

河川基金助成事業

「石川県能登半島における淡水魚類の分布変遷を
地域の生態的知識と環境DNAで評価する」

助成番号：2022 - 5311 - 008

一般財団法人石川県県民ふれあい公社 のと海洋ふれあいセンター

技 師 荒川 裕亮

2022 年度

1. はじめに

河川は治水・利水・環境としての多面的な機能を有している。特に環境については、人間の生活の中で食料や親水といった文化と大きく結びついており、地域ごとに特有の携わり方が存在している。食料供給機能として、河川や湖沼など内水面における国内での漁獲量は、2011年において34000トンと報告されている¹⁾。また内水面漁業は食料を提供するだけでなく、人間の健康、地元の交流、ツーリズムといった機能を有していることが報告されている²⁾。

しかし、淡水域における生物多様性は高度経済成長期以降の河川改修や放流など人為的活動により低下している³⁾。今後の河川における生物多様性の保全に向けて、生物多様性が低下する河川改修以前や現在における魚類など生物の分布情報を整理し、生物相の変化や分布変遷を評価する必要がある。淡水魚類の分布情報として、これまで網や電気ショッカーなどを用いた魚類調査が行われてきており、近年では環境DNAを用いた魚類調査が行われている。一方で、これまで実施されてきた魚類調査の多くは、河川改修工事以降に実施されたものが多く、生物多様性が低下する以前の分布情報は限られている。しかし近年、住民が有する地域における生物や環境に関する経験的な知識である地域の生態学的知識および地域知は、科学的調査の代替的情報源として着目されており、過去の生物の分布状況の評価に有益であることが報告されている⁴⁾。

キーワード：淡水魚類の分布，地域知，採集記録，メタバーコーディング，保安全管理

2. 研究の目的

本研究は歴史的な淡水魚類相やその分布変遷を評価することを目的として、①河川改修以前、②1970年代～2000年代、③現在といった時間軸の異なる3つの淡水魚類の情報源に関する以下の調査を実施した。石川県能登半島を流れる町野川を対象として、①地域知に関する住民への聞き取り調査、②採集記録の文献調査、③環境DNA調査を実施した。特に本研究では、高齢者が有する幼少期の経験に関する地域知は、これまでに実施されてきた採集記録と比べて、河川改修など人為的な影響を受ける以前の生物相や分布域を評価することが可能ではないかという仮説を立て、各情報源を比較検証した(図2-1)。

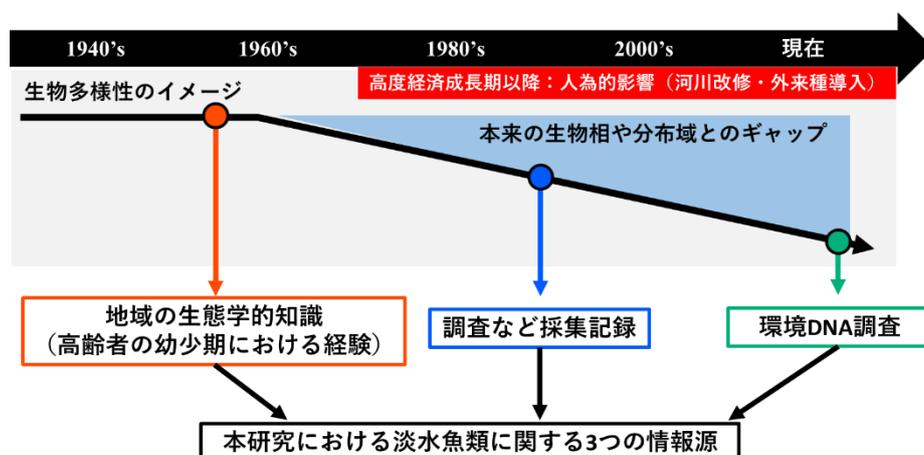


図 2-1 淡水域における生物多様性の変遷に関するイメージと本研究の淡水魚類に関する情報源

3. 方法

3.1 研究対象河川

石川県は羽咋市や宝達志水町を邑知潟地溝帯が通り、その南に位置する宝達志水町より以北は能登地方、それよりも南は加賀地方と呼ばれ、地形や環境が区別される。加賀地方は白山を最高峰とする険しい山地が広がり、下流域には沖積平野や扇状地が形成されている。能登地方は海拔高度 300m 以下の低山性の山地及び丘陵地が大部分を占め、平野部は少ない。

本研究対象河川は、石川県の能登半島において流域面積が最大の町野川とした（図 3-1）。町野川はその源を石川県鳳珠郡能登町の鉢伏山に発し、河内川、上町川、鈴屋川等の支流を合わせ、日本海に注ぐ流域面積 169km²、流路長 21km の二級河川である。流域地形は、東に宝立山（標高 468m）、西に鉢伏山（標高 543m）が位置し、大半が起伏の緩やかな低山地であり、河川に沿って水田が広がる。町野川周辺の低地には砂・礫に富んだ未固結な堆積物が広く分布している⁵⁾。この川においては 1958 年と 1959 年に集中豪雨などによって河川の氾濫が起きており、治水事業として 1970 年から 1991 年にかけて河道拡幅と護岸工が施行されている⁵⁾。

町野川の上流部は山間部の水田地域を流れる掘込河道となっており、柳田村（現能登町柳田）の中心集落まで瀬や淵を形成しており、砂州や河岸にはツルヨシ、ネコヤナギ群落が見られる⁵⁾。中流から下流部にかけては河床勾配が緩やかになり、河岸段丘状の山間部を蛇行しながら流れ、河川沿いに細長く分布した平野部は水田に利用され、河道には瀬や淵、砂州が豊富に存在し、ツルヨシ、カナムグラ、クズなど草本類やネコヤナギなどの木本類が生育している⁵⁾。河口部は、能登半島国定公園に指定されている砂浜を横断し日本海へ注いでおり、河岸にはヨモギ等の群落が見られる⁵⁾。

本研究では、町野川において流域全体となるように調査地点 17 地点（M1-M17）を設定し、以下の調査を実施した（図 3-1）。

3.2 淡水生物に関する地域の生態学的知識の収集

淡水魚類の地域知に関する聞き取り調査は、町野川流域在住の主に高齢者の住民 52 名を対象として実施した。本調査は町野川の 16 地点（M4 真久を除く M1-M17）の周辺の住民を対象とした（図 3-1）。聞き取り方法は半構造化インタビューであり、既存の調査報告により能登半島において生息が確認されている淡水魚 30 種を掲載した手作り図鑑を見せて、聞き取りを行った。形態的に類似する種については、下記の通りに種を分けず同一種として取り扱った。ミナミアカヒレタビラとヤリタナゴはタナゴ類として、ウキゴリ、シマウキゴリ、スミウキゴリはウキゴリ属として、チチブ、ヌマチチブはチチブ属として、シマヨシノボリ、オオヨシノボリ、トウヨシノボリ、ゴクラクハゼはヨシノボリ属とした。またヤマメについては、陸封型のヤマメと降海型のサクラマスについてそれぞれ聞き取りを行った。手作り図鑑には 1 魚種につき、複数の写真を A4 サイズの用紙 2 ページにまとめ、種ごとに見開きページを作成した（図 3-2）。写真は複数の淡水魚類図鑑や申請者が撮影した写真を使用した^{6, 7, 8, 9, 10)}。各種について、①子供のころ家の近くで見たか、②呼び方（地方名）、③漁法、④料理法について質問をした（図 3-3）。また個人属性として、生年、性別、幼少期の居住地区、現在の居住地区についても確認した。聞き取りで得られた生物

相の情報は、対象者の幼少期の居住地区付近の調査地点における結果として取り扱った。対象者の個人属性として、性別は男性 50 名、女性 2 名、年齢は平均 74 歳（50 代 2 名、60 代 11 名、70 代 24 名、80 代 11 名、90 代 1 名、非回答 3 名）であった。

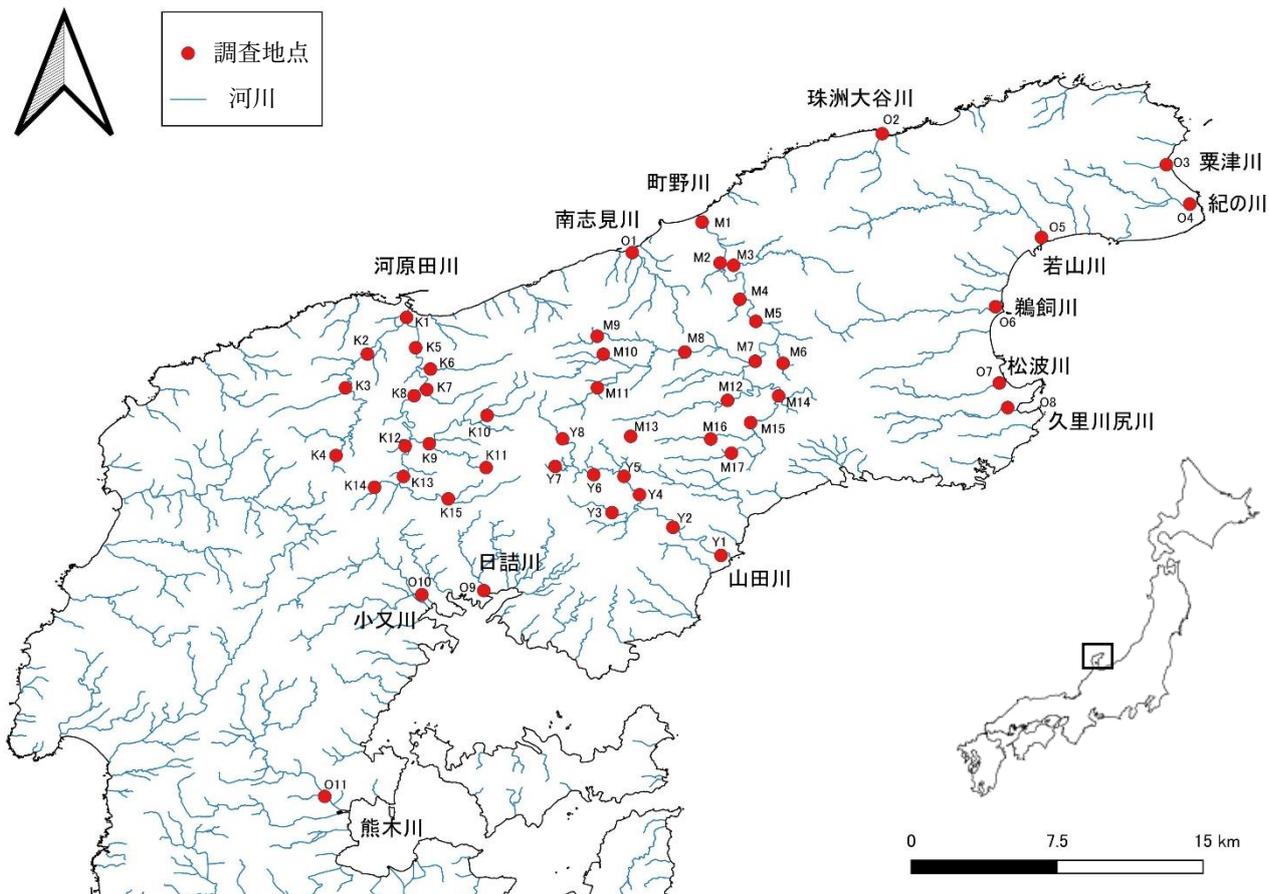


図 3-1 対象河川と調査地点（本報告では町野川についてのみ報告）

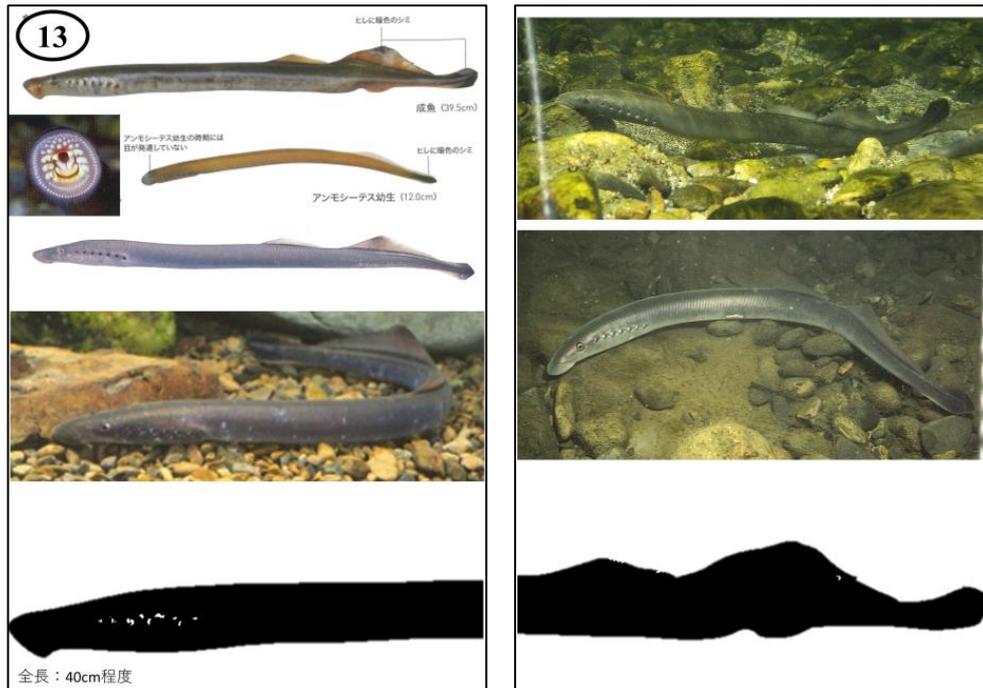


図 3-2 地域知の聞き取り調査で用いた手作り淡水魚類図鑑
(見開き A4 二枚, 例：カワヤツメ)



図 3-3 地域知の聞き取り調査の様子

3.3 過去の淡水魚類の採集記録に関する文献調査

町野川における淡水魚類の採集記録として、実施された年代の異なる3つの文献^{6,7,8)}を参照した。各文献の調査時期は主に、石川県(1978)¹¹⁾は1970年代、石川県(1996)¹²⁾は1990年代、坂井(2010)¹³⁾は2000年代であった。石川県(1978)¹¹⁾は、石川県内全域の水系を対象として、1974年7月から1975年2月にかけてと、1973年以前の7年間における採集結果が記載されていた。採集には投網、刺し網、タモ網が用いられ、調査時間は1地点あたり30分から1時間と記載されていた。石川県(1996)¹²⁾は、県内全域の水域を対象として、1991年4月から1996年3月までの期間における採集結果が記載されていた。調査時間は1地点あたり1時間程度で、投網、刺し網、タモ網、設置型の採集漁具(ブツタイ)が用いられたと記載されていた。坂井(2010)¹³⁾は、石川県能登半島の河川において、2006年1月から2011年1月までの期間における採集結果が記載されていた。採集には、投網とタモ網が用いられているが、調査時間は決められていなかった。そのため、各文献で調査努力が異なっていることや、調査の季節も異なっており、採集結果に偏りがあることに留意が必要である。

本調査の対象河川である町野川は県内における主要水系として、全ての文献で多くの採集地点が水系内に設定されていた。そこで、分布状況の空間的変遷を明らかにするため、水系内の各調査地点における魚種の分布状況を年代ごとに整理した。全ての文献より町野川における調査地点は33地点であったが、本報告では他の情報源と比較するため、その中の17地点(M1-M17)における結果のみを報告した(図3-1)。

魚種の標準和名は日本産魚類全種目録に準じた¹⁴⁾。ヨシノボリ、ウキゴリ、チチブは、分類体系が改められており、1970年代では区別されていない。1990年代と2000年代では改定後の種の分布状況を記載した。また1970年代における改定前の種の分布状況も改定された全ての種の参考情報として合わせて記載した。また分類が改定されたミナミアカヒレタビラ(1970年代:タビラ、1990年代:アカヒレタビラ)、ニシシマドジョウ(全年代:シマドジョウ)、キタノメダカ(1970、1990年代:メダカ)は文献中に括弧内の和名で記載されていたが、分布域より現在使われている標準和名を使用した。

3.4 環境DNAによる魚類調査

環境DNA調査として採水は石川県能登半島の14河川において実施した。町野川、河原田川、山田川においては、水系内において複数の採水地点を設定した。町野川において17地点(M1-17、図3-1,3-4)、河原田川において15地点(K1-15)、山田川において8地点(Y1-8)で採水を行った。その他11河川(南志見川、珠洲大谷川、粟津川、紀ノ川、若山川、鶴飼川、松波川、久里川尻川、日詰川、小又川、熊木川)においては、河口域付近の1地点のみで採水を行った(O1-11)。山田川における8地点と町野川のM14(中齊)は2022年10月20日に、その他の町野川の16地点は10月21日に採水を行った。河原田川の15地点は10月29日に採水を行った。その他の11河川については、11月19日に採水を行った。本報告では町野川の結果についてのみ報告する。

採水は降雨時やその直後など、水中の環境DNAが流出しやすい状況を避けて実施した。各採水地点において、主に橋の上から採水を行い、橋の上から採水ができない地点では、河岸から採水を行った。採水にはロープ付きのバケツを使用した(図3-5)。河川の流心と河岸付近の2ヶ所

から採水し、各 500ml を採水バックに入れて、各地点における採水量を 1L とした。河岸から採水した地点については、瀬尻と淵尻の 2 ヶ所から採水し、各 500ml を採水バックに入れて、各地点における採水量を 1L とした。河川水を入れた採水バックにはオズバン消毒液を 1.5ml 加え、保冷剤の入ったクーラーボックスに入れて冷やしながら実験室に持ち帰った。採水地点においては、水温も計測した。

実験室に持ち帰ったサンプルは、アスピレーターとファンネルを用いて吸引濾過した。ろ紙はガラス繊維ろ紙（ワットマン、GF/F フィルター）を用いた。サンプルを濾過したガラス繊維ろ紙は、RNAlater をかけてアルミホイルで包み、チャック付きのプラスチックバックに入れて-20°C で冷凍保存した。

ろ紙は分析委託先の日本工営株式会社中央研究所先端研究センター（茨城県つくば市）へ冷凍で郵送した。分析方法として、MiFish を用いたメタバーコーディング法による網羅的解析によって、河川水より魚類の検出を行った。また魚類の網羅的解析法（MiFish 法）で使用するユニバーサルプライマーは、一部の分類群において、プライマー配列に塩基の不一致（ミスマッチ）が含まれることが報告されている¹⁵⁾。そこで、本研究では、MiFish の通常プライマーにヤツメウナギ科とキュウリュウウオ科の 2 つの専用プライマーを加えて解析を行った。

3.5 各情報源の分布情報を比較

3 つの情報源より得られた各調査地点における淡水魚類に関する分布情報を各情報源で比較を行った。採集記録については、3 年代（1790 年代、1990 年代、2000 年代）の記録を全てまとめて 1 つの採集記録の結果として取り扱った。

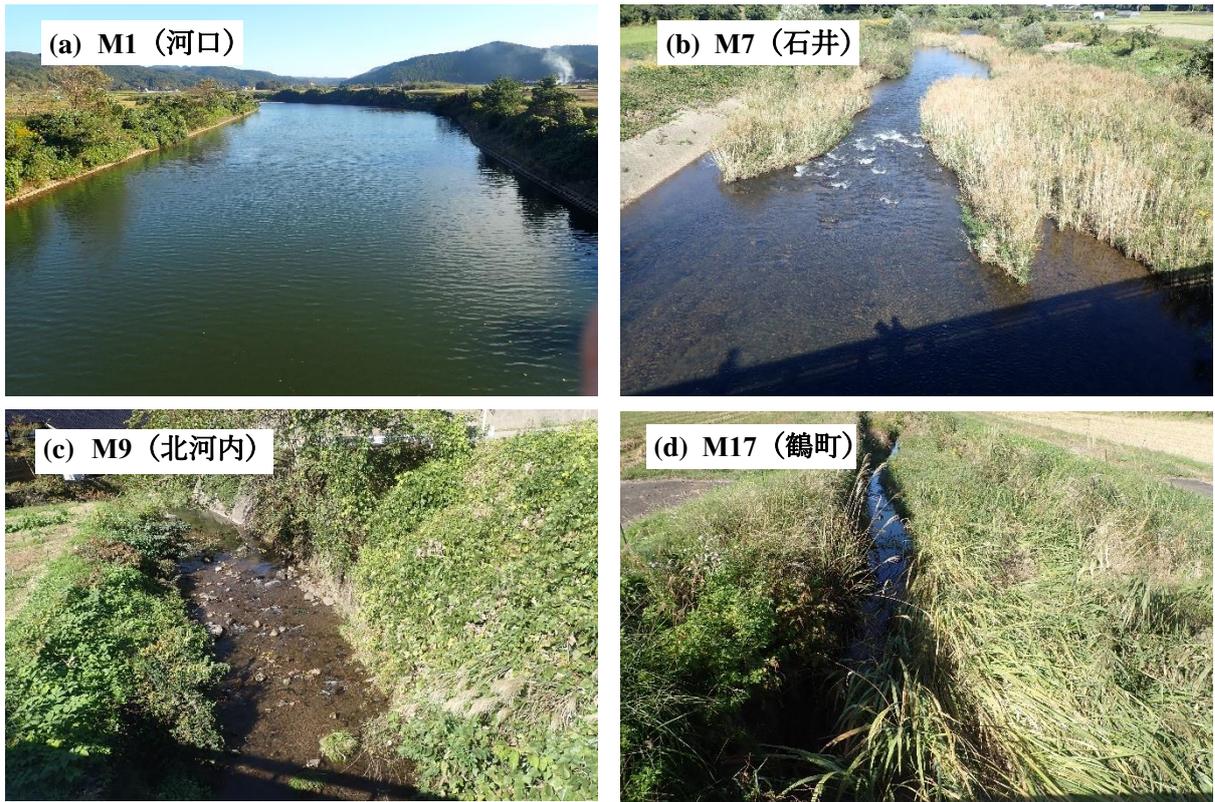


図 3-4 採水地点



図 3-5 環境 DNA サンプル用の採水作業の様子

4. 結果

4.1 住民が有する地域知より得られた過去の淡水魚類相

地域住民への聞き取り調査の結果として、子どもの頃見たことのある淡水魚類についての分布情報を表 4-6 に示した。分布情報の詳細については、他の情報源と比較した 4.4 で記述している。対象者は手作り図鑑を見ながら種を確認し、全ての回答者を合わせて全 30 種について回答を得ることができた。

魚種の同定に関する信憑性として、いくつかの種群については困難な種も存在した。一般的に雑魚と呼ばれるコイ科のアブラハヤ、カワムツ、オイカワや、底生魚類のカジカ（大卵型）、ハゼ科（ウキゴリ属、チチブ属、ヨシノボリ属）については、種を混同している対象者もみられた。しかし、これらの種について地方名が存在しており、写真から種を識別する回答者も多くみられた。地方名として、アブラハヤは「はや、はい」、オイカワは「いろばい、いろばえ」、カワムツは「ぎんば、がめ」などと呼ばれ、異なる地方名が存在しており、種が識別されていた（表 4-1）。またカワムツに関しては、流域内で地方名の地域性がみられ、上流域一部（M16, M17）では「ぎんば」と呼ばれ、それ以外の地域では主に「がめ、がめうぐい」と呼ばれていた。このような地方名の地域性は他の魚種でもみられた。タナゴ類は「ちんぴら、きんぴら」（M13, M16, M17）と「へこた、へらつ」（それ以外の地点）、カジカ（大卵型）は「ごちまま、ごつがま」（M13, M16, M17）と「ごち、ごつ」（それ以外の地点）として明瞭に異なる地方名が用いられていた。

漁法について回答が得られたが魚種は、多い順にカジカ（大卵型）22 名、ウグイ 14 名、カワヤツメ 11 名、サクラマス 10 名、アユ 10 名などであった（表 4-2）。カジカ（大卵型）は主にヤスで採集され、ヤスは割りばしの先に縫い針を付けたものが多く用いられていた。またカジカ（大卵型）やドジョウ、タナゴ類に用いられるブツタイとは、柄のついたザルのような漁具である。カワヤツメに用いられるカンコと呼ばれる漁具は、1~4 m ほどの棒にピアノ線（直径約 5mm）をかぎ状に加工して先端を鋭く研磨したものをしっかりと固定した漁具であり、堰堤を遡上しようとするカワヤツメや産卵のために集まるカワヤツメを引っかけて捕まえる伝統漁法である¹⁶⁾。大型のウグイ、サクラマス、コイ、サケには主に投網が用いられていたが、手づかみで捕まえたという回答者も見られた。釣りは、遊泳魚のウグイ、アユ、カワムツ、タナゴ類などや、ナマズにも用いられた。また底生魚のドジョウ、ニシシマドジョウには、ザル（地方名 ソーケ）が用いられていた。

料理法について回答が得られたが魚種は、ウグイ 22 名、ナマズ 18 名、アユ 18 名、コイ 14 名、カワヤツメ 13 名、ドジョウ 12 名、ニシシマドジョウ 11 名などであった（表 4-3）。ウグイやアユは、焼いて食べられていたが、なれ寿司（塩蔵した魚を米飯とともに漬け込み熟成させた伝統的な発酵食品¹⁷⁾）として食べたという回答者も多くみられた。またウグイ、アユ、コイ、ギンブナ、サクラマスは刺身など洗いで食べたという回答者も多かった。ナマズやカワヤツメに関しては、かば焼きとして食べたという回答者が多くみられた。

表 4-1 町野川流域における淡水魚類の地方名

和名	地方名	
	上流域 (M13, M16, M17)	上流域 (左記以外) ・中下流域
カワヤツメ	やつめ、やつめうなぎ	
スナヤツメ	やつめ、やつめうなぎ、すなやつめ、すなくじり、うなぎ、みみずうなぎ	
コイ	こい	
ギンブナ	ふな	
タナゴ類 (ヤリタナゴ、 ミナミアカヒレタビラ)	ちんぴら (M13)、 きんぴら (M16, M17)	へこた、へらつ、へらんつ、 へらち、ひらつ、ふな
アブラハヤ	はい、はや、じゃこ	はや、はえ、ごみ、ごみくい、 ごみくらい、がめ
オイカワ	いろばい、いろばえ、はや	
カワムツ	ぎんば (主に)、がめ (M13)	がめ (主に)、がめうぐい、はや、はえ
ドジョウ	どじょう、どろじゃこ、 つちくぐり、どんぼくぐり	どじょう、ぬまどじょう、つちくぐり
ニシシマドジョウ	どじょう、まめどじょう、 まめじゃこ、やなぎどじょう	どじょう、かわどじょう、 ささどじょう、こめどじょう
ナマズ	なまず	
キタノメダカ	めだか	
カジカ (大卵型)	ごちまま、ごつがま、ごつまま、 ごっちゃま、ごんつ	ごち、ごつ、ごいつ、ごいち、 ごんち、ごいちやま、ごり
アユ	あゆ	
ウグイ	うぐい、さくらうぐい (婚姻色の個体)	
サケ	さけ	
サクラマス	ます	
ヤマメ	やまめ、あまめ	
カマキリ	ごいつ、ごり、ごち	
ヨシノボリ類 その他ハゼ科	かわのぼり、ごち、ごいつ、 きんごつ、きんごいつ	
シロウオ	いさざ	
ニホンイトヨ	とげうお	
ニホンウナギ	まうなぎ	

表 4-2 魚種ごとの漁法

和名	回答者数	漁法 (回答者数)
カジカ (大卵型)	22	ヤス(10), ブツタイ(3), 網(3), 手(3), 釣り(2), ザル・ソーケ(1), 手ぬぐい(1)
ウグイ	14	釣り(7), 投網(6), 囲い網(2), 手(2), ヤス(1), 三角網(1)
カワヤツメ	11	カンコ(10), 手(3)
サクラマス	11	投網(4), 巻網(2), ヤス(2), 手(2), 釣り(1), 手ぬぐい(1)
ナマズ	10	釣り(7), 手(3)
アユ	10	釣り(6), ヤス(5), タモ網(3), 投網(1)
コイ	9	釣り(6), 投網(2), 刺し網(2), 三角網(1)
ギンブナ	9	釣り(7), 投網(2), 手(2), 刺し網(2)
ドジョウ	9	ザル(4), ブツタイ(1), ヤス(1), 網(1), 釣り(1), 手(1)
タナゴ類	8	釣り(7), ブツタイ(1), ザル(1), 手(1)
カワムツ	8	釣り(8), ヤス(1)
ヤマメ	8	釣り(5), 手(3), 網(1)
ニシシマドジョウ	5	ザル(4), ブツタイ(1)
スナヤツメ	3	ザル(1), タモ網(1), 手(1)
アブラハヤ	3	釣り(2), 三角網(1)
ヨシノボリ類	3	カヤ(1), タモ網(1), タオル(1) ※全ては堰堤にくっついたものを採る
オイカワ	2	釣り(1), 囲い網(1)
サケ	2	投網(2), ヤス(1)
カマキリ	2	釣り(1), 網(1)
シロウオ	2	筒(1), 小型の定置網(1), 手ぬぐい(1)
ニジマス	1	ザル・ソーケ(1)
チチブ類	1	釣り(1)

表 4-3 魚種ごとの料理法

和名	回答者数	料理法 (回答者数)
ウグイ	22	なれ寿司 (14)、焼き (11)、刺身 (5)、なます (3)、ぬた (2)、天ぷら
ナマズ	18	かば焼き・塩焼き (14)、煮つけ (4)、刺身 (1)
アユ	18	焼き (15)、なれ寿司 (5)、刺身 (3)、唐揚げ (1)、天ぷら (1)、卵とじ (1)
コイ	14	刺身・洗い (12)、煮つけ (5)、焼き (1)
カワヤツメ	13	かば焼き (13)、卵とじ (1)
ドジョウ	12	煮つけ・卵とじ (9)、焼き (3)、佃煮 (1)
ニシシマドジョウ	11	煮つけ・卵とじ (9)、焼き (1)、佃煮 (1)
ヤマメ	7	焼き (6)、骨酒 (3)
カジカ (大卵型)	8	焼き (5)、煮つけ (2)、唐揚げ (1)、天ぷら (1)
ギンブナ	6	刺身・洗い (12)、寿司 (1)、焼き (1)
スナヤツメ	5	焼き (3)、卵とじ (2)
サクラマス	4	刺身 (3)、焼き (1)
アブラハヤ	4	天ぷら (3)、煮つけ (1)
シロウオ	3	踊り食い (2)、卵とじ (2)
ウキゴリ類	2	出汁 (1)、煮つけ (1)
カワムツ	1	焼き (1)
サケ	1	焼き (1)
ヨシノボリ類	1	天ぷら (1)

4.2 採集記録から得られた淡水魚類相

3年代における採集記録より得られた町野川の地点ごとの淡水魚類の分布情報を表4-4に示す。全年代を通して37種が記録されており、生活史型の内訳としては、純淡水魚16種、通し回遊魚15種、周縁魚7種であった。1970年代においては24種、1990年代においては30種、2000年代においては23種が記録されていた。1990年代で種数が最も多かった理由として、ヨシノボリ属やウキゴリ属など分類体系が改められたことや、周縁魚が多く採集されたことがあげられる。

採集記録を年代ごとに比較すると、分布情報は多くの種で一貫していた。純淡水魚のカワムツやドジョウ、ニシシマドジョウ、カジカ（大卵型）の地点における分布情報は一貫していた。しかし、タナゴ類のミナミアカヒレタビラとヤリタナゴは、1970年代においてのみ下流域（M2, M4）と上流域（M12, M13）で記録されていたが、1990年代以降に記録は得られなかった。スナヤツメ類については、1990年代までは記録されていなかったが、2000年代の調査によって採集、遺伝的解析によって北方種と南方種が同定され¹⁸⁾、M12にスナヤツメ南方種、M13, M16にスナヤツメ北方種が記録されていた。

通し回遊魚については、アユ、ウグイ、ヨシノボリ属の地点ごとの分布情報は一貫していた。ヤマメについても水系の中で河床勾配の大きいM9～M11で記録されているが、全ては陸封型のヤマメで、降海型のサクラマスの上流実態は不明である。またヤマメについては水系内の複数の地点で、種苗放流も実施されていることから、その自然分布については不明な点が多い。カワヤツメについては、1990年代にM2で、2000年代にM5で記録があるが地点数は少なく、カワヤツメの上流範囲についても不明である。

表 4-4 各年代の採集記録より得られた淡水魚類相

生活史	和名	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17																			
		河口	広江	鈴屋	北円山	小間生 鈴ヶ嶺	久田	石井	五十里	北河内	大箱	当日	神和住 寺分	中斉	天坂 上町	下藤ノ瀬	曾又	鶴町																			
		②③	①②③	③①		③	②③	①②③	①②	①②③	①②③	①②③	①③	③①②③	①	③①	③①	③																			
純淡水魚	スナヤツメ	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-																			
	スナヤツメ 南方種	-	-				-	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-	-																			
	スナヤツメ 北方種	-	-				-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	●	-																			
	コイ		●					●							●																						
	ギンブナ		●●					●●							●●	●																					
	ミナミアカ ヒレダビラ		●		●								●	●																							
	ヤリタナゴ				●																																
	アブラハヤ						●●	●		●●●	●●●	●●●	●●	●●	●	●	●●	●●																			
	オイカワ	●	●●		●	●		●●●	●●																												
	カワムツ		●●	●●	●●	●		●●●	●●			●●●	●●	●●●	●●	●●	●●	●●																			
	モツゴ		●									●●●	●●	●●●	●●	●●	●●	●●																			
	ドジョウ		●●●				●●	●		●		●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●																			
	ニシシマ ドジョウ		●●●		●	●	●	●	●●	●●	●●●	●●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●																			
	ナマズ		●●												●●●	●●																					
	カジカ	-	-	-	●	-	-	●	-	●	-	●	-	●	-	●	-	-																			
カジカ (大卵型)		-		●	-		-	-	●●	●●	●●	●●	●●	●	●	●	●																				
通し 回遊魚	カワヤツメ		●			●																															
	アユ	●●	●●	●●	●●	●●	●●●	●●																													
	ウグイ	●●	●●	●●	●●	●●	●●	●●				●●	●●	●●	●●																						
	サケ		●																																		
	ヤマメ						●	●		●●●	●●	●●					●																				
	ニジマス								●			●																									
	カマキリ	●	●																																		
	ウキゴリ		●●		●																																
	シマウキゴリ		-	●●	●	●	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																			
	チチブ		●		●																																
	ヌマチチブ		-	●	●																																
	ヨシノボリ	-	●	-	●	-	-	●	-	-	-	-	●	-	●	-	-	-																			
	オオヨシノボリ		-	-	-	●	-	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																			
	シマヨシノボリ		-	●	-	●	-	●●	●	-	-	-	●	-	●●	-	-	-																			
	トウヨシノボリ		-	●●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-																			
ゴクラクハゼ	●	-	●																																		
周縁魚	イシガレイ	●																																			
	ヌマガレイ	●																																			
	コボラ	●																																			
	セスジボラ	●																																			
	メナダ	●																																			
	マハゼ	●																																			
合計種数	7	5	10	18	8	7	10	9	3	3	6	11	7	8	6	4	5	4	2	3	4	5	5	7	7	8	4	7	7	7	6	7	4	4	7	3	3

※①は 1970 年代, ②は 1990 年代, ③は 2000 年代の採集記録を示す
 ※黒塗りつぶしは、その年代に調査地点でなかったことを示す

4.3 メタバーコーディング法による環境 DNA で検出された淡水魚類相

環境 DNA 調査によって得られた、地点ごとの淡水魚類の検出結果を表 4-6 に示した。検出結果の詳細については、他の情報源と比較した 4.4 で記述している。検出された種数は 45 種であったが、海産魚種 13 種（ブリ、マグロ属、サバ属など）については、生活排水由来と考えられるため除外し、結果として 32 種を検出した。水温は上流域で低く、最低値は 12.0°C (M14) であり、最高値は 16.1°C (M1) であった。

4.4 各情報源より得られた淡水魚類相の比較

3つの情報源より得られた町野川で確認された淡水魚類の総種数は 49 種であり、一覧を表 4-5 に示した。種数は、採集記録で最も多く 37 種、次いで環境 DNA で 32 種、地域知で最も少なく 30 種であった（図 4-1）。採集記録では、ヨシノボリ属、チチブ属、ウキゴリ属などは形態にもとづき同定がなされている。一方で上記の種については、地域知では同一種として認識されていることや、環境 DNA では塩基配列の一致により区別することができないため、採集記録で種数が最も多くなった。多くの種については 3つの情報源で確認された種は一致したが、いくつかの種については不一致がみられた。地域知のみでニホンイトヨ、シロウオ、ニホンウナギ、スズキが確認された。採集記録のみで確認された魚種は、主に周縁魚であり、コボラ、セスジボラ、マハゼ、シマイサキ、イシガレイ、ヌマガレイであった。環境 DNA のみで、タカハヤ、ヒガイ属やスゴモロコ属、キタドジョウが記録された。

次に 3つの情報源より得られた地点ごとの淡水魚類の分布情報を表 4-6 に示した。各情報源の地点ごとの平均確認種数は、地域知で最も多く 15 ± 4 （標準偏差）種、次いで環境 DNA で 12 ± 5 種、採集記録で最も少なく 9 ± 4 種であった（図 4-2）。

全ての情報源で地点ごとの分布情報が一貫した種は、主に純淡水魚であった（表 4-6）。カワムツ、ドジョウ（図 4-3a）、ニシシマドジョウ、カジカ（大卵型）は流域全体に分布、アブラハヤは下流を除き広範囲に分布、町野川では移入種であるオイカワ（図 4-3b）は下流から中流にかけての本流に分布していた。一方で、純淡水魚であるタナゴ類（ヤリタナゴ、ミナミアカヒレタビラ）は、地域知では流域全体の 10 地点で分布情報が得られたが、採集記録では下流の M2 や M4、上流域の M12、M13 で記録されていた（図 4-3c）。しかし、採集記録でも 4 地点と地点数は減少し、さらに環境 DNA では下流域の 3 地点のみでヤリタナゴが検出され、上流域では検出されなかった。

地域知では通し回遊魚の分布情報が流域全体より得られたが、採集記録や環境 DNA では上流域での分布情報のある地点は減少した。地域知よりアユは 14 地点で分布情報が得られたが、採集記録では 6 地点に減少し、河口から M8 まで分布していたことが示された（図 4-3d）。また環境 DNA でも、採集記録と同様に河口から M7 まで検出されていた。ウグイについても、地域知より 16 地点で分布情報が得られたが、採集記録と環境 DNA では上流域や支流である M6、M9、M10、M15、M16、M17 では分布情報が得られなかった。一方で、ヤマメについては、分布情報は各情報源でおおよそ一致していた。地域知のみで降海型であるサクラマスの上流域に関する情報を得ることができたが、採集記録ではサクラマスは記録されておらず、環境 DNA でも陸封型のヤマメと区別することができないため、現在におけるサクラマスの上流域については不明である。ま

たカワヤツメについても、地域知より 9 地点より分布情報が得られ、上流域からも分布情報が得られた。しかし、採集記録では 2 地点 (M2, M5) のみであり、環境 DNA においても検出地点が少なく、またカワヤツメとスナヤツメ北方種を分析では区別することができないため、現在におけるカワヤツメの分布域については不明な点が多い。

地域知のみで分布情報のあったニホンイトヨ、シロウオ、ニホンウナギは河口の 1 地点でのみ記録が得られたが、それ以外の情報源からは記録が得られなかった。環境 DNA のみで、移入種と考えられるヒガイ属 (図 4-3e) とスゴモロコ属は M1 から M5 にかけての本流で検出され、キタドジョウ (図 4-3f) は M7 よりも上流の 5 地点のみで検出された。

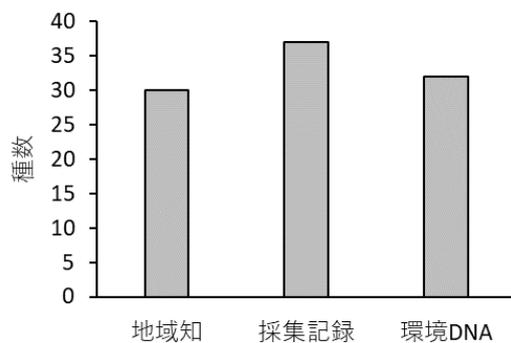


図 4-1 各情報源の確認種数

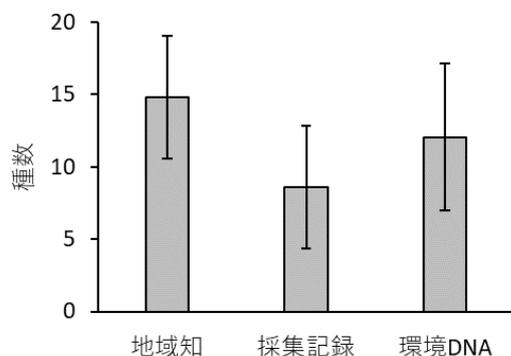


図 4-2 各情報源の地点ごとの平均確認種数 (バーは標準偏差)

表 4-5 各情報源で確認された種

No.	和名	在来	地域知	採集記録	環境DNA
1	カワヤツメ	在来	●	●	●
2	スナヤツメ北方種	在来	●	●	●
3	スナヤツメ南方種	在来	●	●	●
4	ギンブナ	在来	●	●	●
5	コイ	在来	●	●	●
6	カワムツ	移入	●	●	●
7	アブラハヤ	在来	●	●	●
8	タカハヤ	在来	●	●	●
9	モツゴ	在来	●	●	●
10	ヒガイ属	移入			●
11	タモロコ	在来	●		●
12	スゴモロコ属	移入			●
13	ヤリタナゴ	在来	●	●	●
14	ミナミアカヒレタビラ	在来	●	●	
15	ウグイ	在来	●	●	●
16	オイカワ	移入	●	●	●
17	ニシシマドジョウ	在来	●	●	●
18	ドジョウ	在来	●	●	●
19	キタドジョウ	在来	●	●	●
20	ナマズ	在来	●	●	●
21	アユ	在来	●	●	●
22	サケ	在来	●	●	●
23	ヤマメ (サクラマス)	在来	●	●	●
24	ニジマス	外来	●	●	●
25	イワナ属	移入	●		●
26	メナダ	在来		●	●
27	ボラ	在来	●		●
28	コボラ	在来		●	
29	セスジボラ	在来		●	
30	キタノメダカ	在来	●	●	●
31	ニホンイトヨ	在来	●		
32	アユカケ	在来	●	●	●
33	カジカ (大卵型)	在来	●	●	●
34	シマウキゴリ	在来		●	●
35	スミウキゴリ	在来	●	●	●
36	ウキゴリ	在来		●	
37	シマヨシノポリ	在来		●	
38	オオヨシノポリ	在来	●	●	●
39	トウヨシノポリ	在来		●	
40	ゴクラクハゼ	在来		●	●
41	チチブ	在来	●		●
42	ヌマチチブ	在来		●	
43	シロウオ	在来	●		
44	マハゼ	在来		●	
45	ニホンウナギ	在来	●		
46	スズキ	在来	●		
47	シマイサキ	在来		●	
48	イシガレイ	在来		●	
49	ヌマガレイ	在来		●	
合計種数			30	37	32

表 4-6 地点ごとの各情報源で確認された種 (次ページに続き)

No	和名	在来	M1		M2		M3		M4		M5		M6		M7		M8		M9		M10		M11		M12													
			河口		広江		鈴屋		真久 北円山		小間生 鈴ヶ嶺		久田		石井		五十里		北河内		大箱		当目		神和住 寺分													
			地	採	環	地	採	環	地	採	環	地	採	環	地	採	環	地	採	環	地	採	環	地	採	環	地	採	環	地	採	環						
1	カワヤツメ	在来	●		●	●					●	●			●		●						●															
2	スナヤツメ北方種	在来									●				●										●													
3	スナヤツメ南方種	在来								●					●											●												
4	ギンプナ	在来	●		●	●		●		●	●		●		●	●		●						●				●										
5	コイ	在来	●		●	●		●		●	●		●		●	●		●						●				●										
6	カワムツ	移入?			●	●		●		●	●		●		●	●		●						●				●										
7	アブラハヤ	在来	●		●		●			●	●		●		●	●		●						●				●										
8	タカハヤ	在来																●						●														
9	モツゴ	在来	●		●	●				●		●					●																					
10	ヒガイ属	移入				●				●		●																										
11	タモロコ	在来	●		●		●		●		●				●			●								●												
12	スゴモロコ属	移入			●					●		●																										
13	ヤリタナゴ	在来	●		●		●			●		●			●			●									●											
14	ミナミアカヒレタビラ	在来			●					●		●			●			●									●		●									
15	ウグイ	在来	●	●	●	●	●		●		●	●		●	●	●	●	●	●			●		●	●	●	●	●	●									
16	オイカワ	移入	●		●	●		●		●	●		●		●	●		●								●												
17	ニシマドジョウ	在来	●		●	●		●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●		●		●	●	●	●	●	●									
18	ドジョウ	在来			●			●		●		●		●	●		●		●						●		●		●									
19	キタドジョウ	在来	●		●		●			●		●		●	●		●		●						●		●		●									
20	ナマズ	在来	●		●	●	●		●		●	●		●	●		●																					
21	アユ	在来	●	●	●	●	●		●		●	●		●	●	●		●				●		●														
22	サケ	在来			●	●				●	●		●		●			●																				
23	ヤマメ (陸封型)	在来	●		●		●			●		●	●		●	●		●		●	●		●	●		●		●										
	サクラマス (降海型)	在来	●		●		●			●		●	●		●	●		●		●	●		●	●		●		●										
24	ニジマス	外来						●												●	●																	
25	イワナ属	移入										●	●																									
26	メナダ	在来		●	●		●																															
27	ボラ	在来		●			●																															
28	コボラ	在来	●		●																																	
29	セスジボラ	在来		●																																		
30	キタノメダカ	在来	●		●		●			●	●		●		●		●		●					●		●												
31	ニホンイトヨ	在来	●																																			
32	アユカケ	在来	●	●	●	●		●		●							●																					
33	カジカ	在来	●		●		●		●		●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●									
34	シマウキゴリ	在来		●		●	●		●		●	●			●	●																						
35	スミウキゴリ	在来			●		●		●		●																											
36	ウキゴリ	在来			●		●		●		●																											
37	シマヨシノボリ	在来			●					●		●					●		●									●										
38	オオヨシノボリ	在来		●		●	●		●		●		●		●	●		●		●	●							●										
39	トウヨシノボリ	在来	●		●		●		●		●		●		●	●		●		●	●																	
40	ゴクラクハゼ	在来	●	●		●	●																															
41	チチブ	在来	●																																			
42	ヌマチチブ	在来	●				●		●		●																											
43	シロウオ	在来	●																																			
44	マハゼ	在来		●																																		
45	ニホンウナギ	在来	●																																			
46	スズキ	在来	●																																			
47	シマイサキ	在来		●																																		
48	イシガレイ	在来		●																																		
49	ヌマガレイ	在来		●																																		
合計種数			24	12	17	15	21	20	11	5	17		10	22	20	9	20	16	5	10	18	14	17	19	9	12	11	6	5	11	4	5	12	7	9	10	9	9

※地：地域知，採：採集記録（3年代分），環：環境DNAの結果を示す

表 4-6 地点ごとの各情報源で確認された種 (続き)

No	和名	在来	M13			M14			M15			M16			M17		
			中齊			天坂 上町			下藤ノ瀬			曾又			鶴町		
			地	採	環	地	採	環	地	採	環	地	採	環	地	採	環
1	カワヤツメ	在来	●			●					●						
2	スナヤツメ北方種	在来	●	●			●			●	●					●	
3	スナヤツメ南方種	在来	●			●				●			●				
4	ギンプナ	在来	●			●	●		●	●		●		●			
5	コイ	在来	●			●	●		●		●		●				
6	カワムツ	移入?	●	●		●	●		●	●		●	●		●	●	
7	アブラハヤ	在来	●	●		●	●		●	●		●	●		●	●	
8	タカハヤ	在来															
9	モツゴ	在来															
10	ヒガイ属	移入															
11	タモロコ	在来														●	
12	スゴモロコ属	移入															
13	ヤリタナゴ	在来	●			●											
14	ミナミアカヒレタビラ	在来	●	●						●			●				
15	ウグイ	在来	●	●		●	●	●		●			●				
16	オイカワ	移入				●	●	●									
17	ニシシマドジョウ	在来	●	●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
18	ドジョウ	在来	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
19	キタドジョウ	在来				●		●		●		●		●		●	
20	ナマズ	在来	●			●	●	●	●	●			●				
21	アユ	在来	●			●				●			●				
22	サケ	在来				●	●										
23	ヤマメ (陸封型)	在来	●			●	●			●	●		●				
	サクラマス (降海型)	在来	●			●				●			●				
24	ニジマス	外来															
25	イワナ属	移入								●							
26	メナダ	在来															
27	ボラ	在来															
28	コボラ	在来															
29	セスジボラ	在来															
30	キタノメダカ	在来	●			●		●		●			●				
31	ニホンイトヨ	在来															
32	アユカケ	在来															
33	カジカ	在来	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
34	シマウキゴリ	在来															
35	シミウキゴリ	在来															
36	ウキゴリ	在来															
37	シマヨシノボリ	在来				●											
38	オオヨシノボリ	在来				●											
39	トウヨシノボリ	在来				●											
40	ゴクラクハゼ	在来															
41	チチブ	在来															
42	ヌマチチブ	在来															
43	シロウオ	在来															
44	マハゼ	在来															
45	ニホンウナギ	在来															
46	スズキ	在来															
47	シマイサキ	在来															
48	イシガレイ	在来															
49	ヌマガレイ	在来															
合計種数			15	8		16	10	14	9	7	9	16	7	9	14	5	8

在情報： ■ 地域知 ■ 採集記録 ■ 環境 DNA データ未分析： ■

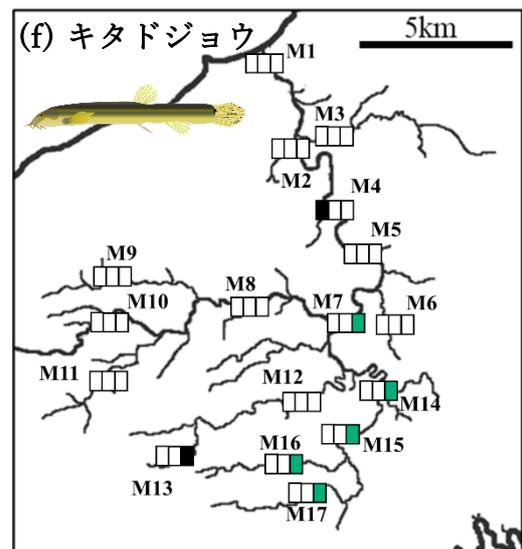
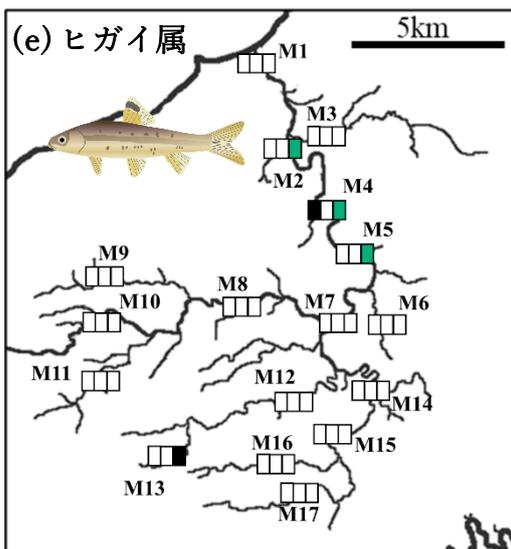
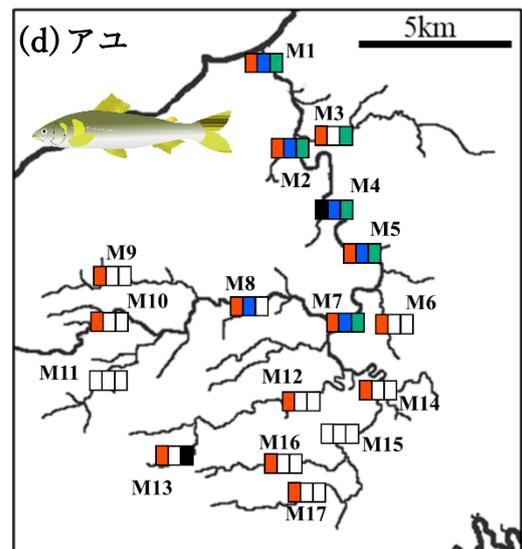
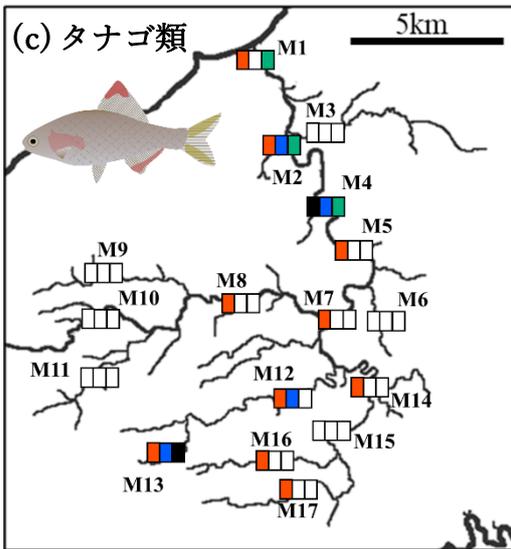
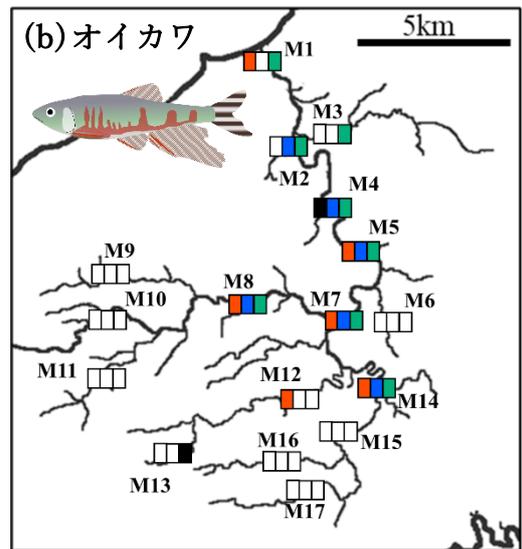
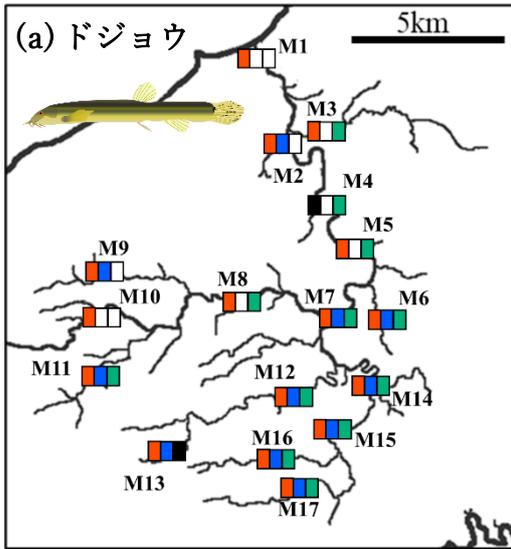


図 4-3 3つの情報源より得られた6種の分布情報

5. 考察

5.1 高齢の地域住民が有する淡水魚類に関する地域知の有用性

本研究により、地域住民が有する淡水魚に関する生態学的知識および地域知は、1970年代以降に実施された魚類調査に関する採集記録、環境DNA調査と比較した結果、多くの種について分布情報は一貫しており、それらは主に純淡水魚であった。採集記録や環境DNA調査によりカワムツは流域全体に分布、オイカワは本流に分布することが示されたが、地域知でも同様の分布情報が得られたことから、地域住民の有する地域知は淡水魚類の分布域評価に有益であると考えられる。

しかし住民が有する情報など記憶に基づく過去の生物相といった逸話的な情報は、科学的推論を行うために使用することができるが、推定や予測方法の改善に議論の余地がある¹⁹⁾。特に形態的に類似する種については識別が困難な種群が存在しており、コイ科のアブラハヤ、カワムツ、オイカワ、底生魚類のカジカやハゼ科については、種群が混同されている場合もみられたため、情報の取り扱いに注意が必要である。しかし、本研究よりアブラハヤ、カワムツ、オイカワについては、町野川においてはそれぞれ異なる地方名が使用されていたことから、地域内で使用されている地方名は過去の生物相の理解に有益であると考えられる。

また3つの情報源を比較したところ、一部の種類については地域知でより広範囲から分布情報が得られたことから、それらの種については歴史的により広い範囲に分布していた可能性が示唆された。経験豊富な高齢の漁業者は、過去における対象種の個体数と分布に関する詳細な生態学的知識を有することが多くの調査によって報告されている^{20,21)}。最も古い魚類調査に関する採集記録は1970年代に実施されたものであり、その文献でも圃場整備やコンクリート化による生息環境への影響や、河川横断構造物による通し回遊魚への影響が既に指摘されている¹¹⁾。本研究では主に高齢者を対象として、幼少期に見た淡水魚類について、聞き取り調査を実施しており、1970以前の河川改修工事の影響が少ない時期における分布情報を得ることができた可能性が考えられる。

特にタナゴ類（ヤリタナゴ、ミナミアカヒレタビラ）については、1990年代以降の採集記録では記録がなく、環境DNA調査により現在は下流域にのみヤリタナゴが分布していると考えられるが、地域知によって歴史的には流域全体に分布していたことが示唆された。タナゴ類の減少要因として、河川や水路の改修工事による物理環境の単純化と水域間の分断、産卵基質となる淡水二枚貝類の減少があげられる⁹⁾。1970年代の採集記録においても、タナゴ類の減少要因として淡水二枚貝類の減少が水質汚染などによる影響が既に指摘されており、分布情報のある地点は地域知と比べて限定的であった⁶⁾。そのため、これまでの採集記録を参照した場合、タナゴ類に関しては上流域における歴史的な分布域を過小評価してしまう恐れがあると考えられる。

また通し回遊魚類についても地域知により、ウグイ、アユ、カワヤツメ、サクラマスなどは採集記録や環境DNAの結果と比べて、より上流域にまで分布・遡上していたことが示唆された。特にカワヤツメやサクラマスなど産卵のために川へ回帰する種類については、採集できる時期が限定的であり採集記録が少ないことや、ヤマメについては種苗放流が行われており、遡上に関する実態は不明であった。しかし、住民より得られた遡上するカワヤツメやサクラマスに関する情報は、河川横断構造物による影響を評価する上で有益であると考えられる。また町野川流域の住

民は、このような通し回遊魚のウグイやアユをなれ寿司といった伝統的な料理として利用していた。しかし、このような淡水魚類の伝統的料理については、資源量の減少に伴って利用されなくなっており、住民の有する地域知は、過去の分布域評価としてだけでなく、地域独自の料理法といった文化など民俗学的にも貴重な情報であると考えられる。

またニホンイトヨやシロウオについては、地域知のみで分布情報が得られたが、採集記録や環境 DNA 調査で分布情報を得ることはできなかった。しかし、ニホンイトヨやシロウオは、春に川を遡上し、すぐに降河する生活史であることから、秋に採水を行った環境 DNA では検出することはできないと考えられる。そのため、これらの種については、今後、住民より詳細な情報を収集し、現在の生息状況を明らかにするための採集調査を実施していく必要があると考えられる。

5.2 環境 DNA 調査の有用性

環境 DNA 調査によって、これまでの採集記録では見過ごされていたと考えられる種類を新たに検出した。まずヒガイ属やスゴモロコ属は、これまで町野川において記録がなかったが、本研究の環境 DNA 調査によって初めて記録された。これらの種は琵琶湖や濃尾平野以西に分布する種であることから¹⁰⁾、本水系においては移入種であると考えられる。全ての情報源より分布情報が得られたがオイカワについては、能登半島に生息するオイカワは西日本より持ち込まれた移入種であると報告されている²²⁾。本来の生息域以外で見つかるオイカワは、琵琶湖産のアユ種苗などに混ざって定着したものであると考えられている²³⁾。そのため、町野川に生息していることが示されたヒガイ属やスゴモロコ属についても、同様の経路で町野川に持ち込まれ定着していたが、これまでの魚類調査では見過ごされた可能性が考えられる。今後は、これらの種が検出された地点付近での採集調査を実施し、生体を採集することや生息状況を明らかにする必要がある。

また環境 DNA 調査によって、キタドジョウの分布情報を初めて得ることができた。キタドジョウは中島・内山 (2017)により和名が提唱されたドジョウの隠ぺい種である。これまでに実施されてきた魚類調査は、ドジョウとキタドジョウが分類分けされる以前に実施されたもので、町野川におけるキタドジョウの分布については不明であった。ドジョウとキタドジョウの環境 DNA の検出地点を比較すると、ドジョウは流域全体から検出されたが、キタドジョウは、主に上流域のみで検出された。キタドジョウの生態として、本州では山間の低水温の池沼に多いと報告されている⁷⁾。町野川においても、低水温である上流域のみに生息している可能性が考えられるため、今後は検出された地点付近での採集調査を実施し、生体を採集することや生息状況を明らかにする必要がある。

5.3 河川の自然再生に向けて

本研究は、住民が有する地域知、魚類調査の採集記録、環境 DNA 調査の 3 つの淡水魚類に関する情報源より、生物相や分布変遷を評価した。地域知や環境 DNA では、種を特定できない種群も存在するため、確認種数については採集記録が最も多く、基盤的な情報として重要であると考えられる。地域知は分布域の評価、特に高齢者の有する情報は、過去の分布域の再構築に有益であることが示された。また環境 DNA 調査によって、これまで記録されていなかった種を検出することができた。今後はこれまで実施されてきた魚類調査の採集記録に加えて、過去の生物の

分布情報や地域文化に関する地域知や、広域的な調査が可能である環境DNA調査といった複数の情報源や調査手法を包括的に活用しながら、地域に則した河川管理や自然再生を、住民と連携しながら進めていく必要がある。

6. まとめ

本研究は、住民が有する地域知、魚類調査の採集記録、環境DNA調査の3つの淡水魚類に関する情報源より、生物相や分布変遷を評価した。3つの情報源より得られた淡水魚類の分布情報を比較した結果、多くの種やその分布域は一貫しており、従来の網や電気ショッカーを用いた魚類調査だけでなく、住民が有する地域知や環境DNAによって得られる淡水魚類の分布情報は分布域の評価に有用であることが示された。地域知について、種ごとに独自の地方名が存在しており、これらの情報は過去の生物相の解明に有益であると考えられる。ニホンイトヨやシロウオは地域知のみで分布情報が得られたが、採集記録や環境DNA調査で分布情報を得ることはできなかった。またタナゴ類や通し回遊魚類（ウグイ、アユ、カワヤツメ、サクラマス）は、地域知により歴史的には広範囲に分布していた可能性が示されたが、採集記録や環境DNA調査と比較して、その分布域は減少している可能性が示された。以上より、河川改修工事以降に実施された魚類調査などの採集記録を参照した場合、本来の生物相や分布域を過小評価してしまう可能性が考えられる。環境DNA調査により、これまで記録のなかった移入種と考えられるヒガイ属や、スゴモロコ属、分類体系が改められたキタドジョウを初めて検出した。これらの種については今後採集調査を実施し、生息状況を明らかにする必要がある。これまでに実施された魚類調査などの採集記録は、形態的な種の同定がなされており全ての情報源の中で確認種数は最も多く、生息する魚種を知るうえで基盤的な情報として重要である。今後はこれまで実施されてきた魚類調査の結果に加えて、住民が有する地域知や、環境DNA調査といった複数の調査手法や情報源を活用しながら、地域に則した河川管理や自然再生を住民と協力しながら進めて行く必要があると考えられる。

7. 謝辞

本研究の環境DNA分析の実施にあたり、石川県立大学の上野裕介准教授、江口健斗氏、日本工営株式会社中央研究所先端研究センターの郡司未佳氏、今村史子氏には多大なご協力を賜った。採集記録の文献調査には、金沢大学環日本海域研究センター臨海実験施設の坂井恵一連携研究員には多くのご助言とご指導を賜りました。また地域住民への聞き取り調査では、町野川漁業協同組合、柳田河川漁業協同組合、多くの住民の方にご協力いただき、貴重な情報を提供していただきました。全ての方に感謝の意を申し上げます。

8. 参考文献

- 1) Katano, O., Hakoyama, H., Matsuzaki, S. (2015) : Japanese inland fisheries and aquaculture: status and trends. In Craig, J.F. (eds) *Freshwater Fisheries Ecology*, Wiley-Blackwell, New York

City, pp 231~240.

- 2) Lynch,A.J, Cooke,S.J, Deines,A.M, Bower,S.D, Bunnell,D.B, Cowx,I.G, Nguyen,V.M, Nohner,J, Phouthavong,K, Riley,B, Rogers,M.W, Taylor,W.W, Woelmer,W, Youn,S, Beard Jr.,T.D (2016) :The social, economic, and environmental importance of inland fish and fisheries. *Environmental Reviews*, 24, pp115~121.
- 3) 後藤晃 (1997) 河川の自然環境と淡水魚類の多様性の保全、ワイルドライフ・フォーラム、2/4、pp127~133.
- 4) Arakawa,H, Kishi,D, Yanai,S (2021) :Historical distribution of Arctic lamprey *Lethenteron camtschaticum* in Japanese rivers and its change estimated from fishery statistics and fishers' local ecological knowledge. *Fisheries science*, 87(4), pp479~490.
- 5) 石川県 (2002) 町野川水系河川整備基本方針、<http://www.pref.ishikawa.lg.jp/kasen/kasenseibi/documents/matino1.pdf> (2023/4/9 参照) .
- 6) 川那部浩哉・水野信彦 (1993) 山陰カラー名鑑日本淡水魚、株式会社山と溪谷社、東京、720 pp.
- 7) 中島淳、内山りゅう (2017) 日本のドジョウ、株式会社山と溪谷社、東京、224pp.
- 8) 斉藤憲治・内山りゅう (2017) くらべてわかる淡水魚、株式会社山と溪谷社、東京、128pp.
- 9) 北村淳一・内山りゅう (2020) 日本のタナゴ 生態・保全・文化、株式会社山と溪谷社、東京、224pp.
- 10) 田口哲・井田齋 (2021) フィールドガイド 魚の生息環境と見分けるポイントがわかる 日本の淡水魚図鑑、株式会社誠文堂新光社、東京、288pp.
- 11) 石川県 (1978) 石川県の自然環境、石川県、87pp.
- 12) 石川県 (1996) 石川県の淡水魚類、石川県環境部自然保護課、75pp.
- 13) 坂井恵一 (2010) のと海洋ふれあいセンターの収蔵されている魚類標本一Ⅲ、のと海洋ふれあいセンター研究報告、16、15~38.
- 14) 本村浩之 (2020) 日本産魚類全種目録. これまでに記録された日本産魚類全種の現在の標準和名と学名、鹿児島大学総合研究博物館、鹿児島、560pp.
- 15) 環境省自然環境局生物多様性センター (2021) 環境 DNA 分析技術を用いた淡水魚類調査手法の手引き 第2版、https://www.biodic.go.jp/edna/reports/mifish_tebiki2.pdf (2023/4/9 参照).
- 16) 荒川裕亮・志摩優介・柳井清治 (2018) 能登半島里川におけるカワヤツメに関する地域文化とその漁獲量の推移、石川県立大学研究紀要、1、pp11~21.
- 17) 石川県水産総合センター (2007) 奥能登のなれずし、石川県水産総合センター資料、第32号.
- 18) 坂井恵一・山崎裕治 (2011) ミトコンドリア DNA に基づく能登半島におけるスナヤツメ北方種と南方種の分布、のと海洋ふれあいセンター研究報告、17、1~6.
- 19) Lotze,H.K, Worm,B (2009) :Historical baselines for large marine animals. *Trends in ecology & evolution*, 24/5, pp254~262.
- 20) Bender,M.G, Machado,G.R, Silva,P.J.D.A, Floeter,S.R, Monteiro-Netto,C, Luiz,O.J, Ferreira,C.E. (2014) :Local ecological knowledge and scientific data reveal overexploitation by multigear artisanal fisheries in the Southwestern Atlantic. *PLoS One*, 9/10, e110332.
- 21) Damasio,L.D.M.A, Lopes,P.F, Guariento,R.D, Carvalho,A.R (2015) :Matching fishers' knowledge and landing data to overcome data missing in small-scale fisheries. *PLoS One*, 10/7, e0133122.

- 22) Kitanishi,S, Hayakawa,A, Takamura,K, Nakajima,J, Kawaguchi,Y, Onikura,N, Mukai,T (2016) :Phylogeography of *Opsariichthys platypus* in Japan based on mitochondrial DNA sequences. *Ichthyological research*, 63, pp506~518.
- 23) 向井貴彦・北西滋・鬼倉徳雄 (2017) オイカワの地域在来系統の現状: 普通種に迫る危機、魚類学雑誌、64/2、218~223.