

## シリーズ・Series 日本の希少魚類の現状と課題

魚類学雑誌 59(2):163-167  
2012年11月5日発行

在来溪流魚（イワナ類、サクラマス類）：  
利用、増殖、保全の現状と課題

Present status and future conservation  
of fluvial charr (*Salvelinus* spp.)  
and salmon (*Oncorhynchus* spp.) populations  
in Japanese mountain streams

河川の上流域はよく溪流と呼ばれる。一般に溪流の標高は高く、水温が低く、河床は角張った大小の石によって構成されている。そこに生息するおもにサケ科魚類は溪流魚と呼ばれる。我が国には在来の溪流魚として、イワナ類 (*Salvelinus*, 2種, 計6亜種) とサクラマス類 (*Oncorhynchus masou*, 3亜種) が分布し、北海道にオシヨロコマ *Salvelinus malma malma*, ミヤベイワナ *S. m. miyabei*, アメマス *S. leucomaenis leucomaenis*, サクラマス *Oncorhynchus masou masou*, サクラマスの河川型であるヤマメ (図 1a) が、また本州以西にアメマス, ニッコウイワナ *S. l. pluvius* (図 1b), ヤマトイワナ *S. l. japonicus*, ゴギ *S. l. imbricus*, サクラマス, ヤマメ, サツキマス *O. m. ishikawae* およびその河川型であるアマゴが生息する。琵琶湖の流入河川にはビワマス *O. masou* subsp. が生息する (Kawanabe, 1989)。これらの北方系の魚種は、基本的に降海型の生活史を送るが、特に分布域の南部では山地溪流部に陸封され、溪流魚として存在す



図 1. ニッコウイワナ *Salvelinus leucomaenis pluvius* (a) とヤマメ *Oncorhynchus masou masou* (b).

ることが多い。ビワマスは降湖し、イワナ類およびサクラマス, サツキマスの中にも降湖して湖沼型の生活史を送る個体群が存在する。寿命はイワナ類では3-6年, サクラマス類では2-3年である。イワナ類, サクラマス類ともに動物食であり, 水生昆虫や陸生昆虫, 両生類, 魚類などを食べる。産卵期は秋である。

在来溪流魚には, 進化遺産, 生態的機能, 社会経済益などとしての価値を認めることができる (Fausch et al., 2009)。これまで日本ではおもに水産利用の観点から, その経済的価値に重きが置かれてきた。本稿でも, まず水産的な価値に着目しながら, さらにより広い視野で, 我が国の在来溪流魚の利用, 増殖, 保全について, 現状と課題を検討する。

### 溪流魚の水産的価値

溪流魚は古くから山間部におけるタンパク源として利用されてきた。冷蔵冷凍技術が発達で輸送手段も限定されていた時代には, 山間部において生鮮状態で入手できる水産物は溪流魚が主体であったものと考えられる (小山ほか, 1981)。溪流魚の漁獲は, 自家消費の他に現金収入を得る目的でも行われており, かつては専門の漁業者が存在した (橘, 2006)。しかし, 食料事情の変化にともなってタンパク源としての溪流魚への依存度が低下したほか, イワナ類やサクラマス類における養殖魚の流通によって専門としての漁業は衰退し, 現在では兼業としての漁業や趣味としての遊漁が行われている。例えば, 近年 (2010年) の岐阜県では, イワナ類の漁獲量 17.0 t とヤマメ・アマゴの漁獲量 89.2 t のうち, それぞれ 81.5%, 79.8% が自家消費であり, 市場などでの流通量はいずれも全体の2割程度である (岐阜県農政部水産課, 2011)。このことから, 現在の溪流魚の漁獲目的として割合が大きいのは遊漁であると推測される。

近年, 遊漁者の志向に対応した漁場運営 (キャッチ・アンド・リリース区間や毛鉤釣り専用区の設定など) や誘客企画 (宿泊施設と連携した釣教室の開催など) が各地の溪流で実施されるようになった (中村・飯田, 2009)。この他, 人工産卵場 (中村, 1999) の造成体験や産卵行動の観察など, 漁獲以外の手段による溪流魚の利用も行われ始めている。このように, 溪流魚には従来の水産資源という側面の他に, 観光資源や自然教育の題材という側面が付与されるようになり, 利用方法の多様化が進んでいる。

### 種苗放流の現状

溪流魚の増殖方法には、種苗放流、採捕の制限（禁漁期の設定、禁漁区の設定、体長制限、尾数制限、漁具漁法の制限・禁止、人数制限）、生息環境の保全・改善などがある（中村・飯田, 2009）。内水面の漁業協同組合（以下、漁協と記す）には、漁業法の規定により「増殖の義務」が課せられており、そのおもな履行方法は種苗放流である。そのため、増殖方法の中で全国的に最も実施件数が多いのは種苗放流である。

我が国における溪流魚の最初の種苗放流対象種は国外外来種のニジマス *Oncorhynchus mykiss* であった。しかし、本種の種苗放流については、放流後の残存率が低いために増殖効果が低いことが明らかになった（谷崎, 1961；立川・本荘, 1976）。そのため、都道府県の内水面水産試験場などを構成員とする「全国湖沼河川養殖研究会」は、1966年に「在来マス増殖分科会」を発足させ、在来溪流魚の種苗放流による増殖研究の取り組みを始め、1970年から河川放流実験を本格的に実施した（立川・本荘, 1976）。この時代の研究結果の精度はそれほど高くないが、ニジマスよりも放流効果が高いとの判断から、今日までイワナ類やヤマメ・アマゴといった在来溪流魚の放流が続けられている。

最近（2008年度）の全国におけるイワナ類、ヤマメ・アマゴの放流種苗数の合計は32,091千尾（農林水産省, 2010）である。この数値は2010年度の全国のヒラメ *Paralichthys olivaceus* とマダイ *Pagrus major* の放流尾数の合計である34,182千尾（水産庁ほか, 2012）に匹敵しており、溪流魚がおもに山間部の河川に放流されていることを考えれば驚異的に大きい数字である。

放流方法としては、当歳魚を使用した「稚魚放流」が数量的に多く行われているが、すぐに釣りに供せるように大型の魚を放流する「成魚放流」も盛んである。これらの他に発眼期の卵を放流する「発眼卵放流」も行われ、最近では産卵期に産卵用の魚を放流する「親魚放流」という方法も提唱されている（徳原ほか, 2010）。

放流種苗の多くは、養殖場で継代飼育されてきた魚である。それらは自然河川に生息している魚とは生態や遺伝子組成に違いがあり、養殖魚を河川に放流することは保全上問題がある（永田・山本, 2004）。しかし、前述のように、年間30,000千尾以上の養殖魚の放流によって遊漁や漁業が維持されている現状や養殖業への影響を考えると、種苗放流をすぐに中止することは難しい。

このように溪流魚の種苗放流は、生物保全と水産業との相克、つまり「野生生物である溪流魚」と「水産資源である溪流魚」という観点の対立を抱えている。

### 在来個体群の現状と保全上の問題点

分子遺伝学的解析手法の発展により、本州各地で溪流魚の在来個体群（放流された同種他系統と交雑しておらず、地域や河川固有の遺伝子を持つ集団）の存在が確認されるようになった（Kawamura et al., 2007；Kubota et

al., 2007；Kikko et al., 2008a, b；Sato et al., 2010）。在来個体群の多くは、種苗放流が行われたことがなく、なおかつ放流された種苗の侵入を防ぐ滝や堰堤・ダムなどの上流域に存在している。さらに、これら移動障壁が在来個体群の生息域内にある場合、移動障壁は生息域の分断化と個体群の小集団化をもたらしている（中村, 2001；佐藤・渡辺, 2004）。生息域の分断化と個体群の小集団化は、在来個体群の絶滅確率を高める。また、個体群が存続している場合でも、メタ個体群構造（例えば支流間の遺伝子流動など）の喪失や有効集団サイズの減少によって個体群に遺伝的な負の影響が及ぶことが知られている（Wofford et al., 2005）。このように、現状のままでは多くの在来個体群で負の影響が顕在化することが予想される。実際に、遺伝的多様性がすでに低い個体群が多く（Kawamura et al., 2007；Kubota et al., 2007；Sato et al., 2010）、将来的にはさらに低下することがシミュレーションにより予測されている（Sato and Harada, 2008）。世界最南限（紀伊半島）のイワナ個体群であるキリクチ（ヤマトイワナの地域個体群）では、既に近交弱勢の影響とみられる生存率の低い奇形個体の出現が報告されている（Sato, 2006）。他の在来個体群においても近交弱勢の顕在化が危惧されており（Morita and Yamamoto, 2000）、その対策が必要とされている（Sato and Harada, 2008；中村, 2010）。現在著者らも参加している水産庁の「溪流資源増大技術開発事業」（増殖推進部栽培養殖課所管, 2008–2012年度）において、独立行政法人水産総合研究センター、大学、都道府県の水産試験場などの合同チームが、在来個体群の絶滅リスクを低減させるための資源管理・漁場管理手法の開発に取り組んでいる。

溪流魚の在来個体群では、同一水系内でも河川や支流の個体群間で遺伝的な差異が認められている（Kawamura et al., 2007；Kubota et al., 2007；Kikko et al., 2008a, b；山本ほか, 2008；樋口ほか, 2011）。在来個体群の保全と資源管理のために適切な管理単位を設定することの必要性が以前から指摘されているが（例えば、上田, 2001）、同一あるいは別の管理単位とみなし得る地理的レベルや遺伝的差異などの具体的な基準は未だ示されていない。管理単位の決定には、できるだけ詳細な遺伝的集団構造の情報が有効かつ必要となる（Frankham et al., 2002）。前述の「溪流資源増大技術開発事業」では、イワナ類、サクラマス類それぞれについて、全国レベルの膨大なDNAデータベースが構築されつつあり、この事業の成果として種あるいは亜種ごとに管理単位が示されることが期待される。

溪流魚の在来個体群を“地域の財産”と考え、在来個体群が生息する支流を禁漁にするなどの保全措置をとる漁協が増えつつある。また、野生生物としての在来個体群を最大限保全することは、生物多様性条約にも批准する日本において責務であるといえる。しかし、溪流魚の多くの在来個体群では現在も通常の採捕が行われている。日本では、溪流魚に限らず在来個体群を保全する理

由や目的についてのコンセンサスがまだそれほど広く得られておらず、そのことが保全を進める上で大きな障壁となっている。イワナ類およびサクラマス類について、日本の溪流環境における局所適応や異系交配弱勢、近交弱勢の影響に関する経験的、実証的データを揃え、それに基づいて現実的かつ効果的な在来個体群の保全方法を提示することが必要であると考えられる。

**ゾーニング管理**

“地域の財産”あるいは進化遺産としての溪流魚の在来個体群を残そうという機運が高まりつつある。また、「自然繁殖で生まれた魚を釣りたい」、「放流魚でよいのでたくさん釣りたい」、「キャッチ・アンド・リリース区間で釣りをしたい」など、溪流魚の遊漁者のニーズは多様化している(中村, 2007; 中村・飯田, 2009)。このような複数のニーズを充足させるために提案されたのが「ゾーニング管理」(中村, 2007)である(図2)。ゾーニング管理とは、「自然条件と社会条件に応じて生息域をいくつかの区域(ゾーン)に分け、保全や増殖、利用を図ること」である。つまり川全体を同じように管理するのではなく、例えば「ここは禁漁区にしたり、通常より若干厳しい漁獲制限を設けて在来個体群を守る場所」、「ここは人工産卵場を造成して自然繁殖を促進させる場所」、「ここは放流によって魚を増やす場所」、「ここ

はキャッチ・アンド・リリース区間にして、たくさんの遊漁者に来てもらう場所」というように、場所を分けて、魚を守ったり、増やしたり、釣れるように管理することである。ゾーニング管理では、「遊漁管理」と「放流(無放流を含む)」を、河川環境や在来個体群の生息状況、地元住民や漁協の価値観、遊漁者の要望などによって組み合わせて行う。

ゾーニング管理は全国の先進的な漁協で始められつつある。ゾーニング管理の導入に際しては、「在来個体群保全の目的や方法に関する情報の普及」と「調査に基づく具体的なゾーニング案」が必要であると指摘されている(木本, 2008)。在来個体群の保全に関する集団遺伝学的知見や生息環境条件などの情報は近年日本各地から報告され(中村, 2001; Yamamoto et al., 2004; Kubota et al., 2007; Kikko et al., 2008a, b; Sato et al., 2010; 樋口ほか, 2011)、遺伝子解析により在来であると判定された個体群の生息域が禁漁区に設定されるなど、それらの情報はゾーニング管理の導入に利用されている。今後は、できるだけ多くの地域において、漁協や遊漁者そして地元住民が、在来個体群の生息状況だけでなく、釣り方に対するニーズや河川の特長などを考慮して具体的な案を検討し、ゾーニング管理を図っていくのがよいと考えられる。

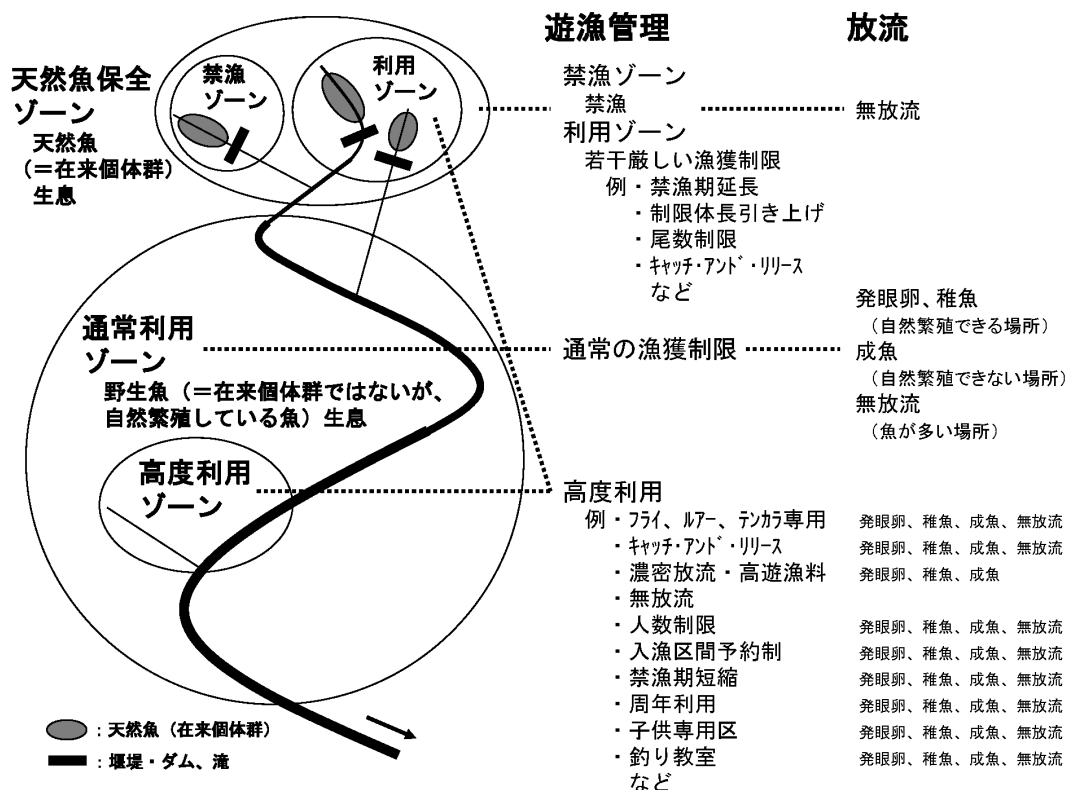


図2. ゾーニング管理の模式図.

### 在来個体群保全の最近の研究と実践の事例

溪流魚の保全や持続的利用のためには、生息環境の保全と遊漁対象種としての資源管理が欠かせない。山梨県の富士川水系のある支流において、複数の治山堰堤によって隔離されたヤマトイワナおよびアマゴの在来個体群を対象に、個体群存続可能性分析（PVA）が行われた（Tsuboi et al., 印刷中）。その結果、100年後の絶滅確率はヤマトイワナで48.1%、アマゴで78.1%と推定された。しかし、生息域内で移動障壁となっている治山堰堤1基をスリット化（図3）すること、および、1歳以上魚の生残率を4%増加させることで、絶滅確率はイワナで3.4%、アマゴで2.8%に大きく減少させることができると予測された。生息域の分断化と遊漁による強い漁獲圧は日本の溪流魚に共通する問題である。河川内の移動性を高め、保全単位となる個体群のサイズをできるだけ大きく維持すること、およびキャッチ・アンド・リリースなどの遊漁ルールを導入して親魚数を増加させることが効果的な保全のシナリオであろう。また、研究者がこれらの研究成果を河川管理者や漁協、遊漁者に伝えることも大切である（大浜・坪井, 2009; 坪井, 2012）。

溪流魚の在来個体群の保全を図る場合、都道府県や漁協はその生息域を公表するか否かの判断を迫られる。公表するのであれば、在来個体群に過度の漁獲圧がかからないよう、禁漁やキャッチ・アンド・リリースといった遊漁ルールの制定とその遵守のための監視が必要となる。一方、公表しない場合、遊漁者などが誤って養殖魚を放流するというリスクがつきまとう。実際に、前述の富士川水系の支流では遊漁者によって養殖魚の放流が行われた。幸いにも、このケースでは放流された養殖魚を山梨県水産技術センターが早期に除去したため在来個体群との交雑を防ぐことができたが、魚を増やしたいという遊漁者による“善意”の放流が全国的な在来個体群の消失に拍車をかけてきたことは事実であろう。

山梨県では、これまで多くの溪流において遊漁者による放流により在来個体群が消失した（遠藤ほか, 2006）。そして、前述の遊漁者による放流をきっかけに、都道府県の行政委員会のひとつである「内水面漁場管理委員会」が発出する指示として、遊漁者や魚愛好家による溪流魚（イワナ類、ヤマメ・アマゴ）の放流の承認制度が全国で初めて導入された（山梨県内水面漁場管理委員会, 2011）。これは、遊漁者などが溪流魚の放流を実施する場合、事前に内水面漁場管理委員会に放流する魚種名と場所を申請し、漁場管理委員会が放流の可否を判断するというものである。判断材料は、山梨県水産技術センターが収集した溪流魚の在来個体群の生息分布および堰堤やダム、滝などの魚の遡上障害物の位置の情報である。ただし、この制度があっても無申請の放流が行われてしまう可能性は否定できない。しかし、在来個体群を守るために、内水面漁場管理委員会の承認なしに勝手な放流はできないというメッセージを都道府県が発信することに、まずは大きな意味があると考えられる。



図3. 砂防堰堤のスリット化（山梨県富士川水系）。

### おわりに

溪流魚の在来個体群は、サケ科魚類の進化のプロセスを解明する上で重要であり、日本列島やその周辺域の地史や生物多様性の成り立ちを考察する上でもかけがえのない材料となる。これらは Fausch et al. (2009) のいう進化遺産的な価値にあたる。また、溪流魚は捕食者として水域・河畔生態系における重要な役割を担っており、生態的機能としての価値を有する。さらに、溪流魚は河川上流域に生息するため、良好な自然環境や良質な水源地の指標として国民の関心の高い生物である。溪流魚を題材とする自然教育はまだ発展途上の段階にあるが、溪流魚は水産のみならず、教育や観光上の（潜在的な）社会経済益的な価値を持つ。このような在来溪流魚の多様な価値を我々が将来にわたって持続的に享受できるようにする必要がある。

現在、これらの価値を脅かすおもな要因は、生息環境の破壊、種苗放流による交雑、遊漁による過度の漁獲であろう。生息環境の保全は、まさに“言うは易く、行うは難し”であるが、国土交通省などの河川管理者や林野庁などの森林管理者への働きかけを続けていくことによって実現されることが期待される。種苗放流については、「在来個体群の生息域や放流された魚がそこに到達できそうな場所では実施しない」、「放流以外の増殖手法である禁漁や産卵場造成を行う」などの対応方法がある。遊漁による漁獲圧の軽減については、「尾数制限を設ける」、「全長制限のサイズを引き上げる」、「禁漁期を長くする」などの方法がある。これらの方法を川の環境や地元住民・漁協・遊漁者の価値観と整合性を図りながら実施することによって、在来溪流魚の利用や増殖、保全という目標を達成することができると考えられる。

### 引用文献

- 遠藤辰典・坪井潤一・岩田智也. 2006. 河川工作物がイワナとアマゴの個体群存続に及ぼす影響. 保全生態学研究, 11: 4-12.
- Fausch K. D., B. E. Rieman, J. B. Dunham, M. K. Young and D. P. Peterson. 2009. Invasion versus isolation: trade-offs in managing native

- salmonids with barriers to upstream movement. *Conserv. Biol.*, 23: 859–870.
- Frankham R., J. D. Ballou and D. A. Briscoe. 2002. Introduction to conservation genetics. Cambridge University Press, Cambridge. 617 pp.
- 岐阜県農政水産課. 2011. 岐阜県の水産業 平成 23 年 10 月. 岐阜. 56 pp.
- 樋口正仁・兵藤則行・佐藤雅彦・野上泰宏・河野成実. 2011. ミトコンドリア DNA 分析による信越地方産イワナの遺伝的集団構造. *日本水産学会誌*, 77: 1098–1100.
- 上田真久. 2001. 米国における淡水サケ科魚類の遺伝学的保全管理. *水産育種*, 31: 1–4.
- Kawamura K., M. Kubota, M. Furukawa and Y. Harada. 2007. The genetic structure of endangered indigenous populations of the amago salmon, *Oncorhynchus masou ishikawae*, in Japan. *Conserv. Genet.*, 8: 1163–1176.
- Kawanabe, H. 1989. Japanese char(r(r))s and masu-salmon problems: a review. *Physiol. Ecol. Japan, Spec. vol.*, 1: 13–24.
- Kikko, T., Y. Kai, M. Kuwahara and K. Nakayama. 2008a. Genetic diversity and population structure of white-spotted charr (*Salvelinus leucomaenis*) in the Lake Biwa water system inferred from AFLP analysis. *Ichthyol. Res.*, 55: 141–147.
- Kikko, T., M. Kuwahara, K. Iguchi, S. Kurumi, S. Yamamoto, Y. Kai and K. Nakayama. 2008b. Mitochondrial DNA population structure of white-spotted charr (*Salvelinus leucomaenis*) in the Lake Biwa water system. *Zool. Sci.*, 25: 146–153.
- 木本圭輔. 2008. 天然再生産力が低く種苗放流が不可欠な渓流域におけるゾーニング導入に際しての課題把握. 独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所 (編), pp. 69–89. 渓流域管理体制構築事業報告書. 水産庁, 東京.
- 小山修三・松山利夫・秋道智彌・藤野淑子・杉田繁治. 1981. 『妻太後風土記』による食糧資源の計量的研究. 国立民族学博物館研究報告, 6: 363–596.
- Kubota, H., T. Doi, S. Yamamoto and S. Watanabe. 2007. Genetic identification of native populations of fluvial white-spotted charr *Salvelinus leucomaenis* in the upper Tone River drainage. *Fish. Sci.*, 73: 270–284.
- Morita K. and S. Yamamoto. 2000. Occurrence of a deformed white-spotted charr, *Salvelinus leucomaenis* (Pallas), population on the edge of its distribution. *Fish. Manag. Ecol.*, 7: 551–553.
- 永田光博・山本俊昭. 2004. 第 6 章 サケ属魚類における「人工孵化」の展望. 前川光司 (編), pp. 213–241. サケ・マスの生態と進化. 文一総合出版, 東京.
- 中村智幸. 1999. 人工産卵場におけるイワナの産卵と産着卵のふ化. *日本水産学会誌*, 65: 434–440.
- 中村智幸. 2001. 聞き取り調査によるイワナ在来個体群の生息分布推定. *砂防学会誌*, 53: 3–9.
- 中村智幸. 2007. イワナをもっと増やしたい! フライの雑誌社, 東京. 199 pp.
- 中村智幸・飯田 遥. 2009. 守る・増やす溪流魚. 農山漁村文化協会, 東京. 134 pp.
- 中村智幸. 2010. 第 10 章 溪流魚のための河川管理—繁殖促進と在来個体群保全—. 谷田一三・村上哲生 (編), pp. 207–225. ダム湖・ダム河川の生態系と管理. 名古屋大学出版会, 名古屋.
- 農林水産省. 2010. 2008 年漁業センサス. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/fc/2008/index.html>. (参照 2012-04-26).
- 大浜秀規・坪井潤一. 2009. 透過型堰堤における魚道としての機能. *応用生態工学*, 12: 49–56.
- 佐藤拓哉・渡辺勝敏. 2004. 世界最南限のイワナ個体群“キリクチ”の産卵場所特性および釣獲圧が個体群に与える影響. *魚類学雑誌*, 51: 51–59.
- Sato, T. 2006. Occurrence of deformed fish and their fitness related traits in Kirikuchi charr *Salvelinus leucomaenis japonicus*, the southernmost population of the genus *Salvelinus*. *Zool. Sci.*, 23: 593–599.
- Sato, T. and Y. Harada. 2008. Loss of genetic variation and effective population size of Kirikuchi charr: implications for the management of small, isolated salmonid populations. *Anim. Conserv.*, 11: 153–159.
- Sato, T., T. Demise, H. Kubota, M. Nagoshi and K. Watanabe. 2010. Hybridization, isolation and low genetic diversity of Kirikuchi charr, the southernmost populations of the genus *Salvelinus*. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 139: 1758–1774.
- 水産庁・独立行政法人水産総合研究センター・社団法人全国豊かな海づくり推進協会. 2012. 平成 22 年度栽培漁業種苗生産, 入手・放流実績 (全国). 101 pp.
- 橘 礼吉. 2006. 手取川源流域におけるマス・イワナ漁について—奥山人の溪流資源の利用例—その 2. 石川県白山自然保護センター研究報告, 33: 47–55.
- 立川 互・本荘鉄夫. 1976. 河川放流. 全国湖沼河川養殖研究会養鱒部会 (編), pp. 123–136. 養鱒の研究. 緑書房, 東京.
- 谷崎正生. 1961. にじますの放流事業. 長野県水産指導所 (編), pp. 1–26. にじます. 長野県水産指導所, 明科.
- 徳原哲也・岸 大弼・原 徹・熊崎 博. 2010. 河川放流した養殖アマゴ成熟親魚の産卵床立地条件と卵の発眼率. *日本水産学会誌*, 76: 370–374.
- 坪井潤一. 2012. 桂川の生き物シリーズ② ニッコウイワナ. あじえんだ 113, 28: 11.
- Tsuboi, J., T. Iwata, K. Morita, S. Endou, H. Oohama and K. Kaji. In press. Strategies for the conservation of isolated populations: lessons from Japanese stream salmonids. *Freshw. Biol.*, 58.
- Yamamoto, S., K. Morita, S. Kitano, K. Watanabe, I. Koizumi and K. Maekawa. 2004. Phylogeography of white-spotted charr (*Salvelinus leucomaenis*) inferred from mitochondrial DNA sequences. *Zool. Sci.*, 21: 229–240.
- 山梨県内水面漁場管理委員会. 2011. イワナ, ヤマメ, アマゴの放流を考えている方へ. <http://www.pref.yamanashi.jp/shinchaku/naisuimen/2310/naisuimen29.html>. (参照 2012-04-07).
- 山本祥一郎・中村智幸・久保田仁志・土居隆秀・北野 聡・長谷川 功. 2008. ミトコンドリア DNA 分析に基づく関東地方産イワナの遺伝的集団構造. *日本水産学会誌*, 74: 861–863.
- Wofford J. E. B., R. E. Gresswell and M. A. Banks. 2005. Influence of barriers to movement on within-watershed genetic variation of coastal cutthroat trout. *Ecol. Appl.*, 15: 628–637.

(中村智幸 Tomoyuki Nakamura: 〒321-1661 栃木県日光市中宮祠 2482-3 独立行政法人水産総合研究センター増養殖研究所内水面研究部 e-mail: ntomo@fra.affrc.go.jp; 岸 大弼・徳原哲也 Daisuke Kishi, Tetsuya Tokuhara: 〒509-2592 岐阜県下呂市萩原町羽根 2605-1 岐阜県河川環境研究所下呂支所 e-mail: kishi-daisuke@pref.gifu.lg.jp, tokuhara-tetsuya@pref.gifu.lg.jp; 久保田仁志 Hitoshi Kubota: 〒324-0404 栃木県大田原市佐良土 2599 栃木県水産試験場 e-mail: kubotah01@pref.tochigi.lg.jp; 亀甲武志 Takeshi Kikko: 〒522-0057 滋賀県彦根市八坂町 2138-3 滋賀県水産試験場 e-mail: kikkou-takeshi@pref.shiga.lg.jp; 坪井潤一 Jun-ichi Tsuboi: 〒400-0121 山梨県甲斐市牛匂 497 山梨県水産技術センター e-mail: tsuboi-ahxx@pref.yamanashi.lg.jp)