

報 告

滋賀県彦根市の水路における魚類の種相と分布 —地理情報システムを導入した大学実習の事例—

滋賀県立大学大学院環境科学研究科 中 野 光 議
滋賀県立大学環境科学部 岩 間 憲 治

Fish fauna and distribution in ditches in Hikone City, Shiga Prefecture: A case report of practical work using geographic information system. Mitsunori Nakano (*Graduate School of Environmental Science, The University of Shiga Prefecture*) and Kenji Iwama (*Faculty of Environmental Science, The University of Shiga Prefecture*)

要旨：2006～2015年にかけて、滋賀県立大学の実習「環境フィールドワークII」の一環として滋賀県彦根市において水路等で魚類採捕等の調査を行い、地理情報システム（GIS）等を使用して地図化・集計を行った。その結果、調査地域には合計13科36種の魚類が生息していることが確認された。採捕地点数が多かった上位5種はヨシノボリ属魚類、ドジョウ、ドンコ、ヌマムツ、ミナミメダカであった。その他、希少種のハリヨ、ホトケドジョウ、スナヤツメ、外来種のブルーギル、オオクチバス、タイリクバラタナゴ等も採捕された。これらの魚類はそれぞれに調査地内で種特異的な分布を示した。本実習の成果から、大学等の実習を利用した魚類調査は、地域の魚類の生息状況を把握するのに有効であると考えられた。

はじめに

琵琶湖周辺には農業用水路や生活用水路が広範囲に存在しており、それらの水路には多種の魚類が出現することが知られている（例えば、金尾，2005；中川ほか，2007；中野，2014）。そのため、琵琶湖流域の魚類を保全する上で、水路を魚類の生息場所の一つとして捉え、その環境を保全することが重要な課題となっている。

筆者等が所属する滋賀県立大学環境科学部では、環境フィールドワークという実習授業がある。このうち2回生を対象とした環境フィールドワークII（以下、FWII）では、様々な調査テーマを提示した上で、学生は自らの興味に応じてテーマを選択し、実習に参加する仕組みとなっている。筆

者等は大学周辺の水路網を対象に、水路の生物相や様々な環境情報を地図化させて考察させるグループを組織し、参加する2回生とともに調査してきた。そして、2006年からこの調査を継続した結果、同一地域において膨大な量のデータが収集でき、この地域の水路には希少種を含む多種の魚類が生息していることが明らかとなったので、本報で報告する。

本研究を行うにあたり、滋賀県立大学の沢田裕一客員（名誉）教授、仁連孝昭名誉教授、平山琢二准教授、平山奈央子助教、佐竹祐亮氏、北野大輔氏、日本大学の布野修司特任教授、琵琶湖博物館うおの会の中尾博行会長、けいはんな記念公園の舟尾俊範氏には有意義なご助言をいただいた。また、滋賀県立大学の環境FWIIで筆者等のグルー

プに所属した学生には調査にご協力いただいた。査読者には有益なご指摘をいただいた。記して謝意を表する次第である。

調査地域

調査地域は琵琶湖東岸部の湖東平野に位置し、犬上川と宇曽川に挟まれ、およそ15km²の広さである(図1)。この地域では犬上川扇状地下端の湧水井を含む集落や、集落間や琵琶湖岸までに至る水田地帯、更に新興住宅街等、琵琶湖周辺における典型的な土地利用が見られる。また1981～1996年に圃場整備が行われ、その結果、水田は琵琶湖から管水路で逆水灌漑され、水田地帯の開水路網は主に水田の排水路として機能し、集落の生活用水路と接続することとなった。しかし、犬上川や宇曽川、安食川、野田沼、琵琶湖からもこの水路網へ魚類が侵入できる状況である。過去の報告(金尾ほか, 2002; 金尾・西田, 2007)では、この地域の河川において多種の魚類の生息が記述される等、魚類の種多様性が高く、魚類保全上重

要な地域である。しかし、この地域の水路に出現する魚類については、調査範囲・時期の限られた断片的な報告(Suzuki et al., 2008; 舟尾ほか, 2010)しかない。また、琵琶湖博物館うおの会(2005)は、この地域を含む滋賀県全域の魚類の分布について報告しているが、この地域における経時的な魚類の分布の変化等については報告がない。

調査期間および調査方法

2006年から2015年までの10年間、毎年4～7月にかけて、合計785地点で調査した(図2)。毎年、調査地域全体に広がるように調査地点をある程度選定したが、学生の自主性にも任せた結果、複数年にわたってほぼ同一地点にて調査する箇所も存在した。また、水田地帯、集落内の水路網に限らず、一部は犬上川、江面川、江面川—安食川連絡水路(以下、連絡水路)、野田沼、安食川、宇曽川にも及んだ。

調査地点では30分・人の労力で、タモ網(網目1～3 mm)および投網を用いて魚類を採捕した。一部の調査地点ではモンドリも使用した。さらに、野田沼と犬上川では一部の地点で釣りによっても採捕した。なお、採捕中、水路・河川の上流部および下流部を網等で仕切ることとはしなかった。採捕された魚類は現地で種同定と写真撮影を行い、生かしたまま放流した。原則として種まで同定したが、同定が困難な種については近縁種をまとめて扱った(フナ属魚類*Carassius* spp., ヨシノボリ属魚類*Rhinogobius* spp.)。本稿中の和文および学名は中坊(2013)に従った。本研究では水路環境についても目視確認、あるいは測定を行った。調査した環境要因は、水温、水路幅、表面流速、水深、COD(パックテスト)、主な底質、その他に見られる底質、水路岸の植物の有無、水路の蛇

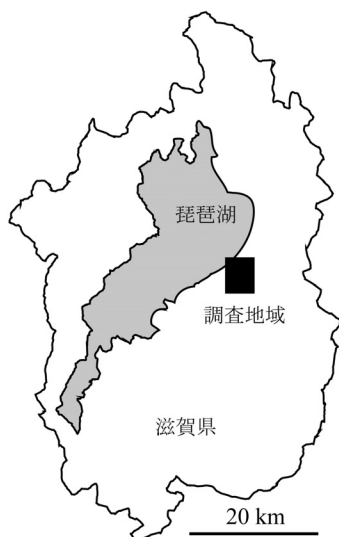


図1. 本調査地域の位置。

行の有無等である。

調査データは地点ごとに1枚の調査シートに現地で記入し、ArcGIS (ESRI社) にて位置情報を、MS-EXCEL (Microsoft社) にて魚類・環境情報を記録・管理した。その後、位置情報と魚類情報を連携させ、地図上に魚類の分布地点を図示した。なお、スマートフォン上でArcGISシステムに直接データを入力することが可能なアプリケーション (Collector for ArcGIS™, ESRI社) が2014年1月から配信されたため、2014年度以降、位置情報と魚類・環境情報をその場でGISシステムに入力した。

結果と考察

調査の結果、合計13科36種の魚類が採捕された (表1)。各年の採捕種数は22~28種であり、調査を行った10年間で種数の増減に傾向は見られなかった。その理由として、圃場環境や土地利用に変化がなかったことが挙げられる。

本稿では、採捕地点数が多かった優占種5種 (ヨシノボリ属魚類, ドジョウ *Misgurnus anguillicaudatus*, ドンコ *Odontobutis obscura*, スマムツ *Candidia sieboldii*, ミナミメダカ *Oryzias latipes*)、本調査地域において特に絶滅が危惧さ

表1. 各種魚類が採捕された地点数。

		2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	地点数 2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	合計
コイ科												
	フナ属魚類	1	1	0	4	4	31	7	5	9	7	69
	コイ	1	1	2	0	0	2	5	0	1	2	14
	アブラボテ	3	6	2	12	9	11	6	12	2	4	67
	タイリクバラタナゴ	1	6	2	2	1	1	1	5	2	0	21
	カネヒラ	0	0	1	1	0	4	6	2	1	1	16
	ヤリタナゴ	0	0	1	1	4	3	0	0	0	0	9
	オイカワ	5	2	2	5	4	12	8	8	5	8	59
	カワムツ	3	3	2	2	4	3	3	5	3	1	29
	スマムツ	2	3	5	21	16	9	6	18	12	5	97
	ハス	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
	アブラハヤ	0	2	3	3	2	6	0	1	1	0	18
	カマツカ	1	1	0	1	2	7	2	1	0	3	18
	ぜぜラ	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	4
	ニゴイ	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	4
	タモロコ	2	9	6	8	7	5	4	5	4	2	52
	ホンモロコ	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3
	モツゴ	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
	ムギツク	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	ビワヒガイ	1	0	0	1	0	3	0	1	0	2	8
ドジョウ科												
	ドジョウ	7	4	16	28	18	23	23	21	14	10	164
	シマドジョウ	2	8	2	11	8	11	5	8	6	2	63
	ホトケドジョウ	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
ハゼ科												
	ヨシノボリ属魚類	48	54	41	55	49	67	39	60	40	14	467
	ウキゴリ	3	3	1	11	3	4	5	3	4	2	39
	ヌマチチブ	0	2	1	1	0	1	0	1	2	0	8
ドンコ科												
	ドンコ	10	13	13	19	20	27	12	19	9	4	146
カジカ科												
	ウツセミカジカ	1	0	3	1	1	7	4	0	1	0	18
メダカ科												
	ミナミメダカ	5	6	9	14	12	8	6	14	17	5	96
アユ科												
	アユ	2	2	4	6	3	5	7	2	1	3	35
ヤツメウナギ科												
	スナヤツメ	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	5
サケ科												
	ビワマス	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
ナマズ科												
	ナマズ	2	5	4	7	3	21	6	2	5	3	58
タイワンドジョウ科												
	カムルチー	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
トゲウオ科												
	ハリヨ	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	7
サンフィッシュ科												
	ブルーギル	7	3	0	1	0	32	8	2	1	7	61
	オオクチバス	3	1	1	2	3	21	2	4	2	10	49
全調査地点数		76	89	70	77	103	51	70	90	83	76	785

れる希少種3種（ハリヨ *Gasterosteus aculeatus* subsp. 2, スナヤツメ *Lethenteron* sp., ホトケドジョウ *Lefua echigonia*), 採捕地点数が多く, 在来魚への悪影響が危惧される外来種3種（ブルーギル *Lepomis macrochirus macrochirus*, オオクチバス *Micropterus salmoides*, タイリクバラタナゴ *Rhodeus ocellatus ocellatus*) について, 分布等の特徴を記し, 考察を述べる。

優占種5種

ヨシノボリ属魚類は合計467地点（全調査地点の59%）で採捕された。本種は水路、江面川、連絡水路、野田沼、犬上川、安食川で採捕され、ほぼ調査地域全体で分布が確認された（図3a）。外部形態に基づく同定から、採捕された個体の多くはオウミヨシノボリ *Rhinogobius* sp. OMと考えられる。また、犬上川下流ではビワヨシノボリ *Rhinogobius* sp. BWの出現が確認されており（中野光議, 未発表）、本調査で採捕されたヨシノボリ属魚類の中にもビワヨシノボリが含まれていた可能性はある。

ドジョウは合計164地点（全調査地点の21%）で採捕された。本種は水路と安食川で採捕され、ほぼ調査地域全体で分布が確認された（図3b）。本種の採捕地点は水田周辺の水路が多かったのが特徴的であった。また、滋賀県には外来種のカラドジョウ *Misgurnus dabryanus* が生息していることが知られている（滋賀県生きもの総合調査委員会, 2011）。カラドジョウはドジョウと外部形態が非常に似ているため、本調査で採捕されたドジョウの中にカラドジョウが含まれていた可能性は否定できない。

ドンコは合計146地点（全調査地点の19%）で採捕された。本種は水路と犬上川で採捕された。採捕地点は日夏町、蓮台寺町、森堂町において特に多かった（図3c）。岩田（1989）は、ドンコは

湧水が流入する水路に生息することを指摘しており、これらの集落の水路には湧水が流入していると考えられる。今後本地域の水路において、土地利用の変化等により湧水が枯渇すると本種の分布域が縮小する可能性がある。本種は生きた動物を捕食する肉食魚であり（岩田, 1989）、このような種はキーストーン捕食（複数の餌種の共存を維持する働きのある捕食）を行い、被食者の種多様性を維持している事例が知られている（Paine, 1966）。そのため、本種の減少は魚類等の水生生物の多様性の減少をもたらす可能性がある。

ヌマムツは合計97地点（全調査地点の12%）で採捕された。本種は主に水路で採捕され、一部は安食川で採捕された（図3d）。湖南地方において本種はブルーギルと分布が重複せず、ブルーギルの影響を強く受けている可能性が指摘されている（滋賀県生きもの総合調査委員会, 2011）。本調査でヌマムツがほとんど採捕されなかった江面川や野田沼、それら周辺の水路では、ブルーギルが多く採捕されており、本地域においてもヌマムツの分布にブルーギルが悪影響を与えている可能性がある。今後本地域においてブルーギルおよびオオクチバスの駆除を行うことが望ましい。

ミナミメダカは合計96地点（全調査地点の12%）で採捕された。本種は水路でのみ採捕された（図3e）。特に、犬上川左岸周辺の水路で採捕地点数、採捕個体数がともに多かった。本種は流れの緩い下流域に生息する（佐原, 1989）。犬上川はある程度流速の速い場所が多いことから、本種の生息には適さないと考えられる。一方、本種が野田沼や江面川、安食川、それら周辺の水路に分布していないのは、ヌマムツと同様にブルーギルとオオクチバスの影響を受けていることが原因である可能性がある。

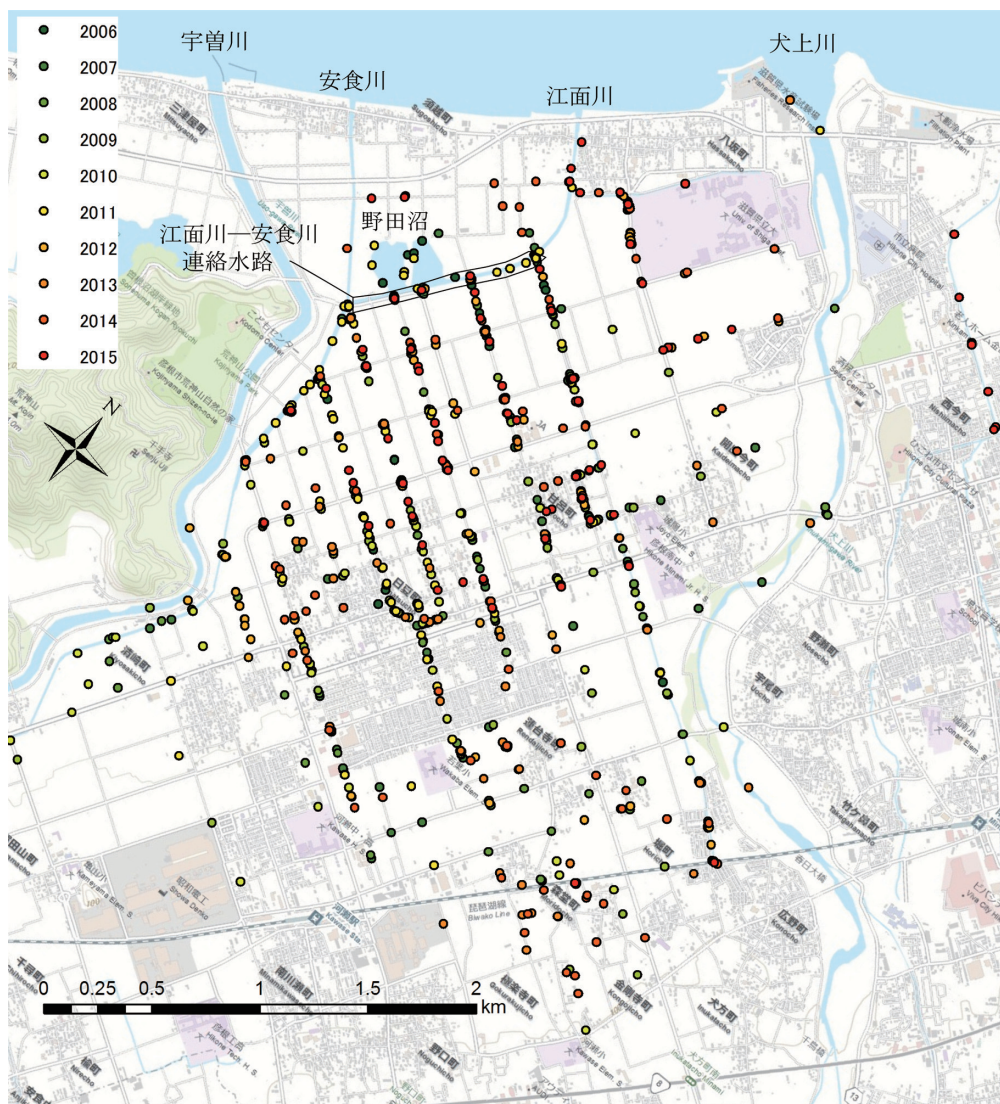


図 2. 全調査地点.

出典元 : Sources: Esri, HERE, DeLorme, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swisstopo, MapmyIndia, c OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community.

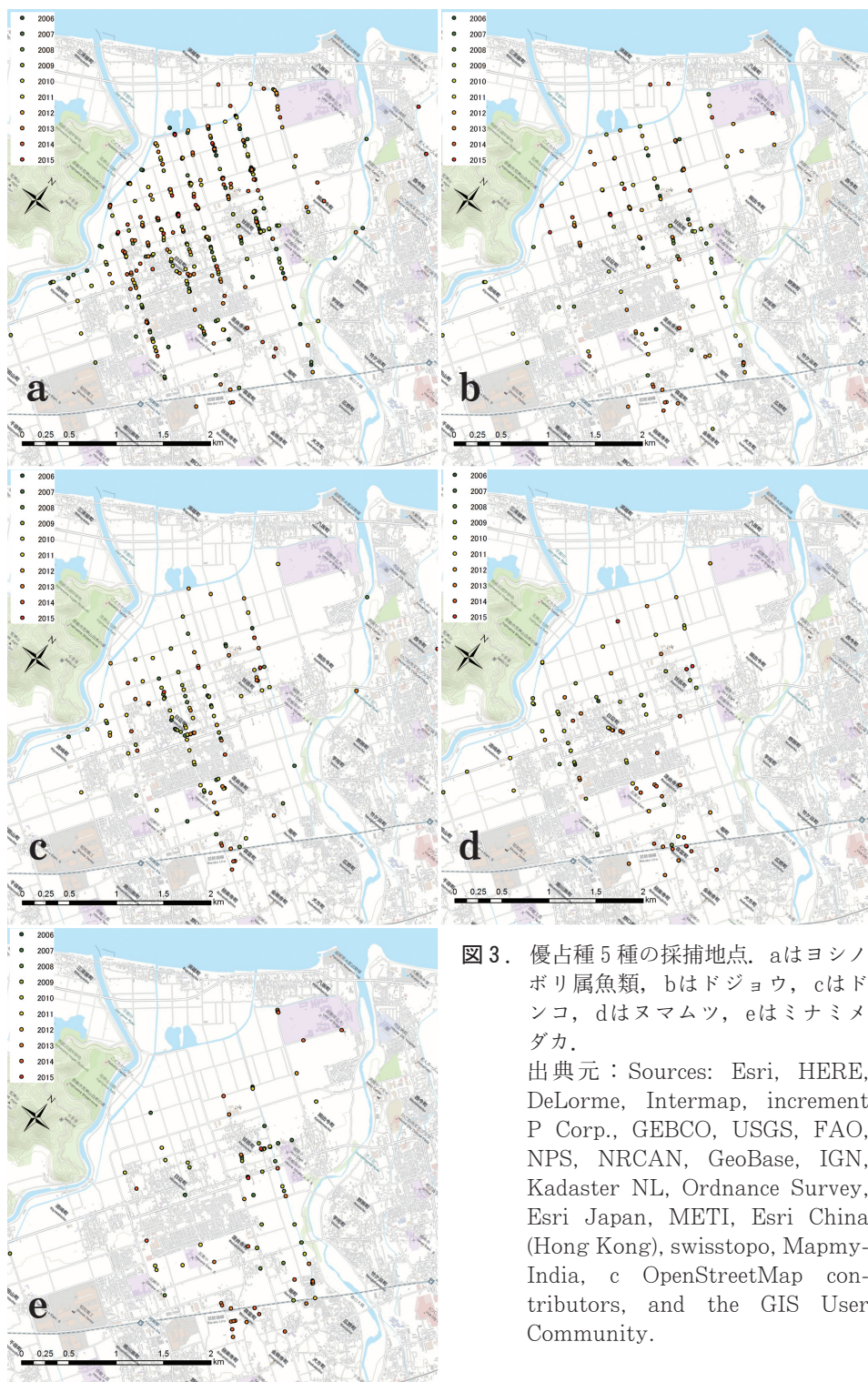


図3. 優占種5種の採捕地点. aはヨシノボリ属魚類, bはドジョウ, cはドンコ, dはヌマムツ, eはミナミメダカ.

出典元: Sources: Esri, HERE, DeLorme, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), swissstopo, Mapmy-India, c OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community.

希少種

ホトケドジョウは2012年と2014年のそれぞれに水路の1地点で採捕された。2012年に採捕されたのは1個体のみであり、2014年には9個体が採捕された。滋賀県の平野部において、ホトケドジョウは湧水を起源とする水路に生息していることが知られている（滋賀県生きもの総合調査委員会、2011）。本調査地域の水路には所々で湧水が流入しており、それがホトケドジョウの生息を可能にしていると考えられる。本調査地域ではホトケドジョウの採捕地点数は非常に限られていたことから、今後、水路改修や湧水の枯渇等により絶滅する可能性が高く、注意を要する。

ハリヨは2006年には水路の2地点、2007年には水路の1地点と犬上川の2地点、2008年には犬上川の2地点で採捕された。その後2009年以降は採捕されておらず、本調査地域において絶滅した可能性がある。金尾ほか（2002）は、犬上川の下流域においてハリヨが愛好家等に乱獲されていたことを報告している。本調査地域においてハリヨが減少した理由の一つとして、乱獲の可能性が挙げられる。今後、ハリヨの生息が再確認された場合、個体群の保存・保全を速やかに行う必要がある。

スナヤツメは2007年、2009年、2010年、2012年、2013年に、それぞれ水路の1地点で採捕された。本種が採捕された全地点は一つの水路の500m以内に集中しており、分布範囲が非常に限られていた。そのため、ホトケドジョウ等と同様に、湧水の枯渇等で速やかに絶滅する危険性が高い。また、本調査では採捕されなかったが、本種は犬上川下流域でも稀に採捕されることが報告されている（金尾ほか、2002）。

外来魚

ブルーギルは合計61地点（全調査地点の8%）で採捕された。また、オオクチバスは合計49地点

（全調査地点の6%）で採捕された。両種は主に江面川、連絡水路、野田沼、安食川で採捕された。水路ではブルーギルは6地点、オオクチバスは3地点で採捕されたのみであった。両外来種は水路にはあまり侵入せず、水路は在来魚にとって両外来種からの避難場所として機能していると考えられる。

タイリクバラタナゴは合計21地点（全調査地点の3%）で採捕された。本種はタナゴ亜科魚類の中でアブラボテについて多く採捕された。また、本種は野田沼近くからJR線路付近まで広く分布しており、イシガイ科二枚貝類Unionidaeの産卵母貝としての利用をめぐって在来のタナゴ亜科魚類Acheilognathinaeと競合し、悪影響を与える可能性が危惧される。

実習授業を利用した調査のあり方

筆者等のグループでは水路環境の実態調査というテーマを通して、学生が（1）専門性が高く安全な野外調査方法を習得すること、（2）MS-ExcelやGIS等を使用した解析手法を習得すること、（3）魚類と水路環境との関係について解析や議論を行うことで、環境問題を発見し、その解決策を模索する姿勢を学ぶことを目指してきた。調査期間は毎年4～7月の特定曜日の午後に限られたが、限られた地域で延べ785地点にもおよび、地域的な分布や10年間の年変動を評価するのに十分な精度と考えられる。

この調査に参加した学生の多くは始めから魚類調査を希望しており、調査終了後の報告会でも調査地点の特徴等を整理して述べる等総じて積極的であった。本事例が示すように、大学等の実習を利用した魚類の分布調査は、調査地域の魚類相を把握するのに有効な取り組みであると考えられる。また、このようなデータは、地域の自然環境の保全や環境学習関係の取り組みに活用できる。その

ため、今後、中高も含めた様々な教育機関でも同様の実習を行うことが期待される。

本実習を行う上で特に注意を要した三つの課題を以下に挙げる。一つ目の課題は、学生による魚種同定の信頼性である。魚類を正確に同定するには、ある程度の経験が必要である。そのため、本実習では魚類同定の経験が豊富な学生（主に大学院生）にも、ティーチング・アシスタント等として授業に参加してもらう必要がある。二つ目の課題として、地元住民との調整が挙げられる。地元になじみのない学生が水路で調査を行うにあたり、地元の自治会長や調査水路付近に住む住民に、事前に調査許可を得る必要がある。三つ目の課題は、学生の水難事故を防ぐことである。本実習では学生を4～5人のグループに分け、調査時につねにグループで行動させた。また、調査時には教員とティーチング・アシスタントが同行し、学生への安全指導を行った。これらの課題は、今後他大学等の教育機関・団体が同様の実習を行う場合にも、特に注意を要すると考えられる。

引用文献

- 琵琶湖博物館うおの会. 2005. みんなで楽しんだうおの会—身近な環境の魚たち. 琵琶湖博物館調査報告, 23: 1–233.
- 舟尾俊範・金尾滋史・沢田裕一. 2010. 滋賀県江面川と周辺の農業水路の魚類相. 陸水生物学報, 25: 87–95.
- 岩田明久. 1989. ドンコ. 「山溪カラー名鑑 日本の淡水魚」(川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編), pp. 239–243. 山と溪谷社, 東京.
- 金尾滋史. 2005. 琵琶湖周辺の水田地帯における魚類について. 関西自然保護機構会誌, 27: 41–46.
- ・北村雅彦・阿部 司. 2002. 犬上川下流部の魚類相 (1998–2001年). 陸水生物学報, 17: 25–32.
- ・西田翔太郎. 2007. 滋賀県宇曾川水系の魚類相. 陸水生物学報, 22: 67–78.
- 中坊徹次. 2013. 日本産魚類検索 全種の同定 第三版. 2428pp. 東海大学出版会, 東京.
- 中川雅博・浅香智也・鈴木誉士. 2007. 琵琶湖につながる農業用水路における魚類の季節的消長—絶滅危惧種スナヤツメの増加傾向に焦点をあてて—. 関西自然保護機構会誌, 28: 127–139.
- 中野光議. 2014. 滋賀県彦根市の生活用水路の魚類相およびタナゴ亜科Acheilognathinaeの水路利用様式. 地域自然史と保全, 36: 83–93.
- Paine, R. T. 1966. Food web complexity and species diversity. *American Naturalist*, 100: 65–75.
- 佐原雄二. 1989. メダカ. 「山溪カラー名鑑 日本の淡水魚」(川那部浩哉・水野信彦・細谷和海編), pp. 426–429. 山と溪谷社, 東京.
- 滋賀県生きもの総合調査委員会. 2011. 滋賀県で大切にすべき野生生物—滋賀県レッドデータブック2010年版—. 583pp. 滋賀県自然環境保全課, 滋賀県.
- Suzuki, T., T. Kobayashi & K. Ueno. 2008. Genetic identification of larvae and juveniles reveals the difference in the spawning site among Cyprininae fish species/subspecies in Lake Biwa. *Environmental Biology of Fishes*, 82: 353–364.