



めぐみの水 わざわいの水

～武雄での水共生のこれまでとこれから～

2022 年 11 月 6 日 武雄市にて水共生学 シンポジウムを開催 3

令和3～7年度 文部科学省 科学研究費助成事業
学術変革領域研究 (A)

「ゆらぎの場としての水循環システムの動態的解明による
水共生学の創生」

CONTENTS

巻頭言 2

活動報告

フィールド：武雄市

水共生学公開シンポジウム開催..... 3

合同巡検..... 3

フィールド：弘前市、西条市、東広島市、武雄市

ため池を対象とした調査 4

フィールド：ウガンダ

ウガンダ農村家計調査 5

研究者紹介 6

北野 忠

小槻 峻司

論文紹介 7

成果発信

生物多様性の見える化としての「3Dデジタル
生物標本」の取り組み

論文掲載

内海信幸・金炯俊 共著論文「Nature Climate
Change」に掲載

丸谷靖幸 共著論文「Water Resources
Research」に掲載

水共生エッセイ 8

30 年前に見た水路のツマキレオオミズスマシ



計画研究A01班代表 渡部 哲史
(京都大学 防災研究所 特定准教授)

水共生学のスタートから約1年半が経過しました。初年次は半年しか期間がなかったため、プロジェクト全体のおよそ1/3を経過したことになります。本領域研究の採択時における審査所見には「人文社会科学と自然科学の学際的越境や融合を目指す高い志は、現代社会の喫緊の課題にも応えようとするものとして高く評価できる」という記述があります。人文社会科学と自然科学の垣根を超えた研究や協力の重要性が指摘されるようになったのは最近のことではありません。それにも関わらず、未だ「高い志」が必要と評されるように、学際的越境や融合はなかなか容易ではないと考えられています。水共生学の立ち上げの際は、この容易ではない挑戦に取り組むか否かという点が議論になりました。そこに真正面から取り組むという決断をした水共生学は2021年に無事“船出”を迎え、現在その航海の真ただ中です。

水共生学の特徴の一つは参画者の多さやその背景とする分野の多様さです。これは船に例えるならば色々な技術や知識を持つ沢山の乗組員が乗船していると言えそうです。「船頭多くして船山に上る」ということわざがありますが、それぞれの分野で優れた成果がある研究者の集団は、一步間違えろと思ってしまう方向へと向かってしまうかもしれません。私は、水共生学の乗組員がそれぞれの力を発揮して航海を成功させるための最重要事項として、乗組員どうしのコミュニケーションがあると思っています。特に人文社会科学と自然科学との間では、興味や目的、手段のみならず、常識や善悪すら異なる可能性があります。これはさながら言葉も文化も異なる異国の人が出会ったときのようなようです。そのような異国人どうしのコミュニケーションに欠かせないのが“翻訳”です。私が代表を務めさせて頂いているA01班の重要なキーワードの一つに「情報翻訳」を含めているのにはそのような思いがあります。水共生学における翻訳にまだ辞書はありません。共同フィールドをはじめとする様々な現場に参画者の皆様とご一緒にしながら、様々な角度から各地の水に関わる課題を考察し、辞書を創り上げていこうとしています。

ちなみに私は、水共生学はむしろ山に登ればよいと思っています。大海への船出をしたはずが、いつの間にか富士山さらにはエベレストに登頂していた。そんなふうに、これまでにない取り組みを行う本領域研究だからこそ、当初期待していた通りの結果よりも（だけではなく）、思いもしない方向に大きく発展することを目指して、枠にとらわれない研究を進めて行きたいです。

フィールド：武雄市

水共生学公開シンポジウム開催

2022年11月6日（日）、佐賀県武雄市にて水共生学公開シンポジウム「めぐみの水・わざわいの水～武雄での水共生のこれまでとこれから～」を開催しました。

本シンポジウムは、佐賀県六角川流域を対象地として、近年大きく変化しつつある水環境と人間社会、生き物との関係を見つめなおし、水と共生する将来の社会のあり方について地域の方々と対話を進めるものです。

はじめに武雄市 北川政次副市長に開会挨拶をいただきました。続いて「水共生とは何か？」と題して荒谷領域代表が本領域研究の目指すものについて紹介したあと、第一部では、水共生学を構成する3つの圏域（地球圏—人間圏—生物圏）に関する話題や、武雄市での研究の取り組みについて報告を行いました。最初に渡部哲史（京都大学）が「武雄における水循環のゆらぎとその影響」として、過去から現在までの降水量の変動や将来の可能性を紹介しました。2番目は鬼倉徳雄（九州大学）による「佐賀平野のクリーク網は日本の宝」で、佐賀県内の発達したクリーク網が豊富な魚類の生息地となっていることを報告しました。3番目は藤岡が、「水をめぐる文化



▲ パネルディスカッションの様子

の行方」と題し、水にまつわる神社や伝承などについて紹介し、それらが昭和30年代以降に大きく変貌しつつあることを報告しました。最後は、三隅一人（九州大学）が「災害と地域社会 武雄市民調査から」という題で、クロスロードという手法を用いて武雄市で昨年度実施したアンケート調査の結果を中心に報告しました。

第二部では、現地で多様な活動に取り組んでいる方々をお招きして、パネルディスカッションを行いました。冒頭でそれぞれの取り組みや地域が直面する課題についてパネリストにご報告をいただき、第一部の発表者も加わってのディスカッションになりました。防災や灌漑、景観、生物多様性保全で重要な役割を果たしているため池を、地域の人口が減少する中でいかに管理していくのか、都市の居住者に中山間地域の活動へいかに参加してもらうのかなどの課題について活発な意見交換がなされました。最後に、九州大学 松井康浩地球社会統合科学府長より閉会の挨拶をいただき、パネルディスカッションの議論が盛り上がり、内容が充実していたとの講評をいただきました。

水共生学では、今回のシンポジウムで浮かび上がった地域の課題などに取り組むべく、研究や実践活動を継続していきます。また、今後も各地域において水共生社会の実現に向けた活動を展開していきます。



▲ シンポジウム会場風景

合同巡検

シンポジウム前日の2022年11月5日（土）、本領域研究の共同フィールドの一つである佐賀県武雄市において、合同巡検を実施しました。武雄は干ばつと洪水という両極端な気象災害の常襲地域であり、近年では2019年と2021年に六角川流域で大規模な内水氾濫が発生しています。

今回の主要な巡検先は、武雄に多数分布するため池、潮見神社、佐賀県立宇宙科学館で、最初に朝日町で改修工事を行っているため池を見学しました。上流側と下流側に2つのため池があり、下流側のため池の水が抜かれ、堤防の工事が行われていました。ここでは、将来のため池管理のあり方について防災と生物多様性保全の両立をどう考えるかなど意見交換をしました。その後、南檜崎地区のため池を見学しました。この地域では、川に沿って複数の小さなため池が作られ、上流側に比較的大きなため池が設けられていました。ため池ではA01班のメンバーによる採水のデモンストレーションが行われました。

次に橘町の六角川のほとりにある河童の誓文石や佐賀総鎮守である潮見神社を見学しました。六角川は河童伝承がある地域で、誓文石はかつて潮見神社の宮司と河童の間で交わされた約束にまつわる石であるとの謂われがあります。また、潮見神社は雨乞い祈願がされた神社でもあり、水にまつわる地域の文化として捉えることができます。



▲ 採水のデモンストレーション

最後に佐賀県立宇宙科学館を訪問し、常設展「佐賀コーナー」を見学しました。本コーナーを担当された学芸員の方にご案内いただき、佐賀の成り立ちなどを紹介した岩石や化石の展示、地域に生息する生き物の展示などを見ながら意見交換をしました。

巡検全体を通じて地球圏—人間圏—生物圏の幅広い視点から武雄の水環境を見つめることができました。また、異なる分野の参加者の間で意見交換をすることで、それぞれの学問分野の注目点などを知ることができ、学際研究の醍醐味と魅力を強く実感した巡検でした。

（藤岡 悠一郎）

フィールド：弘前市、西条市、東広島市、武雄市

ため池を対象とした調査

渡部 哲史（京都大学 特定准教授）
 丸谷 靖幸（九州大学 助教）
 中下 慎也（広島大学 助教）
 岡崎 淳史（弘前大学 助教）

水共生学における中心的概念である「水循環システム」では、水をめぐる環境を地球圏—人間圏—生物圏の相互作用によって成立する系と捉えている。この3つの圏域のバランスについて理解することを目的にため池を対象とした研究を行っている。ため池は農業等に必要の水資源を確保するために古くは飛鳥時代から築造されている。特に江戸時代においては多数のため池が全国で築造され、地域の水資源に重要な役割を果たしてきた。水資源という地球圏の側面に加えて、ため池がそこにあることによりため池を含む景観の形成や水泳や釣りなどのレクリエーションといった人間圏の側面、動植物の生息場所を提供するという生物圏の側面でも重要な施設となっている。

近年、ため池を取り巻く環境は大きく変化している。豪雨の激甚化および頻発化はため池を取り巻く水循環を、さらに人口減少や営農形態の変化による農業の担い手不足はため池の維持管理状態を変化させている。これらの変化を感じさせる一例が2018年に発生した西日本豪雨におけるため池の決壊事例である。この事例では複数のため池が決壊した。死傷者も発生するなどため池の有するリスクに対して関心が高まった。ため池の多くは受益者である地域住民により管理されている。人口減少や過疎化に伴い管理の担い手が急減しており、管理力の低下が全国各地で問題となっている。特に都市化やコメ以外の作物への転作が進む地域では農業用水の水需要低下に伴い地域におけるため池への関心も低下し、管理実態が不明となるため池が増加している。ため池による水害リスクを無くすという観点では、ため池を埋め立てる、堤体をカットして貯水機能を無くすというため池の廃止が考えられる。しかしながら、上述の通りため池は築造から長い年月を経ているものが多く、ため池の廃止という水環境の急変は地域の生態系に大きな影響を及ぼすと考えられる。



▲ ため池で分析機器による水質計測を行う様子

また、近年ため池をはじめとする淡水域が炭素貯留効果を有し二酸化炭素削減に寄与する可能性や、ため池の貯水効果を利用した治水への活用可能性が示唆されている。ため池が有するこのような機能を踏まえると、安易に廃止すればよいという結論に至ることはできない。

ため池に関して正と負の両方の側面で注目が高まる一方で、ため池の実態については未だ不明な点が多く残る。その最大の理由の一つは、ため池が日本に約15万箇所（農林水産省による推計）と膨大な数存在することである。さらに、ため池への関心が薄れるに伴い、地域に伝わるため池の維持管理に関する知見の伝承が途絶えることも調査の困難さを増している。この背景を踏まえ、水共生学のため池研究チームでは佐賀県武雄市、愛媛県西条市、広島県東広島市、青森県弘前市においてため池の実態調査を実施している。モニタリング機器を用いた連続観測や水サンプルの化学分析により水循環や水質といった地球圏の側面に関する分析を行うと共に、管理者を対象としたアンケートおよびヒアリング調査によるため池の維持管理実態といった人間圏の分析や、リモートセンシングによる水草の有無の把握や環境DNAによる生物の有無の把握といった生物圏の側面に関する分析を行っている。

ため池を取り巻く地球圏—人間圏—生物圏の相互作用を理解するためには、さらに多様な観点からの分析が必要である。例えば、ため池の周辺には地域の中心となる神社が位置するなど、地域の文化との関わりも少なくないと考えられる。多様な学術背景を有する研究者が参画する水共生学の強みを生かし、より多彩な観点からため池を取り巻く諸問題について取り組んで行きたい。



▲ 広島県東広島市におけるため池調査（2022年8月実施）

研究者紹介



北野 忠

(東海大学 教養学部 教授)

私は1972年に静岡県
の浜名湖のほとり生まれま
した。生き物好きな父と、
実家が漁師の家系である母
の影響で、幼いころから水
辺の生き物に強い興味を持
つようになりました。大学
では水産学を専攻し、様々
な水族の飼育・繁殖を手掛
けることで、飼育のノウハウ
を得るとともに、繁殖に関
わる生理学や生態学を学ん
だことが今の研究に役立っ
ています。また学生時代には
、大学での研究とは別に、
ゲンゴロウをはじめとする
水生昆虫に強い関心を持ち
ました。様々な水生昆虫に出
会うため全国各地に出かけ
、その魅力にはまると同時
に、様々な場所で水生昆虫
が次々に姿を消していく様
子を目の当たりにしてしま
した。

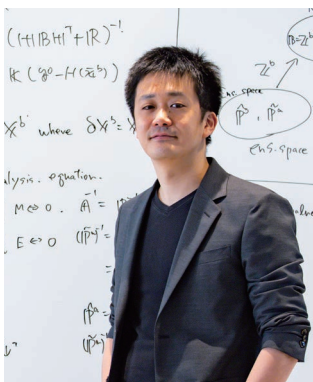
そこで現職に就いてからは、まず水生昆虫の生息状況を明らかにする研究を始めました。その活動の中では、科のレベルでも日本初記録となった「コブオニガムシ」や、そのほか各種の新産地を発見するといった楽しい経験がありました。しかし、水生昆虫の現状は予想していた以上に深刻で、いくつかの種にいたっては減少どころか国内での絶滅が極めて危惧されるような状況にあることもわ

かってきました。そのため、研究の主体を「水生昆虫の保全」とし、生息域内・外の保全を展開してきました。

「生息域内保全」としては、休耕田の掘削による水辺の創出、生い茂る水草の除去や池周辺の木々の伐採、侵略的外来生物の駆除といった活動を実践していますが、私の何よりの強みは、研究室での飼育繁殖により個体数を増やす「生息域外保全」です。実際に、今では事実上野生絶滅といえる数種の水生昆虫の絶滅を防いできました。ただし、この生息域外保全を実践するには、1年365日毎日欠かさずに生き物を管理することが必要です。今年で50歳になり、体力の衰えも顕著になってきていますが、今後も体力と気力が続く限り「生息域外保全」の実践と、それに関する研究を続けていきたいと考えています。



▲ 生息域外保全の様子



小槻 峻司

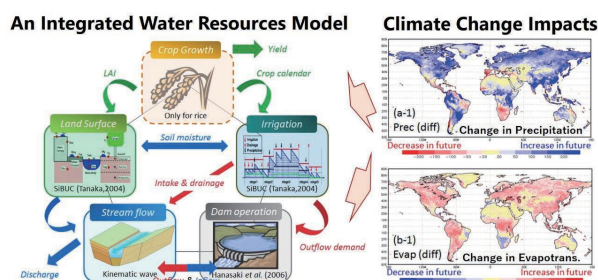
(千葉大学 国際高等研究基幹 教授)

気候変動が大きな問題となる中、地球の大気・海洋・陸水循環システムを理解する事は科学の大きな使命です。そして経験科学における理解とは、その予測可能性を拓ける事に他なりません。千葉大学・環境予測科学・小槻研究室では、気象・水文現象などの地球環境を対象とし、地球観測衛星と各種予測手法を融合する、環境予測研究を推進しています。予測には、スーパーコンピュータを駆使した数値シミュレーションや機械学習を用い、予測と観測の融合にはデータ同化に代表される統計数学を駆使しています。地球科学・計算科学・統計数学に跨る分野横断研究により、最先端の環境予測科学を切り拓いています。

この水共生学プロジェクトでは、「数値計算と地域研究で読み解く水災害リスク変動が地域社会に与えてきた影響」に取り組んでいます。水循環を舞台にした地球圏-人間圏の連携研究はこれまで、農業などの人間活動を水循環モデルに組み込む「地球圏のための研究」に終始し、「地球圏の知見を人間圏に活用する研究」は発展途上にあります。

本研究では「水災害」に着目し、長期変動する水災害リスクと社会の関係を解き明かすため、(1) 過去180年間の洪水・旱魃を対象とした日本の水災害リスク変動推計

(水災害データ創出)、(2) 水災害リスク変動が社会に与えた影響理解(地域研究)を推進しています。(1) 水災害データ創出では、20世紀再解析データを入力に180年間の陸域水循環モデル・数値計算を実施します。計算結果を「洪水・渇水リスク指数」へ翻訳し、その変動を新たな地球圏データとして活用していきます。(2) 吉野川・筑後川で行う地域研究では、激甚水災害との関連が示唆される、高地蔵や神社奉納物などユニークな伝承に注目します。時空間上の「疎」な災害伝承情報を、数値計算による災害リスク変動から裏付けることで拡張し、人間圏・地域社会の理解に資すると共に、将来起こるかもしれない未曾有災害の「予見」へ発展させることを狙っています。本研究を通して、社会学分野に数値計算・工学的検証の風を吹き込み、地球圏の知見を人間圏に活かして統合する「水共生学」の創出に貢献していきたいと考えています。



▲ 統合水資源モデル SiBUC で見積もられた気候変動に伴う世界の陸域水循環変化の例

論文紹介

成果発信

生物多様性の見える化としての「3Dデジタル生物標本」の取り組み

鹿野 雄一
(九州オープンユニバーシティ 研究員)

19 世紀の哲学者、ヘーゲルは「事物のらせんの発展」を唱えました。物事は一通り変化・進化し尽くすと原点に戻るように見えるが、次的には一つの軸に対して螺旋状に発展している、という概念です。

生物学における生物形態の描写についても同じことがいえます。「生物の形態や行動を表現する」という軸に対して、手書き、フィルムカメラ、ビデオカメラ、デジタルカメラ、CT スキャン、と進歩してきました。次のステップとして、筆者は「バイオフィトグラメトリ」と称して、生物の外部形態をフォトグラメトリによって描写する手法を開発しました。フォトグラメトリとは、被写体を様々な角度から何枚も撮影することで、外部形状と色を構築する手法です。このフォトグラメトリは、ドローンを用いた地形の 3D モデル化などに使われてきま

した。しかし、生物標本に対してはあまり適用されてきませんでした。その理由として、生物標本は柔らかいため、撮影途中に一部でも動いてしまうと計算が合わず、3D モデルが構築できないという問題があったからです。そこで筆者は、生物標本を宙吊りにし回転させて、自身も動きながら様々な角度から写真を取るというシンプルな方法で、この問題をクリアしました。

このバイオフィトグラメトリにより作成した 3D モデルは、様々な分野に適用できると期待しています。生物分類学においては、劣化しないデジタル保存により、現物標本のバックアップや容易なオンラインアクセスといった利点があるでしょう（もちろん現物標本の保存が基本とはなりません）。また、近年注目されている AR、VR、メタバース関連での応用が期待され、実際に筆者に問い合わせがあるのは、これらに関連するエンターテインメント業界が多数です。

さて、さきほど事物は螺旋状に進歩すると申し上げましたが、次はど



▲ ガザミの 3D モデルのスナップショット

のように進歩するのでしょうか？ おそらく次の螺旋状の進化は、生物を 4 次元でデジタル表現することができるようになるでしょう。いわゆる 4D です。そのためには CT スキャンによる可動部の特定や AI による生物の動きの深層学習などがキーになるでしょう。この発展により、標本のデジタル保存やメタバースなどは、よりリアルなものになると予想しています。

「バイオフィトグラメトリ」提唱論文：
<https://doi.org/10.3897/rio.8.e86985>
「3D デジタル生物標本」アーカイブ：
<https://sketchfab.com/ffishAsia-and-floraZia/models>



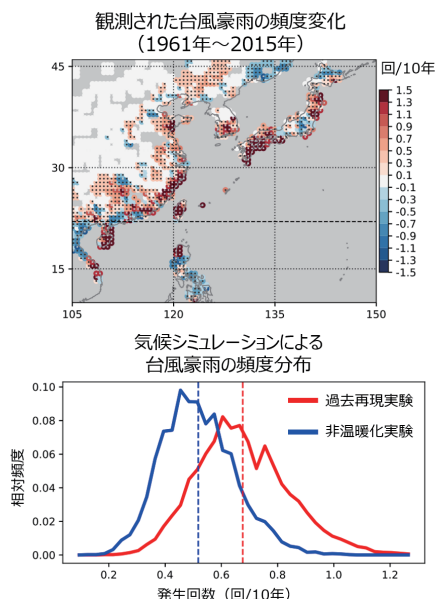
論文掲載

内海信幸（京都先端科学大学 助教）と金炯俊（東京大学 特任准教授）の共著論文が「Nature Climate Change」に掲載されました。

日本を含む北西太平洋で観測された台風豪雨の長期変化には人間活動が影響していることを示した論文で、人間活動による気候変動が水に関わる自然現象でもすでに顕在化していることが示されています。水共生学の重要性を改めて示す研究成果です。

Utsumi, N., & Kim, H. (2022). Observed influence of anthropogenic climate change on tropical cyclone heavy rainfall. *Nature Climate Change*, 12(5), 436–440.
<https://doi.org/10.1038/s41558-022-01344-2>

論文より抜粋



丸谷靖幸（九州大学 助教）の共著論文が「Water Resources Research」に掲載されました。

土地利用別の窒素流出率を安定同位体と流出モデルを組み合わせて推定する手法を示した論文で、他の計画研究班での利用や水共生学の目的の一つである地域の状況にあった解決策の提案での活用が見込めます。

Adiyanti, S., Maruya, Y., Eyre, B. D., Mangion, P., Turner, J. V., & Hipsey, M. R. (2022). Using Inverse Modeling and Dual Isotopes ($\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{18}\text{O}$ of NO_3) to Determine Sources of Nitrogen Export From a Complex Land Use Catchment. *Water Resources Research*, 58(10), e2022WR031944.
<https://doi.org/10.1029/2022WR031944>

内容紹介

オーストラリア・クイーンズランドの Caboolture 流域を対象に、安定同位体比と分布型流出モデル 1K-DHM を組み合わせ、土地利用別の窒素流出率を推定する手法を開発しました。

これまで流域からの物質流出量の推定には L-Q 式や原単位法などが多く利用されてきましたが、土地利用別流出率の推定精度には課題がありました。

そこで本研究では安定同位体比を用いた土地利用別の窒素流出率推定手法を構築したことで、窒素流出率が最も高くなる雨期において、精度良く予測出来ることを明らかにしました。近年では土地被覆土地利用の変化も問題となってきているため、本論文で利用しているような手法を用いて土地利用別流出率を推定し、流域からの窒素流出量の長期的な変遷を評価することで、過去から将来にかけての生態系や生息場環境などに与える影響評価などへ繋げていきたいと考えています。

水共生エッセイ

30年前に見た水路のツマキレオオミズスマシ

北野 忠（東海大学 教養学部 教授）

私が琉球に初めて足を運んだのは、当時大学3年生であった1993年夏のことで、場所は石垣島でした。見るものすべてが新鮮で、何もかも驚きの連続ではありましたが、中でもひとつ、特に記憶に残っていることがあります。それは、到着してすぐにレンタカーを借りて出かけ、山あいにある小さな水田を偶然見つけて立ち寄ったときのことでした。

その水田の脇にあった深めの水路に目をやると、水面に浮く黒い群れが目に入りました。おびただしい数の虫が所狭しと泳いでいたのです。早速網を入れてみますと、それはツマキレオオミズスマシであることがわかりました。なおツマキレオオミズスマシとは、水面を生活の場とする水生コウチュウであるミズスマシの一種です。本種は、国内では南西諸島にのみ分布しますので、私自身、今まで図鑑でしか見たことがなかった種を採集できて嬉しかったということもありますが、本土ではミズスマシの類は当時すでに激減しており、よほど環境の良い場所に行かないと見つからなくなっていましたから、市街地からそれほど離れていない場所でミズスマシの類が群れていたことにとても驚きました。と同時に、かつては本土でも、ミズスマシの類はこんな感じでどこにでもいたんだろうな、と感じたのでした。ちなみに、その後、石垣島や西表島のあちこちでも本種の群れを見かけ、当時、八重山諸島では極めて普通であることがわかりました。



▲ ツマキレオオミズスマシ

ところが、それから何年か経って久しぶりに同じ水路をのぞいたところ、驚くことにツマキレオオミズスマシは1個体もいなくなっていました。それどころか今では、石垣島はおろか、西表島でも本種を見つけることは極めて困難な状態になっています（少なくとも私は両島での生息地を1か所も知りません）。そして時同じくして、数多くの水生昆虫も次々と姿を消していったのです。

現職に就いてから環境保全や絶滅危惧種の保全に関する研究に取り組み始めましたが、自分が目指す「琉球における陸水環境のあるべき姿」とはどんな環境なのか、を想像した時、ツマキレオオミズスマシが群れていた30年前の石垣島の水路のことを私は思い浮かべるのです。

今後のスケジュール

2月13日（月）～14日（火）
水共生学ワークショップ
「石垣島をめぐる水共生」（石垣市）
4月16日（日）
第8回 総括班会議・研究会
9月24日（日）
水共生学共催公開シンポジウム
「ラムサール会議30周年記念シンポジウム」（釧路市）

編集後記

Newsletter2号、予定通りに皆様にお届けできて胸をなでおろしています。今号は巻頭言に始まり、武雄での水共生学公開シンポジウム・合同巡検、計画研究班の調査報告2本、研究者紹介に論文紹介、水共生エッセイと盛りだくさんの内容です。

お忙しい中記事を執筆してくださった皆様、提出後も細かな修正や確認を何度もお願いしましたが、快くご対応いただき誠にありがとうございました。

今号で掲載されていない記事もたくさんあります。次号、次々号と控えていますのでご期待ください。

編集作業中、水共生学の調査対象としてなぜため池が選ばれたのか考えていましたが、人間が自分たちの利益を追及して行った活動が水環境に影響を与え、生物にすみを提供し、いつしか共生の場になっていた点が水共生にぴったりなのかなと思いました。

表紙

撮影者：松本 朋哉「水汲みの少年（ウガンダ）」

水共生学事務局 松尾

