



日本陸水学会 第85回大会
東京大会（オンライン開催）
2021年9月20日～22日

The Japanese Society of Limnology
The 85th Conference in Tokyo (Online)
September 20-22, 2021

講演要旨集
Abstract Book

【目次】

※項目をクリックすると記載のページに移動します

日本陸水学会 第 85 回大会 概要	1
大会日程	1
授賞式・受賞講演	3
懇親会, 休憩室	4
自由集会	5
参加者・発表者へのお知らせ・お願い, 口頭・ポスター発表者へのお願	7
座長へのお願, 聴講者へのお願	8
大会実行委員会	9
講演プログラム	10
講演要旨	16
9月20日, 公開シンポジウム	17
「森里川海のつながりを改めて考える」	
9月20日, A会場, ポスター発表	24
9月21日, A会場, 一般講演	59
9月21日, B会場, 課題講演	76
「火山山麓河川の陸水環境」	
9月21日, B会場, 一般講演	85
9月22日, A会場, 一般講演	91
9月22日, B会場, 課題講演	
「河川中流域における生物生産性の機構解明と河川管理への応用」	114
「栄養塩負荷量と漁業生産の関係：水質総量規制は漁業生産の減少要因か？」	124
企業広告	138

索引はありません。発表等を探す場合は PDF の検索機能 (Shift+Ctrl+F; Shift+⌘+F 等)をお使い下さい。

There is no index in this book. Please use the search function in PDF (Shift+Ctrl+F; Shift+⌘+F, etc.) to find a presentation or something else.

日本陸水学会 第 85 回大会 概要

期 日： 2021 年 9 月 20 日（月）～ 22 日（水）

場 所： オンライン（virtual）

大会参加者用Website：<https://web.tuat.ac.jp/~jslim85/portalsite/index.html>

ID: rikusui PW:メールでお知らせしています。

大会日程

	時間	行事	会場
9 月 20 日 (月)	09:30～ 12:30	公開シンポジウム 「森里川海のつながりを改めて考える」 (昼休み) *1	Zoom F 会場*6
	13:20～	開会挨拶	Zoom A 会場*7
	13:30～ 14:45	ポスター発表フラッシュトーク*2,3	Zoom A 会場*7
	14:50～ 16:50	ポスター発表コアタイム*2,3 14:50～16:20 (奇数番号のポスター) 15:20～16:50 (偶数番号のポスター)	LINC Biz 会場*7
	17:00～ 19:00	自由集会 1 「陸水物理学会」 自由集会 2 「陸域－水域境界から森里海の連環を問い直す」	Zoom C 会場*6 Zoom D 会場*6
	19:00～ 21:00	自由集会 3 「日本陸水学会若手の会 2021」	Zoom E 会場*6

9月21日 (火)	09:00～ 12:00	口頭発表 一般講演 課題講演「火山山麓河川の陸水環境」 (昼休み) *1	Zoom A 会場*7 Zoom B 会場*7
	13:00～ 14:15	口頭発表 一般講演	Zoom A・B 会場*7
	14:30～ 15:50	吉村賞・田中賞 授賞式、受賞講演	Zoom F 会場*8
	16:00～ 17:30	総会	Zoom F 会場*8
	17:45～ 19:45	自由集会4 「SILの集い」*4	Zoom C 会場*6
9月22日 (水)	09:00～ 12:00	口頭発表 一般講演 課題講演 「河川中流域における生物生産性の 機構解明と河川管理への応用」 (昼休み) *1	Zoom A 会場*7 Zoom B 会場*7
	13:00～ 16:45	口頭発表 一般講演 課題講演 「栄養塩負荷量と漁業生産の関係：水質 総量規制は漁業生産の減少要因か？」	Zoom A 会場*7 Zoom B 会場*7
	17:30～ 19:30	懇親会*5	oVice 会場*7

- *1 昼休みにはいったん Zoom 会場を閉じ、午後セッション開始時刻の約 15 分前に、開場する予定です（午前セッションとは別 URL の Zoom です）。
- *2 ポスター発表は、まず、フラッシュトーク（Zoom）によりポスターの概要を一人 2 分間で説明をし、その後コアタイムでポスターの立合説明をします（LINC Biz システムのビデオ会議）。また、LINC Biz のシステムに事前にアップロードされたポスターを閲覧でき、チャット（メッセージ）で意見交換できます。
- *3 小中高生ポスター発表も同時並行で実施します。
- *4 総会終了後 15 分後を目安に開始します。
- *5 大会参加者は無料で参加できます。
- *6 大会参加申し込みをしていない方（非学会員を含む）も参加できるイベントです。会場の URL は、陸水学会 ML でお知らせするほか、大会公式 Website、および大会参加者用 Website に記載しています。
- *7 会場の URL は大会参加者用 Website に記載しています。大会参加者用 Website の URL とパスワードは、大会前に参加者にメールで通知します。
- *8 全ての学会員（大会参加申し込みをしていない方を含む）が参加できるイベントです。会場の URL は、陸水学会 ML でお知らせするほか、大会参加者用 Website に記載しています。

授賞式・受賞講演

14:30～14:40	授賞式
14:40～14:55	2020 年度吉村賞受賞記念講演 高巢 裕之 会員 （長崎大学）
15:00～15:15	2020 年度田中賞受賞記念講演 寺井 久慈 会員 （旧所属：名古屋大学・中部大学）
15:20～15:35	2021 年度田中賞受賞記念講演 谷田 一三 会員 （大阪府立大学・大阪市立自然史博物館）
15:40～15:50	お祝いの言葉 （中野 伸一 会長）

懇親会

1. 9月22日（水）17時30分から oVice で開会行事を行います。
2. 会場 oVice は、大会期間中は休憩室として開放しています。oVice に慣れていただくためにも、事前に休憩室で操作をお試してください。ブラウザは Google Chrome をお使いください。
3. 会場 oVice にログインしますと、スタッフが待機している場所があります。操作方法が不明な場合は、スタッフに話しかけてお尋ねください。
4. 開会行事では、論文賞（英文誌・和文誌 2020・2021 年度受賞者）、国際交流奨励賞（2020 年度受賞者）、口頭発表賞、ポスター賞の表彰、および小中高生ポスターの優秀賞の発表を行います。
5. 懇親会に出席されている各賞受賞者に簡単なスピーチをお願いする予定です。
6. 開会行事（挨拶やスピーチ）中も参加者同士で歓談が可能な会場です。気軽に立ち話をしながら、ご参加いただけます。
7. 大会最終日最後のイベントです。ご自身のお好きな飲み物・食べ物をご用意いただき、バーチャル会場を心置きなく楽しんでください。
8. oVice の利用に関する詳細は、大会参加者用 Website に掲載する「oVice 利用案内」をご参照ください。
9. 開会行事後は、自由にご歓談ください。

休憩室

大会期間中、24 時間、バーチャル休憩室を開放します。懇親会と同じく oVice が会場です。打ち合わせや交流の場としてご活用ください。

自由集会

本大会では、自由集会のみの聴講者・発表者は、会員、非会員に関わらず、大会参加費は無料となっています。

自由集会 1. 『陸水物理学会』
企画者：大八木 英夫（南山大学）
開催日時：9月20日(月) 17-19時（Zoom C 会場）
趣旨： 陸水学・水文学の物理的(physical)な分野の発展について議論する。 （主に、雪氷・地形・湖沼・河川・地下水・温泉・地すべりなどにまたがり、沿岸の海水・汽水を含む陸水全体の循環・営力作用のプロセスについて議論する。）

自由集会 2. 『陸域-水域境界から森里海の連環を問い直す』
企画者：大西 健夫（岐阜大学）
開催日時：9月20日(月) 17-19時（Zoom D 会場）
趣旨： 本自由集会企画は、公開シンポジウムのテーマとの並行企画です。河畔帯、湿地、水田、干潟、潮間帯など「陸域-水域境界」は、エコトーン、クリティカルゾーン、などとも呼ばれるように、陸域における水・物質循環のホットスポットになっています。気象、人間活動等の影響をうけて、流域の中では「陸域-水域境界」が時間とともにダイナミックに変動し、流域内外での連環や断絶が生まれるのではないのでしょうか。この連環と断絶について、公開シンポジウムでは触れることのできなかつた科学的な知見を持ち寄り議論するとともに、社会実装を念頭においた社会学者、行政関係者との対話を実現するような場にしたいと考えています。

自由集会 3. 『日本陸水学会若手の会 2021 “陸水学ライトニングトーク～リムスタグラム：写真や動画で魅せる研究～”』
企画者：丸岡 奈津美（東北大）、齊藤 達也（兵庫県立大）、呉 盧漢（神戸大）、石橋 孝晃（京都大）、大竹 裕里恵（兵庫県立大）
開催日時：9月20日(月) 19-21時（Zoom E 会場）

趣旨：日本陸水学会若手の会 (E 会) は「学生やポストドクがセミナーを通じて交流しよう」という趣旨のもと、毎年大会期間中に開催し、熱い議論を繰り広げています。今年度の若手の会では、学部生から自称若手の皆様に発表者としてご参加いただき、陸水学ライトニングトークを開催します。

発表時間は 1 人 5 分程度 (発表人数は 10~15 人見込み) で、今回は特に、写真や動画を中心に研究対象の生物やフィールドの紹介、もしくは研究成果の紹介を行います。

まだ知り合いが少なく、オンライン学会ではなかなか交流しづらいという学部生・院生の方にも気軽に参加いただき、若手全体での交流を深めたいと考えています。食事や飲み物を楽しみながらリラックスした雰囲気での研究発表を共有できる会にしていく予定です。初めて学会に参加される学部生から自称若手の皆様まで、どなたでも歓迎いたします。

自由集会 4. 『SIL の集い』

企画者：中野伸一 (京都大学生態学研究センター)

開催日時：9 月 21 日(月) 17 時 45 分 - 19 時 45 分 (Zoom C 会場)

趣旨：国際陸水学会 (SIL) は、世界各地の陸水環境における基礎および応用陸水学の研究者の集まりである。本自由集会は、これまで日本陸水学会の大会を機会に開催されてきたが、近年はほとんど開催されていなかった。そこで、本年、韓国・光州での SIL 大会開催での議論や開催概況の報告も含めて、久しぶりに本集いを開催し、国際的な陸水学の動向や展望について議論する場をもちたい。本集いは、SIL メンバーに関係無く、どなたでもご参加いただけます。興味のある方、是非ご参加ください。本自由集会企画は、公開シンポジウムのテーマとの並行企画です。河畔帯、湿地、水田、干潟、潮間帯など「陸域-水域境界」は、エコトーン、クリティカルゾーン、などとも呼ばれるように、陸域における水・物質循環のホットスポットになっています。気象、人間活動等の影響をうけて、流域の中では「陸域-水域境界」が時間とともにダイナミックに変動し、流域内外での連環や断絶が生まれるのではないのでしょうか。この連環と断絶について、公開シンポジウムでは触れることのできなかつた科学的な知見を持ち寄り議論するとともに、社会実装を念頭に置いた社会学者、行政関係者との対話が実現するような場にしたいと考えています。

参加者・発表者へのお知らせ・お願い

1. 大会参加には、参加登録が必要です。ポスター発表を行うベースとなる LINC Biz のシステムへの登録作業がある関係で、9月17日（金）までの参加登録と参加費支払いをお願いいたします。
2. 大会参加者用 Website（大会 Website とは別の、参加者限定のポータルサイト）に連絡事項、および Zoom 会場、LINC Biz 会場、oVice 会場の URL を掲載します。大会参加者用 Website の URL とパスワードは、大会前に参加者にメールでお伝えします。また、メールで直接連絡事項をお知らせすることもあります。大会参加者用 Website とメールをこまめにチェックして下さい。同じ会場でも日ごとに URL が異なる可能性もありますのでご注意ください。
3. 大会参加者用 Website に以下の3点の案内を掲載します。大会参加前によくお読みください。
 - ＜発表者の皆様へ・座長の手順＞
 - ＜口頭発表セッション参加者（聴講者・講演者）の皆様へ＞
 - ＜ポスターセッション参加者（聴講者・講演者）の皆様へ＞

口頭・ポスター発表者へのおお願い

1. 口頭発表の講演時間は交代も含めて12分、質疑応答3分の計15分です。講演は必ず12分で終了するように用意してください。
 2. ポスター発表者は、9月20日（月）のコアタイムには LINC Biz 会場に入室しているようにしてください。コアタイム以外にも立ち合い対応が出来る方は、その時間をポスターに掲示したり、フラッシュトークにて紹介したりするなどして、周知してください。
 3. 発表では、パソコンをご使用ください。スマートフォンや iPad を使った発表は行わないでください。パソコンには Zoom をあらかじめインストールして下さい (<https://zoom.us/download>)。Zoom は最新のバージョンをお使いください。
 4. できるだけ安定したネット環境（できれば有線環境）から発表を行ってください。Zoom 発表に慣れていない方は、事前に接続テスト・発表練習の機会を設けますので、大会実行委員会までご連絡ください。本番の発表環境でテストを行い、問題なく発表ができるかどうか確認してください。
- ※ 口頭・ポスター発表の詳細は、大会参加者用 Website に掲載する「口頭発表セッション参加者（聴講者・講演者）の皆様へ」および、「ポスター発表セッション参加者（聴講者・講演者）の皆様へ」をご参照ください。

座長へのお願い

1. 本大会では、例年と同様に、発表を終えた方が、次の発表の座長の役割（講演タイトル等を伝えて講演を開始、質疑応答の取り仕切りなど）をしていただきます。（課題講演において座長が指定されている場合はこの限りではありません。）
2. 講演時間を厳守するよう、セッションの進行をお願いします。

※ 詳細は、別途配布する「口頭発表者の皆様へ・座長の手順」をご参照ください。

聴講者へのお願い

1. 口頭セッションで演者が発表している間は、マイクをミュートにし、ビデオをオフにしてください。
2. 口頭セッションで質問がある場合には、チャットに質問を入力するか、「手を挙げる」ボタンを押してください。
3. ポスターセッションのコアタイムでは、通常のポスター発表と同様に自由なタイミングで質問して頂いて構いません。多数の聴講者がいるポスターでは譲り合って質問するようにしてください。コアタイム以外にも、発表者が独自に設定する立ち合い時間にて議論していただいたり、チャットメッセージを通じて議論していただいたりすることができます。

※ 詳細は、大会参加者用 Website に掲載する「口頭発表セッション参加者（聴講者・講演者）の皆様へ」および、「ポスター発表セッション参加者（聴講者・講演者）の皆様へ」をご参照ください。

大会実行委員会

大会長 : 楊 宗興 (東京農工大学)

実行委員長 : 梅澤 有 (東京農工大学)

実行委員 : 相子伸之[※] (大阪府環境農林水産総合研究所)

飯泉佳子 (日本大学)

鏡味麻衣子 (横浜国立大学)

川端良子 (東京農工大学)

清水裕太[※] (農研機構)

千賀有希子 (東邦大学)

土屋健司 (国立環境研究所)

吉田丈人 (総合地球環境学研究所・東京大学)

※ 日本陸水学会 企画委員会委員

事務局 : 日本陸水学会 第 85 大会実行委員会

E-mail: rikusui85@gmail.com

9 月 20 日 (月) ~ 22 (水) は東京農工大学内に本部を設置

表紙の写真

左上 : 谷津干潟 (千葉県), 右上 : 柳瀬川 (東京都)

左下 : 尾瀬ヶ原 (群馬県), 右下 : 四尾連湖 (山梨県)

講演プログラム

※講演プログラムの講演番号をクリックすると、該当する発表の要旨ページにとぶことができます。また、左側のウィンドウに表示できる「しおり (Bookmark)」機能を用いると、目的とするページに移動することができます。

開始時刻	A会場
	小中高生 ポスター発表 フラッシュトーク
13:30	<p>P-01 土壌水分を利用した乾燥地の塩害抑制研究 *中居泉穂・寺沢ゆき（青森県立名久井農業高校）</p> <p>P-02 パーミキュライトを用いた水質浄化研究 *寺沢ゆき・大坊拓也・掛端博貴・佐々木昌虎・中居泉穂・新田遥加（青森県立名久井農業高校）</p> <p>P-03 雨水と三和土を用いた洗浄法の研究 *新田遥加・佐々木昌虎（青森県立名久井農業高校）</p> <p>P-04 近年琵琶湖での存在が確認されたMicrasterias hardyiの培養調査 *川井彩音（滋賀県立石山高校）</p> <p>P-05 ミジンコの生態と琵琶湖における深度別調査 *森本莉久（京都府立洛北高校附属中学校）</p>
13:40	<p>P-06 Distribution and Color of Microplastics in Lake Biwa *君付茉優（立命館守山高校）</p> <p>P-07 なぜ、オオサカサナエはびわ湖の白ひげ浜に生まれるのか？ 2012～2021年 ～水上バイクのエコトーン破壊で激減中の絶滅危惧種トンボ～ *白神大輝（西大和学園高校）</p> <p>P-08 琵琶湖の環境変動と連動したピワオオウズムシの消長ー(1)湖底モニタリングの最新成果 *佐藤瑠乃（滋賀県立膳所高校）・佐藤爽音（鋼鉄美術工芸高校）・熊谷道夫（立命館大学）</p>
	一般 ポスター発表 フラッシュトーク 1
13:50	<p><u>P-09</u> 気象観測値によるダム湖の冬季全循環発生確率の推定 *片寄涼介（農工大・農）・角谷拓（国環研）・高津文人（国環研）・松崎慎一郎（国環研）・赤坂宗光（農工大・農）</p> <p>P-10 2020年7月に出現した静岡県水窪町「幻の池」の水位記録と湖盆形態 *河野忠（立正大学）・町田由香矢・船生泰寛（立正大学大学院修士）</p> <p><u>P-11</u> 土岐砂礫層を有する森林斜面における地表流発生メカニズム *木下大輔・上野薫（中部大）・吉迫宏（農学）</p> <p>P-12 堆積速度と災害・改修履歴からみた揖斐川水系津屋川における近年の土砂動態 田代喬（名古屋大）・陀安一郎（地球研）</p> <p><u>P-13</u> 石狩川における溶存有機窒素の動態 高木悠司（北大）・服部圭佑（北大）・山下洋平（北大）</p>
14:00	<p>P-14 Determination of TP forms in soil/sediments via applying HCl extraction and HF methods *Kozyrev Roman, Yoh Muneoki（東京農工大）</p> <p><u>P-15</u> Multi-Shot Pyrolyzer GC/MSを用いた琵琶湖由来フルボ酸の化学特性解析 *百合藤桃加（京都工芸繊維大学）・山口保彦・早川和秀（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター）・木田森丸（神戸大学）・藤嶽暢英（神戸大学）・布施泰朗（京都工芸繊維大学）</p> <p>P-16 琵琶湖北湖深層における底層DOの特異的な低下と底層水質の変動～2020年の調査結果から～ *岡本高弘・藤原直樹・中村光穂・石崎陽平・卯田隆・佐藤祐一・古角恵美・小笠原翔（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター）・藤原務（滋賀県琵琶湖保全再生課）</p> <p><u>P-17</u> 富栄養化した干潟におけるNH₂OHの季節変化 名取安海・小林諒磨・松原優士（東邦大学）・清家泰・菅原庄（島根大学）・千賀有希子（東邦大学）</p> <p><u>P-18</u> 播磨地域のため池における溶存メタン濃度と水面からの放出速度 *河内丈太郎・西藤智哉・伊藤雅之（兵庫県立大）・坂部綾香（京都市大）・尾坂兼一（滋賀県立大）・中馬一憲（兵庫県立大）</p>

開始時刻	A会場
	一般 ポスター発表 フラッシュトーク 2
14:10	<p>P-19 東京都の地下水における高濃度リン酸の要因とメカニズムの解析 *碓夷咲（農工大）・楊宗興（農工大）</p> <p>P-20 食虫植物ムジナモの生育環境と生長に与える腐植物質の効果 *トウ・シンヨウ（埼玉大学）・藤野毅（埼玉大学）・金子康子（埼玉大学）</p> <p>P-21 ヒメホテイアオイ (<i>Heteranthera reniformis</i> Ruiz et Pavon) の発芽に対する温度と土壌含水率の影響 *Thapa Magar Srijana（埼玉大学）・藤野毅（埼玉大学）・庄司邦賢（埼玉大学）・横田拓也（農研機構・農村工学研究所）</p> <p>P-22 北海道に定着したウチダザリガニの水銀蓄積特性 *木内拓海（酪農大院）・室田欣弘（UWグリーンレイク洞爺湖）・中谷暢丈（酪農大院）</p> <p>P-23 琵琶湖における動物プランクトンの餌量・質の変化について *永田貴丸・酒井陽一郎・中村光穂・岡本高弘・早川和秀（琵琶湖センター）</p>
14:20	<p>P-24 Trophic status has crucial influence on the relative requirement of nitrogen to phosphorus for phytoplankton growth *Mengqi Jiang (Kyoto-U)・Shin-ichi Nakano (Kyoto-U)</p> <p><u>P-25</u> DNAメタバーコーディングとSingle spore PCRによる全国50ダム湖の菌類群集比較 *望月学（横浜国立大）・鏡味麻衣子（横浜国立大）・土居秀幸（兵庫県立大）</p> <p>P-26 琵琶湖湖辺における過去の養浜事業が底生動物に及ぼした影響の評価 井上崇壮・古田世子・萩原裕規・大柳まどか（滋賀県琵琶湖研セ）</p> <p><u>P-27</u> 浅い湖沼におけるベントスと植物プランクトンの食物連鎖の解明 李若氷（京都市大）・大西雄二（京都市大）・木庭啓介（京都市大）・蔡吉（滋賀県）・中野伸一（京都市大）</p> <p><u>P-28</u> Application of a novel cadmium-selective fluorescence probe in in-vivo detection and quantification of cadmium bioaccumulation in the freshwater cladoceran: Moina macrocopa *Thilomi Samarakoon・Takeshi Fujino (Saitama University), Masayori Hagimori (Mukogawa Women's University), Rie Saito (National Institute of Environmental Sciences)</p>
14:30	<p><u>P-29</u> 羽化殻を利用した琵琶湖北湖における大型トンボ類の分布 *奥田達也（滋賀大学大学院）・石川俊之（滋賀大学）</p> <p><u>P-30</u> High temperature tolerance of chironomid larvae and its molecular mechanisms Tetty A. Pamela, Fujii Sotaro and Kawaii Koichiro (Hiroshima University)</p> <p><u>P-31</u> 淡水生ハリガネムシ2種の宿主選択について *谷聖太郎（広大院）・河合幸一郎（広大院）</p> <p>P-32 神戸市内の湿地に生息するイトウソノバトビケラ(トビケラ目)の生活史 *渡辺昌造（ひとはく地域研究員）</p> <p><u>P-33</u> トビケラ体内へのCs移行に関する濁度の影響について *永岡光介（埼玉大学）・SHRESTHA Ashok Kumar（埼玉大学）・藤野毅（埼玉大学）・野本健志（建設環境研究所）</p>
14:40	<p>P-34 淀川ワンドの二枚貝およびタナゴ類におけるマイクロプラスチックの汚染実態 *相子伸之・近藤美麻・今川愛佑美（大阪環境水研）・近藤泰仁・田中周平（京大院・地環）</p>
14:50～16:50	<p>ポスター発表 コアタイム (LINC Biz)</p> <p>※発表者が、他の発表を少しでも聴講できるよう、下記のように、一部重複する形でコアタイムをずらして設定しています。 奇数講演番号: 14:50～16:20 偶数講演番号: 15:20～16:50</p>

講演番号をクリックすると、該当する要旨を開くことができます。

9月21日 (火) 午前

下線付き講演番号：発表審査対象

開始時刻	A会場
	一般講演
9:00	<p><u>Q-A01</u> ミジンコの種内多様性はどのように維持されるのか：異なる日長応答に基づく生活史戦略の違いがもたらす共存 *大竹裕里恵（兵庫県立大学、東京大学）、山道真人（クイーンズランド大学）、平田優香（東京大学）、小田切悠（東京大学）、吉田丈人（地球研、東京大学）</p>
9:15	<p><u>Q-A02</u> ダム湖動物プランクトン群集の構造決定機構：全国のダム湖間比較による解析 *鈴木 碩通（東北大学・理）・一柳 英隆（水源環境センター）・占部城太郎（東北大学・生命）</p>
9:30	<p><u>Q-A03</u> 琵琶湖におけるタイヨウテウウの生態 *吉田 潤哉（京大）・中野伸一（京大）</p>
9:45	<p><u>Q-A04</u> Japanese freshwater zooplankton identification using DNA metabarcoding: from the result of a mock community experiment. *SIQUD Imane（東北大学）、MAKINO Wataru（東北大学）、Urabe Jotaro（東北大学）</p>
10:00	<p><u>Q-A05</u> 湖沼生態系におけるω3脂肪酸供給量の評価指標の開発に向けたワカサギ脂肪酸組成の解析 *新田 真弓（秋田県大院）・青森 壮汰（秋田県大院）・藤林 恵（九大院・工）・高田 芳博（秋田県・水振セ）・渡邊 美穂（秋田県大・生資）・岡野 邦宏（秋田県大・生資）・宮田 直幸（秋田県大・生資）</p>
10:15	<p><u>Q-A06</u> 雪氷環境に適応した雪氷微生物の積雪内における垂直移動の日周期 *小野 誠仁（千葉大）・薄羽 珠ノ介（千葉大）・竹内 望（千葉大）</p>
10:30	休憩
10:45	<p><u>Q-A07</u> 溪流においてリター破碎への栄養カスケード効果は一般的か？：底生動物捕食者の炭素・窒素安定同位体比から示唆されること *太刀掛 脩平・加賀谷 隆・則定真利子（京大）</p>
11:00	<p><u>Q-A08</u> モンカゲロウ属の捕食による粒状態有機物の溶存態有機物への変換 *岡部 智洋（岡山理科大 大学院）・齋藤 達明（岡山理科大）・杉山裕子（岡山理科大）・笠井 楓也（岡山理科大）、片岡 翔（岡山理科大）、竹中 大二郎（岡山理科大）</p>
11:15	<p><u>Q-A09</u> 利根運河における表流水から見た水質形成機構 *宮元 拓夢（理科大）・八畷 泰（理科大）・磯野 航也（理科大）・関 陽児（理科大）</p>
11:30	<p><u>Q-A10</u> 利根運河における底質の溶出実験 *八畷 泰（東理大）・関 陽児（東理大）</p>
11:45	<p><u>Q-A11</u> ワンドにおける高濃度リン酸湧出 *上羽涼太郎（農工大）・梅澤有（農工大）・楊宗興（農工大）</p>

開始時刻	B会場
	課題講演：火山山麓河川の陸水環境 （企画：谷口智雅・野崎健太郎）
9:00	<p>O-B01 日本の火山性無機酸性河川研究の概要 *野崎健太郎（桐山女学園大）・谷口智雅（三重大）</p>
9:10	<p>O-B02 火山山麓河川の地理的景観と陸水環境 *谷口智雅（三重大）</p>
9:25	<p>O-B03 御嶽山麓河川の短期および中期的水質変化について *松本 嘉孝（豊田高専）・宇佐見 亜希子（名大減災）・江端 一徳（豊田高専）</p>
9:40	<p><u>O-B04</u> 御嶽山麓における王滝川水系の水質とその経年変化の推定 *江端一徳（豊田高専）・松本嘉孝（豊田高専）・宇佐見亜希子（名大減災）</p>
9:55	<p>O-B05 火山性無機酸性湧水における糸状藻<i>Klebsormidium flaccidum</i>の繁茂と溶存無機態炭素濃度との関係 *野崎健太郎（桐山女学園大学）・松本嘉孝（豊田高専）・谷口智雅（三重大学）・宇佐見亜希子（名古屋大学）・田代喬（名古屋大学）</p>
10:10	<p>O-B06 ダム・貯水池を有する火山山麓河川の底生動物群集とその時空間的変異 *田代 喬（名古屋大）</p>
10:25	<p>O-B07 火山山麓に湧出する二酸化炭素ガスと湧水の影響をうけた河川水の特異性 *宇佐見亜希子（名古屋大）・田代喬（名古屋大）・松本嘉孝（豊田高専）・江端一徳（豊田高専）・谷口智雅（三重大）・八木明彦（愛知工業大）・岩月栄治（愛知工業大）</p>
10:40	<p>O-B08 総合討論</p>
11:00	<p>休憩 ※ 臨時で発表が入ることもあります。</p>

講演番号をクリックすると、該当する要旨を開くことができます。

9月21日 (火) 午後

下線付き講演番号：発表賞審査対象

開始時刻	A会場
	一般講演
13:00	<p><u>O-A12</u> 東日本台風による大規模洪水がヒゲナガカワトビケラ幼虫の越冬・非越冬世代の二次生産力に与えた影響 *小松 楓子・三村 亮・平林 公男 (信州大学繊維学部応用生物)</p>
13:15	<p><u>O-A13</u> ダムによる餌環境変化が濾過食者シマトビケラ科の栄養状態に及ぼす影響 *輪地 紗良 (奈良女子大学)・土居 秀幸 (兵庫県立大学大学院情報科学研究科)・竹門 康弘 (京都大学防災学研究所)・片野 泉 (奈良女子大学大学院自然科学系)</p>
13:30	<p><u>O-A14</u> ダム下流における支川流入・土砂還元が河床環境と底生動物群集に与える影響 *原 直子 (奈良女子大)・皆川 朋子 (熊本大学工学部)・根岸 淳二郎 (北海道大学大学院環境科学院)・土居 秀幸 (兵庫県立大学大学院情報科学研究科)・萱場 祐一 (名古屋工業大学工学部社会工学科)・片野 泉 (奈良女子大学大学院自然科学系)</p>
13:45	<p><u>O-A15</u> 環境DNAによる半水生哺乳類カワネズミ <i>Chimarrogale platycephalus</i> の活動時間の解明 *塩塚 菜生 (奈良女子大学大学院人間文化総合科学研究科)・中村 匡聡 (いであ(株)環境創造研究所)・土居 秀幸 (兵庫県立大学大学院情報科学研究科)・片野 泉 (奈良女子大学大学院自然科学系)</p>
14:00	<p><u>O-A16</u> 全昆虫類に汎用できるメタバーコーディングDNA領域の確立と隠蔽種の検出 *竹中 將起 (筑波大)・谷野 宏樹 (基生研)・東城 幸治 (信州大)・鈴木 智也 (京大)</p>

開始時刻	B会場
	一般講演
13:00	<p><u>O-B09</u> 夏季の諏訪湖底層におけるリン動態に関する研究 *市川 雄貴 (信州大学)・宮原 裕一 (信州大学)</p>
13:15	<p><u>O-B10</u> 矢道湖湖岸におけるメタンの生成・放出 *片桐 知咲・菅原 庄吾・朴 紫暎・江川 美千子 (島根大院自然)・清家 泰 (島根大 EsReC)</p>
13:30	<p><u>O-B11</u> 冬季の琵琶湖水における窒素循環構造の変化 *石橋 孝晃 (京大)・大手 信人 (京大)・尾坂 兼一 (滋賀県大)・木庭 啓介 (京大)・中村 高志 (山梨大)・西田 継 (山梨大)</p>
13:45	<p><u>O-B12</u> 都市の浅層地下水の水質・同位体組成の季節変化 一東京都品川区を例に一 *伊東 優希 (立正大大学院)・安原 正也 (立正大)・李 盛源 (立正大)・稲村 明彦 (産総研)・中村 高志 (山梨大)</p>
14:00	<p><u>O-B13</u> Mussel-distribution Estimation Using High-resolution Sonar Images with Deep Learning *趙帆 (東大)・水野 勝紀 (東大)・多田 田茂 (東大)・麻山 賢人 (伊豆沼財団)・速水 裕樹 (伊豆沼財団)・藤本 泰文 (伊豆沼財団)・嶋田 哲郎 (伊豆沼財団)</p>

講演番号をクリックすると、該当する要旨を開くことができます。

9月22日（水）午前

下線付き講演番号：発表審査対象

開始時刻	A会場
	一般講演
9:00	O-A17 Multi-Shot Pyrolyzer GC/MSを用いた琵琶湖底質中有機成分の特性解析 *井上和樹(京都工芸繊維大学)・早川和秀(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)・山口保彦(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)・布施泰朗(京都工芸繊維大学)
9:15	O-A18 冬季全循環停止がおきた琵琶湖における貧酸素水塊の広域観測 *石川俊之(滋賀大学)・合田幸子(京都大学)・赤塚徹志(京都大学)・後藤直成(滋賀県立大学)
9:30	O-A19 琵琶湖深湖底の貧酸素化に伴う底生生物への影響 *石川可奈子・井上栄社・熊春萌(琵琶湖研)
9:45	O-A20 穴道湖湖岸における白濁現象について *菅原庄吾・片桐知咲・朴紫暎・江川美千子(島根大)・清家泰(島根大EsReC)
10:00	O-A21 栄養塩添加・水位低下による底層酸素環境の変化:大型実験プールを用いた操作実験 *松崎慎一郎(国環研)・高津文人(国環研)・土屋健司(国環研)・篠原隆一郎(国環研)・中川恵(国環研)・福森香代子(国環研)・山口晴代(国環研)・今藤夏子(国環研)・角谷拓(国環研)
10:15	O-A22 富士五湖、仁科三湖、裏磐梯三湖を対象とした深水層無機化速度と深水層厚に関する経験式的の評価 *板井啓明(東京大学)・石水浩喜(東京大学)
10:30	休憩
10:45	O-A23 田植え時期・輪作体系が水田の水生動物群集に及ぼす影響 *安野 翔(埼玉県・環科国セ)
11:00	O-A24 琵琶湖北湖における小型・大型藻類の現存量と総一次生産 *風間 健宏(京大)・早川 和秀(琵琶湖研セ)・永田貴丸(琵琶湖研セ)・霜鳥 孝一(国環研)・今井章雄(国環研)
11:15	O-A25 湖内および湖間の細菌のゲノム多様性の解明 *岡崎友輔(京大)・藤永 承平(京大)・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)
11:30	O-A26 霞ヶ浦ではいつ水温が上昇しているのか? *篠原隆一郎(国立環境研究所)・田中陽二(株式会社エコー)・神野有生(山口大学)・松重一夫(国立環境研究所)
11:45	O-A27 RGB空間で捉えたアオコの発現予測—その1—コンセプトと室内実験 *熊谷道夫(立命館大学)・藤井康之(立命館大学)・辻英人(マスバイオラボ)

開始時刻	B会場
	課題講演:河川中流域における生物生産性の機構解明と河川管理への応用(企画:平林公男)
9:00	O-B14 趣旨説明 *平林公男(信州大学)
9:10	O-B15 ADCPを用いた河道地形および流況の現地計測と3次元流動シミュレーション *豊田 政史(信州大)・傳田正利(土木研究所)
9:25	O-B16 千曲川中流域におけるプランクトン及びバイオフィルムのバクテリア生産動態 *土屋 健司(国環研)・高津 文人(国環研)・桑原 ビクター伸一(創価大)・松崎 慎一郎(国環研)・傳田 正利(土木研)・平林 公男(信州大)
9:40	O-B17 千曲川中流域における付着藻類の生産力と水中有機物の起源 *宮原裕一(信州大)・戸田任重(信州大)・平林公男(信州大)
9:55	O-B18 千曲川中流域における水生昆虫類の二次生産力の推定 *平林公男(信州大学)
10:10	O-B19 千曲川に生息する鳥類からみた捕食-被食関係 *笠原 里恵(信州大学)
10:25	O-B20 千曲川中流域における優占的水生昆虫類の集団構造と遺伝構造、洪水の影響評価について *東城 幸治(信州大)・鈴木 智也(信州大・京都市大)・谷野 宏樹(信州大・基生研)・岡本 聖矢(信州大)
10:40	O-B21 河川版コンパートメントモデルの開発・検証と生産性管理基準の提案 *傳田正利(土木研究所・水災害研究グループ)・宮原祐一(信州大・理)・平林公男(信州大・繊維)・北野聡(長野県環境保全研究所)
10:55	O-B22 まとめと今後の展望・課題 *平林公男(信州大学)
11:15	休憩 ※ 臨時で発表が入ることもあります。

講演番号をクリックすると、該当する要旨を開くことができます。

9月22日(水) 午後

下線付き講演番号：発表賞審査対象

開始時刻	A会場	
	一般講演	
13:00	O-A28	イオンクロマトグラフィーを用いた有機態リンの酵素加水分解定量 *池谷透(地球研), 丸尾雅啓(滋賀県大)
13:15	O-A29	魚類と無脊椎捕食者のカイロモンに対するミジンコの表現型応答 *坂本 正樹(富山県立大)・河合 哲太(富山県立大)・福島 侑樹(富山県立大)
13:30	O-A30	河跡湖における水生植物の分布と生育環境 *片桐 浩司(東京農工大学)
13:45	O-A31	炭素同位体比から解析した浅い・半閉鎖性湖沼における有機物の生成機構 *長尾 誠也(金沢大)・Bat-Erdene Ariunsanaa(金沢大)・岩井 久典(金沢大)・福士 圭介(金沢大)
14:00	O-A32	北浦における底泥からのリン溶出速度の特徴 *北村 立実・大内 孝雄・木村 夏紀・古川 真莉子・湯澤 美由紀・福島 武彦(茨城県環境科セ)・増永英治(茨城大)・鮎川和泰、清家泰(鳥根大)
14:15	O-A33	武蔵野台地の地下水循環に果たす都市河川の役割—東京都大田区の呑川を例に— *安原正也(立正大)・伊東優希(立正大・院)・李 盛源(立正大)・稲村明彦(産総研)・中村高志(山梨大)
14:30		休憩
14:45	O-A34	吉野川(奈良県)で採集した水生昆虫のメタバーコーディング解析 *稲井 公二(大阪府立大)・脇村 圭(大阪府立大)・渡辺 幸三(愛媛大)・加藤 幹男(大阪府立大院)
15:00	O-A35	ゲノムワイドな遺伝子多型解析による地理的単為生殖種オオシロカゲロウの遺伝的集団構造 *関根一希(立正大学)
15:15	O-A36	溪流のリター食昆虫の破砕摂食と成長における水生菌類の役割の菌種間比較 松山民傑(東京大)・*加賀谷隆(東京大)・佐藤大樹(森林総研)
15:30	O-A37	河川付着藻類群集の色素分析による定量化とその変動要因 *西村洋子(龍谷大)・吉山浩平(滋賀県大)・打越崇子(琵琶博)・大塚泰介(琵琶博)・泉野央樹(滋賀県大)・木本裕也(滋賀県大)・丸尾雅啓(滋賀県大)
15:45	O-A38	河道内樹林におけるアキグミ群落の特殊性と種多様性への貢献 *田屋 祐樹(株式会社国土開発センター・筑波大)・傳田 正利(国立研究開発法人土木研究所・筑波大)
16:00		休憩 ※ 臨時で発表が入ることもあります。 ※ 懇親会は17:30から開始を予定しています。

開始時刻	B会場	
	課題講演: 栄養塩負荷量と漁業生産の関係: 水質総量規制は漁業生産の減少要因か? (企画: 伴 修平)	
13:00	O-B23	栄養塩負荷量と漁業生産の関係: 水質総量規制は漁業生産の減少要因か?—概要と趣旨説明 *伴修平・刘鑫・後藤直成・尾坂兼一・丸尾雅啓(滋賀県立大)・小野寺真一・石田卓也(広島大)・齋藤光代(岡山大)・奥田昇(神戸大)
13:15	O-B24	琵琶湖北湖における植物プランクトン群集動態 *後藤直成・伴修平(滋賀県立大)
13:30	O-B25	イオンクロマトグラフィーを用いた正リン酸のナノモル測定と琵琶湖北湖における時空間分布 *刘鑫(滋賀県大)・易容(贛南師範大)・丸尾 雅啓(滋賀県大)・伴修平(滋賀県大)
13:45	O-B26	琵琶湖水中における極微量正リン酸・SRP濃度の定量 *藤山信太郎(滋賀県大)・小畑元(東大・大気海洋研)・丸尾雅啓(滋賀県大)・環境科学研究所)
14:00	O-B27	共同沈殿濃縮法—イオンクロマトグラフィーを用いる天然水中メチルホスホン酸の定量 *山本 知季(滋賀県大・環境科学研究所)・小畑元(東大・大気海洋研)・丸尾 雅啓(滋賀県大・環境科学研究所)
14:15	O-B28	Particle tracking simulations of littoral to pelagic transport in the North Basin of Lake Biwa during the rice-planting season of 2020. *WELLS John(立命館大), 伴修平・刘鑫・後藤直成・尾坂兼一(滋賀県立大)
14:30		休憩
14:45	O-B29	琵琶湖集水域における河川のリン濃度と土地利用に対する水文条件の影響 *尾坂兼一(滋賀県大)・田邊晴人(滋賀県大)・石橋孝晃(京大・情報)・伴修平(滋賀県大)
15:00	O-B30	琵琶湖湖岸流域における地下水の物理化学特性と湖への物質輸送特性 *齋藤光代(岡山大)・小野寺真一(広島大)・友澤裕介(広島大)・王昆陽(広島大)・石田卓也(広島大)・伴修平(滋賀県立大)・奥田昇(神戸大)
15:15	O-B31	琵琶湖における湖底堆積物中の無機態リン濃度とそのリン酸酸素安定同位体比分布: 地下水によるリン供給評価を目指して *石田卓也(広島大)・*奥田昇(神戸大)・友澤裕介(広島大)・齋藤光代(岡山大)・小野寺真一(広島大)・刘鑫(滋賀県大)・後藤直哉(滋賀県大)・伴修平(滋賀県大)
15:30	O-B32	海外の湖沼における栄養塩と漁獲量の長期変化(文献レビュー) *大久保卓也(滋賀県大)・鈴木隆夫・森田尚・孝橋賢一・中嶋拓郎(滋賀県)・藤岡康弘(琵琶湖博)
15:45	O-B33	琵琶湖の漁獲量減少は貧栄養化が原因か? ~統計データおよびモデル解析を用いた一考察~ *佐藤 祐一(滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)
16:00	O-B34	矢作川流域圏懇談会海部会 吉田漁協の資料紹介 *井上 祥一郎(名邦テクノ、エステム、日吉)・石川 甚右衛門(吉田漁協)
16:15	O-B35	総合討論
16:45		休憩 ※ 臨時で発表が入ることもあります。 ※ 懇親会は17:30から開始を予定しています。

講演要旨

2021 年 日本陸水学会
公開シンポジウム

「森里川海のつながりを改めて考える」

コンビーナー：

吉岡崇仁（京都大学）・白岩孝行（北海道大学）

・大西健夫（岐阜大学）・楊 宗興（東京農工大学）

「森里川海のつながりを改めて考える」：主旨

はじめに

森の恵みが川を介して海とつながっているという「森里川海のつながり」という考え方は比較的広く知られています。これまで、それがどのような実体のものなのかに関して、いくつかの研究が行われてきましたが、流域の湿地的環境の重要性や河川生態系における餌資源について新しい知見が最近得られてきました。今回のシンポジウムでは、森や湿地が、水域の物質循環にどのような役割を果たし、その機能をどのように維持保全しようとしているかという観点から、森里川海のつながりを改めて考えてみたいと思います。

森から川や海へ

豊かな森が豊かな海を育てるという魚付き林という考え方に関して、生態学的、生物地球化学的観点からさまざまな研究が行われていますが、森から河川や沿岸域の動物のための餌として有機物を提供されているということが知られるようになってきました。本シンポジウムでは、線虫に寄生された陸生昆虫や水生動物であるヨコエビが、森の有機物を河川生態系に供給する重要な役割を果たしていることについて、最近の研究をご紹介します。

話題提供

- 1) 佐藤拓哉（神戸大学大学院理学研究科）「多様な生物が紡ぎ出す森・川・海の連環」
- 2) 長坂晶子（北海道立総合研究機構林業試験場）「落ち葉を介した森川海のつながり」

陸と水の境界域：湿地や干潟の役割

一方、陸と水の境界域に存在する湿地や干潟のような環境は、高い生物生産を維持していることが知られています。本シンポジウムでは、湿地・干潟での物質循環に関する新しい知見についてご紹介するとともに、湿地や水田をえさ場としていたトキを復活させるための研究についてもご紹介します。また、川の周辺に存在する水田や湿地には、洪水で川からあふれた水を一時的に蓄えるという機能がありますが、豪雨災害が頻発する現在、河川工学の観点からこの機能が見直されています。これら、湿地や干潟が果たす役割について最新の研究をご紹介します。

話題提供

- 3) 楊 宗興（東京農工大学大学院農学研究院）「干潟や谷戸ではなぜ多くの生物が生息しているのか？
- エコトーンにおける養分供給能の新理論」
- 4) 永田尚志（新潟大学佐渡自然共生科学センター）「渡島に再導入されたトキと水田環境」
- 5) 原田守啓（岐阜大学流域圏科学研究センター／地域気候変動適応研究センター）「河道内氾濫原の保全と再生」

森里川海のつながりを再考する

パネルディスカッションでは、森里川海のつながりにおいて、森だけではなく、湿地や干潟などの陸と水の境界域が重要であることについて議論したいと思います。

佐藤拓哉（神戸大学大学院理学研究科）

森や川、海の生態系は単独では成立しえず、生物・生物遺骸・栄養塩の移動（系外資源流）を通して、互いに関係しあうことで成立している。森で育まれる陸生動物は、一般に、森林の一次生産が高まる春から夏にかけて河川に流入し、魚類の重要な餌資源となる。これに加えて、成熟したハリガネムシ類（寄生者）が、夏から秋にかけて、カマドウマやキリギリス等（終宿主）の行動を操作して河川に飛び込ませると、宿主がサケ科魚類の主要な餌資源になる（寄生虫がつなぐ森と川の生態系）（図1）。こうした季節折々の森から川への陸生昆虫の恵みは、

サケ科魚類の捕食量の変化を介して、河川内の底生動物、藻類、および落葉の破碎速度にまで影響を及ぼす（図2）。

本講演では、こうした森と川のつながりのもとで育まれるサケ科魚類やそれと河川生態系の関係性、さらには魚類を通じた森と川、そして海までのつながりの研究事例を紹介する。様々な生物が森・川・海をまたいでつながることで、生物の多様性や生態系の機能が維持されていることの一部を、皆さんと共有したい。

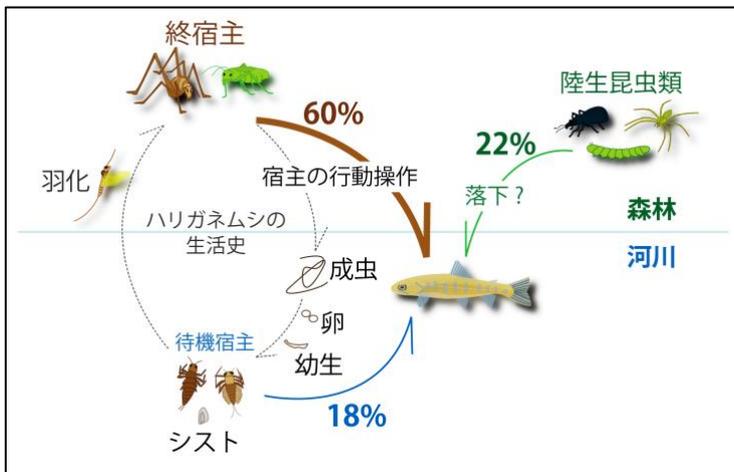


写真. 森林から河川への物質供給を遮断する操作実験。

図1. 寄生者が駆動する森林から河川へのエネルギー流。ハリガネムシ類による宿主の行動操作が、間接的にサケ科魚類への大きなエネルギー補償を引き起こす。%は、各餌生物のエネルギー貢献割合。（Sato et al. 2011 Ecology より改訂・引用）

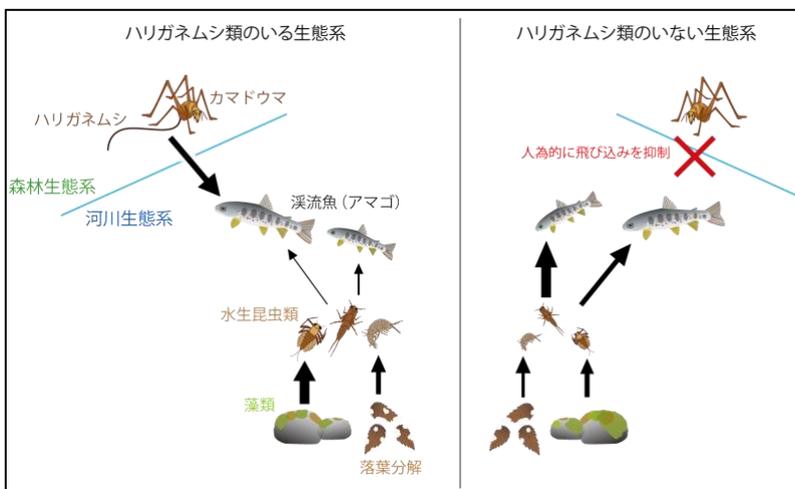


図2. 寄生者が繋ぐ森林・河川生態系。ハリガネムシ類が引き起こす森から川へのエネルギー流は、溪流魚の年間総エネルギー消費量の60%を占める場合もある（Sato et al. 2011, Ecology）。本研究では、このような寄生者によるエネルギー流を人為的に抑制すると、溪流魚による水生昆虫類への捕食圧が増大し、その影響が河川生態系全体に波及することを実証した。

1. はじめに

筆者は、森—川—海の物質循環を担う「鍵」となる区域として、川沿いに発達する「河畔林」に着目し調査研究を行ってきた。河畔林は溪流魚の餌となる葉っぱや陸生昆虫など有機物の供給のほか、日射の遮断、隠れ場所の提供など、様々な機能を発揮している。今回は主に有機物（樹木の葉）の供給とそれを取り巻く川—海の生き物たちについての研究を紹介したい。なお、今回紹介する内容は、道立中央水産試験場・櫻井泉氏（現東海大学教授）、道立水産ふ化場・下田和孝氏（現さけます内水面水産試験場研究主幹）との共同研究によるものである。彼らとの共同作業ができたことで、森川海一貫した研究に取り組めたことは幸甚である。この場を借りて、これら共同研究者に厚く御礼を申し上げる。

2. 森から川へ —落ち葉の分解過程—

森林に覆われた小渓流では、日光による一次生産が抑制されるため、溪流生態系のエネルギー源は、河畔林から供給される有機物に90%以上を依存する。河畔から供給されるのは、粗粒有機物（落ち葉、枝、果実など1mm以上の有機物）と、地表水や地下水から溶存有機物（落ち葉や森林土壌から溶け出した有機物）である。落ち葉は、表面に微生物や菌が定着した後、ガガンボの幼虫などに代表される破碎食者とよばれる水生生物に食べられ、その糞や食べかすとして細粒有機物（0.45 μ m—1mm）に転換される。一部は水中で溶け出して溶存有機物となる。溶存有機物も微生物や菌の定着により粒状化し、細粒有機物に転換される。川の中には、細粒有機物を主な餌として食べている水生生物も生息するので、「有機物の細粒化」とは、微生物や破碎食者たちによって、さらに別の水生生物の利用可能な餌資源が提供されることを意味している。

筆者らの研究グループが調べた例では、まず溪流における落ち葉の分解者として、端脚類タキヨコエビの存在が際だっていた。タキヨコエビは日本海沿岸の急流河川に生息し、海水と淡水を行き来するユニークな生活史をもっている。このタキヨコエビは、

豊富に供給される落ち葉を食べ、分解者として重要な役割を果たすとともに、溪流の代表魚種であるサクラマス幼魚（ヤマメ）の主要な餌ともなっていたのだ。森林小渓流に生息するヤマメの総同化量のうち42.2%（冬季）から78.1%（秋季）が森林起源有機物に由来しており、年間を通して河畔林からの有機物供給が重要な役割を果たすことがわかったのだ。

3. 川から海へ—落ち葉を利用する海の生き物—

では、1年間にどのくらいの量の有機物が沿岸域に流れていくのだろうか？

流域面積2000haの小渓流で、1年間の流出量を測定した結果では、河畔林（森）から川に供給された落ち葉は30.5t、そのほとんどが川底にとどまり、沿岸河口域にたどりつくのは、わずか1.4tという結果になった。海にたどりつく落ち葉がこれほど少ないということは、実は筆者らにとっても予想外の結果だった。しかし沿岸河口域では、海洋性のヨコエビ類が盛んに落ち葉を食べ、さらに、このヨコエビ類は、カレイ類稚魚の餌として利用されていた。カレイ（クロガシラガレイ）の胃内容物の調査を6月・7月・9月・11月にわたって実施したところ、胃内容物の組成には季節的な変化が見られ、カレイが8cm前後とまだ小さな時期に、ヨコエビ類を好んで食べていたのである。

4. 小さな川の貢献

さて、もう一度海岸線の様子を思い浮かべてみよう。一つ一つの川は小さく、そこから海に流れ出る落ち葉の量もわずかかもしれないが、海岸に沿っていくつもの川が流れ込み、「落ち葉だまり」が点々とできていることが予想される。沿岸域で成長する稚魚や、またヨコエビなどの小さな生き物にとって必要不可欠な生息場を、森が提供する—これは森と川と海のつながりのほんの一端を示しているに過ぎないだろうが、川で、海で、様々に利用される「森からの贈り物」の多様な役割を実感せずにはいられない。

- エコトーンにおける養分供給能の新理論

楊 宗興（東京農工大学大学院農学府）

1. 生物生産性に対する従来の説明と限界

河口、沿岸域は多くの生物が生息し、世界でもっとも生産力が高いとされる(Nixon, 1988; Horn and Goldman, 1994)。貝塚の存在などから、河口域は人間活動の前から基本的に今と同様の状況にあったと想像されるが、その生産性が何故高いのか、理由はよくわかっていない。

国内外の多くの書籍で、河川によって運ばれてくる栄養塩や有機物の重要性が説明されているが、実証的な研究は見当たらない。上流が重要とされたのは、『下流側にいる水の研究者』が寄せる淡い期待のようなものに過ぎなかったのではないかと。なぜなら、『上流側にいる陸の研究者』から見れば、陸が利用可能な栄養塩や有機物を「出す」ことはほとんど考えられないからである。

陸の生態系は窒素ならびにリンに欠乏しており(Vitousek and Howarth, 1991; Elser et al., 2007)、またリン酸(PO_4^{3-})は粘土鉱物や鉄・アルミニウム(水)酸化物(iron/aluminum oxyhydroxides)に強く吸着保持される。実際、非汚染河川の NO_3^- 、 PO_4^{3-} 濃度はきわめて低い(Meybeck, 1982; Hedin et al., 1995; Bol et al., 2016; Wakamatsu et al., 2016)。例えばWakamatsuら(2016)によれば、国内溪流河川の PO_4^{3-} 濃度の中央値は検出限界に近い $0.2 \mu\text{mol/L}$ に過ぎない。また、陸域で生産される有機物(例えばリターフォール)は、正味の無機化が生ずる閾値 $\text{C/N} \approx 20$ 、 $\text{C/P} \approx 115$ に比べ、 $\text{C/N} \approx 179$ 、 $\text{C/P} \approx 615$ (Bolin et al., 1983)と炭素過剰で、栄養に富むものではない。

2. 仮説

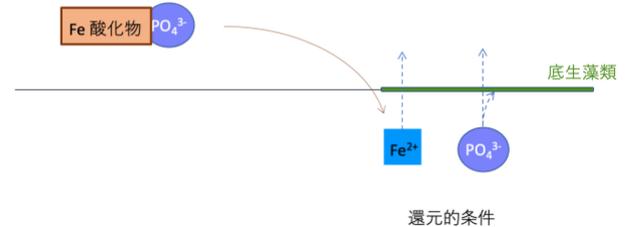
河口域の例として、木更津で東京湾に流れ込む小櫃川の河口泥干潟では、おびただしいアシハラガニの生息をみる。このような生物生産性の高さは、上記の旧来のセオリーでは到底説明できないであろう。そこで流域生物生産性の新たな説明として、「酸化的条件において鉄酸化物等に強く吸着保持されていた PO_4^{3-} が、堆積物等の還元的条件の下で鉄の溶解とともに可溶性高濃度化し、藻類の生産を増大させた」という機構を考えた(図1)。

3. 実証

いくつかの研究により上の仮説の証明を試みた。

1) 小櫃川泥干潟クリーク堆積物間隙水中の PO_4^{3-} 濃度を測定した結果 $100 \mu\text{mol/L}$ 以上であり、表面水の濃度も、間隙水濃度と比例関係を示しながら $10 \mu\text{mol/L}$ に達した。これらの濃度は有機物分解では説明しがたい。

上流 →

図1 堆積物で PO_4^{3-} が高可給化する機構(仮説)(単純化)

- 2) 有明海に注ぐ六角川河口部の‘ガタ土’間隙水でも $100 \mu\text{mol/L}$ に近い PO_4^{3-} 濃度が検出された。
- 3) 被陰された森林集水域源頭部の小池表面水でも夏季の最高時に $>10 \mu\text{mol/L}$ の PO_4^{3-} が検出された。
- 4) 粉碎した母岩を CO_2 曝気条件で培養すると、 SiO_2 ならびに PO_4^{3-} 濃度が増大。還元剤を入れると PO_4^{3-} 濃度上昇はさらに高まった。鉄酸化物還元ならびに無酸素下での風化が、 PO_4^{3-} 源として機能しうる。
- 5) 泥干潟の盲管状クリーク接続口で干満に伴う物質収支を24時間観測した結果、下げ潮時に PO_4^{3-} 、懸濁態リン(PP)、 Fe^{2+} 、 NH_4^+ 、DOC、TDN、懸濁物質(SS)のいずれも増大、上潮時にはその逆となった。下げ潮時の流出と上げ潮時の流入の物質収支は、前者が後者をいずれの項目も上回った(図2)。 PO_4^{3-} 産生に起因した底生藻類による正味生態系生産ならびに窒素固定を表している。

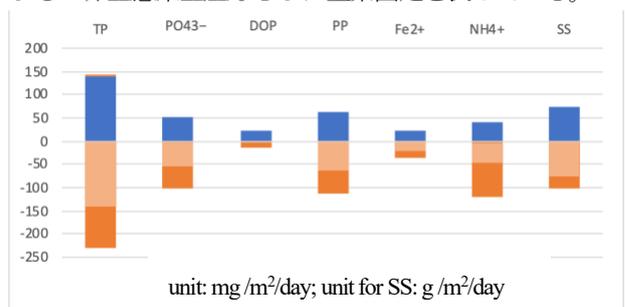


図2 小櫃川クリークにおける上げ潮時の流入(+)(青)と下げ潮時の流出(-)(橙)間の物質収支。薄橙色は青色の相当量

4. 結論

本干潟では PO_4^{3-} ならびに NH_4^+ の正味の現地生成が生じ、自然の『富栄養化』が起こっている。その結果、豊富な自生性有機物の生産が行われ、これがこの地の生物群の隆盛を作り出していると理解される。還元条件の発達する谷戸やその他泥炭非堆積型湿地域における多くの生命の生息においても、同様の仕組みが推定される。

永田尚志（新潟大・佐渡自然共生科学センター）

環境庁（当時）が1981年に佐渡島に残っていた最後のトキ5羽を捕獲し、野生絶滅した。捕獲したトキの♂1羽のみで、高齢であったためか、日本産トキから雛を得ることはできなかった。しかし、1999年に中国から贈呈されたつがい飼育下ではじめて繁殖に成功し、この番いの子孫と、その後中国から貸与された3羽の5羽を始祖とする飼育個体群は順調に個体数を増やしていった。飼育個体群が100羽を超える目処がついた2008年秋に最初の放鳥が実施された。中国産と日本産個体の全mtDNA（16,793bps）を比較したところ11箇所（0.06%）で差異があったのみで、ハプロタイプは共有されていて同一個体群であったと推定された（山本2009）。2021年6月までに24回、のべ415羽が放鳥され、165個体が生存し、残りは野外生まれ個体となっている（図1）。



図1. トキの個体群成長

採餌生態

まず、フォーカルアニマル追跡法を用いて採餌状況をフィールドスコープで直接観察した。トキは嘴を泥の中に軽く差し込みながら歩き回り、餌を感知すると、嘴を深く差し込んで餌を捕獲する接触型の採餌方法をとっている。佐渡島のトキは、1年中、水田およびその周囲の環境で採餌を行うが、稲丈が高くなり水田に入れない7～9月にかけては、畦畔や農道で陸上の餌を利用する。

直接観察で確認できた餌種は、ドジョウなどの魚類、ツチガエル、サドガエル、アマガエル、イモリ等の両生類、ヤゴ（幼虫）やミズアブやガガンボの幼虫等の水生昆虫、サワガニ、アメリカザリガニ等の甲殻類であり、畦畔や農道の叢では、ミミズ、バッタ、ケラ等の陸生の無脊椎動物であった。しかし、飲み込み回数の6割を占める小型の餌生物は、目視では同定できないが、飲み込めるサイズの動物であれば、なんでも餌となっていると考えられた。また、放鳥トキの飲み込み回数中で、ドジョウの占める割合は11～24%に過ぎず、水田が利用できない夏期にはミミズが36%となり、ミミズが重要な餌であることが明らかになった。

放鳥トキは、かつての生息地である中山間地域の棚田ではなく、平野部の水田を好んで利用していた。トキの餌生物としてドジョウは重要ではあるが、水田が利用できない夏期には、畦畔や路傍の草むらに生息しているミミズや昆虫が重要な餌となっていた。佐渡市は、トキの餌となるドジョウ、カエル、バッタを増やすため、「朱鷺と暮らす郷」認証米制度という環境保全型農業を推進し、これらの活動により、トキの生息数も450羽を超えるに至った。しかし、過疎高齢化によって水田耕作の放棄が増加しているため、今後、どのようにトキが生息可能な水田環境が維持していくかが課題となっている。



日本の国土面積の凡そ 14%ほどの平野に人口の 5 割が集中している。これらの平野は、洪水が運搬してきた土砂が堆積して形成された沖積平野であり、すなわち“氾濫原”であった。近世・近代以降、平野部の河川には連続堤防が築かれ、現代にかけて堤防の強化や河川断面の拡大などが図られてきた。堤防に守られることとなった堤内地では、排水河川の整備や土地改良事業等の進展、都市の発展に伴う開発が進み、かつての氾濫原的環境やこれに依存した生態系は大幅に劣化した。

堤防と堤防に挟まれた河道内にも、普段は陸地であるが、河川が増水したときにだけ冠水する“河道内氾濫原”が存在する。堤内地の開発が進んだ現在の日本にあって、河道内氾濫原は国内に残された貴重な氾濫原環境とみなされつつあり、河道内氾濫原の保全・再生を目的とした事業も、主に河川管理者によって実施されてきた。

原生的な氾濫原を自由に流下する河道は、洪水によって流路変動を生じ、例えば自然堤防帯を流下する河道であれば、ムチがしなるように蛇行しながら、氾濫原の多様な生息場所が形成・更新されるが、兩岸が堤防によって拘束された人工河道では、流路変動を許容しえないため、自然営力による氾濫原環境の更新を期待することは難しい。そのため、河川管理者が、治水目的で行う河道内樹木の伐採や、土砂の掘削は、うまく活用すれば、河道内氾濫原環境の

若返りと再生に資することもできる。実際のところ、濃尾平野を流れる木曾川、揖斐川では、樹木伐採・河道掘削といった河川管理行為が、氾濫原性の生物の生息場所の形成と定着に寄与すること、またこれらの生息場所は比較的短命な寿命があることもわかっている。

しかしながら、近年激化しつつある気象現象により毎年のように発生する大水害を受けて、河川管理者は、洪水をよりスムーズに流下させることを目的とし、河道内樹木の伐採、土砂の掘削を緊急に行っている。樹木伐採・土砂掘削といった河川管理行為を、治水と環境保全・再生の手段として運用していくには、技術的にも社会的にもまだ多くの課題が残っている。

加えて、本来の氾濫原環境の再生は、河道内だけでは到底なしえない。河道と洪水調節施設のみで治水を行う時代から、流域全体で水の動きを考える流域治水の時代に向けて、かつての氾濫原であった低内地と河川のつながりの再生についても、問題提起したい。

9月20日（月）午後，A会場

ポスター発表

小中高ポスター発表，P-01～P-08

一般ポスター発表，P-09～P-34

（コアタイム：奇数講演番号 14:50～16:20，偶数講演番号 15:20～16:50）

*中居泉穂, 寺沢ゆき
(青森県立名久井農業高校)

世界には塩害により農業ができない乾燥地が広く存在する。塩類集積は、わずかな雨水や灌漑用水からしみ出た地下水が土壌の塩類を溶かしながら蒸発するために発生する。私たちの住む東北で発生した東日本大震災の津波による塩害は、石膏を耕地に散布して耕し、大量の水で洗い流すリーチング技術で回復させた。塩害土壌に吸着しているナトリウムイオンを石膏に含まれるカルシウムイオンと交換して、洗い流す仕組みだが、乾燥地では大量の水の確保が難しい。そこで私たちは地下 30cm に石灰層（石灰質資材厚さ 3cm 層）を作り、地下水が自然に上昇してくる際にカルシウムイオンと交換する技術の開発に取り組んできた。

その結果、無処理では地表のナトリウム濃度が高まったのに比べ、石灰層を持つ区では塩害を抑制できた。また石灰質資材の中では石膏の効果が早かった。これは早くカルシウムイオンが溶出したからだと考えられる。しかし石膏は嫌気性環境では硫化水素を発生する可能性がある。そこで製鉄する際の副産物である転炉スラグ（てんろ石灰）を石灰質資材として用いたところ、反応はゆっくりだが表層のナトリウム濃度上昇を抑制できることがわかった。また石灰層に植物残さや小石を混ぜるとキャピラリーバリア効果で、毛細管現象で上昇してきた土壌水分を一時的に遮断し、石灰層付近に貯水できることがわかった。これによりカルシウムが溶出しやすくなると考えられる。さらに土壌から離れたナトリウムイオンは河川などに排出されるが、下流においてさらに塩害を起こす問題も起きている。しかしパーミキュライトの層を透過させて排出すると塩分量を削減できることがわかった。本研究は塩害の対症療法ではなく抑制技術である。普及することで持続可能な農業を実現し、途上国の食糧問題解決に貢献したいと考えている。

*寺沢ゆき，大坊拓也，掛端博貴，佐々木昌虎
中居泉穂，新田遥加（青森県立名久井農業高校）

世界では、工場や生活排水、肥料や家畜のし尿などの過剰な窒素分が河川や湖沼に流入するため富栄養化となり、水質汚染が発生している開発途上国が多く存在する。しかし大規模な浄化施設や設備はコストが高く導入するのは難しい。一般的に用いる天然の水質浄化資材は炭やゼオライトだが、活性炭は日本では1Lで2,900円、ゼオライトは620円と価格が高い。私たちは高校で農業を学んでいるが、保肥材として用いるのはバーミキュライト（以下Vm）である。Vmは肥料の吸着力が高いうえ、1Lで45円前後と安価である。そこで私たちは、今まで研究例の少ない焼成処理したVmと無処理のVm（蛭石）を用いた水質浄化について研究してきた。

実験は液肥で人工的に作成した富栄養化水と高濃度の富栄養化水それぞれ18Lに活性炭、焼成Vm、無処理Vmを650ml浸漬してpH、窒素やリン酸など水質の変化を探った。また観賞魚水槽用の小型浄化装置の浄化資材として無処理のVmを650ml充填して富栄養化水を循環させて浄化する区も設けた。

その結果、硝酸態窒素、リン酸態リンにおいては大差がなかったが、Vmは活性炭に比べアンモニウム態窒素で高い浄化力を見せた。特に無処理のVmの浄化力が高かった。硬度が徐々に上昇してきたことから、富栄養化水に含まれているアンモニウムイオンが、バーミキュライトのマグネシウムイオンと交換されたからだと考えられる。また浄化した無処理Vmを微細気泡を含むマイクロバブル水に浸漬すると、水よりも硝酸態窒素を多く回収できることもわかった。原因の解明はまだだが、Vmから栄養分を回収できると肥料の循環が可能となる。今後は水質汚染の抑制のため、さらに研究を深めていきたい。

*新田遥加, *佐々木昌虎
(青森県立名久井農業高校)

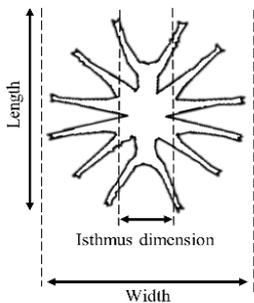
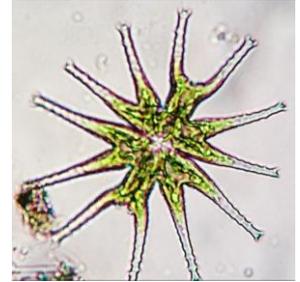
開発途上国の農村部では、食物や食器の洗浄、衣類の洗濯に用いた洗剤を含む生活排水により河川や湖沼の水質汚染が発生している。安全な水が手に入らない暮らしは安定した生活や健康を脅かすため、改善が求められている。現在、強アルカリ水で洗浄する洗剤レス洗浄技術が日本で話題となっている。キーテクノロジーは強アルカリ水生成装置だが、電気が必要で装置も高額のため途上国への導入は難しい。私たちはかつて土と砂と消石灰に水を加えて作る日本伝統の土壌固化技術「三和土（たたき）」を用いた集水システムの研究をしていた。その際、欠点として水に浸漬すると消石灰が溶出し、徐々に pH が上昇していくことを確認していた。そこで雨水に三和土を投入することで pH12 以上の強アルカリ水ができれば、洗剤の使用量削減など水質汚染の緩和につながるのではないかと考え研究に取り組んできた。

その結果、消石灰やホタテ貝殻焼成カルシウムを砂質の真砂土では 20%以上、粘土質のベントナイトでは 30%以上加えると土壌が固化し、三和土ブロックを製作できることがわかった。また水 1 L に 100g の三和土ブロックを浸漬密閉すると pH12.5 以上の強アルカリ水になり長期保存できることもわかった。さらに強アルカリ水に油を加えると細かく分解し、乳化が起きることがわかった。乳化は油汚れを落とす原理であり洗浄剤としての効果も確認できた。この他にも酵母菌などの細菌を強アルカリ水によって除菌できることがわかった。また洗剤を含む洗浄排水を 5cm 厚の三和土に流し込むと、アンモニア態窒素やナトリウムを吸着する浄化フィルターになることもわかった。三和土は安価に簡単に製作できるためどこでも使うことができる。また強アルカリ水はウイルスの除菌に効果がある研究例もあり、アルコールが手に入りにくい途上国の感染症対策になる可能性がある。今後は世界に情報発信し、水質汚染や健康問題の解決に貢献したい。

近年琵琶湖での存在が確認された外来植物プランクトン であるミクラステリアス・ハーディの培養実験

*1*川井彩音, *1 松岡ほたか, *2 橋本宥右, *2 島中晶子
(*1 滋賀県立石山高等学校 学生 *2 滋賀県立石山高等学校 教諭)

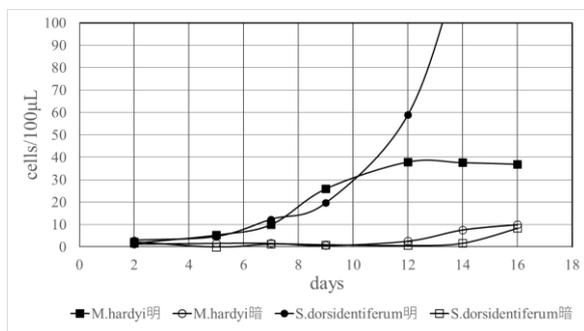
研究対象である *Micrasterias hardyi*(右図)は2011年に琵琶湖で初めて確認された植物プランクトンであり、近年大增殖し優占している外来種である。本研究では琵琶湖産と他国産の *Micrasterias hardyi* の形状比較を行うとともに、これまで琵琶湖で優占することが多かった *Staurastrum dorsidentiferum* を同じ条件下で培養し比較を行った。文献による形状比較により、琵琶湖産の *Micrasterias hardyi* はオーストラリア産と比較してやや小さいということが明らかとなった。



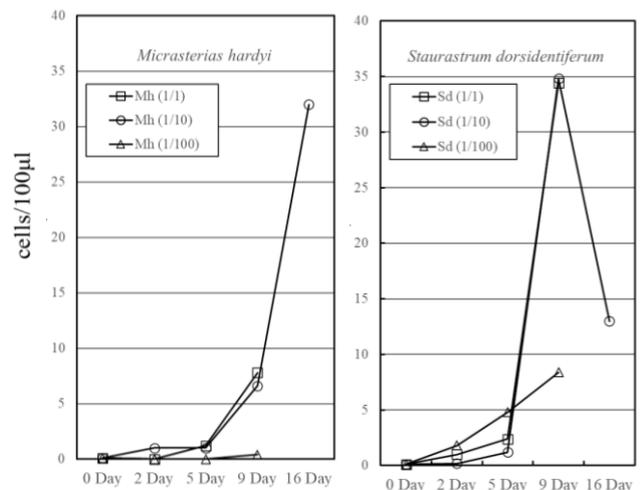
Size measurement of *Micrasterias hardyi*

	Length	Width	Isthmus dimension
矢橋	165.8	156.0	21.7
和邇	162.7	151.4	20.9
N2	163.5	154.3	24.4
平均	164.0	153.9	22.3
SD	<u>6.9</u>	<u>7.6</u>	<u>3.4</u>

また、これまでに行った色素鉛直分布の調査により、琵琶湖産の *Micrasterias hardyi* は水深 5~20m 付近に多く存在することが確認された。そのため水深 5~20m の水温である 10°C~20°C で増殖しやすいのではないかと考え、2020年に 10°C、20°C、30°C で培養実験を行った結果、予想に反して 30°C で最も増殖した。また、追加の培養実験では明暗を変えて *Staurastrum dorsidentiferum* の増殖速度と比較してみたところ、*Micrasterias hardyi* は暗条件でも長く生存する(過酷な条件に強い)ことが明らかとなった。これらのことから *Micrasterias hardyi* は r-k 戦略の k 戦略をとっているのではないかと考えた。



The cultivation results of *Micrasterias hardyi* and *Staurastrum dorsidentiferum* dividing by light and dark



The cultivation results of *Micrasterias hardyi* and *Staurastrum dorsidentiferum* dividing by nutrients

琵琶湖における深度別調査

*森本莉久

(京都府立洛北高校附属中学校2年)

私はミジンコの生態と琵琶湖における深度別の種類について調べました。きっかけは、びわ湖トラストの船上講座で採集したミジンコを家で飼育したことです。当時金魚の水槽にミジンコの餌となる植物プランクトンがわいていたので、私はミジンコに金魚の水槽の水を餌として与えていました。すると、ミジンコが採集した時よりも色が薄くなっていたので、金魚の水槽の水に金魚のにおいがついていたことが原因ではないかと考え、条件を変えて実験しました。その際、「ミジンコは、どの程度周りの景色を認識できているのか」という指摘を頂き、2年目はミジンコの視覚について調べました。最初は黒と白の二色、その次に、赤、青、黄、緑の4色で調べました。また、容器の片方を陰にして走行性があるかどうか調べました。その結果、オオミジンコ、ハリナガミジンコ、オカメミジンコ、アジアシダミジンコには走光性があるが、ケンミジンコには走光性がないと分かりました。また、ミジンコは明るい色を好む傾向があると分かりました。さらに、この研究を行う中でミジンコは種類によって泳ぎ方が大きく違うと分かり、琵琶湖では種類別ですみわけをしているのか気になったので、3年目は琵琶湖の中のミジンコが深度別ですみ分けているという仮説を立てて調査を行いました。仮説では波の強い表層では、ヤマトヒゲナガケンミジンコが優先し、深くなるほどミジンコが占める割合が高くなると考えていましたが、表層でもミジンコが多く確認できたので泳ぎ方の違いは分布に関係性があまり見られないと分かりました。また、琵琶湖の湖底の溶存酸素量が激減した時期はミジンコ類が全く見られなかったのが、溶存酸素量が増えると再び確認されるようになったので、ミジンコも、長期間の酸欠には弱いものと思われます。今回の調査では、計測方法が割合で出すもので、種類ごとの数の変動がわかりにくかったので密度で求めるように方法を変えようと考えています。

Distribution and Color of Microplastics in Lake Biwa

君付茉優（立命館守山高等学校）

河川から海洋には多くのプラスチックが流出しており、日本最大の湖沼である琵琶湖も例外ではないと考えられる。近年実際に琵琶湖でもマイクロプラスチックが確認されたと発表され、その実態調査を行うことにした。本研究では、2019年の3月から2020年の6月まで計9回の調査を行い、プラスチックの数や色、大きさを調べた。調査の結果、湖水1トンあたり1～9個のマイクロプラスチックが確認された。また、マイクロプラスチックの量は南湖よりも北湖の方が多いたことが分かった。このようになった理由は次のように考えられる。

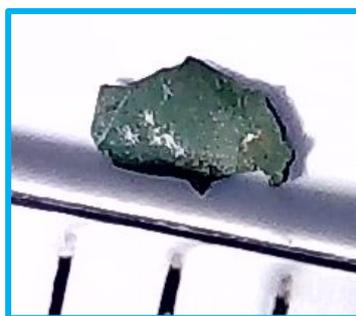
琵琶湖の北湖には3種類の環流が知られている(秋友, 2018)。琵琶湖に生じる環流によって、北湖・南湖におけるそれぞれの滞留時間は、5.5年(滋賀県エコ・スクール)・15日(藤井・宗宮, 1984)とされている。よって滞留時間の長い北湖では多くのマイクロプラスチックが集中しやすいのではないかと考えられる。

今後はより正確なデータを得るために、より多くのサンプルを採取する必要がある。また今回は琵琶湖の表層水のみを採取したが、水深によってマイクロプラスチックの個数が変化するか調査したいと考える。本研究で最大の課題がマイクロプラスチックの同定法であった。特に1.0mm以下の採取物は目視できないものも多く、顕微鏡を用いてもプラスチックであるかどうかを判定することは困難である。今後の研究では、マイクロプラスチックを効率的かつ確実に同定を行う方法を確立し、マイクロプラスチックの量の変化を明らかにしたい。



〈北湖〉

[2019/3/10]



〈南湖〉

[2019/3/26]



〈南湖〉

[2019/3/26]

琵琶湖で採取したマイクロプラスチック

2012～2021 年

～水上バイクのエコトーン破壊で激減中の絶滅危惧種トンボ～

*白神大輝

(西大和学園高校 1 年)

琵琶湖の白ひげ浜は、6～9月にオオサカサナエ *Stylurus annulatus* が見られる最大の貴重な生息地である。オオサカサナエは、国外では朝鮮半島、中国、ロシアに分布するが、国内では主に琵琶湖・淀川水系に限定されて分布する(尾園ほか, 2012)。典型的な隔離分布種で(井上, 1979)、大陸が陸続きだった時の生き証人と言える。環境省レッドデータ(2012)で絶滅危惧Ⅱ類にランクアップした。本研究では、10年の定点継続調査データを保護につなげる事を目的としている。参加した琵琶湖博物館 2010年代のトンボ調査の滋賀県全域データから、白ひげ浜は最も発生密度が高く、琵琶湖水系で唯一産卵繁殖行動が解明できた、本来なら保護されるべき場所であることが分かった。2012年からの10年にわたるフィールドワークで、214回の調査で6科16種19677個のトンボの羽化殻より、オオサカサナエ 5689個の羽化殻を採集した。2018年以降、植物や昆虫を駆除し、水上も陸上もバイクを走行させるレジャー開発のあったキャンプ場では生息環境が破壊され羽化がほぼ見られなくなった。2021年は、9回の羽化殻調査の2科7種832個のうち、オオサカサナエは283個だった。白ひげビーチ以南の白髭神社湖中大鳥居まで新たに調査して羽化殻187個を発見した。この場所を保護してほしい。幼虫は深く潜ることができるため、琵琶湖表層の水温が高い真夏には、深い場所へ移動しているものと考えられる。羽化数は水温が高いときは減少傾向にあるが、調査地は湧水地で水温が低く、また深く潜れる特殊なトンボであることから、最大の減少要因はレジャーによるエコトーン破壊であると考察した。特殊なトンボであるという仮説を検証する為、2020年生物態ケイ素の分析をしたところ、オオサカサナエの羽化殻に一番多くケイ素が含まれていた。生息地は花崗岩の地質に分布が一致し、餌は珪藻を食べるケンミジンコであろうという新たな知見も得た。試料数を増やして生物態ケイ素の再実験を行う予定である。

琵琶湖の環境変動と連動したビワオオウズムシの消長

－（１）湖底モニタリングの最新成果

*佐藤瑠乃（膳所高校）、佐藤爽音（銅駝美術工芸高校）、

*桑原雅之（琵琶湖博物館）、熊谷道夫（びわ湖トラスト）

琵琶湖の固有種であるビワオオウズムシの生態については不明点が多い。しかし、周辺の環境変化に伴い個体数が大きく変化することが知られている。2019年から2020年にかけて琵琶湖の全循環が停止したことに起因し、ビワオオウズムシの個体数が減少した可能性が危惧されている。我々は2020年6月からトラップを琵琶湖に設置し、1年以上のモニタリングを実施してきた。その結果、2021年2月から3月にかけて3匹のビワオオウズムシの成虫を捕獲することができたが、成層期には皆無であった。このことからさらなる詳細な調査が必要であると判断し、2021年7月に3台のAUV(自律型水中ロボット)を用いた琵琶湖北湖における大規模な湖底探索を実施した。

調査は7月23日～27日の5日間にわたって実施した。AUVを用いて湖底の画像や映像を撮影し、膨大なデータの中からビワオオウズムシを探し出した。調査の結果、琵琶湖湖底にビワオオウズムシが複数生存することが確認され、個体の大きさや個体数、生息環境等の多数のデータが得られた。一方で、個体数の相対的な減少の懸念も生まれたので、今後、詳細な個体数密度を計算する予定である。

琵琶湖湖底の濁度については、2012年7月の調査において濁度の数値が4FTU以下であったのに対し、今回の2021年7月の調査では濁度の値が4～6NTUであった。両者は同じ単位である。このことは湖底環境における濁りが深刻な問題になってきていることを示している。また、2012年7月の湖底水温は7.2～7.3℃であったのに対して、今回は8.4～8.6℃であった。

10年間で1℃以上の水温上昇があったことがビワオオウズムシの生存にどのような影響を与えているかは明確ではないが、北方系で冷水を好むといわれている（6℃～8℃）ビワオオウズムシによって、急激な水温上昇は大きなストレスになっている可能性がある。

片寄涼介¹, 角谷拓², 高津文人², 松崎慎一郎², 赤坂宗光^{1,2}¹東京農工大, ²国立環境研究所

1. はじめに

気候変動による湖沼水温の上昇は冬季全循環の発生を遅延、消失させる可能性が指摘されている。この全循環の発生開始を把握するためには、表層から底層までの水温や溶存酸素量(DO)の鉛直分布を高頻度で観測する必要がある。しかし全ての湖においてこれらの調査を行うことは不可能なため、全循環の発生状況を多様な湖沼で推定・予測することは難しい。入手が容易な気象観測値を用いて、全循環の開始を推定できれば、湖内環境を観測していない湖沼においても全循環の変化を把握することが可能になる。

本研究では、水温やDOの長期データが利用できるダム湖を対象とし、全循環の開始をどのような気象観測値で説明できるか、統計モデルによって要因の特定を行った。

2. 材料と方法

水資源機構が管理する全国22のダム湖を対象とし、水質基準点における1982年から2017年までの各月の表層、底層の水温、底層DO値を用いた。循環の開始を表層と底層の水温差をもとに確認するために、底層DO値と水温差の間の関係を折れ線回帰解析で推定し、水温差の減少によってDO値の回復が起きることを検証し、全循環の開始を決める閾値とした。推定された水温差の閾値をもとに全循環を開始させる気象観測値を推定した。10月から翌年3月までを循環の起こりうるシーズンと定義し、各月の水温差と閾値を比較し、月ごとに循環の有無を定義した。循環の開始に関わる要因を推定するためにシーズン内で最初に循環が確認された月とそれ以前の循環の確認されていない月の情報を応答変数として解析に用いた。環境要因には再近隣のアメダス気象観測所、農研機構3次メッシュ気候データから取得した月平均風速、月平均気温をそれぞれ用いた。また前シーズンの最低気温が当年の底層水温に影響していると考え、前シーズンの最低気温と当月の気温の差(以下気温差)も説明変数に加えた。ダム湖ごとの統制変数として最大水深、表面積、標高、緯度を用いた。また閾値となる水温差を0℃～5℃

まで変え、同様の推定を行い閾値の違いによる推定結果の変化を図示した。統計解析はR上でbrmsパッケージにおいて一般化線形混合モデルを用いてベイズ推定を行い、循環確率を推定した。

3. 結果

折れ線回帰解析から水温差3.74℃(95%CI 3.43-5.31℃)を下回るとDO値の差が減少することが確認され、水温差の減少から循環の開始を推定できると判断した。水温差3.7℃を循環開始の閾値としたベイズ推定の結果から、全循環の開始を決める最も重要な要因は気温差であり、気温差が小さくなるにつれて循環確率は上昇した。また風速は気温差との交互作用を示し、気温差の循環の開始に対する影響を促進する効果がみられた(図1)。閾値が約1.5℃～4℃までの間では、説明変数の影響はおおむね一定であった。

4. 考察

全循環を開始させる要因として気温差が最も強い影響があり、風速は気温差の効果を促進することになった。このことは対象としたダム湖の最大水深が24m以深であることから、風が鉛直方向に水を攪拌させる効果が底層まで届きにくいことが考えられる。全循環の開始を気象観測値から推定できることから、今後は将来予測による循環確率の推定や、水質データのない湖沼における気候変動影響の推定に発展させることが期待できる。

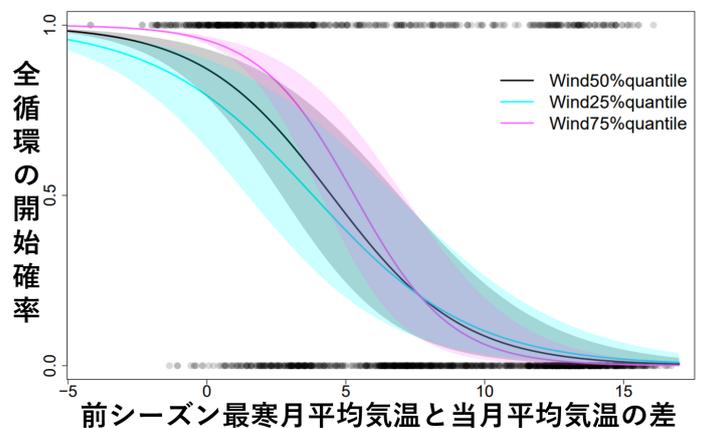


図1、循環確率に対する気温差と風速の効果の関係

*河野 忠(立正大学)・町田(高橋)由香矢(立正大学大学院修了)・船生泰寛(立正大学大学院修了)

Key words : 一時湖沼, 7年周期, 水位, 湖盆形態, 幻の池

1. はじめに

静岡県浜松市水窪町の標高 680m に位置する窪地に、ほぼ 7 年周期で出現すると伝えられている一時湖沼「幻の池」がある。普段は水の無い窪地となっていて、スギやヒノキといった人工林に覆われている。池が出現する直前には大量の降水が確認されているが、そのプロセスは明らかとなっていない。さらに、周期的に出現する理由も不明のままであり、一時湖沼の出現プロセスは、赤城山「血の池」の研究(船生・河野, 2020)があるのみである。そこで本研究は、降水量や現地の自然条件を基に、2020 年 7 月に出現した幻の池の水位記録について検討する。



写真 幻の池湖心付近

2. 研究方法

池の平「幻の池」は水窪町奥領家にある亀ノ甲山峠を 200m 程下った窪地で、地すべり地にある。

現地では、湖盆測量(図 1)、検土杖を用いた簡易地質調査、湧水と沢水のサンプリングを行った。持ち帰ったサンプルは役場から頂いた 2010 年出現時の池の水と共にイオンクロマトグラフィを用いて無機イオン成分の分析を行った。また、湖心に自記水位計を、横にあるヒノキに 0.5m 間隔で自記水温計を設置した。

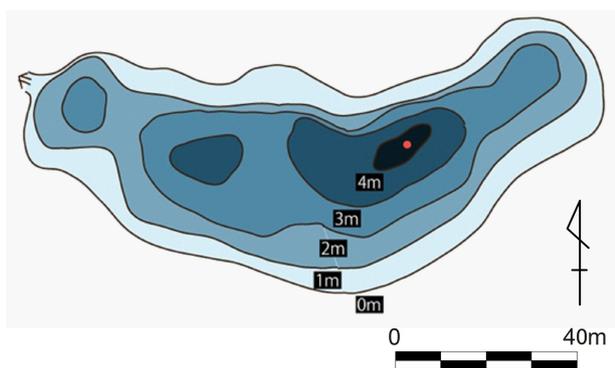


図1 池の平「幻の池」の湖盆形態

湖盆は 10m メッシュを策定し、ハンドレベルにより簡易測量した。その結果最大長は 130m, 最大幅 58m, 周囲 328m, 面積 4,608m², 容積 8,039m³であった。

3. 幻の池の出現年と水位記録

幻の池の出現年は 1954 年から 1989 年までは 7 年ごとに出現した記録があるものの、その後 9 年間出現がな

く、2020 年まで不定期の出現となった(図 2)。



図2 幻の池の出現年

2012 年に観測を開始し、2021 年 7 月に初めて水位を記録することができた(図 3)。7 月から 8 月にかけて 2 回の池の出現が確認できるが、1 回目のパターンは赤城山血の池とよく似ているものの、2 回目は緩やかな上昇下降を示している。

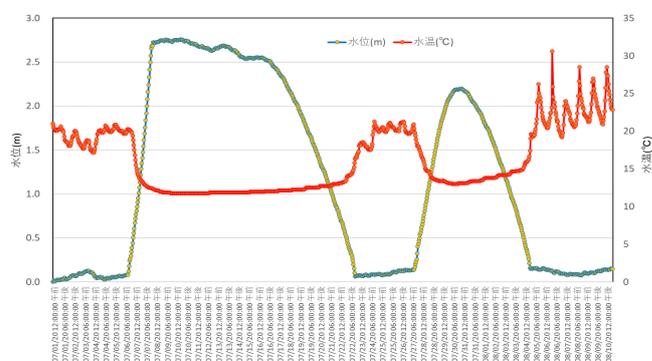


図3 2020/7/1-8/10 の水位記録

4. 考察

池が出現する際の降水量の条件として、出現前の 13 ~ 55 日内の降水量または雨の降り方によって示すことができた。降雨イベント前に 10 日前後の無降水期間があり、その後に、大量のまとまった降水が見られた直後の数日間にまた大量の降水がある場合に出現する。さらに、無降水期間直後から出現までに、699.5mm 以上の降水がある場合に出現していた。

2010 年出現時の池水サンプルは各溶存成分量が乏しく雨水とほぼ同じであった。池を 50m 程下った場所にある沢水は、各溶存成分量が高く、SiO₂は 16.8mg/l と高いことから、幻の池は地すべり地に出現する地下水面を表す池であると考えられる。

5. 参考文献

高橋由佳矢(2014) : 不定期に現れる湧水池の出現条件に関する研究 ~静岡県浜松市水窪町「池の平」の事例~. 立正大学大学院修士論文, 38p.

船生泰寛・河野 忠(2020) : 一時湖沼の水位変動特性—赤城山山頂火口湖「血の池」の事例—. 地球環境研究, No.22, 103-110.

※湖盆への立入りは所有者の許可が必要である。また冬季以外はヒルが大量発生するので、十分な対策が必要となる。

*木下大輔，上野薫（中部大院・応生）
吉迫宏（農研機構）

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，2007年からの過去10年間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，2021）．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）．中でも，豪雨による貯水位の上昇，すなわちため池への洪水流入は豪雨による大半の被災発生の外力となっていることから，ため池の貯水位を妥当に計算できる洪水流出モデルの開発とモデル構築に向けた小流域の流出特性の解明が求められる．そこで本研究では，浸透能が低く土砂災害も多い土岐砂礫層分布域の上流域森林斜面における地表流の発生条件を把握し，本地域での流出特性解明のための基礎情報とした．

2. 材料と方法

調査地は，中部大学恵那研修センター（岐阜県恵那市竹折）の森林内の地表流が高頻度で発生する地点を含み，土岐砂礫層由来の貧栄養湿地が点在する斜面（約6ha）とした．調査は，地表流の直接観察と機器設置による降水量等の連続観測とした．地表流の観察は，降雨前日に現地に入り，可能な限り地表流の発生から終了までとした．地表流の観察期間は2018年10～12月，2019年7～10月，2020年9～10月の計24日間（地表流の事例数11）であった．連続観測は，地表流発生地点1地点のインターバルカメラ（TLC200），地表流発生地点周辺12地点の土壤水分（10HSおよびEC-5），降水量（転倒ます型雨量計）とした．なお，土壤水分は2019年度から観測した．土壤水分計設置斜面では，検土杖による簡易土壤断面調査（層位，土性，土色）も実施した．地表流は，発生地点から斜面下端の沢まで連続的に流下しており，約5mの水流について計測可能であった．この測定可能な部分において，水流が停滞していない5地点を無作為に選定し，各地点において約1mで設定した始点－終点間で水流の横幅，水深，流速（各3反復）を測定し，平均値から流量を算出

した．

降雨については，地表流発生から48時間以内に降り始めた雨のうち，地表流発生時間に最も近い降雨イベントを地表流発生の直接要因となった降雨と判断し，最大降雨強度で区分した．降雨強度は，気象庁（2019）に準じ，表1のように分類した．また，1降雨イベントは，累加雨量の定義（国土交通省，2019）に準じ，降り始めから無降雨が6時間続いた時点で降り終わりとした．

表1 降雨強度の分類

降雨強度	降雨分類
3 mm/h 未満	弱い雨
3 mm/h 以上 10 mm/h 未満	通常雨
10 mm/h 以上 20 mm/h 未満	やや強い雨
20 mm/h 以上 30 mm/h 未満	強い雨

3. 結果と考察

土壤水分計の連続波形と降雨イベントとの時系列関係および現地での土壤表面の観察から，土壤含水率 $0.351\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ 以下が不飽和状態， $0.414\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ 以上が飽和状態であると判断された．

地表流の発生条件としては，2019，2020年8月（事例数3）では，直前降雨前の土壤は不飽和状態であり，直前降雨は降雨時間18時間10分，積算降水量24mm，降雨強度 $15.5\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ （やや強い雨）により地表流が発生した．2019，2020年10月（事例数4）では，直前降雨前の土壤は不飽和状態であり，直前降雨12時間，積算降水量16～24mmかつ降雨強度 $3\sim 4\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ （通常雨）で地表流が発生した．さらに2018年10月（事例数4）には，直前降雨が降雨時間7時間，積算降水量5.5mm，降雨強度 $2.5\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ （弱い雨）で地表流が発生した．

本調査地は浅い位置に難透水層が存在し，粘土質であるために土壤が飽和しやすく，降雨強度 $2.5\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$ 程度の弱い雨であっても地表流が容易に発生することが明らかになった．降雨と地表流の流量の関係については解析中である．

揖斐川水系津屋川における近年の土砂動態

*田代喬（名古屋大・減災連携研究センター）、陀安一郎（総合地球環境学研究所）

1. はじめに

揖斐川の右支川である津屋川は、「養老の滝」（岐阜県養老郡養老町）を水源に養老山地東麓の小規模扇状地群の末端を縫うように流れる。現在の幹線流路は、左岸（東）の連続堤防とともに 1656 年に人為的に整備された（養老町教育委員会：郷土の治水，1991）。木曾三川による土砂が堆積した東高西低な濃尾平野にあってかつて多数の自噴帯が見られた西縁に位置し（安田：日本水文科学会誌 29：93-99，1999），近年になって変質されつつも”湧水河川”の特性を留めている（田代・片貝：河川技術論文集 27：229-234，2021）。

津屋川周辺地域では、養老山地からの山水や揖斐川からの逆流による水害が常襲的であったため、治水・用水・排水や砂防を目的とする整備・改修が行われてきた（岐阜県：津屋川圏域河川整備計画，2001；木村・安江：岐阜大農研報 43：65-73，1980；養老町教育委員会：郷土の治水，1991）。本研究では、洪水や人為的改変の影響を含む近年の土砂動態に着目し、水底堆積物と既往文献による近過去の環境動態分析を通じて津屋川の環境変化を考察する。

2. 材料と方法

年代の異なる旧版地図（国土地理院，1891～2015 年測量）を参照し、津屋川水系で存続する水域から、中流部で本川と繋がった池を調査地とした。本川からの距離が異なる 2 地点にて、柱状採泥器（佐竹式コアサンプラー，離合社）により 50cm 長の底泥コアを採取し、それぞれ 14 mm 層厚に切り分けた。各層の試料は、湿潤密度、乾燥かさ密度を計測し、密閉容器に 1 ヶ月封入した後、 γ 線スペクトロメーター（SEIKO EG&G MCA7700）により分析した。

近過去堆積物の年代推定には底泥に含まれる放射性核種の含有量とその壊変特性を用いるが、ここではセシウム (Cs) -137 と鉛 (Pb) -210（半減期 22.3 年）による年代測定法を採用した（占部：湖沼近過去調査法，2014）。Cs-137 は、大規模核実験（1963 年）、チェルノブイリ原発事故（1986 年）、（主に日

本海沿岸域への）黄砂を通じた大気経由輸送（2002 年）などを反映して比放射能がピークを示すため、底泥中の分布により各時点の深度を特定できる（例えば，Fujiwara: *Bull. Natl. Inst. Agro-Environ. Sci.*, 85-115, 2011）。一方、大気中や底泥中で常に供給される Pb-210 については、水底に取り込まれた（大気と隔離された）後で壊変される大気由来の過剰 Pb-210 の鉛直分布から堆積過程を推定できる。

3. 結果と考察

底泥内の過剰 Pb-210 の鉛直分布に、堆積速度を一定とする CIC (constant initial concentration) モデルとこの仮定を要しない CRS (constant rate of supply) モデルを適用したところ、CRS モデルの結果は Cs-137 比放射能が示すタイムマーカーを再現した。

堆積速度は本川に近いほど大きく（重量堆積速度の平均値は、St. 1 / St. 2 : 0.49 / 0.29 $\text{g cm}^{-2} \text{yr}^{-1}$ ），年代による変異は大きい。湖沼で最大級の諏訪湖（金井ほか：地質調査所月報 46：225-238，1995）と同程度であった。なお、1950～70 年代の極大値は過去の災害履歴を反映したが、それを上回る 1980～90 年代の極大値に対応する災害は確認できなかった（図 1）。現地河川での継続的調査によると（森：プロ・ナトゥーラ・ファンダ成果報告，1992），生息環境の変質が顕在化した年代と整合していることから、各種の整備・改修による影響が示唆される。

以上より、河川堆積物の動態は古典的な Pb-210 法 (CRS モデル) でも説明できる可能性が示された。

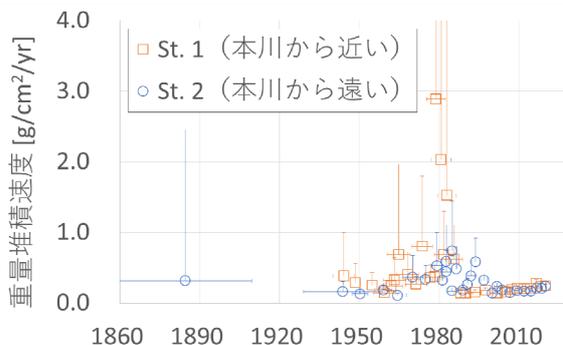


図 1 CRS モデルにより推定された堆積速度の経年変化

*高木悠司（北大院・環境），服部圭佑（北大院・環境）
山下洋平（北大院・地球環境）

1. はじめに

溶存有機窒素(Dissolved organic nitrogen, DON)は河川の低次生態系における窒素源の一つとして、特に溶存無機窒素(Dissolved inorganic nitrogen, DIN)供給量が少ない河川生態系において重要な役割を果たしていると考えられている。このため、河川へのDONの起源、河川水中でのDONの挙動の解明は河川生態系の理解に重要である。

河川へのDON供給は主に流域土壌からの流入により支配されていると考えられており、過去にいくつかの研究がなされている。しかし、未だ研究例は十分ではなく、総合的な理解は得られていない。また、河川水中DONの生物利用性に関する知見は極めて限られており、低次生態系におけるDONの役割に関しても定量的に評価されていない。このように、河川におけるDONの動態について十分な知見は得られていない。

そこで、本研究では、北海道の石狩川水系において、河川水中のDON濃度の分布を調査し、溶存有機炭素(DOC)濃度、溶存無機窒素(DIN)濃度、溶存有機物の光学特性、DOCおよびDONの分解性との関連性を評価することで、石狩川におけるDONの動態を明らかにすることを目的とした。

2. 材料と方法

河川水試料の採取は、2020年7月下旬に石狩川の本流および支流の27地点で行った。採取した試料はガラス繊維濾紙(GF/F)を用いて濾過を行い、全窒素(TN)濃度、DIN濃度、溶存有機炭素(DOC)濃度を測定した。TN濃度からDIN濃度を差し引いた値をDON濃度とした。また、溶存有機物の質を評価するために、3次元励起-蛍光スペクトルの分析を行った。解析により溶存有機物中のタンパク質様と腐植様物質の割合を調べたほか、有機物の起源の指標となるFluorescence Index(FI)および腐植化度の指標となるHumification Index(HIX)を求めた。また、紫外-

可視吸収スペクトルの分析を行い、有機物の分子量の指標となるスペクトル傾斜比(S_R)および芳香族性の指標となるSpecific UV absorbance (SUVA)を求めた。これらの得られた指標に溶存有機物のC/N比を加えて主成分分析を行い、溶存有機物の化学的性質について総合的に評価した。さらに、本流の6地点について、40日間のDONおよびDOCの暗所分解実験を行った。

3. 結果と考察

石狩川本流におけるDONおよびDOC濃度は上流から中流にかけて上昇し、中流から下流では大きく変化しなかった。また、主成分分析の結果から、上流の3地点では外来性有機物の影響を強く受けていること、これらの地点より下流では上流の3地点と比べ自生性有機物の貢献が大きいことが分かった。このことから、川幅や深さが大きい下流の方が藻類などの活動が活発であり、自生性有機物の寄与が大きくなることが考えられた。

40日の暗所分解実験の結果、DOC濃度は上流から中流で採取した試料において減少が確認されたが、下流の2地点で得られた試料では変化しなかった。これらの地点では腐植様物質の寄与が大きく、含まれる有機物が難分解性であったことが考えられる。一方、いずれの地点でもDONは濃度変化が見られなかった。これは、微生物による有機窒素化合物の分解と生成が同程度行われている、または微生物がDINを代謝に用い、有機窒素化合物を分解していない事を示唆している。また、本観測では、石狩川本流において、溶存有機物のC/N比が上流から下流に向けて小さくなる傾向がみられた。分解実験の結果より、窒素を含まない糖類などの溶存有機物が上流から中流において微生物による分解を選択的に受けることで、C/N比が小さくなることが考えられた。

Determination of TP forms in soil/sediments via applying HCl extraction and HF methods

*Kozyrev Roman (東京農工大学・TUAT)

Yoh Muneoki (東京農工大学・TUAT)

1. Introduction

Phosphorus (P) is an essential nutrient for primary productivity in the oceans. Understanding and quantification of P forms are important to be able to predict future ecosystem changes. Several methods have been developed for the determination of TP and P forms in soil and sediments such as: HCl extraction, HClO₄ digestion, and HF.

Most of studies separate P into: Fe-P, organic P (OP), acet.-P, and detr.-P (e.g. Berner and Rao, 1993). However, determination of TP using HCl extraction method, could lead to underestimation of TP contents and misunderstandings in the (bio)geochemical transport mechanisms of P.

2. Methods and materials

12 samples of soil and sediment were collected at the lower reach area of the Tone river.

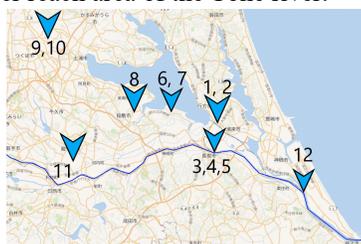


Fig.1 Sampling map

Samples 1-7 are bank sediment samples, 8 – peat land soil, 9-10 – soil samples from Tsukuba mountain, 11 – agricultural land (rice field), 12 – Tone river sediments.

The original sample is separated into three weighted subsamples (A, B and C). Subsample A is extracted with HCl, which represents OP form. B is ashed at 550°C for 6 hours and then extracted same as A, represents TP extractable with the HCl method (TPHCl). The difference between A and B subsamples represents OP form. Subsample C is extracted with the HF method. This represents TP in the samples.

3. Results

Comparison of HCl and HF methods show an increase of TP for all samples (Fig.2).

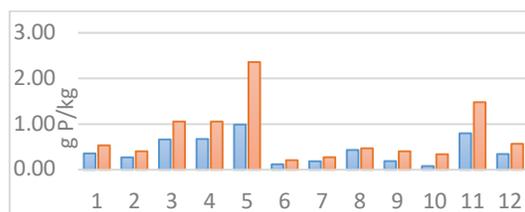


Fig.2 Comparison of TP concentration measured by HCl extraction method (blue) and HF method (orange)

The difference between TP extracted by HF and HCl methods is mainly represented by P bounded with silica (Si-P). TP concentration in samples 3,4,5 and 11 are 1,06 for samples 4 and 5, 2,36 for number 5, and 1,48 g P/kg for sample 11 respectively. This is much higher than common concentration of total P in soil, which is between 0,2 and 0,8 g P/kg. In most of the samples, the P forms breakdown shows that considerable amounts of TP are represented by Si-P (Fig.3). However, samples number 9 and 10, taken at Tsukuba mountain, showing the lowest concentration of Si-P (0,21 and 0,26 g P/kg respectively). This variation in P forms composition might be due to different reasons, for example geological conditions, suspended sediment interaction, sediment type variance, difference in soil types, biological conditions at site, presence of agricultural lands and etc.

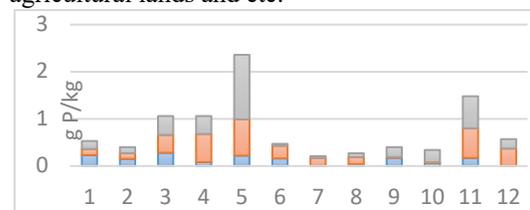


Fig. 3 P forms breakdown: OP (blue), Fe-P (orange), Si-P (grey)

4. Conclusions

This preliminary data shows the importance of correct differentiation of P forms. Determination of P forms is a key step to be able to understand (bio)geochemical transport mechanisms of P. Further studies need to be conducted.

Multi-Shot Pyrolizer GC/MS を用いた琵琶湖由来フルボ酸の化学特性解析

*百合藤桃加 (京都工芸繊維大学), 山口保彦 (滋賀県琵琶湖環境科学研究センター)
早川和秀 (滋賀県琵琶湖環境科学研究センター), 木田森丸 (神戸大学)
藤嶽暢英 (神戸大学), 布施泰朗 (京都工芸繊維大学)

1. はじめに

水圏のフルボ酸 (FA) は溶存有機物 (DOM) から精製分離されて得られる。琵琶湖の FA は、プランクトンや細菌類の代謝物及び集水域の影響を受けた多くの起源物質から複合的に構成され、分解縮合を繰り返した成分も含有している。近年の気候変動の影響下にある琵琶湖では、生態系、集水域環境などにこれまでにない変化が観測されている。FA はこれらの変化を反映していると考えられるため、その化学特性の詳細な解析により湖内の生物的、化学的、物理的な物質循環を理解するための手掛かりが得られる可能性がある。そこで、本研究では Multi-Shot Pyrolizer GC/MS を用い、発生ガス分析法 (EGA 法) で FA および DOM 濃縮試料の熱脱着及び熱分解特性を示すサーモグラム測定を行い、さらにハートカット分析法 (HC 法) による熱領域ごとのパイログラムでサーモグラムの化学プロファイル情報を補完する手法を検討した。また、フーリエ変換型イオンサイクロトロン共鳴質量分析計 (FT-ICR-MS) による解析も試みた。

2. 材料と方法

琵琶湖の FA 試料として腐植物質学会頒布の Biwako FA を、集水域土壌 (安曇川) の FA 試料として Hanaore FA (神戸大藤嶽研提供) を用いた。湖水試料は滋賀県の環境基準点今津沖中央地点で水深別に採取して凍結乾燥及び脱塩処理した試料 (DOM 濃縮試料) を調製した。Multi-Shot Pyrolizer GC/MS はフロンティアラボ製の EGA/PY-3030D と島津製作所製の GCMS-QP2010Ultra を用いた。

EGA 法では、0.5 mg の試料を熱分解炉に挿入し、150°C から 15°C/分の昇温速度で 600 °C まで加熱し、発生ガスを直接質量分析計に導入して分析した。HC 法では、各温度領域の昇温中はフロンティアラボ製マイクロジェットクライオトラップ (MJT-1030Ex) を用いて 150-210 °C, 210-285 °C, 285-345 °C, 345-600 °C の 4 つ温度領域画分の発生ガスカラム入

口で濃縮した。キャピラリーカラムはフロンティアラボ製 UA-5+ (長さ 30 m, 内径 0.25 mm, 膜厚 0.25 μm) を用いた。FT-ICR-MS は Bruker 製 FT-ICR-MS Solarix (京都大学化学研究所所有) を使用して FA 試料及び DOM 濃縮試料を解析した。

3. 結果と考察

Biwako FA の EGA 法で得られたサーモグラムを Fig.1 に示す。画分②で m/z 113 のフラグメントイオン強度が卓越していた。このフラグメントは Hanaore FA では観測されない。HC 法による結果を Fig. 2 に示す。各画分で EGA 法の結果に矛盾しないフラグメントイオン強度の発生ガス成分を検出した。画分②の m/z 113 が卓越するピークは保持時間約 15 分で検出され、推定構造は 4-methylamino-2(5H)-furanone であり、糖タンパク由来である可能性が考えられた。

現在、FT-ICR-MS での解析結果と合わせた評価を行っている。

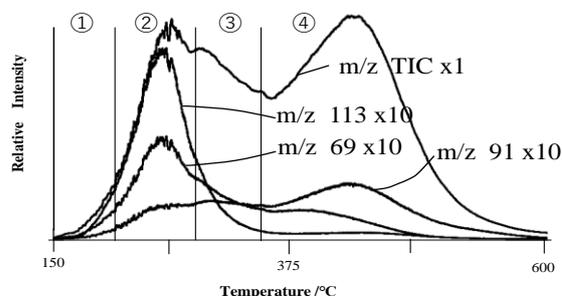


Fig. 1 Biwako FA のサーモグラム

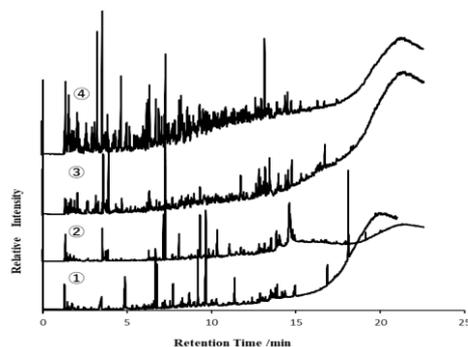


Fig. 2 Biwako FA の各画分のパイログラム

～2020 年の調査結果から～

*岡本高弘、藤原直樹、中村光穂、石崎陽平、卯田隆、佐藤祐一、古角恵美、小笠原翔（滋琵琶環研）、藤原務（滋賀県琵琶湖保全再生課）

1. はじめに

琵琶湖北湖今津沖の第一湖盆水深 90 m の底層 DO（湖底 1 m の溶存酸素量）は、2 mg/L を下回る貧酸素状態の発生頻度が 2000 年以降増加する傾向にある。さらに、2018/19 年および 2019/20 年の冬に全層循環が深湖底に到達しない全層循環未完了が 2 年続けて観測され、その年の夏季から秋季に、2 mg/L を下回る貧酸素状態が観測された。特に 2020 年には、0.5 mg/L を下回る無酸素状態を観測し、加えて、これらの水域が水深 90 m の範囲を超えて拡大したことを初確認した。この特異的な DO 低下の状況と水質変動について報告する。

2. 材料と方法

琵琶湖北湖の水質調査は、滋賀県公共用水域水質測定計画（以下、測定計画という。）に基づき、今津沖中央定点において水深別に月 1～2 回実施した。底層 DO 調査は第一湖盆水深 90 m 周縁と中心部の 7 地点において月 2～4 回の頻度で実施した。2020 年 8 月以降、深水層の DO が特異的に減少したことから、全水深 70 m の水域まで調査範囲を拡大した。調査地点を図 1 に示す。測定方法は、測定計画に基づき実施した。水温および DO の測定には、多項目水質計 DataSonde5（Hydrolab 社）を用い、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 とした。

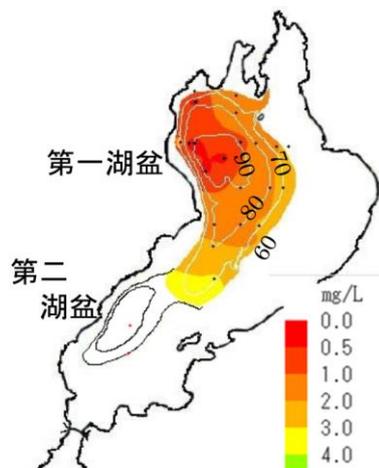


図 1 調査地点（プロット）と 2020 年 12 月 8、9 日の今津沖第一湖盆底層 DO の分布（水深 60 m 以深のスプライン補完）
※図中の数値は等深線（m）

3. 結果

北湖水深 90 m における底層 DO は、2020 年 8 月中旬に 2 mg/L を下回る貧酸素状態となり、9 月下旬に 0.5 mg/L を下回る無酸素状態を観測した。以後、貧酸素、無酸素の水域とも拡大し、水深 70 m に達した。12 月の底層 DO の面的分布を図に示す。貧酸素状態は比良沖の第二湖盆の水深 60 m の底層においても観測された。

溶出が懸念された栄養塩類等は、今津沖中央底層において 11 月上旬まで、全窒素と全りんが過年度（過去 10 年）平均値並み、粒子態マンガンが過年度最高値並みであったが、11 月 24 日には、底層 DO が 0.8 mg/L とわずかに上昇した一方で、全りんが 2 週間前の 2 倍の 0.025 mg/L、マンガンが同 10 倍の 1.57 mg/L となる等の特異的な上昇があり、同時にひ素やアンモニアも検出された。マンガンは溶存態が大半であったが、全りんの増加分は大半が粒子態であった。その後、特異的な変動は解消に向かい、12 月中旬には各項目とも過年度の平均値並みか低い値となり、ひ素は定量下限値（0.005 mg/L）未満となった。

4. 考察

11 月 24 日の底層 DO のわずかな上昇は、調査日前の季節風により底層付近の水が動き、一時的に DO が上昇したものと推察された。粒子態の増加による全りんの上昇は水深 80、85 m 層でも見られたことから、溶出してきたりん酸が酸化され粒子化したことが示唆された。1979 年度の調査開始以降では、1986 年 10 月 2 日に底層 DO が 1.2 mg/L に低下した際に全りんが前月の 2.1 倍に上昇（0.035 mg/L）していたが、その際はりん酸態りんが増加しており、今回とは異なる水質変動であった。

気候変動の進行により、北湖深水層の底層 DO の特異的な低下が今後も見込まれることから、底層水質の変動様態にも着目した効果的な測定方法と体制の整備が必要であると考えられた。

*名取安海，小林諒磨，松原優士（東邦大・理），清家泰（島根大・EsReC），管原庄吾（島根大・理）
千賀有希子（東邦大・理）

1. はじめに

千葉県に位置する谷津干潟は、東京湾の埋め立てによって取り残された半閉鎖性の干潟である。谷津干潟の潮汐による海水の交換は、2本の水路のみを介して東京湾から行われており、海水中の栄養塩濃度は極めて高い。そのため、谷津干潟は富栄養～過栄養水域に区分されている（Senga et al. 2021）。

富栄養化を引き起こす一因に N 栄養塩があげられる。本来干潟は潮汐により好氣的～嫌氣的環境の形成を繰り返すことにより、硝化～脱窒が触発され N 除去が進行しやすい場である。しかしながら、富栄養化が進行する干潟における硝化～脱窒の変化はよくわかっていない。これまでの研究により谷津干潟の脱窒は、 NO_3^- 、有機物、硫化水素に支配されることが報告されている（佐藤ら、第 81, 82 回大会）。

本研究では脱窒へつながる硝化の過程を把握するために谷津干潟の海水と間隙水におけるヒドロキシルアミン (NH_2OH) の測定を季節ごとに行った。 NH_2OH は硝化の NH_4^+ から NO_2^- への酸化過程の中間体として生成される物質であり、各地域の水域において硝化の進行の指標として用いられている。

2. 材料と方法

2-1. サンプルング

海水と堆積物（泥深 0～5 cm）の採取は、中央部（St.SC）とタイダルクリーク（St.T）において 2020 年 9、11、12 月、2021 年 1、3～8 月の大潮、中潮の干潮時に行った。

2-2. NH_2OH 測定法

固相抽出法（福森ら、2003）により、まず共存する NO_2^- をジアゾカップリングさせ、生成するアゾ色素を Sep-pak C₁₈ カートリッジにより、吸着除去をした。次にヨウ素で、 NH_2OH を NO_2^- に酸化し、余剰のヨウ素を同様に吸着除去した。その後、再びジアゾ化し 545 nm で吸光度を測定した。2020 年 9、11、12 月は検出限界が 2 $\mu\text{gN/L}$ であり、2021 年 1、3～8 月は 1 $\mu\text{gN/L}$ であった。

2-3. 水位が NH_2OH 生成に与える影響

酸化還元を支配する水位と NH_2OH 生成の関係に

ついて検討した。St.SC の堆積物 700 mL を 2 L のポリシリンダーに加えた。これに海水を静かに加えて水位 20 cm（1200 mL）と水位 5 cm（360 mL）に調製した。室温、暗条件下で 2 日間静置した。その後 1 日間バブリングし海水中を好氣的にした。1 日間静置し、それぞれの海水と間隙水の NH_2OH の測定をした。この時、間隙水はポーラスカップを用いて採水した。測定後、全ての海水を取り除き 1 日静置し、水位 0 cm 時の間隙水中の NH_2OH を測定した。

3. 結果と考察

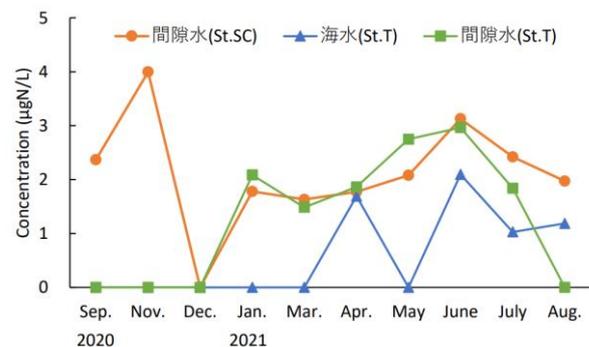


図 1. 2020 年 9 月から 2021 年 8 月までの海水 (St.T)、間隙水 (St.SC, St.T) の NH_2OH 濃度

St.SC の間隙水の NH_2OH は、12 月以外は検出された (図 1) (1.6～4.0 $\mu\text{gN/L}$)。St.T の間隙水の NH_2OH は、1 月～7 月に検出された (1.5～3.0 $\mu\text{gN/L}$)。St.SC と St.T の堆積物中における硝化活性は同程度であると考えられた。海水においては、間隙水と比較すると検出されていない月が多かった。St.T で採水した海水は常に空気に曝されているため、 NH_2OH が生成されてもすぐに酸化し、消失すると予測された。

2020 年 9 月～2021 年 6 月までの各地点の NH_2OH 濃度と環境因子の単回帰分析を行ったところ、St.SC の間隙水と海水中的 NH_4^+ に正の相関が見られた。 NH_2OH 生成は、硝化の基質である NH_4^+ に支配されることが考えられた。また、St.T の間隙水と溶存酸素飽和度に正の相関が見られた。好気環境下では、硝化が進行しやすいと考えられた。

水位が NH_2OH 生成に与える影響については現在検討中である。

播磨地域のため池における溶存メタン濃度と 水面からの放出速度

*河内丈太郎, 西藤智哉, 伊藤雅之, 中嶋一憲 (兵庫県立大・環境人間),
坂部綾香 (京都大・白眉センター), 尾坂兼一 (滋賀県立大・環境科学)

1. はじめに

重要な温室効果ガスであるメタン (CH₄) は、貧酸素の還元的環境下でメタン生成菌により生成される。全国に約 17 万個存在するため池は、深層が貧酸素化しやすいことから、池底の堆積物中で多くの CH₄ が生成される可能性がある。そのため、国内の CH₄ 排出量にため池からの排出量を含めて評価することが必要と考えるが、その全国的な面積把握が難しいことなどから現段階では含まれていない。

本研究は、ため池数が全国で最も多い兵庫県 (播磨地域) を対象に、ため池における CH₄ 動態とその放出速度の関係を明らかにすることを目的とする。

2. 研究方法

姫路市内 36 面のため池を選出し、CH₄ 生成の高まる夏期に採水調査を 3 回に分けて実施した (2019 年 8 月 5 日、8 月 22 日、9 月 12 日)。各ため池沿岸部 3 か所からポリバケツで表層水を採取し、現地で溶存酸素濃度 (DO) と水温を測定した。試料は、実験室内でガスクロマトグラフにより溶存 CH₄ 濃度を分析した。ろ過後の試料はイオンクロマトグラフにより各種溶存イオン濃度、全有機態炭素計により溶存有機態炭素 (DOC) 濃度を測定した。さらに、溶存 CH₄ 濃度と水面からの CH₄ 放出速度の関係を調べるため、加古川市布池を対象に、上記の採水調査と併せてフローティングチャンバーとトレースガスアナライザーを用いた水面からの CH₄ フラックス調査を 2 回行った (多地点: 2021 年 5 月 31 日、7 月 13 日)。

3. 結果

2019 年調査のため池 36 面の平均 CH₄ 濃度は約 0.395 (μmol L⁻¹) であり、琵琶湖中心部表層の CH₄ 濃度 0.031 (μmol L⁻¹; Itoh, unpublished) の約 12.7 倍、諏訪湖 0.61–1.99 (μmol L⁻¹; Iwata et al., 2018, BLM) に匹敵する濃度であった。面積 (km²)、護岸率 (%), 水温 (°C)、CH₄ (μmol L⁻¹)、DOC (mg L⁻¹)、硫酸 (SO₄: mg SO₄ L⁻¹)、硝酸 (NO₃: mg NO₃ L⁻¹)、アンモニウム (mg NH₄ L⁻¹) の 8 項目を変数として主成分分析を行ったところ、図 1 の

散布図が得られた。また、布池の第 1 回目調査時の平均 CH₄ 濃度は 0.59 (μmol L⁻¹) と比較的高濃度であったのに対し、第二回目調査では 0.03 (μmol L⁻¹) と大きな差がみられた。水面からの放出速度は第 1 回目の平均 10.1 (2.0–22.6 nmol-CH₄ m⁻² s⁻¹) であった。

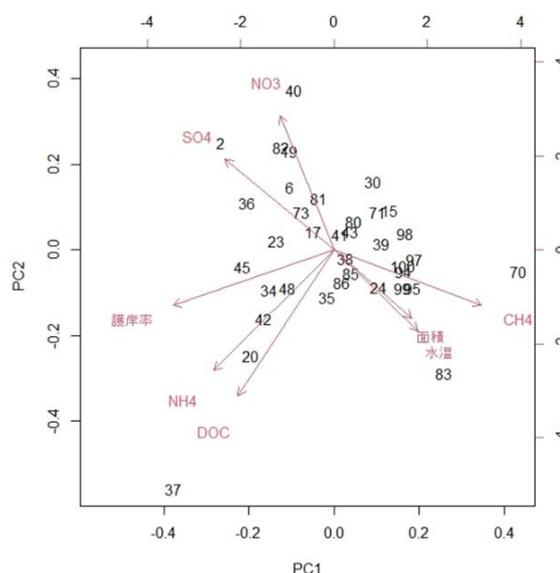


図 1 横軸を PC1、縦軸を PC2 とした
2019 年調査のため池の主成分分析結果の散布図

4. 考察

主成分分析結果より、CH₄ と SO₄・NO₃ に負の関係が見られ、硫酸還元や脱窒の進んだ還元的な池で溶存メタン濃度が高くなると考えられた。また、面積、護岸率と CH₄ にそれぞれ正、負の関係が示唆されたことから、管理 (かいぼり等) が行われていない池で溶存 CH₄ 濃度が高くなる可能性も示唆された。

布池で見られた溶存 CH₄ 濃度の差について 2 回目調査の直前 1 週間は大雨が続いており、降雨時にため池の成層が崩れることで底層の溶存メタンが大気へ放出された影響と考えられた。1 回目の水面 CH₄ 放出量については、これまで報告されている水田からの放出に匹敵するかさらに大きくなる可能性が示された。溶存 CH₄ 濃度との関連性についても最新データを含めて報告する。

*碓 実咲（農工大・農）、楊 宗興（農工大・農）

1. はじめに

地下水によるリン輸送は河口・海域・湖沼などの沿岸生態系に影響を及ぼす可能性が高いため、地下水におけるリンの挙動の解明は重要である。これまでの研究で、非常に高濃度のリン酸態リン 15 mg/L が東京都の深層地下水で検出されたが（磯貝, 2015 修士論文）、リン酸が供給される要因およびその水質の形成機構はわかっていない。地下水のリンの起源は、有機物や生物化石を含む堆積物、酸化物の吸着成分、鉄鉱物、カルシウム鉱物などが考えられる（小野寺, 2017）。しかし、岩石の化学的風化作用によるリン酸の供給は、明確に報告されていない。そこで本研究では、東京深層地下水のリン酸を含むさまざまな成分を測定し、高濃度になるメカニズムを検証することを目的とした。

2. 材料と方法

地下水は東京都内の 10 つの井戸で 2019 年 7 月, 11 月, 2020 年 1 月, 8 月, 9 月, 2021 年 4 月に採取した。採取地は品川区, 杉並区, 渋谷区, 葛飾区, 墨田区, 板橋区, 府中市, 港区であり、それらの井戸の深度は約 20~1500 m である。現地では pH, DO, EC, 水温を測定した。実験室に持ち帰った試料は, GF/F フィルターを用いて濾過した後、冷蔵保存した。リン酸, 二価鉄, ケイ酸を比色法で、アルカリ度を滴定法で、主要イオンをイオンクロマトグラフで測定した。

3. 結果と考察

10 箇所の採水地点のリン酸濃度は 0.0-34 $\mu\text{mol/L}$ であった (Fig.1)。本研究で測定された最高濃度の 34 $\mu\text{mol/L}$ は、これまでに高濃度の例として報告されている富士山南部の 9 $\mu\text{mol/L}$ (神谷ら, 2017) よりも高い濃度であった。

高いリン酸濃度を示した 3 地点の試料 (③, ④, ⑩) は SO_4^{2-} 濃度が 0.0 $\mu\text{mol/L}$ のため、還元的な環境にあったと考えられる (硫酸還元環境下)。還元環境下では、鉄酸化物の脱着によりリン酸が溶出する (齋藤, 2015) ため、鉄酸化物からの脱着が高濃度な

リン酸をもたらした要因の一つと考えられる。

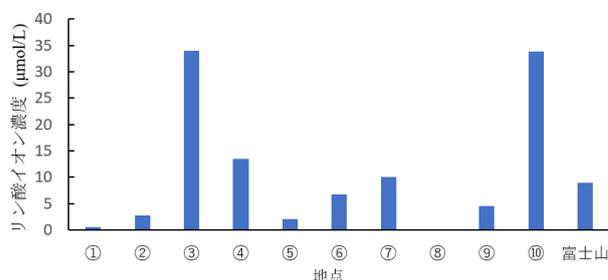


Fig. 1. 各地点のリン酸イオン濃度

しかし、還元的な環境において二価鉄とリン酸に正の相関関係がなかった。これは、硫酸還元によって生成された硫化物イオンと鉄イオンが結合した結果、硫化鉄として沈殿したためと考えられる。

一方で、測定できなかった一部の試料を除く 6 箇所の地点の間には、アルカリ度と Na^+ 濃度に正の相関がみられた。またアルカリ度とリン酸濃度 (Fig. 2) や Na^+ とリン酸濃度にも正の相関がみられた。アルカリ度と Na^+ は岩石の風化の指標となるため、風化によってリン酸が供給された可能性が高い。

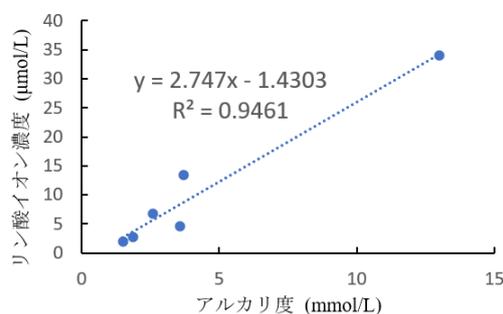


Fig. 2. アルカリ度とリン酸の関係

以上より、リン酸が高濃度に含まれる地下水は風化作用の進行によってリン酸が多く溶出していると考えられる。また、有機物とリン酸濃度の関係について DOC 測定の考察を進めることが今後の課題である。

*トウ シンヨウ (埼玉大学・環境) 藤野 毅 (埼玉大学・環境)
金子康子 (埼玉大学・教育)

1. はじめに

日本のレッドデータブックで絶滅危惧 I A類に指定のムジナモ(*Aldrovanda vesiculosa*)は現在、唯一の自生地である埼玉県羽生市宝蔵寺沼に生育しており県の天然記念物にも指定されている。宝蔵寺沼はかつて水田であったが現在は点在する沼周辺を含めたほぼ全域にヨシが生育している。これまでムジナモは様々な外的要因により株数は安定しなかったが、近年の様々な保護活動により株数は安定、増加に向かっている。沼の水質の特徴として腐食物質を含み、鉄やカルシウム濃度が高く、これがムジナモにとって好条件である可能性が高い。そこで本研究はムジナモに対するカルシウムと鉄の吸収に与える腐植物質の効果を検証した。

2. 材料と方法

ムジナモは県の天然記念物に指定されており、自生地で最小限のムジナモの株を採取して水道水で洗浄後、稲わらと赤玉土を入れた1L ビーカーに水道水で1週間予備培養を行った。その後、生長状態がほぼ同じ株を選んで初期の湿潤重量を測定し、培養液または宝蔵寺沼水を入れた1L ビーカーに移植して、20°C一定の室温およびLED光源による昼夜条件下でさらに1週間培養した。

水質条件として、最初に腐植物質の中でフルボ酸の濃度の影響から調べた。水中のカルシウムイオンと鉄イオンの濃度を一定 (Ca 70 mg/L、Fe 4 mg/L) に調整したまま市販 (ハイポネックス・リキダス) のフルボ酸を含む培養液を添加した。また比較として宝蔵寺沼の水 (Ca 88 mg/L、Fe 0.055 mg/L) を用いた培養実験も行った。沼水の特徴としてはカルシウムイオンの他にマグネシウムイオン濃度も高い。

それぞれ培養後のムジナモの株の湿潤重量を測定し、120°C・20時間乾燥、および研磨した試料を1M硝酸で振動抽出してICP-AESによりムジナモ体内のカルシウムと鉄の含有量を分析した。また、葉の長さや葉輪数の変化についても記録した。

3. 結果

ムジナモの生育状況

フルボ酸の投入によりムジナモの伸長と葉輪数の増加がわずかに促進されたが、水質による違いがほとんど見られなかった。

ムジナモ体内のカルシウムと鉄含量の変化

図1は培養液の希釈によるフルボ酸濃度によってムジナモのカルシウムイオン吸収に違いが生じたこと示したものでありフルボ酸の投入がカルシウムイオンの吸収を増やしたが、市販の原液の1,000倍希釈と500倍希釈した場合に有意差は見られなかった。なお、宝蔵寺沼水による実験ではムジナモのカルシウム含有量がこれらの10倍程度も高かった。この原因は明らかではないが、培養液の鉄濃度がもともと高いために全体としてカルシウムイオンの吸収を阻害した可能性がある。次に、ムジナモの鉄含有量としてはフルボ酸濃度が高いと低く抑えられる傾向にあった。低い場合は沼水のケースと同等で10 mg/gDw程度であった。

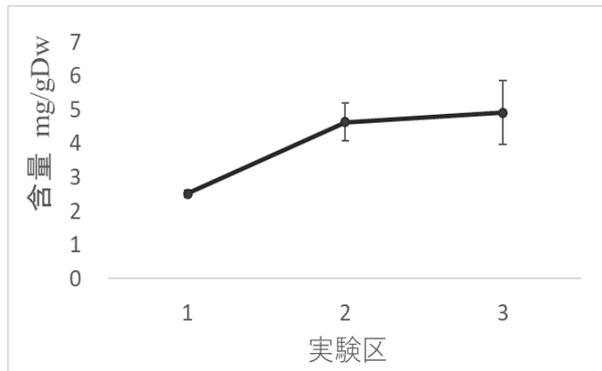


図1 培養後のムジナモのカルシウム含有量の増加
(1:フルボ酸なし、2:フルボ酸原液1000倍希釈、3:500倍希釈)

4. 今後の予定

一般的に、沼水の腐植物質には水溶性のフルボ酸以外に不溶性のフミン酸やヒューミンの存在がありこれらの影響を評価する。さらに宝蔵寺沼の水中のカルシウムイオンが高いことから物質循環過程の理解としてムジナモ自身の生活史と関連や冬期に大量に枯死するヨシの存在が腐食物質濃度を高めていることが考えられる。生育地の保全の観点から物質循環過程についても着目する。

の発芽に対する温度と土壤含水率の影響

*タパ マガラ シラザナ・藤野 毅 (埼玉大学・理工)
 嶺田拓也 (農研機構・農村工学研究所)・庄司邦賢 (応用地質)

1. はじめに

ミズアオイ科・アメリカコナギ属の1種であるヒメホテイアオイ (*Heteranthera reniformis* Ruiz et Pavon) はアメリカの浅い沼地に育つ水生植物で、わが国で1996年に静岡市内の放水路で発見され、2012年には埼玉県川島町や桶川市の水田でも確認された。今年には川島町の人工池で大繁殖した。無農薬・無施肥の水田では苗の生長期に同種が繁殖すると栄養が奪われ稲の収量減少を引き起こす。同種の侵入および定着後の拡散過程は明らかにされておらず生態学的な知見が少ない。そこで同種の生長過程の理解として発芽条件について調べた。

2. 材料と方法

まず、ヒメホテイアオイの発芽条件の一つとされる冬季の冬眠の確認のために川島町にある無農薬・無施肥水田土壤温度を2020年の12月23日～2月3日まで記録した。次に、2020年の夏季に現地のヒメホテイアオイを採取し、種を回収するために埼玉大学構内で培養した。採取したヒメホテイアオイを水道水で洗浄し、室内で滅菌水道水を入れた水槽内で順化させた。成熟した種子を収穫後、貯蔵温度と土壤含水率が発芽率に与える影響を調べた。

前処理として次亜塩素酸ナトリウムで表面殺菌を行いシャーレに蒸留水を入れたものに種子を50粒入れて5℃、10℃、15℃、20℃でそれぞれ30日、45日、60日間保管した。さらにシャーレに乾燥処理した土壤に蒸留水を添加して土壤含水率が20%、25%、30%、40%、45%になるように調整して種子を50粒ずつ数え入れ、それぞれ30日、45日、60日間保管した。

3. 結果

実験1. 貯蔵温度と貯蔵期間の影響

図1は各貯蔵温度および貯蔵期間におけるヒメホテイアオイの発芽率を示す。各温度条件ともに貯蔵期間が長いほうが発芽率は高く、温度は10℃以下で発芽率は最も高く、15℃で半減し、20℃で発芽率は最も低い。最大の発芽率は5℃の60日間の貯蔵で

84%、最小の発芽率は20℃の30日の貯蔵で4%であった。冬季の川島町の水田土壤温度は深さ20cmにおいて10℃以下でありヒメホテイアオイの種がこの深さに定着していれば発芽に適した貯蔵条件であったことを示唆する。

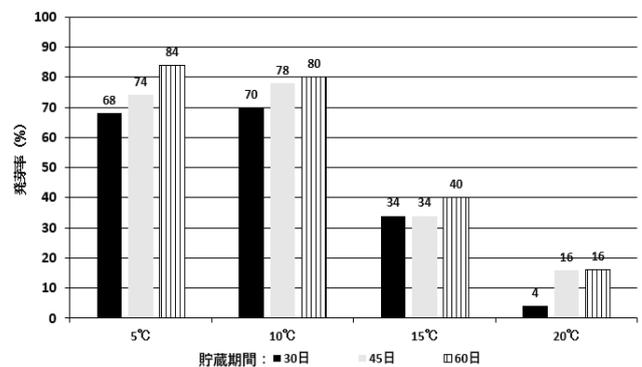


図1 各貯蔵温度の種子の発芽率

実験2. 貯蔵中の土壤含水率の影響

図2は各土壤含水率および貯蔵期間における発芽率を示す。どの貯蔵期間でも発芽に必要な土壤含水率は30%以上であった。貯蔵期間が長いほど発芽率が高い傾向が見られた。現地の水田土壤含水率も、温度記録期間中はいずれも30%以上であったためヒメホテイアオイの発芽に適した貯蔵条件であった。

以上よりヒメホテイアオイの原産地は亜熱帯であるが、発芽の好適条件として冬眠温度が10℃以下で土壤水分が30%以上含むことが適当である。

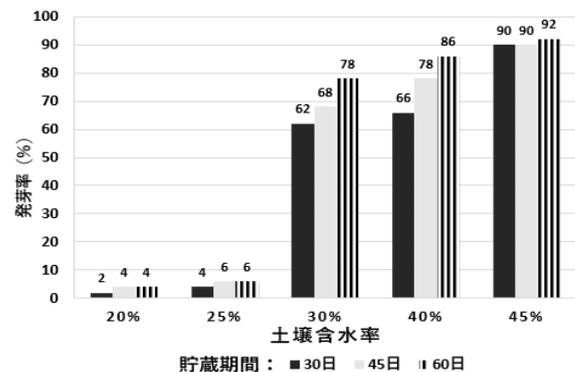


図2 各土壤含水率の種子の発芽率

*木内拓海（酪農大院・酪農），室田欣弘（UW クリーンレイク洞爺湖）
中谷暢丈（酪農大院・酪農）

1. はじめに

ウチダザリガニ *Pacifastacus leniusculus* は、北アメリカ原産の冷水性ザリガニであり、我が国では特定外来生物に指定されている。雑食性である本種は、在来種の捕食や沈水植物を切断することで生態系に影響を与えることが知られている。さらに、この種は生物遺骸を摂食し、水銀をはじめとする有害物質を蓄積することが海外の事例で報告されている。このことは、在来の食物連鎖を介した有害物質の生物蓄積過程に影響を及ぼす可能性を示すものである。しかしながら、日本国内に定着したウチダザリガニにおける有害物質の蓄積状況やその生物間移行については明らかでない。

本研究では、有害物質で生物蓄積性のある水銀に注目し、北海道に定着した本種における総水銀の蓄積状況とその特性を調べた。さらに、安定度同位体比を用いて洞爺湖内の食物網を調べ、ウチダザリガニの定着が水圏生態系における水銀の生物蓄積に及ぼす影響を考察することを目的とした。

2. 材料と方法

北海道内の洞爺湖、網走川、鶯沢川、屈斜路湖、春採湖での防除個体を入手し、解剖まで冷凍庫内に保存した。洞爺湖では、水生植物を採取すると共に、魚類等を現地の産直販売所にて購入した。

解剖後、環境省のマニュアルを元に、尾部筋肉に含まれる総水銀（T-Hg）濃度を平沼水銀測定装置（HG-300）により測定した。各種生物試料の窒素・炭素安定同位体比（ $\delta^{15}\text{N}$ ・ $\delta^{13}\text{C}$ ）は前処理後、京都大学生態学研究センターの安定同位体比分析システム（Thermo Fisher DELTA V）を用いて測定した。

3. 結果と考察

T-Hg 測定を行った全てのウチダザリガニについてみると、全長と尾部筋肉中 T-Hg 濃度との間に、正の相関関係が見られた。このとき、雌雄による違いは見られなかった。このことは、成長と共に水銀がザリガニの体内に蓄積することを意味している。ま

た、採取地別の T-Hg 濃度を比較すると、網走川で最も高く、屈斜路湖で最も低かったが、採取個体の全長の違いが影響したものと考えられた。

ウチダザリガニ尾部筋肉の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、平均 16.6‰であり、主な餌生物と考えられる沈水性の水生植物との差は 1‰程度と小さかった。一方、 $\delta^{13}\text{C}$ 値が低い個体も存在し、 $\delta^{13}\text{C}$ 値が小さかったワカサギやヒメマス等の生物遺骸を摂食している可能性が示された。洞爺湖で得られた全水生生物種における $\delta^{15}\text{N}$ 値と T-Hg 濃度との間には、有意な正の相関関係が認められ、栄養段階が上昇すると T-Hg 濃度が上昇することが認められた。一般的に、栄養段階が一つ上昇すると $\delta^{15}\text{N}$ は 3~4‰上昇するといわれているが、ウチダザリガニと水生植物の $\delta^{15}\text{N}$ 値の差は 5‰程度と大きく、このことから、本種は水生植物以外に $\delta^{15}\text{N}$ 値の高い魚類を摂食している可能性が示唆された。

以上のことから、ウチダザリガニには水銀が比較的高濃度に蓄積されており、これを餌とする在来の生物種における水銀の生物蓄積を助長させるものと予想された。

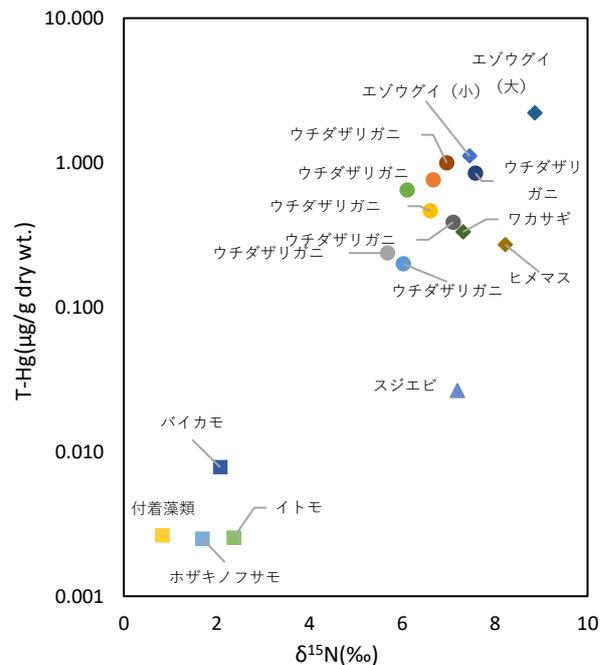


図1 洞爺湖に生息する生物の T-Hg と $\delta^{15}\text{N}$ の関係。

*永田貴丸, 酒井陽一郎, 中村光穂, 岡本高弘, 早川和秀 (琵琶湖センター)

1. はじめに

湖沼において、ミジンコ類等の動物プランクトンは、餌として魚等を支える二次生産者である。彼らの主な餌は、1–47 μm のセストン（植物プランクトンや微生物）であり、その量や質で成長や再生産速度が左右される。よって、上記サイズ範囲内のセストンの量と質を調べることで、動物プランクトンへのボトムアップ効果を評価できる。

琵琶湖は、水質保全対策の進展により、栄養塩濃度が減少する等、水質が改善してきた。それに伴い、植物プランクトンの総量は経年的な減少傾向にあったが、2016年の秋以降、突如として大型緑藻の *Micrasterias* や *Staurastrum* が大発生するようになった。大発生の原因は未解明であるが、この2種の細胞サイズは、ミジンコ類等の可食サイズを超えているため、これらの藻類の大発生で、動物プランクトンの餌量と質が低下するのではないかと懸念されている。本研究では、動物プランクトンへのボトムアップ効果の評価に向け、琵琶湖のセストンを3つにサイズ分画し (<20、20–45、45–250 μm)、それぞれの炭素 (C)、窒素 (N)、リン (P) を測定した。

2. 材料と方法

琵琶湖の南比良沖中央（水深約 60 m）において、2018年5月から月1回程度の頻度で表層水を採水した。その湖水中のセストンを、メッシュサイズが 20、45、250 μm の篩を用いて前述の3サイズに分画した。CN分析のため、各サイズ分画のセストンを、予め熱処理した GF/F フィルター上に捕集し、40 $^{\circ}\text{C}$ で乾燥させた。フィルター上のセストンの CN は、元素分析計付き質量分析計 (Thermo Fisher, DELTA V plus、もしくは DELTA V advantage) で測定した。一方、各サイズ分画のセストンの P は、2020年4月から分析した。P を分析するセストンの捕集には、熱処理だけでなく、希塩酸でも処理した GF/F フィルターを用いた。CN 分析と同様に、フィルター上に各サイズ分画のセストンを捕集し、40 $^{\circ}\text{C}$ で乾燥させた。フィルター上のセストンの P は、ペルオキシ二硫酸

カリウムを加えて熱分解した後、オートアナライザー (BLTEC, SWAAT) で測定した。

過去からのセストンの量 (C 量) と、質 (N:C、P:C) の変化を調べるため、測定結果を過去のデータと比較した。過去のデータとしては、1992年の Urabe et al. (1995) と 1993年の Nakano et al. (1996) の結果を用いた。

3. 結果と考察

近年では、動物プランクトンの可食サイズを超える大型セストン (45–250 μm) は、春から夏に多かった (図 1)。本研究とサイズ分画は異なるが、1992年や 1993年の夏にも大型セストンが多く、近年と同様の傾向であった。これに対して、動物プランクトンの可食サイズである <20 μm のセストン量は、近年では、1992年と 1993年よりも若干低く、動物プランクトンの餌量が減少している可能性がみられた。本発表では、サイズ別のセストンの質 (N:C、P:C) も、過去と現在で比較し、動物プランクトンへのボトムアップ効果の変化を議論する。

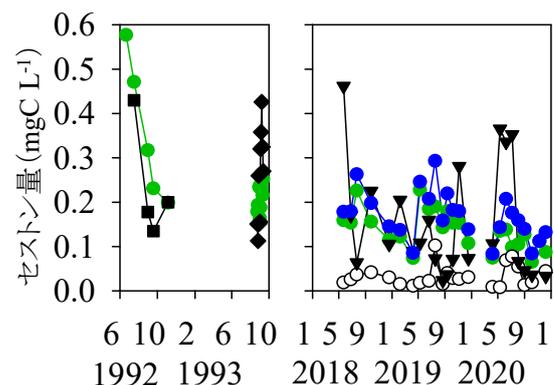


図 1 琵琶湖の各サイズのセストン量。緑丸=<20 μm , 白丸=20–45 μm , 青丸=<45 μm , 黒三角=45–250 μm , 黒四角=20–98 μm (1992年), 黒菱形=>20 μm (1993年). 近年と 1993年は表層水のデータ。1992年は 0–10 m か 0–15 m (11月 は 0–27.5 m)。

引用文献

Urabe et al. (1995) *Limnol. Oceanogr.* 40:232–241.
Nakano et al. (1996) *Lake Biwa Study Monographs* 133–146

Trophic status has crucial influence on the relative requirement of nitrogen to phosphorus for phytoplankton growth

*Mengqi Jiang, Shin-ichi Nakano (Kyoto University)

1. Introduction

Relative requirement of nitrogen (N) to phosphorus (P) for phytoplankton growth is an important indicator in managing phytoplankton biomass for waterbodies with various trophic statuses. Recent studies provided growing evidence that the relative requirement of N to P for phytoplankton growth would be regulated to acclimate changing environment, which could be explained by the differences in physiological functions between the two elements. In addition, the N and P relationship in waters was found to be greatly influenced by the trophic status, with oligotrophic waters tend to have higher N:P ratios, or vice versa. We thus hypothesize that the relative N to P requirement should be flexible under different trophic statuses, which can have deeply effects on phytoplankton productivity. This hypothesis was verified using experimental data from both the present study and the literature.

2. Methods and materials

A controlled factorial experiment was carried out to assess the influence of trophic status on the optimal supply N:P ratios under steady-state growth for three phytoplankton species, including cyanobacteria (*Anabaena variabilis* and *Microcystis aeruginosa*) and green algae (*Chlorella vulgaris*). Phytoplankton growth was monitored by optical density at 595 nm (OD₅₉₅). Relationships between steady-state phytoplankton biomass and supply N:P ratios were constructed using a two-dimensional LOESS method in R. Additionally, we analyzed related published datasets to verify whether the hypothesis is applicable for more phytoplankton species, including *Ankistrodesmus* sp. (ANK), *Chlamydomonas reinhardtii* (CHLA), *Scenedesmus obliquus* (SCE), and *Staurastrum* sp. (STAU).

3. Result and Discussion

Response of the optimal supply N:P ratios to trophic

status varied among the eight tested phytoplankton species, but seven of them showed similar declining trends (Fig. 1 and Fig. 2). *Chlamydomonas reinhardtii* was the only exception. Our results supporting the hypothesis that the transition between the relative N and P requirement is not a definite value, but changeable under different growth conditions, with lower trophic status leading to higher relative N to P requirement.

The present study considered that P have high priority in controlling phytoplankton growth in conditions of sufficient N and P input (i.e., phytoplankton blooms in eutrophic waterbodies). While the importance of N on phytoplankton productivity would become greater for waters with low nutrient input.

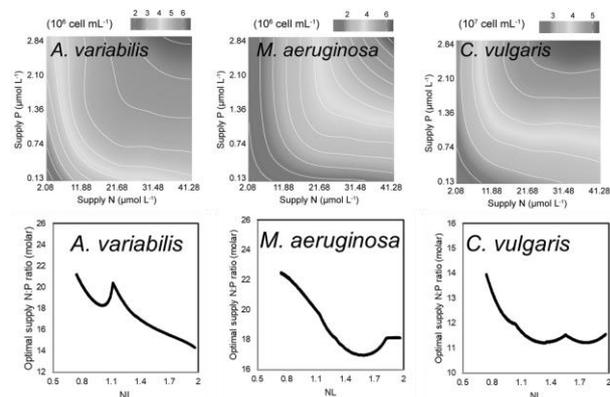


Fig. 1 2D-LOESS response surfaces of the effects of N and P on steady-state phytoplankton biomass. Results calculated using data derived from the present study.

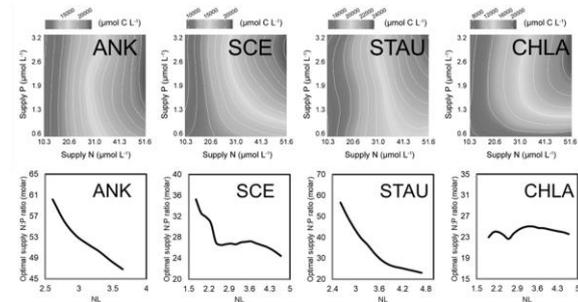


Fig. 2 2D-LOESS response surfaces based on literature datasets (Frank *et al.* 2020, *Limnol and Oceanogr*).