

佐渡島の淡水魚類相：60年間の変遷の検証および最新魚種目録

The freshwater fish fauna of Sado Island: a review of changes over 60 years, with an updated species list

小関 右介¹

¹大妻女子大学家政学部

Yusuke Koseki¹

¹Faculty of Home Economics, Otsuma Women's University

12 Sanbancho, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan 102-8357

キーワード：淡水魚類群集，生活史型，生物学的侵入，人為的影響，島嶼生態系

Key words : Freshwater fish community, Life history forms, Biological invasion, Anthropogenic impact, Island ecosystem

抄録

文献調査にもとづき、佐渡島の淡水魚類相の変遷を調べた。2012年の前回魚類相報告以降、本島の淡水魚類目録には2種の純淡水魚と1種の周縁性淡水魚が加わり、目録掲載種数は46種となった。魚類相の大きな特徴は、通し回遊魚、とくに両側回遊性ハゼ科魚類の種の多さであり、この特徴は過去60年間で大きく変化していなかった。しかし、人為的移入により、種全体に占める純淡水魚の割合がかつての4分の1から3分の1に上昇しており、これら移入種による生態系への影響が懸念された。種の移入防止のために講ずべき施策および侵入の早期発見のために実現すべき環境DNAベースの魚類群集モニタリングについて簡単に述べた。

1. はじめに

新潟本土の西方約 40km の日本海上に位置する佐渡島は、面積 855km²、海岸線長 280km で、北方四島を除けば国内で沖縄本島について 2 番目に大きな属島である。北に急峻な大佐渡山地、南に低くなだらかな小佐渡丘陵を有し、両者の間には沖積低地の国中平野が広がっている (図 1)。本島が海峡の形成によって本土から地理的に隔離されたのは 20~80 万年前とされ、昆虫や哺乳類などで固有の種や亜種がみられる一方で、全体的な動物相は本土とくらべて貧弱であることが知られている^[1]。

動物相の貧弱さは淡水域も同様である。1961 年に初めて本島の淡水魚類相についてまとめた本間^[2]は、生活史の決まった時期に海と淡水域の間を移動する通し回遊魚および本来は海産魚であるが淡水域に一時的に進入する周縁性淡水魚を含む 20 種の淡水魚類を報告し、その数が新潟本土でみられる種数とくらべて圧倒的に少ないことを指摘した。また、日本の淡水域を代表するコイ科魚類が少ないことについて、島唯一の低地帯である国中



図 1. 佐渡島の地形図

平野の成立地史から考えて、本島に純淡水魚が生活できるまとまった大きさの淡水域ができたのは

ごく最近(せいぜい1万年前)のことであるとし、確認された5種の純淡水魚(コイ, フナ, ドジョウ, ナマズおよびメダカ)は自然分布ではなく、農耕の発展にともなって本土からもたらされた移入種(国内外来種)であろうとの見方を示した。

しかし、種数の乏しかった本島の淡水魚類目録には見直しのたびに新たな種が加わり、1981年には32種が報告され^[3], 2012年にはさらに増えて43種が報告された^[1]。この種数の増加は、調査データの蓄積や一部の分類群(ヨシノボリ類およびウキゴリ類)における種の整理(追加種)が影響している一方で、一部は環境変動や人為的圧力増大によるものと考えられる。とくに、新たな純淡水魚の侵入は明らかな人為の結果であり、本土とくらべて脆弱な島嶼の生態系の保全にとっては大きなリスク要因である。定期的な魚類相の確認は、そうした生態系の変化を監視する役割を果たすが、2012年以降この約10年間、本島の淡水魚類相に関する新たな情報の整理はおこなわれていない。

そこで本研究では、上記の報告を含む佐渡島の淡水魚類に関する文献情報を総括することで、本島の現在の魚類相を明らかにする。また、魚類相の変遷について、とくに純淡水魚の移入に焦点をあてた議論をおこなう。

2. 方法

本間^[2], 本間ほか^[3], および新潟大学佐渡市環境教育ワーキンググループ^[1]による総括的報告なら

びにその引用文献の情報を整理するとともに、それ以降(2010~2020年)に発表された佐渡島の淡水魚類に関する研究情報を追加し、最新の淡水魚類目録を作成した。魚類の標準和名および学名は本村^[4]にもとづき現在の名称を用いたが、近年分類学的見直しがおこなわれた種についてはそれぞれ旧和名および旧学名(シノニム)を併記した。魚類相の特徴をとらえるために、種を生活史型により通し回遊魚(海で成長したのち川で産卵する遡河回遊魚, 海で成長したのちさらに川でも成長して産卵する両側回遊魚および川で成長したのち海で産卵する降河回遊魚の3型を含む), 純淡水魚および周縁性淡水魚に分類し、生活史型ごとの種数を集計した。過去の目録についても同様の集計をおこない、魚類相構成種の生活史型組成(%)の変遷を調べた。

3. 結果

総括の結果、佐渡島で採捕・確認された淡水魚類は、フナ属の2または3亜種を含めて15科46種となった(表1)。2012年の報告^[1]からは新たにコイ科のモツゴおよびカワムツならびにボラ科のボラの3種が加わった。すべての科を通じて種数が増加したのは、両側回遊性のヨシノボリ類やウキゴリ類を中心に計15種が確認されたハゼ科であり、つぎに今回新たに2種が追加されて計11種となったコイ科が続いた。その結果、生活史型別では、ハゼ科魚類に代表される通し回遊

表1. 既往文献にもとづく佐渡島の淡水魚類目録

ID	科名	標準和名(旧和名)	学名(シノニム)	生活史型	文献 ^a
1	サケ科	イワナ・アメマス	<i>Salvelinus leucomaenis</i>	遡河回遊	1, 3, 4, 9, 11
2		ヤマメ・サクラマス	<i>Oncorhynchus masou</i>	遡河回遊	1, 3, 4, 9, 11
3		サケ	<i>Oncorhynchus keta</i>	遡河回遊	4, 9, 11
4		ニジマス	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	遡河回遊	4, 9
5	キュウリウオ科	アユ	<i>Plecoglossus altivelis</i>	両側回遊	1, 3, 4, 8, 9, 11
6	ドジョウ科	ドジョウ	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	純淡水	1, 3, 4, 8, 9, 11
7	ナマズ科	ナマズ	<i>Silurus asotus</i>	純淡水	1, 3, 4, 9
8	メダカ科	キタノメダカ (メダカ)	<i>Oryzias sakaizumii</i> (<i>O. latipes</i>)	純淡水	1, 3, 4, 9
9	コイ科	ウグイ	<i>Pseudaspius hakonensis</i> (<i>Tribolodon hakonensis</i>)	遡河回遊	1 ^b , 3, 4, 8, 9
10		コイ	<i>Cyprinus carpio</i>	純淡水	1, 3, 4, 9
11		キンブナ	<i>Carassius buergeri</i> subsp. 2 (<i>C. auratus</i> subsp. 2)	純淡水	1, 3, 4, 9

表 1. (つづき)

ID	科名	標準和名 (旧和名)	学名 (シノニム)	生活史型	文献 ^a
12	コイ科	ナガブナ	<i>Carassius buergeri</i> subsp. 1 (<i>C. auratus</i> subsp. 1)	純淡水	4, 9
13		ギンブナ	<i>Carassius</i> sp. (<i>C. auratus langsdorfii</i>)	純淡水	3, 9
14		ゲンゴロウブナ	<i>Carassius cuvieri</i>	純淡水	3, 4, 9
15		タモロコ	<i>Gnathopogon elongatus</i>	純淡水	3, 4, 8, 9
16		タイリクバラタナゴ	<i>Rhodeus ocellatus</i>	純淡水	4, 8, 9
17		モツゴ	<i>Pseudorasbora parva</i>	純淡水	8
18		オイカワ	<i>Opsariichthys platypus</i> (<i>Zacco platypus</i>)	純淡水	9, 10
19		カワムツ	<i>Nipponocypris temminckii</i> (<i>Zacco temminckii</i>)	純淡水	10
20		サンフィッシュ科	オオクチバス	<i>Micropterus salmoides</i>	純淡水
21	ブルーギル		<i>Lepomis macrochirus</i>	純淡水	9
22	ウナギ科	ニホンウナギ	<i>Anguilla japonica</i>	降河回遊	1, 4, 9
23	トゲウオ科	ニホンイトヨ (イトヨ日本海型)	<i>Gasterosteus nipponicus</i>	遡河回遊	1, 3, 4, 9
24	ハゼ科	シロウオ	<i>Leucopsarion petersii</i>	遡河回遊	1, 3, 4, 9
25		ルリヨシノボリ (ヨシノボリるり型)	<i>Rhinogobius mizunoi</i> (<i>R. sp. CO</i>)	両側回遊	1 ^c , 2 ^c , 3 ^c , 4 ^c , 9, 11
26		シマヨシノボリ (ヨシノボリ横斑型)	<i>Rhinogobius nagoyae</i> (<i>R. sp. CB</i>)	両側回遊	1 ^c , 2 ^c , 3 ^c , 4 ^c , 9, 11
27		トウヨシノボリ (ヨシノボリ橙色型)	<i>Rhinogobius</i> sp. (<i>R. sp. OR</i>)	両側回遊	1 ^c , 2 ^c , 3 ^c , 4 ^c , 9, 11
28		クロヨシノボリ (ヨシノボリ黒色型)	<i>Rhinogobius brunneus</i> (<i>R. sp. DA</i>)	両側回遊	1 ^c , 2 ^c , 3 ^c , 4 ^c , 9, 11
29		ウキゴリ (ウキゴリ淡水型)	<i>Gymnogobius urotaenia</i>	両側回遊	1 ^c , 3 ^c , 4 ^c , 5, 9
30		スミウキゴリ (ウキゴリ汽水型)	<i>Gymnogobius petschiliensis</i>	両側回遊	1 ^c , 2 ^c , 3 ^c , 4 ^c , 9, 11
31		シマウキゴリ (ウキゴリ中流型)	<i>Gymnogobius opperiens</i>	両側回遊	1 ^c , 2 ^c , 3 ^c , 4 ^c , 9, 11
32		ピリンゴ	<i>Gymnogobius breunigii</i>	両側回遊	3, 4, 9
33		ジュズカケハゼ	<i>Gymnogobius castaneus</i>	両側回遊	3, 4, 9
34		ミミズハゼ	<i>Luciogobius guttatus</i>	両側回遊	1, 3, 4, 9, 11
35		チチブ	<i>Tridentiger obscurus</i>	両側回遊	1, 3, 4, 6, 9
36		ヌマチチブ	<i>Tridentiger brevispinis</i>	両側回遊	6, 9
37		マハゼ	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	周縁性	1, 3, 4, 8, 9
38		アシシロハゼ	<i>Acanthogobius lactipes</i>	周縁性	3, 4, 9
39	カジカ科	カマキリ・アユカケ	<i>Rheopresbe kazika</i> (<i>Cottus kazika</i>)	降河回遊	1, 4, 8, 9, 11
40		カジカ	<i>Cottus pollux</i>	両側回遊	1, 3, 4, 9
41		カンキョウカジカ	<i>Cottus hangiongensis</i>	両側回遊	7, 9, 11
42	ボラ科	メナダ	<i>Planiliza haematocheila</i>	周縁性	1, 3, 4, 9
43		ボラ	<i>Mugil cephalus</i>	周縁性	8

表 1. (つづき)

ID	科名	標準和名 (旧和名)	学名 (シノニム)	生活史型	文献 ^a
44	ダツ科	ハマダツ	<i>Ablennes hians</i>	周縁性	3, 4, 9
45	フグ科	クサフグ	<i>Takifugu alboplumbeus</i>	周縁性	3, 4, 9
46	コチ科	マゴチ	<i>Platycephalus</i> sp. 2 (<i>P. indicus</i>)	周縁性	3, 4, 9

^a各文献は以下のとおり：1, 本間^[2]；2, 井上ほか^[5]；3, 伊藤ほか^[6]；4, 本間ほか^[3]；5, 松本ほか^[7]；6, 松本ほか^[8]；7, 本間ほか^[9]；8, 山下ほか^[10]；9, 新潟大学佐渡市環境教育ワーキンググループ^[1]；10, 片野ほか^[11]；11, Mitsuo^[12]

^b近縁の別種 (ジュウサンウグイ) が報告されていること (誤同定の可能性) を表す

^c種が分割される前に近縁の他種とともに単一種として報告されていること (旧分類名による報告) を表す

が 24 種 (遡河回遊魚 7 種, 両側回遊魚 15 種および降河回遊魚 2 種) で種全体の 52% を占め, ついでコイ科魚類を中心とする純淡水魚が 15 種で魚類相の 33% を占めた. 周縁性淡水魚は新たに確認されたボラを含む 7 種 (15%) にとどまった.

このような魚類相構成種の生活史型組成パターンは既往報告においても同様であった (図 2). すなわち, 通し回遊魚の種数をもっとも多く, 種全体の 50% 以上 (52~65%) を占めるとともに, 純淡水魚および周縁性淡水魚がそれぞれ 30% 前後 (25~33%) および 20% 以下 (10~19%) を占めた. その一方で, 生活史型組成には時間的な変化の傾向もうかがわれ, 1961 年時点で全体の 25% であった純淡水魚の割合は単調増加を示し (図 2), 本報告では上述のとおり魚類相の 33% を占めるに至った.

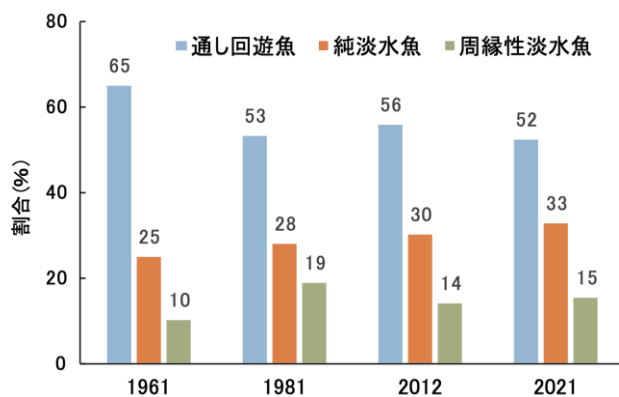


図 2. 魚類相構成種の生活史型組成 (%)

4. 考察

佐渡島の淡水魚類相は, 前回の報告^[1]以降, この 10 年ほどで新たに 2 科 3 種が増え, 合計 15 科 46 種となった. このうちの半数が生活史の一部において海を利用する通し回遊魚であり, その大部分

は両側回遊性のハゼ科魚類によって占められた. コイ科魚類に代表される純淡水魚の少なさはこれまで繰り返し指摘されてきたとおりであり^{[1]-[3]}, 海から進入する周縁性淡水魚の数も本島淡水域においては限定的であった. このような生活史型組成の全体的パターンは, この 60 年間で報告種数が 20 種から 46 種へと倍増したにもかかわらず, 大きくは変わっていなかった. これは, これまで推論されてきたとおり, 本島形成初期における安定的な淡水域の不在が本土由来の純淡水魚の遺存を阻んだことにくわえて, 典型的な汽水・下流環境を有する大規模河川がほとんど存在しないという今日まで続く地形学的特徴が周縁性淡水魚の河川への進入を妨げているためと考えられ, ハゼ科魚類を中心とする通し回遊魚の繁栄は本島淡水魚類相の本質的特徴であると結論づけることができる.

一方で, この 60 年間における淡水魚類相の変化をうかがわせるデータも得られた. すなわち, 1961 年にコイ, フナ (キンブナ), ドジョウ, ナマズおよびメダカ (キタノメダカ) の 5 種のみ^[2]が報告された純淡水魚は現在では 15 種を数え, 種全体に占める割合も 25% から 33% に増加した. 本間ほか^[3]は, 1961 年以降の 20 年間で 4 種の純淡水魚の移入を確認し, 以降もさらなる種の移入が続くだろうと予想したが, その予想どおりの結果といえる. さらに, 今回みられた 10 年で 2 種という移入速度は, 本間ほか^[3]が報告したものと符合し, 純淡水魚の移入ペースが現在も衰えていないことを示唆する. 一般に, 島嶼は生物相の貧弱さゆえに本土とくらべてニッチが空いており, 移入種にとってはもとの生息地で経験していた制御要因 (たとえば, 餌資源の制限, 他種との競争, 外敵からの捕食など) からの生態的解放が生じることで, 定着・分布拡大しやすいと考えられる^{[13], [14]}. それゆえ, やは

り生物相の貧弱さが指摘される本島淡水生態系においても、今後新たな純淡水魚が持ち込まれた場合には高い確率で定着する可能性があり、他種との間に生じる相互作用（競争、捕食、交雑および病気の媒介など）を通じて生態系を攪乱する可能性がある。

移入種による生態系の攪乱を防ぐためには、第一に非意図的なものを含む種の移入を防ぐことが肝要である。本島の純淡水魚の移入については、古くから生息する5種がおそらく稲作の発展とともに持ち込まれたと推測される一方^{[2], [3]}、近年の移入は遊漁対象魚種（アユやヘラブナなど）の放流種苗への混入^[1]、観賞魚の放逐・逸散、釣り人の密放流などによって生じていると考えられる。また、再導入されたトキの餌として、水田やビオトープに島外産養殖ドジョウが放流されてきた経緯があり^{[15], [16]}、これも新たな種の侵入源となった可能性がある。これらのことから、さらなる種の移入を防ぐためには、上記の潜在的移入経路に関する組織や団体等（たとえば、放流事業の実施主体である内水面漁業協同組合、インターネット業者を含む観賞魚店、遊漁関係者および農業関係者）に対して、注意徹底の要請や規制の強化をおこなう必要がある。

また、新たな種の定着・分布拡大阻止のためには、侵入を早期に発見することも重要である。今回報告した魚類相はあくまで全島的なものであり、島内の地域や水系ごとの魚類相については十分な情報がない。侵入の早期発見のためには、地域や水系ごとに魚類群集のモニタリングをおこなう必要があるだろう。従来、そのような大規模な魚類群集モニタリングの実施は、捕獲などに要する時間や労力などの面で現実的ではなかった。しかし、今日、環境DNAメタバーコーディング法^{[17], [18]}とよばれる環境DNA技術の発展により、水圏の生物多様性モニタリングにおける時間的・労力的コストのハードルは格段に下がっている。この新たな環境DNA技術を用いれば、調査現場における主たる作業は表層水の採取とそのろ過のみとなり、従来の調査にくらべてはるかに効率的な魚類群集モニタリングが可能となる^[19]。筆者らは現在、本島の大小120を超える水系の環境DNAメタバーコーディング分析を進めており、このデータによって本島淡水生態系の保全に役立つ多地点・高頻度魚類群集モニタリングの枠組みを示したいと考

えている。そうした次世代型生物群集モニタリングが実現し、侵入種を早期に検出する体制が確立されることで、島嶼の特色ある生態系および生物群集が保全されることが望まれる。

謝辞

新潟大学の満尾世志人氏には文献の収集にご助力いただいた。ここに記して感謝申し上げる。

付記

本研究は、2019年度大妻女子大学戦略的個人研究費の採択課題「環境DNA技術を用いた淡水魚類の集団構造の解明」（課題番号S1917）の助成を受けた研究成果の一部である。

引用文献

- [1]新潟大学佐渡市環境教育ワーキンググループ. 佐渡島環境大全(改訂版). 佐渡市, 2012.
- [2]本間義治. 佐渡島の淡水魚. 佐渡博物館館報. 1961, 8, p.9-14.
- [3]本間義治ほか. 佐渡島の淡水魚類相. 動物と自然. 1981, 11, p.30-34.
- [4]本村浩之. “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, Online ver. 7”. 日本産魚類全種リスト. <https://www.museum.kagoshima-u.ac.jp/staff/motomura/jaf.html>, (参照 2021-1-18).
- [5]井上信夫ほか. 新潟地方のヨシノボリ : I. 佐渡島における4型の分布. 動物分類学会誌. 1978, 15, p.60-69.
- [6]伊藤正一ほか. 国府川(佐渡島)下流域の生物相. 佐渡博物館研究報告. 1981, 8, p.103-111.
- [7]松本史郎ほか. 新潟地方のウキゴリ : I. 佐渡島における3型の分布. 動物分類学会誌. 1982, 22, p.58-69.
- [8]松本史郎ほか. 背鰭棘によるチチブとヌマチチブの区別および両種の新潟県内における分布. 日本生物地理学会会報. 1995, 50, p.5-13.
- [9]本間義治ほか. 新潟県魚類目録補訂(XV). 柏崎市立博物館館報. 2000, 14, p.51-60.
- [10]山下奉海ほか. 佐渡島の小河川における魚類を対象とした農業用取水堰改良効果の検証. 応用生態工学. 2010, 13, p.61-76.
- [11]片野修ほか. 国内外来魚カワムツ *Nipponocypris temminckii* の分布拡大. 魚類学雑誌. 2014, 61, p.97-103.

- [12]Mitsuo, Yoshito. Determining the relative importance of catchment- and site-scale factors in structuring fish assemblages in small coastal streams. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*. 2017, 418, p.57.
- [13]MacArthur, Robert H. et al. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, 1967.
- [14]Herrmann, Nicholas C. et al. The evolution of “ecological release” into the 21st century. *Trends in Ecology & Evolution*. 2021, 36, p.206-215.
- [15]Kano, Yuichi et al. Distribution of the oriental weatherloach, *Misgurnus anguillicaudatus*, in paddy fields and its implications for conservation in Sado Island, Japan. *Ichthyological Research*. 2010, 57, p.180-188.
- [16]Kano, Yuichi et al. Population genetic structure, diversity and stocking effect of the oriental weatherloach (*Misgurnus anguillicaudatus*) in an isolated island. *Environmental Biology of Fishes*. 2011, 90, p.211-222.
- [17]Miya, Masaki et al. MiFish, a set of universal PCR primers for metabarcoding environmental DNA from fishes: detection of more than 230 subtropical marine species. *Royal Society Open Science*. 2015, 2, p.150088.
- [18]宮正樹. 環境DNAメタバーコーディング:魚類群集研究の革新的手法. *化学と生物*. 2019, 57, p.242-250.
- [19]Nakagawa, Hikaru et al. Comparing local- and regional-scale estimations of the diversity of stream fish using eDNA metabarcoding and conventional observation methods. *Freshwater Biology*. 2018, 63, p.569-580.

Abstract

Based on a review of previous reports and literature records, I examine changes in the freshwater fish fauna of Sado Island. With the addition of two primary and one peripheral freshwater species after the last faunal report in 2012, the number of species in the freshwater fish list of the island has been increased to 46. The fauna is predominantly characterized by a high richness of diadromous species, particularly amphidromous gobiids, and this has remained essentially unchanged over the last 60 years. However, the proportion of primary freshwater species has been increased from one fourth to one third due to anthropogenic introductions, raising concerns about the impact of the introduced species on the aquatic ecosystem. I give a brief discussion on preventive measures to be taken against species introductions, as well as environmental DNA-based monitoring of fish assemblages to be implemented for early detection of invasions.

(受付日: 2021年3月24日, 受理日: 2021年4月30日)

小関 右介 (こせき ゆうすけ)

現職: 大妻女子大学家政学部ライフデザイン学科准教授

北海道大学農学研究科環境資源学専攻博士課程修了

専門は水圏生態学および生物資源保全学。現在は、淡水魚類の個体群・群集動態や淡水生態系の保全に関する研究をおこなっている。

主な著書: サケ・マス生態と進化 (共著, 文一総合出版), 淡水生態学のフロンティア (共著, 共立出版), *Social-Ecological Restoration in Paddy-Dominated Landscapes* (Coauthored, Springer)