

課題名 4ZD-1203 湧水がもたらす生態系の頑強性と脆弱性の解明：震災後の生態系復元に向けて

課題代表者名 森 誠一（岐阜経済大学経済学部教授）

研究実施期間 平成 24～25 年度

累計予算額 30,005 千円（うち 25 年度 15,002 千円）
予算額は、間接経費を含む。

本研究のキーワード 湧水生態系、伏流水、水文環境、環境復元、生物多様性、新規生息地、イトヨ多型

研究体制

- （１）被災後の湧水生態系の復元と保全（岐阜経済大学）
- （２）被災後の生物の遺伝的多様性の減少と絶滅リスク（法人情報・システム研究機構国立遺伝学研究所）
- （３）健全な水循環の確保による震災復興（大同大学）

研究協力機関

（独）国立環境研究所

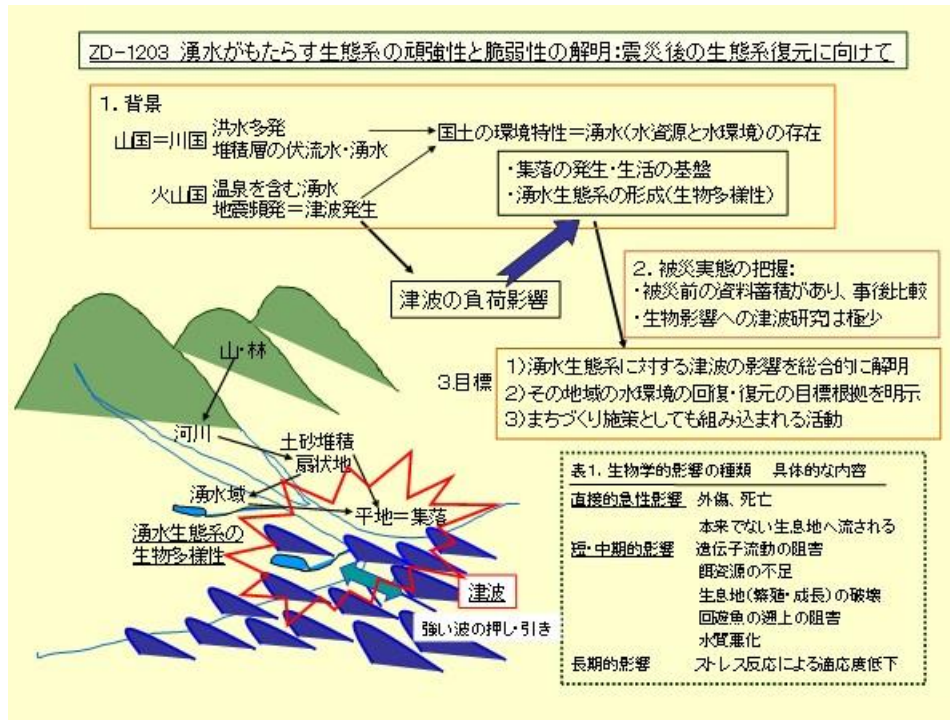
研究概要

１．はじめに（研究背景等）

「湧水生態学の展開」：日本は自明ながら、山麓や下流域に堆積地形が多く、また火山国でもある。このことは、我が国は扇状地伏流水などの河川性起源と温泉を含む火山性起源の陸水としての湧水が豊かで、それが国土の環境特性であることを意味している（図 1）。この観点から申請者らは、これまで全国各地の湧水域を対象にして「湧水生態学」の構築を指向してきた。今回の環境激変に対して、その湧水や伏流水は生物にとって安定的な生息環境を生み出し、生態系の頑強性に関与すると想定され、実際に当該地における震災前からの継続調査を含めた、津波後 2011 年の 8 回にわたる予察的研究によって、湧水が津波後の水域生態系の回復に重要な作用をもたらしていた。一方で、都市化によって容易に消失する多くの脆弱な湧水もあり、本研究は湧水生態系の動態を激しい歴史的事象のなかで負荷の多様性を比較検討するものである。すなわち、本研究は「湧水生態学」をより強固な形で展開できるものとなり、今後の国土環境としての湧水生態系の保全に大きく寄与することとなる。

「震災前・後の生態と環境の比較」：我々は、震災前からおもに大槌町と那須地方において、湧水に依存するイトヨをキイ・ストーン種として据え、湧水生態系を構成する生物種の生態学・遺伝学的な研究と、物質移動のトレーサビリティとしての同位体環境学を含めた水循環および水文学的な統合的な研究を行っている。特に、大槌町のイトヨ生息地の一つは、極めて稀有なことに二つの生態的集団（淡水型と遡河型）が同所的に生息し、例えば、津波を激しく受けた生息地において見出される生殖的隔離機構などの解明は進化生態学に大きく寄与し、同時に生物多様性の実態を深化させるであろう。

「環境保全活動における地域連携の展開」：復元・再生していく生物相や湧水の変化の研究成果は、湧水環境を特徴とした根拠ある「まちづくり」をしていく過程で貴重な知見であり、震災復興における基盤的資料を提示しつつ復興シナリオの構築に貢献すると期待される。さらに、研究成果を基にした湧水や淡水魚の保全シンポジウムなどの開催を計画し、これまで地域連携を培ってきた利点を生かして今後の行政ニーズに積極的に応答し、劣化した生物多様性に対して土木的改善への根拠や教育の現場に活用できるプログラムを具体的に提供する。



2. 研究開発目的

湧水生態系の持つ頑強性と脆弱性を明らかにし、その科学的根拠に基づいて豊かな湧水環境や海と川の連続的な関係の保全および生物多様性の復元を活かした復興のための「まちづくり」に活用できる仕組みを提言する。津波が野生生物に与える影響は生じる期間や程度によって、以下の表のように研究視点を大別することができ、それぞれ個々の具体事項が想定され、段階的かつ重層的に本研究を進める。これらの事項が何に由来し、その現状の把握と今後の推測によって、保全すべき環境特性として「まちづくり」にいかに取り込むべきかを提言する。

影響の種類	具体的な内容
直接的急性影響	外傷、死亡
短・中期的影響	本来でない生息地への流出・移入 遺伝子流動が妨げられる 餌資源の不足 生息地の破壊（繁殖・成長の場の崩壊） 回遊魚の遡上の阻害 水質悪化
長期的影響	長期ストレス反応による適応度の低下

また、研究を進めていく過程で、津波が生態系や生物多様性に与える研究事例は過少なこともあり、新たな状況や知見が発見・生じられた場合は、その事態に応じて本研究の主旨に沿って順応的に対応し成果に加えていくこととする。

3. 研究開発の方法

(1) 被災後の湧水生態系の復元と保全

イトヨの生活史と個体群生態の基礎的な把握のため、岩手県大槌町を中心に定点調査とサンプル採集を実施した。直接的な適応度の低下を検証するため、津波後のイトヨが生息する湧水地の水質調査を定期的に行い、水質汚染状況や回復度を津波前の資料と比較しながら解析した。イトヨの餌生物となる大型ペントスと動物プランクトンの定点サンプリングを実施した。新しい状況として、大槌町市街被災地において新たに生じた水域にイトヨ新規集団を本研究によって発見し、この水環境と個体群変動の追跡を実施した。

(2) 被災後の生物の遺伝的多様性の減少と絶滅リスク

震災後の数カ所に生息するイトヨを中心に個体採集をし、これらの遺伝解析を行った。具体的に

はミトコンドリアとマイクロサテライトを解析し、津波前の保存個体と比較することで、津波によって遺伝的多様性が減少したか否かを明らかにした。また、津波直後の個体に見られる遺伝子発現の変動を解析した。前記①の新たに生じた水域におけるイトヨ新規集団の遺伝解析を実施した。

(3) 健全な水循環の確保による震災復興

津波氾濫域の湧水の流量観測や水温・イオン濃度等の水質計測を行い、水文環境・水環境の変化と回復の時間スケールを捉えた。水・物質の起源・経路も捉えるため、水や河床・地表材料の同位体分析の採水などサンプリングを実施した。前記①のイトヨ新規集団が発見された水域の水環境および水文変動を追跡した。

4. 結果及び考察

(1) 被災後の湧水生態系の復元と保全

湧水生態系を構成するイトヨを中心に調査の概要（水脈、伏流水→湧水）を説明し、各地点の底生生物や陸生昆虫などの生物相について紹介した。湧水環境の特徴として水上気温について、冬期でも水面上 10cm 付近まで湧水水温の影響が確認された。また、底生生物 54 種が確認された地点もあり、陸生昆虫を含めユスリカ類が周年的に多かった。

大槌町はイトヨの遡河型 2 型（日本海型・太平洋型）と淡水型が同所的に生息する希少な分布域であり、進化現象を追跡するサイトとして極めて貴重である。さらに、新規に創出された湧水域（水たまり）にイトヨが新たな集団を形成し、湧水環境の多様さに応じた生活史をしている可能性があり、今後、湧水域ごとの遺伝解析を含め、津波が生物多様性にもたらす研究題材として極めて重要である。

(2) 被災後の生物の遺伝的多様性の減少と絶滅リスク

津波がイトヨにどういった遺伝的影響を与えたか？ 集団減少により遺伝的多様性が低くなり、近交弱性により適応能力が落ちる可能性および津波による何らかのストレスがあるかを解析した。今回、主に行っている集団は、源水川、マスト川の既存集団と水たまりの新規集団である。遺伝解析（14 個のマイクロサテライト）によって、明らかにしたことは下記の通りである。

- 1) 津波以前、以後でイトヨの遺伝的多様度に変化があるか
- 2) 津波による集団間の遺伝的な流動があるか
- 3) 新規生息地水たまりのイトヨはどういった由来のものであるか
- 4) 津波後サンプルにストレス構造が見られるか確認する

源水川・・・2010～2013 年から定期的に捕獲したイトヨのサンプル

津波前後の遺伝的变化を探った結果、震災前と特に変化なく（多様度は維持されている）、津波によって遺伝的多様度は減少していない。これは日本の他の生息地イトヨと比べても、大槌の遺伝的多様度は高いといえる。

マスト川・・・2010～2013 年までのサンプルの詳細は解析中であるが、津波影響として同河川の遺伝的多様度に顕著な変化は見られなかった。ただし、日本海型の侵入具合によって多様度が変化する可能性があり、それを反映した解析をしている。

源水川集団には太平洋型の遺伝子型しか見つからないが、マスト川集団の個体から日本海型の遺伝子が見つかる。水たまりには太平洋型・日本海型両方の遺伝子を持つ個体があり、由来（海？源水川？）は正確には不明だが雑種がいるようである。完全に固定化されている遺伝子、マストにしかない遺伝子、源水川集団にしかない遺伝子、DNA の配列、マイクロサテライトなんらかの固有の遺伝子があれば、よりクリアな結果がでるだろう。

ストレス対応の実験の手順として、CRF が脳の下垂体に働いて POMC が発現され ATPA に転換し、副腎に働いてコルチゾールというステロイドを上げる一連の動きを追跡している。実験下では明瞭な結果が出ていないが、control の選定がポイントと思われる。

(3) 健全な水循環の確保による震災復興

源水川と町方の井戸（湧水）の 2 カ所を中心に水文学的実態および、復興事業における湧水の位置づけを解析した。昭和 30 年代の後藤達夫氏（当時岩手大教授）の湧水調査では 100 本程度の記録であったが、震災後、瓦礫撤去後に 200 本程度の自噴水井を確認し、位置精度を高めた。家屋内に作られた井戸（新しい井戸や見えない井戸）と、道際にある井戸（古い井戸）と、人との関係性から類型化することができた。震災後、地盤高の変動で湧水が出やすい状態になり、自噴水が震災前より高く噴出する仕組みが明らかになった。

ただ、盛土によって、消える恐れのある湧水がある。区画整備（盛土地区）の方針では、町方の井戸はシーリング加工してなくす方向であり、盛土時に井戸周辺に圧がかかり井戸が壊れる可能性が大きい。今後、新たな土地の持ち主が新規井戸を掘るのは可能だが、ただし自噴せずポンプアップ式になるだろう。その井戸を掘る予算等は、誰がどのように負担・保障するのかはまだ決まっていない。まちづくりの方向とし、湧水を利用していく方針ではあり、盛土区域でも自噴させるために一部くぼ地にする予定はあるが、浅い地下水と深い地下水の回復に違いがあるなど考慮項目を含めた実際の計画は未定である。

干満の影響を踏まえた湧水自噴水の水温分布などの調査により、上流側（内陸側）の方が湧水の対応が悪い。2013.5.19 に住民参加の自噴水一斉調査の実施によって、56 地点の自噴水を一斉に調査し結果、地下水位は西が高く東が低い結果となり、予測通りであった。また、源水川上流は掘削しないと湧水が湧きにくい状況であり、湧水を基軸にしたまちづくりにおける検討課題となろう。

5. 本研究により得られた主な成果

（１）科学的意義

震災後も経年的にイトヨの再生産が行われていることが確認された。また、新規生息地である水たまり集団やマスト集団の創始者個体群の違いや交雑過程の違いなどが影響し、特異な形態形質を有した集団であることが示唆された。すなわち、新規集団の発見と、その由来を源水川淡水型と遡河型から構成され、さらに雑種が確認されたことは、津波が生物に与える影響を実証的に解析したこれまでにない成果である。加えて、従来からの淡水型と遡河型の同所域であるマスト集団との比較が可能である点も非常に興味深い。新たな環境への侵出は、適応放散を引き起こすなど、進化生態学的に重要なイベントであることが知られている。今回、我々は、津波によって新しく出来た水域にイトヨが移入すること、また、異なる２集団が移入したことから、交雑集団になっていることが示された。交雑は、進化途上でそれまでに存在しなかった新しい遺伝子の組み合わせを生み出すことから、遺伝的多様性を創出する機構としても着目されている。したがって、我々の成果は、適応放散や多様性の創出という進化生物学の根本課題に新しい知見をもたらすものである。今後の追跡調査によって貴重な進化生物学的知見が得られると期待される。

津波後のイトヨに関して、幸いにも顕著な遺伝的多様性の低下が無かったことが確認された。現在の大槌のイトヨの遺伝的多様度は他の淡水イトヨ集団と比して必ずしも悪い値ではないことから、今後もこのレベルでの維持が望まれる。また、この結果は、津波直後のイトヨにおいてストレス応答の上昇が見られなかったことと合致する。これらの結果は、湧水によってイトヨの大量死滅が防がれたこと、ボランティアによる早急な瓦礫の撤去があったからではないかと推測される。湧水の存在は、大槌の生態系において、環境激変下での生態系維持に大変重要な意義を持っているという科学的根拠を示すことが出来た。

源水川はじめ、浅層不圧地下水の自然湧水の津波による被災は、堆積した瓦礫や泥の撤去によりすみやかに流量は回復することがわかったが、水質の回復は陸上の海底堆積物の成分が残るために回復に２年ほどの時間を要することがわかった。一方、地下 30m 程の被圧地下水は、海面に対する地盤沈下により地下水位は相対的に上昇し、大槌町の沿岸市街地における多数の自噴井の湧水量はむしろ増加するとともに、水質は影響がないか、１ヶ月程度で速やかに回復したことが確認され、地下水等の条件によって量・質の回復速度の違いが明確に別れる事がわかった。さらに、町民も参加した自噴井戸の一斉調査などでは、多数の市街地井戸の地下水位の平面分布から流動方向がわかり、さらに水質から３つの領域（２河川および中間の山間部からの浸透水）に分離されており、それら相互に説明可能であることがパターンから確認され、沿岸低平地の地下水流動を容易に観測できる稀有なケースであることが示された。

（２）環境政策への貢献

＜行政が既に活用した成果＞

- ・大槌町「大槌デザイン会議」においてアドバイザー（森、鷺見）として自噴井戸分布の情報提供し、まちづくりのために必要な諸条件について提供、平成 25 年度の成果「デザインノート」（鷺見）に湧水に関して盛り込まれた。
- ・大槌町「公園設計プロジェクトチーム会議」において、自噴井戸分布と水位について情報提供した。
- ・2013 年 5 月 19 日の自噴井一斉調査の指導を鷺見が行い、学術調査としての位置づけと平行して、復興まちづくりにおいて、町民が町の資源や地下水資源を体感する場をフィールドワークの形で提供した。

＜行政が活用することが見込まれる成果＞

湧水がもたらす生態系の頑強性と脆弱性の解明に向けて、本研究の特徴の一つは、震災前からのデータ蓄積があり、震災後に湧水環境やイトヨ等にどのような変化があったかを定量的に比較できる点である。これを一つの軸（復興目標のレファレンスとして）にして、大槌町の環境特性である湧水を活用した復興に向けた基礎資料の作成を実施していくことができる。

津波が大槌の自然環境や湧水にどのような影響を与えたかを把握する上で、最初に地元の方から提供いただいた過去の海岸変容を紹介（浪板海岸など砂の減少）した。大槌川と小槌川に挟まれた中心市街地である町方地区には豊かな湧水が存在するが、同時に津波というリスクも背負っており、復旧でなく今後の復興まちづくりにおいて抜本的な検討を、科学的・合理的根拠をもって提言もしていく研究であることを確認した。すなわち、復興まちづくりにおける住民合意の元となる資料を提供するものである。

巨大防潮堤によって陸と海とが分断化され、物理環境や生物環境の側面だけでなく、人間の意識（防災意識的なもの）も変化するのではないかなど、それぞれの考えに基づいて具体的に議論された。つまり、土木的復旧事業によって、自然環境の本来性が津波という自然現象とは異質の負荷がかかり、大槌らしさの消失が懸念されるのである。実際に本研究が貢献できたものとして、南三陸国道事業（国土交通省事業）によって、大きな負荷がかかる湧水河川のふれあい川の湧水生態系としての重要性を、根拠をもって提示し事業者と協議をして、河道の付け替え、盛土・カルパート（コンクリートトンネル水路）化し、その上下流を直線河道にすることになっていた当初の事業計画が、川を跨ぐ橋梁工法に計画変更され、大槌町の湧水河川は保持されることになった。

6. 研究成果の主な発表状況

（１）主な誌上発表

＜査読付き論文＞

- 1) 森誠一：バイオストーリー 20：79-85（2013）
「生き物のいま 津波震災を乗り越えた大槌町湧水イトヨからの発信」
- 2) 森誠一：魚類学雑誌 60(2)：177-180（2013）
「津波震災を乗り越えた大槌町のイトヨ」
- 3) Cassidy, L. M., M. Ravinet, S. Mori and J. Kitano: Evolutionary Ecology Research 15: 295-311（2013）
“Are Japanese freshwater populations of threespine stickleback derived from the Pacific Ocean lineage?”

（２）主な口頭発表（学会等）

- 1) 森誠一・久米学・西田翔太郎・北野潤・鷺見哲也：第60回日本生態学会静岡大会（2013年3月7日）「東日本大震災後の湧水生態系の回復：水域復活によるイトヨの生息域拡大」
- 2) 久米学：第17回応用生態工学会大阪大会自由集会「震災復興に応用生態工学はどのような貢献ができるのか：岩手県大槌町での取り組み」（2013年9月20日）「震災前後の比較からわかること：イトヨから見た湧水生態系」
- 3) 北野潤：第17回応用生態工学会大阪大会自由集会「震災復興に応用生態工学はどのような貢献ができるのか：岩手県大槌町での取り組み」（2013年9月20日）「震災が野外生物集団に与える影響：イトヨの遺伝的解析から」
- 4) 久米学：第61回日本生態学会広島大会自由集会「東日本大震災の生態系影響評価と復興の展望：東北3県の取り組み」（2014年3月14日）「湧水生態系の保全と復興まちづくりの現状と課題」

7. 研究者略歴

課題代表者：森 誠一

京都大学理学部 博士修了、理学博士、現在、岐阜経済大学経済学部教授

研究分担者

1) 北野 潤

京都大学医学部 博士修了、医学博士、現在、情報・システム研究機構国立遺伝学研究所特任准教授

2) 鷺見 哲也

名古屋大学工学部卒業、工学博士、名古屋大学工学部助手、現在、大同大学工学部
准教授

4ZD-1203 湧水がもたらす生態系の頑強性と脆弱性の解明：震災後の生態系復元に向けて

（１）被災後の湧水生態系の復元と保全

岐阜経済大学

経済学部地域連携推進センター

岐阜経済大学経済学部

森 誠一

久米 学（平成 24～25 年度）

平成 24～25 年度累計予算額：16,005 千円（うち、平成 25 年度予算額：8,002 千円）

予算額は、間接経費を含む。

〔要旨〕

津波などの大規模自然災害は、生物の生息環境を攪乱し劇的に改変する。このような大規模自然災害は稀であり、これらが生態系や生物多様性に与える影響や、その回復過程において如何なる要因が重要であるのか、についての知見は乏しいというのが現状である。2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災に伴う大津波により、岩手県大槌町は甚大なる被害が生じた（図(1)-1）。当地には、豊富な湧水が存在し、水圏生態系を支えてきた。今回の大津波による大規模攪乱に際して、水圏生態系や生物多様性への影響軽減やその回復過程において、重要な役割を果たしたと推察される。本研究の結果、震災後もイトヨの稚魚が確認され、継続的に個体群を維持しており、イトヨ生息地の水質や餌生物は十分に回復していることが確認された。このことは、湧水が存在することによる水質回復やボランティア等による瓦礫撤去が効果的に行われ、イトヨ生息地の環境条件が早期に好適な状態へと回復したことを示唆している。その一方でイトヨの摂餌状況や寄生虫感染状況の結果から、震災直後にはイトヨに大きな負荷がかかっていたことが示唆された。さらに本研究の遂行過程において、大槌町市街地に津波によってできた湧水起源の新しい水域に新規イトヨ集団が創出されたことが明らかになった。形態分析の結果、この新規集団は独自の特徴を有し、日本海イトヨと太平洋イトヨの交雑集団であることが示唆された。この成果は、今まさに進行中である進化プロセスを見ていることになり、今後の追跡調査によって、さらなる進化生物学的知見を得ることができるだろう。この新規イトヨ集団は進化学的にも貴重な存在であり、津波を乗り越えて生まれた集団であることから、大槌町における震災復興のシンボルとして、生息地ともども残す意義は大きいだろう。

〔キーワード〕

湧水、生態系、生物多様性、水質、津波

1. はじめに

津波などの大規模自然災害は、生物の生息環境を攪乱し劇的に改変する。このような大規模自然災害は稀であり、これらが生態系や生物多様性に与える影響や、その回復過程において如何なる要因が重要であるのか、についての知見は乏しいというのが現状である。2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災に伴う大津波により、岩手県大槌町は甚大なる被害が生じた（図(1)-1）。当地には、豊富な湧水が存在し、水圏生態系を支えてきた。一般に湧水は水圏生態系において、

水温変動や水位変動を軽減し、水生生物に安定的な生息環境を提供する。そのため、今回の大津波による大規模攪乱に際して、水圏生態系や生物多様性への影響軽減やその回復過程において、重要な役割を果たしたと推察される。本研究では、希少淡水魚イトヨを主たる対象とした。イトヨは北方系の小型淡水魚であり、本州では湧水域に生息する。また、大槌町では、震災以前から湧水生態系のシンボリックな存在として、保全活動が行われている。したがって、本研究における成果は、湧水や生物多様性の保全を指針とした復興まちづくり施策に科学的根拠を提供するに資するものと考えられる。

2. 研究開発目的

本研究では、生態学的側面から自然災害に伴う大規模攪乱が水圏生態系や生物多様性へ与えた影響、およびその回復過程を明らかにすることを目的に以下の調査を行った。

イトヨの生活史と個体群生態の基礎的な把握のため、定点調査とサンプル採集を実施した。また、直接的な適応度の低下を検証するため、津波後のイトヨが生息する湧水地の水質および餌生物の調査を定期的に行い、水質汚染や餌環境の状況や回復度を津波前の資料と比較しながら解析した。また本研究を遂行する過程において、大槌町市街被災地に新たに形成された水域で新規イトヨ集団を発見したため（図(1)-1a、2）、その水環境、イトヨの生活史と個体群変動、および餌生物についての追跡調査を実施した。

3. 研究開発方法

(1) 環境モニタリング

大槌川・小槌川水系（図(1)-1a）の水質を調べるために、多項目水質計により 2012 年 5 月から 2014 年 2 月にかけて 1～2 か月おきに計測した。計測項目は、水温、電気伝導度（以下、EC）、pH、溶存酸素濃度（以下、DO）、塩分濃度の 5 項目である。

また、2013 年 8 月（夏季）および 2014 年 2 月（冬季）に自作の水上気温計によって、河川横断方向にトランセクトを 3 つ設定し、トランセクト上を 1m ごとに右岸から左岸に向けて、水上気温および水温を計測した。水上気温については、0cm、10cm、20cm、30cm、40cm、50cm、70cm、100cm の 8 か所、水温については、水深 15cm の場所を計測した。調査地点は、試験区として源水川 1、マスト川 4、大ヶ口川の 3 地点、対照区として大槌川と小槌川 2 の 2 地点の合計 5 地点である。

(2) 生物モニタリング

東日本大震災直後の 2011 年 4 月にイトヨの生息状況の確認を行った。この際に採集された個体について、健康状態を確認するため、胃内容物および体内寄生虫を調べ、震災前の個体と比較した。2012 年 3 月から 2014 年 2 月にミノートラップやタモ網を用いて採集した既存生息地および新規水域のイトヨについて、標準体長（以下、体長）を計測した。これらのデータを基に、体長組成の季節変化を調べた。また、2012 年 3 月から 2014 年 2 月に採集した個体の一部については、体長・頭長・眼径・体高・尾柄高・第 2 背棘長・左右の腹棘長の 8 つの形質を計測し、背鰭条数・臀鰭条数・鰓耙数の 3 つの形質を計数した。加えて、2012 年 7 月、2013 年 2 月、2013 年 5 月および 2014 年 2 月に採集した源水川個体群、マスト川個体群、新規水域個体群については、形態形質に基づいて主成分分析を行い、新規水域に生息するイトヨの形態的特徴を調べた。なお、解析

には、体長・頭長・眼径・体高・尾柄高・第2背棘長・左腹棘長・鰓耙数の8つの形質を用いた。

また、2012年8月から2014年2月までの期間に、イトヨの餌生物となる底生生物、動物プランクトン、および陸生昆虫のモニタリング調査を行った。底生生物については、サーバーネットを用いコドラート(25×25 cm)内の生物を河床材料ごと採集し、それを3回繰り返した。動物プランクトンについては、プランクトンネットを用い、2mの距離を3回引いて採集した。陸生昆虫については、捕虫網を用い、10分間のスweepingを行った。底生生物、動物プランクトン、および陸生昆虫のいずれにおいても可能な限り下位の分類群まで同定した。生物多様性の評価には、分類群数および個体数を用いた。

4. 結果及び考察

(1) 調査地点ごとの水質変異

水温については、湧水の湧出が確認されており、干満の影響がない地点である源水川 1-3 (図(1)-3)、マスト川 3 と 4 (図(1)-4)、大ヶ口川 (図(1)-5)、ふれあい川 (図(1)-6) では、その他の地点と比して水温変動が小さい (図(1)-4)。また、これらの地点では、湧水の影響が少ないと考えられる大槌川および小槌川の本流と比しても水温変動が小さい (図(1)-7, 8)。一方、新規水域ではいずれの地点も水温変動が大きい (図(1)-9)、これは、海水の流入の影響に加え、水深が浅いために外気温の影響を受けやすいことが原因であると考えられる。しかしながら、いずれの地点も水温が 20℃を超えることが少なく、水温の観点からは北方系の淡水魚であるイトヨの生息には概ね適していると言える。

また、支流間では異なる水温変動パターンが認められた。すなわち、源水川、マスト川、大槌川および小槌川の本流では、夏季(7-8月)をピークとした山型の変動パターンを示したのに対し (図(1)-3, 4, 7, 8)、大ヶ口川およびふれあい川では、秋季(10-11月)をピークとした山型の変動パターンを示した (図(1)-5, 6)。加えて、町方の新規水域では、前者と同様の水温変動パターンを示した (図(1)-9)。

マスト川では地点2まで、小槌川では地点1まで干満の影響が及び、ECと塩分濃度の変動が大きい (図(1)-10, 13)。一方、干満の影響が及んでいない淡水域では、いずれの地点でもECは低い値で安定している (図(1)-10)。また、町方にできた新規水域については、地点12以外のいずれの地点でも干満の影響があり、ECと塩分濃度の変動が大きい (図(1)-10, 13)。

一般に、水生生物は水中のDOが4 mg/L以下になると低酸素状態に対する忌避行動や生理的な適応変化が生じ、2 mg/L以下になると生存が困難になる (例えば、Edy & Crowder³⁾; Bell & Eggleston²⁾)。本研究では、ほとんどの地点、時期において4 mg/L以下になることはなく (図(1)-11)、水生生物の生息環境として、好適であると言える。

(2) 水上気温

ここでは、源水川1の結果を示す (図(1)-14)。夏季には、水面から10~20cm程度までは、水温の影響を受け、気温が比較的低温に保たれていた (図(1)-14 上図)。一方、冬季には、水温の明確な影響は認められなかったが、やや外気温よりも水面付近の気温が高かった (図(1)-14 下図)。これらの結果から、少なくとも夏季には水面から20cm程度までは水温の影響を受け、陸生昆虫に好適な安定した温度環境を形成している可能性がある。同様の傾向は、他の計測地点でも認めら

れたが、河岸の地形条件や河川内外の植生の繁茂状況によって、湧水の影響が及ぶ範囲や強度が異なることが予想される。以上より、湧水は年間を通じて水温変動が小さく、湧水生態系独自の特性として、水面付近の温度変動が小さくなっているのかもしれない。

（３）津波被災前後のイトヨの生息状況とその環境

震災直後の 2011 年 4 月では、イトヨはほとんど採集することができず、かつ採集されたイトヨの体側には瓦礫によるものと思われる傷が認められたが（図(1)-15 上図）、時間の経過とともに採集個体数は増加し、体側の傷も見られなくなった（図(1)-15 下図）。しかしながら、震災前後でイトヨの状態は異なっていた。震災前のイトヨは、すべての個体が餌を食べ、摂取量も多かったが、震災直後には餌を食べていない個体があり、さらに餌を食べていた個体の餌摂取量も少なかった（図(1)-16a、b）。一方、寄生虫への感染状況については、震災前は寄生虫感染率も高く、多くの寄生虫がイトヨの体内から発見されたが、震災直後には寄生虫の感染はほとんど見られなかった（図(1)-16c、d）。これらのことから、震災直後には津波による塩害が生じ、イトヨの餌となるベントスが壊滅的な状況となり、本種は餌不足による極度の飢餓状態にあったと考えられる。

また、イトヨへの寄生虫感染経路については、2 つの可能性が考えられる。一般に寄生虫感染した底生生物や動物プランクトンを餌として摂取した結果としてイトヨは寄生虫に感染する（Barber¹⁾）。しかしながら、イトヨの餌となる底生生物や動物プランクトンが壊滅的な状況にあり、寄生虫感染経路が遮断されたため、震災直後のイトヨにおける寄生虫感染の低下が生じたと考えられる（仮説 1）。もう 1 つの可能性としては、震災直後のイトヨは外傷や飢餓状態にあり、個体群存続の危機に瀕していたため、宿主のコンディション低下が原因で寄生虫はイトヨの体内から脱出したと考えられる（仮説 2）。今後、経年的にイトヨの摂餌状況および寄生虫感染状況をモニタリングすることにより、これらの仮説を精査することができるであろう。

マスト川は、津波によって上流域に流されたオイルタンクや漁船、および上流域のガソリンスタンドと公衆浴場のタンクから重油が流れ出て、河川水が汚濁した場所である（図(1)-1c）。マスト川の河口から 245m 地点から上流の 5 カ所について、2012 年 7 月にイトヨの採集を行った。その結果（図(1)-17）、湧水の影響が及ぶ範囲では、イトヨも数多く確認された。しかし、狭窄部やオイルフェンスがあることによる通水障害の影響で、その数十メートル上流まで汚染水が滞留する。そのため、湧水量以上に汚染水の量が多く、イトヨの生息に適した水環境に回復した範囲は狭い。その後、環境水中の重油は除去されたが（図(1)-18a）、河床攪乱により埋土種子が発芽したためか、2012 年 7 月から抽水植物や浮遊植物が繁茂しはじめ（図(1)-18b、c、d）、2013 年 6 月以降はこれらが水面全体に拡がり（図(1)-18e、f）、流水障害を引き起こしている（図(1)-18）。程度の差はあるものの、源水川や大ヶ口川でも同様のことが生じている。これらのことは、湧水に一定の水質改善効果があることを示唆すると同時に、治水や生物の生息環境の観点から如何にして流水障害となっている要因を取り除くのか、という今後の課題を明示している。

（４）イトヨの形態的特徴の変異

イトヨの形態特質の計測結果を表(1)-1～4 に示す。鰓耙数については、15 から 27 までの変異が見られ（表(1)-2）、背鰭条数については、10 から 14 までの変異が（表(1)-3）、臀鰭条数については、7 から 11 までの変異が見られたが（表(1)-4）、採集年間に違いは見られなかった。

体長組成の結果から、体長 30 mm 以下の稚魚が、源水川 2 (図(1)-19)、マスト川 1 から 4 (図(1)-20)、大ヶ口川 (図(1)-21)、小鏈川 2 およびライギョ沼 (図(1)-23) で確認された。源水川 3 およびマスト川 5 ではイトヨの営巣・産卵行動を確認しており、源水川、ふれあい川では震災以降、継続的にイトヨを確認している。これらのことから、既存のイトヨ生息地では、いずれにおいても再生産が行われていると考えられる。また、源水川 2 では 2012 年 11 月末、源水川 3 では 2013 年 10 月末、ふれあい川では 2012 年 11 月末でも体長 30~35 mm の小型個体が採集されている (図(1)-19、22)。これらの個体は、繁殖期後期に産まれた個体であると考えられる。その後、いずれの地点においても、単峰型もしくは一方の峰が不明瞭になった (図(1)-19、22)。これは、早期に繁殖した大型群の個体が死亡したか、大型群の成長率が頭打ちになったのに対して成長率を維持する小型群が大きくなった、あるいはその両方が要因であると推測される。マスト川 1 では、イトヨの成熟個体が採集できていないこと、降海個体と思われる個体も少数のみであったこと、および流量変動が大きいことから、この地点で採集された個体は、河川内移動した個体であると考えられる。大ヶ口川では、2013 年の 1 年間を通じて 8 個体のみしか採集されることがなかった (図(1)-21)。この大ヶ口川個体群は、大槌川を通じて侵入した少数の個体が 2013 年に再生産したため、稚魚および成魚が確認された可能性が高いと思われる。

一方、小鏈川の個体群は、堰堤の下流に生息し、流速が比較的早く、生息適地は散在している。そのため、本研究での採集個体数は少ないが (図(1)-23)、個体群サイズは経年的に個体群を維持できる程度に大きいと考えられる。新規水域においても、2012 年から継続的に採集され、そのなかには体長 30 mm 以下の稚魚が確認された (図(1)-24)。これらのことから、震災時に新規水域に侵入したイトヨは、再生産を繰り返し、個体群を維持していることを示唆される。しかしながら、2012 年には成魚も多く採集されていた新規水域 1 と 2 で、新規水域 1 では 2013 年 8 月からは稚魚が大半を占め、2013 年 6 月以降は新規水域 2 では稚魚のみしか確認できなかった (図(1)-24)。その理由としては、水域に土砂が堆積し、水深が浅くなったため、成魚の生息には不適であったことが考えられる。それぞれの水域は水路で繋がっており、水深が深い場所があり、成魚の生息に好適である新規水域 3 に移動したものと推察される。

主成分分析の結果、第 3 主成分までの累積で、2012 年 7 月では 92.1%、2013 年 2 月では 92.3%、2013 年 5 月では 89.5% および 2014 年 2 月では 89.7% と高い説明力が認められた (表(1)-5)。いずれの時期においても第 1 主成分は体形に関する形質 (体長・頭長・眼径・体高・尾柄高)、第 2 主成分は摂餌に関する形質 (鰓耙数)、第 3 主成分は外敵からの防衛・忌避に関する形質 (第 2 背棘長・左腹棘長) をよく説明していた (表(1)-5)。2012 年 7 月では第 1 主成分から第 3 主成分によって、源水川個体群、マスト川個体群、新規水域個体群を判別することができたが、時期を追うごとに次第に判別が困難となった (図(1)-25)。すなわち、2012 年 7 月では、第 1 主成分によって、新規水域個体群とその他の個体群を分けることができ、また重複は大きいものの、第 1 主成分と第 2 主成分によって、源水川個体群とマスト川個体群を分けることができた (図(1)-25a)。その一方で、第 3 主成分によっても、3 個体群の重なりが大きく判別は困難であった (図(1)-25b)。2013 年 2 月では、重複は大きいものの、第 1 主成分によって、マスト川個体群と新規水域個体群を分けることができたが、源水川個体群は両個体群と大きく重複していた (図(1)-25c)。その一方で、第 2 主成分と第 3 主成分によっても、すべての個体群の重なりが大きく判別は困難であった (図(1)-25c、d)。2013 年 5 月では、第 1 主成分によって、源水川個体群と新規水域個体群を

分けることができ、重複は大きいものの、源水川個体群とマスト川個体群も分けることができた（図(1)-25e）。その一方で、第2主成分と第3主成分によっては、すべての個体群の重なりが大きく判別は困難であった（図(1)-25e, f）。2014年2月では、第1主成分によって、重複は大きいものの、新規水域個体群とその他の個体群を分けることができたが、第2主成分と第3主成分によっては、すべての個体群の重なりが大きく判別は困難であった（図(1)-25g, h）。源水川には淡水性の太平洋イトヨのみが生息するのに対して、マスト川には淡水性の太平洋イトヨと遡河回遊性の日本海イトヨが生息している（Takamura and Mori⁵⁾）。これまでの遺伝解析によって、新規水域では日本海イトヨの遺伝子を有する個体が確認され、海から来た日本海イトヨと源水川の太平洋イトヨとの交雑集団であることが示唆されている（サブテーマ2参照）。このことは、津波の水文学的動態を解析したサブテーマ3の結果とも合致する。これらのことから、新規水域では太平洋イトヨと日本海イトヨの交雑が生じた個体群が形成されたため、両者が生息するマスト川個体群だけではなく、太平洋イトヨのみが生息する源水川個体群の形態的特徴と類似していると考えられる。

（5）イトヨの餌生物の変化

イトヨは、底生生物や動物プランクトン、落下昆虫を餌生物として利用する（Kume et al.⁴⁾；図(1)-26）。これらの生物は、震災に伴う大津波によって壊滅的なダメージを受けたと考えられ、イトヨの生息地適正を評価するために、震災後の水生生物相調査は重要である。

底生生物については、230分類群 82,569個体が採集された（表(1)-6、7、8、9）。特に、イトヨの主たる餌生物の1つであるユスリカ科については、54分類群 27,319個体と多くの種類・個体が採集された（表(1)-6、7、8、9）。いずれの調査地点においても、2012年以降、時間の経過とともに分類群数・採集個体数ともに増加傾向にあり（表(1)-6、7、8、9）、津波によって攪乱された影響は軽減されつつあると考えられる。動物プランクトンについては、40分類群 774個体が採集されたが、場所によっては1地点あたりの採集個体数は非常に少なかった（表(1)-10）。これは動物プランクトンの採集環境条件が異なることに起因すると考えられる。したがって、本研究においては、動物プランクトンは分類群多様性の評価には適していないと考えられた。2012年に実施した採集調査によって、陸生昆虫については、57分類群 795個体が採集された（表(1)-11）。2012年の段階では、比較的津波の被害が大きかった源水川1、マスト川4、大槌川では採集された分類群数および個体数が少なかったのに対し、これらの地点よりも上流域に位置し、比較的被害の小さかった大ヶ口川およびふれあい川では、分類群数、個体数ともに多く採集された（表(1)-11）。したがって、餌生物の観点からは、大槌町のイトヨ生息地は良好な環境にあると言える。

5. 本研究により得られた成果

（1）科学的意義

本研究の結果、震災後もイトヨの稚魚が確認され、継続的に個体群を維持していることが確認された。このことは、湧水が存在することによる水質回復やボランティア等による瓦礫撤去が効果的に行われ、イトヨ生息地の環境条件が早期に好適な状態へと回復したことを示唆している。実際に本研究では、イトヨ生息地の水質や餌生物は十分に回復したと判断された。その一方でイ

トヨの摂餌状況や寄生虫感染状況の結果から、震災直後にはイトヨに大きな負荷がかかっていたことが示唆された。歴史的に繰り返されてきた津波のような自然災害が生物に与える影響に関する知見は少なく、本研究により得られた成果は、生物多様性研究にとって貴重な知見となろう。

また、水上気温の結果から、湧水域では水面から 10～20cm まで水上の気温に影響を与えることが示された。このことは、湧水の存在はこれまで知られていたように水環境の安定に寄与しているのみならず、陸域の温度環境の安定にも寄与することを示唆する。

マスト川の 4 カ所について湧水の影響が及ぶ範囲では、イトヨも数多く確認された。しかし、流水阻害の影響があり、その上流では汚染水が滞留し、湧水量以上に汚染水の量が多く、イトヨの生息に適した水環境に負荷があった。これらのことは、湧水に一定の水質改善効果があることを示唆すると同時に、治水や生物の生息環境の観点から流水阻害となっている要因の除去が今後の課題であることを明示している。

さらに本研究の遂行過程において、大槌町市街地に津波によってできた湧水起源の新しい水域に新規イトヨ集団が創出されたことが明らかになった。形態分析の結果、この新規集団は独自の特徴を有し、日本海イトヨと太平洋イトヨの交雑集団であることが示唆された。この今回の生態学的成果として特筆すべきは、新規生息地である水たまり 2 集団が互いに誤判別されることが少なく、両集団の創始者個体群の違いや交雑過程の違いなどが影響し、特異な形態形質を有した集団であることを示唆したことである。すなわち、新規集団の発見と、その由来を源水川淡水型と遡河型から構成され、さらに交雑集団が確認されたことは、津波が生物に与える影響を実証的に解析したこれまでにない成果である。この成果は、今まさに進行中である進化プロセスを見ていることになり、今後の追跡調査によって、さらなる進化生物学的知見を得ることができだろう。

こうした新たな環境への進出は、適応放散を引き起こすなど、進化生態学的に重要なイベントであることが知られている。例えば、ガラパゴス諸島やハワイ諸島での適応放散も、そもそもは、大陸から祖先種が移住してくることによって始まった。しかし、そのような移入過程の詳細は不明である。今回、我々は、津波によって新しく出来た水たまりにイトヨが移入すること、また、異なる 2 集団が移入したことから、交雑集団になっていることが示された。交雑は、進化途上でそれまでに存在しなかった新しい遺伝子の組み合わせを生み出すことから、遺伝的多様性を創出する機構としても着目されている。したがって、我々の成果は、適応放散や多様性の創出という進化生物学の根本課題に新しい知見をもたらすものである。今後の追跡調査によって貴重な進化生物学的知見が得られると期待される。

津波による攪乱後、従来の浅い地下水による湧水は、物理的な環境改善により量的な回復は速い一方で、質的な回復は地表堆積物等からの物質供給により年を越えるスケールで生ずることが、本開発での調査継続を通してわかった。また、沿岸低平地自噴井戸による湧水は、沿岸近傍の一部を除いて質的な回復はすでに終えており、地下水位計測により湧水の量は地盤沈下によって上昇したことが推察された。

（２）環境政策への貢献

＜行政が活用することが見込まれる成果＞

本研究により、湧水の存在が水圏生態系のみならず、陸域生態系の頑強性にも寄与していることが示唆された。これにより、現在進行中の復興事業によって湧水が失われると、大槌町の生態

系や生物多様性に対して震災被害による負荷以上に大きな負荷を与える可能性があり、湧水の源となる地下水脈に留意して施工する必要があることに対する科学的根拠を提示した。

また、津波による河床攪乱により埋土種子が発芽し、抽水植物や浮遊植物が繁茂して通水阻害を引き起こしていた。このことは、河川生態系や生物多様性に負の影響を与えるだけでなく、増水時の排水効率を低下させ、氾濫の危険性が高まる原因ともなる。これは河川管理上も好ましい状態ではなく、早急な対策が望まれる。

さらに、市街地に新しくできた水域に生息する新規イトヨ集団は進化学的にも貴重な存在であり、津波を乗り越えてきた生まれた集団であることから、大槌町における震災復興のシンボルとして、生息地ともども残す意義は大きいだろう。特に、源水川やマスト川では、顕著な遺伝的多様性の減少は観察されなかった。これは、豊かな湧水の保持・回復によって、イトヨの大量死滅が防がれたからではないかと推測される。もし、湧水がなければ、瓦礫等の影響や夏期の高水温で、冷水性のイトヨの多くが死滅していたであろうことから、湧水の存在は、大槌の生態系において、環境激変下での生態系維持に大変重要な意義を持っているという科学的根拠を明示することができた。また、上記の新しい生息地は、進化生物学的に意義のある集団であることから、津波に対する記憶を風化させないモニュメントや生息水域を保全する公園化として維持することは大いなる意義があり、その営為に対して科学的根拠を与えたといえる。

現在、国土交通省により南三陸縦貫自動車道開通事業（国土交通省南三陸道工事事務所）が展開されている。その建設予定地に岩手県のレッドリスト A ランクや町指定の天然記念物に指定されている希少な存在である大槌町の淡水イトヨの生息地（大ヶ口川とふれあい川）が含まれている（図(1)-27）。そのうちの 1 つであるふれあい川（寺野沢川）では、当初の事業計画では、建設予定地にて河道を付け替えて、盛土・カルバート（トンネル水路）化し、その上下流をコンクリートによる直線河道すなわち水路化にすることになっていた。国交省工事事務所は町教育委員会を通じて、我々の調査を知り 2 川に関わる道路事業との関連について協議をしたい旨の申し入れがあった。我々の調査により、ふれあい川は淡水型イトヨの数少ない大槌町の生息地の一つであり、かつ経年的に個体群が維持されている重要な生息地であることが示された。そこで我々は、これらの調査資料を国土交通省に提出し（2013 年 3 月）、再三の協議の結果、ふれあい川のイトヨ生息地を保全するために、盛土埋め立て計画を変更し、ふれあい川を跨ぐ橋梁工法に計画変更した（図(1)-28）。これによって大槌町の湧水河川は保持されることになった。

また、湧水・水環境の側面での貢献において、森誠一と鷺見哲也は、「大槌町復興まちづくり想像懇談会」のアドバイザーであり、また岩手県大槌町の町方安渡地区都市公園の基本設計業務のなか助言する学識者として位置づけられている。さらに、森誠一は上記の南三陸国道計画（国交省）の環境配慮事項において継続的な助言者となって、アドバイスを与える立場にある。これらの関係から、まちづくりにおける環境面、すなわち森は地域特性としての湧水生態系とイトヨ（大槌町の文化財天然記念物）の保全、鷺見は水環境および湧水環境のまちづくりでの位置づけにおいて、以下のようにまちづくり担当者等と意見交換する機会を得ている。

- ・平成 24 年 12 月 28 日「大槌町復興まちづくり創造懇談会平成 23 年度アドバイザー等と大槌町関係者との意見交換会」：中心市街地整備および都市公園基本設計に関する意見交換
- ・平成 25 年 2 月 4 日 町職員の情報共有の会：大槌町幹部職員（町長含む）を対象に、まちづくりに際して湧水の現状とイトヨ保全の重要性と活用に関する報告講演およびアドバイス

・平成25年2月20日 町職員の情報共有の会：大槌町職員（町長含む）を対象に、井戸・湧水の現状の報告およびまちづくりに際してのアドバイスをしている。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

（1）誌上発表

<論文（査読あり）>

- 1) 森誠一：ビオストーリー 17： 69-76（2012）生き物文化誌学会
「特集 震災と生き物を考える 生き物の物語化：このクニの自然と人」
- 2) 森誠一：ビオヒストリー 20： 79-85（2013）生き物文化誌学会
「生き物のいま 津波震災を乗り越えた大槌町湧水イトヨからの発信」
- 3) 森誠一：魚類学雑誌 60(2)： 177-180（2013）
「津波震災を乗り越えた大槌町のイトヨ」

<その他誌上発表（査読なし）>

- 1) 森誠一編：天恵と天災の文化誌—三陸大震災の現場から、241p. 東北出版企画（2012）
- 2) 森誠一編：天恵と天災の文化誌—三陸大震災の現場から、13-55. 東北出版企画（2012）
「1. 恵みと畏れの再構築（森誠一）」
- 3) 森誠一：HUMAN. 2, 74-79（2012）平凡社
「「ただの魚」が「ただものでない魚」になるとき」
- 4) 秋道智哉、佐々木健、中野孝教、森誠一：SEEDer 種まく人. 6, 46 -53（2012）昭和堂
「自然と文化の震災復興にむけて 岩手県大槌町を歩く」
- 5) 久米学：応用生態工学会ニュースレター 62： 11（2013）
「3.2.5. 大阪大会報告自由集会 震災復興に応用生態工学はどのような貢献ができるのか：岩手県大槌町での取り組み」
- 6) 大槌町イトヨ湧水調査研究事業報告書「大槌町の郷土財としての湧水環境に関する研究」4-8（2014）「はじめに、「大槌の郷土財としての湧水環境」（森誠一）」
- 7) 大槌町イトヨ湧水調査研究事業報告書「大槌町の郷土財としての湧水環境に関する研究」、25-49（2014）
「2. 「湧水に生きる水生生物：大槌の湧水生態系を構成する生物相」1）～4）水質・動物関連（久米学・森誠一・北野潤・西田翔太郎）」
- 8) 大槌町イトヨ湧水調査研究事業報告書「大槌町の郷土財としての湧水環境に関する研究」、105-115（2014）「5. 生き物の物語化：このクニの自然と人（森誠一）」

（2）口頭発表（学会等）

- 1) 森誠一・久米学・西田翔太郎・北野潤・鷺見哲也：第60回日本生態学会静岡大会（2013年3月7日）「東日本大震災後の湧水生態系の回復：水域復活によるイトヨの生息域拡大」

- 2) 久米学・北野潤（遺伝研）・西田翔太郎・鷺見哲也・森誠一：第60回日本生態学会静岡大会（2013年3月7日）「東日本大震災後の湧水生態系の回復：岩手県大槌町のトゲウオ科イトヨを中心に」
- 3) 久米学：第17回応用生態工学会大阪大会自由集会「震災復興に应用生態工学はどのような貢献ができるのか：岩手県大槌町での取り組み」（2013年9月20日）「震災前後の比較からわかること：イトヨから見た湧水生態系」
- 4) 久米学・北野潤・西田翔太郎・鷺見哲也・森誠一：第6回淡水魚保全シンポジウム淀川大会「地域でまもり、みんなで育む淡水魚」（2013年9月25日）「東日本大震災後の湧水生態系の回復：岩手県大槌町のトゲウオ科イトヨを中心に」
- 5) 久米学・北野潤・鷺見哲也・西田翔太郎・森誠一：第46回日本魚類学会宮崎大会（2013年10月4日）「東日本大震災による淡水魚への影響：岩手県大槌町イトヨ集団における事例」
- 6) 森誠一：フォーラム「大槌町の郷土財：湧水からのまちづくりに向けて」（2014年2月8日）「大槌町の郷土財としての湧水環境」
- 7) 久米学：フォーラム「大槌町の郷土財：湧水からのまちづくりに向けて」（2014年2月8日）「湧水に生きる水生生物：イトヨから見た大槌の湧水生態系」
- 8) 久米学：第61回日本生態学会広島大会自由集会「東日本大震災の生態系影響評価と復興の展望：東北3県の取り組み」（2014年3月14日）「湧水生態系の保全と復興町づくりの現状と課題」
- 9) 森誠一：フォーラム「イトヨの里 公開学習会 イトヨの未来を考える ～人と湧水とイトヨ・現状と今後の課題～」（2014年3月15日）「大槌のイトヨ」

（３）出願特許

特に記載すべき事項はない。

（４）シンポジウム、セミナー等の開催（主催のもの）

- 1) 第17回応用生態工学会大阪大会自由集会「震災復興に应用生態工学はどのような貢献ができるのか：岩手県大槌町での取り組み」（2013年9月20日、大阪府立大学I-siteなんば、50名参加）
- 2) 第61回日本生態学会広島大会自由集会「東日本大震災の生態系影響評価と復興の展望：東北3県の取り組み」（2014年3月14日、広島国際会議場、50名参加）

（５）マスコミ等への公表・報道等

- 1) 震災「復光」シンポジウムー郷土復興としてのまちづくり（2012年7月21日、岐阜経済大学講堂、250名参加）
- 2) 岐阜新聞Web（2012年7月22日10:26）
- 3) 中日新聞（2012年8月10日、岐阜県）
- 4) 岩手日報（2012年8月20日、岩手県）「大槌中心部に降海型イトヨ」
- 5) NHK盛岡ニュース（2012年8月27日、湧水のある新しい水域でイトヨが確認されたことが5分ほど紹介）
- 6) NHK総合（全国）お元気ですか 日本列島（2012年9月5日、市街地にできた水溜まりで発見されたイトヨの生息と豊かな湧水の実態の成果について10分ほど紹介）

- 7) 「湧水保全フォーラム全国大会」(2012年10月12日、西条市総合文化会館、250名参加)
- 8) 朝日新聞 (2012年10月31日、岩手県)
- 9) 中日新聞 (2012年11月7日、岐阜県)
- 10) 岐阜新聞 (2012年11月10日、岐阜県)
- 11) 愛媛県西条市ホームページ (2012年11月12日)「湧水保全フォーラム全国大会」開催
- 12) 読売新聞 (2012年11月17日、岐阜県)
- 13) おおつちさいがいエフエム (2012年11月23日、湧水生態系の調査成果と、それを活用したまちづくりについて80分ほど収録、分割放送)
- 14) 毎日新聞 (2012年12月1日、岐阜県)
- 15) 河北新報 (2012年12月3日、岩手県)
- 16) 大槌町復興まちづくり創造懇談会アドバイザー等と大槌町関係者との意見交換会 (2012年12月28日、岩手大学東京オフィス (日比谷：盛岡市東京事務所内))
- 17) 大槌町復興まちづくり創造懇談会アドバイザーと町役場幹部職員との情報共有 (2013年2月4日、大槌町役場)
- 18) 岩手日報 (2013年2月5日、岩手県)
- 19) 「震災からの復興『復光』イトヨシンポジウム」(2013年2月9日、大野市学びの里めいりん講堂、200名参加)
- 20) 県民福井 (2013年2月10日、福井県)
- 21) 福井新聞 (2013年2月11日、福井県)「まちづくりに湧水文化重要」
- 22) 大槌町復興まちづくり創造懇談会アドバイザーと町役場幹部職員との情報共有 (2013年2月20日、大槌町中央公民館)
- 23) おおつちさいがいエフエム (2012年2月20日、湧水生態系の調査成果と、それを活用したまちづくりについて40分ほど収録、分割放送)
- 24) 朝日新聞 (2013年2月21日、岩手版、町方の自噴井戸の地下水位状況の成果の一部の発言が紹介された) 添付
- 25) IBC岩手放送 ニュースエコー (2013年2月20日、町方自噴井戸湧水の地下水位状況の成果について3分ほど紹介)
- 26) イトヨの里 公開学習会 イトヨの未来を考える ～人と湧水とイトヨ・現状と今後の課題～」共催 (2014年3月15日、本願清水イトヨの里 レクチャールーム、80名参加)
- 27) 福井新聞 (2014年3月16日、「イトヨと地域の未来は」)

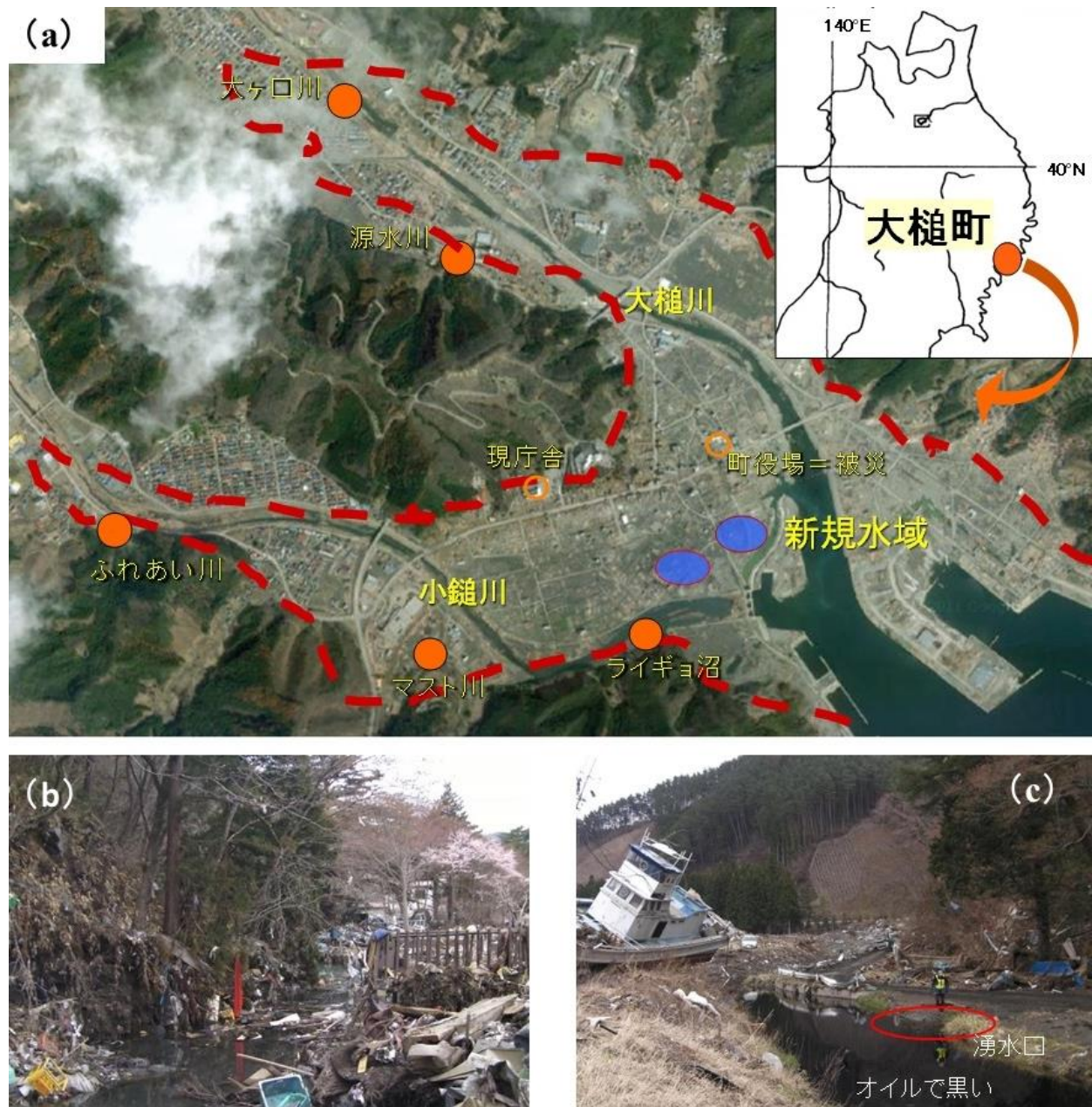
(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

- 1) Barber, I. (2013) Sticklebacks as a model hosts in ecological and evolutionary parasitology. Trends in Parasitology 29: 556-566.
- 2) Bell, G. W. & D. B. Eggleston (2005) Species-specific avoidance responses by blue crabs and fish to chronic and episodic hypoxia. Marine Biology 146: 761-770.

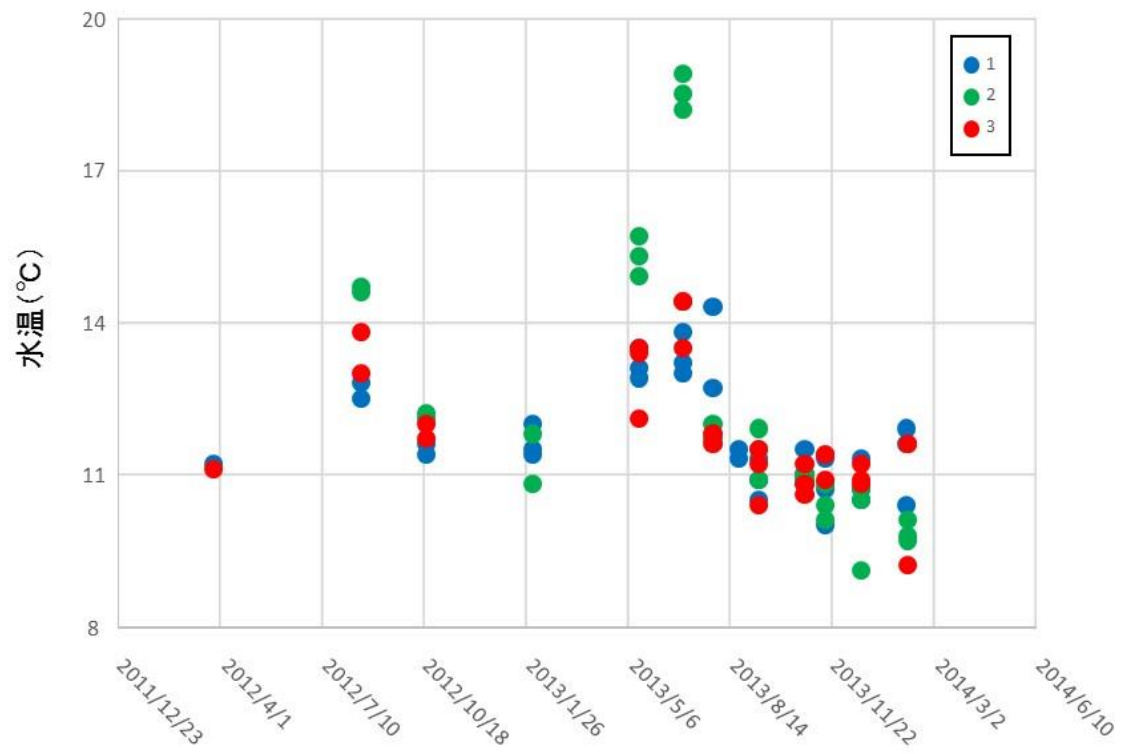
- 3) Eddy, L. A. & L. B. Crowder (2002) Hypoxia-based habitat compression in the Neuse River Estuary: context-dependent shifts in behavioral avoidance thresholds. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59: 952-965.
- 4) Kume, M., J. Kitano, S. Mori & T. Shibuya. (2010). Ecological divergence and habitat isolation between two migratory forms of Japanese threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). *Journal of Evolutionary Biology* 23: 1436-1446.
- 5) Takamura, K. & S. Mori (2005) Heterozygosity and phylogenetic relationship of Japanese threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) populations revealed by microsatellite analysis. *Conservation Genetics* 6: 485-494.



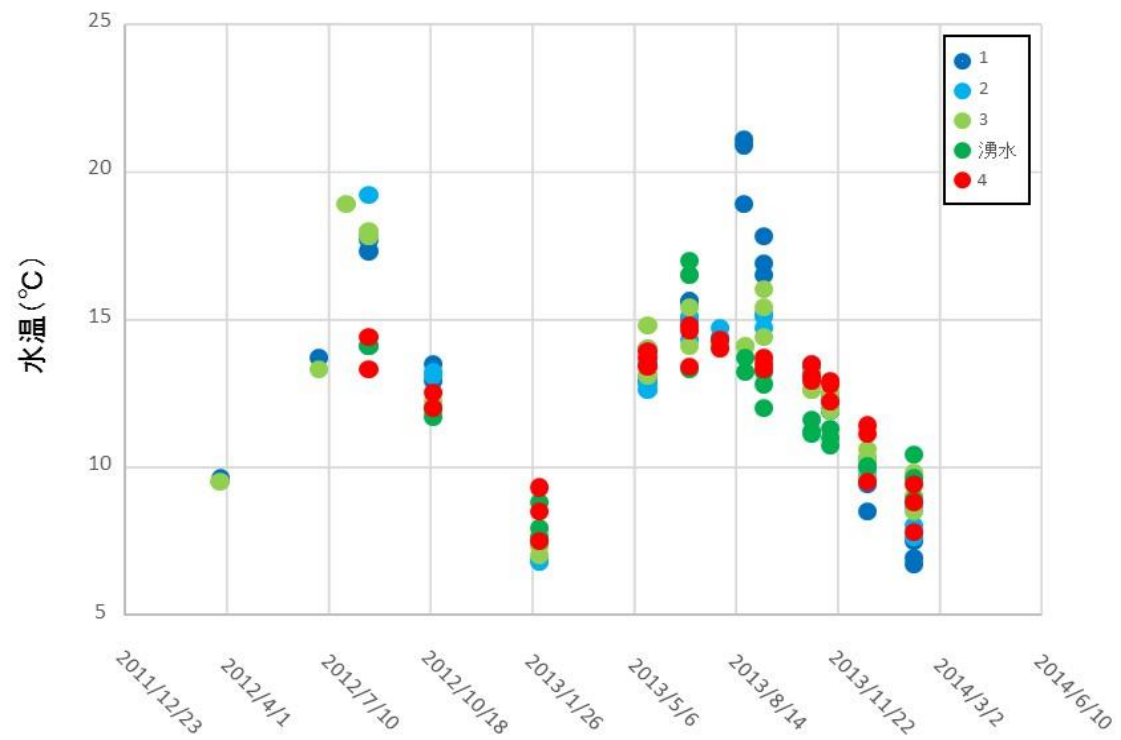
図(1)-1：岩手県大槌町。(a)調査場所（橙丸）と被災域（赤破線）。(b)被災直後の源水川 2 と(c)被災直後のマスト川 3（2011 年 4 月 22 日撮影）



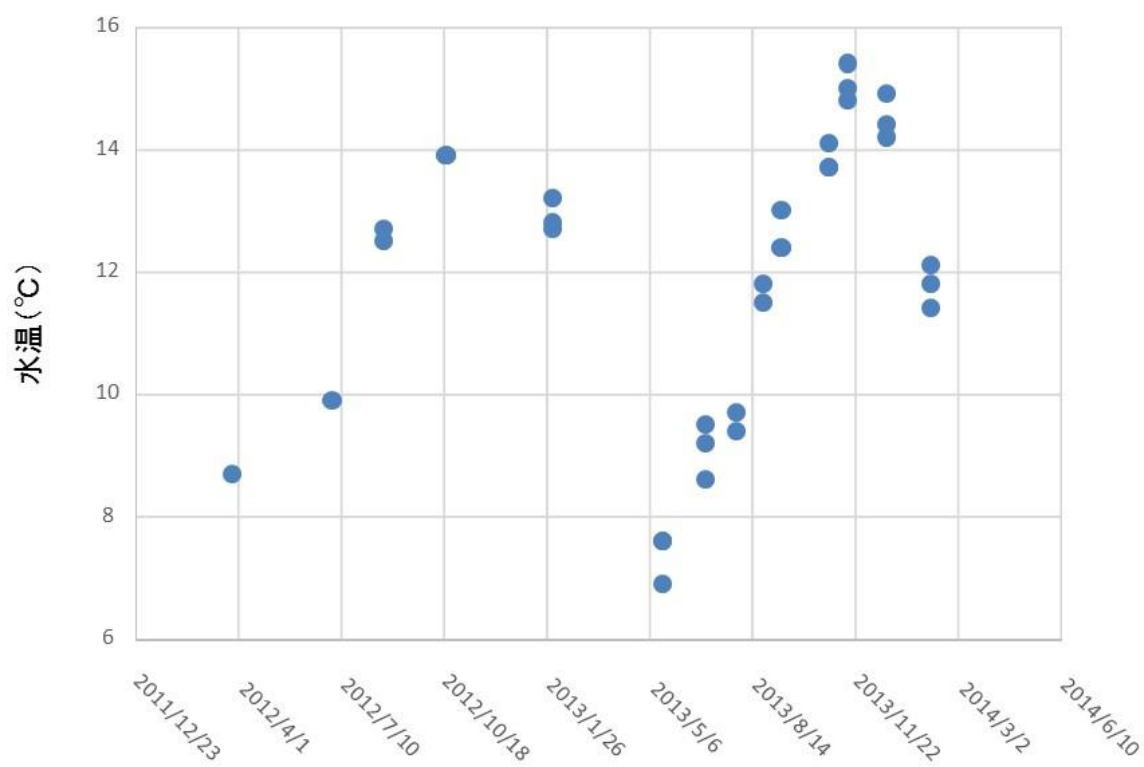
図(1)-2: 震災後に大槌町市街地にできたイトヨの新規生息地。(a)新規水域 1、(b)新規水域 2、(c)自噴水、(d)新規水域に生息するイトヨの群れ



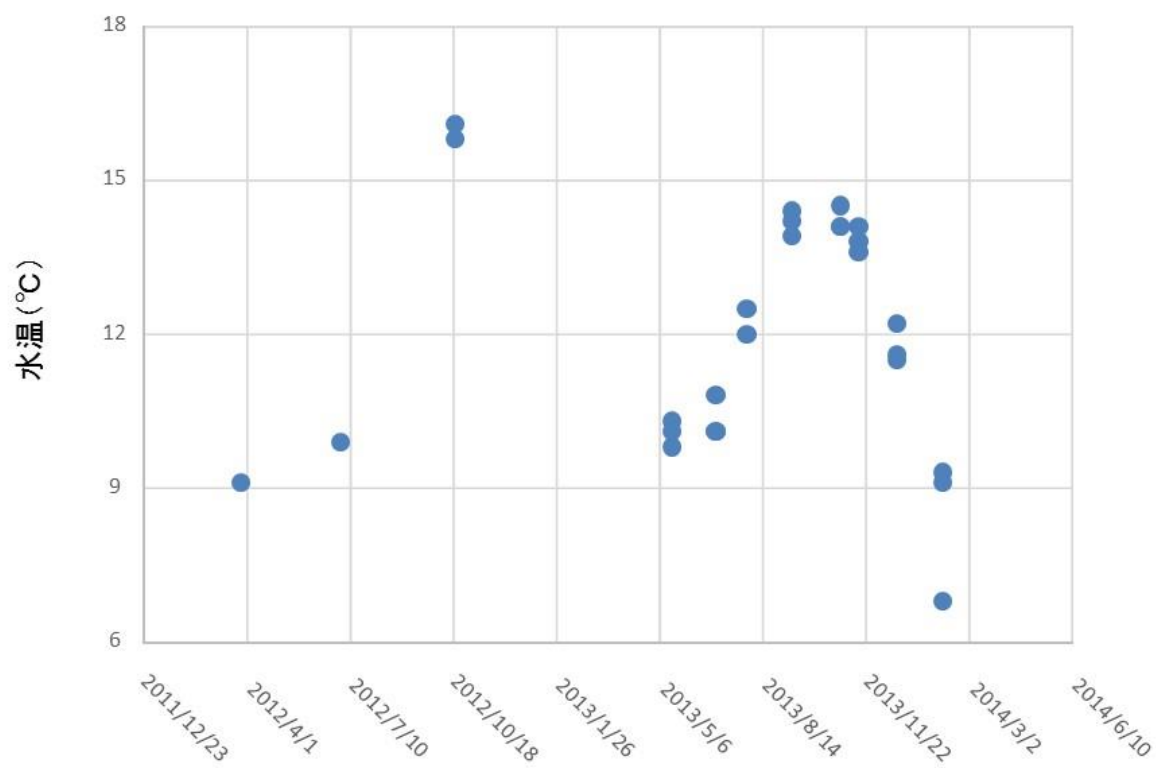
図(1)-3：源水川の水溫変動



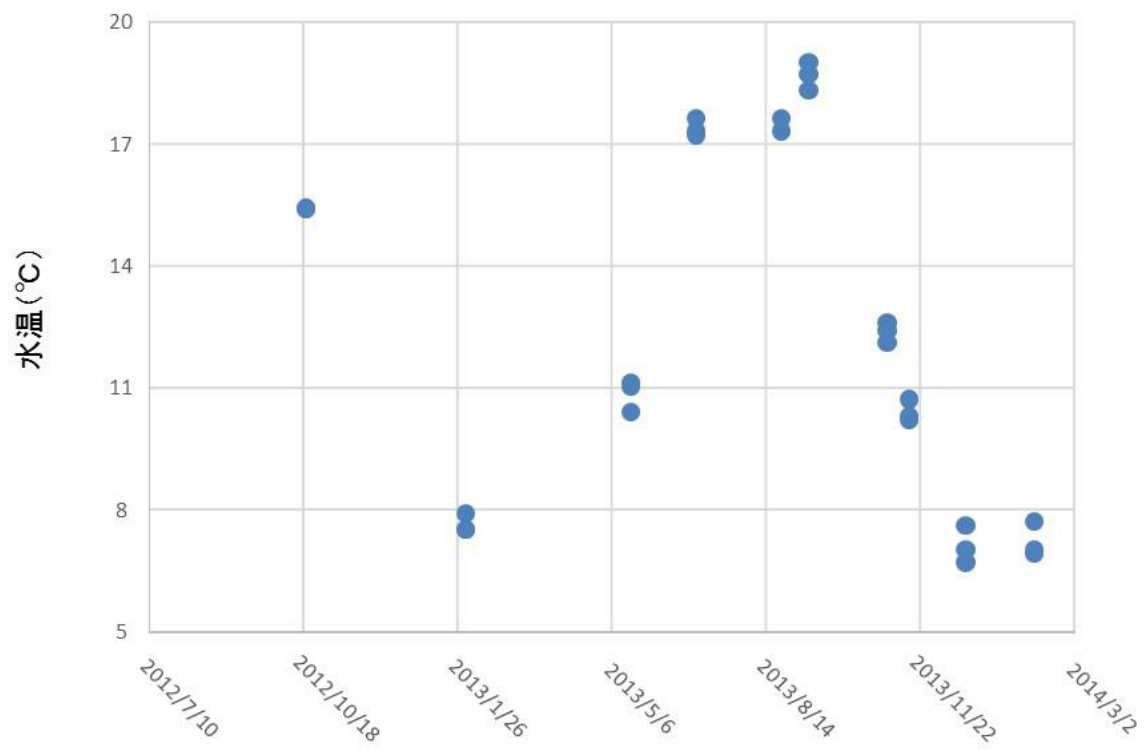
図(1)-4：マスト川の水溫変動



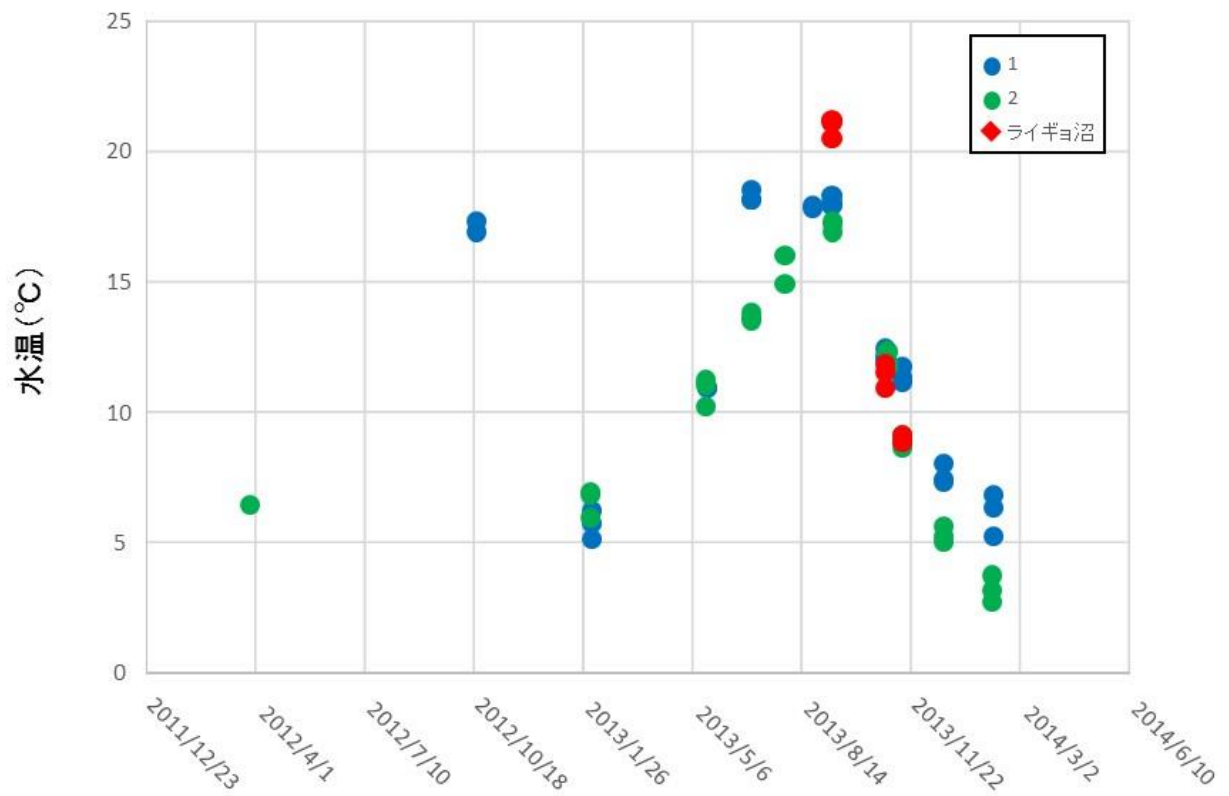
図(1)-5：大ヶ口川の水温変動



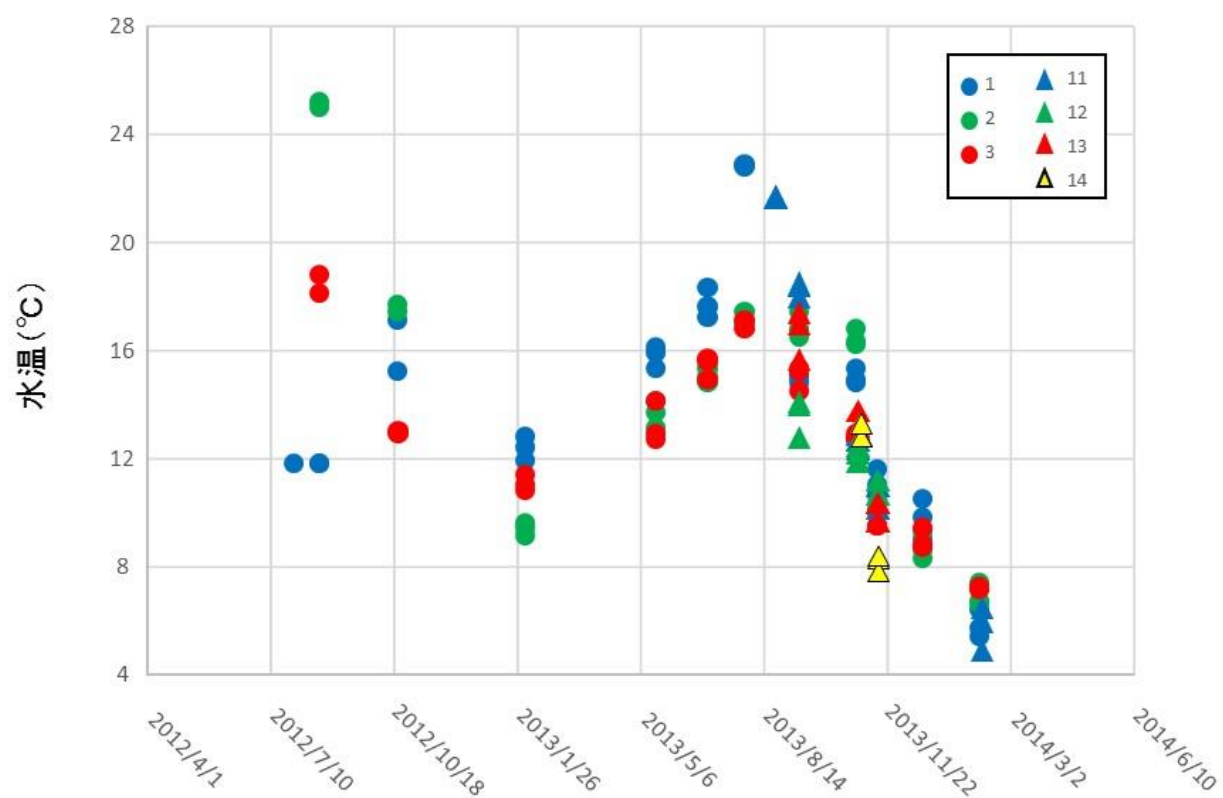
図(1)-6：ふれあい川の水温変動



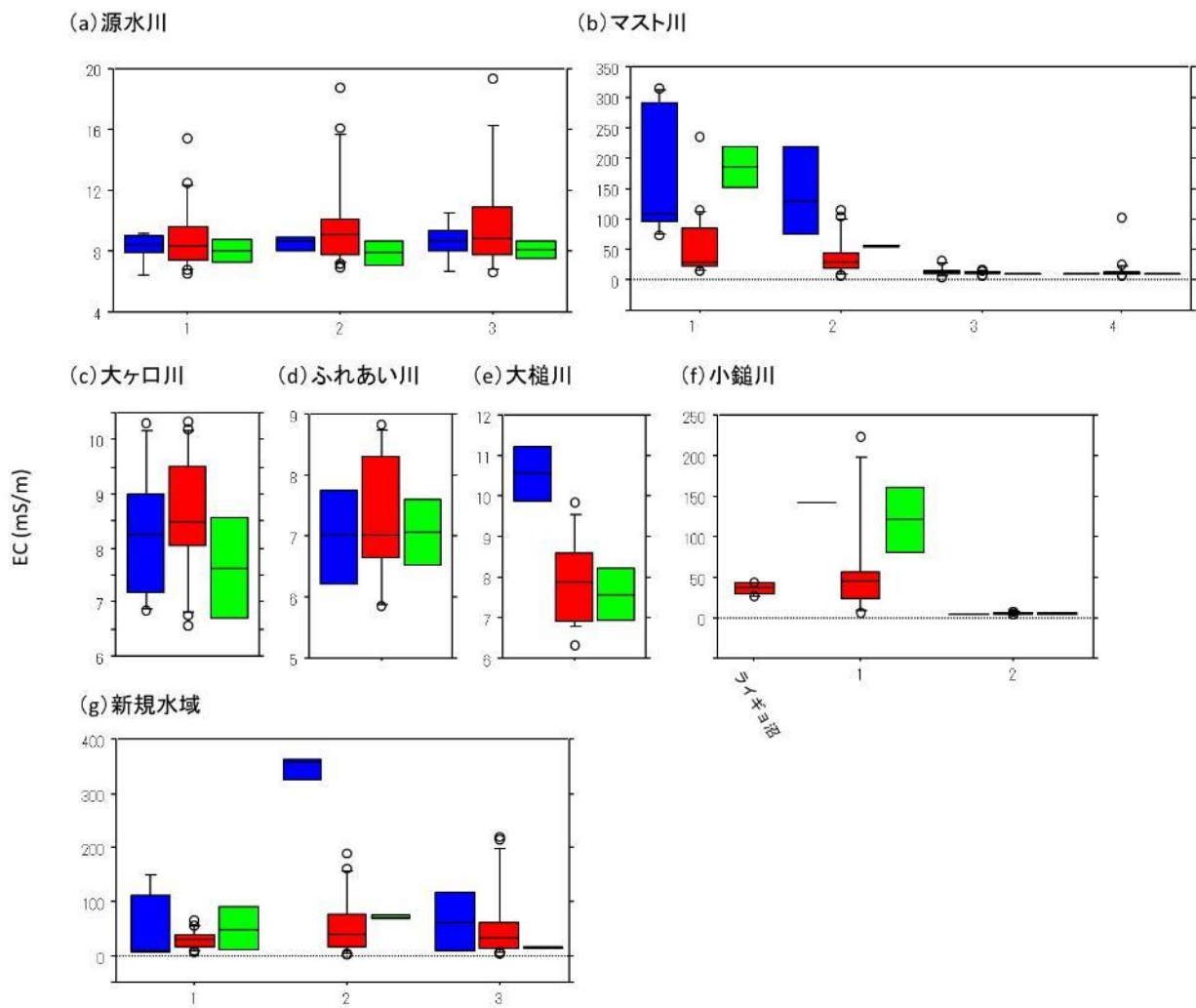
図(1)-7：大槌川の水溫変動



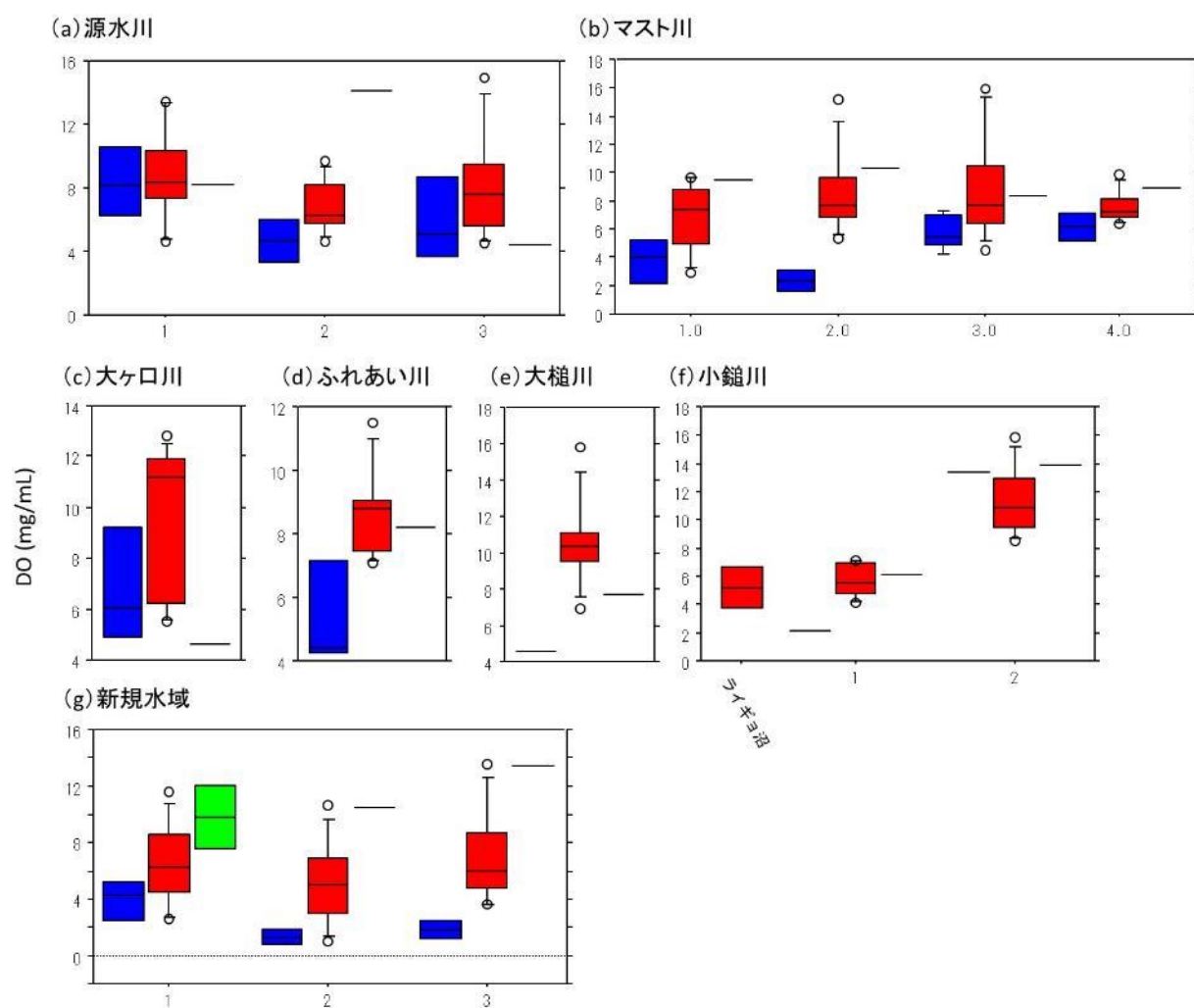
図(1)-8：小槌川の水溫変動



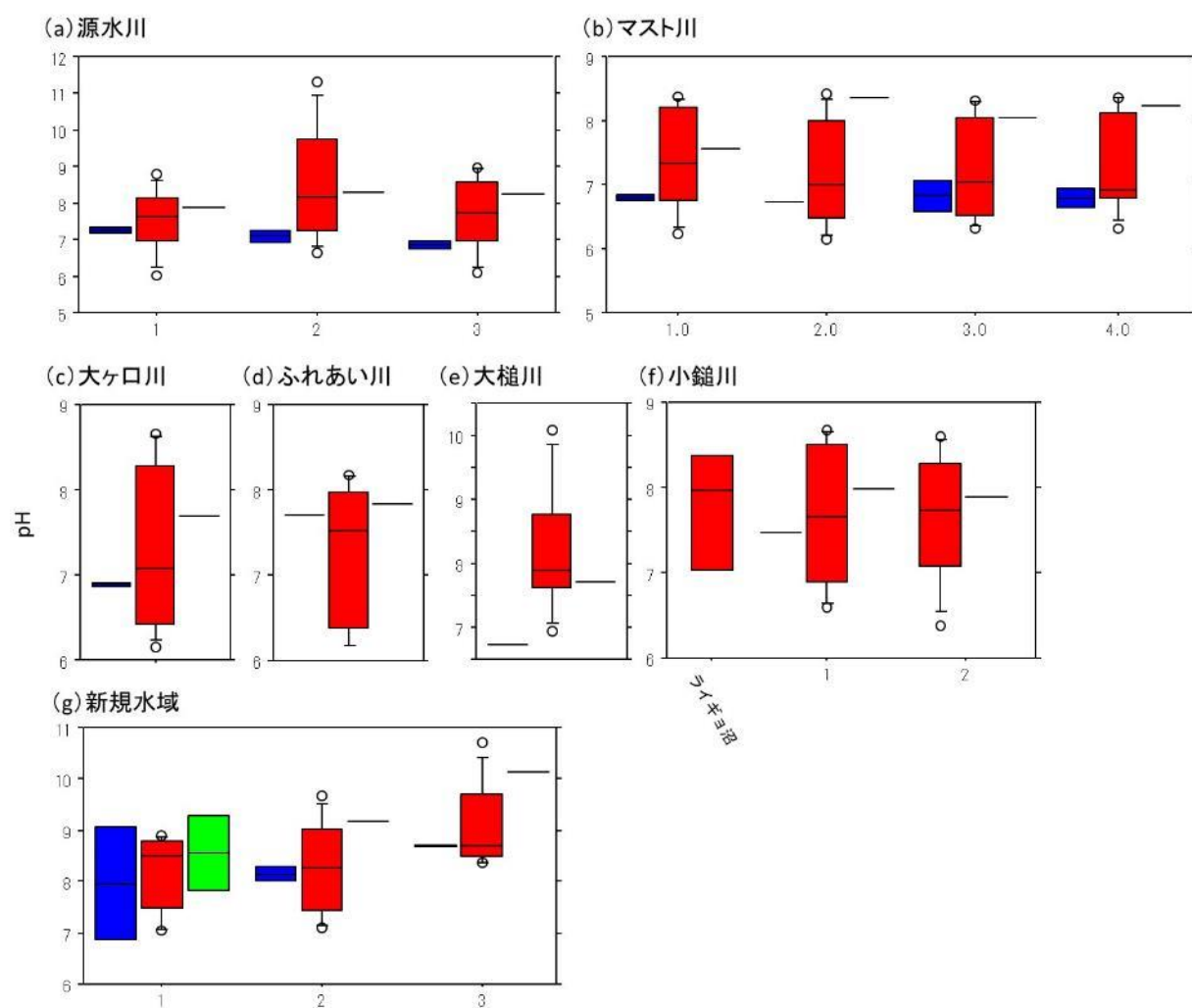
図(1)-9：新規水域の水温変動



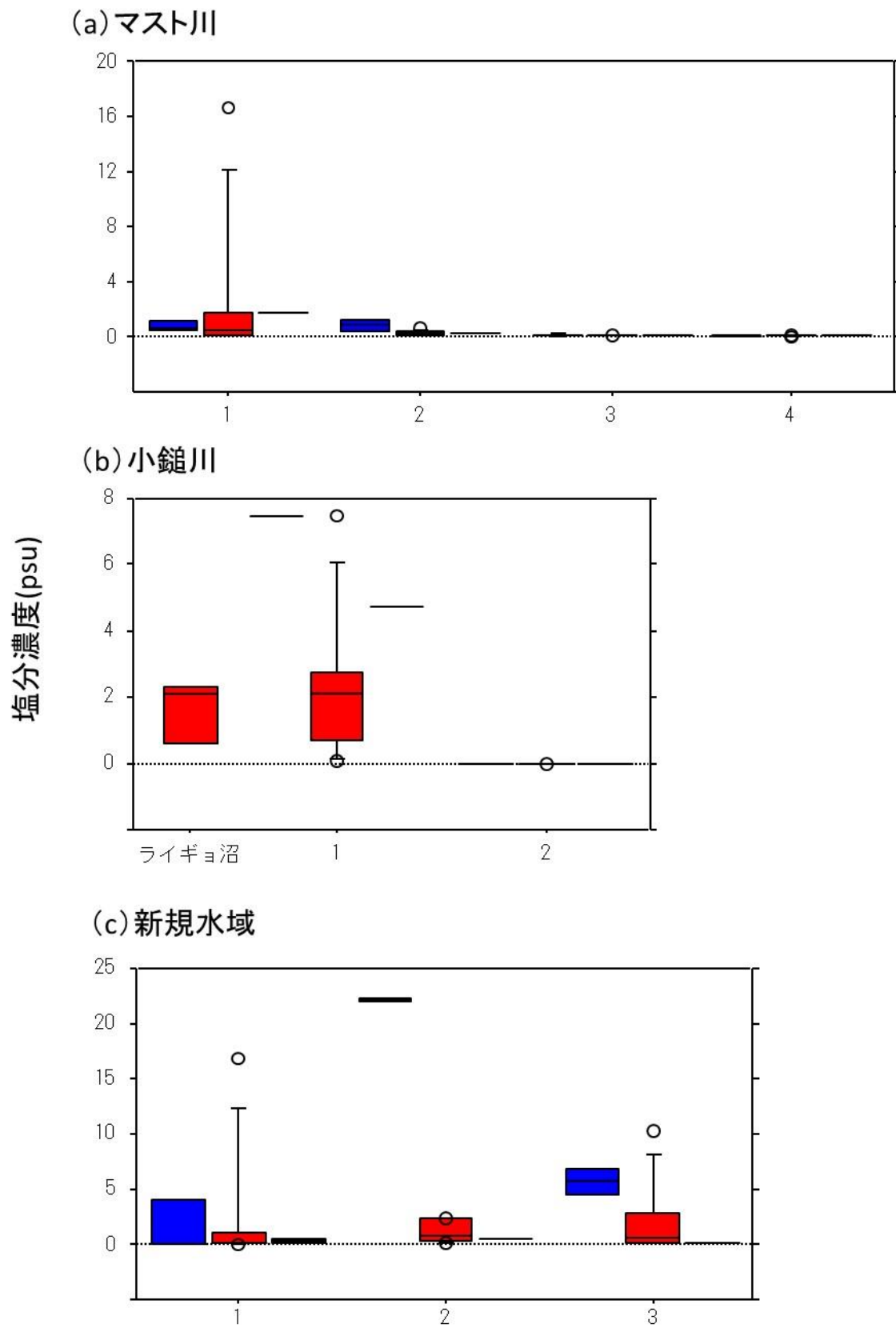
図(1)-10：調査地点の電気伝導度（EC）。青は2012年、赤は2013年、緑は2014年のデータを示す。



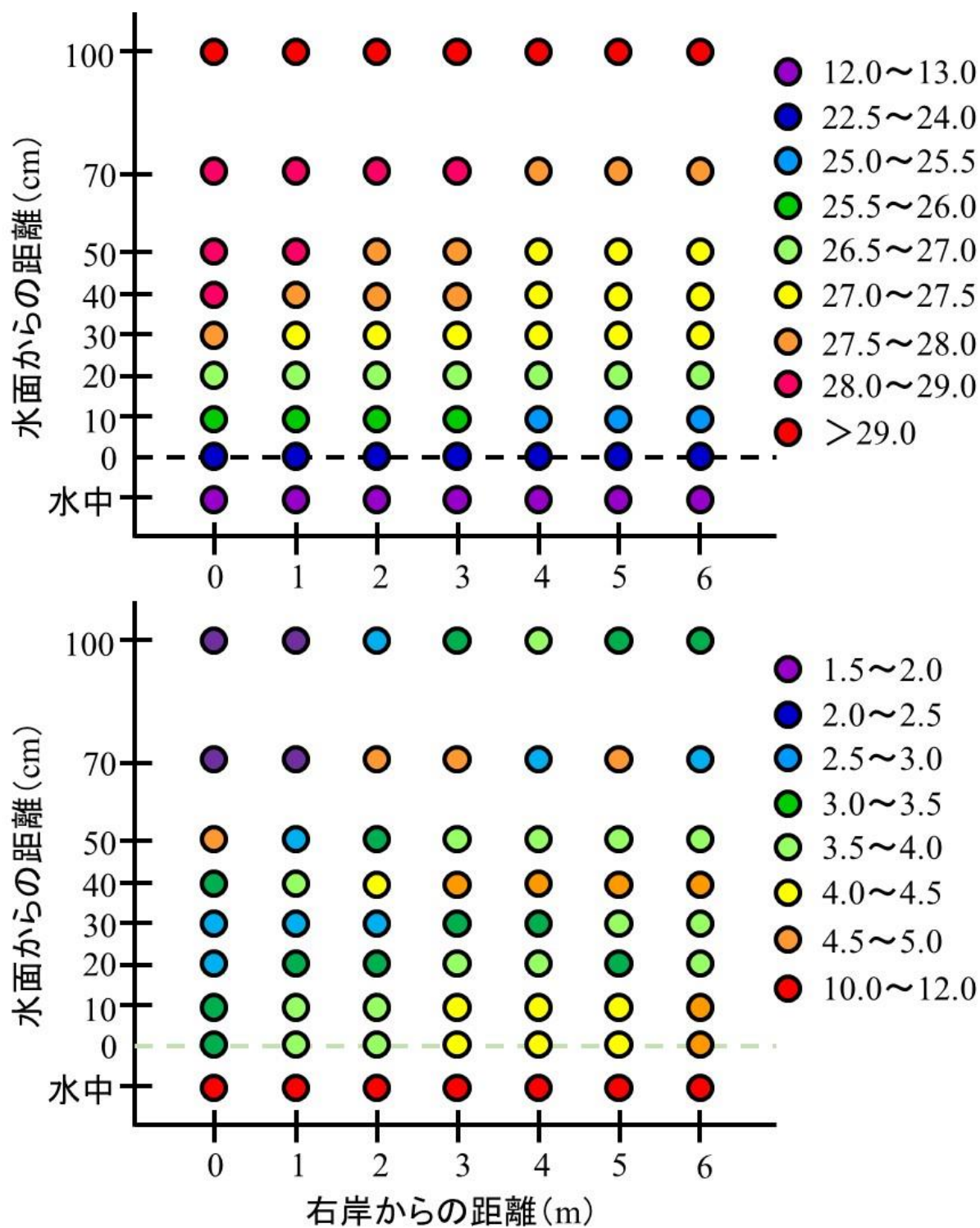
図(1)-11：調査地点の溶存酸素濃度 (DO)。青は 2012 年、赤は 2013 年、緑は 2014 年のデータを示す。



図(1)-12：調査地点の pH。青は 2012 年、赤は 2013 年、緑は 2014 年のデータを示す。



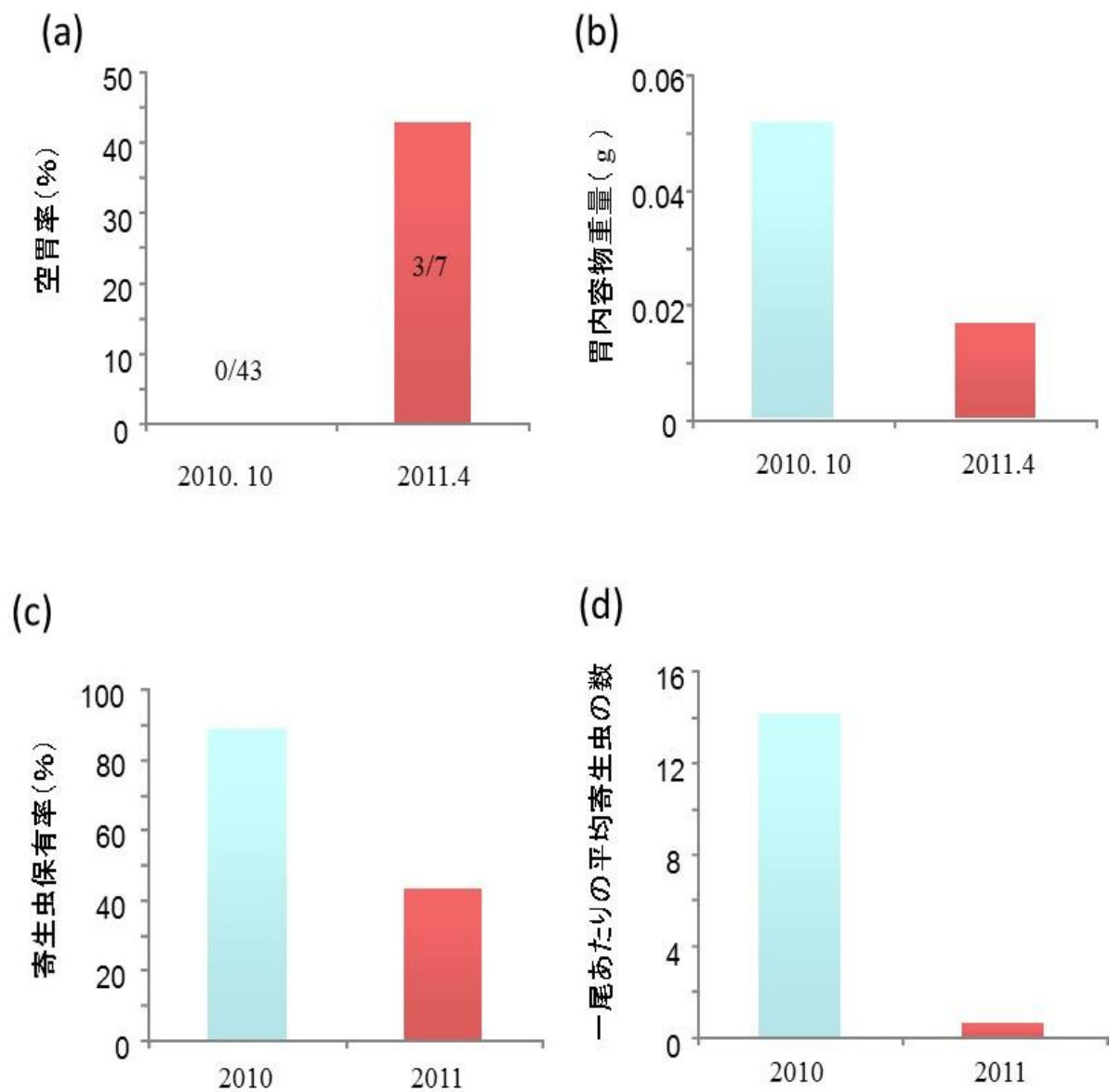
図(1)-13：調査地点の塩分濃度。青は2012年、赤は2013年、緑は2014年のデータを示す。



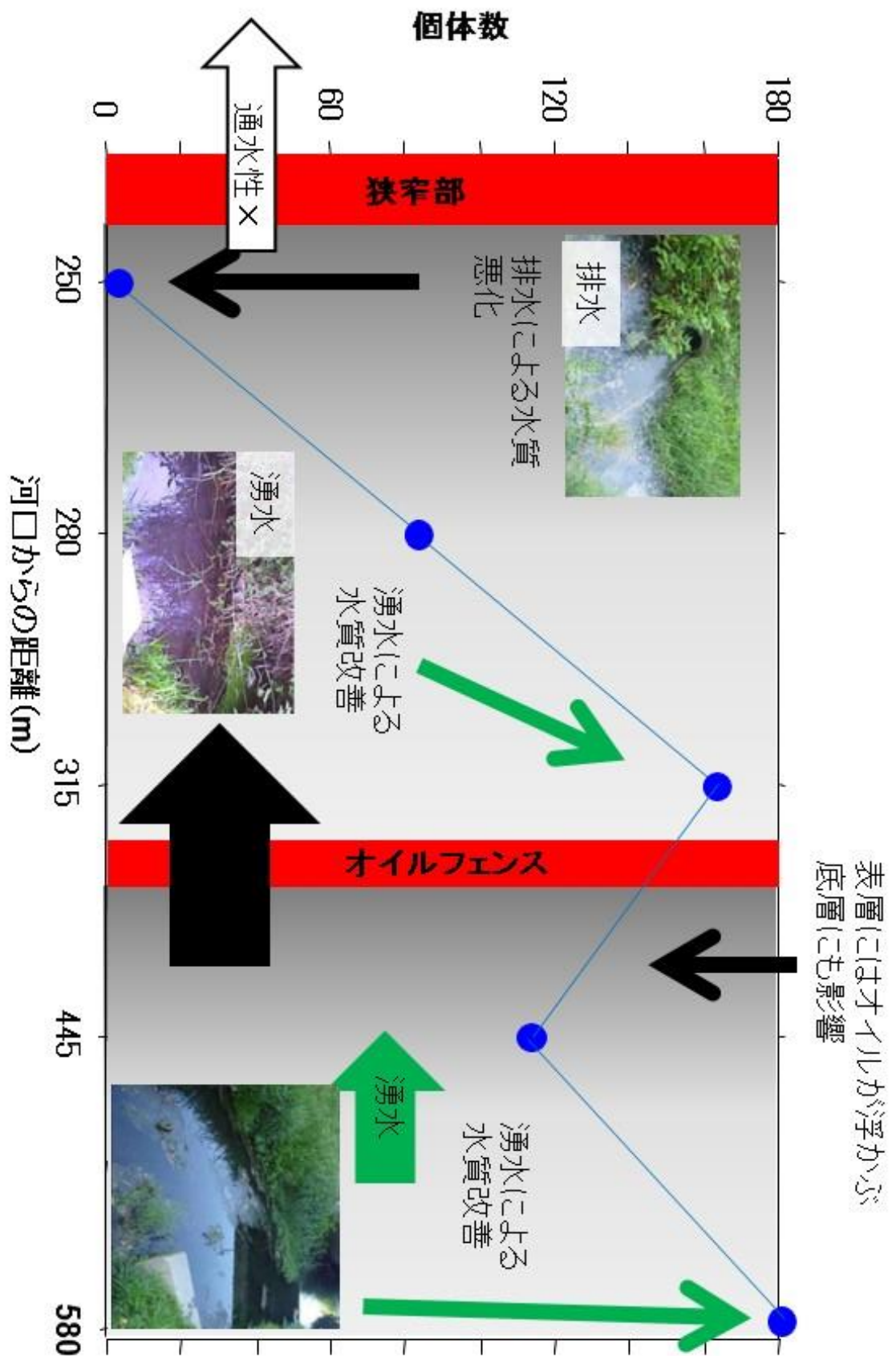
図(1)-14：源水川1の水上気温．上図：2013年8月，下図：2014年2月



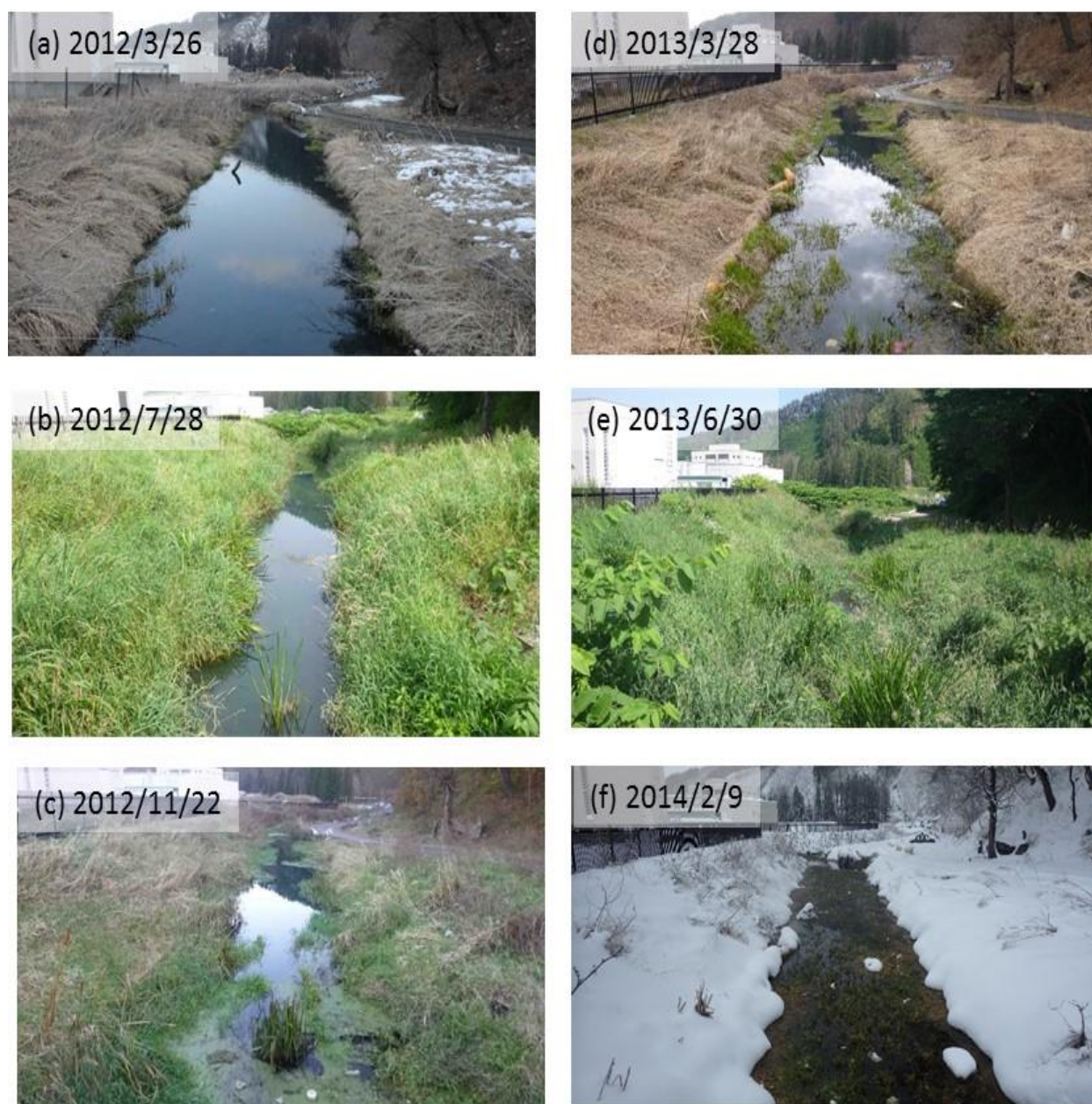
図(1)-15：震災直後（上図）と震災翌年（下図）のイトヨ



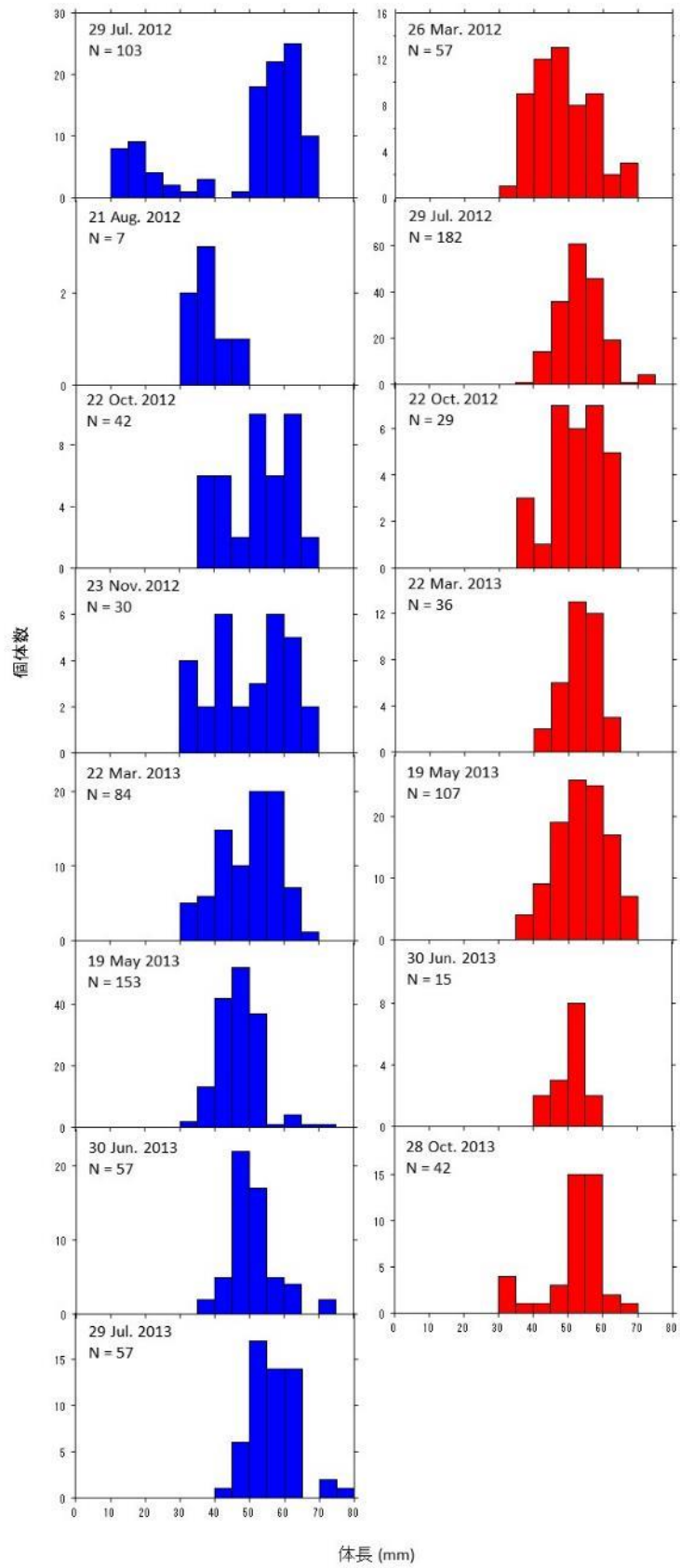
図(1)-16：震災前後の摂餌状況と寄生虫感染状況。(a) 空胃率、(b) 胃内容物重量、
(c) 寄生虫保有率、(d) 平均寄生虫感染数



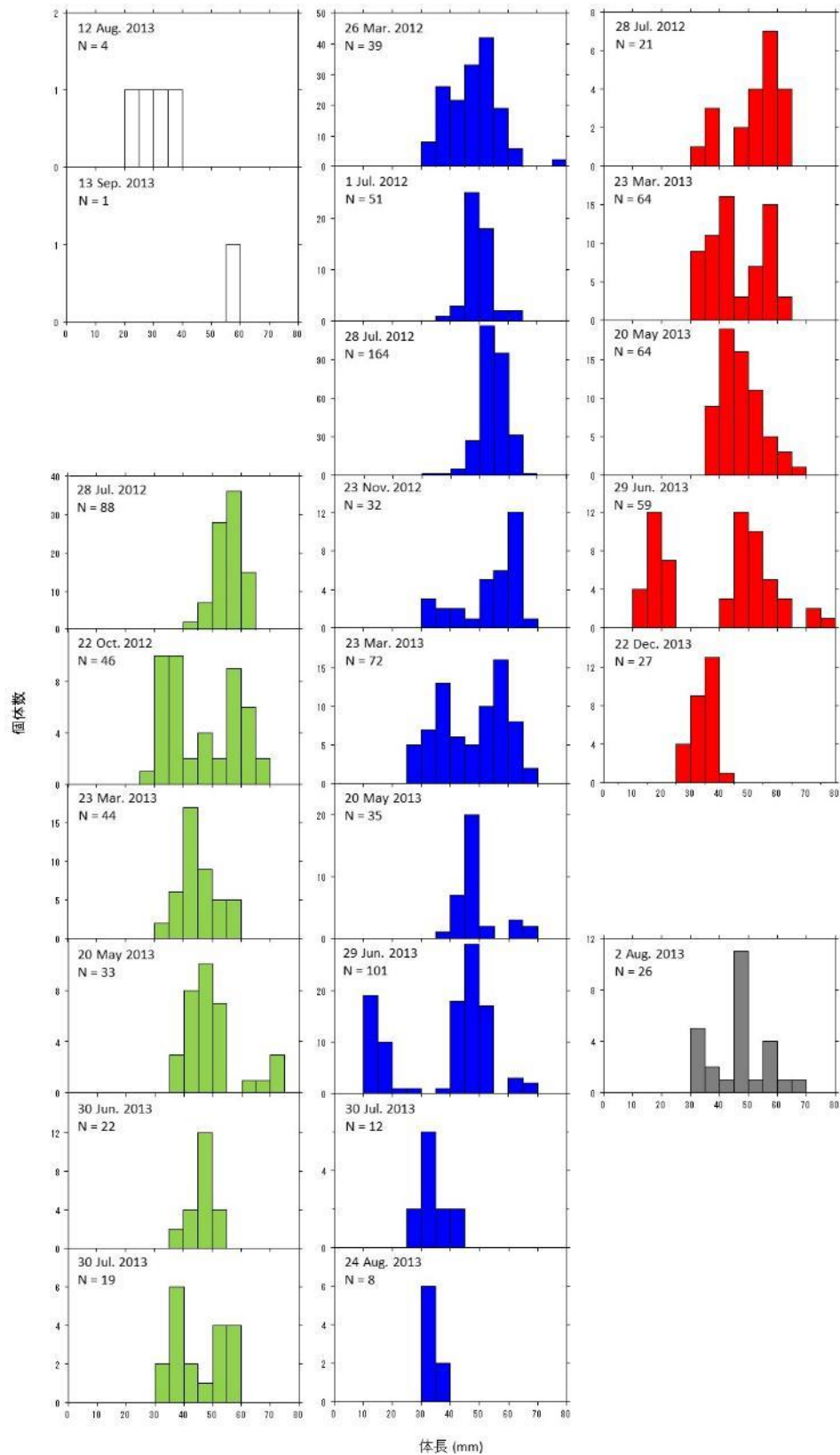
図(1)-17: 2012年8月のマスト川中流域における水質とイトヨ個体数との関係



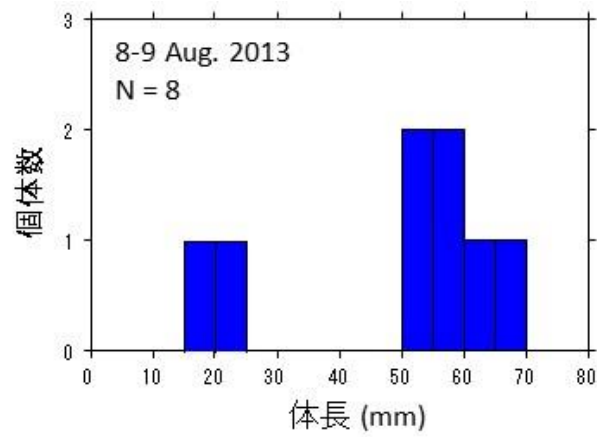
図(1)-18 : マスト川 3 の流水阻害状況。



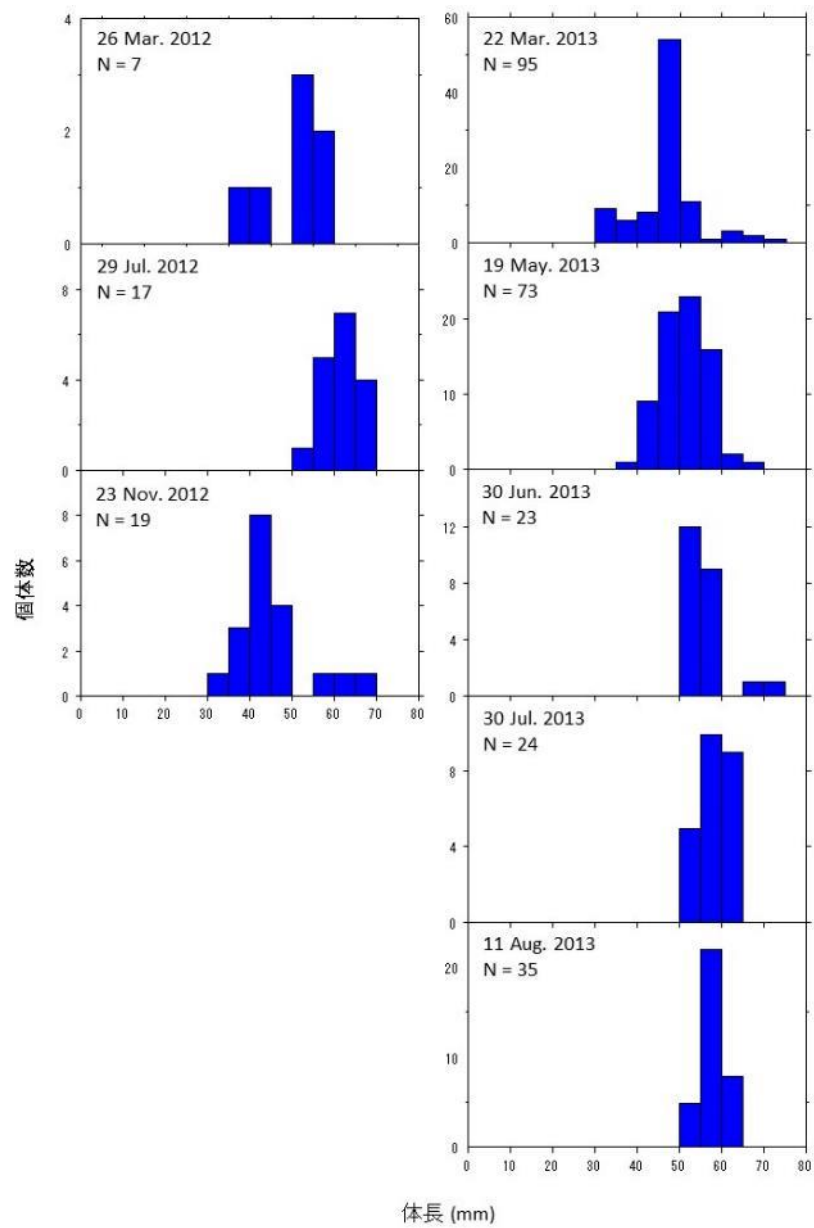
図(1)-19：源水川のイトヨ体長組成。青：源水川 2、赤：源水川 3



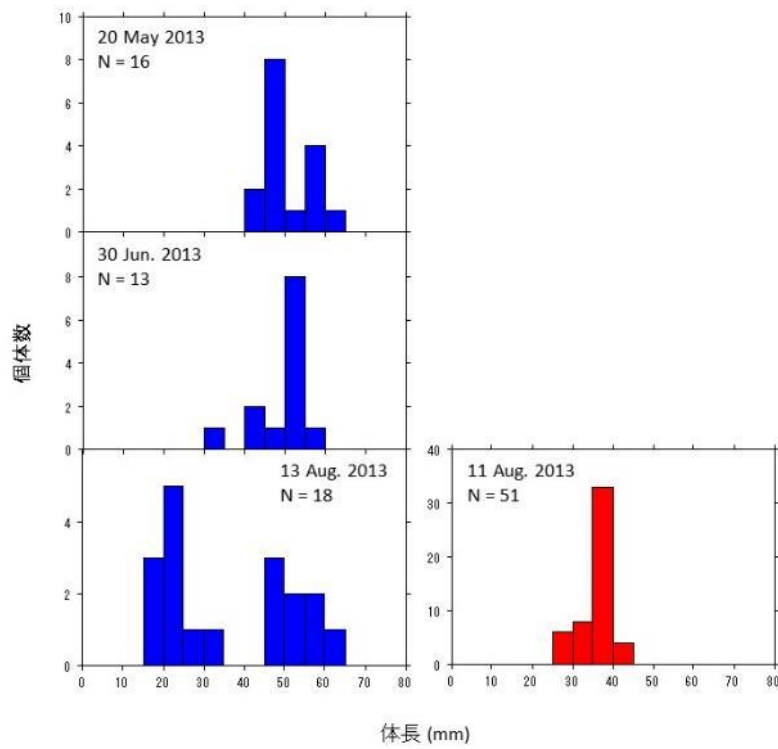
図(1)-20：マスト川のイトヨ体長組成。白：マスト川 1、緑：マスト川 2、
青：マスト川 3、赤：マスト川 4、黒：マスト川 5



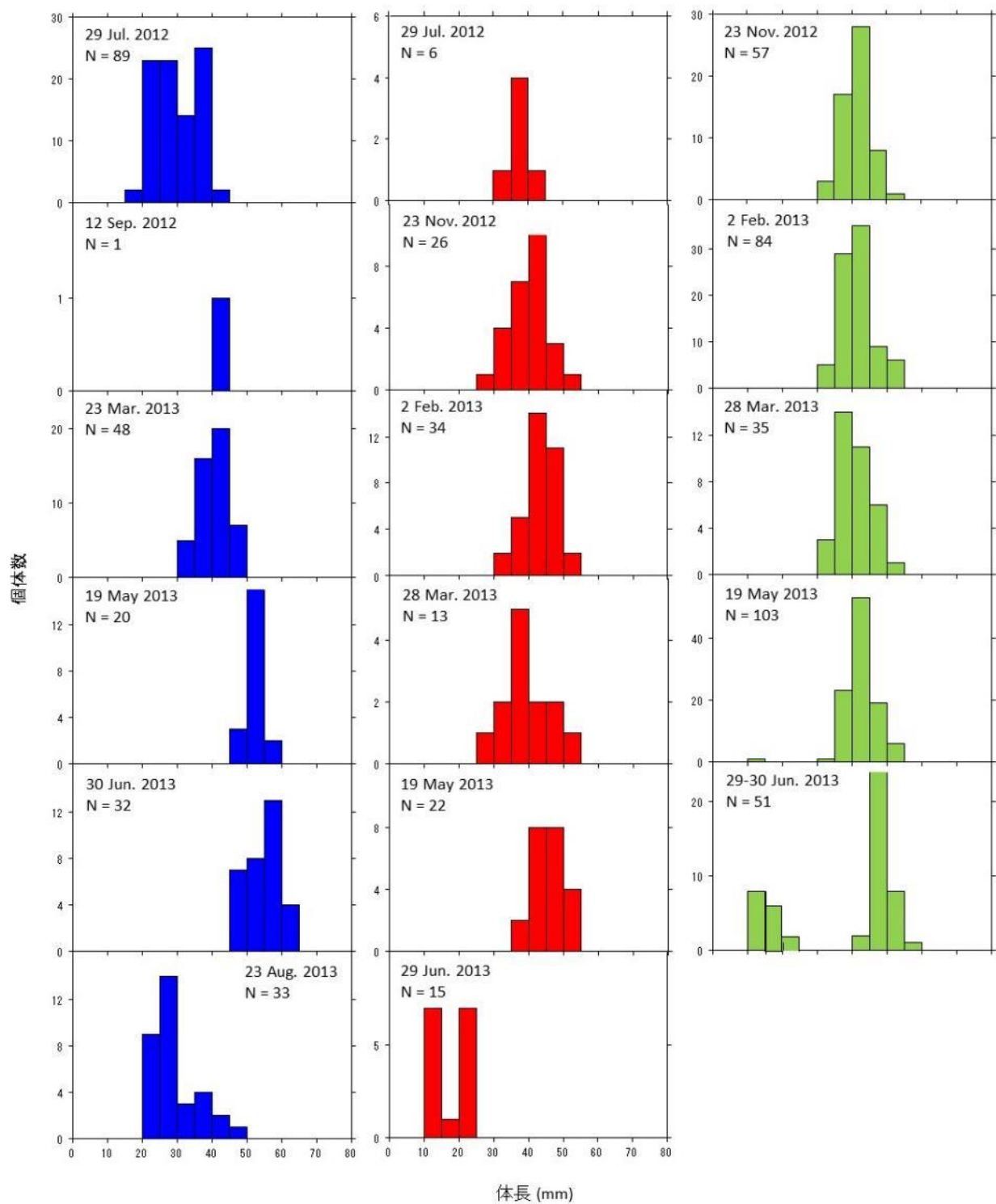
図(1)-21：大ヶロ川のイトヨ体長組成



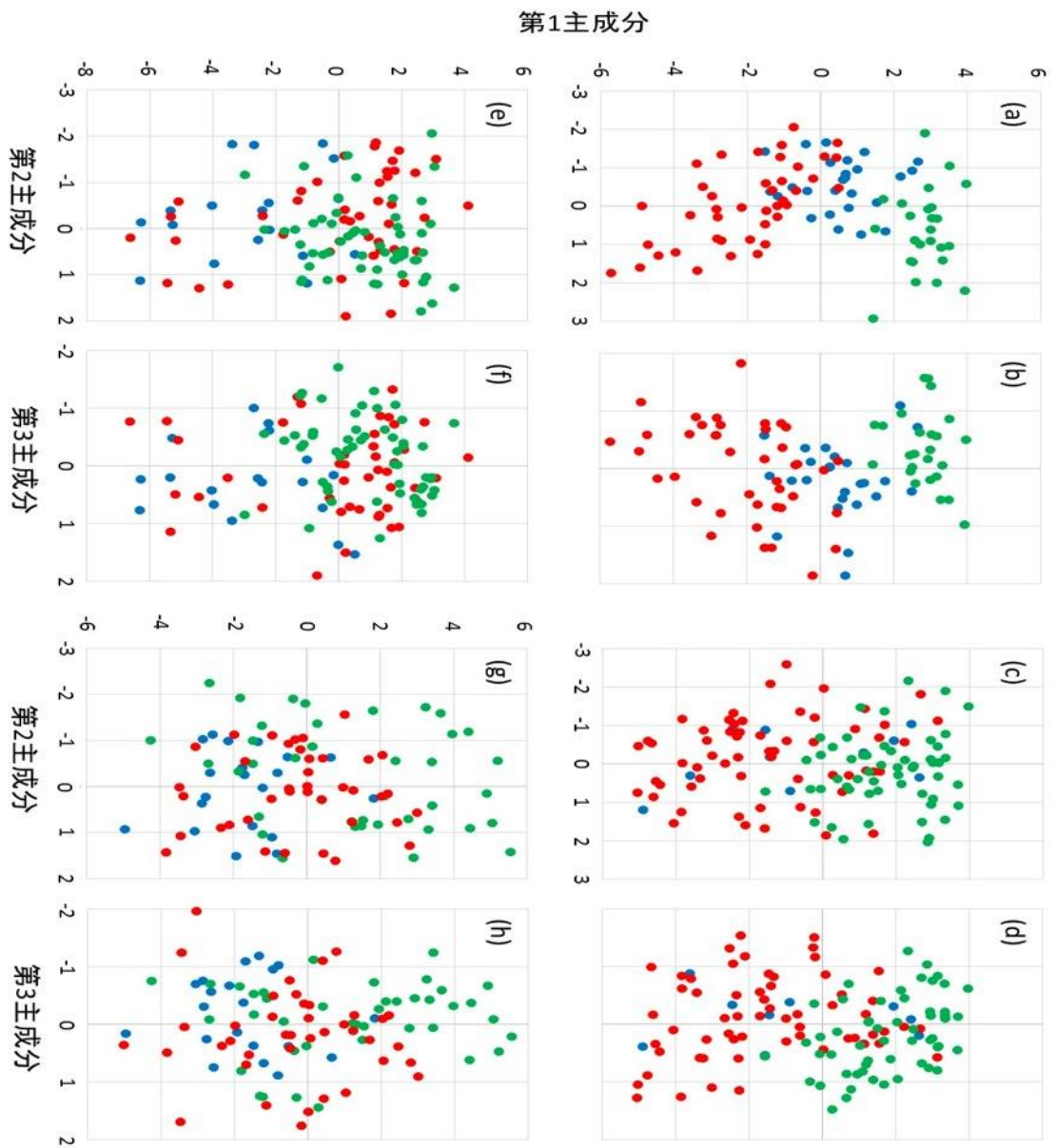
図(1)-22：ふれあい川のイトヨ体長組成



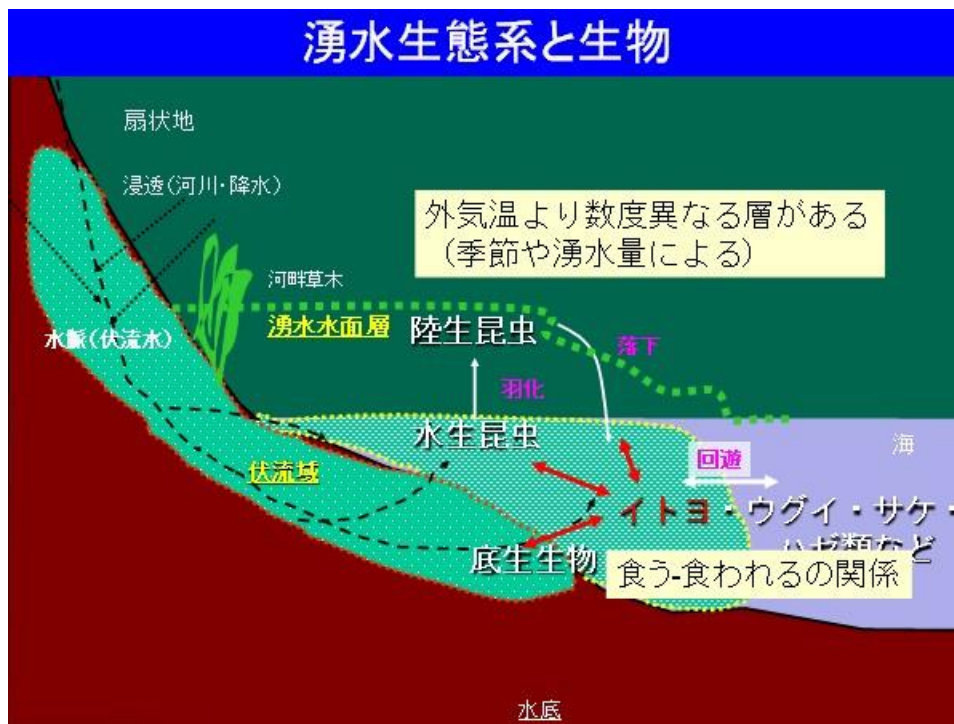
図(1)-23：小鎚川のイトヨ体長組成。青：小鎚川 2、赤：ライギョ沼



図(1)-24：新規水域のイトヨ体長組成。青：新規水域 1、赤：新規水域 2、緑：新規水域 3



図(1)-25：主成分分析の結果。(a)と(b)は 2012 年 7 月、(c)と(d)は 2013 年 2 月、(e)と(f)は 2013 年 5 月、(g)と(h)は 2014 年 2 月の個体について解析した。青は源水川の個体、赤はバスト川の個体、緑は新規水域の個体を示す。

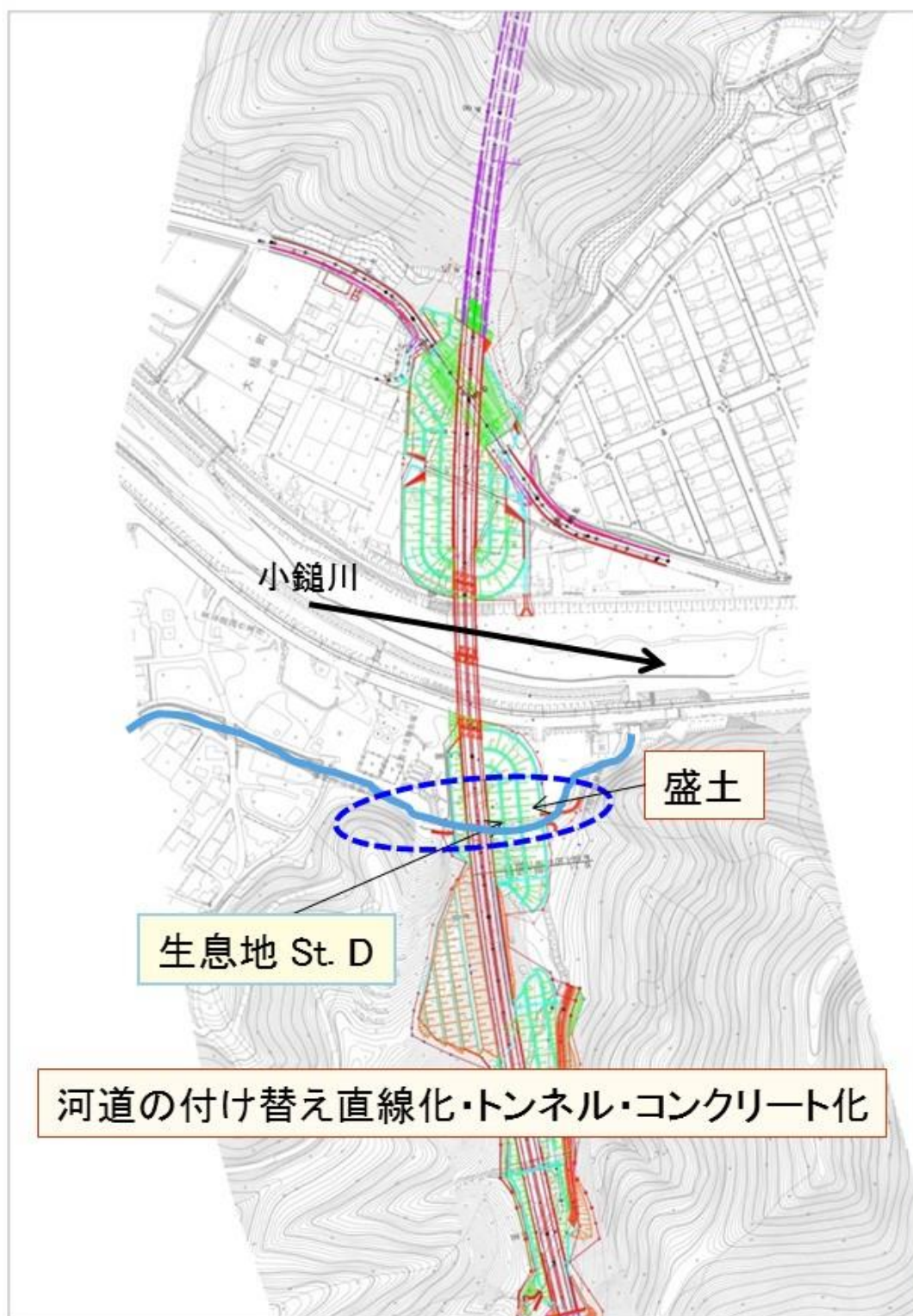


図(1)-26：湧水生態系におけるイトヨを中心とした食う—食われるの關係の概念図

大槌町イトヨ生息情報位置図(H25. 1 町情報を基に作成)



図(1)-27：三陸縦貫自動車道開通事業と大槌町のイトヨ生息地



図(1)-28：ふれあい川周辺の三陸縦貫自動車道開通事業計画の変更

表(1)-1：ノトヨの形態計測（平均±標準偏差）の結果

調査地点	採集日	個体数	体長	頭長	体高	尾柄高	眼径	第2背棘長	左腹棘長	右腹棘長
源水川2	2012 11	23	52.22 ± 9.20	16.05 ± 2.94	13.10 ± 2.54	2.17 ± 0.45	4.46 ± 0.64	5.25 ± 1.09	7.86 ± 1.39	7.91 ± 1.44
	2013 3 27	10	51.82 ± 6.53	16.47 ± 2.10	13.45 ± 1.92	1.98 ± 0.27	4.79 ± 0.55	5.18 ± 0.97	8.47 ± 1.20	8.51 ± 1.35
	2014 2 5	20	56.77 ± 3.33	17.03 ± 1.26	13.76 ± 0.91	2.08 ± 0.17	4.94 ± 0.35	5.66 ± 0.54	8.74 ± 0.70	8.78 ± 0.69
源水川3	2012 7 1	30	46.97 ± 5.98	14.28 ± 1.84	12.03 ± 1.68	1.91 ± 0.34	4.33 ± 0.37	4.36 ± 0.72	6.70 ± 0.93	6.74 ± 0.86
	2012 10 22	20	55.58 ± 5.31	17.21 ± 1.70	13.90 ± 1.40	2.15 ± 0.27	4.79 ± 0.33	5.49 ± 0.87	8.91 ± 1.09	8.95 ± 1.03
	2013 5 19	20	56.95 ± 4.67	17.25 ± 1.81	14.99 ± 1.48	2.10 ± 0.18	4.87 ± 0.48	5.61 ± 0.59	8.80 ± 0.91	8.83 ± 0.79
ノスト川12	2013 10 28	10	55.72 ± 4.79	17.80 ± 2.22	14.02 ± 1.25	2.15 ± 0.26	4.87 ± 0.47	5.76 ± 0.74	8.94 ± 0.84	8.67 ± 0.88
	2012 10 22	20	57.63 ± 5.95	18.14 ± 1.77	15.12 ± 1.76	2.31 ± 0.30	5.01 ± 0.40	5.48 ± 0.79	9.14 ± 1.06	9.02 ± 1.42
	2013 2 3	21	48.64 ± 5.01	15.55 ± 1.71	12.10 ± 1.00	1.97 ± 0.22	4.45 ± 0.36	4.78 ± 0.80	7.98 ± 0.52	7.84 ± 0.61
ノスト川13	2013 5 20	12	46.29 ± 3.20	14.06 ± 1.44	12.11 ± 1.19	1.84 ± 0.19	4.09 ± 0.39	4.38 ± 0.52	7.30 ± 0.73	7.33 ± 0.69
	2014 2 6	20	52.56 ± 4.69	16.57 ± 1.98	13.22 ± 1.39	1.94 ± 0.28	4.79 ± 0.45	5.09 ± 0.68	8.06 ± 0.92	8.09 ± 1.07
	2012 7 28	28	52.11 ± 5.48	16.25 ± 1.41	14.80 ± 1.17	2.11 ± 0.21	4.60 ± 0.42	4.78 ± 0.84	7.63 ± 0.96	7.65 ± 0.98
ノスト川14	2012 11 23	29	55.76 ± 8.08	17.22 ± 2.91	14.42 ± 2.20	2.30 ± 0.41	4.91 ± 0.55	5.41 ± 1.21	8.33 ± 1.46	8.66 ± 1.35
	2013 2 3	20	58.36 ± 4.66	18.14 ± 1.49	14.86 ± 1.15	2.28 ± 0.20	5.04 ± 0.31	6.24 ± 0.80	9.61 ± 0.87	9.74 ± 0.90
	2013 5 20	20	52.34 ± 7.22	15.84 ± 2.23	13.82 ± 2.05	1.99 ± 0.30	4.39 ± 0.51	4.84 ± 0.85	8.14 ± 1.12	8.14 ± 1.03
ふれあい川	2012 7 28	15	57.02 ± 3.44	18.27 ± 1.67	14.64 ± 1.25	2.25 ± 0.29	4.84 ± 0.30	5.96 ± 0.64	9.81 ± 0.78	9.68 ± 0.69
	2013 2 3	20	56.50 ± 3.60	17.45 ± 1.08	13.92 ± 0.90	2.16 ± 0.16	4.94 ± 0.26	5.26 ± 0.59	9.15 ± 1.10	8.85 ± 0.88
	2013 5 20	15	52.96 ± 4.42	16.11 ± 1.93	13.76 ± 1.25	1.97 ± 0.22	4.57 ± 0.61	4.98 ± 1.00	8.04 ± 1.13	8.35 ± 0.82
大テロ川	2014 2 5	20	53.21 ± 3.92	16.48 ± 1.11	12.99 ± 0.90	1.90 ± 0.19	4.85 ± 0.36	5.20 ± 0.69	8.39 ± 0.95	8.33 ± 0.95
	2013 8 8	6	58.42 ± 6.07	18.25 ± 1.43	16.01 ± 2.53	2.38 ± 0.26	5.12 ± 0.47	5.11 ± 0.65	8.34 ± 1.05	8.18 ± 1.13
	2012 11 23	15	47.24 ± 8.97	14.67 ± 2.87	11.96 ± 2.29	1.82 ± 0.35	4.18 ± 0.81	5.18 ± 0.83	8.07 ± 1.27	8.35 ± 1.25
ライギヨ沼	2013 2 2	20	52.25 ± 6.88	16.47 ± 2.49	13.62 ± 1.98	2.07 ± 0.26	4.68 ± 0.65	5.46 ± 0.81	8.84 ± 1.36	9.03 ± 1.29
	2013 5 19	20	53.21 ± 4.98	15.54 ± 1.82	13.99 ± 1.33	2.04 ± 0.14	4.60 ± 0.34	4.86 ± 0.62	8.04 ± 0.82	8.18 ± 1.01
	2014 2 6	20	55.12 ± 6.28	17.27 ± 2.28	13.99 ± 1.63	2.12 ± 0.26	5.02 ± 0.55	5.73 ± 0.92	9.03 ± 1.24	9.25 ± 1.22
小鯉川	2013 8 11	6	36.45 ± 0.88	11.13 ± 0.61	9.09 ± 0.47	1.38 ± 0.09	3.30 ± 0.09	4.32 ± 0.30	7.08 ± 0.50	7.09 ± 0.59
	2014 2 6	1	45.45 ± 7.66	14.07 ± 2.16	10.50 ± 1.83	1.58 ± 0.13	4.42 ± 0.23	4.39 ± 0.48	7.04 ± 1.18	6.87 ± 1.16
	2013 2 1	4	64.66 ± 5.18	19.13 ± 2.16	17.41 ± 1.83	2.65 ± 0.20	6.10 ± 0.42	6.23 ± 0.80	9.65 ± 1.01	8.81 ± 0.92
新規水域1	2014 2 7	11	46.41 ± 4.62	14.19 ± 2.09	11.18 ± 1.24	1.80 ± 0.24	4.29 ± 0.42	4.65 ± 0.59	7.26 ± 0.89	7.50 ± 1.05
	2012 7 29	19	37.77 ± 2.10	10.90 ± 0.58	9.48 ± 0.56	1.50 ± 0.14	3.48 ± 0.19	4.25 ± 0.45	6.25 ± 0.56	6.52 ± 0.57
	2013 2 3	15	44.28 ± 2.73	13.58 ± 1.12	10.84 ± 0.71	1.71 ± 0.13	4.22 ± 0.24	4.85 ± 0.79	7.67 ± 0.77	7.68 ± 0.77
新規水域2	2013 5 19	20	51.61 ± 2.69	15.92 ± 1.20	13.39 ± 1.21	2.03 ± 0.15	4.66 ± 0.32	4.72 ± 0.50	7.65 ± 0.71	7.66 ± 0.72
	2012 7 29	6	36.06 ± 3.43	11.43 ± 1.07	9.13 ± 0.77	1.53 ± 0.22	3.39 ± 0.24	4.18 ± 0.43	6.64 ± 0.73	6.66 ± 0.60
	2012 11 23	49	42.58 ± 3.64	12.92 ± 1.31	10.55 ± 0.90	1.66 ± 0.20	4.12 ± 0.36	4.40 ± 0.54	6.57 ± 0.70	6.69 ± 0.74
新規水域3	2013 2 2	20	45.51 ± 2.73	14.16 ± 1.28	11.03 ± 0.91	1.77 ± 0.14	4.11 ± 0.23	4.81 ± 0.65	7.52 ± 0.64	7.59 ± 0.67
	2013 5 19	15	46.47 ± 3.22	13.95 ± 0.82	11.91 ± 1.17	1.82 ± 0.12	4.06 ± 0.29	4.60 ± 0.38	7.17 ± 0.52	7.28 ± 0.65
	2013 2 2	20	46.87 ± 3.81	14.60 ± 1.34	11.72 ± 1.05	1.78 ± 0.15	4.36 ± 0.23	5.07 ± 0.67	7.99 ± 0.64	7.64 ± 1.90
新規水域11	2013 5 19	20	47.24 ± 3.10	14.22 ± 0.76	12.23 ± 1.38	1.77 ± 0.16	4.27 ± 0.32	4.56 ± 0.45	7.49 ± 0.52	7.52 ± 0.61
	2013 7 30	2	50.95 ± 1.07	15.50 ± 0.64	13.67 ± 0.79	1.99 ± 0.01	4.51 ± 0.33	4.99 ± 0.61	7.91 ± 0.35	7.77 ± 0.59
	2014 2 5	20	47.76 ± 4.48	14.52 ± 2.20	11.83 ± 1.36	1.82 ± 0.23	4.46 ± 0.53	4.96 ± 0.67	7.72 ± 0.88	7.77 ± 0.80
新規水域11	2014 2 5	20	49.95 ± 6.65	14.98 ± 2.28	12.47 ± 1.65	1.88 ± 0.26	4.45 ± 0.71	4.96 ± 0.66	7.56 ± 1.20	7.41 ± 1.04

*：計測個体数が1個体少ないことを示す。

#：計測個体数が2個体少ないことを示す。

表(1)-2：イトヨの鰓耙数

調査地点	調査日			15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	合計
源水川2	2012	11	23		1	4	2	7	6	2	2						24
	2013	3	27					3	4	1	2						10
	2014	2	5				4	6	4	4	2						20
源水川3	2012	7	1			3	5	8	5	5							26
	2012	10	22			2	2	3	7	5	1						20
	2013	5	19		1	2	5	4	4	3	1						20
	2013	10	28				1	3	4	2							6
マスト川2	2012	10	22				2	5	10	3							20
	2013	2	3				3	3	3	4	2	3	3				21
	2013	5	20				1	3	1	4	2	1					12
	2014	2	6					3	7	3	6	1					20
マスト川3	2012	7	28			2	10	6	5	1	2						26
	2012	11	23			3	9	9	5	3							29
	2013	2	3			1	6	2	6	3	2						20
	2013	5	20				3	5	4	5	2	1					20
マスト川4	2012	7	28				2	3	4	5	1						15
	2013	2	3		1	1	3	6	5	3	1						20
	2013	5	20				3	6	2	1	1		2				15
	2014	2	5				7	4	5	4							20
大ヶ口川	2013	8	8		1		1		1	1	2						6
ふれあい川	2012	11	23			4	3	5	1	2							15
	2013	2	2	1			5	4	5	2	3						20
	2013	5	19	1	1	1	3	4	4	2	3	1					20
	2014	2	6			1	3	9	2	3	2						20
ライギョ沼	2013	8	11						2	3	1						6
	2014	2	6							1							1
小鎚川	2013	2	1					2		1	1						4
	2013	5	20					2	1	5	4	3					15
	2014	2	7				1	1	5	2	2						11
新規水域1	2012	7	29		1		1	2	3	3	5	2	2				19
	2013	2	3				2	1	2	6	3	1					15
	2013	5	19			1	1	1	6	6	3	2					20
新規水域2	2012	7	29				1	2	2	1							6
	2012	11	23		1	2	7	7	8	6	4	6	1	2	4	1	49
	2013	2	2						2	9	3	4	2				20
	2013	5	19						2	6	4	2	1				15
新規水域3	2013	2	2				2	3	6	4	1	1	2	1			20
	2013	5	19				2	1	2	4	8	1	2				20
	2013	7	30								1	1					2
	2014	2	5			3	4	2	4	5	2						20
新規水域11	2014	2	5		1	3	3	5		6	1	1					20

表(1)-3：イトヨの背鰭条数

調査地点	調査日			背鰭条数					合計
				10	11	12	13	14	
源水川2	2012	11	23		9	15	2		26
	2013	3	27		2	7	1		10
	2014	2	5		4	12	4		20
源水川3	2012	7	1		7	20	3		30
	2012	10	22		3	14	3		20
	2013	5	19		3	15	2		20
	2013	10	28		1	7	2		10
マスト川2	2012	10	22		4	15	1		20
	2013	2	3		3	17		1	21
	2013	5	20		1	9	2		12
	2014	2	6		6	11	3		20
マスト川3	2012	7	28	2	9	14	2	1	28
	2012	11	23		2	21	6		29
	2013	2	3		3	15	2		20
	2013	5	20		7	8	5		20
マスト川4	2012	7	28			13	2		15
	2013	2	3		1	15	4		20
	2013	5	20		4	9	2		15
	2014	2	5		10	8	2		20
大ヶ口川	2013	8	8		1	2	3		6
ふれあい川	2012	11	23		3	12			15
	2013	2	2		4	13	2	1	20
	2013	5	19		1	17	2		20
	2014	2	6		2	7	10	1	20
ライギヨ沼	2013	8	11		1	2	2	1	6
	2014	2	6			1			1
小鎚川	2013	2	1		1	2	1		4
	2013	5	20		8	7			15
	2014	2	7		2	7	2		11
新規水域1	2012	7	29		5	11	2	1	19
	2013	2	3			9	5	1	15
	2013	5	19	1	5	10	4		20
新規水域2	2012	7	29		3	2	1		6
	2012	11	23		7	35	7		49
	2013	2	2		2	12	5	1	20
	2013	5	19		4	9	2		15
新規水域3	2013	2	2		4	15	1		20
	2013	5	19		3	16	1		20
	2013	7	30			12			2
	2014	2	5	2	3	9	6		20
新規水域11	2014	2	5		2	16	2		20

表(1)-4：イトヨの臀鰭条数

調査地点	調査日	臀鰭条数					合計
		7	8	9	10	11	
源水川2	2012 11 23		9	16	1		26
	2013 3 27		4	4	1		9
	2014 2 5		7	12	1		20
源水川3	2012 7 1		14	16			30
	2012 10 22		4	14	2		20
	2013 5 19		8	12			20
	2013 10 28	1	2	7			10
マスト川2	2012 10 22	1	10	7	2		20
	2013 2 3		2	19			21
	2013 5 20		2	6	4		12
	2014 2 6		5	13	2		20
マスト川3	2012 7 28	1	12	11	4		28
	2012 11 23	1	10	14	4		29
	2013 2 3		4	14	2		20
	2013 5 20		9	11			20
マスト川4	2012 7 28		6	7	2		15
	2013 2 3		9	10	1		20
	2013 5 20		8	7			15
	2014 2 5	1	11	7	1		20
大ヶロ川 ふれあい川	2013 8 8		3	2	1		6
	2012 11 23		3	12			15
	2013 2 2		5	12	3		20
	2013 5 19		6	12	2		20
ライギョ沼	2014 2 6		2	15	3		20
	2013 8 11			5	1		6
小鎚川	2014 2 6				1		1
	2013 2 1		3	1			4
	2013 5 20		7	8			15
新規水域1	2014 2 7		1	8	2		11
	2012 7 29		10	9			19
	2013 2 3		4	8	3		15
新規水域2	2013 5 19	1	7	10	2		20
	2012 7 29		1	3	2		6
	2012 11 23		15	33	1		49
	2013 2 2		5	12	3		20
新規水域3	2013 5 19		6	9			15
	2013 2 2		5	13	2		20
	2013 5 19		8	10	2		20
	2013 7 30			2			2
新規水域11	2014 2 5		5	11	2	1	19
	2014 2 5		11	8	1		20

表(1)-5：主成分分析の結果

	2012年7月				2013年2月		
	第1主成分	第2主成分	第3主成分		第1主成分	第2主成分	第3主成分
体長	-0.396	-0.018	0.121		-0.396	-0.004	-0.093
体高	-0.386	-0.148	0.216		-0.397	0.007	-0.132
頭長	-0.409	-0.009	0.113		-0.391	0.042	-0.191
眼径	-0.378	-0.186	0.296		-0.367	-0.044	-0.414
尾柄高	-0.378	-0.014	0.255		-0.384	0.023	-0.193
第2背棘長	-0.326	0.345	-0.606		-0.316	0.294	0.742
左腹棘長	-0.361	0.273	-0.417		-0.366	0.051	0.337
鰓耙数	0.078	0.865	0.482		0.128	0.952	-0.252
累積寄与率	0.707	0.844	0.921		0.742	0.862	0.923
	2013年5月				2014年2月		
	第1主成分	第2主成分	第3主成分		第1主成分	第2主成分	第3主成分
体長	-0.397	-0.027	-0.106		-0.401	-0.025	0.087
体高	-0.376	-0.056	-0.263		-0.402	0.003	0.242
頭長	-0.390	0.080	-0.161		-0.395	-0.012	0.238
眼径	-0.358	0.064	-0.429		-0.372	-0.150	0.260
尾柄高	-0.374	0.086	-0.188		-0.381	0.042	0.241
第2背棘長	-0.341	0.231	0.617		-0.337	0.123	-0.670
左腹棘長	-0.358	0.135	0.511		-0.354	0.074	-0.527
鰓耙数	0.190	0.952	-0.181		0.015	0.977	0.159
累積寄与率	0.724	0.830	0.895		0.702	0.831	0.897

表(1)-6：源水川の底生生物相

ID	科	和名	学名	源水川1			源水川2		源水川3					2014年 2月
				2012年	2013年		2012年	2013年	2012年	2013年				
				8月	10月	11月	8月	10月	8月	2月	5月	7月	10月	
1	サンカクアタマウズムシ	ナミウズムシ	<i>Dugesia japonica</i>		1	44				5			1	
2	ヒラタウズムシ	トウホクコガタウズムシ	<i>Phagocata tushiroji</i>											
3		三岐鰓目	TRICLADIDA											
4		ヤドリウズムシ目	NEORHABDOCOBLA											
5		縋形動物門	NEMERTINEA											
6		線形動物門	NEMATODA											
7	ミズツボ	コモチカワツボ	<i>Potamoxyphus antipodarum</i>	2	2	10							4	
8	カワザンショウガイ	カワザンショウガイ属	<i>Assiminea</i> sp.											
9	モノアラガイ	コシダカヒメモノアラガイ	<i>Lymnaea truncatula</i>											
10		モノアラガイ	<i>Radix auricularia japonica</i>							1				
11	サカマキガイ	サカマキガイ	<i>Physa acuta</i>			2	14	16	12				1	
12	イガイ	ホトギスガイ	<i>Musculista senhousia</i>											
13	マメシジミ	マメシジミ属	<i>Pisidium</i> sp.		2									
14	ゴカイ	カワゴカイ属	<i>Hediste</i> sp.											23
15	オヨギミズ	オヨギミズ属	<i>Lumbriculus</i> sp.		2	13								
16	ヒメミズ	ミズヒメミズ属	<i>Marionina</i> sp.		1	8					1		21	
17		ヒメミズ科	<i>Enchytraeidae</i>					1					17	
18	ミズミズ	カワリミズミズ	<i>Nais pardalis</i>											
19		ミズミズ科	<i>Naididae</i>		35			510						191
20		クロオビミズミズ	<i>Ophidonais serpentina</i>											
21		ニセミズミズ属	<i>Paranais</i> sp.											
22		ヨコレミズミズ	<i>Slavina appendiculata</i>					145						
23		ユリミズ	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>		1	9								
24		ミズミズ科	<i>Naididae</i>							268	32			4
25		イトミズ亜科	<i>Tubificinae</i>				1							
26	ツリミズ	ツリミズ科	<i>Lumbricidae</i>		2		3						1	
27		ツリミズ目	LUMBRICIDA											
28	イシビル	シマイシビル	<i>Dina lineata</i>											
29		イシビル科	<i>Erpobdellidae</i>											
30	ウオビル	ウオビル科	<i>Pisicollidae</i>											1
31	アオイダニ	アオイダニ属	<i>Lebertia</i> sp.		1	11							1	
32	ナガレダニ	ナガレダニ属	<i>Sperchon</i> sp.		1	114				1				
33		オナナゲレダニ属	<i>Sperchonopsis</i> sp.											
34	ケイリュウダニ	ケイリュウダニ属	<i>Torrenticola</i> sp.							32				
35	オヨギダニ	マガリアンダニ属	<i>Atractodes</i> sp.											
36		オヨギダニ属	<i>Hygrobatas</i> sp.		1	10	3					54	48	158
37	タマミズダニ	タマミズダニ属	<i>Micropsis</i> sp.											
38		カイアシ亜綱	COPEPODA		1							16		
39		カイアシ亜綱	OSTRACODA				2						74	
40	タナイス	キスイタナイス	<i>Sireklobus stanfordi</i>											7
41	シロクマ	シロクマ属	<i>Leucon</i> sp.											
42	ユンボンコエビ	ドロソコエビ属	<i>Grandidierella</i> sp.											
43	マミズコエビ	フロリダマミズコエビ	<i>Crangonyx floridanus</i>											
44	キタコエビ	オオエビコエビ	<i>Jesogammarus jessoensis</i>											
45		キタコエビ科	<i>Anisogammaridae</i>											3
46	メリタコエビ	メリタコエビ属	<i>Melita</i> sp.											1
47	ミズムシ	ミズムシ	<i>Asellus hilgendorfi hilgendorfi</i>		3	50							13	
48	コツブムシ	イソツブムシ属	<i>Gnoriomphaeroma</i> sp.											83
49	アミ	クロイサザアミ	<i>Neomysis awatschensis</i>											
50		イサザアミ	<i>Neomysis intermedia</i>											
51		イサザアミ属	<i>Neomysis</i> sp.											
52	テナガエビ	ユビナガスジエビ	<i>Palaemon macrodactylus</i>											
53	エビジャコ	ウリタエビジャコ	<i>Crangon uritai</i>											
54	モクズガニ	モクズガニ	<i>Eriocheir japonicus</i>			1								
55		ケフサイノガニ	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>											1
56	ヒメフタオカゲロウ	ヒメフタオカゲロウ属	<i>Ameletus</i> sp.											
57	コカゲロウ	ミジカオフタバコカゲロウ	<i>Acentrella sibirica</i>											
58		ヨシノコカゲロウ	<i>Alairites yoshinensis</i>											
59		フタバコカゲロウ	<i>Baetis japonica</i>											
60		フタモンコカゲロウ	<i>Baetis taiwanensis</i>				1							
61		シロハラコカゲロウ	<i>Baetis thermicus</i>				10			265				
62		フタバカゲロウ属	<i>Cloeon</i> sp.											
63		トビイロコカゲロウ	<i>Nigrobaetis chocratus</i>											
64		ロカゲロウ	<i>Nigrobaetis</i> sp. 1									407		
65		コバネヒゲトガリコカゲロウ	<i>Tenuibaetis parviterus</i>									16		
66	ヒラタカゲロウ	ミヤマタニガワカゲロウ属	<i>Cinygmula</i> sp.											
67		タニガワカゲロウ属	<i>Ecdyonurus</i> sp.									33		
68		キイロヒラタカゲロウ	<i>Epeorus aesculus</i>									1		
69		ナミヒラタカゲロウ	<i>Epeorus ilanensis</i>									16		
70		エルモンヒラタカゲロウ	<i>Epeorus latifolium</i>									135		
71		ユミモンヒラタカゲロウ	<i>Epeorus nipponicus</i>											
72		ヒラタカゲロウ属	<i>Epeorus</i> sp.											
73		ヒメヒラタカゲロウ属	<i>Rhytrogena</i> sp.											
74	チラカゲロウ	チラカゲロウ	<i>Isomychia japonica</i>											
75	トビイロカゲロウ	ウエストントビイロカゲロウ	<i>Paraleptophlebia westoni</i>											
76		トビイロカゲロウ属	<i>Paraleptophlebia</i> sp.									297		
77	モンカゲロウ	フタスジモンカゲロウ	<i>Ephemera japonica</i>											
78		モンカゲロウ	<i>Ephemera strigata</i>											

“-”は一般的な和名が無いことを示す。

表(1)-6：続き 1

ID	科	和名	学名	源水川1			源水川2		源水川3					2014年 2月
				2012年 8月	2013年 10月	11月	2012年 8月	2013年 10月	2012年 8月	2013年 2月	5月	7月	10月	
79	マダラカゲロウ	オオクママダラカゲロウ	<i>Cincticostella elongatula</i>											
80		チェルノバマダラカゲロウ	<i>Cincticostella orientalis</i>											
81		トウヨウマダラカゲロウ属	<i>Cincticostella</i> sp.											
82		オオマダラカゲロウ	<i>Drunella basalis</i>							185				
83		ヨシノマダラカゲロウ	<i>Drunella ishiyamana</i>											
84		コウノマダラカゲロウ	<i>Drunella kohnoi</i>											
85		フタマタマダラカゲロウ	<i>Drunella sachalinensis</i>											
86		ミツトゲマダラカゲロウ	<i>Drunella trispina</i>							448				
87		トゲマダラカゲロウ属	<i>Drunella</i> sp.										8	
88		ホソバマダラカゲロウ	<i>Ephemera atagosa</i>											
89		エラブタマダラカゲロウ	<i>Torleya japonica</i>											
90		シリナガマダラカゲロウ	<i>Ephemerella longicaudata</i>											
91		クシゲマダラカゲロウ	<i>Ephemerella setigera</i>				1							
92		アカマダラカゲロウ	<i>Uracanthella punctisetae</i>											
93	ヒメシロカゲロウ	ヒメシロカゲロウ属	<i>Caenis</i> sp.							373				
94	イトトンボ	イトトンボ科	Coenagrionidae											
95	ヤンマ	ギンヤンマ	<i>Anax parthenope julius</i>											
96		ダビドサナエ	<i>Davidius nanus</i>											
97	サナエトンボ	ダビドサナエ属	<i>Davidius</i> sp.		1	2								
98		コオニヤンマ	<i>Sieboldius albardae</i>											
99		ヒメサナエ	<i>Sinogomphus flavolimbatus</i>											
100		サナエトンボ科	Gomphidae									1		
101	エゾトンボ	コヤマトンボ	<i>Macromia amphigena amphigena</i>											
102	アミメカワゲラ	フタスジクサカワゲラ	<i>Isoperla nipponica</i>											
103		コグサヒメカワゲラ属	<i>Ostrovus</i> sp.								55			
104		ヒメカワゲラ属	<i>Stavolus</i> sp.											
105		アミメカワゲラ科	Perlodidae											
106	ミドリカワゲラ	セスジミドリカワゲラ属	<i>Sweltsa</i> sp.											
107		ミドリカワゲラ科	Chloroperlidae											
108	シタカワゲラ	オビシタカワゲラ属	<i>Obipteryx</i> sp.								60			
109		シタカワゲラ科	Taeniopterygidae								16			
110	オナシカワゲラ	オナシカワゲラ属	<i>Nemoura</i> sp.		1	8	21		17			20	128	
111		フサオナシカワゲラ属	<i>Amphinemura</i> sp.											
112	カワゲラ	カミムラカワゲラ	<i>Kanemura tibialis</i>											
113		フタツメカワゲラ属	<i>Neoperla</i> sp.								16			
114		オオヤマカワゲラ属	<i>Oyamia</i> sp.											
115	クロカワゲラ	クロカワゲラ科	Capniidae											
116	ホソカワゲラ	ホソカワゲラ科	Leuctridae											
117	ヘビトンボ	ヘビトンボ	<i>Prothemis grandis</i>											
118		タイリククロスジヘビトンボ	<i>Parachauliodes continentalis</i>											
119	センブリ	センブリ属	<i>Sialis</i> sp.										3	
120	ナガレトビケラ	カワムラナガレトビケラ	<i>Rhyacophila kawamurae</i>								1			
121		キノナガレトビケラ	<i>Rhyacophila kisoensis</i>											
122		トランスクイナナガレトビケラ	<i>Rhyacophila transquilla</i>								1			
123		ナガレトビケラ属	<i>Rhyacophila</i> sp.				1							
124	ヒメトビケラ	ハゴイタヒメトビケラ属	<i>Oxyethira</i> sp.		1									
125	ヤマトトビケラ	ヤマトトビケラ属	<i>Glossosoma</i> sp.								1			
126	ヒゲナガカワトビケラ	チャバネヒゲナガカワトビケラ	<i>Stenopsyche sauteri</i>											
127	カワトビケラ	タニカワトビケラ属	<i>Dolophilodes</i> sp.											
128	シマトビケラ	ウルマーシマトビケラ	<i>Hydropsyche orientalis</i>											
129	イフトビケラ	ミヤマイトフトビケラ属	<i>Plectrocnemia</i> sp.											
130	マルバネトビケラ	マルバネトビケラ属	<i>Phryganopsycha</i> sp.								1		2	
131	トビケラ	ムラサキトビケラ	<i>Eubasilissa regina</i>										1	
132	カクスイトビケラ	マルツツトビケラ	<i>Micrasema quadriloba</i>											
133	カクツツトビケラ	カクツツトビケラ属	<i>Lepidostoma</i> sp.			22					74		1	
134	エグリトビケラ	エグリトビケラ科	Limnephilidae											
135	コエグリトビケラ	コエグリトビケラ属	<i>Apatania</i> sp.				6		7	16	4	64	11	
136	ニンギョウトビケラ	ニンギョウトビケラ	<i>Goera japonica</i>				3							
137		ニンギョウトビケラ属	<i>Goera</i> sp.											
138	ヒゲナガトビケラ	ヒメセトトビケラ	<i>Trichostodes japonicus</i>											
139		タテヒゲナガトビケラ属	<i>Ceraclea</i> sp.											
140		ヒゲナガトビケラ属	<i>Leptocerus</i> sp.											
141		アオヒゲナガトビケラ属	<i>Mystacides</i> sp.										1	
142		クサツミトビケラ属	<i>Oecetis</i> sp.											
143	ホソバトビケラ	ホソバトビケラ	<i>Molanna moesta</i>		1			1						
144	アシエダトビケラ	コバントビケラ	<i>Anisocentropus kawamurai</i>											
145	ガガンボ	ガガンボ属	<i>Tipula</i> sp.		3		1							
146		ウスバガガンボ属	<i>Antocha</i> sp.		8						119			
147	-	-	<i>Dicranota</i> sp.								16			
148		ヒゲナガガガンボ属	<i>Hexatoma</i> sp.								2			
149	ヌカカ	ヌカカ科	Ceratopogonidae		2	18	7	16	13	1	107	1	184	

“-”は一般的な和名が無いことを示す。

表(1)-6：続き 2

ID	科	和名	学名	源水川1			源水川2		源水川3					
				2012年 8月	2013年 10月	11月	2012年 8月	2013年 10月	2012年 8月	2013年 2月	5月	7月	10月	2014年 2月
150	ユスリカ	ダンドラヒメユスリカ属	<i>Abtatesmyia</i> sp.											
151		ヤグキキタモンユスリカ	<i>Brundiniella yagukiensis</i>		7	12								
152		ヒメユスリカ属	<i>Conchapelopia</i> sp.		9	207		32		1	20		1	
153		トラフユスリカ属	<i>Conchapelopia</i> sp.	43			39		54					
154		モンヌマユスリカ属	<i>Nataria</i> sp.		23	20					8		17	
155		ボカシマユスリカ属	<i>Macropelopia</i> sp.	32			10		24			2		
156		カユスリカ属	<i>Procladius</i> sp.				17	19	19				1	
157		オオユキユスリカ属	<i>Pagastia</i> sp.				4		1					
158		ウスギメヒメユスリカ属	<i>Rheopelopia</i> sp.							273				
159		ハヤセヒメユスリカ属	<i>Trissopelopia</i> sp.			1				1				
160		モンユスリカ亜科	Tanyptodinae	1			3				37		1	
161		カモヤマユスリカ	<i>Pothastia longimana</i>		8	2					1		2	
162		リョウカクサフユスリカ	<i>Pothastia montium</i>											
163		フサユキユスリカ属	<i>Sympotthastia</i> sp.							20				
164		ヤマユスリカ亜科	Diaesinae											
165		トゲヤマユスリカ属	<i>Monodamesa</i> sp.	63	13	2	6	5	6		10		1	
166		ハダカユスリカ属	<i>Cardiocladius</i> sp.							18				
167		コナユスリカ属	<i>Corynoneura</i> sp.											
168		ツヤユスリカ属	<i>Oricotopus</i> sp.	5	27	153	12	16		1				
169		ナガレツヤユスリカ属	<i>Rheocricotopus</i> sp.											
170		フタユスリカ	<i>Diplocladius cultriger</i>			1								
171		デンマクエリユスリカ属	<i>Eukiefferiella</i> sp.		8									
172		ケバネエリユスリカ属	<i>Metriocnemus</i> sp.											
173		ケバエリユスリカ属	<i>Brillia</i> sp.											
174		フユスリカ属	<i>Hydrobaenus</i> sp.											
175		エリユスリカ属	<i>Orthocladius</i> sp.			18		1		66				
176		ニセトゲアエリユスリカ属	<i>Parachaetocladius</i> sp.							38				
177		ケボシエリユスリカ属	<i>Parakiefferiella</i> sp.											
178		クロツヤエリユスリカ属	<i>Paratrachocladius</i> sp.							230	20			
179		クビユスリカ	<i>Nanocladius asiaticus</i>											
180		ニセエリユスリカ属	<i>Pseudorthocladius</i> sp.											
181		ケボシエリユスリカ属	<i>Parakiefferiella</i> sp.											
182		ムナクボエリユスリカ属	<i>Synorthocladius</i> sp.			1								
183		ナガレツヤユスリカ属	<i>Rheocricotopus</i> sp.		0					34				
184		ムナクボエリユスリカ属	<i>Synorthocladius</i> sp.		0					51				
185		スカユスリカ属	<i>Thienemanniella</i> sp.		42		1							
186		ニセテンマクエリユスリカ属	<i>Ivetenia</i> sp.			1								
187		エリユスリカ亜科	Orthocladinae			18		16		1				
188		ユスリカ属	<i>Chironomus</i> sp.	1	1		7	18	104			1	16	
189		カマガタユスリカ属	<i>Cryptochironomus</i> sp.											
190		ホソミユスリカ属	<i>Dicrotendipes</i> sp.					347					7	
191		セボリユスリカ属	<i>Glyptotendipes</i> sp.											
192		ナガスネユスリカ属	<i>Microsetra</i> sp.	25	212	710	8	167	61		27	187	189	
193		ツヤムネユスリカ属	<i>Microtendipes</i> sp.						13	51				
194		ケバコブユスリカ属	<i>Paraclopolina</i> sp.											
195		ニセヒゲユスリカ属	<i>Paratanytarsus</i> sp.			17		1					1	
196		コバナユスリカ属	<i>Hamischia</i> sp.											
197		ハモンユスリカ属	<i>Polypedilum</i> sp.	6	43	6	226	1,270	224		7	84	209	
198		ナガレユスリカ属	<i>Rheotanytarsus</i> sp.				8							
199		キザキユスリカ	<i>Sergentia kizakiensis</i>				1	5	8			1	10	
200		ケミジユスリカ属	<i>Stempelellina</i> sp.											
201		アシマダユスリカ属	<i>Stictochironomus</i> sp.	111	70	33		81	15		20	47	134	
202		ヒゲユスリカ属	<i>Tanytarsus</i> sp.							18				
203		ユスリカ亜科	Chironominae		8	22	5	24	3		65	16	25	
204	ホソカ	ホソカ属	<i>Dixa</i> sp.											
205	ブユ	ツノムユブ属	<i>Eusimulium</i> sp.			8	3							
206		アシマダブユ属	<i>Simulium</i> sp.											
207	ナガレアブ	アシマダブユ属	<i>Asuraquina caerulea</i>											
208	ミズアブ	クロモンナガレアブ	<i>Odontomyia</i> sp.											
209	アブ	アブ科	Tabanidae								1			
210	アシナガバエ	アシナガバエ科	Dolichopodidae											
211	オドリバエ	オドリバエ科	Empididae	1	1	10							1	
212		ミギワバエ科	Ephydriidae											
213	不明	ハエ目	DIPTERA											
214	ゲンゴロウ	ヒメゲンゴロウ亜科	Colymbetinae			1			1				1	
215		ヒメゲンゴロウ	<i>Rhantus suturalis</i>											
216		チャイロシマチビゲンゴロウ	<i>Nebrioporus anchoralis</i>											
217		ケンゲンゴロウ亜科	Hydroporinae											
218		マメゲンゴロウ	<i>Aeabus japonicus</i>											
219	ミズスマシ	オナガミズスマシ属	<i>Orectochilus</i> sp.											
220	コガシマズムシ	ヒメコガシマズムシ属	<i>Halipus</i> sp.	2		1					60	24	29	
221		クビボソコガシマズムシ	<i>Halipus japonicus</i>				1				1			
222	ヒメドROMシ	ゴトウミノドROMシ	<i>Ordobrevia gotoi</i>											
223		ナガアシドROMシ属	<i>Grouvefinus</i> sp.											
224		マルヒメドROMシ属	<i>Optioservus</i> sp.											
225		ヒメツヤドROMシ属	<i>Zaitzeviana</i> sp.											
226		ミノドROMシ属	<i>Ordobrevia</i> sp.											
227	ヒラタドROMシ	クシヒゲマルヒラタドROMシ	<i>Eubrianax pranicollis</i>											
228		ヒラタドROMシ	<i>Mataeocephalus japonicus</i>							1				
229	ホタル	ヘイケボタル	<i>Luciola lateralis</i>							0				
230		ホタル科	Lampyridae											
分類群数				12	28	44	30	20	17	47	22	13	36	9
個体数合計				292	485	1,623	425	2,691	582	3,695	553	512	1,275	314

“-”は一般的な和名が無いことを示す。

表(1)-7: マスト川の底生生物相

ID	科	和名	学名	2012年	マスト川1				2014年	マスト川2		マスト川3		2012年	マスト川4				2014年	
				8月	2月	5月	7月	10月	2月	2012年	2013年	2012年	2013年		8月	2月	5月	7月		10月
1	サンカクアタマウスムシ	ナミウズムシ	<i>Dugesia japonica</i>							1										41
2	ヒラタウズムシ	トウホクコガタウズムシ	<i>Phagocata teschirogi</i>																	2
3		三岐島目	TRICLADIDA			28	116	45					10							
4		ヤドリウズムシ目	NEORHABDOCOELA			23	2													
5		紐形動物門	NEMERTINEA			6		2												
6		線形動物門	NEMATODA				4													
7	ミズツボ	コモチカワツボ	<i>Potamopyrgus antipodorum</i>						33											
8	カワザンショウガイ	カワザンショウガイ属	<i>Ascidinea</i> sp.																	
9	モノアラガイ	コシダカヒメモノアラガイ	<i>Lymnaea truncatula</i>										1						8	
10		モノアラガイ	<i>Radix auricularia japonica</i>										6					74	0	
11	サカマキガイ	サカマキガイ	<i>Physa acuta</i>						37									65	27	
12	イガイ	ホトトギスガイ	<i>Musculista senhousia</i>																	
13	マメシジミ	マメシジミ属	<i>Fisidium</i> sp.																	
14	ゴカイ	カワゴカイ属	<i>Hediste</i> sp.	9		147	179	59					125							
15	オヨギミズ	オヨギミズ属	<i>Lumbriculus</i> sp.								32									
16	ヒメミズ	ミズヒメミズ属	<i>Marionina</i> sp.			32		1												
17		ヒメミズ科	<i>Enchytraeidae</i>					1												
18	ミズミズ	カワリミズミズ	<i>Nais parvula</i>		2												16			
19		ミズミズ科	<i>Naididae</i>					3				16							65	
20		クロオビミズミズ	<i>Ophidonais serpentina</i>													8		65		
21		ニセミズミズ属	<i>Paranais</i> sp.	2			8													
22		ヨシレミズミズ	<i>Slavina appendiculata</i>																64	
23		ユリミズ	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>																	3
24		ミズミズ科	<i>Naididae</i>			286	29										104	180	385	
25		イトミズ虫科	<i>Tubificinae</i>																	
26	ツリミズ	ツリミズ科	<i>Lumbricidae</i>						2											1
27		ツリミズ目	LUMBRICIDA						6											
28	イシビル	シマイシビル	<i>Dina lineata</i>																	
29		イシビル科	<i>Erebodellidae</i>																	
30	ウオビル	ウオビル科	<i>Piscicolidae</i>				17													
31	アオイダニ	アオイダニ属	<i>Lebertia</i> sp.		3															1
32	ナガレダニ	ナガレダニ属	<i>Sperchon</i> sp.		20														24	2
33		オニナガレダニ属	<i>Sperchonopsis</i> sp.																	16
34	ケイリュウダニ	ケイリュウダニ属	<i>Torrenticola</i> sp.		3															
35	オヨギダニ	マガリアシダニ属	<i>Atractodes</i> sp.		17															
36		オヨギダニ属	<i>Hygrobatas</i> sp.				3				17						96	34	130	66
37	タマミズダニ	タマミズダニ属	<i>Mideopsis</i> sp.		2															
38		カイアシ虫綱	COPEPODA						6			16							316	
39		カイアシ虫綱	OSTRACODA																	
40	タナイス	キス イタナイス	<i>Sinellus stanfordi</i>	1		2	22	4												
41	シロクマ	シロクマ属	<i>Leucon</i> sp.													56				
42	コシロコエビ	ドロソコエビ属	<i>Grandidierella</i> sp.													11				
43	マズコエビ	フロリダマズコエビ	<i>Grangonyx floridanus</i>																	
44	キタコエビ	オオエビコエビ	<i>Jesocammarus jessoensis</i>				3	1								23				
45		キタコエビ科	<i>Anisocammaridae</i>																	
46	メリタコエビ	メリタコエビ属	<i>Meleta</i> sp.	3			47	14								74				
47	ミズムシ	ミズムシ	<i>Asellus hilgendorfi hilgendorfi</i>					1			687									
48	コツブムシ	イノコツブムシ属	<i>Gnathophaerona</i> sp.	11		26	1	50												
49	アミ	クロイサザアミ	<i>Neomysis anatachensis</i>	1																
50		イサザアミ	<i>Neomysis intermedia</i>																	
51		イサザアミ属	<i>Neomysis</i> sp.																13	64
52	テナガエビ	ユビナガスジエビ	<i>Palaeomon macrodactylus</i>																	
53	エビジャコ	ウリタエビジャコ	<i>Crangon uniai</i>																	
54	モクスガニ	モクスガニ	<i>Eriocheir japonicus</i>			3	1											1		
55		ケフサイソガニ	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>													1				
56	ヒメフタオカゲロウ	ヒメフタオカゲロウ属	<i>Ameletus</i> sp.		43				10											6
57	コカゲロウ	シジカオフタバコカゲロウ	<i>Acanthella sibirica</i>																	
58		ヨシノコカゲロウ	<i>Alantodes yashiroensis</i>																	64
59		フタバコカゲロウ	<i>Baetis japonica</i>																	64
60		フタモンコカゲロウ	<i>Baetis taiwanensis</i>			4														
61		シロハラコカゲロウ	<i>Baetis thermicus</i>																	133
62		フタバカゲロウ属	<i>Glyptotendipes</i> sp.																1	
63		トビイロコカゲロウ	<i>Nigrobaetis chocoensis</i>																	
64		コカゲロウ	<i>Nigrobaetis</i> sp. 1			86			136											
65		コバネヒゲトガリコカゲロウ	<i>Tenellaetis parviflora</i>			1														32
66	ヒラタカゲロウ	ミヤマタニガワカゲロウ属	<i>Gynopetia</i> sp.			27														19
67		タニガワカゲロウ属	<i>Ecdyonurus</i> sp.			115														32
68		キイロヒラタカゲロウ	<i>Epeorus aesculus</i>																	
69		ナミヒラタカゲロウ	<i>Epeorus bananensis</i>																	
70		エルモンヒラタカゲロウ	<i>Epeorus latifolium</i>			100			34											362
71		ユミモンヒラタカゲロウ	<i>Epeorus nipponicus</i>																	8
72		ヒラタカゲロウ属	<i>Epeorus</i> sp.																	
73		ヒメヒラタカゲロウ属	<i>Rhythrogena</i> sp.		18															
74	チラカゲロウ	チラカゲロウ	<i>Isonychia japonica</i>		1															1
75	トビイロカゲロウ	ウェストントビイロカゲロウ	<i>Paraleptophlebia westoni</i>																	
76		トビイロカゲロウ属	<i>Paraleptophlebia</i> sp.			79			4											925
77	モンカゲロウ	フタスジモンカゲロウ	<i>Ephemera japonica</i>																	
78		モンカゲロウ	<i>Ephemera striata</i>						237											

“-”は一般的な和名が無いことを示す。

表(1)-7：続き 1

ID	科	和名	学名	2012年	マスト川1 2013年				2014年	マスト川2			マスト川3		マスト川4 2013年					2014年
				8月	2月	5月	7月	10月	2月	2012年	2013年	2012年	2013年	2012年	2013年	2月	5月	7月	10月	2月
79	マダラカゲロウ	オオクママダラカゲロウ	<i>Cincticostella elongatula</i>		5															19
80		チエリノバマダラカゲロウ	<i>Cincticostella orientalis</i>		2															
81		トウヨウマダラカゲロウ属	<i>Cincticostella</i> sp.																	19
82		オオマダラカゲロウ	<i>Drunella basalis</i>		65															64
83		ヨシノマダラカゲロウ	<i>Drunella ishiyamana</i>																	
84		コウノマダラカゲロウ	<i>Drunella kohnoi</i>																	1
85		フタタマダラカゲロウ	<i>Drunella sachalinensis</i>																	
86		ミツゲマダラカゲロウ	<i>Drunella trispina</i>		1															3
87		トゲマダラカゲロウ属	<i>Drunella</i> sp.		318															896
88		ホノバマダラカゲロウ	<i>Ephemerella atagosa</i>						7											
89		エラブタマダラカゲロウ	<i>Torleya japonica</i>																	16
90		シリナガマダラカゲロウ	<i>Ephaceroella longicaudata</i>																	
91		クシゲマダラカゲロウ	<i>Ephemerella setigera</i>																	
92		アカマダラカゲロウ	<i>Uracanthella punctisetae</i>		57															81
93	ヒメシロカゲロウ	ヒメシロカゲロウ属	<i>Caenis</i> sp.		34				2221											96
94	イトトンボ	イトトンボ科	Coenagrionidae																	
95	ヤンマ	ヤンマ	<i>Anax parthenope julius</i>																	
96		ダビドサナエ	<i>Davidius nanus</i>		1				2											
97	サナエトンボ	ダビドサナエ属	<i>Davidius</i> sp.						3											
98		コオニヤンマ	<i>Sieboldius alburdae</i>						1											
99		ヒメサナエ	<i>Sinogomphus flavolimbatus</i>																	
100		サナエトンボ科	Gomphidae						2											
101	エトトンボ	コヤマトンボ	<i>Macromia amphigena amphigena</i>																	
102	アミメカワゲラ	フタスジカワゲラ	<i>Isoperla niponica</i>		1															
103		コグサヒメカワゲラ属	<i>Ostrova</i> sp.		44				4											110
104		ヒメカワゲラ属	<i>Stenonema</i> sp.																	1
105		アミメカワゲラ科	Perlidae		6				2											33
106	ミドリカワゲラ	セシジミミドリカワゲラ属	<i>Swellia</i> sp.		7															67
107		ミドリカワゲラ科	Chloroperlidae		3															32
108	シタカワゲラ	オビシタカワゲラ属	<i>Obietarix</i> sp.																	1
109		シタカワゲラ科	Taeniopterygidae		1															
110	オナシカワゲラ	オナシカワゲラ属	<i>Nemoura</i> sp.		3				141			20				8		1		1
111		フサオナシカワゲラ属	<i>Angitia nemura</i> sp.		1															16
112	カワゲラ	カミムラカワゲラ	<i>Kamimura tibialis</i>						2											8
113		フタツメカワゲラ属	<i>Neoperla</i> sp.		1				6											16
114		オオヤマカワゲラ属	<i>Oyamia</i> sp.																	1
115	クロカワゲラ	クロカワゲラ科	Capniidae		8															
116	ホソカワゲラ	ホソカワゲラ科	Leuctridae		1															
117	ヘビトンボ	ヘビトンボ	<i>Prothemis grandis</i>																	
118		タイリククロスジヘビトンボ	<i>Parachauliodes continentalis</i>						1											
119	ヤンブリ	ヤンブリ属	<i>Sialis</i> sp.						2			2								
120	ナガレトビケラ	カフムラナガレトビケラ	<i>Rhyacophila kawamurae</i>		1															
121		キノナガレトビケラ	<i>Rhyacophila kisoensis</i>																	1
122		トランスクイナナガレトビケラ	<i>Rhyacophila transquilla</i>																	3
123		ナガレトビケラ属	<i>Rhyacophila</i> sp.		4															
124	ヒメトビケラ	ハゴイタヒメトビケラ属	<i>Oxythira</i> sp.		1				3											
125	ヤマトビケラ	ヤマトビケラ属	<i>Glossosoma</i> sp.		1											24		1		
126	ヒゲナガカワトビケラ	チャバネヒゲナガカワトビケラ	<i>Stenopsyche sauteri</i>																	
127	カワトビケラ	タニガワトビケラ属	<i>Dolophanes</i> sp.																	2
128	シマトビケラ	ウルマーシマトビケラ	<i>Hydropsyche orientalis</i>																	
129	イワトビケラ	ミヤマイトビケラ属	<i>Plectrocnemia</i> sp.		1				5											
130	マルバネトビケラ	マルバネトビケラ属	<i>Phryganopsyche</i> sp.						1											
131	トビケラ	ムラサキトビケラ	<i>Eubasilissa regina</i>																	
132	カクスイトビケラ	マルツツトビケラ	<i>Micrasema quadriploba</i>																	1
133	カクツツトビケラ	カクツツトビケラ属	<i>Lepidostoma</i> sp.		32				389											74
134	エグリトビケラ	エグリトビケラ科	Limnephilidae																	
135	コエグリトビケラ	コエグリトビケラ属	<i>Apatania</i> sp.		2				2											3
136	ニンギョウトビケラ	ニンギョウトビケラ	<i>Goera japonica</i>									1								
137		ニンギョウトビケラ属	<i>Goera</i> sp.						1											4
138	ヒゲナガトビケラ	ヒメヤマトビケラ	<i>Trichostedus japonicus</i>																	1
139		タテヒゲナガトビケラ属	<i>Ceraclea</i> sp.		1															
140		ヒゲナガトビケラ属	<i>Leptocerus</i> sp.						1											
141		アオヒゲナガトビケラ属	<i>Myticetus</i> sp.						34											
142		クサツミトビケラ属	<i>Oecetis</i> sp.		1				67											1
143	ホソノトビケラ	ホソノトビケラ	<i>Molanna moesta</i>						1											
144	アシエダトビケラ	コバントビケラ	<i>Anisocentropus kawamurae</i>																	
145	ガガンボ	ガガンボ属	<i>Tigula</i> sp.																	
146		ウスバガガンボ属	<i>Antocha</i> sp.		16															59
147		-	<i>Dicranota</i> sp.																	2
148		ヒゲナガガガンボ属	<i>Hexatoma</i> sp.																	6
149	マカハ	マカハ科	Ceratopogonidae						1							5	110	33	455	9

“-”は一般的な和名が無いことを示す。

表(1)-7 : 続き 2

ID	科	和名	学名	2012年	マスト川1				2014年	マスト川2			マスト川3		2012年	マスト川4				2014年
				8月	2月	5月	7月	10月	2月	2012年	2013年	2013年	2012年	2013年	8月	2月	5月	7月	10月	2月
150	ユスリカ	ダングラメユスリカ属	<i>Abalatesmyia</i> sp.																	
151		ヤグキキダモンユスリカ	<i>Brundinella yagukiensis</i>																	
152		ヒメユスリカ属	<i>Conchapelopia</i> sp.		1		1	2		1		121					20	2	130	16
153		トラフユスリカ属	<i>Conchapelopia</i> sp.												2					
154		モンズマユスリカ属	<i>Natarsia</i> sp.									148					1		1	
155		ボカシマユスリカ属	<i>Macropelopia</i> sp.			1							5		3			23		
156		カユスリカ属	<i>Procladius</i> sp.										2	282			4	1	129	123
157		オオユキユスリカ属	<i>Pagastia</i> sp.																	
158		ウスギヒメユスリカ属	<i>Rheopelopia</i> sp.		67															141
159		ハヤセヒメユスリカ属	<i>Trisopelopia</i> sp.		37				69											1
160		モンユスリカ亜科	Tanyptininae																	
161		カモヤマユスリカ	<i>Potthastia longimana</i>								1						9			
162		リョウカクシユスリカ	<i>Potthastia montium</i>																	
163		フユユスリカ属	<i>Symptothaenia</i> sp.		106															60
164		ヤマユスリカ亜科	Dimeciinae		2															1
165		トゲヤマユスリカ属	<i>Monodiamesa</i> sp.							4						3	11		5	
166		ハダカユスリカ属	<i>Cardiocladius</i> sp.		88															
167		コナユスリカ属	<i>Corynoneura</i> sp.								16									
168		ツギユスリカ属	<i>Cricotopus</i> sp.		19		2	1												103
169		ナガレツギユスリカ属	<i>Rheocricotopus</i> sp.																	
170		フタエユスリカ	<i>Diplocladius cutrigger</i>					1								1				
171		デンマクエリユスリカ属	<i>Eukiefferiella</i> sp.																	68
172		ケバネエリユスリカ属	<i>Meloborisomus</i> sp.																	
173		ケバエリユスリカ属	<i>Brillia</i> sp.																	
174		フユユスリカ属	<i>Hydrobaenus</i> sp.						32			132								
175		エリユスリカ属	<i>Orthocladius</i> sp.		17	2			32								9			
176		ニセゲアシエリユスリカ属	<i>Parachaetocladius</i> sp.						1											
177		ケボシエリユスリカ属	<i>Parakiefferiella</i> sp.						2											1
178		クロツギエリユスリカ属	<i>Paratracheocladus</i> sp.		34				177	49							84			19
179		クビユスリカ	<i>Nanocladius asiaticus</i>																	
180		ニセエリユスリカ属	<i>Pseudorthocladius</i> sp.																	
181		ケボシエリユスリカ属	<i>Parakiefferiella</i> sp.																	
182		ムナクボエリユスリカ属	<i>Synorthocladius</i> sp.																	
183		ナガレツギユスリカ属	<i>Rheocricotopus</i> sp.		119															2
184		ムナクボエリユスリカ属	<i>Synorthocladius</i> sp.																	33
185		ズカユスリカ属	<i>Thienemannella</i> sp.				2				20							64		16
186		ニセテンマクエリユスリカ属	<i>Tvetenia</i> sp.		16															145
187		エリユスリカ亜科	Orthocladinae		20					18										82
188		ユスリカ属	<i>Chironomus</i> sp.	8						1872	51		1	9			6	143	461	1
189		カマガタユスリカ属	<i>Cryptochironomus</i> sp.						1											
190		ホシユスリカ属	<i>Dicetendipes</i> sp.			1		1					3	26						
191		セボリユスリカ属	<i>Glyptotendipes</i> sp.											8						
192		ナガスネユスリカ属	<i>Microseta</i> sp.			4	4	10			309				3	119	50	1232	9	32
193		ツヤムネユスリカ属	<i>Microtendipes</i> sp.						1											16
194		ケバネエリユスリカ属	<i>Paraclopedina</i> sp.																	
195		ニセヒゲユスリカ属	<i>Paratanytarsus</i> sp.								113						84		260	
196		コバナユスリカ属	<i>Harnischia</i> sp.																	
197		ハモンユスリカ属	<i>Polypedilum</i> sp.	1						20	343		14		103	58	292	264	90	8
198		ナガレユスリカ属	<i>Rheotanytarsus</i> sp.																	
199		キザユスリカ	<i>Sergentia kirakensis</i>								1									
200		ケミユスリカ属	<i>Stenopellinea</i> sp.																	
201		アシマダラユスリカ属	<i>Stictochironomus</i> sp.		1															
202		ヒゲユスリカ属	<i>Tanytarsus</i> sp.														9	16	323	
203		ユスリカ亜科	Chironominae														2		518	
204	ホソカ	ホソカ属	<i>Dixa</i> sp.							65										67
205	フユ	ツノマユフユ属	<i>Eusimulium</i> sp.																	
206		アシマダラフユ属	<i>Simulium</i> sp.		1															18
207	ナガレアブ	クロモンナガレアブ	<i>Asuragina caerulea</i>																	
208	ミズアブ	-	<i>Odonotomys</i> sp.																	
209	アブ	アブ科	Tabanidae																	
210	アシナガバエ	アシナガバエ科	Dolichopodidae																	
211	オドリバエ	オドリバエ科	Empididae						1											
212		ミギワバエ科	Ephydriidae																	
213	不明	ハエ目	DIPTERA							1										
214	ゲンゴロウ	ヒメゲンゴロウ亜科	Colymbetinae	1					2											1
215		ヒメゲンゴロウ	<i>Rhyacophila suturalis</i>							1										
216		チャイロシマチビゲンゴロウ	<i>Nehiroporus anchoralis</i>																	
217		ゲンゲンゴロウ亜科	Hydroptorinae										1							
218		マメゲンゴロウ	<i>Agabus japonicus</i>							1										
219	ミズスマシ	オナガミズスマシ属	<i>Orectochilus</i> sp.		2				1											
220	コガシメズムシ	ヒメコガシメズムシ属	<i>Halplus</i> sp.									17			2	19	18			17
221		クビボシコガシメズムシ	<i>Halplus japonicus</i>																	
222	ヒメドロムシ	ゴトウミドロムシ	<i>Ordoberia gotoi</i>																	
223		ナガアシドロムシ属	<i>Grouvelinus</i> sp.																	
224		マルヒメドロムシ属	<i>Optioservus</i> sp.		2															
225		ヒメツヤドロムシ属	<i>Zaitzeviana</i> sp.																	
226		ミドロムシ属	<i>Ordoberia</i> sp.																	
227	ヒラタドロムシ	クシヒゲマルヒラタドロムシ	<i>Eubrianus granicollis</i>						2											
228		ヒラタドロムシ	<i>Matsepecephus japonicus</i>																	
229	ホタル	ヘイケボタル	<i>Luciola lateralis</i>																	2
230		ホタル科	Lampyridae																	
分類群数				9	60	13	16	20	48	10	18	9	15	13	21	13	30	17		69
個体数合計				37	1,555	576	438	203	3,727	2,163	1,914	90	713	187	709	871	4,938	820		4,121

“-”は一般的な和名が無いことを示す。

表(1)-8: 大ヶロ川、ふれあい川、大樋川、小樋川の底生生物相

ID	科	和名	学名	大ヶロ川		ふれあい川			大樋川			小樋川1		小樋川2					
				2012年	2013年	2013年			2013年			2014年		2013年		2013年			2014年
				8月	10月	10月	2月	5月	11月	2月	2月	5月	2月	5月	11月	2月			
1	サンカクアタマウズムシ	ナミウズムシ	<i>Dugesia japonica</i>								16					6	8		
2	ヒラタウズムシ	トウホクコガタウズムシ	<i>Phagocata teshiropii</i>																
3		三岐眼目	TRICLADIDA			198	2					12			5				
4		ヤドリウズムシ目	NEORHABDOCOELA			183						13	4		76				
5		線形動物門	NEMERTINEA			1	2					15	23						
6		線形動物門	NEMATODA																
7	ミズツボ	コモチカワツボ	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>			6,499			92										
8	カワザンショウガイ	カワザンショウガイ属	<i>Assiminea</i> sp.			2													
9	モノアラガイ	コシダカヒメモノアラガイ	<i>Lymnaea truncatula</i>		83				13										
10		モノアラガイ	<i>Radix auricularia japonica</i>													2			
11	サカマキガイ	サカマキガイ	<i>Physa acuta</i>		20				3										
12	イガイ	ホトギスガイ	<i>Musculista senhousia</i>																
13	マメシジミ	マメシジミ属	<i>Pisidium</i> sp.	1	70														
14	ゴカイ	カワゴカイ属	<i>Hediste</i> sp.			71	60					70	15	113					
15	オヨギミズ	オヨギミズ属	<i>Lumbriculus</i> sp.	3	36			9		45							49		
16	ヒメミズ	ミズヒメミズ属	<i>Marionina</i> sp.		142		2												
17		ヒメミズ科	Enchytraeidae																
18	ミズミズ	カワリミズミズ	<i>Nais pardalis</i>																
19		ミズミズ科	Naididae																
20		クロオビミズミズ	<i>Ophidonais serpentina</i>																
21		ニセミズミズ属	<i>Paranais</i> sp.						7			38	905	151					
22		ヨコレミズミズ	<i>Stavina appendiculata</i>																
23		ユリミズ	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>														3		
24		ミズミズ科	Naididae				20			15		31	2				81		
25		イトミズ虫科	Tubificinae																
26	ツリミズ	ツリミズ科	Lumbricidae																
27		ツリミズ目	LUMBRICIDA																
28	イシビル	シマイシビル	<i>Dina lineata</i>																
29		イシビル科	Eryodellidae																
30	ウオビル	ウオビル科	Piscicolidae				3												
31	アオイダニ	アオイダニ属	<i>Lebertia</i> sp.																
32	ナガレダニ	ナガレダニ属	<i>Sperchon</i> sp.		162					16					2	1			
33		オニナガレダニ属	<i>Sperchonopsis</i> sp.																
34	ケイリュウダニ	ケイリュウダニ属	<i>Torrenticola</i> sp.		16				3						43				
35	オヨギダニ	マガリアンダニ属	<i>Atractides</i> sp.																
36		オヨギダニ属	<i>Hygrobatas</i> sp.							56					20		42		
37	タマミズダニ	タマミズダニ属	<i>Meiopsis</i> sp.												4				
38		カイアシ亜綱	COPEPODA		20			160	25										
39		カイアシ亜綱	OSTRACODA	1															
40	タナイス	キスイタナイス	<i>Sinolobus stanfordi</i>			26	1					27	108						
41	シロクマ	シロクマ属	<i>Leucon</i> sp.			1						34	38		2				
42	ユンボソコエビ	ドロソコエビ属	<i>Grandidierella</i> sp.									8			40				
43	マミズコエビ	フロリダマミズコエビ	<i>Orangonyx floridanus</i>																
44	キタコエビ	オオエノコエビ	<i>Jesogammarus jesoensis</i>																
45		キタコエビ科	Anisogammaridae				1												
46	メリタコエビ	メリタコエビ属	<i>Meleta</i> sp.			134	10					14			21				
47	ミズムシ	ミズムシ	<i>Aesellus hilgendorffi hilgendorffi</i>							10						3	11		
48	コツムシ	イソツツムシ属	<i>Gonimosphæroma</i> sp.			1	44					71	3		3				
49	アミ	クロイサザアミ	<i>Neomysis awatschensis</i>				1					17			2				
50		イサザアミ	<i>Neomysis intermedia</i>																
51		イサザアミ属	<i>Neomysis</i> sp.																
52	テナガエビ	ユビナガスジエビ	<i>Palaemon macrodactylus</i>																
53	エビジャコ	ウリタエビジャコ	<i>Oranipon uritai</i>																
54	モクズガニ	モクズガニ	<i>Eriocheir japonicus</i>													1			
55		ケフサイソガニ	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>																
56	ヒメフタオカゲロウ	ヒメフタオカゲロウ属	<i>Ameletus</i> sp.				16									6	2		
57	コカゲロウ	ミジカオフタバコカゲロウ	<i>Acentrella sibirica</i>														1		
58		ヨシノコカゲロウ	<i>Alalinea yoshinensis</i>														2		
59		フタバコカゲロウ	<i>Baetis japonica</i>																
60		フタモンコカゲロウ	<i>Baetis taiwanensis</i>		1				47		16				1	1			
61		シロハラコカゲロウ	<i>Baetis thermicus</i>													14			
62		フタバカゲロウ属	<i>Cloeon</i> sp.																
63		トビイロコカゲロウ	<i>Nigrobaetis chocoatus</i>													7			
64		コカゲロウ	<i>Nigrobaetis</i> sp. I				43								53	5			
65		コバネヒゲトガリコカゲロウ	<i>Tenuibaetis parviterus</i>																
66	ヒラタカゲロウ	ミヤマタニガワカゲロウ属	<i>Cinygmula</i> sp.													1	20		
67		タニガワカゲロウ属	<i>Ecdyonurus</i> sp.				3	1							36	2			
68		キヒロヒラタカゲロウ	<i>Epeorus assculus</i>																
69		ナミヒラタカゲロウ	<i>Epeorus itanonis</i>														26		
70		エルモンヒラタカゲロウ	<i>Epeorus latifolium</i>													45	39		
71		ユミモンヒラタカゲロウ	<i>Epeorus nipponicus</i>						6										
72		ヒラタカゲロウ属	<i>Epeorus</i> sp.														13		
73		ヒメヒラタカゲロウ属	<i>Rhithrogena</i> sp.																
74	チラカゲロウ	チラカゲロウ	<i>Isonychia japonica</i>														1		
75	トビイロカゲロウ	ウェストントビイロカゲロウ	<i>Paraleptophlebia westoni</i>		1														
76		トビイロカゲロウ属	<i>Paraleptophlebia</i> sp.					39								153			
77	モンカゲロウ	フタスジモンカゲロウ	<i>Ephemera japonica</i>						1										
78		モンカゲロウ	<i>Ephemera strigata</i>						147							2			

“-”は一般的な和名が無いことを示す。

表(1)-8: 続き 1

ID	科	和名	学名	大ケロ川		ふれあい川	大樋川			小樋川1		小樋川2			
				2012年	2013年	2013年	2013年			2014年	2013年		2013年		2014年
				8月	10月	10月	2月	5月	11月	2月	2月	5月	2月	5月	11月
79	マダラカゲロウ	オオママダラカゲロウ	<i>Cincticostella elongatula</i>										2	4	
80		チエルノバマダラカゲロウ	<i>Cincticostella orientalis</i>											7	
81		トウヨウマダラカゲロウ属	<i>Cincticostella</i> sp.											7	
82		オオマダラカゲロウ	<i>Drunella busalis</i>											15	
83		ヨシノマダラカゲロウ	<i>Drunella ishiyamae</i>				286						223		
84		コウノマダラカゲロウ	<i>Drunella kohnoi</i>												
85		フタマタマダラカゲロウ	<i>Drunella sachalinensis</i>				3							4	
86		ミツトゲマダラカゲロウ	<i>Drunella trispina</i>											1	
87		トゲマダラカゲロウ属	<i>Drunella</i> sp.				300	11					70	189	
88		ホソバマダラカゲロウ	<i>Ephemerella atapocana</i>												
89		エラブタマダラカゲロウ	<i>Torleya japonica</i>											1	
90		シリナガマダラカゲロウ	<i>Ephemerella longicaudata</i>							28					
91		クシゲマダラカゲロウ	<i>Ephemerella setigera</i>												
92		アカマダラカゲロウ	<i>Uracanthella punctisetae</i>							2				18	10
93	ヒメシロカゲロウ	ヒメシロカゲロウ属	<i>Caenis</i> sp.				33	182					444		
94	イトトンボ	イトトンボ科	Coenagrionidae												
95	ヤンマ	ギンヤンマ	<i>Anax parthenope julius</i>												
96		ダビドサナエ	<i>Davidius nanus</i>												
97	サナエトンボ	ダビドサナエ属	<i>Davidius</i> sp.		1			4						1	
98		コニヤンマ	<i>Sieboldius altardae</i>											1	
99		ヒメサナエ	<i>Sinogomphus flavofimbriatus</i>											2	
100		サナエトンボ科	Gomphidae	1				9						1	
101	エソトンボ	コヤマトンボ	<i>Macromia amphigena amphigena</i>					2							
102	アミメカワゲラ	フタスジクサカワゲラ	<i>Isoperla nipponica</i>												
103		コグサヒメカワゲラ属	<i>Ostrovus</i> sp.					11						44	
104		ヒメカワゲラ属	<i>Stavolus</i> sp.												
105		アミメカワゲラ科	Perlidae					16						1	23
106	ミドリカワゲラ	セスジミドリカワゲラ属	<i>Sweltsa</i> sp.											14	
107		ミドリカワゲラ科	Chloroperlidae				1	1							
108	シタカワゲラ	オビシタカワゲラ属	<i>Obisiterix</i> sp.												
109		シタカワゲラ科	Taeniopterygidae												
110	オナシカワゲラ	オナシカワゲラ属	<i>Nemoura</i> sp.		1					134			16		24
111		フリオナシカワゲラ属	<i>Anghinemura</i> sp.												
112	カワゲラ	カミムラカワゲラ	<i>Kamimuria tibialis</i>											4	1
113		フタツメカワゲラ属	<i>Neoperla</i> sp.					2						8	
114		オオヤマカワゲラ属	<i>Oyamia</i> sp.												2
115	クロカワゲラ	クロカワゲラ科	Capniidae												
116	ホソカワゲラ	ホソカワゲラ科	Leuctridae												
117	ヘビトンボ	ヘビトンボ	<i>Proterhermes grandis</i>											1	
118		タイリククロスジヘビトンボ	<i>Parachauliodes continentalis</i>												
119	センブリ	センブリ属	<i>Sialis</i> sp.												
120	ナガレトビケラ	カワムラナガレトビケラ	<i>Rhyacophila kawamurae</i>					4						1	
121		キノナガレトビケラ	<i>Rhyacophila kisoensis</i>											1	
122		トランスクイナガレトビケラ	<i>Rhyacophila transquilla</i>											4	
123		ナガレトビケラ属	<i>Rhyacophila</i> sp.											1	2
124	ヒメトビケラ	ハゴイタヒメトビケラ属	<i>Oxyethira</i> sp.											1	
125	ヤマトトビケラ	ヤマトトビケラ属	<i>Glossosoma</i> sp.												4
126	ヒゲナガガワトビケラ	チャバネヒゲナガガワトビケラ	<i>Steropsycha sauteri</i>					1							14
127	カワトビケラ	タニガワトビケラ属	<i>Dolophanes</i> sp.												
128	シマトビケラ	ウルマーシマトビケラ	<i>Hydropsyche orientalis</i>												5
129	イワトビケラ	ミヤマイワトビケラ属	<i>Plectrocnemia</i> sp.					4						2	
130	マルバネトビケラ	マルバネトビケラ属	<i>Phryganopsycha</i> sp.												
131	トビケラ	ムラサキトビケラ	<i>Eubasilissa regina</i>												
132	カクスイトビケラ	マルツツトビケラ	<i>Micrasema quadridoba</i>												
133	カクツツトビケラ	カクツツトビケラ属	<i>Lepidostoma</i> sp.		16		3	1					29	13	3
134	エグリトビケラ	エグリトビケラ科	Limnophilidae												
135	コエグリトビケラ	コエグリトビケラ属	<i>Apatania</i> sp.							1				1	
136	ニンギョウトビケラ	ニンギョウトビケラ	<i>Goera japonica</i>					2							
137		ニンギョウトビケラ属	<i>Goera</i> sp.												
138	ヒゲナガトビケラ	ヒメセトトビケラ	<i>Trichostetodes japonicus</i>												
139		タテヒゲナガトビケラ属	<i>Ceraclea</i> sp.											15	
140		ヒゲナガトビケラ属	<i>Leptocerus</i> sp.												
141		アオヒゲナガトビケラ属	<i>Mystacides</i> sp.							1				6	
142		クサツトビケラ属	<i>Oecetis</i> sp.							23				5	
143	ホソバトビケラ	ホソバトビケラ	<i>Molanna moesta</i>												1
144	アシエダトビケラ	コバントビケラ	<i>Anisocentropus kawamurai</i>					1							
145	ガガンボ	ガガンボ属	<i>Tipula</i> sp.							1					
146		ウスバガガンボ属	<i>Antocha</i> sp.											9	23
147		-	<i>Dicranota</i> sp.											1	
148		ヒゲナガガガンボ属	<i>Hexatoma</i> sp.					2	3					2	3
149	ヌカカ	ヌカカ科	Geratopogonidae		1			4				2			

“-”は一般的な和名が無いことを示す。

表(1)-8 : 続き 2

ID	科	和名	学名	大ヶ口川		ふれあい川	大樋川			2014年	小鑑川1		小鑑川2			
				2012年 8月	2013年 10月	2013年 10月	2013年			2月	2013年 2月	5月	2月	5月	11月	2014年 2月
150	ユスリカ	ダンダノメユスリカ属	<i>Altabusmyia</i> sp.					2						1		
151		ヤグキキタモンユスリカ	<i>Brundinella yagukiensis</i>		25											
152		ヒメユスリカ属	<i>Conchapelopia</i> sp.		4		615	35		26			384		34	
153		トラフユスリカ属	<i>Conchapelopia</i> sp.	80												
154		モンヌマユスリカ属	<i>Natarsia</i> sp.		26					9						
155		ボカシヌマユスリカ属	<i>Macropelopia</i> sp.	41						12					20	
156		カユスリカ属	<i>Procladius</i> sp.			2		19								
157		オオユキユスリカ属	<i>Pagastia</i> sp.													
158		ウスギヌヒメユスリカ属	<i>Rheopelopia</i> sp.											6		
159		ハヤセヒメユスリカ属	<i>Trissopelopia</i> sp.		3			27		6			42		4	
160		モンユスリカ亜科	Tanyptodinae				1	0		1			4			
161		カモヤマユスリカ	<i>Potthastia longimana</i>		17			12					17			
162		リョウカクサワユスリカ	<i>Potthastia montium</i>										20	1		
163		フユキユスリカ属	<i>Sympothastia</i> sp.					169					19			
164		ヤマユスリカ亜科	Diamesinae					143								
165		トゲヤマユスリカ属	<i>Monodiamesa</i> sp.	2	28					2					5	
166		ハダカユスリカ属	<i>Cardiocladius</i> sp.										18			
167		コナユスリカ属	<i>Corynoneura</i> sp.		1			32								
168		ツヤユスリカ属	<i>Cricotopus</i> sp.		1	1							20	1		
169		ナガレツヤユスリカ属	<i>Rheocricotopus</i> sp.													
170		フタユスリカ	<i>Diplocladius cultriger</i>				1									
171		デンマクエリユスリカ属	<i>Eukiefferiella</i> sp.											4		
172		ケバネエリユスリカ属	<i>Metriocnemus</i> sp.		1											
173		ケバエリユスリカ属	<i>Brillia</i> sp.													
174		フユスリカ属	<i>Hydrobaenus</i> sp.					70								
175		エリユスリカ属	<i>Orthocladius</i> sp.		16		1						72	25	1	
176		ニセトゲアシエリユスリカ属	<i>Parachastocladius</i> sp.					3					2			
177		ケボシエリユスリカ属	<i>Parakiefferiella</i> sp.													
178		クロツヤエリユスリカ属	<i>Paratrachocladius</i> sp.	2				86		1			16		16	
179		クビユスリカ	<i>Nanocladius asiaticus</i>											1		
180		ニセエリユスリカ属	<i>Pseudorthocladius</i> sp.					1								
181		ケボシエリユスリカ属	<i>Parakiefferiella</i> sp.						1							
182		ムナクボエリユスリカ属	<i>Synorthocladius</i> sp.						31				16			
183		ナガレツヤユスリカ属	<i>Rheocricotopus</i> sp.													
184		ムナクボエリユスリカ属	<i>Synorthocladius</i> sp.													
185		ヌカユスリカ属	<i>Thienemanniella</i> sp.		17									4		
186		ニセテンマクエリユスリカ属	<i>Tvetenia</i> sp.		0									1		
187		エリユスリカ亜科	Orthocladinae		0			36	19				65	3		
188		ユスリカ属	<i>Chironomus</i> sp.		3										22	
189		カマガタユスリカ属	<i>Cryptochironomus</i> sp.					13								
190		ホソミユスリカ属	<i>Dicranotendipes</i> sp.			25						4	3			
191		セボリユスリカ属	<i>Glyptotendipes</i> sp.													
192		ナガスネユスリカ属	<i>Micropectra</i> sp.	1408	262			98	1	153					525	
193		ツヤムネユスリカ属	<i>Microtendipes</i> sp.						3				16	1	16	
194		ケバコブユスリカ属	<i>Paraclopedius</i> sp.		1											
195		ニセヒゲユスリカ属	<i>Paratanytarsus</i> sp.				7									
196		コブナシユスリカ属	<i>Hamiochia</i> sp.	1												
197		ハモンユスリカ属	<i>Polypedilum</i> sp.		1	8		137		8			32		17	
198		ナガレユスリカ属	<i>Rheotanytarsus</i> sp.											1		
199		キザキユスリカ	<i>Sergentia kizakiensis</i>							1					23	
200		ケミヅユスリカ属	<i>Stempulinella</i> sp.					1					48			
201		アシマダラユスリカ属	<i>Stictochironomus</i> sp.		2	65			2	6		1			9	
202		ヒゲユスリカ属	<i>Tanytarsus</i> sp.										49	2	76	
203		ユスリカ亜科	Chironominae	32	35			1							2	
204	ホソカ	ホソカ属	<i>Dixa</i> sp.		1											
205	ブユ	ツノマユブユ属	<i>Eusimulium</i> sp.													
206		アシマダラブユ属	<i>Simulium</i> sp.											9		
207	ナガレアブ	クロモンナガレアブ	<i>Asuragina caeruleascens</i>										1			
208	ミズアブ	-	<i>Odontomyia</i> sp.													
209	アブ	アブ科	Tabanidae													
210	アシナガバエ	アシナガバエ科	Dolichopodidae													
211	オドリバエ	オドリバエ科	Empididae	3	347				8							
212		ミギワバエ科	Ephydriidae													
213	不明	ハエ目	DIPTERA													
214	ゲンゴロウ	ヒメゲンゴロウ亜科	Colymbetinae		1				21				1			
215		ヒメゲンゴロウ	<i>Rhantus suturalis</i>							23						
216		チャイロシマチゲンゴロウ	<i>Nelrioporus anchoralis</i>													
217		ケンゲンゴロウ亜科	Hydropsirinae	1												
218		マメゲンゴロウ	<i>Agabus japonicus</i>													
219	ミズスマシ	オナガミズスマシ属	<i>Orectochilus</i> sp.													
220	コガシマミズシ	ヒメコガシマミズシ属	<i>Halipus</i> sp.							2						
221		クビボソコガシマミズシ	<i>Halipus japonicus</i>		24											
222	ヒメドロムシ	ゴトウミゾドロムシ	<i>Ordobrevia potoi</i>						1							
223		ナガアシドロムシ属	<i>Grouvelinus</i> sp.											1		
224		マルヒメドロムシ属	<i>Optioservus</i> sp.											3		
225		ヒメツヤドロムシ属	<i>Zaitzeviana</i> sp.											1		
226		ミゾドロムシ属	<i>Ordobrevia</i> sp.					5								
227	ヒラタドロムシ	クシヒゲマルヒラタドロムシ	<i>Eubrianax granicollis</i>													
228		ヒラタドロムシ	<i>Mataeocephalus japonicus</i>						12				1	1		
229	ホタル	ヘイケボタル	<i>Luciola lateralis</i>													
230		ホタル科	Lampyridae													
分類群数				15	40	15	15	30	46	24	11	10	12	68	49	24
個体数合計				1,593	1,398	7,217	162	2,306	863	561	319	1,133	419	2,161	516	993

“-”は一般的な和名が無いことを示す。

表(1)-9：新規水域の底生生物相

ID	科	和名	学名	2012年	新規水域1				2014年	新規水域2		2012年	新規水域3			2014年	新規水域11
				8月	2月	5月	7月	10月	2月	8月	10月	8月	5月	7月	10月	2月	2013年
1	サンカクアタマウズムシ	ナメウスムシ	<i>Dugesia japonica</i>					33									1
2	ヒラタウズムシ	トウボクコガタウズムシ	<i>Phagocata teshirogii</i>														
3		ニ岐綱目	TRICLADIDA				1		91				151	655	9		
4		ヤドリウスムシ目	NEORHABDOGOELA			1	96		91			4	66	11		77	
5		紐形動物門	NEMERTINEA						1							1	
6		線形動物門	NEMATODA														
7	ミズツボ	コモチガアツバ	<i>Potamogeton antipodanum</i>	52			110			135	28	369	2,573	9,424	1	1,792	
8	カワザンショウガイ	カワザンショウガイ属	<i>Assinia</i> sp.														
9	モノアラガイ	コンダカヒメモノアラガイ	<i>Lymnaea truncatula</i>					12									
10		モノアラガイ	<i>Radix auricularia japonica</i>														
11	リカマキガイ	リカマキガイ	<i>Physa acuta</i>					33									
12	イガイ	ホトトギスガイ	<i>Musculista senhousia</i>														
13	マメシジミ	マメシジミ属	<i>Psidium</i> sp.					1				1					1
14	ゴカイ	カワゴカイ属	<i>Hediste</i> sp.	21		32	136		5	9	122		10	9	37	5	
15	オヨギミズ	オヨギミズ属	<i>Lumbriculus</i> sp.														1
16	ヒメミズ	ミズヒメミズ属	<i>Marionina</i> sp.														
17		ヒメミズ科	Enchytraeidae														
18	ミズミズ	カワリミズミズ	<i>Nais parvula</i>														34
19		ミズミズ科	Naididae					77							3		
20		クロオビミズミズ	<i>Ophidonais serpentina</i>														
21		ニセミズミズ属	<i>Paranais</i> sp.	36			64		6	5		9	1,495	5			
22		ヨゴレミズミズ	<i>Slovinia appendiculata</i>														
23		ユリミズ	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>					8									
24		ミズミズ科	Naididae														
25		イトミズ虫科	Tubificinae				45						64	2		13	
26	ツリミズ	ツリミズ科	Lumbricidae														
27		ツリミズ目	LUMBRICIDA														
28	イシビル	シマイシビル	<i>Dina lineata</i>														2
29		イシビル科	Erobodellidae														28
30	ウオビル	ウオビル科	Pisicollidae														
31	アオイダニ	アオイダニ属	<i>Lebertia</i> sp.														
32	ナガレダニ	ナガレダニ属	<i>Sperchon</i> sp.					1									1
33		オニナガレダニ属	<i>Sperchonopsis</i> sp.														
34	ケイリュウダニ	ケイリュウダニ属	<i>Torrenticola</i> sp.														
35	オヨギダニ	マガリアシダニ属	<i>Atractodes</i> sp.														
36		オヨギダニ属	<i>Hygrobatas</i> sp.			80		102									
37	タマミズダニ	タマミズダニ属	<i>Midoopsis</i> sp.														
38		カイアシ虫綱	COPEPODA			24		33	18							42	
39		カイアシ虫綱	OSTRACODA														1
40	タナイス	スミイタナイス	<i>Simulobus starfordi</i>						1				4		14	29	
41	シロクマ	シロクマ属	<i>Leucon</i> sp.			17	34		109			29			40		
42	ユンボコエビ	ドロソコエビ属	<i>Grandisericella</i> sp.				18					2			2		
43	マミズコエビ	フロリダマミズコエビ	<i>Crangonyx floridanus</i>	1													
44	キタコエビ	オオエビコエビ	<i>Jesogammarus jesoensis</i>						1								
45		キタコエビ科	Anisogammaridae						4								
46	メリタコエビ	メリタコエビ属	<i>Melita</i> sp.	33		1	16		108			17	224	1,714	27	201	
47	ミズムシ	ミズムシ	<i>Aseelus hilgendorffi hilgendorffi</i>					37									320
48	コウブムシ	イソコウブムシ属	<i>Gnorimosphaeroma</i> sp.			5			1	2	5					6	
49	アミ	クロイサザアミ	<i>Neomysis amatschensis</i>	1													
50		イサザアミ	<i>Neomysis intermedia</i>														
51		イサザアミ属	<i>Neomysis</i> sp.												5		
52	テナガエビ	ユビナガスエビ	<i>Palaeomon macrodactylus</i>														
53	エビジャコ	ウリタエビジャコ	<i>Crangon uritai</i>														
54	モクズガニ	モクズガニ	<i>Eriocheir japonicus</i>														
55		ケフサイソガニ	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>														
56	ヒメフタオカゲロウ	ヒメフタオカゲロウ属	<i>Ameletus</i> sp.														
57	コカゲロウ	ミジカオフタバコカゲロウ	<i>Acentrella sibirica</i>														
58		ヨシノコカゲロウ	<i>Almiretes yoshinensis</i>														
59		フタバコカゲロウ	<i>Baetiella japonica</i>														
60		フタモンコカゲロウ	<i>Baetis taiwanensis</i>														
61		シロハラコカゲロウ	<i>Baetis thermicus</i>														
62		フタバコカゲロウ属	<i>Cloeon</i> sp.														
63		トビイロコカゲロウ	<i>Nigrobaetis chosrovatus</i>														
64		コカゲロウ	<i>Nigrobaetis</i> sp. 1														
65		コバネヒゲトガリコカゲロウ	<i>Tenuibaetis parviterus</i>														
66	ヒラタカゲロウ	ミヤマタニガワカゲロウ属	<i>Cinygmula</i> sp.														
67		タニガワカゲロウ属	<i>Ecdyonurus</i> sp.														
68		キイロヒラタカゲロウ	<i>Epeorus aesculus</i>														
69		ナミヒラタカゲロウ	<i>Epeorus itanonis</i>														
70		エルモンヒラタカゲロウ	<i>Epeorus latifolium</i>														
71		ユミモンヒラタカゲロウ	<i>Epeorus nipponicus</i>														
72		ヒラタカゲロウ属	<i>Epeorus</i> sp.														
73		ヒメヒラタカゲロウ属	<i>Rhythrogena</i> sp.														
74	テラカゲロウ	テラカゲロウ	<i>Isonychia japonica</i>														
75	トビイロカゲロウ	ウェストントビイロカゲロウ	<i>Paraleptophlebia westoni</i>														
76		トビイロカゲロウ属	<i>Paraleptophlebia</i> sp.														
77	モンカゲロウ	フタスジモンカゲロウ	<i>Ephemera japonica</i>														
78		モンカゲロウ	<i>Ephemera strigata</i>														

“-”は一般的な和名が無いことを示す。

表(1)-9: 続き 1

			新規水域1					新規水域2		新規水域3				新規水域11			
ID	科	和名	学名	2012年 8月	2月	5月	7月	10月	2014年 2月	2012年 8月	2013年 10月	2012年 8月	2013年 5月 7月 10月			2014年 2月	2013年 10月
79	マダラカゲロウ	オオクマダラカゲロウ	<i>Cincticostella elongatula</i>														
80		チエルノバマダラカゲロウ	<i>Cincticostella orientalis</i>														
81		トヨウマダラカゲロウ属	<i>Cincticostella</i> sp.														
82		オオマダラカゲロウ	<i>Drunella basalis</i>														
83		ヨシノマダラカゲロウ	<i>Drunella ishijamana</i>														
84		コウノマダラカゲロウ	<i>Drunella kotnoi</i>														
85		フタマダマダラカゲロウ	<i>Drunella sachalinensis</i>														
86		ミツゲマダラカゲロウ	<i>Drunella trispina</i>														
87		トゲマダラカゲロウ属	<i>Drunella</i> sp.														
88		ホソバマダラカゲロウ	<i>Ephemerella itagawana</i>														
89		エラブマダラカゲロウ	<i>Torleya japonica</i>														
90		シリナガマダラカゲロウ	<i>Ephacereella longicaudata</i>														
91		クシゲマダラカゲロウ	<i>Ephemerella setigera</i>														
92		アカマダラカゲロウ	<i>Uracanthella punctisetae</i>														
93	ヒメシロカゲロウ	ヒメシロカゲロウ属	<i>Caenis</i> sp.														
94	イトトンボ	イトトンボ科	<i>Coenagrionidae</i>													1	
95	ヤンマ	ギンヤンマ	<i>Anax parthenope julius</i>														
96		ダビドサナエ	<i>Davidius nanus</i>														
97	サナエトンボ	ダビドサナエ属	<i>Davidius</i> sp.														
98		コオニヤンマ	<i>Sieboldius albardae</i>														
99		ヒメサナエ	<i>Sinopompilus flavolimbatus</i>														
100		サナエトンボ科	<i>Gomphidae</i>														
101	エイトンボ	コヤマトンボ	<i>Macromia amehigena amehigena</i>														
102	アミメカワゲラ	フタスジカワゲラ	<i>Isoperla nipponica</i>														
103		コグサヒメカワゲラ属	<i>Ostrova</i> sp.														
104		ヒメカワゲラ属	<i>Stavosia</i> sp.														
105		アミメカワゲラ科	<i>Perlidae</i>														
106	ミドリカワゲラ	セスジミドリカワゲラ属	<i>Sweilza</i> sp.														
107		ミドリカワゲラ科	<i>Chloroperlidae</i>														
108	シタカワゲラ	オビシタカワゲラ属	<i>Obiteryx</i> sp.														
109		シタカワゲラ科	<i>Taeniopterygidae</i>														
110	オナシカワゲラ	オナシカワゲラ属	<i>Nemoura</i> sp.		90			13								3	
111		フサオナシカワゲラ属	<i>Amphinemura</i> sp.														
112	カワゲラ	カミムツカワゲラ	<i>Kaminuria tibialis</i>														
113		フタツメカワゲラ属	<i>Neoperla</i> sp.														
114		オオヤマカワゲラ属	<i>Oyamia</i> sp.														
115	クロカワゲラ	クロカワゲラ科	<i>Capniidae</i>														
116	ホソカワゲラ	ホソカワゲラ科	<i>Leuctridae</i>														
117	ヘビトンボ	ヘビトンボ	<i>Prothemis grandis</i>														
118		タイリククロスジヘビトンボ	<i>Parachauliodes continentalis</i>														
119	センブリ	センブリ属	<i>Stalis</i> sp.		1											4	
120	ナガレトビケラ	カワムツナガレトビケラ	<i>Rhyacophila kawamurae</i>														
121		キノナガレトビケラ	<i>Rhyacophila kisoensis</i>														
122		トランスクイナガレトビケラ	<i>Rhyacophila transquilla</i>														
123		ナガレトビケラ属	<i>Rhyacophila</i> sp.														
124	ヒメトビケラ	ハコイタヒメトビケラ属	<i>Oxyethra</i> sp.					2									
125	ヤマトトビケラ	ヤマトトビケラ属	<i>Glossosoma</i> sp.														
126	ヒゲナガカワトビケラ	チャバネヒゲナガカワトビケラ	<i>Stenopsycha sauteri</i>														
127	カワトビケラ	タニガワトビケラ属	<i>Dolophilodes</i> sp.														
128	シマトビケラ	ウルマーシマトビケラ	<i>Hydropsyche orientalis</i>														
129	イワトビケラ	ミヤマイトビケラ属	<i>Plectrocnemia</i> sp.														
130	マルバネトビケラ	マルバネトビケラ属	<i>Phryganopsyche</i> sp.					28									
131	トビケラ	ムラサキトビケラ	<i>Eubasissa regina</i>														
132	カクスイトビケラ	マルツツトビケラ	<i>Micrasema quadricolor</i>														
133	カクツツトビケラ	カクツツトビケラ属	<i>Lepidostoma</i> sp.		1												
134	エグリトビケラ	エグリトビケラ科	<i>Limnophilidae</i>		8												
135	コエグリトビケラ	コエグリトビケラ属	<i>Apatania</i> sp.		23												
136	ニンギョウトビケラ	ニンギョウトビケラ	<i>Goera japonica</i>		1												
137		ニンギョウトビケラ属	<i>Goera</i> sp.														
138	ヒゲナガトビケラ	ヒメセトトビケラ	<i>Trichostodes japonicus</i>														
139		タテヒゲナガトビケラ属	<i>Geraclea</i> sp.														
140		ヒゲナガトビケラ属	<i>Leptoceris</i> sp.														
141		アオヒゲナガトビケラ属	<i>Mystacides</i> sp.					8									
142		クサツミトビケラ属	<i>Oecetis</i> sp.														
143	ホソバトビケラ	ホソバトビケラ	<i>Molania moesta</i>					1									
144	アシエダトビケラ	コバントビケラ	<i>Anisocentropus kawamurae</i>														
145	ガガンボ	ガガンボ属	<i>Taia</i> sp.									1		1			
146		ウスバガガンボ属	<i>Amphiba</i> sp.														
147	-	-	<i>Dicranota</i> sp.														
148		ヒゲナガガガンボ属	<i>Hexatoma</i> sp.														
149	ヌカカ	ヌカカ科	<i>Ceratopogonidae</i>		8		1	128	1		1			4			

“-”は一般的な和名が無いことを示す。

表(1)-9: 続き 2

			新規水域1				新規水域2		新規水域3				新規水域11					
ID	科	和名	学名	2012年	2013年			2014年	2012年	2013年		2012年	2013年			2014年	2013年	
				8月	2月	5月	7月	10月	2月	8月	10月	8月	5月	7月	10月	2月	10月	
150	ユスリカ	ダンダレメユスリカ属	<i>Ablabesmyia</i> sp.															
151		ヤダギキタモンユスリカ	<i>Brundinella yagukierensis</i>					1										
152		ヒメユスリカ属	<i>Conchapelopia</i> sp.		5			8								127		
153		トラフユスリカ属	<i>Conchapelopia</i> sp.															
154		モンズマユスリカ属	<i>Natarsia</i> sp.		19			7										
155		ボカシズマユスリカ属	<i>Macropelopia</i> sp.												5			
156		カユスリカ属	<i>Procladius</i> sp.	1			113	6	22	3	35	19	33		5	4		
157		オオユキユスリカ属	<i>Pagastia</i> sp.															
158		ウスギズヒメユスリカ属	<i>Rhyacopelopia</i> sp.															
159		ハヤセヒメユスリカ属	<i>Triesopelopia</i> sp.															
160		モンユスリカ亜科	Tanyptodinae					2							9			
161		カモヤマユスリカ	<i>Potthastia longimana</i>					18										
162		リョウカクサユスリカ	<i>Potthastia montium</i>															
163		フサユキユスリカ属	<i>Sympotthastia</i> sp.															
164		ヤマユスリカ亜科	Diamasinae															
165		トグヤマユスリカ属	<i>Mnioclausa</i> sp.		57													
166		ハダカユスリカ属	<i>Cardiocladius</i> sp.															
167		コナユスリカ属	<i>Corynoneura</i> sp.															
168		ツヤユスリカ属	<i>Cricotopus</i> sp.											2				
169		ナガレツヤユスリカ属	<i>Rhyacotritopus</i> sp.															
170		フタエユスリカ	<i>Diplocladius cultriger</i>															
171		テンマクエリユスリカ属	<i>Eukiefferiella</i> sp.															
172		ケバネエリユスリカ属	<i>Metricnemus</i> sp.															
173		ケバエリユスリカ属	<i>Brülla</i> sp.															
174		フユスリカ属	<i>Hydrobaenus</i> sp.															
175		エリユスリカ属	<i>Orthocladus</i> sp.													1		
176		ニセトゲアシエリユスリカ属	<i>Parachotocladus</i> sp.															
177		ケボシエリユスリカ属	<i>Parakiefferiella</i> sp.															
178		クロツヤエリユスリカ属	<i>Paratrichocladus</i> sp.		26													
179		クビユスリカ	<i>Nanocladius asiaticus</i>															
180		ニセエリユスリカ属	<i>Pseudorthocladus</i> sp.															
181		ケボシエリユスリカ属	<i>Parakiefferiella</i> sp.															
182		ムナクボエリユスリカ属	<i>Synorthocladus</i> sp.		2													
183		ナガレツヤユスリカ属	<i>Rhyacotritopus</i> sp.															
184		ムナクボエリユスリカ属	<i>Synorthocladus</i> sp.															
185		ヌカユスリカ属	<i>Thienemannella</i> sp.				27											
186		ニセテンマクエリユスリカ属	<i>Ivetenia</i> sp.												1	1		
187		エリユスリカ亜科	Orthocladinae										32		2			
188		ユスリカ属	<i>Chironomus</i> sp.				29					22		1		1		
189		カマガタユスリカ属	<i>Cryptochironomus</i> sp.															
190		ホソユスリカ属	<i>Dirotendipes</i> sp.	224		1	1430		28	6	207	6	15	289	11	73		
191		セボリユスリカ属	<i>Glyptotendipes</i> sp.															
192		ナガスネユスリカ属	<i>Microgaster</i> sp.		72			131								230		
193		ツヤムネユスリカ属	<i>Microtendipes</i> sp.													114		
194		ケバコフユスリカ属	<i>Paracholopha</i> sp.															
195		ニセヒゲユスリカ属	<i>Paratanytarsus</i> sp.					35	21		36				2	223		
196		コブナシユスリカ属	<i>Harnischia</i> sp.															
197		ハモンユスリカ属	<i>Polypedilum</i> sp.	3	13			80	224		34	4				98		
198		ナガレユスリカ属	<i>Rhyacotanytarsus</i> sp.															
199		キザキユスリカ	<i>Sergentia kizakiensis</i>					4							3	27		
200		ケミソユスリカ属	<i>Stomopeltella</i> sp.															
201		アシマダラユスリカ属	<i>Stictochironomus</i> sp.	1	12			207					1	3	88	37		
202		ヒゲユスリカ属	<i>Tanytarsus</i> sp.															
203		ユスリカ亜科	Chironominae	1			2	10		6		1	4	2		209		
204	ホソカ	ホソカ属	<i>Dixa</i> sp.															
205	ブユ	ツノムブユ属	<i>Eusimulium</i> sp.					1								1		
206		アシマダラブユ属	<i>Simulium</i> sp.															
207	ナガレアブ	クロモンナガレアブ	<i>Asuragina caerulescens</i>															
208	ミズアブ	-	<i>Odonotermia</i> sp.															
209	アブ	アブ科	Tabanidae															
210	アシナガバエ	アシナガバエ科	Dolichopodidae								1							
211	オドリバエ	オドリバエ科	Empididae															
212		ミギワバエ科	Ephyridae															
213	不明	ハエ目	DIPTERA	2														
214	ゲンゴロウ	ヒメゲンゴロウ亜科	Colymbetinae													1		
215		ヒメゲンゴロウ	<i>Rhyacotritopus suturalis</i>		1													
216		チャイロシマチビゲンゴロウ	<i>Nelrioporus anchoralis</i>															
217		ケンゲンゴロウ亜科	Hydroptorinae															
218		マメゲンゴロウ	<i>Agabus japonicus</i>															
219	ミズスマシ	オナガミズスマシ属	<i>Orectochilus</i> sp.															
220	コガシブミズムシ	ヒメコガシブミズムシ属	<i>Haliplus</i> sp.															
221		クビボコガシブミズムシ	<i>Haliplus japonicus</i>															
222	ヒメドロムシ	ゴトウミドロムシ	<i>Oreobrya gotoi</i>															
223		ナガアシドロムシ属	<i>Grouvellinus</i> sp.															
224		マルヒメドロムシ属	<i>Optioservus</i> sp.															
225		ヒメツヤドロムシ属	<i>Zaitzeviana</i> sp.															
226		ミゾドロムシ属	<i>Oreobrya</i> sp.															
227	ヒラタドロムシ	クシヒゲマルヒラタドロムシ	<i>Eubrianax granicollis</i>															
228		ヒラタドロムシ	<i>Metaneupsophus japonicus</i>															
229	ホタル	ヘイケボタル	<i>Luciola lateralis</i>															
230		ホタル科	Lampyridae															
分類群数				12	20	7	12	31	17	7	16		8	14	13	14	19	26
個体数合計				376	580	75	2,048	1,083	732	166	730		447	4,821	12,118	166	2,354	1,653

“-”は一般的な和名が無いことを示す。

表(D)-10：動物プランクトン相

ID	目	科	和名	学名	源水川I		源水川II		源水川III		マスト川I		マスト川II		マスト川III		マスト川IV	
					2012年	2013年	2012年	2013年	2014年	2012年	2013年	2014年	2012年	2013年	2012年	2013年	2014年	
1	裸毛	不明	裸毛目	PENTACHODA								23						
2	2オキナトコ	ヒラカミ	トコカミ属	<i>Synchaeta</i> sp.														
3	3オキナトコ	ヒラカミ	-	<i>Tetradonia patina</i>												1		
4	4ヒラカミ	不明	ヒラカミ目	BDELLIDA													1	
5	不明	不明	線形動物門	NEMATODA			1	8			3	3	2	9			1	
6	不明	不明	輪環動物門	ACANTHOCERHMA				12								2	1	
7	不明	不明	コカイ綱のオキナキダ類生	metacommunity of POLYCHAETA							1							
8	イミズ	ヒミズ	ミズヒミズ属	<i>Maronia</i> sp.										1				
9	ミミズ	ミミズ	ミミズ属	<i>Mais bantata</i>				1						2				
10			ミミズ	<i>Mais variabilis</i>			1							9				
11			ミミズ属	<i>Mais</i> sp.										5			1	
12			ミミズ科	<i>Naididae</i>				1						8				
13	不明	不明	線形動物門	TARDIGRADA				6			1							
14	ミシコ	ミシコ	-	<i>Abrax affinis</i>	60		28	10						3				
15			シカミシコ属	<i>Abrax</i> sp.			1	2	7		1	2				1	1	
16			-	<i>Cydnus gibbus</i>				6										
17			-	<i>Cydnus sphaericus</i>	16			16										
18			ミシコ属	<i>Cydnus</i> sp.	20		2		1									
19	不明	不明	カミシコ綱	OSTRACODA						1	1							
20	カミヌ	カミロケス	カミシカミシコ	<i>Succineus tenellus</i>														
21		カミシカミ	-	<i>Acartia hudsonica</i>							1							
22		カミシカミ	カミシカミ属	<i>Acartia</i> sp.								3						
23		カミシカミ	カミシカミ属	<i>Metridia</i> sp.														
24		不明	カミヌ目	CALANOIDA							1	255	4					
25	ミシコ	不明	ミシコ目	HARPACTICODA							1		3					
26	キロカ	オキナ	オキナ属	<i>Oithona</i> sp.								2	2					
27	不明	不明	キロカ目	CYCLOPOIDA	2			4	2		3	1	1	2		2		
28	不明	不明	カミシコ綱のメナシカダ類生	nauplius of COPEPODA									10					
29			カミシコ綱のメナシカダ類生	nauplius of COPEPODA														
30	ミミズ	ミミズ	カミシカミ	<i>Neomysis antiochiensis</i>														
31	ミミズ	ミミズ	ミミズ目	<i>Thysanopora</i>														
32	ハエ	ユシカ	モミシカダ科	<i>Temploinae</i>										1				
33			ケカミシカダ属	<i>Brachia</i> sp.										1				
34			コカミシカダ属	<i>Copepodina</i> sp.			1											
35			ツヤミシカダ属	<i>Cicadopsis</i> sp.			1							9		1		
36			エリミシカダ連科	Orthocentridae			3											
37			ユシカ属	<i>Chironomus</i> sp.							2			16				
38			ナカミシカダ属	<i>Rhyacionia</i> sp.			1									1		
39			ミミズカミシカダ属	<i>Stenobothrus</i> sp.			1											
40			ヒカミシカダ属	<i>Tentaculus</i> sp.			1											
分類群数					10	6	7	5	1	10	8	5	12	5	3	2	2	
個体数合計					106	34	45	30	1	37	277	12	66	6	3	3	2	

"-"は一般的な和名が無いことを示す。

表(1)-10：続き

ID	目	科	和名	学名	大石川				ふたぬい川				小堀川				小堀川2				新堀水郷1				新堀水郷2				新堀水郷3			
					2012年	2013年	2014年	2015年	2012年	2013年	2014年	2015年	2012年	2013年	2014年	2015年	2012年	2013年	2014年	2015年	2012年	2013年	2014年	2015年	2012年	2013年	2014年	2015年	2012年	2013年	2014年	2015年
1	裸毛	不明	裸毛目	PERITRICHODA																												
2	ツバトコ	ヒコリス	ヒコリス属	<i>Syncladia</i> sp.																												1
3	ツバトコ	ヒコリス	-	<i>Tesduellina patina</i>																												
4	ヒコリス	不明	ヒコリス目	BOBLODA																												
5	不明	不明	線形動物門	NEMATODA		1			1												5				57		2					
6	不明	不明	線形動物門	ACANTHOCEPHALA																				1								
7	不明	不明	ツバトコネキ-クダ生	metacanthia of POLYCHAETA						1																	2					
8	ヒメミズ	ヒメミズ	ヒメミズ属	<i>Maronia</i> sp.																												
9	ヒメミズ	ヒメミズ	ハシメミズ	<i>Mes. barbatula</i>																												
10			ヒメミズ	<i>Mes. variabilis</i>																												
11			ヒメミズ属	<i>Mes. sp.</i>																												
12			ヒメミズ科	<i>Naidus</i>																												
13	不明	不明	線形動物門	TARDIGRADA								1																				
14	ミズシロ	ミズシロ	-	<i>Alona affinis</i>		3																										
15			ミズシロ属	<i>Alona</i> sp.																												
16			-	<i>Cydnoides gibbus</i>																												
17			-	<i>Cydnoides splendens</i>																												
18			ミズシロ属	<i>Cydnoides</i> sp.																												
19	不明	不明	カイムシ綱	OSTRACODA							1													2						2		
20	カサネ	ツバトコ	カサネ目	<i>Succinea tenax</i>																												
21		ツバトコ	-	<i>Acartia hudsonica</i>																												
22		ツバトコ	ツバトコ属	<i>Acartia</i> sp.																												
23		ツバトコ	ツバトコ属	<i>Metridia</i> sp.							2																					3
24		不明	カサネ目	CALANOIDA						1	12	3												4								
25	ミズシロ	不明	ミズシロ目	HARPACTICODA		2					5																					1
26	ツバトコ	ツバトコ	ツバトコ属	<i>Oithona</i> sp.							2	1																				
27		不明	ツバトコ目	CYCLOPOIDA																				1								3
28	不明	不明	カイムシ綱の-カイムシ類生	nauplius of COPEPODA							1										1											4
29			ツバトコ綱の-ツバトコ類生	nauplius of CHIRIDIA																	4											1
30	ミズ	ミズ	ツバトコ目	<i>Neomysis antischrenkii</i>																												1
31	ツバトコ	ツバトコ	ツバトコ目	<i>Thysanopora</i>					1																							
32	ハエ	ツバトコ	ツバトコ目	<i>Tempelinae</i>																												
33			ツバトコ目	<i>Bulla</i> sp.																												
34			ツバトコ目	<i>Coronula</i> sp.																					1							
35			ツバトコ目	<i>Cicadulus</i> sp.																												
36			ツバトコ目	<i>Orthocentrus</i>																												
37			ツバトコ目	<i>Chironomus</i> sp.																												
38			ツバトコ目	<i>Reticularia</i> sp.																												
39			ツバトコ目	<i>Stichodactylus</i> sp.																												
40			ツバトコ目	<i>Tentaculus</i> sp.																												
分類群数					5	1	3	4	4	1	4	5	8	3	1	1																
種数合計					17	1	3	17	10	1	11	10	72	7	2	1																

-は一般的に和名が無いことを示す。

表(1)~11：陸生昆虫相（2012年11月）

ID	目	科	和名	学名	源水川	マスト川	大ケロ川	ふれあい川	大樋川
1	クモ	ヒメグモ	ヒメグモ科	Theridiidae		1			
2		サラグモ	サラグモ科	Linyphiidae			1		
3		アシナガグモ	メガネドコウグモ	<i>Metleucauge yunohamensis</i>	1			1	1
4			ヒメアシナガグモ	<i>Pachygnatha tenera</i>		1			
5			ハラビロアシナガグモ	<i>Tetragnatha extensa</i>			16	2	
6			Tetragnatha属	<i>Tetragnatha</i> sp.	1		5		
7			アシナガグモ科	Tetragnathidae				1	
8		フクログモ	フクログモ科	Clubionidae			1		
9		カニグモ	カニグモ科	Thomisidae	1				
10	トビムシ	ムラサキトビムシ	ムラサキトビムシ属	<i>Hypogastrura</i> sp.				1	
11	カゲロウ	コカゲロウ	ミジカオフタバコカゲロウ属	<i>Acentrella</i> sp.				1	
12			コカゲロウ科	Baetidae			2	1	
13		チラカゲロウ	チラカゲロウ	<i>Isonychia japonica</i>			1		
14		トビロカゲロウ	ウェストントビロカゲロウ	<i>Paraleptophlebia westoni</i>			1		
15	カワゲラ	オナシカワゲラ	チクビオナシカワゲラ	<i>Nemoura papilla</i>	8	2	23		
16			オナシカワゲラ属	<i>Nemoura</i> sp.		1	5		
17	カメムシ	ウンカ	エゾナガウンカ	<i>Stenocranus matsumurai</i>			1		
18		ヨコバイ	ヨコバイ科	Cicadellidae	1				
19			ヒメヨコバイ亜科	Typhlocybae		1			
20		キジラミ	キジラミ科	Psyllidae			1		
21		アブラムシ	アブラムシ科	Aphididae			3	1	
22		マキバサシガメ	ハネナガマキバサシガメ	<i>Nabis stenoferus</i>			1		
23	アザミウマ	ー	アサミウマ目	THYSANOPTERA			1		
24	トビケラ	ヒメトビケラ	ー	<i>Oxyethira datra</i>				1	
25			ハゴイタヒメトビケラ属	<i>Oxyethira</i> sp.				2	
26		コエグリトビケラ	ヒラタコエグリトビケラ	<i>Apatania aberrans</i>				2	
27		カクツツトビケラ	トウヨウカクツツトビケラ	<i>Lepidostoma orientale</i>	1				
28		エグリトビケラ	ヒメトビイロトビケラ	<i>Nothopsyche speciosa</i>		1			
29	ハエ	ガガンボ	ヒメガガンボ亜科	Limoniinae		1			
30			ガガンボ科	Tipulidae					1
31		ユスリカ	ヤマユスリカ亜科	Diamesinae		1			
32			オナガケブカユスリカ	<i>Brillia flavifrons</i>				7	
33			ケブカエリユスリカ属	<i>Brillia</i> sp.	1				
34			トゲアシエリユスリカ属	<i>Chaetocladius</i> sp.				1	2
35			コナユスリカ属	<i>Corynoneura</i> sp.				11	
36			フタスジツヤユスリカ	<i>Cricotopus bicinctus</i>		3	28	1	
37			ヤマツヤユスリカ	<i>Cricotopus montanus</i>		4	2		
38			ツヤユスリカ属	<i>Cricotopus</i> sp.					6
39			ケバネエリユスリカ属	<i>Metriocnemus</i> sp.			10		
40			ヌカユスリカ属	<i>Thienemannella</i> sp.			27	171	7
41			エリユスリカ亜科	Orthoclaudiinae					2
42			セボリユスリカ属	<i>Glyptotendipes</i> sp.	5		186	2	
43			ナガスネユスリカ属	<i>Micropsectra</i> sp.		75	3	5	
44			ハモンユスリカ属	<i>Polypedium</i> sp.				1	
45			アシマダラユスリカ属	<i>Stictochironomus</i> sp.				1	
46			ヒゲユスリカ属	<i>Tanytarsus</i> sp.			2		
47			ヒゲユスリカ族	<i>Tanytarsini</i> sp.			1		
48			ユスリカ科	Chironomidae		22	19	57	7
49		ブユ	ブユ科	Simuliidae				1	
50		ケバエ	ケバエ科	Bibionidae				1	
51		キノコバエ	キノコバエ科	Mycetophilidae	1		1		
52		ショウジョウバエ	ショウジョウバエ科	Drosophilidae				1	
53		ミギワバエ	ミギワバエ科	Ephydriidae			1		
54		イエバエ	イエバエ科	Muscidae					3
55		ー	ハエ目	DIPTERA		7	1	7	
56	コウチュウ	テントウムシ	ナミテントウ	<i>Harmonia axyridis</i>			1		
57	ハチ	コマユバチ	コマユバチ科	Braconidae			2		
分類群数					9	13	28	24	8
個体数合計					20	120	346	280	29

“ー”は一般的な和名が無いことを示す。

(2) 被災後の生物の遺伝的多様性の減少と絶滅リスク

情報・システム研究機構国立遺伝学研究所

新分野創造センター 生態遺伝学研究室

北野 潤

平成 24～25 年度累計予算額：8,000 千円（うち、平成 25 年度予算額：3,999 千円）

予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

地震や津波など環境激変は、生物の生態や進化に非常に大きな影響を過去に与えてきたと考えられるものの、その影響や仕組みは科学的にほとんど明らかになっていない。また、湧水は概して、生物にとって安定的な生息環境を生み出すことから、生態系の頑強性に寄与することが推察されるが、実際にどの程度の効果があるのか未知な部分が大きい。我々は、震災前後のイトヨの遺伝的多様性の変動を解析した結果、明らかな遺伝的多様性の減少は見られなかった。これは、湧水によってイトヨの大量死滅が防がれたからではないかと推測される。従って、湧水の存在は、大槌の生態系において、環境激変下での生態系維持に大変重要な意義を持っているという科学的根拠を示すことが出来た。また、津波後に新しいイトヨの生息地が出現したが、この遺伝的組成を解析したところ、淡水型と日本海型の雑種である可能性が示唆された。後者は、生物がどのように新しい環境へ侵出するのか、という進化生物学の重要な問題に新しい知見を与えるものである。また、新しい生息地は、進化生物学的に意義のある集団であることから、津波に対する記憶を風化させないモニュメントとして維持することも意義があるのではないかと科学的根拠を与えることになった。

[キーワード]

遺伝的多様性、遺伝子流動、絶滅、津波、進化

1. はじめに

地震や津波など環境激変は、生物の生態や進化に非常に大きな影響を過去に与えてきたと考えられるものの、それ自体が予測不可能で事前調査が成立せず、その影響の仕組みは科学的にほとんど明らかになっていない。また、湧水は概して、生物にとって安定的な生息環境を生み出すことから、環境激変に対する生態系の頑強性に寄与することが推察されるが、実際にどの程度の効果があるのか未知な部分が大きい。大津波が襲い激変した東北三陸沿岸において、我々は震災前から、湧水域の生態系の変化と進化生物学におけるモデル種といえるイトヨにターゲットをおもに合わせ調査を行ってきた。したがって、東北三陸沿岸におけるイトヨの遺伝構造や遺伝的多様性について震災前後で比較することは、生物の遺伝的多様性の変化や進化的影響を理解し、生物多様性の回復および湧水保全を指針として「まちづくり」施策に科学的根拠を提示するために有益かつ必須であると考えられる。

津波はまず遺伝的多様性を減少させて絶滅リスクを高める可能性が考えられる。集団サイズが小さくなると弱有害遺伝子が蓄積しやすくなったり、進化可能性が低下したり、近交弱勢が現れて適応度が低下するリスクが考えられる。また、大きなストレスを個体が受けるとその効果が次世代に伝わるエピジェネティクス効果も魚以外の生物では報告がある。つぎに、津波は集団の遺伝子流動を引き起こす可能性が考えられる。遺伝子流動は集団の遺伝的多様性を上昇させ適応能力を高めるという効果と本来でない環境に適した遺伝子が別の集団から流入するという両側面の効果がある。したがって、実際に津波がどの程度、遺伝的多様性を低下させたり、どの程度の遺伝子流動を引き起こした

りするのかを解明することは、保全という観点と生物進化の遺伝機構という科学的観点の両面から重要である。

2. 研究開発目的

震災後の個体の採集、及び、震災前後の遺伝解析とその比較を行う。具体的にはミトコンドリアとマイクロサテライトを解析し、津波前の保存個体と比較することによって、津波によって遺伝的多様性が減少したか否かを明らかにする。また、津波の影響を受けた大槌町では、大槌川水系と小槌川水系の双方の湧水地にイトヨ生息地がある。これらの生息地間での遺伝子流動を解析する。ゲノムマーカーで遺伝型を決定後、ベイズクラスタリング法のSTRUCTUREを用いてシミュレーションを行うことによって、異所からの移住個体であるか否かを確率的に推定する。さらに、津波によると考えられる外傷や飢餓状態のイトヨが確認された。そのストレスの度合いを明らかにするために、脳を採取してRNAレーター (RNA と DNA の安定化試薬) に固定する。急性ストレスの反応として、視床下部でのCRF (コルチコトロピン放出因子) や下垂体ACTHなどの発現上昇が一般に知られている。そこで、これらの因子の発現状態を、定量PCRを利用して、津波の影響を受けなかったイトヨ飼育個体と比較し解析する。これらの知見を通じて、生物多様性の回復および湧水保全を指針として「まちづくり」施策に科学的根拠を提示する。

3. 研究開発方法

まず、日本のイトヨ集団における大槌の源水川のイトヨの遺伝的な位置付けを明らかにするために、これまでに採集してあった22集団のイトヨ (9つの淡水集団、8つの日本海集団、5つの太平洋集団) よりゲノムDNAを採取した (図(2)-1)。岐阜のハリヨは8個体のみ使用したのを除き、他の集団については10個体を用いた。ゲノムDNAの抽出には、キアゲン社のDNeasy Blood and Tissue Kitを利用した。解析には、12個のマイクロサテライトマーカーを利用した (*Stn170*, *Stn215*, *Stn233*, *Stn64*, *Stn76*, *Stn159*, *Stn46*, *Stn90*, *Stn120*, *Stn278*, *Stn332* and *Stn384*)。プライマー配列は、Adachi et al.¹⁾ に基づく。これらはいずれも、別個の連鎖群に存在しており、性染色体に存在しない。片方のプライマーをHEX, NED, FAM のいずれかの蛍光でラベルし、もう一方のプライマーはGTTTCTT のテイルをつけた。異なる三色の蛍光プライマーセットについて混合し、KAPA社のKAPA2G Fast Multiplex PCR Kit でPCR反応を行った。95℃ 3分を1サイクル、95℃ 15秒を30サイクル、60℃ 30秒を72℃ 10分 を1サイクルにて反応した。増幅フラグメントの泳動はBEX社にて行い、泳動結果はライフテクノロジーのPeak Scanner Softwareで解析した。12個中11個のプライマーで良好な増幅が見られたが、一つ (*Stn76*) では、日本海系統のみで増幅されなかった。このプライマーは系統樹作成に利用しなかった。系統樹作成には、根井の遺伝的距離 (Nei's D_D) とDSW を利用した。その後、Poptree2 software (<http://www.med.kagawa-u.ac.jp/~genomelb/takezaki/poptree2/index.html>) の近隣結合法で系統樹を作成した。また、日本のイトヨ集団の遺伝構造を解明するために、ベイズクラスタリング法のSTRUCTURE (<http://pritch.bsd.uchicago.edu/structure.html>) を用いた。

ついで、津波前後での遺伝的組成の変化を明らかにするために、源水川とマスト川のイトヨについて津波前年の2010年、津波直後の2011年、津波翌年の2012年、さらに翌年の2013年のサンプルよりDNAを採取した。*Stn90*, *Stn64*, *Stn159*, *Stn46*, *Stn120*, *Stn384*, *Stn332*, *Stn278*, *Stn76*, *Stn170*, *Stn175*, *Stn301*, *Stn389*, *Stn25*, *Stn350*の合計14個のマイクロサテライトを利用した。遺伝的多様性の指標としては、サンプル数で補正したアレル数 (allelic richness) を用い、その計算には、FSTAT software (<http://www2.unil.ch/popgen/softwares/fstat.htm>) を利用した。ついで、この多様度が全国各地のイトヨに比して高いか低いかわかるために、上記の日本各地のイトヨのアレル多様度を計算し大槌集団と比較した。

また、津波後に新たに出現した旧市街地の水たまりに生息するイトヨについて、その由来を明らかにするために、上の14個のマイクロサテライトで解析を行った。遺伝集団構造解析には、ベイズクラスタリング法のSTRUCTURE

(<http://pritch.bsd.uchicago.edu/structure.html>) を用いた。

ミトコンドリアCytochrome *b* 遺伝子の一部の領域をKAPA社の2G Multiplex PCR kitを用いて PCRで増幅させた。プライマー配列は、Adachi et al. (2012)に基づく。その後、DNAが増幅されたかどうかをアガロース電気泳動で確認し、サンガー法にてPCR産物を直接シーケンスした。配列が決定されたデータを基に、ClustalX (<ftp://ftp.ebi.ac.uk/pub/software/clustalw2>) を用いてハプロタイプを決定し、個々のハプロタイプの頻度を求めた。

ストレス応答遺伝子の解析には、津波2ヶ月後にふれあい川とマスト川で採集したイトヨの脳サンプル、及び、コントロールとして遺伝研内で飼育していた交配個体の脳サンプルを用いた。後者は、震災前に源水川にて採集された個体の子孫である。いずれもMS222で安楽死後に解剖学的にただちに、全脳を取り出し、あるいは、頭部を切開し、RNAlaterに一晩浸した後、-80度にて保存した。RNA採取には、キアゲン社のRNeasy miniを利用し、定量にはNanodropを利用した。100ngのトータルRNAよりcDNAをHigh-Capacity cDNA Reverse Transcription Kit (Invitrogen)で合成し、Applied Biosystems社のFast SYBR Green Master Mix (Applied Biosystems) にて脳内での発現量を解析した。定量PCRには、遺伝研所内のApplied Biosystems社のVertiを利用した。

4. 結果及び考察

根井の遺伝的距離とDSWのいずれの系統樹においても、日本海系統と太平洋系統は大きく二つの系統に分かれた(図(2)-2)。岐阜のハリヨのみ、系統樹の根元に近いところから分離しているため、今回のマイクロサテライトの結果からだけでは、日本海系統と太平洋系統のどちらに属するのかについては明確に判定できなかったが、他の淡水型イトヨに関しては、大槌の源水川のイトヨも含めて太平洋系統に近いことが明らかになった。源水川のイトヨは、北海道の太平洋型に遺伝的に近いことが明らかになった。したがって、源水川の集団は比較的最近に淡水化したユニークな集団であると考えられた。次に、ベイズ法によるSTRUCTURE解析であるが、この結果も系統樹解析と同じく、源水の集団が太平洋の特に北海道の集団に近いことを示している(図(2)-3)。

津波前後での4年間にわたるアليل多様性の比較を行ったところ、津波後にそれほど顕著な減少は見られなかった(図(2)-4)。このアليل多様性を全国のイトヨと比較したところ、大槌のイトヨは、全国の淡水化イトヨに比して、むしろ高いくらいで、津波後も顕著な減少はみられなかった(図(2)-5)。マスト川のミトコンドリア解析の結果、Mast1、2、11、17、24、29、48、51、54の9つの異なるハプロタイプが見つかった。Watanabe et al.⁴⁾で見られたhaplotypeP(本実験Mast2)、haplotypeS(同Mast24)を除く7つのハプロタイプが本実験で新たに見つかった。見つかったハプロタイプの多様性は2010年から2011年にかけてやや減少する傾向が観察されたもののそれほど顕著ではなかった(表(2)-1)。しかしながら、マスト川には日本海イトヨも遡上することから、この遡上が変化することでミトコンドリアの多様性は変動しうることから、マスト川の多様性の変化の解釈には注意が必要であり、確実な結論を得るためにはさらに長期にわたるモニタリングが必須であろう。

ついで、大槌のイトヨ集団の遺伝構造を解析した。STRUCTURE解析では、大槌のイトヨには3集団あることが示された(図(2)-6)。津波後に新たに出来た水たまりの集団は、海から来た日本海型と源水川の集団の交雑集団であることが示唆された。このことは、津波の水文学的動態を解析したサブテーマ3の結果と合致する。

最後に、津波2ヶ月後のイトヨに関して、実験室で交配飼育したイトヨとストレス応答遺伝子のCRFとPOMCの発現解析を行ったが、震災後のイトヨに明らかなストレス応答の上昇は観察されなかった(図(2)-7)。ストレスの度合いが比較的低下したという生理学的データは、遺伝的多様性の顕著な低下がなかったとする遺伝的結果と整合していると考えられる。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

新たな環境への侵入は、適応放散を引き起こすなど、進化生態学的に重要なイベントであることが知られている。例えば、ガラパゴス諸島やハワイ諸島での適応放散も、そもそもは、大陸から祖先種が移住してくることによって始まった。しかし、そのような侵入過程の詳細は不明である。今回、我々は、津波によって新しく出来た水たまりにイトヨが侵入すること、また、異なる2集団が侵入したことから、交雑集団になっていることが示された(図(2)-8)。交雑は、進化途上でそれまでに存在しなかった新しい遺伝子の組み合わせを生み出すことから、遺伝的多様性を創出する機構としても着目されている。したがって、我々の成果は、適応放散や多様性の創出という進化生物学の根本課題に新しい知見をもたらすものである。今後の追跡調査によって貴重な進化生物学的知見が得られると期待される。

また、マスト川には、淡水残留型に加えて日本海イトヨが遡上していることが遺伝的に確認された。これら二型のイトヨが種分化しているのか、どの程度交雑しているのか、生態分化しているのかなど、生態種分化の機構の解明のモデル系となることが明らかになった。我々は、イトヨ種分化について北海道東部を中心に研究してきており既に大量の知見と論文成果がある(Kitano et al.²⁾ ; Kume et al.³⁾ など)。これらの北海道東部のシステムと大槌のシステムの比較は、進化生物学のモデルであるイトヨの種分化の一般法則を理解する上で極めて有意義であると考えられる。

(2) 環境政策への貢献

<行政が活用することが見込まれる成果>

まず、源水川では、顕著な遺伝的多様性の減少は観察されなかった。これは、湧水によってイトヨの大量死滅が防がれたからではないかと推測される。もし、湧水がなければ、瓦礫等の影響で多くのイトヨが死滅していたであろうことから、湧水の存在は、大槌の生態系において、環境激変下での生態系維持に大変重要な意義を持っているという科学的根拠を示すことが出来た。

また、上記の新しい生息地は、進化生物学的に意義のある集団であることから、津波に対する記憶を風化させないモニュメントのような形で維持することが意義あるのではないかと科学的根拠を与えることになった。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

- 1) Cassidy, L. M., M. Ravinet, S. Mori and J. Kitano: Evolutionary Ecology Research **15**: 295–311 (2013)
Are Japanese freshwater populations of threespine stickleback derived from the Pacific Ocean lineage?"

<その他誌上発表(査読なし)>

特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表(学会等)

- 1) 北野潤：国立遺伝学研究所公開講演会：知りたい！生命科学の最先端（2012年11月3日）「新しい種はどのよう

に誕生するか〜トゲウオの例〜」

- 2) 北野潤：第17回応用生態工学会大阪大会自由集会「震災復興に応用生態工学はどのような貢献ができるのか：岩手県大槌町での取り組み」（2013年9月20日）「震災が野外生物集団に与える影響；イトヨの遺伝的解析から」
- 3) 北野潤：遺伝学普及会／三島市連携事業：三島遺伝学講座（2013年11月16日）「生物多様性はどのようにやってできるのか〜トゲウオの例〜」

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

(4) シンポジウム、セミナー等の開催（主催のもの）

特に記載すべき事項はない。

(5) マスコミ等への公表・報道等

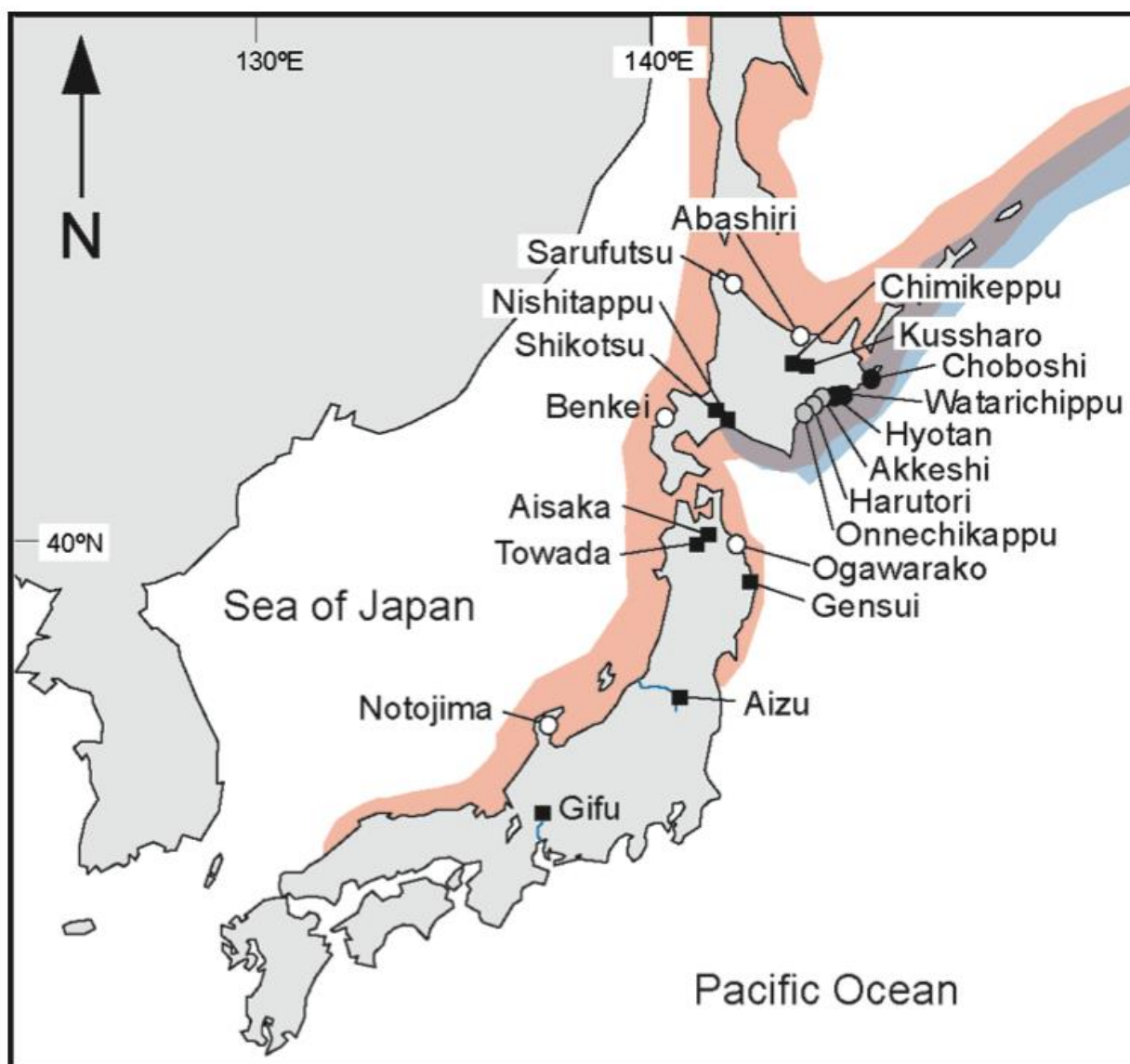
特に記載すべき事項はない。

(6) その他

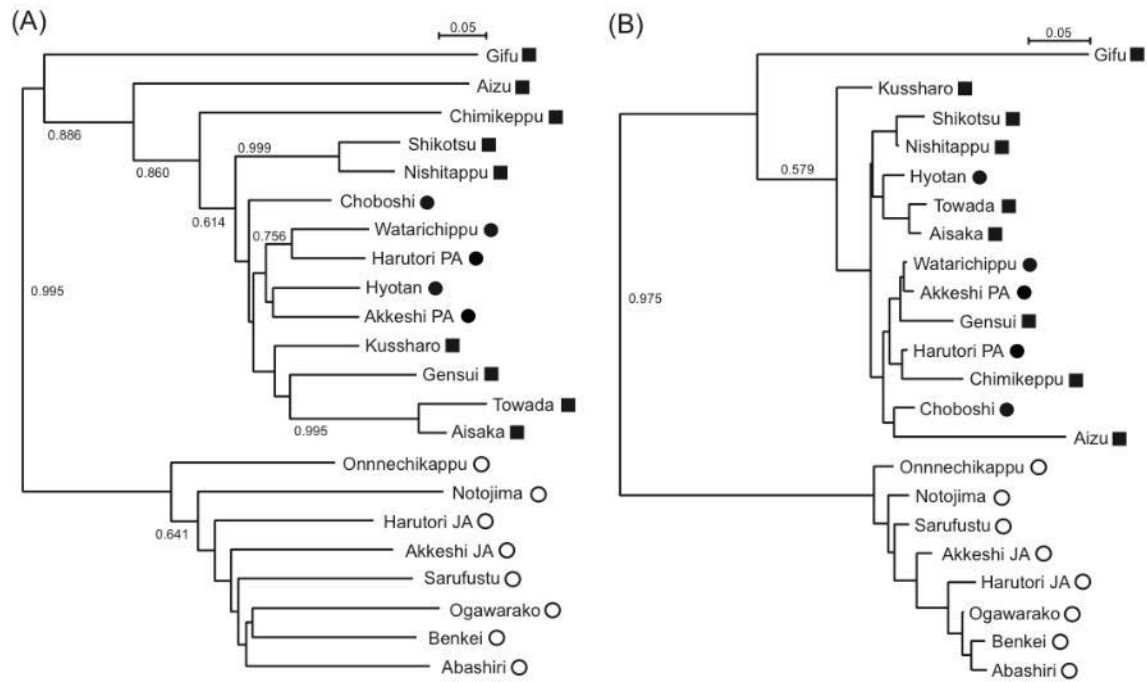
特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

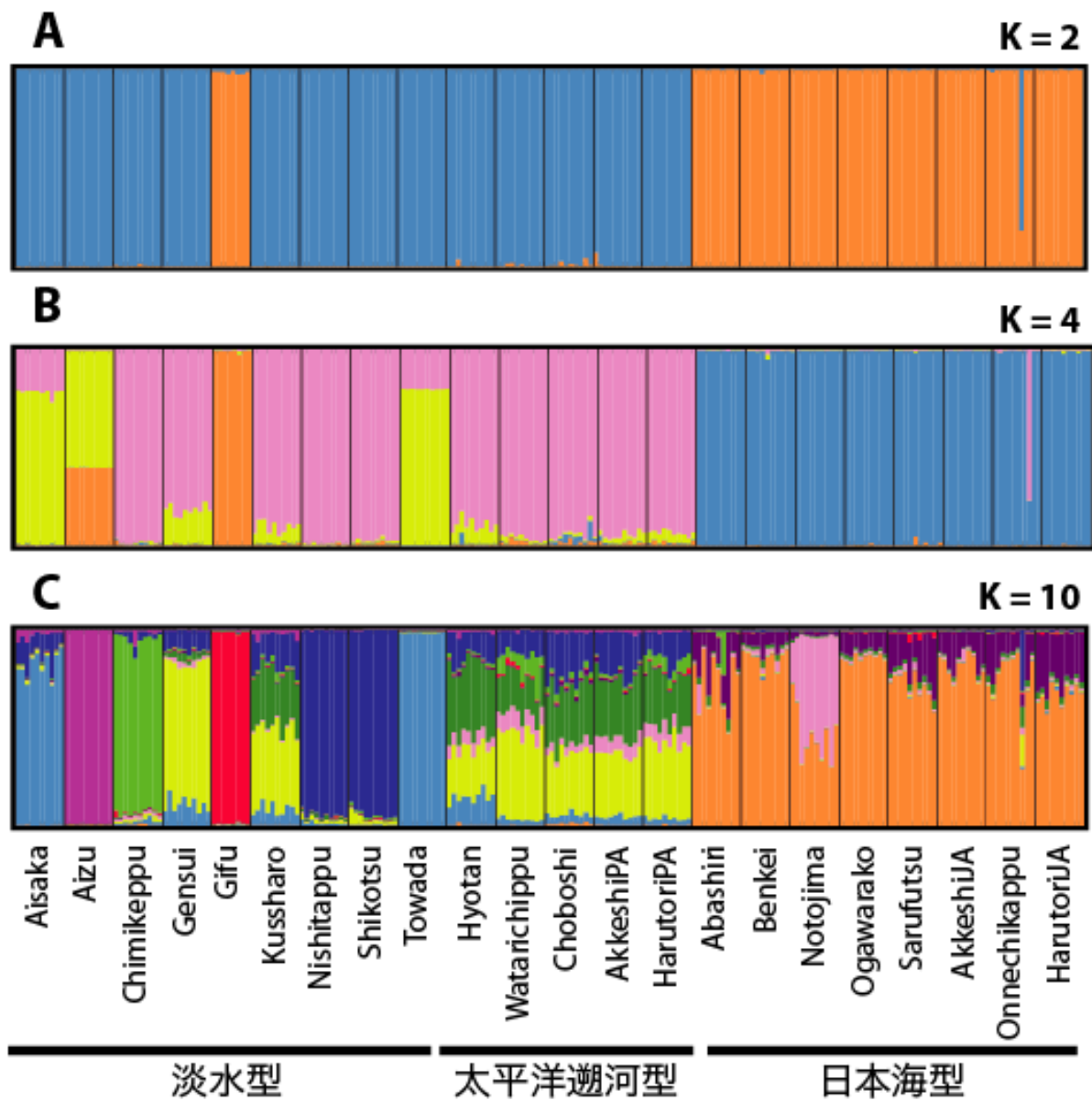
- 1) Adachi, T., A. Ishikawa, S. Mori, W. Makino, M. Kume, M. Kawata & J. Kitano (2012). Shifts in morphology and diet of non-native sticklebacks introduced into Japanese crater lakes. *Ecology and Evolution* 2:1083-1098.
- 2) Kitano, J., J. A. Ross, S. Mori, M. Kume, F. C. Jones, Y. F. Chan, D. M. Absher, J. Grimwood, J. Schmutz, R. M. Myers, D. M. Kingsley & C. L. Peichel (2009). A role for a neo-sex chromosome in stickleback speciation. *Nature* 461: 1079-1083
- 3) Kume, M., J. Kitano, S. Mori & T. Shibuya. (2010). Ecological divergence and habitat isolation between two migratory forms of Japanese threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). *Journal of Evolutionary Biology* 23: 1436-1446
- 4) Watanabe, K., S. Mori & M. Nishida (2003) Genetic relationships and origin of two geographic groups of the freshwater threespine stickleback, 'hariyo'. *Zoological Science* 20: 265-274



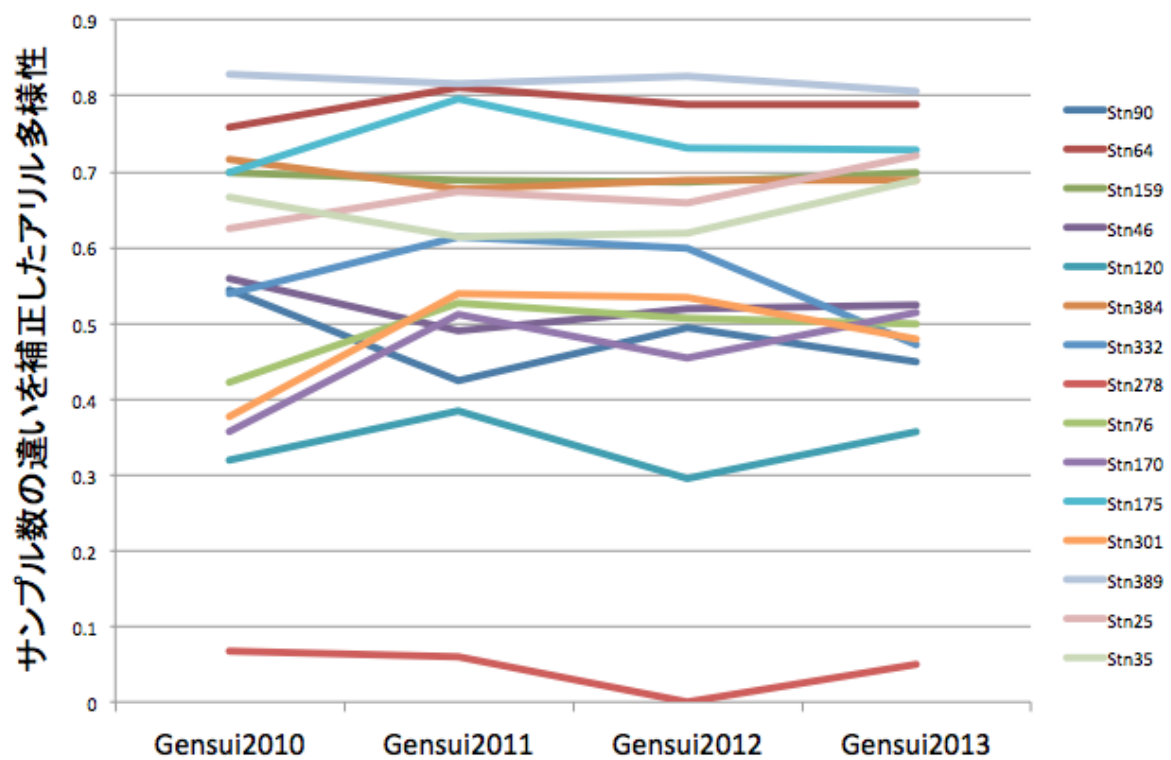
図(2)-1：日本産イトヨの遺伝解析に用いた集団。赤は日本海、青は太平洋系統のイトヨのおおまかな分布域を示す。白丸が日本海、黒丸が太平洋遡河型、黒四角は淡水型を示す。



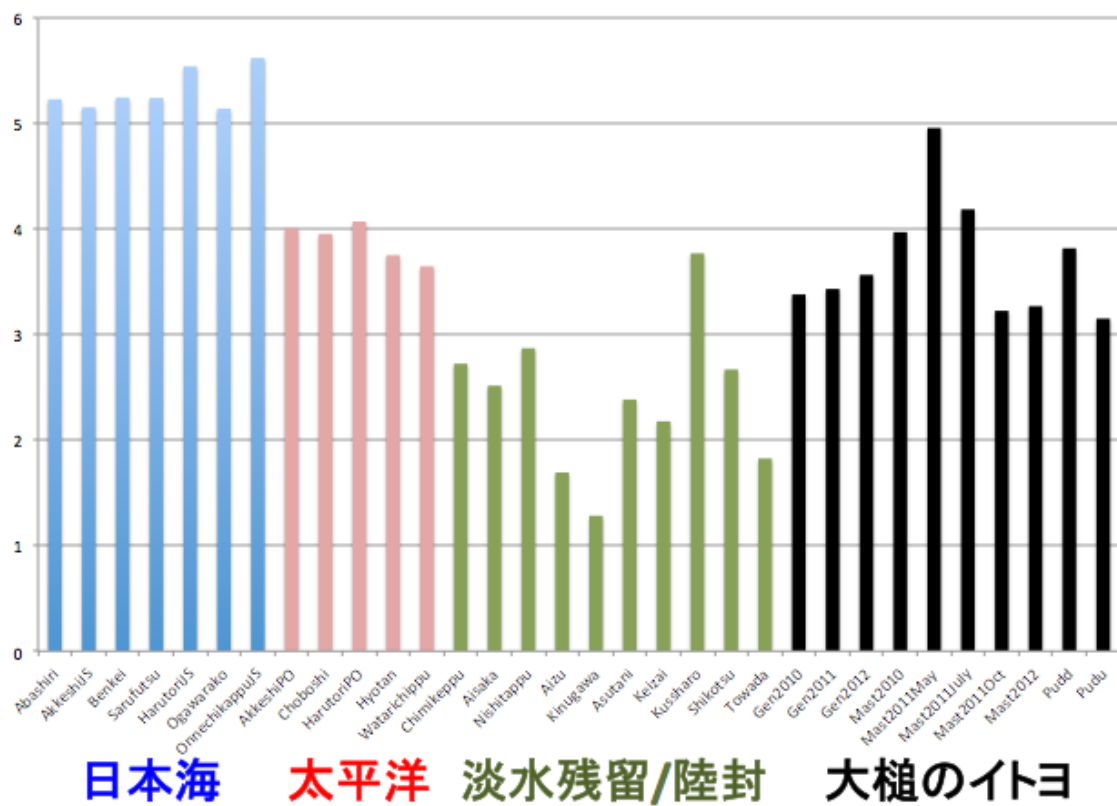
図(2)-2：日本産イトヨの系統関係。白丸が日本海、黒丸が太平洋遡河型、黒四角は淡水型を示す。



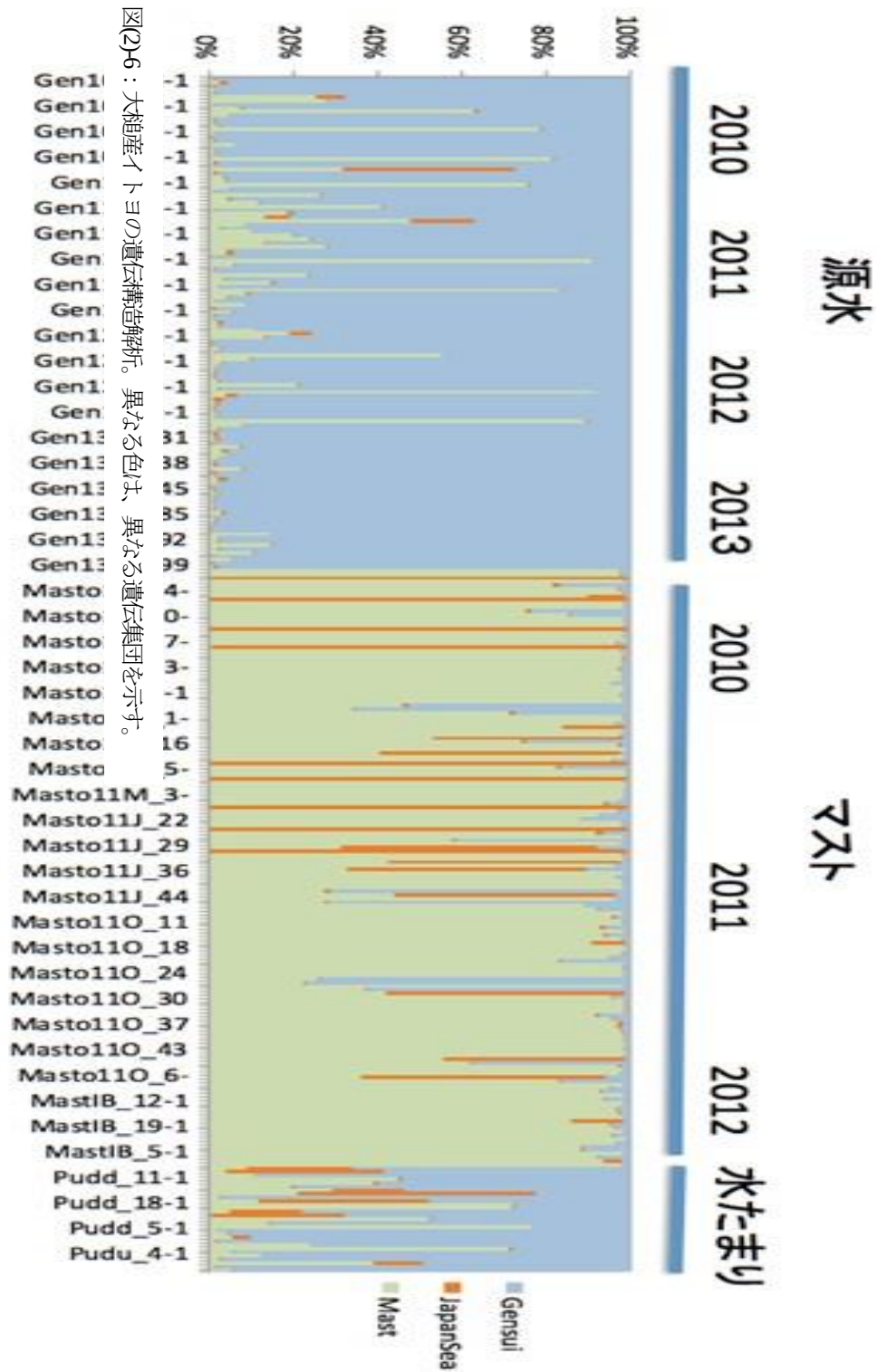
図(2)-3：日本産イトヨの遺伝構造解析。集団数が、2, 4, 10 の場合を示す。異なる色は、異なる遺伝集団を示す。

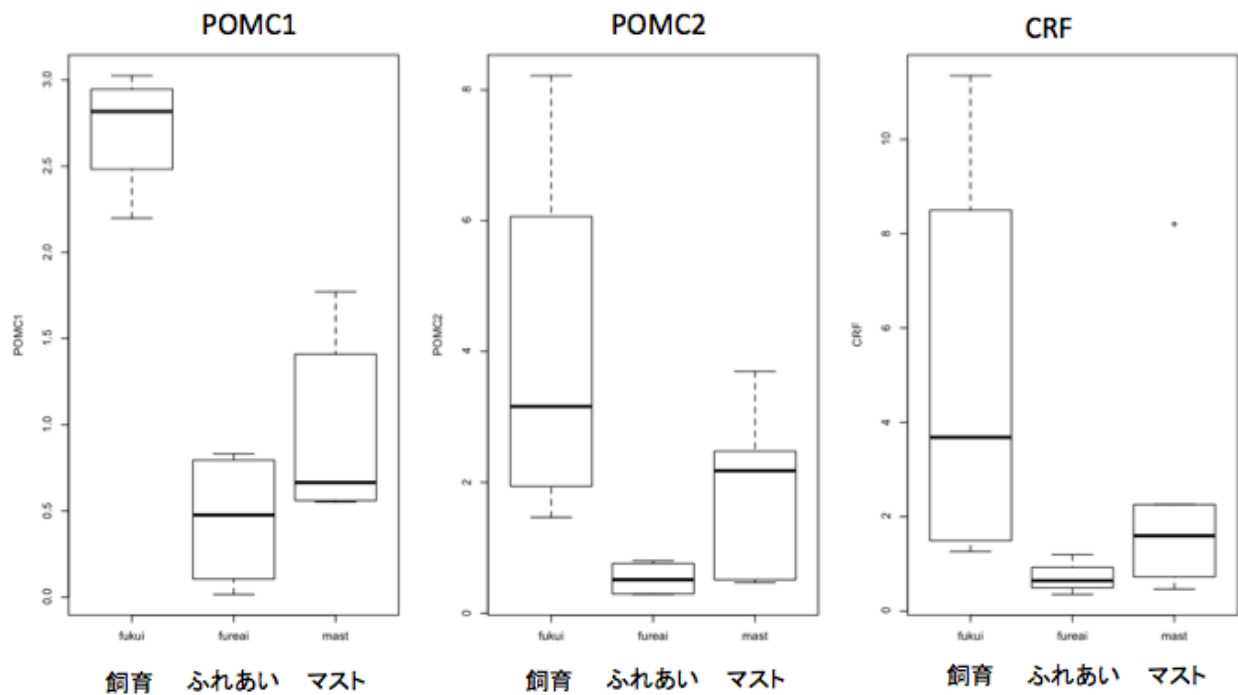


図(2)-4：源水川での津波前後4年間の個々のマイクロサテライトマーカーのアレル多様度の変動。



図(2)-5：大槌集団のアレル多様度を全国のイトヨと比較。





図(2)-7：震災二ヶ月後にふれあい川とマスト川で採集したイトヨと実験室内個体についてストレス応答タンパクの POMC と CRF をコードする RNA 脳内での発現を定量した。



図(2)-8：イトヨ新規生息地の水たまり集団の由来

表(2)-1：マスト川におけるミトコンドリアハプロタイプの数

	2010	2011
haplotype	ますとの湯 (n=46)	ますとの湯 (n=48)
Mast2(hap.P)	17	19
Mast24(hap.S)	1	
Mast1	24	27
Mast11	1	
Mast17	1	
Mast29	1	
Mast48	1	
Mast51		1
Mast54		1
ハプロタイプ数	7	4

(3) 健全な水循環の確保による震災復興

大同大学

工学部建築学科土木・環境専攻

鷲見 哲也

平成 24～25 年度累計予算額：6,000 千円（うち、平成 25 年度予算額：3,001 千円）

予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

岩手県大槌町の市街地周辺には、2 種類の湧水がある。(1) 大槌川支川源水川を始めとする不圧地下水（伏流水）による自然湧水であり、元来のイトヨの生息地である湧水域と、(2) 大槌湾沿岸の市街地に掘削された、深さ 30m 程の被圧地下水からの自噴井からの湧水、である。これらの湧水域は 2011 年 3 月に津波により被災・攪乱を受け、(1) 源水川などは堆積土砂による流量低下や水質変化が生じ、(2) 自噴井は全体像が顕在化するとともにその自噴湧水が水域を形成した。

本研究では、(1) 自然湧水の津波後の量的・質的变化とその時間スケールを捉え、(2) 沿岸の自噴井戸帯での井戸の分布及び水文環境（地下水位、水温、水質、流量）について調査した。被災後のそれぞれの湧水の状況と変化を捉え水文環境回復の速度とメカニズムについて調査するとともに、湧水域の環境改善や市街地や公園整備の復興における基礎資料として役立てることを目的とする。

調査の結果次の事がわかった。(1) 自然湧水域は、土砂撤去が進むことで流量は速やかに回復し、水質は地表からの海塩成分溶脱などの影響により、被災後 2 年程度の時間を経過して回復した。(2) 沿岸自噴井帯での地下水流動が明らかになり、自噴井戸帯は 3 つのソースからなることが明確になった。また、一斉調査の実施により、湧水環境に関する町民との共有の場として提供することも出来た。

[キーワード]

湧水、自噴井、塩水化回復、一斉調査、復興における水利用

1. はじめに

岩手県大槌町はイトヨなどの湧水が東日本大震災により被災した。2011 年直後には、浸水域であり、瓦礫とともに海底土砂の堆積したエリアでもある範囲を調査し、その中にはイトヨの生息地の一つである源水川（大槌川支川）が含まれた。この自然湧水域は、津波遡上により壊滅的な被害を受けたが、それは瓦礫の流入のみならず、土砂流入による湧水量低下、土砂マウンドによる堰上げに伴って生ずる湧水量低下、湧水域や周辺地表への堆積土砂から溶脱する海塩成分の溶脱に伴う湧水の水質変化、などの量的・質的インパクトが発生した。このインパクトの原因と特徴について調査することが、津波浸水域の湧水地の環境改善のための情報として非常に重要であった。この源水川での状況は被災前の 2002 年～2005 年および、2011 年の被災直後も調査を行っている。

一方で、沿岸の町方地区には自噴井帯が広がり、地下 30m 程の被圧地下水層を利用した自噴井戸が広く使われていた。1960 年代には後藤・伊勢¹⁾の調査により 100 本以上の自噴井戸があったことはわかっていたが、被災直前はその実態はよくわかっておらず、その総数や分布も正確には把握されていなかった。2011 年の津波の被災後、家屋などが津波で移送されたり、瓦礫撤去などであらわになったりする一方、自噴そのものは多くの井戸が継続されたため、市街地であった場所には自噴井（湧水）による湧水域が形成され、最終的にはイトヨなどの湧水性生物の生息場を作

ることとなった。

最終的には180本を超えることがわかったこの自噴井戸群の地下水理学的特徴を把握し、今後のまちづくりに活かすことが求められる状況にあった。

このように被災した湧水域は、前者の源水川を始めとする不圧地下水による自然湧水域と、後者の町方を始めとする被圧地下水による自噴井帯とに分けられ、これらを調査対象とすることとなった。

2. 研究開発目的

本調査研究では、水生生物の重要なホットスポットとして機能している湧水域について、被災後の状況とその回復について水文学的見地から調査研究を行った。

上記の前者にあたる不圧地下水による自然湧水域では過去の重要な環境要素となる津波到達の範囲における湧水域の流量観測・水温・イオン濃度等の水質計測といった水文学的・水質的なモニタリングを継続し、2002～2007年、地震・津波直後（2011年4月・5月・8月・10月）のデータとの比較を通して湧水源の水文環境・水環境の変化を捉えた。特に地殻変動や津波による土砂等の堆積に伴う地下水環境の変化と回復の時間スケールを捉えた。

上記の後者にあたる沿岸自噴井帯については、井戸の分布の実態の把握、地下水位の分布と干満による影響、水温・水質の状況を把握し、沿岸の深井戸が淡水である珍しいこの地域の地下水理学的な状況を把握するとともに、被災後のまちづくり（市街地・公園）に活かすことができる基礎情報を整備することを目的とした。

3. 研究開発方法

河川～地下水～湧水の水文学的な調査および水環境等の調査を以下の方法で行った。

現地観測、特に水文（地下水および河川水の水位・流量）・水質計測（湧水・河川、水温・EC/PHおよびイオン・同位体）により地下水環境の津波被災後の変化を捉え、回復が遅い状況について、地下水理学的・環境科学的な検討を行い、湧水やその水環境の回復に供する対策について検討した。

（1）津波を被災した自然湧水環境の量的・質的影響とその後の回復の把握

湧水からなる源水川等（源水川・大ケロ川、寺部川ほか）（図(3)-1）の流量計測は流速計及び横断計測（断面分割）（図(3)-2）による方法により行い、震災前後の流量からの変化を捉えた。

質的な観測については、地下水の大半の起源とみられる大槌川・小槌川本川もあわせ、1～2ヶ月に一度、水温、電気伝導度、pH、DOのセンサ計測と、採水を行い、イオン分析と酸素・水素同位体分析に付した。このほか、河床材料および地表堆積材料を採取し、炭素・窒素の同位体分析にも付した。これらにより、湧水の起源となっている地下水や上流河川の質的な変化を捉え、その内容の特徴から起源について考察した。

また、浅層不圧地下水の自然湧水河川である源水川では、特に湧水の流量計測と湧水の水質計測を継続的に調査し、また地下水側（河床下20cm間隙水）と湧水河川とのピエゾ水頭差（差圧）を差圧マノメータ法で計測することで、湧水のポテンシャルの縦断分布についても捉えることで、回復を促進させる方策について検討した。

（2）町方地区自噴井湧水の量的・質的現況の把握

震災後、大槌町町方地区では、イトヨの生息が確認され、自噴井戸からの湧水による水域の環境についても調査を行った。2012年中に井戸のほぼ全体の本数・位置・標高を把握し、2013年1・2月には地下水位および流量観測を行った。流量観測は体積と時間の計測による方法であるが、地下水位計測は、VRS-GPSによる基礎高の水準測量（標高）を予め（2013年1月）に実施しておき、2月に図のように透明チューブを立てて基礎高からの水位を計測することで

行った（図(3)-3）。町方および安渡地区の22本の井戸を対象とした。また、それらの井戸の流量についても計測を行った。

がれき撤去の進んだ2013年度には、5月に町民らを巻き込んだ地下水位一斉調査を企画し、56本の井戸について水位分布・水温・電気伝導度を一斉調査した（図(3)-4）。また、町方地区で発見できた井戸すべてのうち126本の井戸について水質計測（水温、pH、EC、ORP）と採水（イオン分析、同位体）を6月に行った。

これらの地下水位、水質および被圧地下水の流動パターンと、復興に資する情報を整理した。

5月の町民を巻き込んだイベントとしての一斉調査は、現場での情報共有の場として位置づけでもあり、復興の場面でのまちの資源や記憶の場として活かすこととした。さらに、井戸の流量に関する観測も行い、生息場や公園空間の資源としての湧水のポテンシャルに関する情報としても得ることとした。

4. 結果及び考察

（1）津波を被災した自然湧水環境の量的・質的影響とその後の回復の把握

自然湧水域としての源水川の地下水の量・質の回復について、流量は、ヘドロ・瓦礫撤去が進んだタイミングで回復したことがわかった。

一方で、水質の回復は2012年秋までにゆっくりと行われ、流量の回復よりも遅く、津波による海底堆積物の地表からの溶脱による海塩成分の供給がこれをもたらしたと推測された（図(3)-5）。

源水川の流量観測は震災直後から行っており、それらとの比較を行った。源水川の上流は未整備区間、下流は治水整備済み区間となっており（図(3)-6）、上流の河床高は高く、下流は低く、地下水位との関係では下流が湧水には有利であり、周辺の地下水位は概ね河川水位+5cm以上は見られるが、上流区間は河川水位とほぼ同じであり、湧水量は元来少ない。

被災時には泥や瓦礫の堆積があり、津波の攪乱による土砂マウンドが上流にプールを作ったために、上流部の流量はゼロの状態（地下水とつりあった状態）となった。これらの除去により、流量の回復が見られたが、本開発の期間での流量計測時には、さらにその流量が回復していることがわかった。

このように、物理的な条件改善により量的な回復は非常に早く生じることがわかった。このことから、地下水位と河川水位との相対的關係は湧水量の回復に非常に重要である。

また、本区間の上流部には孵化場があり、震災後の回復過程で深井戸（図(3)-7）からの揚水が回復したため、湧水域（河道）内の水環境は劇的に改善した。河床堆積物の大半は海砂等であり、溶出試験では海水成分と比例したイオン構成がみられた。

1年以上経過した水域の表面付近ではこれらの影響は殆ど見られないものの、一方で湧水そのもののイオンを見ると、2012年7月の段階では源水地区を流れてきた地下水の湧水は起源の大槌川の内容に比べると塩分濃度が2倍以上高いが、2013年2月の観測値は10%以内の違いにとどまっている。

このことから地表堆積物の溶出が地下水環境に与えた影響の時間的な影響は2年以内程度にとどまるのではないかと考えられる。

（2）町方地区の自噴井の状況

2013年2月15日の町方地区の地下水位の状況は図のとおりである（図(3)-8）。干満の影響を受けるため、満潮時干潮時のそれぞれ1時間程度以内に計測している。地盤沈下の影響を受けたため、地下水位は以前に比べて地表に対して高い状況となっていることがわかる。地下水位は、西から東、または北から南に傾いており、小槌川、大槌川からの浸み込みによる圧力の影響を受けていると考えられる（図(3)-9、10）。

また、地盤高との相対関係（図(3)-11）は1m以内であり、それほど高くない。よって、公園整備や都市整備における地盤管理（盛り土）等においては注意が必要であり、復興のための基礎情報として重要である。

自噴井戸の湧水の流量は、中潮の満潮時で毎秒0.2～1L程度に湧く井戸が多く、湧水に寄る微細な湿地環境を維持するには十分な量であり、また熱的にも安定（10～11度程度）しているために、その価値は無視できないものと考えられる。

自噴井戸の質的な内容は沿岸の井戸3つが海水の影響をわずかに受けている他は、ほぼ等質で水資源的には良質の地下水であることがわかっている。

イトヨの群集が被災後に確認された沿岸市街地の自噴井群について、2013年度は、より多くの井戸において計測した。その井戸の分布の調査を行った結果、これまで言われていた120本ではなく、180本ほどが存在することが確認された。被災地下水とは言え地下30mの沿岸の井戸への海からの塩水くさびの侵入を許しやすい環境では珍しいことである。

2013年5月19日には、町民を巻き込んだ一斉調査を実施し、被災地下水の水位分布を計測した（図(3)-12）。その結果、大槌川沿いは南北、小槌川沿いには東西に、大槌湾へと傾いており、明瞭でわかりやすい地下水位分布と流向となっていることがわかった。

水質で見ると、電気伝導度で代表されるように、3つの領域（大槌川、小槌川、城山からの浸透水）にわかれ、それぞれを大槌湾に向かって流れるパターンが確認され、地下水位分布と特徴が一致している（図(3)-13）。

また、水温の分布（図(3)-14）と比較すると、全体として11度前後と均一であるが、城山からの水は水温が高く、大槌川・小槌川の領域は、夏場は上流の方が水温が高い傾向（冬は高い）が見られ、熱の影響の度合いの変化として捉えることができた。

5. 本研究により得られた成果

（1）科学的意義

自然の不圧地下水の湧水が、津波の攪乱を得たあと、地表堆積物からの溶脱によって比較的長い時間影響を受ける事がわかったが、同時に、本調査地域のように急勾配河川を持つ地区ではその交換速度も早く、3年程度で原状の水質に戻ることがわかった。

また、本対象地域の大槌町町方地区のような沿岸の被災地下水による自噴井帯は、上流の河川の急峻な勾配に水圧が支えられている条件下では水質的には津波の影響をうけず、地震による地盤沈下により、地盤からの相対水圧が数十cm上昇したため、結果として自噴を強めることになったことは、稀な現象である。またこうした被災という事態を機会に、井戸の一斉調査を行うことで、地域の地下水流動の構造を把握することが容易であることが示された。特に、多数の市街地井戸の地下水位の平面分布から流動方向がわかり、さらに水質から3つの領域（2河川および中間の山間部からの浸透水）に分離されており、それら相互に説明可能であることがパターンから確認され、沿岸低平地の地下水流動を容易に観測できる稀有なケースであることが示された。

（2）環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

岩手県大槌町の災害復興における町方地区の公園計画プロジェクトチーム会議のアドバイザーとして鷺見は関与し、2013年5月の公園基本計画には、調査で明らかになった自噴井戸の分布に応じて、湧水を活かした水域の利用の概要が組み込まれており、その検討に情報提供として、また井戸の位置づけについて作成に貢献した（図

(3)-15)。

2013年5月19日の自噴井一斉調査は大槌町生涯学習課主催の元、その指導を鷺見が行い、学術調査としての位置づけと平行して、復興まちづくりにおいて、町民が町の資源や地下水資源を体感する場をフィールドワークの形で提供した。

また、同町の平成25年度大槌町復興デザイン会議においてもアドバイザーとして鷺見が関与し、市街地（町方地区）の井戸について予め地下水位が不足する情報を提供することが出来たため、盛り土によって失われることがわかっていたが、その一方で地区町民の要望を受ける形で自噴井戸を残すことが検討され、具体的なまちのレイアウト「デザインノート」において街区公園に掘り下げ地における自噴井戸の維持を成果として書き込まれた。

同様に、同町の中心市街地の新たなあり方を検討する「中心市街地活性化プロジェクトチーム」会議等でも、御社地と呼ばれる池について自噴井戸で維持できることを本調査研究で証明しているため、これを軸に土地・建物のあり方を具体的に検討が進められ、現在もこれを土台としてより具体的な検討が進められている。

<行政が活用することが見込まれる成果>

平成26年度に立ち上がっている新たな公園設計プロジェクトチーム会議でも、鷺見は同様にアドバイザーとして関与しており、グラウンドやその他の施設において、本調査研究で得られた成果を土台に自噴井戸の有効活用を含めてすでに検討が進められている。また、公共施設のヒートポンプの活用も視野に入れて、本調査研究で得ている井戸出口高さや流量の関係を元にフィージビリティの調査が進められている。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) 鷺見哲也：第17回応用生態工学会大阪大会自由集会「震災復興に応用生態工学はどのような貢献ができるのか：岩手県大槌町での取り組み」（2013年9月20日）「湧水環境とまちづくり」
- 2) 鷺見哲也：第14回地下環境水文学に関する研究集会（2013年10月5日）「岩手県大槌町自噴井一斉調査」
- 3) 鷺見哲也・中野孝教・谷口真人：土木学会第69回年次学術講演会（2014、予定）「岩手県大槌町の自噴井群一斉調査」

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

(4) シンポジウム、セミナー等の開催（主催のもの）

特に記載すべき事項はない。

(5) マスコミ等への公表・報道等

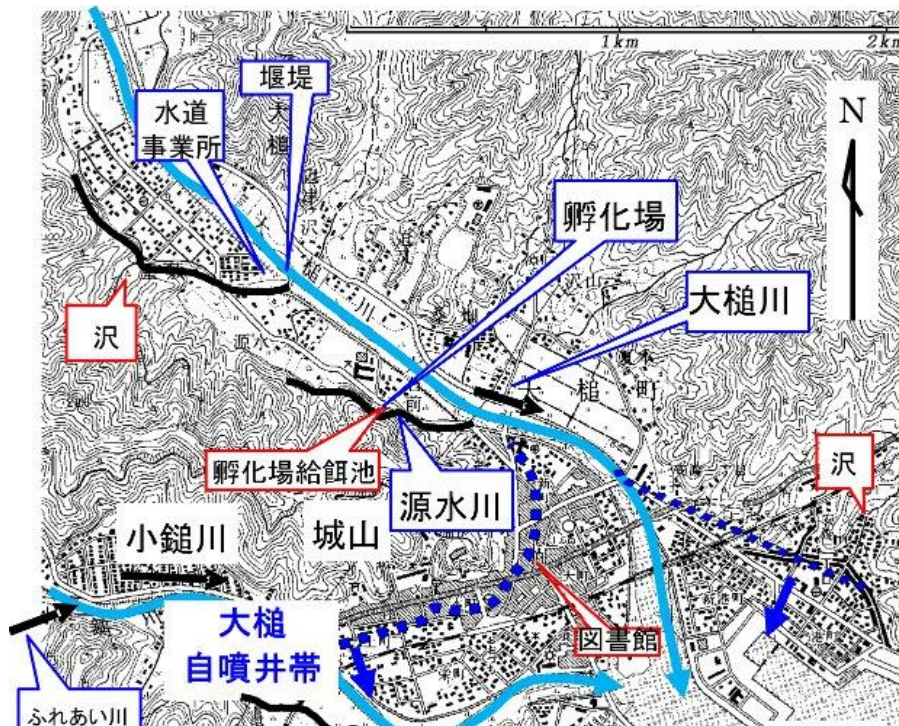
- 1) 朝日新聞（2013 年 2 月 21 日、岩手版、「復興の盛り土で大槌の湧水ピンチ」（町方の自噴井戸の地下水位状況の成果の一部の発言が紹介された）
- 2) IBC 岩手放送「ニュースエコー」（2013 年 2 月 20 日、町方自噴井戸湧水の地下水位状況の成果について 3 分ほど紹介）
- 3) 岩手日報（2013 年 5 月 20 日、岩手版、「豊富な湧水一斉調査 大槌町約 60 カ所」
- 4) 河北新報（2013 年 5 月 20 日、「被災した住宅跡地の自噴井戸、一斉調査 岩手・大槌」
- 5) 朝日新聞（2013 年 5 月 20 日、岩手版、「湧水生かそう」一斉調査 大槌町」
- 6) 産経新聞（2013 年 5 月 20 日、全国版、「被災井戸を一斉調査 消滅前に記録目的 岩手・大槌 東日本大震災」
- 7) IBC 岩手放送「ニュースエコー」（2013 年 5 月 19 日、自噴井一斉調査について 3 分ほど紹介）
- 8) 岩手朝日放送（2013 年 5 月 19 日、自噴井一斉調査について 3 分ほど紹介）
- 9) NHK 盛岡放送局（2013 年 5 月 19 日、自噴井一斉調査について 3 分ほど紹介）
- 10) IBC 岩手放送「ニュースエコー」（2013 年 5 月 26 日、自噴井湧水について 7 分ほど紹介）

(6) その他

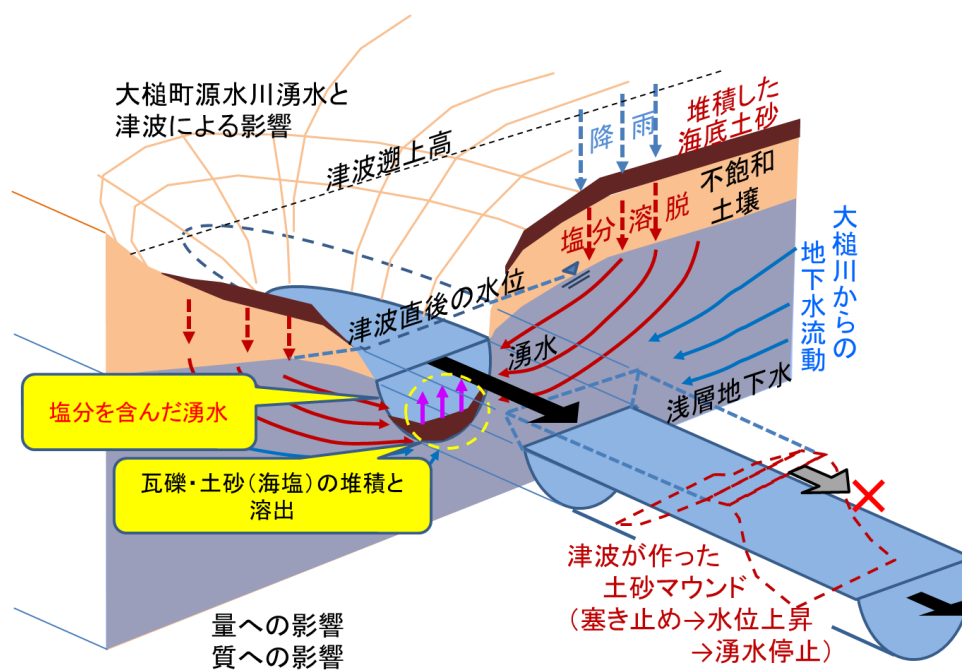
特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

- 1) 後藤達夫・伊勢國男（1965）「岩手県大槌町の地下水の水質」、岩手大学教育学部研究年報 25：5-40



図(3)-1：湧水起源の川と自噴井帯の位置



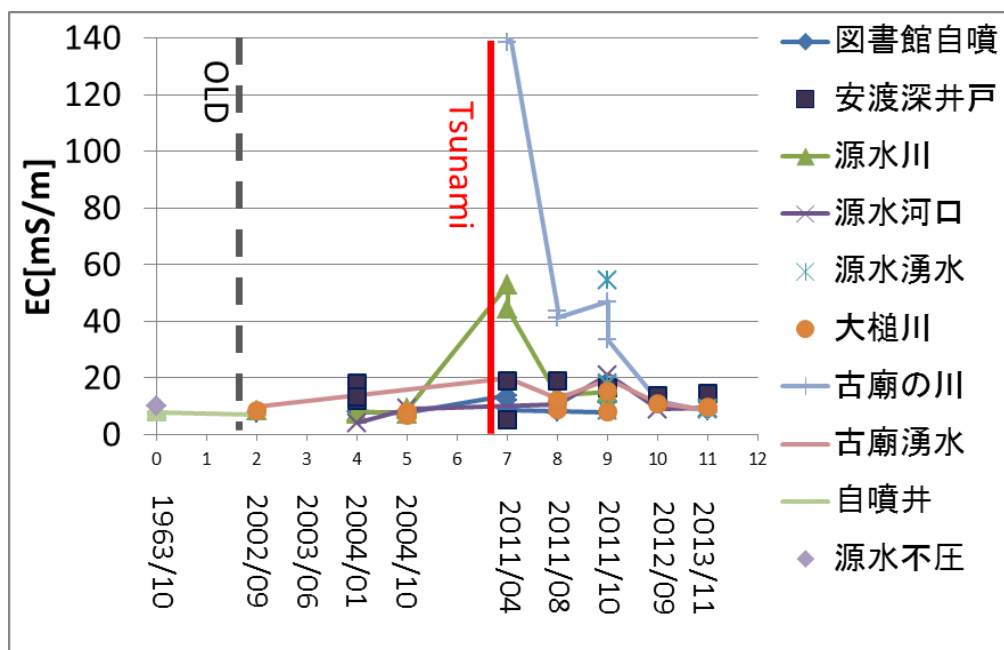
図(3)-2：浅層地下水からの湧水河川の被災前後の概念図



図(3)-3：深井戸の地下水位計測の様子



図(3)-4：自噴井と一斉観測の様子（2013年5月19日）



図(3)-5：湧水・井戸等の電気伝導度の震災前後の比較

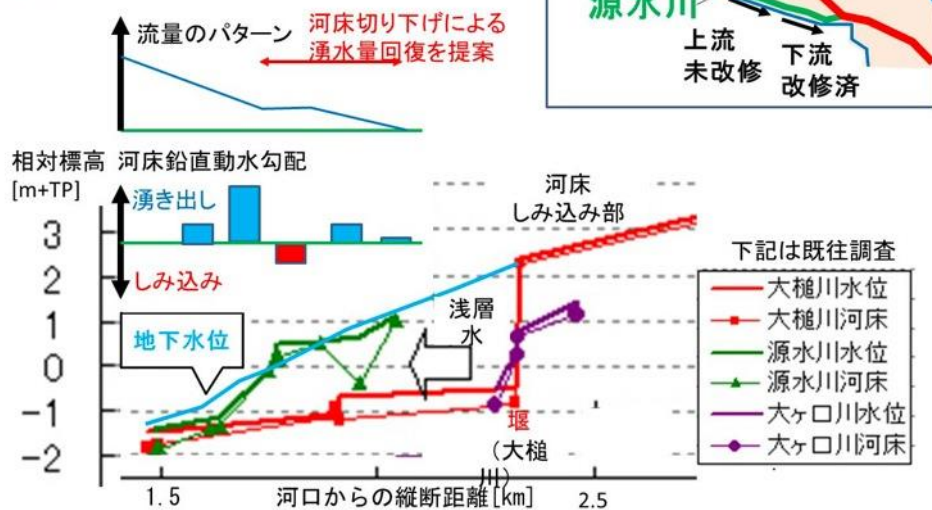


図(3)-6：源水川の状況と流量の変化 (※は孵化場ポンプ揚水流入量を差し引いた値)

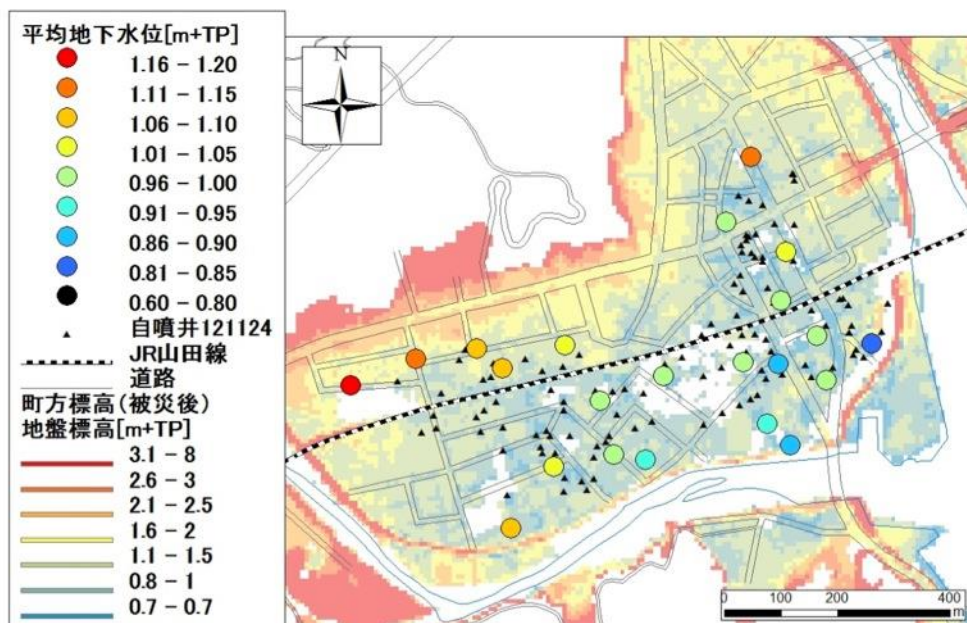
源水川湧水の構造と被災と回復

本調査:

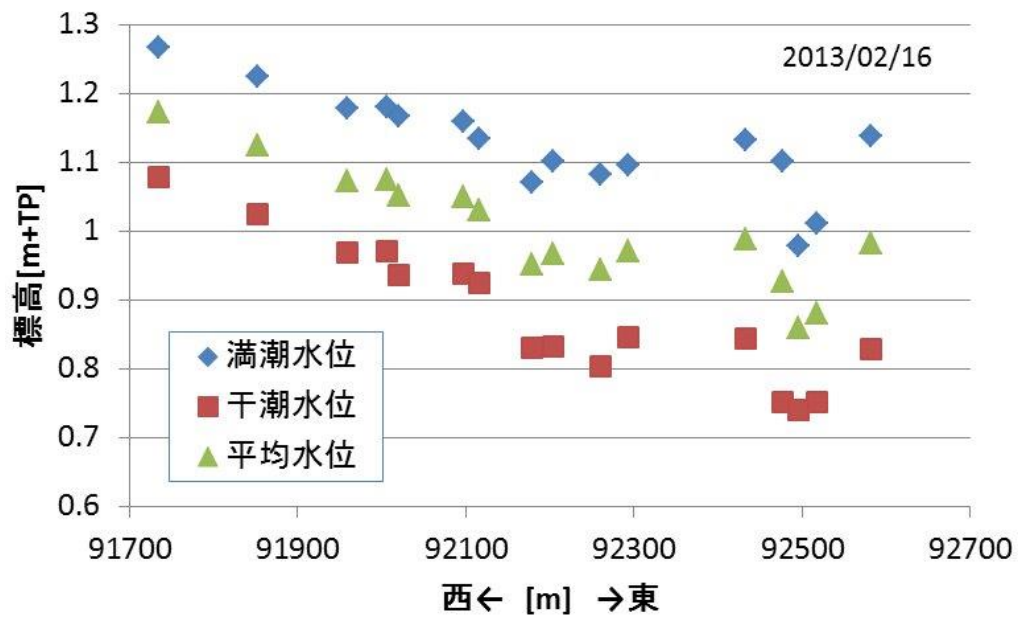
源水川の流量(湧水量)と周辺地下水位のパターン



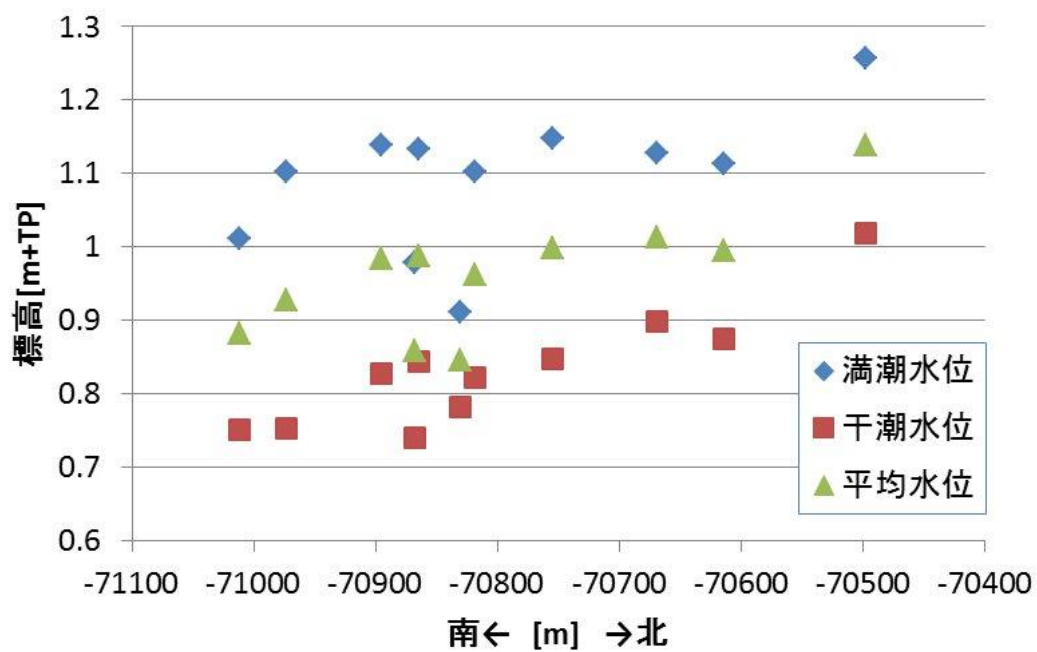
図(3)-7: 深井戸の地下水位計測結果 (2013年2月15日)



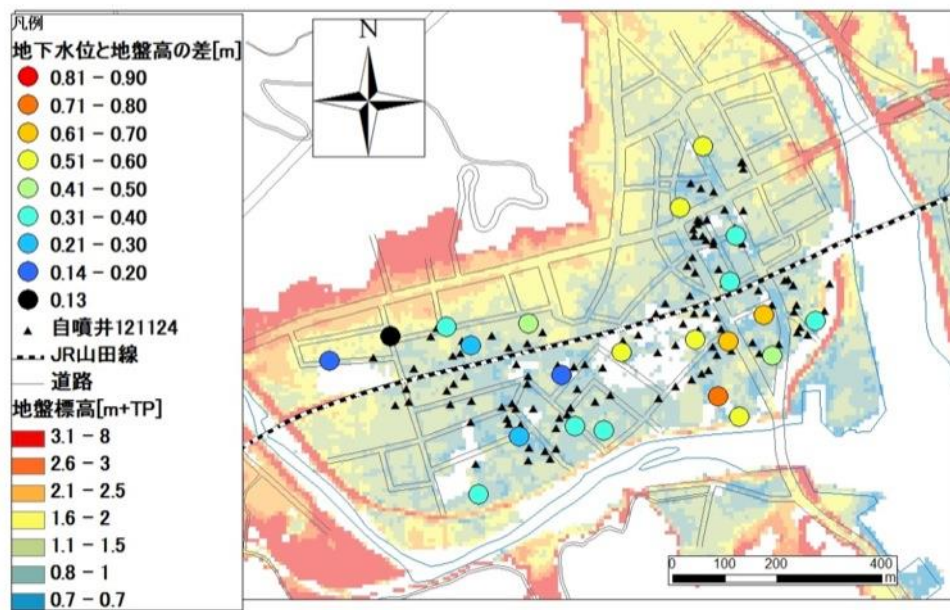
図(3)-8: 深井戸の地下水位計測結果 (2013年2月15日)



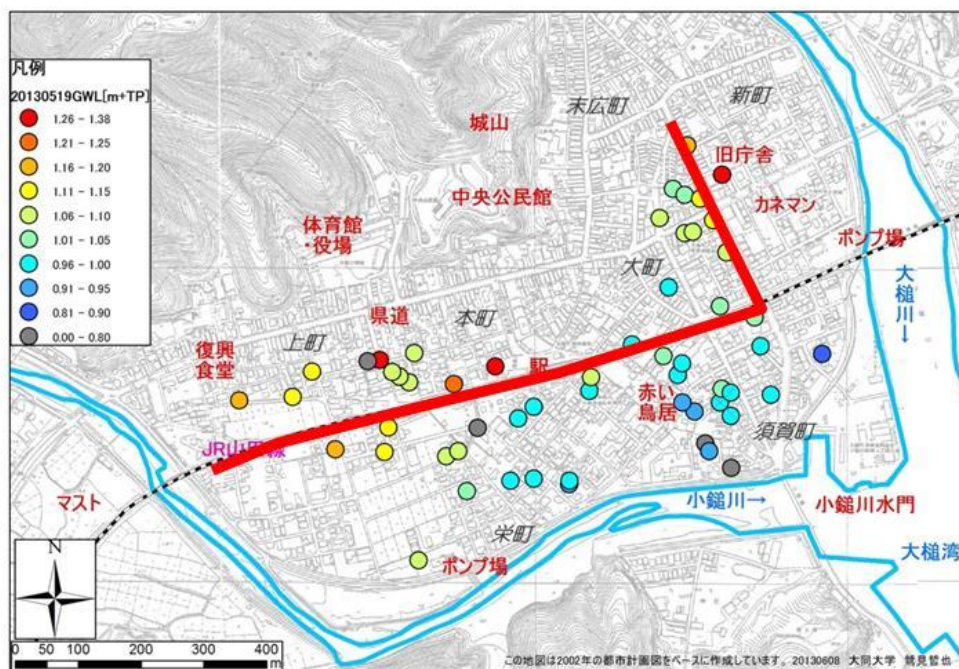
図(3)-9 : 深井戸の地下水位の東西方向の分布 (2013年2月15日)



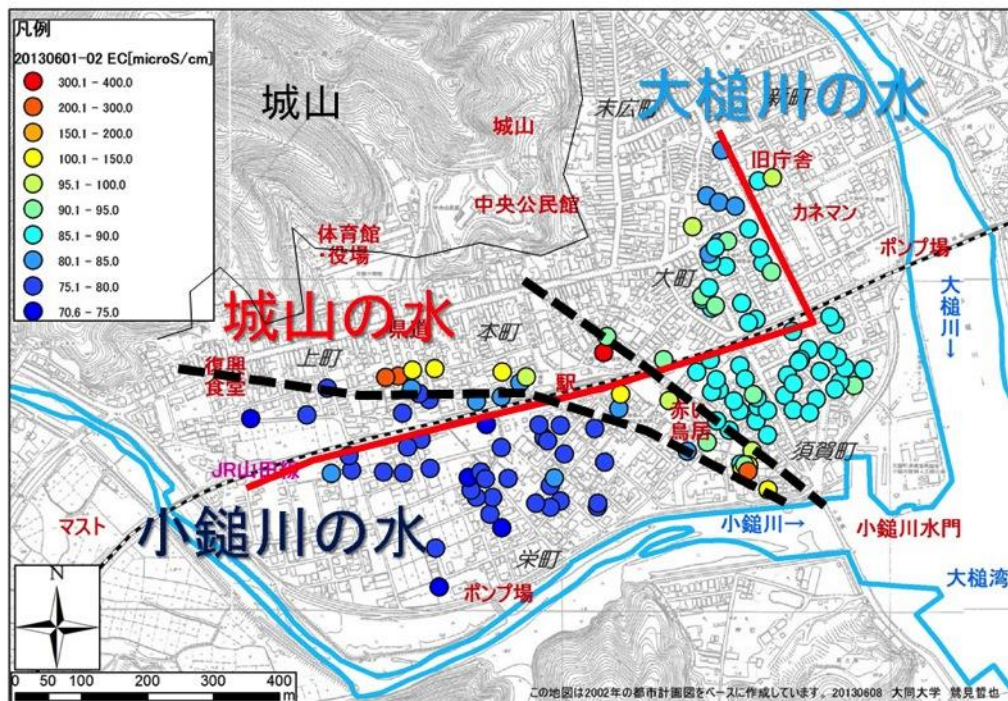
図(3)-10 : 深井戸の地下水位の南北方向の分布 (2013年2月15日)



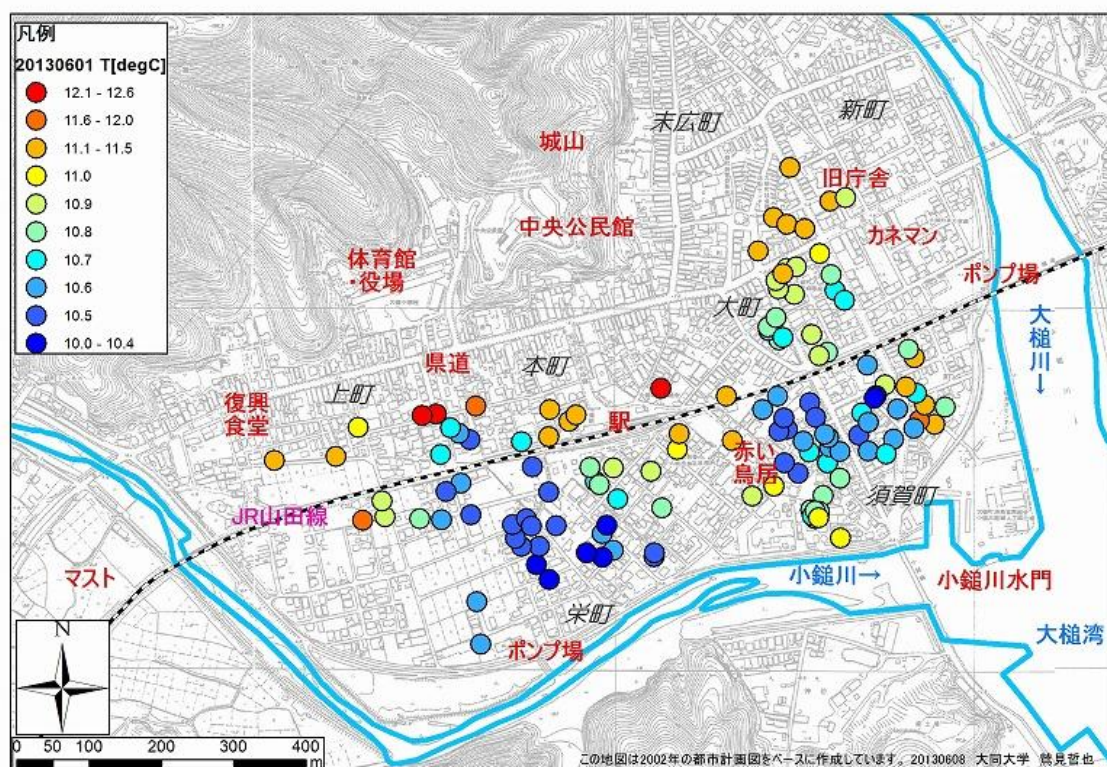
図(3)-11：深井戸の地下水位の地盤高からの相対高さ（2013年2月15日）



図(3)-12：自噴井戸等の地下水位分布（2013年5月19日12時）



図(3)-13：自噴井戸等の地下電気伝導度分布（2013年6月1日）



図(3)-14：自噴井戸等の地下水温分布（2013年6月1日）

驚見成果(井戸分布・地下水位分布)



図(3)-15：大槌町町方地区井戸分布調査結果と公園基本計画最終案

Robustness and fragility of spring-water ecosystems: restoration of ecosystem function after the Tsunami

Principal Investigator: Seiichi MORI

Institution: Gifu-keizai University
5-50 Kitagata, Ogaki-City, Gifu 503-8550, JAPAN
Tel: +81-584-77-3572 / Fax: +81-584-77-3575
E-mail: smori@gifu-keizai.ac.jp

Cooperated by: National Institute of Genetics, Daido University

[Abstract]

Key Words: Spring water ecosystem, Ground water, Hydrological environment, Environmental restoration, Biodiversity, Newly discovered habitat, Stickleback polymorphism

Spring water provides a relatively stable environment, thereby potentially contributing to the robustness of ecosystems under environmental perturbations. Spring ecosystems are, however, often fragile, because depletion of water can easily occur due to urban development and human activities. In this project, we investigate the recover capability as well as the negative human impacts that can prevent the natural recovery of spring ecosystems in Otsuchi, Iwate Prefecture, where we have been conducting field research for over ten years, including before and after the big Tsunami, which was triggered by the magnitude-9.0 Tohoku-Oki Earthquake on March 11, 2011.

Environmental disturbance, such as earthquake and tsunami, can have big impacts on the ecology and evolution of wild animals. However, we know little about the impacts and the mechanisms of environmental disturbance on wild animals. For example, although spring waters are predicted to provide relatively stable and robust environments, we know little about the empirical roles of spring waters in robustness of ecosystem.

We conducted ecological and hydrological surveys to investigate the recovery of compositions of organisms such as attached algae, plankton, benthic invertebrates and fishes, the water quality and the hydrodynamics of spring and ground waters. Specifically, we have investigated changes in the distribution, morphology and trophic ecology of the threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). This fish is a keystone species of spring-water ecosystem. We also analyzed the genetic changes between before and after the tsunami and found little evidence for reduction of genetic diversity after the Tsunami. This may be because the spring waters prevented massive death of sticklebacks. This example in the city of Otsuchi suggests that spring waters may play important roles in the maintenance of animal population faced with environmental disturbance. In addition, we found a new stickleback population, and the genetic analysis of this new population indicated that this is a hybrid population between the freshwater and the Japan Sea sticklebacks. This provides great insights into the mechanisms by which new animal habitats are produced,

which is one of the important topics in evolutionary biology. Conservation of this new habitat may be important not only for scientific research, but also as a monument of the Tsunami.

Hydrological investigations (quantity, quality, temperature) in two type of spring area are conducted after Tsunami disaster for comparison with pre-disaster. Natural spring (the Gensui River) from unconfined groundwater degraded after 2011 Tsunami in quantity/quality. By removal of sediment of seabed material and debris, quantity of flux recovered immediately. Quality in EC recovered after 2.5 years. Differential piezometer method showed lower bed level of spring area gives more quantity.

The urban area of the Otsuchi Town surrounded by the Otsuchi Bay, mountain and two rivers have number of flowing wells (upflowing from confined substrate 30m in depth from ground level. Investigations after the Tsunami, 180 wells are there and most of them keeps flowing instead of houses/buildings are lost. Hydrological investigation (distributions of groundwater level, flux, temperature, quality including EC) showed (1) flow pattern and 3 sources (2 rivers and mountain) of groundwater are cleared, (2) the fact water level is up to 1m from original ground level is important in reconstruction process of re-urbanizing area and new park area in reconstruction plans after the disaster.

Through these researches, we have made some proposals and methods as concerning the conservation of spring ecosystems to policy makers, and explain that it would be essential for the maintaining biodiversity and sustaining the ecosystem functions.

参考

参考 1

- ・大槌町関係者との意見交換会（森・鷺見）
（中心市街地「御社地」を含めた、意見聴取）
- ・町職員勉強会
2013年2月（森、鷺見）
町長はじめ、町役場職員を
前に講義・報告



参考 2

- ・デザイン会議（平成25年度）
具体的なまちのレイアウトを
考える町民代表者等の会議：
鷺見はアドバイザーとして参加
まちづくりに、湧水の観点から
アドバイス。



2014年3月にまとめられた「デザインノート」には、湧水・噴井の活用提案が盛り込まれている



参考3

町民に向けての発信

・各種団体復興イベント・まちづくり活動での情報提供等

例: 湧水ツアーでの現地解説(2012年4月、10月)

自噴井戸のメカニズム・履歴の解説



「おおつちさいがいエフエム」の出演

・湧水を活かすまちづくりに関する議論
(2013年11月25日 森・鷺見)

・ほか、湧水環境, イトヨ, まちづくりをテーマに20回以上の収録放送。



参考4

まちづくりの中に湧水を位置づける

「湧水」の個別的機能

- ・ **水資源としての湧水地**: 家庭・事業所による利用。
- ・ **熱資源としての湧水**: ヒートポンプなど。
- ・ **生息環境としての湧水地**: イトヨなどの生息地。
- ・ **漁業利用の場としての湧水地**: 孵化場として利用してきた。地下水をくみ上げ利用し、池・川を漁業の場として位置づけてきた。
- ・ **生活空間としての湧水**: 単なる水資源としてだけではなく、生活の風景としてのもの。
- ・ **交流の場としての湧水**: 初期の井戸は街角にあり、皆が利用。
- ・ **遊びの場としての湧水地**:
もともと子どもたちも含めて自然発生的な遊びの場でもあったはず。いまでは、学校の「環境教育」というような、一種の「無理やり」な位置づけになるのかもしれない。
- ・ **土地のなりたち、水循環の理解の場としての湧水地**:
地域の水循環や地形等への興味喚起し、学習・理解の場
- ・ **「町には何があるのか」を確認する場としての湧水地**:

④自噴井戸湧水の一斉調査(2013/5/19)

驚見指導のもと、町・生涯学習課主催。

現状の共有の場。⇒将来を考える契機に
ミニシンポジウム(森)

Lara M. Cassidy^{1,2}, Mark Ravinet^{1,3}, Seiichi Mori⁴ and Jun Kitano^{1,5}

²Trinity College, Dublin, Ireland, ³Queen's University Belfast, Belfast, UK, ⁴Gifu-keizai University, Okazaki, Japan and ⁵PRESTO, Japan Science and Technology Agency, Kawaguchi, Saitama, Japan

ABSTRACT

Background: The presence of ecological opportunity can trigger adaptive radiation. Freshwater colonization of marine ancestors during the post-glacial dispersal could have triggered adaptive radiation in the threespine stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). Japanese marine threespine stickleback can be classified into two genetically divergent groups, the Pacific Ocean group and the Japan Sea group.

Question: Are all Japanese freshwater threespine stickleback populations derived from the Pacific Ocean lineage? Or are some freshwater populations derived from the evolutionarily divergent Japan Sea lineage?

Methods: We collected stickleback from 22 different locations across Japan, including nine freshwater populations, five Pacific Ocean anadromous populations, and eight Japan Sea anadromous populations. We determined the genotypes for 11 different microsatellite markers. We created phylogenies using different measures of genetic distance based on both allele frequencies and allele lengths. We inferred population structure using Bayesian analysis.

Results: All freshwater populations analysed were genetically similar to the Pacific Ocean anadromous populations, suggesting that they are likely derived from the Pacific Ocean lineage rather than the Japan Sea lineage.

Keywords: adaptive radiation, microsatellites, phylogeography, stickleback.

INTRODUCTION

The presence of ecological opportunity can trigger adaptive radiation (Schluter, 2000; Glor, 2010; Losos, 2010). When interspecific competition or predation is reduced, phenotypic diversification occurs as a result of colonization and adaptation to vacant niches. Newly formed lake and islands or mass extinction can provide ecological opportunities to many lineages (Schluter, 2000; Gillespie and Baldwin, 2010; Glor, 2010; Losos, 2010). However, not all lineages can exploit

Correspondence: J. Kitano, Ecological Genetics Laboratory, National Institute of Genetics, Yata 1111, Mishima, Shizuoka 411-8540, Japan. e-mail: jkitano@lab.nig.ac.jp

© 2013 Jun Kitano



～湧水の水位は上がるのか～

2013.5月号 大槌 広報

[illegible][illegible]

Citrulli

新聞報道

2012年8月10日 中日新聞、 2012年8月20日 岩手日報、2012年10月31日 朝日新聞岩手、
2012年11月7日 中日新聞、 2012年11月17日 読売オンライン、 2013年2月5日 岩手日報、
2013年2月10日 県民福井、 2013年2月11日 福井新聞、 2013年2月21日 朝日新聞、
2013年5月20日 朝日新聞、2013年5月20日 読売新聞、 2013年5月20日 岩手日報Web サイト、
2014年2月9日 岩手日報Web サイト、 2014.3.4 福井新聞