運用[3]、清水バイパスの流量安定のために本流西側の大千瀬川支流大入川(おおいゅうがわ)に調整用の小型のダムを設置すること[4]を提案してきた。

以下に、二河川についての提案を記す。

【天竜川】

新時代の木材運搬システムを提案する。かつて、所有者の印をつけた木材などを丸太、筏、製材の舟運などで運搬していた。ダムを越えるしくみがあれば、電子タグ、AI、通信技術の応用で、下流まで木材を搬出することが可能ではないか。トラック搬出では林道整備も必要だが、谷をわたるワイヤーが設置できれば、川への運び下ろしは林道なしに可能となり、林業の採算性が向上する。

【大井川】

「越すに越されぬ大井川」の面影はなく発電と利水に過度に収奪されている。また、源流域の中央リニア新幹線建設による水量減少が危惧され調整が続いている。図は、第二回大井川水資源検討委員会(H27.4.2)資料[5]のトンネル断面図だが、静岡県での湧水を大井川に戻すのは至難であることがわかる。この問題についても触れる。

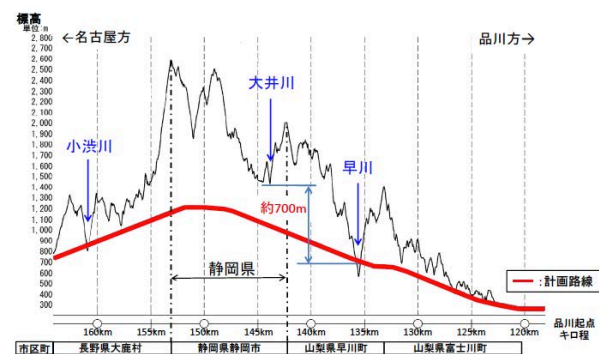


図. リニア中央新幹線南アルプストンネル断面図.

[1] 戸田三津夫 (2014) : 陸の水, 64 : 39-42.

[2] 戸田三津夫 (2015) : 陸の水, 70 : 55-59.

[3] 戸田三津夫 (2016) : 陸の水, 74 : 63-66.

[4] 日本陸水学会第 82 回田沢湖大会 3P26.

[5] [https://company.jr-](https://company.jr-central.co.jp/chuoshinkansen/efforts/oigawa_committee/)

[central.co.jp/chuoshinkansen/efforts/oigawa_committee/](https://company.jr-central.co.jp/chuoshinkansen/efforts/oigawa_committee/)

時期の推定

*奈良郁子（金沢大・環日セ、中京大・国際教養）、松中哲也（金沢大・環日セ）、山崎慎一、土屋範芳（東北大・環境）、渡邊隆広（原子力機構・東濃）
山田和芳、安田喜憲（ふじのくにミュージアム）

1. はじめに

小川原湖（青森県上北郡東北町）は、下北半島のつけ根、太平洋側に位置する汽水湖である。平均水深 11 m（最大 25 m）、汽水湖としては国内第 5 位の湖面積（63 平方 km）を持つ。複数の流入河川に対して、流出河川は湖北部から流出する高瀬川のみであり、高潮時は海水が高瀬川を通じて遡上し、小川原湖へと流入する。

小川原湖の形成過程は、縄文後期の海水準低下により、太平洋の内海であった古小川原湖が後退し、湾口が海岸砂丘の形成により縮小したため太平洋と分離されたと考えられている。この汽水化は、湖内環境へ強い影響を与え、生態系を大きく変化させたと考えられるが、汽水化への変動時期は、これまでほとんど議論されていない。

小川原湖には、青森県と秋田県の県境に位置する十和田カルデラに由来する十和田 a 火山灰 (To-a)、および中国南部に位置する白頭山から噴出した白頭山-苫小牧火山灰 (B-Tm、噴火年代 946 年) が湖底堆積物中に存在している。堆積物試料から B-Tm テフラを発見することにより、単年の精度で年代を堆積物の深度へ挿入できるため、年代モデルの精度を高めるための非常に有効な鍵層として用いることができる。

本研究では、2012 年に小川原湖北部（水深 14 m）から採取した柱状堆積物（長さ 280 m）を用いて、植物片（3 試料）と全有機炭素（TOC: total organic carbon）の放射性炭素年代測定、テフラの同定、鉛-210、およびセシウム-137 年代測定より高精度な年代モデルを構築し、かつ堆積物中の微量元素分析結果を併せることにより、小川原湖の汽水化時期を推定することを試みた。

2. 材料と方法

2012 年 10 月、小川原湖水深 14m の地点におい

て (40° 49.09' N, 141° 19.25' E)、約 3m の湖底堆積物試料(OG12-2)をマッケラスピストンコアラーを用いて採取した。放射性炭素年代測定は株式会社パレオ・ラボにて加速器質量分析計を用いて、また鉛-210 とセシウム-137 は金沢大学低レベル放射能実験施設にて、Ge 半導体検出器を用いて行われた。テフラの同定は、株式会社京都フィッシュントラックにて行われた。微量元素の測定には、波長分散型蛍光 X 線分析装置 (EDXRF, Epsilon 5, PANalytical) を用いた。

3. 結果と考察

堆積物の深度 71-72 cm 層および 77-79 cm 層において、テフラ層が発見された。屈折率および鉱物組成結果から、これらのテフラはそれぞれ、B-Tm テフラおよび To-a テフラと同定された。堆積深度、28 - 29 cm、62 - 63 cm および 104 - 105 cm から植物片が発見された。植物片から得られた放射性炭素年代は、堆積深度に対して直線性を示し、一定の堆積速度であることがわかった。B-Tm 層の上下（堆積物深度約 30 - 100 cm）から採取した植物片の放射性炭素年代は、白頭山噴火年代と整合的であった。一方、TOC の年代値は、表層堆積物で約 800 cal BP であり、堆積物深度約 30 - 100 cm においても植物片と比べ数百年以上古い値を示した。この結果は、湖周辺の集水域からの古い年代値を持つ有機物の混入によるものと推察される。一方セシウム-137 測定では、堆積物中から明瞭なボムピークを得ることができなかった。

上記の年代測定に基づいて構築された年代モデルから海水起源微量元素(Br)濃度の変動パターンから小川原湖の汽水化は、約 2000 cal BP に開始されたことが示唆された。

津波堆積物の化学分析 —X線分析顕微鏡による高空間分解能測定—

*渡邊隆広 (原子力機構・東濃), 奈良郁子 (金沢大・環日セ),
植木忠正 (中央開発), 土屋範芳 (東北大・環境)

1. はじめに

過去に繰り返し発生した歴史津波の規模を明らかにすることにより、将来起こりうる津波災害の防災、減災につなげる試みが検討されている。

(Sugawara et al., 2012; Chague-Goff et al., 2017)。地層中に残された津波堆積物を用いた浸水域の推定についてこれまでに多くの報告例がある (Minoura et al., 1994; Sawai et al., 2004)。加えて、近年の国内外における地震・津波の発生により、津波堆積物研究の重要性がさらに高まっている (Sugawara et al., 2012; 渡邊ほか, 2014)。被害規模を復元するためには、沿岸部の地層中から津波堆積物を検出し分布範囲を把握することが重要である。しかし、津波堆積物を検出する際に下記2つの課題を解決することが不可欠である。

- ① 津波堆積物の形成年代の決定
- ② 津波以外の要因によるイベント層との区別

上記2点の問題を解決し、科学的なデータにもとづいた津波イベント層の同定手法を検討することが重要である。上記①については、火山灰層や放射性炭素年代測定により堆積層の形成年代の推定が進められている (渡邊ら, 2014; 2017)。上記②については、津波堆積物の化学成分による区別が検討されている (Kuwatani et al, 2014; ; Chague-Goff et al., 2017)。

津波堆積物の化学分析については、迅速かつ大量の試料を処理する必要がある。しかし、陸域の堆積物はかく乱されるケースが多く、かつ堆積環境が不安定であるため、堆積物の組成は単純ではない。広範囲において適用できる汎用的な化学分析手法および解析手法は未だ確立されていない。本発表では、走査型 X 線分析顕微鏡を用いて、上記②を検討するために必要な津波堆積物の化学分析の手法および得られたデータの解析手法について検討結果を報告する。

2. 材料と方法

本研究では津波堆積物の化学分析手法を検討するため、東北地方太平洋沿岸から採取した約 1000 年前~2000 年前の堆積層を使用した。プラスチック製容器を用いて堆積層から深度方向に長さ 10cm、幅 1cm、高さ 1cm の試料 (U-channel 試料) を分取した。分取した U-channel 試料をエポキシ樹脂で固化し成型した。試料の分析面を研磨し、走査型 X 線分析顕微鏡 (HORIBA 製 XGT-5000, Scanning X-ray Analytical Microscope) で化学分析を実施した。X 線ビーム径は 100 μ m、X 線管電圧は 30kV に設定し、アルミニウム、ケイ素、カリウム、カルシウム、鉄、チタン等の主成分元素について X 線強度を測定した。また、得られた各元素の強度データについて、統計ソフト R (CRAN: <http://cran.r-project.org/>) を使用して主成分分析等の統計処理を実施した。

3. 結果と考察

本研究で得られた測定結果は、既報の蛍光 X 線分析による化学組成データ (渡邊ら, 2017) の変動傾向とよく一致しており問題なくデータの蓄積が可能であることが示された。各元素の X 線強度の主成分分析を実施した結果、形成過程の異なる津波堆積物砂層と浜堤堆積物砂層の区別ができる可能性が示唆された。今後はより明確に区別するため、多地点のデータの蓄積が必要になる。また、走査型 X 線分析顕微鏡等による化学成分のマッピングにより各元素の濃縮箇所の把握が可能になり、堆積環境の変化についても検討が可能になった。

謝辞

津波堆積物試料の樹脂固化については日本原子力研究開発機構 東濃地科学センター 土岐地球年代学研究所の皆様にご協力いただいた。本研究の一部は JSPS 科学研究費助成事業 (基盤研究(C) (一般) 17K06989) の助成を受けたものである。

*三上英敏, 五十嵐聖貴 (道総研・環境研)

1. はじめに

網走湖は、北海道内で最も広い流域を有する湖沼であり、流域からの栄養塩負荷の影響を強く受ける。そして網走湖は部分循環湖で強固な塩分成層を有しており、塩分躍層より下層は嫌氣的であり（嫌気層）、高濃度の溶存硫化物（D-S）、アンモニア態窒素（NH₄-N）、リン酸態リン（PO₄-P）が溶存している。

本報告では、これまで具体的に評価されてこなかった、その嫌気層の D-S、NH₄-N 及び PO₄-P の濃度レベルや蓄積量の長期的環境変化に関して考察を試みた。

2. 材料と方法

網走湖嫌気層の長期的環境変化を考察するために、最深部湖心において2016年から2018年まで鉛直分布の調査を実施し、1990年代前半の調査結果との比較を試みた。また、嫌気層の長期的環境変化の考察に必要な、嫌気層からその上部好気層への NH₄-N や PO₄-P の移動量や、好気層から嫌気層への沈降物に含まれる N や P の沈降量の把握について、水質調査とセディメントトラップの調査を実施した。

3. 結果と考察

図1に網走湖湖心における Cl⁻濃度と PO₄-P 濃度の鉛直分布について、1992年と2018年のデータを示した。嫌気層の Cl⁻濃度レベルは1992年と2018年でほとんど変わっていないが、嫌気層の2018年の PO₄-P 濃度は1992年のそれより明らかに高濃度であった。図示はしていないが、嫌気層の2018年の D-S 濃度や NH₄-N 濃度も PO₄-P 濃度と同様に、1992年より明らかに高濃度であった。また、嫌気層の蓄積量として見積もった結果でも、D-S、NH₄-N、PO₄-P の量は明らかに長期的に増加していることがわかった。なお、嫌気層の N と P のほとんどが、NH₄-N と PO₄-P であることはわかっている。

2018年6/13から11/6の期間における、嫌気層から好気層への NH₄-N と PO₄-P の移動量と、好気層から嫌気層への N と P の沈降量について現地調査から見積もった。その結果、N と P の沈降量は、それぞれ1日あたり 3.1 t-N d⁻¹ と 0.44 t-P d⁻¹ であったにも係わら

ず、嫌気層から好気層へ移動する NH₄-N と PO₄-P の量は、それぞれ 1.3 t-N d⁻¹ と 0.23 t-P d⁻¹ と見積もられ、明らかに嫌気層に沈降してくる N や P の方が、嫌気層から出て行く N や P の量よりも2倍程大きな結果となった。今回の好気層への移動量や嫌気層への沈降量の見積もりでは、植物プランクトンの増殖が抑制される結氷冬期と流域の濁水が好気層に流入する融雪期の評価は含まれてはいないが、嫌気層の NH₄-N や PO₄-P の濃度や蓄積量を長期的に上昇させた主要因は、N や P の嫌気層への沈降量が、嫌気層から好気層への移動量より大きいためであると推察された。

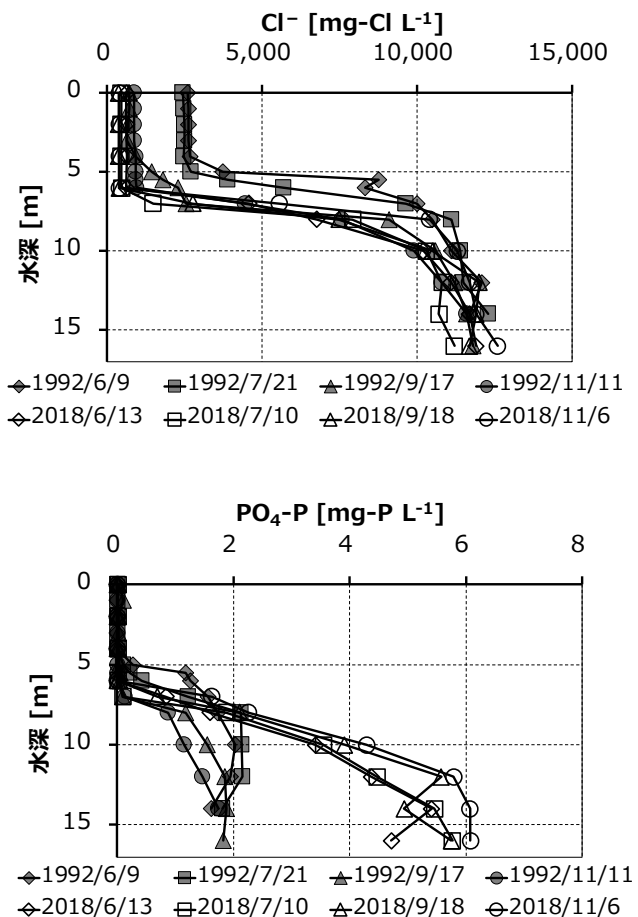


図1 網走湖湖心における Cl⁻濃度と PO₄-P 濃度の鉛直分布の1992年と2018年の比較

* Noboru Okuda (RIHN), Mendoza Milette, Jaydan Aguilar, Karol Padilla, Jonathan Briones, Rey Papa (Univ Santo Tomas), Masayuki Ito (Hyogo Univ.), Megumu Fujibayashi (Akita Pref Univ.), Tzu-Hsuan Tu, Li-Hung Lin, Pei-Ling Wang (Nat'l Taiwan Univ.), Yuki Kobayashi (Yamaguchi Univ.), Eleanor Austria (Adamson Univ.), Fuh-Kwo Shiah (Academia Sinica)

1. Introduction

Freshwater ecosystems are regarded as the primary source of atmospheric CH₄ which is 25-times more effective than CO₂ as a greenhouse gas. This estimation, however, could be biased because of limited knowledge on limno-physical and ecological processes of CH₄ cycling in tropical lakes. In tropical lakes which are meromictic, i.e., there is no mixing of surface and deep waters, CH₄ is stored in the deep anoxic waters, whereas its upward advection is hindered due to strong thermal stratification. To date, how much the CH₄ storage can contribute to the overall emission from the tropical lakes have been poorly understood for lack of intensive monitoring.

Since methane oxidizing bacteria (MOB) which assimilate dissolved CH₄ aerobically or anaerobically embed CH₄-derived carbon in consumer biomass through methanotrophic food webs (MFWs), they have great impacts on CH₄ cycling in lake ecosystems. Therefore, understanding of controlling mechanisms for the MFWs can also improve our estimation of CH₄ flux. Here we conduct monitoring survey for dynamics of CH₄, MOB and MFWs in tropical maar lakes of the Philippines.

2. Materials and Methods

We monthly monitored vertical profiles of physico-chemical environments in the Seven Lakes, which is a cluster of 7 volcanic crater lakes called 'maar lakes', located on the Luzon Island in the Philippines, from October 2016 to February 2019, using a CTD profiler. For the deepest three lakes (38, 62 and 156 m at depth for Yambo, Pandin and Calibato, respectively), we further measured dissolved CH₄ in 6-7 layers from surface to near-the-bottom waters. We also monitored vertical profiles of MOB and MFWs during the mixing season (February 2019), using NGS (Illumina Miseq),

CARD-FISH and fatty acid analysis.

3. Results and Discussion

During the most of time, lakes experienced strong thermal stratification, except for the shallowest lake Palakpakin (7.7 m at depth) regarded as polymictic. During *Amihan*, which is Northeast Monsoon characterized by cool temperature and strong trade wind during months (December-March) shifting from wet to dry seasons, however, complete vertical mixing occurred in some lakes whose depth is 38 m or less. The correlation analysis for monthly data revealed that the thermal stratification was destructed with the decreasing air temperature rather than with the increasing wind speed, suggesting that temperature-driven advection is the primary limno-physical mechanism to cause vertical mixing in the tropical lakes.

Three deepest lakes had high CH₄ concentrations in hypolimnion, ranging from 670 to 1172 μmol/L near the bottom at the end of the stratification period, which shows high potential for CH₄ storage in the deep tropical lakes. During the *Amihan*, however, the CH₄ storage almost disappeared in Yambo due to the vertical mixing.

In these three lakes, MOB communities were composed mainly of three types, Type I and II, and NC10, while the NGS analysis revealed that a novel taxon, Methylacidiphilaceae, dominated in an epilimnion. Despite the high CH₄ concentrations and the presence of MOB, contribution of CH₄-derived carbon to zooplankton was low in these lakes, compared to that in non-tropical lakes, suggesting that MFWs do not function as carbon recycling so much in the tropical lake ecosystems.

To quantitatively estimate atmospheric CH₄ emission during the mixing event, more intensive monitoring and incubation experiment are needed to measure advection flux of stored CH₄ and CH₄ oxidation rate for the MOB.

貯水池・湖沼の水環境問題と管理に関する現状と課題 —SDGs 目標 6, 11, 13 に資する産官学の連携から共創へ—

前田広人(鹿大・水産, 鹿大・産学・地域共創センター), 清家泰(島根大・EsREC),
*古里栄一(鹿大・水産), 鮎川和泰(島根大・EsRec, 環境システム(株))

1. はじめに

発表者の所属する鹿児島大学南九州・南西諸島域共創機構産学・地域共創センターでは、鹿児島大学の第3期中期目標期間の基本的目標の柱である

「南九州・南西諸島域における地域活性化の中核的拠点」を目指し、平成30年度から文部科学省機能強化促進費事業として「南九州・南西諸島域の地域課題に応える研究成果の展開とそれを活用した社会実装による地方創生推進事業」を推進している。当該地域の地域課題の一つが、かんがい用水も含めた水資源の的確な品質確保である。世界的に50年以上前から莫大な学術研究・技術開発が実施されているにも関わらず現在でも多くの水域で富栄養化等の問題が解決されていない現状を鑑みて、今後は産官学の連携だけでなく共創による社会実装が必要であると考えられる。こうした背景から本事業の一環として、陸水学会の後援も得たシンポジウムを鹿児島大学産学・地域共創センターにて実施した結果について報告するものである。

2. シンポジウムの概要

令和元年7月5日(金)の午後に南九州・南西諸島域共創機構2階会議室にて、本課題に様々な立場から取り組んでいる計13人の産官学の関係者から、実務、学術および技術面からの現状と課題についての報告と活発な質疑応答が実施された。報告者は、国土交通省関係財団、独立行政法人、民間企業およびダム管理者らに加え、海外(インド工科大学アッサム)を含む計5大学の教員、研究者、博士後期過程学生からなり、産官学の広い立場から共通の問題について議論が行なわれた。また、約1週間前に関連学会 ML(陸水学会, 土木学会水工学委員会, 応用

生態工学会)にて開催周知連絡をしたにも関わらず、鹿児島県外(福岡県等)や本州からも含め、約30人もの関係者に参加して頂いた。シンポジウム後に鹿児島大学内交流スペース(ガロア)にて行なわれた意見交換会では発表者を含む約20人が参加して、今後の日本における貯水池や湖沼の水質管理に関する様々な議論が行なわれた。本発表ではその結果についてポスターにて報告する。

3. 謝辞

実行委員会側から十分なサポートができなかったにも関わらず、鹿児島大学までお越し頂き貴重なご発表をして頂いた以下の皆様のご尽力により本シンポジウムは開催されました。財団法人水源地環境センター 木村文宣 主任研究員様, 水資源機構 総合技術センター 久納誠博士ならびに今本博臣 博士, 国土交通省東北地方整備局釜房ダム管理所 大泉浩二 専門官様, 建設環境研究所 本間隆満 博士, インド工科大学グワーハーティー校(アッサム)の Jayatu Kanta Buyan 研究員様(元ブランデンブルグ工科大学から埼玉大学への交換留学生), 島根大学 エスチュアリー研究センター 清家泰 特任教授および鮎川和泰 研究員様, 福岡工業大学 永淵修 客員教授の皆様方への多大な謝意を記します(以上, 発表順)。また、事務局の作業の遅れにより1週間前の周知であったにも関わらずお越し頂いた県内外の参加者の皆様にも致します。最後に、本シンポジウムは陸水学会に後援を頂きました。ご快諾頂きました中野伸一会長はじめ学会の皆様には感謝致します。

*北村立実, 湯澤美由紀, 福島武彦 (茨城県霞ヶ浦環境科学センター),
 松崎慎一郎, 久保雄広, 山野博哉 (国立環境研究所),
 西浩司, 幸福智, 菊地心, 吉村奈緒子 (いであ株式会社)

1. はじめに

2016年に環境省は生物多様性に関連する政策決定の判断材料とするために生物多様性及び生態系サービスの総合評価(JBO2)を実施し、国内における生態系サービスの内容や変化、影響を与える要因等についてまとめた。一方、国内の湖沼、霞ヶ浦においても多くの人々が多様な恩恵(生態系サービス)を受けていることから、今後も持続的に利用していくために、その内容や享受量の変遷を把握し、適切な湖沼・流域管理に結びつける必要がある。

そこで、本研究では霞ヶ浦の生態系サービスについて、JBO2の手法に準じて内容を整理し、享受量(本研究では各サービス指標の値)の変遷を把握することで特徴を明らかにした。

2. 生態系サービスの対象及び分類

生態系サービスの整理の対象は霞ヶ浦(湖沼部分)のみとし、対象期間は概ね霞ヶ浦の水質がきれいだった1960年代から近年までの約50年とした。生態系サービスの項目及び指標については、JBO2で評価されている項目や指標を参考にし、供給・調整・文化的・基盤の4つのサービスに分類した。享受量に関するデータは既存の文献や統計資料等から抽出または算出を行った。

3. 結果及び考察

表1に霞ヶ浦の生態系サービスの項目及び享受量の長期的な傾向を示した。供給サービスでは、内水面漁業生産量が減少したが、漁業者の減少や産卵場となる植生の減少、霞ヶ浦の外来魚の侵入などが影響していると考えられた。また、水供給に関する項目の指標は増加したが、人口増加等に伴い揚水機場やパイプラインの整備、霞ヶ浦流域外への送水など、利用が拡大したためと考えられた。調整サービスでは、地下水涵養量や蒸発散量はほぼ横ばいで、洪水調節(治水容量)が増加した。これは平成8年に霞ヶ浦を囲む堤防が完成し、3.39億m³の新たな貯留が可能となったためである。文化的サービスでは、

環境学習の参加者数が増加したが、環境学習の体制や設備の整備が進んだためと考えられた。基盤サービスでは、魚類や水生植物などが減少し、特に水生植物面積の減少は激しく、沈水植物はほとんど確認されなくなった。霞ヶ浦の生態系サービスの享受量の変遷の特徴として、水供給や洪水調節など人間活動を豊かにする項目の指標が増加したことが挙げられる。水供給などの生態系サービスを享受するには人工資本の整備が必要であるが、それが進んだことを反映している。一方、魚類や水生植物などの生き物に関わる項目の指標は多くが減少した。これらの資源への需要が小さくなったこともあるが、ストックである自然資本自体が横ばいか減少傾向にあるためと考えられる。

このように、霞ヶ浦の生態系サービスについては、主に流域の人口増加や社会構造の変化等による需要の変化が原因で変化したが、そのフローを支える自然資本も広い範囲で変化し、それが影響している可能性も考えられた。今後は霞ヶ浦の各自然資本の状況等を把握し、管理に繋げることが重要である。

表1 霞ヶ浦の生態系サービスの項目及び享受量の長期的な傾向

大項目	中項目	小項目	指標	1960年代～近年の享受量の増減	
供給サービス	水産物(漁業)	水産物(漁業)	内水面漁業生産量	↓	
		水産物(養殖)	淡水真珠生産量	↓	
	食糧・原材料	水産物(養殖)	コイ、その他魚類生産量	↓	
		農産物	レンコン生産量	↑	
水供給	取水	農業用水量(霞ヶ浦用水のみ)	↑		
		工業用水量	↑		
		水道用水量	↑		
調整サービス	水の調整	地下水涵養量	地下水涵養量	⇔	
		水質浄化	底泥の脱窒量、ヨシによる浄化	-	
	気候の調整	潜熱効果	蒸発散量	⇔	
		自然災害の防護	洪水調節	治水容量	↑
宗教・祭り	水神	水神の社数	水神の社数	⇔	
		教育	環境学習	参加者数	↑
			観光	観光船引き船利用者数	↑
文化的サービス	景観、観光・レクリエーション	釣り	釣り利用者数	↓	
		水遊び	水遊び人数	↓	
		伝統的建造物(茅葺屋根の原材料)	妙統の鼻地区カモノハシ・ヨシ群落面積(茅葺に利用される群落)	↓	
伝統的建造物・伝統工芸	伝統的水産加工品	佃煮・煮干し・焼き物生産量	↓		
		つくば霞ヶ浦りんりんロード	利用者数	-	
基盤サービス	生物多様性	魚類	純淡水魚類種数	↓	
		水生植物	沈水植物等の植生面積	↓	
		鳥類	カモ等の種数	⇔	

*大八木麻希, 上田辰彦, 前倉龍二, 山口拓也, 山本登夢(四日市大・環境情報),

1. はじめに

日本周辺における海域の漂流ゴミや漂着ゴミが問題となっているが、近年でも大きさが約5mm以下のマイクロプラスチック（MP）と呼ばれるゴミが大きな話題となっている。しかし、まだ、周辺沿岸海域の現状把握が進められ始めたばかりであり、伊勢湾での研究事例は単発調査の数例のみであり、三重県内河川の研究事例はない。MPとは、プラスチックが劣化や破砕などの要因で、5mm以下に細かくなったものである。

そこで本研究では、三重県の中勢・北勢地域の5つの沿岸及び3つの河川におけるMPの定量、種類及び割合を明らかにし、さらに季節ごとの変動を明らかにすることを目的とした。

2. 材料と方法

調査地点は三重県の5つの海岸（御殿場海岸、白塚海岸、芦原海岸、千代崎海岸、高松干潟）と3つの河川（員弁川、朝明川、三滝川）とした。調査日は調査対象地ごとに異なるが2018年5月から2019年7月に行った。

各地点の汀線上にて堆積物を縦30cm、横50cm、深さ2cmに区切って採取した。堆積物をメッシュで大きさごとに分類し、塩分濃度を35g/Lにした人工海水に混ぜ、浮遊物と堆積物に分けた。浮遊物は乾燥の後、重量を測定した。浮遊物からプラスチックを取り出して、重量を測定し、プラスチックの分別については小城・福本（2000）の微小プラスチック粒子のソーティング方法に従った。

分類は一次プラスチック2種（レジンペレット、徐放性肥料カプセル）、二次プラスチック5種（発泡性プラスチック、硬質プラスチック、プラスチックフィルム、海綿状プラスチック、たばこフィルタ）とした。

3. 結果及び考察

三重県高松干潟で採取されたMPは2018年6月に平均15.3g/m²と最も高い値を得た。採取されたMPの種類は、徐放性肥料カプセルが多くを占めていた。これは、農業で使われている遅効性の肥料の被膜であり、河川を流下し海域に流出した後、海岸に打ち上げられたと考えられる。三重県の5つの海岸では、各調査日、各地点で採取され、高い割合を占めていることが明らかとなりました。これは、これまで報告されている日本の海岸の種類組成の結果とは異なる。各調査地では7種類のMPが採取され、徐放性肥料カプセル（図1）が最も多く、次いで発泡性もしくは硬質プラスチック（図1）が採取されました。2018年の本研究では高松干潟では、33～18156（平均2104）個/m²、御殿場海岸では0～1800（平均289）個/m²と高い値が得られました。また、本研究では伊勢湾の湾奥に向かうほどMPの個数が多い傾向が得られました。地点や調査日による変動が大きいことから、定量的な把握には複数地点、複数回数の調査が必要であることも明らかとなりました。

河川調査についても、3つの河川すべてで、MPが確認されており、徐放性肥料カプセルについても多く、採取され、地域性があることが明らかとなったが、海岸との関連性は見受けられなかった。

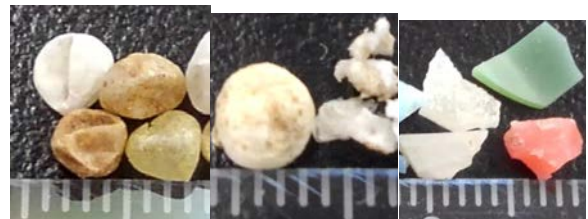


図1 各種プラスチック

(左から徐放性肥料カプセル、発泡性プラスチック、硬質プラスチック)

*横山淳史, 稲生圭哉 (農研機構・農環研)

1. はじめに

一般に、初期成長段階にある水生昆虫は、成長した個体に比べ環境中の様々な物理化学的要因の影響を受けやすく、生息分布域を制限する要因の一つになると考えられる。しかしながら、実際の河川において、初期成長段階にある水生昆虫の生存率を正確に調べる手法が確立されておらず、その生存に対する物理化学的要因の影響の程度を適切に評価できていない。そこで、本研究は我が国に広く分布し、河川中流域で優占することが多いコガタシマトビケラ（以下コガタと略す）に注目し、その初期成長段階（卵～若齢幼虫）を用いた in situ バイオアッセイの可能性を検討した。

2. 材料と方法

本研究では、2004年6月1日に稲荷川（茨城県石岡市）で採取したコガタを起源とする室内飼育系統の卵塊を用いた。In situ バイオアッセイ容器は、市販のナイロン製ストレーナー（70 μ m メッシュ）を加工して作成した。この容器に10卵/片に裁断したコガタ卵塊片を1片ずつ入れ、河川に約2週間設置して生存率を評価した。用いた卵塊の健全性を調べるため、in situ バイオアッセイと同時に、恒温室内（20 $^{\circ}$ C）で卵塊片を蓄養し、生存率を調査した（室内区）。試験期間中、室内区のふ化幼虫には人工飼料粉末を定期的に与えた。

In situ バイオアッセイによる調査は、茨城県石岡市を流れる川又川（上流・中流・下流の3地点）において、2018年9月3日～18日および9月18日～10月2日の2回、上記のバイオアッセイ容器を流水中に設置して実施した（3反復/地点）。本調査におけるコガタ初期成長段階の生存率と物理化学的要因の関連性を解析するため、調査地点における水深・流速・水温・pH・電気伝導度を1週間に1回測定した。調査期間中の平均的な河川水中農薬濃度を調べるために、極性有機化合物集積サンプラー

（POCIS）を各調査地点の河床に設置した。このサンプラーを回収後、農薬成分を抽出しLC-MS/MSで定量分析を行った。

また、2018年10月2日に、各調査地点の底生動

物をコドラート法（25cm \times 25cm）により採取し、実体顕微鏡下で分類同定・計数を行った。底生動物相の調査結果から3つの生物指標（Simpsonの多様度指数、日本版平均スコア、SPEAR_{pesticide}）を算出した。SPEAR_{pesticide}は、近年欧州で使用されている農薬に特化した生物指標で、農薬に対する感受性や生活史特性をもとに水生生物の中から「農薬に弱い種」（Species At Risk）を分別し、その割合を示した指標である。

3. 結果と考察

調査地点の河床は3地点ともに砂礫底であり、水深および流速に大きな差はなかった。平均水温、電気伝導度は上流から下流にかけて上昇する傾向が、pHは低下する傾向が見られた。底生動物相調査の結果、各地点でコガタシマトビケラ属の生息が確認された。上流から下流にかけて、Simpsonの多様度指数は0.83～0.79、日本版平均スコアは7.0～5.7、SPEAR_{pesticide}は61.4%～53.6%と計算された。調査対象とした農薬の河川水中濃度は使用時期でなかったことから総じて低濃度であったが、下流ほど高い傾向がみられた。

上流および中流における平均生存率は概ね70%以上であり、室内区とほぼ同程度であった。下流区の生存率は低い傾向にあったが、反復試験間のバラツキが大きく地点間で統計的有意差はみられなかった。生存率と物理化学的要因との間で有意な相関は見られなかったが、生物指標のうちSPEAR_{pesticide}と中程度の正の相関（ $r_s = 0.56, p < 0.015$ ）があった。

本研究では、調査した環境要因の項目が限定的であること、対象農薬の使用時期ではない季節に調査を実施したことから、コガタ初期成長段階の生存率と各種環境要因との関連性を解析するにはデータが不十分であったと考えられる。本バイオアッセイの有効性を検証するためには、今後さらなる手法の改善・データの集積が必要である。しかしながら、本研究により、初期成長段階の水生昆虫について、これまで不明だった実環境中の生存率を評価できる可能性が示唆された。

～宮島沼と三角沼の水質比較～

木内拓海・熊谷雪乃・佐藤香衣・宮下遼・前田孝樹・市澤航平
村山由樹・村元宏州・中谷暢丈（酪農学園大）

1. はじめに

石狩川下流の平野部に位置する宮島沼は、マガン等の渡り鳥の重要な中継地として、ラムサール条約に登録された湿地である。近年、富栄養化に伴うアオコの発生といった水質の悪化が進んでおり、将来マガン中継地としての機能が失われる可能性などがある。こうした宮島沼が直面している様々な問題を解決するため、美唄市は沼の研究者や関係者と共に「宮島沼の保全と再生に関するマスタープラン」を作成した。このプランの中では、現在比較的透明な状態を保ち、沈水植物群落が残っている三角沼の水質や生物相を参考に、宮島沼の水環境を復元することを目指している。そのため、三角沼の水質の現状とその形成要因を明らかにすることは、宮島沼の水環境を再生するための具体的な方策を提案することに繋がる。

そこで本研究では、宮島沼と三角沼の水質調査を同時期に行い、得られた結果から各沼の水質形成要因を考察した。

2. 材料と方法

2018年5～11月および2019年4～8月にかけての概ね月に1回、同じ日に現地水質観測と採水を宮島沼及び三角沼の両湖沼で行った。調査地点は、各湖沼の突堤で行った。さらに宮島沼については、流入水路およびその原水となる石狩川の取水口においても観測と採水を実施した。

現地では簡易計測器を用いて、気温、湿度、水温、溶存酸素量 (DO)、電気伝導度 (EC)、水素イオン指数 (pH)、酸化還元電位 (ORP) を計測した。採取した水試料は、クーラーボックスに入れて保冷しながら研究室に持ち帰り、可能な限り速やかに化学分析を行った。測定項目は、全リン (T-P)、全窒素 (T-N)、化学的酸素要求量 (COD)、クロロフィル a (Chl.a)、懸濁物質 (SS)、溶存ケイ素 (SiO_2)、亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$)、アルカリ度、主要陽イオンおよび陰イオン (Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- ,

$\text{NO}_3\text{-N}$, SO_4^{2-}) とした。

3. 結果と考察

2018年の測定結果を比較したところ、宮島沼では5月と9月においてCOD, Chl.a, TP, TN, SS濃度が大きく上昇したが、三角沼では一年を通して、いずれの測定項目の濃度は概ね安定していた。

これに対し2019年では、宮島沼での各汚濁物質濃度の推移に大きな変化は見られなかったが、三角沼では2018年の測定結果よりも値が高くなる時期があった。T-P, Chl.aをOECDの発表している湖沼の栄養レベルと比較すると、宮島沼、三角沼の両湖沼はどちらも過栄養湖であった。

SiO_2 濃度を両湖沼で比較すると、宮島沼では春以降の灌漑水が供給される頃から濃度が上昇し、秋の灌漑水供給がなくなると濃度は減少したが、三角沼では一年を通じて低濃度であった。

宮島沼には、4～5月と9月下旬頃に、6万羽を超えるマガンが中継地として飛来している。そのため、マガンの排泄物に由来する栄養塩類などが直接沼に供給されていると考えられる。加えて、沼周辺の主に水稻栽培に由来する農業排水が流入しており、これらから肥料由来の窒素やリンの栄養塩類が供給されている。さらに、現在の宮島沼の水深は平均0.7 mと非常に浅くなっており、風による堆積物の巻き上げなどが汚濁物質の拡散に影響していると考えられる。しかしながら、2018年後半から宮島沼周辺では圃場整備が行われることで、宮島沼への農業排水が流入しなくなっており、今後水質の変化が起こることが推察される。

一方三角沼は、宮島沼のようにマガンの集中的な飛来は見られず、さらには農業排水の直接流入がない。そのため、地下水の湧出と雨水が水源となっているといわれており、栄養塩の流入が著しく少ないと考えられる。これにより、両湖沼の水質の違いには、栄養塩の供給量と水源が大きく異なることが影響していると考えられた。

*白石朗光（岡山大・環境生命），濱 侃（横浜国立大・教育）
齋藤光代（岡山大・環境生命），岩田徹（岡山大・環境生命）

1. はじめに

沿岸浅海域において、水域の豊かさや多様性を代表的に示すものとして藻場がある。開発地域によって大きく衰退していた藻場が、近年、回復に向けた取り組みによって再生が見られている地域もある。本研究では、瀬戸内海のいくつかの海域を対象として、UAV（ドローン）を使った画像及び光学データ取得による藻場のモニタリングによる、経年変化の度合いや地下流出分布との相関解析を目的とする。今回は夏期（2019年7月15日）に行った広島県・生口島沿岸域の調査で得られたデータの初期解析結果と、同地域の Sentinel-2 の衛星観測画像データ（2019年8月2日）の初期解析結果について紹介する。

2. 使用データと解析方法

UAV には DJI 社 Phantom4 Pro+ を使用し、地上 50 m 及び 100 m から、沿岸域を水平飛行（2~3 往復）しながら 5 秒毎に空撮し、取得した複数の RGB 画像を結合することにより SfM ソフトウェアのオーク社 Agisoft Metashape を用いてオルソモザイク画像を作成した。衛星データには、欧州宇宙機関（ESA）提供の Sentinel-2 の band-4,8 の 2 チャンネルを使用し、空間解像度は band-4,8 とともに 10 m である。さらに、衛星データから GIS ソフトウェアの QGIS を用いて NDVI（植生指標）を算出した。NDVI とは、可視光赤色バンド（Red）と近赤外バンド（NIR）の反射率の差分を正規化した指標であり、以下のように表現される。

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

NDVI は一般的には -1 から 1 の値をとる。

3. 結果

図 1 は、実際に UAV を用いて地上 100 m から空撮した複数の写真を、オルソモザイク化した画像である。現段階の解析において、砂浜と藻場を目視で明瞭に識別することが可能であった。さらに、海水中に繁茂している藻類と砂浜上に繁茂している藻類についても識別することができた。海

水中の比較的大型の藻類に関しても明瞭に確認することができた。図 2 は、Sentinel-2 の衛星観測画像データを基に同地域の NDVI を算出したもので、赤斜線で囲まれた地域が図 1 の空撮範囲に対応する浅海域である。黒の実線は海岸線を示している。この結果から、砂浜上に繁茂する藻類と、浅海域の水中に繁茂している藻類から NDVI を算出することはできなかった。また、2019年8月2日の Sentinel-2 の衛星データをトゥルーカラー画像で確認したところ、潮は満ちており、引き潮時に砂浜上に繁茂する藻場については確認できていない。

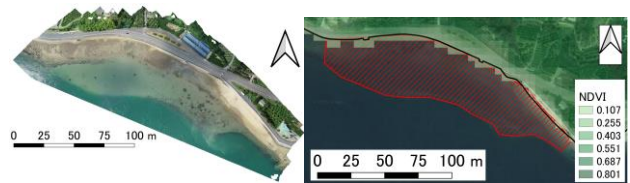


図 1. 対象沿岸域の
オルソモザイク画像
(2019年7月15日)。

図 2. 衛星データを用いた、
図 1 と同地域の NDVI 画像
(2019年8月2日)。

4. 考察

UAV を用いた解析では、地上 100 m からの空撮で藻場のモニタリングに十分な解像度を維持することが確認できた。さらに、藻類の種類の判別や、より小型の藻類の分布を正確に把握するためにも、NDVI や VARI（Visible Atmospherically Resistant Index）を用いた解析を行う必要があると考えられる。衛星データを用いた解析では、観測範囲が UAV より広範囲であるため、藻場全体の藻類の分布や、過去の観測データを用いた現在までの経年変化、季節変化の把握に応用できると考えられる。しかし、観測日時や天候、潮汐のタイミングなどで NDVI 値の解析結果が変わるため、藻場のモニタリングに適した衛星データを選定する必要があると考えられる。さらに、図 2 より、水中に繁茂しているであろう藻類の NDVI を算出できなかったことから、衛星データから水中の NDVI の算出は困難である可能性が示唆される。

協賛企業・団体（五十音順） / Spomsors & advertisements

【企業展示】（括弧内は展示期間）

株式会社アムラボ（28日）
株式会社マイクロエミッション（28日）
環境システム株式会社（28-30日）
JFEアドバンテック株式会社（28-30日）
シュプリンガー・ジャパン株式会社（28日、30日）

【広告】

株式会社片岡
株式会社勝木太郎助商店
株式会社テクノマップ
株式会社ハーモニ産業
環境システム株式会社
Nortek ジャパン合同会社
丸文通商株式会社
ワイディシステム株式会社

三次元超音波式流向流速計シリーズ

現場観測から室内実験まで
精密な流れの計測を
実現します



小さなサンプリング体積と高速サンプリングが可能なNortek三次元流向流速計シリーズは、フィールドから水理実験室まで、様々な環境下におけるピンポイント計測を可能にします。壁面付近や構造物周辺の複雑な流れを把握する用途に適しています。航行観測用のADCPパッケージでは、流向流速値とエコーグラムをPC画面へリアルタイムに表示することができ、流れと水中粒子の状態を同時に調べることができます。



VECTOR

高サンプリング周波数シングルポイント三次元流向流速計（最大64Hz）。約15cm先のサンプル体積中の三次元流向流速を計測。圧力計を使用した波浪計測も可能。

- フィールド用
- 最大サンプリング周波数 64Hz
- ケーブルセンサー選択可
- 耐圧水深：300m
- 波浪計測可（PUV）



VECTRINO

超高サンプリング周波数シングルポイント三次元流向流速計（オプションにて200Hz、標準最大100Hz）。約5cm先のサンプル体積中の3軸流向流速を計測。

- 実験水槽用
- 最大サンプリング周波数 200Hz（標準100Hz）
- ステム型センサー選択可
- 横向きセンサー選択可
- フィールド用プローブ選択可（淡水環境のみ）



VECTRINO PROFILER

センサーから約7cm先にある高さ約4cmのサンプル体積の内部を、垂直方向に1~4mm間隔に分割して流向流速値を取得可能。境界付近の流速プロファイルを調べる用途に。

- 実験水槽用
- 最大サンプリング周波数 100Hz
- ケーブルセンサー選択可
- 測定間隔（層厚）は調整可能
- 対象物までの距離計測可



AQUADOPP PROFILER HR

Aquadopp Profiler ADCPのHR（高解像度）オプションを搭載したモデル。3mの計測レンジ内を7~150mmの距離間隔にて計測可能（2MHz）。浅い水深の計測に。

- HR計測レンジ 2MHz：3m、1MHz：6m
- 計測距離間隔（層厚） 2MHz：7~150mm 1MHz：20~300mm
- 最大サンプリング周波数 8Hz



SIGNATURE VM

SignatureシリーズADCPを船舶搭載用のパッケージとしたモデル。GNSSユニット、PCユニット、ケーブル類が付属。船上からリアルタイムにて流況を把握可能。

- 計測レンジ 1MHz：30m 500kHz：70m
- エコーサウンダー機能
- ボトムトラック機能
- 航行中に位置、流向流速、エコーグラムをプロット

※仕様の詳細等につきましては、弊社ホームページwww.nortekgroup.comまたは総合カタログをご覧ください。

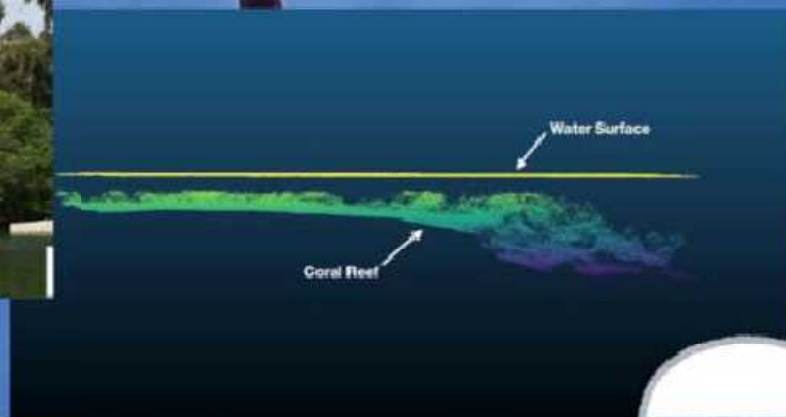
Nortekジャパン合同会社
〒105-0014, 東京都港区芝2-5-10 サニーポート芝 1001
03 6435 3270, 03 6435 3228 (Fax)
nortekgroup.com



新技術

グリーンレーザー

河川や湖沼等の水部の底面も含め、様々な地形を正確に観測致します



その他、ドローン撮影・測量業務全般
承ります
お気軽にお問い合わせください

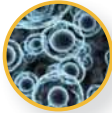


株式会社 テクノマップ

<https://www.techno-map.co.jp/>

〒920-0003 石川県金沢市疋田1丁目93番地
TEL 076-251-2848 FAX 076-252-4867
E-Mail office@techno-map.co.jp

分析・試験・検査



研究開発



設備



受託



工業薬品



クリニカル
-臨床検査-



一般試薬
消耗品



次世代
ヘルスケア産業

あしたのために
KATAOKA は、いくつもの未来をみつめ、
いくつもの笑顔を求め、
最先端の情報・技術をお届けします。

私たちは、理化学機器や装置、研究用試薬、臨床検査機器、臨床検査薬、工業薬品、消耗品・器具、備品まで、
ライフサイエンスの研究や業務に必要なあらゆる商品を扱っています。
ラボラトリーデザインも扱い、ご要望の施設を一から提案することが可能です。
ライフサイエンスの研究を基礎から応用までトータルでサポートいたします。



株式会社 片岡
〒920-1158 石川県金沢市朝霧台二丁目 27 番地
TEL: 076-263-2011 FAX: 076-263-2051



株式会社片岡は、リカケンホールディングス株式会社のグループです。



理科研株式会社
〒460-0007 名古屋市中区新栄一丁目 33 番 1 号
TEL: 052-241-5351 FAX: 052-241-6471



並木薬品株式会社
〒930-0834 富山県富山市問屋町三丁目 1 番 33 号
TEL: 076-451-4545 FAX: 076-451-0085



株式会社 セイミ
〒981-0933 仙台市青葉区柏木二丁目 3 番 28 号
TEL: 022-233-1717 FAX: 022-233-1725

DREAM BIGGER

AGILENT INTUVO GC システム

ラボの効率をもっと高めることができれば、
とお考えではありませんか?
Intuvo はその夢をかなえるアジレントの次世代 GC です。
既存メソッドを継承しつつ、フェラルフリー接続、クリップレス
カラム、タッチスクリーンインターフェース、スマート診断などの
新しい機能により、高品質な結果を実現します。

インテリジェント、直感的、革新的。
アジレントの Intuvo で夢は大きく。

www.agilent.co.jp/chem/intuvo をご覧ください。

アジレント・テクノロジー株式会社

☎ 0120-477-111



新製品
Agilent Intuvo 9000 GC システム

【アジレント・テクノロジー社販売店】

ワイディシステム株式会社
福井、金沢、富山
<http://www.ydy.co.jp/>

 Agilent Technologies



The Physics and Chemistry

私たちは地域発展に繋がる
理化学機器の提供と研究を図っています。

【取扱いメーカー】

日立ハイテック

HORIBA
Explore the future

ULVAC

KISHIDA

sartorius

AS ONE アズワン
心をひとつに 明日を拓く

EYELA

Rigaku

ジエールサイエンス

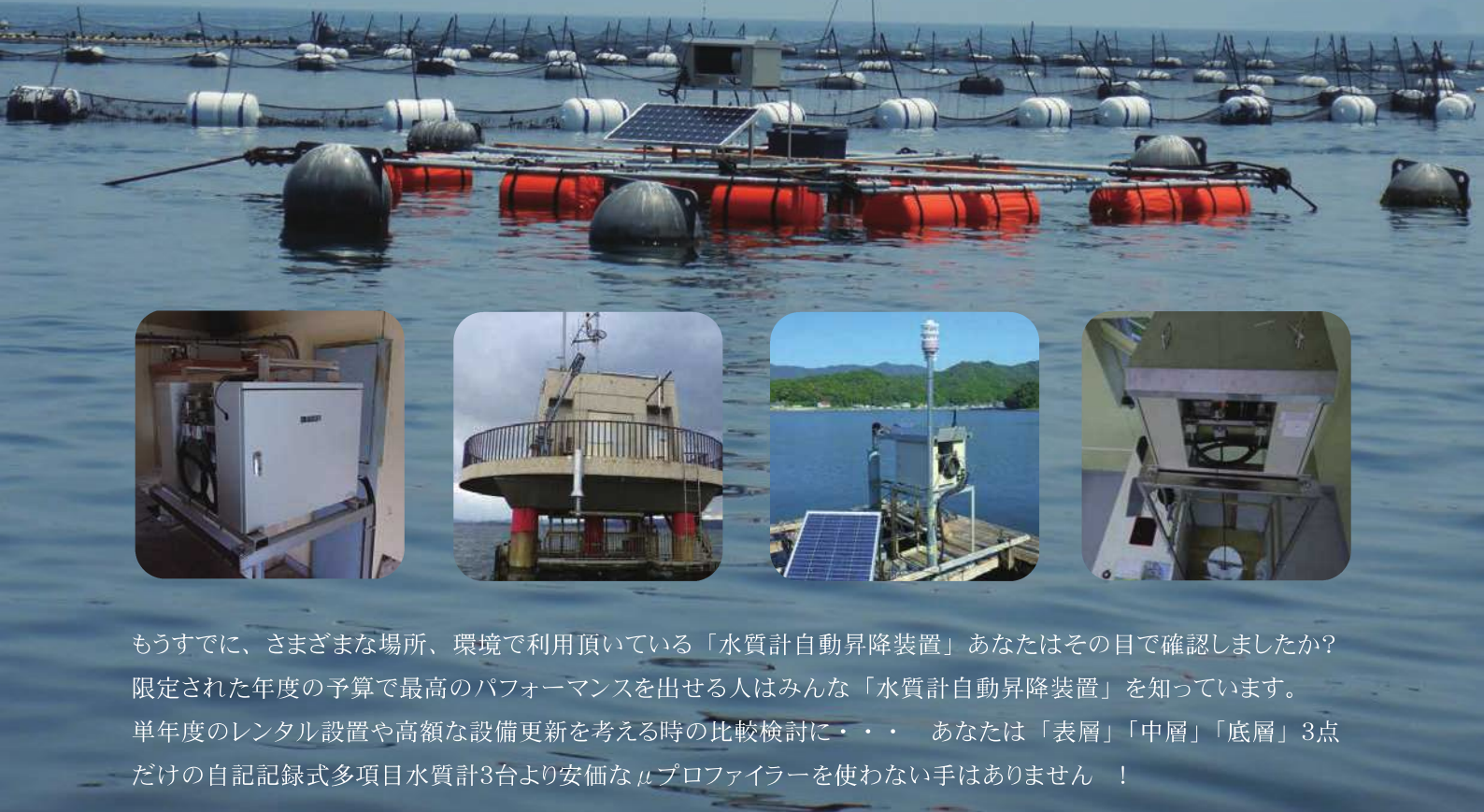
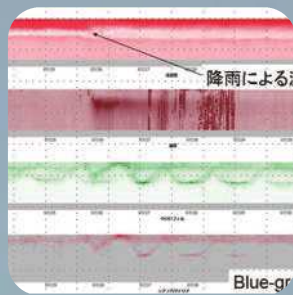
ヤマト科学



株式会社 勝木太郎助商店

URL : <http://www.katuki.jp>

事業所	住 所	電話番号	FAX 番号
金沢営業所	〒920-0059 石川県金沢市示野町西 67	076-268-2880	076-266-2277
小松営業所	〒923-0937 石川県小松市本町 3 丁目 1-1	0761-22-6288	0761-22-6289
富山営業所	〒930-0897 富山県富山市石坂 1054-7	076-431-8676	076-432-9276



もうすでに、さまざまな場所、環境で利用頂いている「水質計自動昇降装置」あなたはその目で確認しましたか？
 限定された年度の予算で最高のパフォーマンスを出せる人はみんな「水質計自動昇降装置」を知っています。
 単年度のレンタル設置や高額な設備更新を考える時の比較検討に・・・あなたは「表層」「中層」「底層」3点
 だけの自記録式多項目水質計3台より安価なμプロファイラーを使わない手はありません！

Micro-WQ-profiler

Waterquality Vertical Profiling System

環境システム株式会社

〒660-0083

兵庫県尼崎市道意町 7-1-3-ARIC624

TEL: 06-6657-5130

FAX: 06-6657-5131

www.hydrolab.co.jp

真のソリューションを実現する
価値あるサポート。

医療機器・科学機器の技術商社

明日の健康と新産業創造のパートナー
 **丸文通商株式会社**

〒920-0385 石川県金沢市松島一丁目 40 番地
TEL 076-269-1880 FAX 076-269-2522
<http://www.marubun-tsusyo.co.jp/>

明日を切り拓くメカトロニクスに挑戦
産業機械・理化学機器・自動化機械設計

販売  製造

株式会社 **ハ一モ二産業**

福井市高木中央2丁目2608番地
TEL (0776) 53-2324 (代) FAX (0776) 53-4477