

北海道のサケ・マス増殖河川におけるニジマスおよびブラウントラウトの生息状況

斎藤寿彦・鈴木俊哉

062-0922北海道札幌市豊平区中の島2-2 独立行政法人さけ・ます資源管理センター調査研究課

キーワード：ニジマス，ブラウントラウト，サケ・マス増殖河川，分布

はじめに

地球上のあらゆる生物は、他の生物と何かしらの関わりを持ちながら生きている。例えば、それは食う-食われる関係の場合もあれば、同じような餌や生息場所をめぐる競争関係の場合もある。そのような生物同士の関係を「生物間相互作用」と呼ぶ。生物間相互作用は、生物の形態や行動といった様々な形質の淘汰圧となり、適応進化を介して生物の多様性の創出に大きな役割を担ってきた。生物間相互作用による適応進化では、一方の種の適応がもう一方の種にとって新しい関係を生み出すために、そのことが新たな淘汰圧となり更なる適応を誘引する。このように生物間相互作用による適応進化は、いわば「いたちごっこ」であり、決して完了することがない。さらに地球上には時空間的に実に多様な環境が存在するために、生息環境に対する適応も進化の重要な推進力になってきた。つまり、地球上の多様な環境のなかで様々な種が関わり合う生物間相互作用が発達してきたからこそ、現在のような多様な生物相が地球上に形成され、そして維持されていると考えられている（鷲谷・矢原 1996）。

現在、地球規模で多くの生物が絶滅の危機に瀕し、生物間相互作用のネットワークが急激に変化している。その原因の大半は、生息地の破壊や環境改変に代表される人間活動によるものである。そして、もうひとつの忘れてならない重大な原因が、外来種の侵入と定着である（日本生態学会2002）人間や物資の移動が地球規模で頻繁に行なわれるようになった現在、本来（すなわち生物自身の移動・分散能力）であれば決して出会うことのなかった生物同士が、人間の意図的あるいは非意図的な振る舞いによって、本来の生息地を超えて接触する機会が多くなってきた。外来種は、生物間相互作用や病気の伝播を通じて、侵入先の在来種の存続を脅かす危険性がある。例えば、餌となる種が一方向的に犠牲を強いられる印象のある食う-食われる関係であるが、それが在来種同士の関係であるならば餌となる種の絶滅を危惧する必要はない。なぜならば、食われる側も被食を回避するために何らかの防御策を進化させていたり、あるいは食べ尽くされるのを抑制するメカニズムが存在したりするためである。もしそうでなければ、とうの昔に餌となる種は絶滅していたに違いない。しかし、外来種と

の関係においては、そのような絶滅を防ぐ手段が進化の過程で確立されていないために、在来種が壊滅的なレベルまで痛手を被る危険がある。種の絶滅は、その種自身を失うことのみならず、生物間相互作用ネットワークの欠如をもたらす、ひいては生物群集全体の不安定化をひきおこす。さらに、絶えず変化し続ける生物間相互作用が進化の原動力であることを思い起こせば、種の絶滅は、生物の多様性を形成・維持してきたメカニズムそのものを喪失することに他ならない(鷲谷・矢原 1996)。

近年、北海道の河川や湖沼では、外来サケ科魚類であるニジマス *Oncorhynchus mykiss* やブラントラウト *Salmo trutta* の分布が拡大している。鷹見・青山(1999)は、1996年までにニジマスが道内72水系、ブラントラウトが18水系でそれぞれ確認されたとし、これらの種の生息する水系が遊漁の盛んになった1970年代以降に急速に増加したことを指摘している。ニジマスやブラントラウトの分布域が拡大するのに伴い、北海道では、これら外来種が在来種に与える悪影響を懸念する声が高まってきた。その懸念とは、外来種による在来種の捕食(眞山 1999; 青山ら 2002a; Taniguchi et al. 2002)、餌や生息場所をめぐる外来種と在来種の競合(北野ら 1993; 三沢ら 2001; Morita et al. 2004; Hasegawa et al. 2004)、外来種による在来種の産卵床の掘り起こし(北野ら 1993; 青山ら 1999; Taniguchi et al. 2000)、外来種と在来種の交雑(齋藤 2000)、降海型になった外来種による分布域の拡大(Aoyama et al. 1999; Arai et al. 2002)など多岐におよぶ。さらに、北海道中央部の千歳川支流の紋別川や知床半島の居麻布川では、ブラントラウトやニジマスが在来サケ科魚類であるアメマス *Salvelinus leucomaenis* やオショロコマ *S. malma* と置き換わってしまった事例が報告されている(鷹見ら 2002; 森田ら 2003)。

北海道には1,488の水系が存在し(北海道土木協会 1995)、うち2003年時点で153水系がサケ・マス増殖河川としてサケ *O. keta*、カラフトマス *O. gorbuscha*、サクラマス *O. masou* およびベニザケ *O. nerka* の資源造成に利用されている(独立行政法人さけ・ます資源管理センター 2003)。これらの河川のうち、代表的な河川を対象に溯上親魚の捕獲を行なって種卵を確保し(サクラマスについては、池産系由来の種卵を一部利用)、それをふ化場で稚魚あるいはスモルトの段階まで育成したのちに増殖河川に放流するのが増殖事業の概要である。河川に放流された稚魚あるいはスモルトは、一般に短期間ではあるものの河川を生活の場として利用するために、被食による放流種苗の減耗を懸念する声がある。とりわけ、ブラントラウトは魚食性が強いために(帰山 2002a)、分布の拡大とともに本種による食害が危惧されている(眞山 1999; 青山ら 2002a)。しかし、ブラントラウトをはじめとする他の魚類によるサケ・マス放流種苗の減耗を定量的に把握した研究は極めて少ないのみならず、潜在的に在来生物群集に悪影響を及ぼす恐れのあるニジマスやブラントラウトの、サケ・マス増殖河川における生息状況すら十分に把握されていないのが実情である。

そこで、著者らは北海道のサケ・マス増殖河川におけるニジマスおよびブラントラウトの生息状況を調査したので、その結果をここに報告する。また、これら2種の調査と同時に、

在来サケ科魚類であるアメマス、サクラマス、オシロコマおよびイトウ *Hucho perryi* の生息状況についてもあわせて情報収集を行なったので、外来サケ科魚類2種と在来サケ科魚類4種の生息水系の地理的な分布について若干の考察を行なう。なお本報告に記載する内容は、独立行政法人水産総合研究センターからの委託事業である「移入種管理方策検討委託事業」の一環として、2003～2004年度に行なわれた業務で得られた結果である。

方法

はじめに、ニジマスおよびブラウントラウトについて、原産地や北海道に侵入した経緯等、その概要を記す。

ニジマス

原産地はカムチャツカ半島から北米大陸のアラスカ、カリフォルニア南部にかけての太平洋沿岸である(井田・奥山 2002)。遊漁や養殖目的で、世界で最も盛んに移植された魚種として知られている。日本に初めて移植されたのは1877年のことで、米国カリフォルニア州のマクロウド川から10,000粒が移植されたという(著者不詳 1950)。北海道では、1917年に現さけ・ます資源管理センター千歳支所において、日光中禅寺湖畔のふ化場より分譲された発眼卵27,000粒をふ化させたのが最初である(著者不詳 1950)。ふ化場外に放流されたのは摩周湖が最初であり、1926年以降3回にわたり中禅寺湖からニジマス卵合計36,121粒が、さらに1929年には米国よりスチールヘッド(ニジマスの降海型)がそれぞれ移植された(三原1950)。その後、摩周湖は道内におけるニジマス種苗の最大の生産地となり、摩周湖をはじめ、現さけ・ます資源管理センターの北見、十勝、千歳、渡島などの各支所で生産された種苗が、民間に分譲されたり河川に放流されたりした(規矩 1950; 柴田・佐野 1952)。民間へのニジマス種卵種苗供給は、民間における生産体制基盤の固まりと、当時種卵種苗供給の主体を担っていた北海道立水産孵化場の事業見直し等により、1970年をもって終了した(北海道立水産孵化場 1972)。その後、公的機関によるニジマスの放流は、未利用水域の有効活用を目的とした人造湖等への放流に限定されるようになった。

ブラウントラウト

原産地はヨーロッパから西アジアが中心であり、南限は北アフリカのアトラス山脈、東端はウラル山脈、カスピ海、アラル海(ただし、アラル海およびその流入河川に生息する本種は絶滅したらしい)付近に及ぶ(Baglianière 1991; Elliott 1994)。日本には1892～3年に北米から卵が運び込まれたのが最初であるという(MacCrimmon et al. 1970)。北海道では1980年に新冠人造湖において本種が初めて確認されたが、これは1978年に同湖と静内川に私的放流された種苗に由来する(米川 1981)。ニジマスは公的機関によって河川や人造湖に放流されてきた歴史的な経緯があるのに対して、ブラウントラウトについては公的な放流記録がなく、本種はもっぱら私的な放流によって道内に広まったと考えられている(鷹見・青山 1999; 帰山 2002a)。

1. ニジマスについて

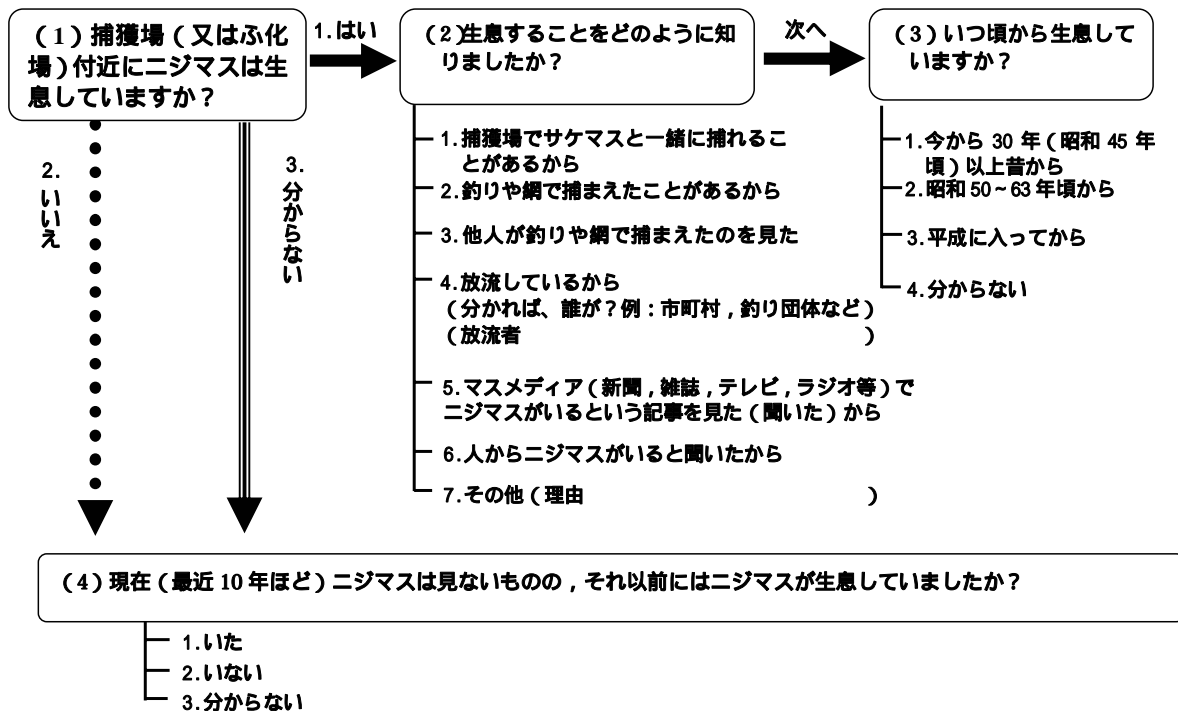


図1. 使用したアンケート用紙. ニジマスとブラウントラウトでは質問内容がほぼ同じであるために、ここではニジマスの事例のみを示す. ただし、ニジマスとブラウントラウトでは北海道に移植された時期が大きく異なるため、生息する時期を問う質問(質問(3))に関しては両種で選択肢の時期区分が異なる.

生息状況調査

2003年度の北海道のサケ・マス増殖河川153水系におけるニジマスおよびブラウントラウトの生息状況を把握するために、(1) アンケート調査、(2) 文献・報告書調査および(3) 魚類相調査の3種類の調査を併用した.

(1) アンケート調査

2003年度における、道内のサケ・マス捕獲場55カ所およびサケ・マスふ化場136カ所で働く職員を対象にアンケート調査を実施した. アンケート調査は2003年7~12月に実施した. 民間ふ化場およびさけ・ます資源管理センター事業所に関する調査は、さけ・ます資源管理センターの6支所(北見, 根室, 十勝, 天塩, 千歳および渡島)が分担して実施した. 北海道立水産孵化場所属のふ化場については、アンケート用紙を北海道立水産孵化場の本場に郵送し、各ふ化場の回答結果を本場経由で返信してもらった.

図1に使用したアンケート用紙を示す. アンケート調査を実施する上で心掛けた点のひとつは、「生息する」という回答が得られた場合にその情報の信憑性を確認することである. そのために、どのような理由により対象河川にその種(図1の例の場合はニジマス)が生息することを知ったのか、その理由を確認するための質問を設定した. この設問で、6の「人からニジ

マス（ブラウントラウト）がいると聞いたから」が選択された場合、アンケート回答者自身はその河川における対象種の生息状況を確認した訳でなく、また、メディア等の信頼性の高い情報源に基づく生息情報でもないため、その水系における生息情報は第三者からの伝聞情報によるものとして扱った。さらに、いつ頃から生息するようになったのか大凡の時期を質問した。ただし、ニジマスとブラウントラウトでは道内に移植された時期が大きく異なるために、生息が認められるようになった時期を問う選択肢の時期的な区分は兩種で異なる。一方、最初の質問で「生息しない」あるいは「分からない」との回答があった場合には、過去における生息状況を質問した。この設問の意図は、定着に失敗した事例の有無を把握することにある。在来サケ科魚類であるアメマス、サクラマス（ヤマベ）、オショロコマおよびイトウの生息状況は、生息の有無を「いる」「いると思う」「20～30年前にはいたが現在はいないと思う」「いないと思う」「いない」および「分からない」の選択肢から選んでもらうことで把握した。この場合にも、「いる」という回答が得られた場合にはなぜ生息することを知ったのか、図1の設問同様に理由を尋ねた。

これらの情報を基に、各水系における各々の魚種の生息の有無を判定した。ただし、捕獲場と複数のふ化場が存在する水系（例えば、十勝川や釧路川）では、たとえ同一水系であっても異なる回答が得られる場合が考えられる。そのときには、「生息する」>「（伝聞情報に基づく）生息するらしい」>「生息しない」>「分からない」の順で、最も優先順位の高い回答に従って生息の有無を判定した。

（2）文献・報告書調査

今回のサケ・マス増殖河川におけるニジマスおよびブラウントラウトの生息状況に関する調査は、現状把握が主な調査の目的である。そのため、文献・報告書等による情報収集は、1989年以降の資料を中心に行なった。利用した資料は、北海道立水産孵化場事業成績書、同「サケ・マス保護水面管理事業調査実績書」、同研究報告、同「魚と水」、北海道内水面漁業連合会発行の「内水連」、斜里町立知床博物館研究報告、同編集の「しれところライブラリー4 知床の魚類」、釧路市立博物館紀要、美幌博物館研究報告、上士別町ひがし大雪博物館研究報告、利尻研究、北海道大学演習林研究報告、北海道東海大学紀要理工学部系、水産庁発行の「日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料」、環境庁自然保護局編集の「第4回自然環境保全基礎調査 河川調査報告書」、学術雑誌（日本水産学会誌や日本魚類学会誌等）、さけ・ます資源管理センター研究報告、同技術情報（愛称：魚と卵）および新聞記事等である。これらの資料から、サケ・マス増殖河川における外来サケ科魚類2種と在来サケ科魚類4種の生息情報を拾い出した。

（3）魚類相調査

2003年のアンケート調査および文献・報告書調査によって、ニジマスとブラウントラウトの生息状況について情報の得られなかった水系（アンケート調査で生息状況が「不明」と回答のあった水系を含む）を対象に、2004年6～11月に魚類相調査を実施した。調査対象の水系

に100 m 程度の調査区間をいくつか設定し、エレクトリックショッカーによる魚類採集を試みた。さらに、本調査と同じ委託事業関連の調査として実施した2003年9～11月の北海道胆振地方における魚類相調査の結果も一部利用した。

生息水系の道内における地理的配置

ニジマスやブラウントラウトの生息する水系が道内のどの地域に多い(少ない)かを検討することは、両種の定着の成否を決定するメカニズムを解明する上で重要な情報になり得る。また、両種の生息水系情報を在来サケ科魚類の生息水系情報と重ね合わせることにより、双方の生息水系の重複度合いを客観的に把握できる可能性がある。さらに、生息水系の重複度合いが明らかになれば、今後、ニジマスやブラウントラウトの在来サケ科魚類に対する潜在的な影響を検討する意味で有用な情報になることが期待される。そこで、3種類の生息状況調査から153水系におけるニジマス、ブラウントラウト、アメマス、サクラマス、オショロコマおよびイトウの生息状況を判断し、これらの水系の地理的な配置を検討した。

巨視的に見れば、北海道は周囲を海に囲まれた円と見なすことができる。そこで、各水系の河口位置を円の中心から見た方角で示すことにより、水系の地理的な配置を表した。円の中心として、国土地理院が公表している北海道の重心(北緯43度28分11秒, 東経142度49分26秒)を用いた。ニジマスならびにブラウントラウトの生息水系が地理的に偏在するか否かは、各々の種の生息水系と全153水系の方角に沿った累積頻度をKolmogorov-Smirnovの2試料検定で比較することにより検討した。また、在来サケ科魚類4種の生息水系についても同様の分析を行ない、各々の魚種の生息水系について地理的配置の特徴を把握した。なお、Kolmogorov-Smirnovの2試料検定において、比較する2つの試料の標本数 n_1 , n_2 が40よりも小さい場合、標本数をそろえる必要がある(石居1975)。そのため、ある魚種の生息水系数(n_i)が40水系よりも少ない場合には、通常のKolmogorov-Smirnovの2試料検定では不都合の生じることが予想される。そのような場合、次のような手法で統計学的な検討を行なった。まず、全153水系の角度の情報から n_i ($n_i < 40$) に等しい標本を無作為抽出し、153水系の頻度分布と抽出した水系の頻度分布からKolmogorov-Smirnovの2試料検定に必要な最遠距離差(D max)を算出した。この行程を1,000回繰り返すことで、標本数 n_i を無作為抽出した際のD maxの出現確率が推定される。このD maxの出現確率と、全153水系とある魚種の生息水系数(n_i)から実際に求めたD maxを比較し、後者のD max値が前者の出現確率の上・下位2.5パーセンタイルに含まれた場合に、その魚種の生息水系の配置が153水系のそれと危険率5%で有意に異なると判断した。

結果

1. 生息状況調査

(1) アンケート調査

道内のサケ・マス捕獲場55カ所および同ふ化場136カ所のうち、48捕獲場(87.3%)および

131ふ化場(96.3%)から回答を得た。その結果、サケ・マス増殖河川153水系中130水系(85.0%)について情報を得ることができた。情報の得られなかった23水系の多くは補完河川であった。補完河川とは、種卵不足等が生じた場合に捕獲を実施することを目的とした河川であり、通常、補完河川への稚魚の放流は近隣河川で生産された種苗が用いられる。そのため、捕獲場やふ化場の存在する水系に比べて、補完河川に関する情報は得難かったものと考えられる。

ニジマス

130水系中、アンケート回答に基づいてニジマスが「生息する」、「生息するらしい」、「生息しない」、「生息するかどうか分からない」と判定されたのは、それぞれ67、11、38、14水系であった(表1)。ニジマスが「生息する」もしくは「生息するらしい」と判定された78水系については98カ所から回答が得られ、生息を知った理由を複数回答可能で尋ねたところ、「捕獲場で採集されたから」という理由が39件と最も多かった(図2)。ニジマスが生息するようになった時期に関する問いでは、「分からない」という回答と未回答が合わせて40件と最も多かったが、回答のあった選択肢の中では「今から30年以上昔から」が28件と最多で、最近になるにつれて回答件数が減少する傾向が認められた(図3)。一方、ニジマスが「生息しない」あるいは「生息するかどうか分からない」と判定された52水系のうち、「現在(最近10年ほど)ニジマスは見ないものの、それ以前にはニジマスが生息していた」とする回答が2件あり、いずれも岩尾別川からの情報であった。

ブラウントラウト

130水系中、ブラウントラウトが「生息する」、「生息するらしい」、「生息しない」、「生息するかどうか分からない」と判定された水系は、順に19、3、84、24水系であった(表1)。ブラウントラウトが「生息する」

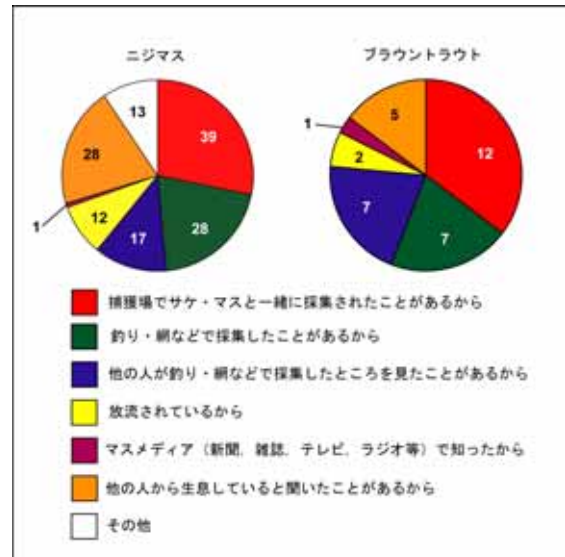


図2. 北海道のサケ・マス増殖河川に、ニジマスおよびブラウントラウトが生息することを知った理由(複数回答可)。図中の数字は回答件数を示す。なお、ニジマスで「その他」と回答のあった内訳については、「ふ化場に迷い込む」が7件と最も多く、「以前養殖場があった」が3件とそれに続いた。

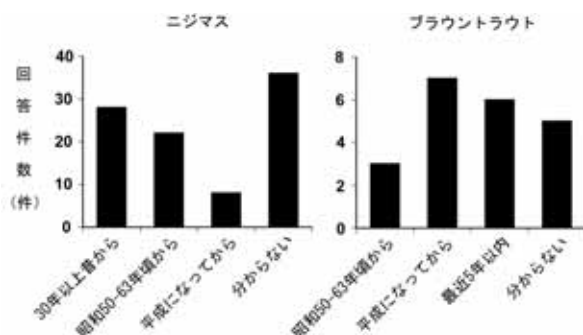


図3. 北海道のサケ・マス増殖河川に、ニジマスおよびブラウントラウトが生息するようになった時期に関するアンケート結果。ニジマスとブラウントラウトでは北海道に移植された時期が大きく異なるため、質問した時期区分は両種で異なる。

もしくは「生息するらしい」と判定された22水系について23カ所から回答があり、生息を知った理由を複数回答可能で選択してもらった結果、「捕獲場で採集されたから」という回答が12件と最も多かった(図2)。ブラウントラウトが生息するようになった時期は、「平成に入ってから」という回答が7件で最多だった(図3)。ブラウントラウトが「生息しない」あるいは「生息するかどうか分からない」と判定された108水系のうち、「現在(最近10年ほど)ブラウントラウトは見ないものの、それ以前にはブラウントラウトが生息していた」とする回答は無かった。

在来サケ科魚類およびその他のサケ科魚類

130水系中、アンケート結果に基づいてアメマス、サクラマス、オショロコマおよびイトウが「生息する」または「生息するらしい」と判定された水系は、順に102, 111, 31, 18水系を数えた。

その他のサケ科魚類として回答のあった魚種のうち、イワナ(エゾイワナという回答を含む) *S. leucomaenis* が9水系(ルシャ川, 斜里川, 止別川, 網走川, 湧別川, 古宇川, 鳥崎川, 鹿部川および大船川)と最も多くの情報が寄せられた。ただし、報告のあった水系を考慮すると、回答のあったイワナには、アメマス(河川残留型個体)とオショロコマの両種が含まれている可能性が高い。また、ギンザケ *O. kisutch* に関する情報が、渚滑川, 知来別川, 歌別川, 遊楽部川および知内川から寄せられた。さらに種苗放流河川ではないものの、カラフトマスが十勝川, 古平川, 利別川で、ベニザケが渚滑川でそれぞれ確認されている。

(2) 文献・報告書調査

ニジマス, ブラウントラウト, および在来サケ科魚類に関して情報が得られたのは104水系を数えた。そのうち、ニジマスおよびブラウントラウトの生息情報が得られた水系は、それぞれ39および11水系であり(表1), アメマス, サクラマス, オショロコマおよびイトウの生息情報の得られた水系は、順に59, 81, 33および16水系であった。

(3) 魚類相調査

魚類相調査は, 2003年9月から2004年11月の期間に, 37水系230地点で実施した。その結果, ニジマスが18水系から, ブラウントラウトが1水系からそれぞれ採集された(表1)。

生息状況調査の総括

アンケート調査, 文献・報告書調査および魚類相調査の結果から総合的に判断すると, 2003年度の北海道におけるサケ・マス増殖河川153水系中, ニジマスの生息が認められたのは86水系であった。これに, アンケート調査で「生息するらしい」という情報の得られた7水系を加えると, ニジマスの生息水系は93水系(サケ・マス増殖河川の60.8%)に及んだ(表1)。一方, ブラウントラウトは25水系に生息することが明らかとなり, これに「生息するらしい」という回答のあった3水系を加えると, ブラウントラウトの生息水系は28水系(同18.3%)を数えた(表1)。さらに在来サケ科魚類であるアメマス, サクラマス, オショロコマおよび

イトウの生息水系数（「生息するらしい」との回答のあった水系を含む）は、順に、131（同85.6%）、143（同93.5%）、48（同31.4%）および22水系（同14.4%）となった。

表1. 北海道のサケ・マス増殖河川におけるニジマスとブラウントラウトの生息状況。表中の数字は次のとおり。0：野外調査を実施したが採集されず、又は文献情報が存在したが両種の生息情報なし，1：生息する，2：生息するらしい，3：生息しない，4；分からない。さらに，アンケート，文献情報および野外調査の結果に基づき，生息確認水系には を，生息情報のある水系（アンケート調査で，“生息するらしい”との情報が得られた水系）には をそれぞれ記した。

海区	地区	水系	ニジマス				ブラウントラウト				参考文献
			アンケート	文献	野外調査	生息状況	アンケート	文献	野外調査	生息状況	
オホーツク	東部	ルシャ川	3	0			3	0			d, f, g, n
		岩尾別川	3	0			3	0			f, g, n
		遠音別川	3	0			3	0			a, b, g, n
		奥薬別川	3	0			3	0			a, b, g, n
		斜里川	1	1			3	1			a, d, f, g, n, s
		止別川	1	1			4	0			a, b, n
		浦士別川	4		1		4		0		
		藻琴川	3				3				
		網走川	1	1			3	0			a, d, f, i
	バイラギ川	4		0		4		0			
	卯原内川	4		1		4		0			
	中部	常呂川	1	1			3	0			a, b, d, i, n
		湧別川	1	0			1	0			a, n
		藻別川	4		1		4		0		
		渚滑川	1	0			3	0			n
		興部川	2	1			4	0			a
		雄武川	4		0		4		0		
	西部	幌内川	1	0			3	0			a, b
		徳志別川	1	0			3	0			d
北見幌別川		1	0			3	0			d	
間牧川		3				3					
頓別川		1	0			3	0			o	
日本海	北部	知来別川	3				3				
		東ノドットマリ川	3				4				
		寿川	3	0			3	0			n
		朝日川	3				3				
		大空川	3				3				
		大沢川	3	0			3	0			k, p
		増幌川	3	0			3	0			a, b, c, d, n, p
		声間川	3	0			3	0			n
		天塩川	1	1			1	0			d, e, l, n, r
		遠別川	1				3				
		風連別川	3	0			3	0			c, d
		築別川			0				0		
		羽幌川	4		0		4		0		
		古丹別川			0				0		
	中部	小平薬川	4	0			3	0			a, d
		信砂川	3	0			1	0			a, b, c, d
		暑寒別川	2	1			3	0			a, b, c, d, o
		浜益川		1	1			0	0		c
		厚田川		1				1			a, b, c, d, o, p
		石狩川	1	1			1	1			a, b, c, d, e, n, o, p, q
南部	余市川	1	0			3	0			d, n	
	沖村川		0				0			a	
	古平川	1	0			3	0			a, d	
	美国川		0	0			0	0		d	
	積丹川		1				0			a, b, c, d	
	余別川		0				0			a, b, d	
	珊瑚内川		0	0			0	0		d	
南部	古宇川	1	1			3	0			a, b, c, d, m	
	盃川		0	0			0	0		d	
	堀株川		0	1			0	0		d	

海区	地区	水系	ニジマス				ブラウントラウト				参考文献	
			アンケート	文献	野外調査	生息状況	アンケート	文献	野外調査	生息状況		
日本海	南部	野東川	1	0			3	0			d	
		尻別川	1	1			3	1			a, c, d, e, n, q	
		朱太川	3	0			3	0			a, o	
		折川		0				0			a	
		大平川		1				0			a	
		泊川	3	1			3	0			a, b	
		千走川	3	0			4	0			a, b, d, n	
		馬場川		0				0			a	
		利別川	1	0			3	0			a, b	
		太櫓川		1				0			a, b, d	
		良瑠石川		1				0			a, e	
		白別川		0				0			a, b, d	
		見市川	3	0			3	0			a, b, c, d, p	
		相沼内川	1	0			3	0			a, c, d	
		突符川		1				0			a, b, c, d	
		厚沢部川	1	0			3	0			p	
		天の川	1	0			3	0			a	
		石崎川		1				0			a, b, p	
		小鴨津川		0				0			a, b, c, d	
及部川	1	0			3	0			a, b			
根室	北部	ルサ川	3	0			3	0			f, g	
		モセカルベツ川	4	0	0		3	0	0		f, g, n	
		サシルイ川	3	0			3	0			f, g	
		羅白川	4	1	0		4	0	0		d, f, g, n	
		春苜古丹川	4	0	0		4	1	0		f, g	
		植別川	4	0	0		4	1	0		f, g	
		元崎無異川	3	0			3	0			g	
		薫別川	4	0	0		4	0	0		g	
		古多糠川	4	0	0		3	0	0		g	
		忠類川	1	1			3	0			d, f, g	
		ポー川	1	1	0		4	0	0		d, n	
		標津川	1	1			2	0			a, d, g, n	
		南部	当幌川	1	0			3	0			d, n
			春別川	4	0	1		4	0	0		d
床丹川	1		0			3	0			d		
西別川	1		1			4	0			a, b, d, n, o, r		
風蓮川	1		1	1		4	0	0		d, n, o		
別当賀川	1		0			1	0			d		
えりも 以東	東部	幌戸川	3				3					
		新川	3				3					
		藻散布川	3				3					
		別寒辺牛川	3	0			3	0			c, d, e, n, o,	
		チヨロベツ川	3				3					
		釧路川	1	1			1	0			d, h, n, o	
		庶路川	1				3					
	茶路川	2				3						
	西部	音別川	2				3					
		厚内川			0				0			
		十勝川	1	1			2	0			a, b, d, e, j, n	
		当縁川	3				3					
		歴舟川	2	1			3	0			o	
小紋別川		2				3						
豊似川	1				3							
楽古川	2				3							
広尾川	1				1							
音調津川	3				3							
猿留川	1				3							
えりも 以西	日高	歌別川	1	1			3	0			a, b, c, d, n	
		仁雁別川	1	1			3	0			a, b, d	
		様似川	1				1					
		日高幌別川	1	1			3	0			a, b, l, o	
		元浦川	1	0			3	0			l	
		三石川	1	1			3	0			a, l	
		静内川	1	1			1	1			a, b, d, l	
		新冠川	1	1			1	0			a, d, l, n	
		厚別川	1	0			3	0			l	
		沙流川	1	1			1	0			a, n	
胆振	鶴川	1		1		1		0				
	安平川	1	1	1		4	0	0		o		

海区	地区	水系	ニジマス				ブラウントラウト				参考文献	
			アンケート	文献	野外調査	生息状況	アンケート	文献	野外調査	生息状況		
えりも以西	胆振	錦多峰川	1		1		3		0			
		社台川	1		0		4		0			
		白老川	1		1		3		0			
		敷生川	1	0	0		1	1	1		s	
		アヨロ川	1		1		3		0			
			登別川	1		1		3		0		
	噴火湾		チマイベツ川	1		1		3		0		
			気仙川	2		1		1		0		
			長流川	1	1	1		3	1	0		a, d
			貴気別川	1	1	1		4	0	0		a
			静狩川	3				1				
			長万部川	3	0			3	0			a
			国縫川	3				3				
			遊楽部川	1	0			3	0			a, c, o
			落部川		0				0			a
			鳥崎川	1	0			1	1			c, d, n
			尾白内川	1	0			2	0		a, c, d	
	道南		鹿部川	1				3				
			常路川			0				0		
			大船川	3	0			3	0			d
矢尻川			3				3					
尻岸内川			2				3					
原木川			3	0			3	0			a, b, c, d, p	
汐泊川			1	0			4	0			a, b, c, d	
大野川			1		1		4		0			
戸切地川			1	1			1	1			b, e, p	
茂辺地川			3				3					
大当別川			3				3					
亀川			2				1					
木古内川			2	0			4	0			a	
知内川			1	0			1	0			a	
福島川			1	0			3	0			a	
北海道合計			86				25					
			7				3					

利用した参考文献：a 北海道道立水産孵化場事業成績書，b 北海道立孵化場保護水面管理事業，c 北海道立水産孵化場研究報告，d 魚と水，e 内水連，f 知床博物館研究報告，g 知床のさかな，h 釧路市立博物館紀要，i 美幌博物館研究報告，j 上士別町ひがし大雪博物館研究報告，k 利尻研究，l 北海道大学演習林研究報告，m 北海道東海大学紀要理工学部，n 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料，o 第4回自然環境保全基礎調査 河川調査報告書，p 学術雑誌，q さけ・ます資源管理センター研究報告，r さけ・ます資源管理センター技術情報（魚と卵），s 新聞情報

2. 生息水系の道内における地理的配置

2003年度のサケ・マス増殖河川の道内における地理的配置と，ニジマス，ブラウントラウト，アメマス，サクラマス，オシヨロコマおよびイトウの生息水系の地理的配置を図4に示した。サケ・マス増殖河川は，北海道の重心から見て北東から東，ならびに南から南西の方角に数多く分布している傾向が認められた。図4を見る限り，在来サケ科魚類であるアメマスおよびサクラマスの生息水系は，北東から東側の方角で若干少ない傾向があるものの，サケ・マス増殖河川にほぼ偏りなく分布している傾向が認められた。一方，オシヨロコマの生息水系は，北東から東側の地域に数多く見られた。その他の魚種に関しては，生息水系自体が少ないこともあり，地理的配置の特徴を図上で把握することは困難と思われた。

次に，方角に沿ってサケ・マス増殖河川153水系と各魚種の生息水系の累積頻度を図5に示

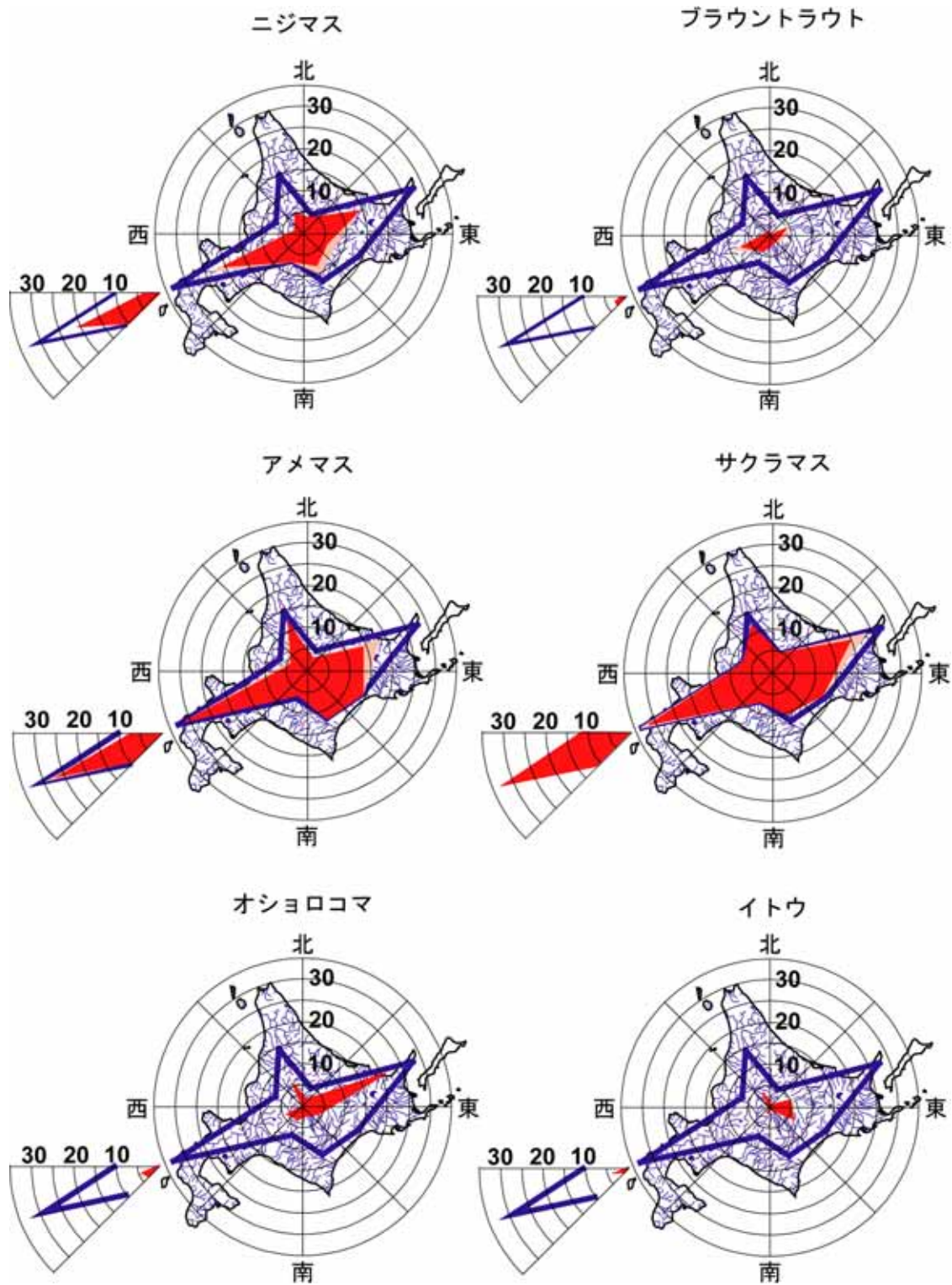


図4．北海道のサケ・マス増殖河川の地理的配置図．各水系の河口位置を，北海道の重心（北緯43度28分11秒，東経142度49分26秒）から見た角度で表わし，45度ごとに水系数を集計した．青線は各々の方角におけるサケ・マス増殖河川の水基数を示し，そのうち該当魚種の生息が確認された水基数を赤で，また「生息するらしい」との情報の得られた水系をピンクで，それぞれ塗りつぶした．なお，南西-西の方角については，日本海側に流入する水系を，太平洋側の水系と分けて示した．

した。両者の関係を分析した結果、オシ
ヨロコマおよびイトウの生息水系は、サケ・
マス増殖河川の地理的配置と有意に異なっ
ていたが (Kolmogorov-Smirnov の2試料検
定:[オシヨロコマ] $D_{max} 0.29, n_1 = 153, n_2$
 $= 48, p < 0.01$, [イトウ] $D_{max} 0.28, n_1 =$
 $153, n_2 = 22, p < 0.05$) ,その他の魚種の生息
水系の地理的配置は、サケ・マス増殖河川
の地理的配置と違わなかった
(Kolmogorov-Smirnov の2試料検定:いずれ
の魚種も $p > 0.05$) .

考察

北海道のサケ・マス増殖河川153水系を対
象に、アンケート調査、文献・報告書調査
および魚類相調査という3種類の方法により
ニジマスおよびブラウントラウトの生息状
況を調べた結果、これらの種が「生息する」
もしくは「生息するらしい」と判定された
水系はニジマスでは93水系、ブラウントラ
ウトでは28水系を数えた。鷹見・青山(1999)は、釣り雑誌および北海道立水産孵化場の報
告書から道内におけるニジマスとブラウントラウトの採捕記録を調べて、1996年までにニジ
マスが72水系、ブラウントラウトが18水系で確認されたことを報告している。本調査は、鷹
見・青山(1999)の調査から約8年後に実施されたものであり、両種の確認水系数は1996年時
点よりもそれぞれ多い結果となった。方法の異なる両調査の結果を単純に比較して、1996年
から2004年までの間に、ニジマスやブラウントラウトの生息水系が増加したと結論づけるこ
とは出来ない。しかし、本調査が道内1,488水系のうち10.3%を占めるに過ぎないサケ・マス
増殖河川153水系を対象にした内容であることを考慮すれば、現在におけるニジマスおよびブ
ラウントラウトの生息水系数は、鷹見・青山(1999)や本調査の結果を上回るのは確実であ
ろう。特にブラウントラウトについては、宗谷支庁を除く13支庁管内の計42水系に生息する
との報告があり(工藤 2001)、本調査の結果はブラウントラウトの生息実態を過小評価して
いる可能性がある。このような違いが生じた原因として、我々の調査が対象水系を限定して
いること、ブラウントラウトの生息水系が急速に増加したのは1990年代になってからであり
(鷹見・青山1999)、まだ生息情報が広く認識されていないこと等の理由が考えられるが、工
藤(2001)には水系名等の記載がないために、大きな違いが生じた理由について具体的な考

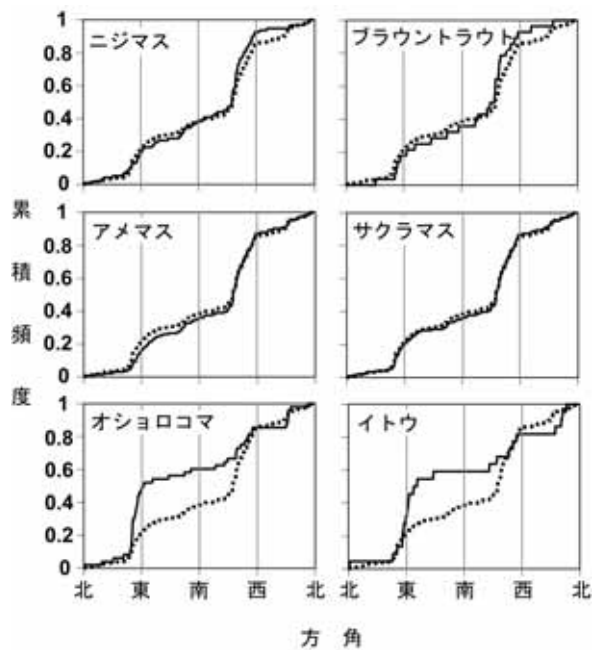


図5. 北海道のサケ・マス増殖河川の河口位置(角
度, 図4参照)に関する累積頻度分布と該当魚種
の生息水系に関する累積頻度分布図の比較。破
線はサケ・マス増殖河川を、実線は生息水系を
それぞれ表わす。

察を行なうことは困難である。

ニジマスやブラントラウトの生息水系が増加した背景には1970年代以降のルアーフィッシングの流行があり、この釣りの対象種として個人あるいは団体等が私的にこれらの種を移植放流したことが分布拡大の一因と考えられている(青山 1997; 鷹見・青山 1999)。過去に公的機関が実施したニジマスの移植放流については記録が残されている場合が多いのに対して(例えば、柴田・佐野 1952)、私的放流については、いつ、何処へ、どのような魚種を、どれだけ、何処から移植したのか、放流履歴が分からない場合が多い。一般に、外来種の放流や放逐が在来種や生態系に与える影響を予測することは非常に難しい。生態系が、数多くの生物が関わり合う、複雑な生物間相互作用により構成されているためである(鷲谷・矢原 1996)。そのような不確実な対象を管理しようとする場合、行動(ここでは放流)とその影響を常に監視、評価し、その結果を次の行動に役立てることが重要であるという(日本生態学会 2002)。そのような意味において、放流履歴が残されていれば、放流による悪影響が顕在化した場合に、どのような環境下で、どんな放流を行なうことが問題に繋がるのか、将来の対策を講じる上で有効な情報となり得る。ところが、私的放流による外来種の分布拡大には、それが期待できないのみならず、誰も予想しなかった事態があちらこちらで進行し、それがある日突然、我々の生活や生態系に脅威となって降り掛かってくるという危険を含んでいる。なお、北海道は、オオクチバス *Micropterus salmoides* やコクチバス *M. dolomieu* などのオオクチバス属魚類とブルーギル *Lepomis macrochirus* に加えて、2003年11月1日からブラントラウト、カムルチー *Channa argus* およびカワマス *S. fontinalis* を内水面漁業調整規則に基づく移植禁止対象種として新たに制定した。ブラントラウトの生息水系が急速に増加している現状と、魚食性が強いという本種の特徴を考慮すれば、これ以上分布を拡げないためには必要な措置と考えられる。

一方、いったん野外に放流されたニジマスやブラントラウトが、降海型として海に出て別の河川に溯上することにより、自ら生息域を拡大する危険性も指摘されている(青山ら 2002b)。事実、北海道沿岸域でもニジマスやブラントラウトの降海型が採集されており(Aoyama et al. 1999; 小宮山 2003)、石狩川水系の千歳川では、耳石のストロンチウム/カルシウム比の分析により、海から溯上してきたブラントラウトが確認されている(Arai et al. 2002)。今回のアンケート調査でも、ニジマスやブラントラウトの生息を知った理由として、「捕獲場でサケ・マスと一緒に採集されるから」という回答がニジマスで39件(36水系)、ブラントラウトで12件(12水系)と最も多かった。これらの個体が降海型であるか否かは不明であるが、海から溯上可能な場所における採集情報であるために、捕獲場で採集されたニジマスやブラントラウトの中に降海型が含まれていた可能性も否定できない。そのような意味では、今後の展開として、海から侵入してくる恐れのあるニジマスやブラントラウトをサケ・マス捕獲場で監視し、降海型による分布拡大の影響を把握することが可能かもしれない。

本報告では、外来サケ科魚類2種と在来サケ科魚類4種についてサケ・マス増殖河川における生息情報を基に、これらの魚種が生息する水系の地理的な配置を検討した。その結果、外来種であるニジマスとブラウントラウトの生息水系の地理的配置は、サケ・マス増殖河川153水系の地理的配置と違いが認められなかった。このことは、ニジマスやブラウントラウトの分布が特定の地域に偏っていないことを意味する。言い換えるならば、いったん放流されれば、道内いずれの地域であっても、これらの種が定着してしまう可能性のあることを示唆する。他方、在来種のうちアメマスとサクラマスについては、サケ・マス増殖河川の大半に生息しており、生息水系の地理的配置から推察しても、これら2魚種は道内のほぼ全域に生息していると思われた。つまり、水系スケールで見れば、ニジマスやブラウントラウトの生息水系は高い確率でアメマスやサクラマスの生息水系と重複することになる(表2)。次に、日本国内では北海道にしか生息しないオショロコマとイトウについては、生息水系数そのものが少ないのみならず、それが道内の特定地域に偏在していた。環境省のレッドデータブックでは、イトウは絶滅危惧 B に、オショロコマは準絶滅危惧にそれぞれ指定されており(生物多様性情報システム：http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb_f.html/2005/12/28)、緊急性の違いこそあれ、両種とも絶滅の恐れのある野生生物であることが知られている。ところが、これら希少な在来種が生息する水系にもニジマスやブラウントラウトの分布が及んでおり、オショロコマの生息水系の約6割でニジマスが、同じく約3割でブラウントラウトが確認されており、イトウの生息水系に至っては、その約8割にニジマスが、そして約5割弱にブラウントラウトが生息するという集計になった(表2)。ただし、今回の分析は各々の魚種の生息状況を水系レベルで判定したものであるため、オショロコマやイトウの生息水系にニジマスやブラウントラウトがいるからといって、本当にこれらの魚種が同所的(すなわち、同じ場所)に生息しているかどうかまでは明らかでない。しかし、在来の希少種を保全する観点から、オショロ

表2. 北海道サケ・マス増殖河川153水系における、ニジマス、ブラウントラウト、アメマス、サクラマス、オショロコマおよびイトウの生息水系数。表中の数字は各々の魚種の組み合わせが認められた水系数を示す。なお、同一魚種名が交差するセルには該当する魚種の総生息水系数を記した。

	ニジマス	ブラウントラウト	アメマス	サクラマス	オショロコマ	イトウ
ニジマス	93	24	87	91	30	18
ブラウントラウト	24	28	25	28	16	10
アメマス	87	25	131	126	38	22
サクラマス	91	28	126	143	44	22
オショロコマ	30	16	38	44	48	15
イトウ	18	10	22	22	15	22

コマおよびイトウの生息水系においてニジマスやブラントラウトの分布状況を早急に調査し、その影響評価を行なうことが重要と思われる。また、予防的措置という意味では、特にオショロコマやイトウの生息する水系には、今後絶対にニジマスやブラントラウトを侵入させないという厳しい姿勢が必要であろう。

今回の分析において、ニジマスやブラントラウトの生息水系の地理的配置を検討したもう一つの理由として、これらの種が分布しにくい地域を特定し、定着の成否に影響する要因を検討するという目的があった。しかし、両種は道内いずれの地域にも生息できる可能性が示され、今回のような大雑把な分布の把握では両種の定着の成否を論じることはできなかった。このことは、道内におけるニジマスやブラントラウトの定着を議論する上で、例えば気候のような大きなスケールの環境条件が分布の制限要因になっていないことを示唆する。北海道にはニジマスの定着している水系が多いのに対して本州にそのような水系が少ないのは、仔稚魚の浮上時期にあたる初夏に本州では梅雨による増水があり、仔稚魚の生き残りが悪いためであるという説がある (Fausch et al. 2001)。しかし、少なくとも道内に限っては、ニジマスやブラントラウトの定着を制限する気候イベントが存在するかどうか、今回の分析では明らかにできなかった。

一方、今回のアンケート調査において、「過去にニジマスが生息していたが、現在では分布が見られない」という回答が知床半島の岩尾別川から寄せられた。このような定着に失敗したと考えられる水系の情報は、道内における外来種の定着条件を明らかにする上で貴重な情報になり得る。現在、岩尾別川のサケ・マスふ化場は民間ふ化場になっているが、1988年までは水産庁北海道さけ・ますふ化場（現さけ・ます資源管理センター）の事業所であり、過去に何度か大水により甚大な被害を受けたことが記録として残っている（八木沢 1970；北海道さけ・ますふ化放流事業百年史編さん委員会 1988）。ニジマスは増水などの環境攪乱に弱いことが報告されていることから（川那部 1980；Fausch et al. 2001）、岩尾別川に現在ニジマスが生息していないとすれば、度々発生した大規模な増水がニジマスの定着を阻止した可能性がある。岩尾別川の他にも、例えば道北の信砂川や利尻島の朝日川にはニジマスの養殖場が存在した記録があるが（北海道さけ・ますふ化放流事業百年史編さん委員会 1988）、今回の調査ではニジマスの生息情報は得られていない。また、道南の落部川では、かつてニジマスが採集されているものの（後藤ら 1978）、今回の調査ではニジマスの確認情報が得られなかった。このように、養鱒場の記録や過去の採集記録と現在の生息状況を照らし合わせて、定着に失敗したと思われる事例を収集することにより、今後、北海道におけるニジマスの定着条件を明らかにできる可能性がある。

サケ・マスの資源造成という立場から、ニジマスやブラントラウトの影響を議論する場合、一番懸念されるのは食害による放流種苗の減耗であろう。しかし、道内でふ化放流される種苗のうち最も放流数の多いサケは、一般に短期間のうちに河川から海に下ることが知られている。例えば、ふ化場から河口までの距離が80-90キロもあるような西別川や千歳川（石

狩川水系)でさえ、放流された稚魚は8～10日ほどで降海する(小林ら1965;眞山ら1982,1983)。カラフトマスは、元来、浮上後に河川でほとんど餌を採らずに直ちに降海する性質を持つ(Heard 1991)ために、本種も長期間河川に滞留することはない。これらの知見から推察するに、サケやカラフトマスの稚魚が河川で食害に遭う期間というのは通常短いことが予想される。一方、サケやカラフトマスよりも河川に依存した生活史を持つサクラマスについては、稚魚放流された種苗の場合には半年から1年程度河川で生活するため、その間に食害に遭う危険性は十分に考えられる。ところが、サケとサクラマスの種苗放流を行っている道央のある増殖河川において、周年にわたりブラントラウトの食性を調査した結果では、サケやサクラマスの放流直後には確かにこれらの放流魚が高い頻度でブラントラウトに食べられていたが、それ以外の時期には、通常の河川性サケ科魚類の餌メニューと同じ水生昆虫や陸生昆虫等をブラントラウトは常食しており、胃内容物中に魚類はほとんど認められなかった(鈴木, 未発表)。無論、ここで紹介した事例だけで、ニジマスやブラントラウトによるサケ・マス放流種苗に対する食害の程度を論じることはできないが、食害の実態はこれら外来種の生息数や種苗の放流状況(例えば、放流時期、種苗サイズおよび放流場所)等、河川ごとに様々であることが予想される。したがって、殊更に食害を問題視するのではなく、まずは各々の河川における実態把握に努めることが重要であると考えられる。仮に、サケ・マス増殖河川のなかに外来種だらけの水系が存在するとすれば、放流種苗に対する食害を心配する前に、本来、在来種が多く生息するはずの河川になぜ外来種が蔓延してしまったのか、その根本的な原因を問題視するのが先決であると考えられる。

本報告の冒頭でも紹介したように、北海道でニジマスやブラントラウトの生息水系が増加してきたのに伴い、在来種や生態系に対する悪影響を懸念する報告が数多く発表されるようになってきた。これらの報告の中には、潜在的な悪影響に警鐘を鳴らした内容のものも少なくなく、実際にどの程度外来種が在来種に悪影響を及ぼしているのか不明な場合が多い。しかしその一方で、千歳川支流の紋別川や知床半島の居麻布川のように、在来種であるアメマスやオショロコマがわずから数年から十数年という短期間にブラントラウトやニジマスに置き換わってしまった事例が存在することも事実である(鷹見ら 2002; 森田ら 2003)。実際に外来種による影響評価を行うことも大切であるが、影響が明らかになるまで対策を講じないのでは、いつ第三、第四の紋別川や居麻布川が出てこないとも限らない。したがって、今最優先されるべき行動は、これ以上外来種の生息水系を拡げないことである。そのためには、北海道の内水面漁業調整規則で移植放流が禁止されている魚種は元より、ニジマスも含めて非生息域には移植放流を行わないことが重要である。一方、既にニジマスやブラントラウトの生息情報が存在する水系については、在来種も含めて河川における魚類の生息実態を把握することがまずは重要かもしれない。というのも、例えば今回の調査でブラントラウトの生息情報が得られた水系であっても、本当に本種が再生産によって定着しているのか、それとも海から侵入してきて偶然に発見されただけなのかが明らかではない。魚類の生息状況

を調査した結果、外来種が在来種よりも高密度で生息し、何らかの悪影響が示唆される場合には対策を講じることも必要になるだろう。しかし、その際に忘れてならないのは、ニジマスやブラントラウトは遊漁対象種として極めて人気が高く（青山・鷹見 1998）、これらの魚種を望む意見も少なからず存在するという点である。したがって、ニジマスやブラントラウトを単に外来種という理由だけで否定するのではなく、外来種の定着によってどのような悪影響が生じているのかを漁業（ふ化場）関係者、遊漁者そして研究者間で議論し、共通の認識に基づいた対策を打ち出すよう努力することが重要であると考え。

北海道のサケ資源は1970年代以降飛躍的に増大し、現在の来遊数は年間5,000万尾を越えることも珍しくなくなった。このようにサケ資源が増大した背景には、効率的なふ化放流技術が果たした役割が大きい。しかし、効率化を目指すあまり、大きく育成された稚魚は放流後に短時間で海に下るようになり、一方、溯上親魚は捕獲しやすい河口近くで一括捕獲されてトラックでふ化場まで輸送されているのが現状である。そのため、現在のふ化放流技術は河川省略型の増殖技術になってしまったと言われている（帰山 2002b）。その結果、ふ化放流事業は河川に生息する在来種や河川環境を保全するための役割を失ってしまったという（帰山 2002b）。とはいえ、今回のアンケート調査からも明らかなように、捕獲場やふ化場では、日頃の業務を通じて河川に生息する魚類等について情報を得る機会が多いのも事実である。河川環境を現在よりも悪化させないためには、外来種の問題を含めて、サケ・マス増殖事業の関係者が河川の監視役として担うことのできる役割が、少なからずあるものと考え。

本報告では、北海道のサケ・マス増殖河川におけるニジマスおよびブラントラウトの生息状況を紹介してきた。しかし、今回の調査で外来種の生息情報がなかった水系も安心ばかりはしてられない。なぜならば、近隣の至る所にこれらの魚種が生息している現在、いつ外来種が侵入してくるとも限らない。また反対に、外来種の生息が確認されたからといって未来永劫その水系に外来種が定着し続けるかどうか分からない。そのような意味において、今回の調査は一時間断面における生息情報の記載に過ぎない。大切なのは、身近な水系の状態がどう変遷しているのかを注意深く観察し続け、手遅れになる前に対応することである。本報告の情報が、各々の水系におけるニジマスやブラントラウトの生息状況を知るきっかけとなり、今後の対策を検討する上での基礎資料となれば幸いである。

謝辞

アンケート調査の実施にあたり、北海道立水産孵化場の本・支場の職員、各管内さけ・ます増殖事業協会の職員、ならびに捕獲場およびふ化場職員の皆さまには、業務多忙の時期にもかかわらず調査にご協力いただいたことに、心よりお礼申し上げます。アンケート調査の遂行にあたっては、さけ・ます資源管理センター支所および事業所の多くの職員にお手伝いいただきました。なかでも、小軽米成人氏、吉田利昭氏、石村 豊氏、荒内 学氏、清水 勝氏、八木澤 功氏ならびに藤瀬雅秀氏には、支所ごとの集計を中心的に行なっていただきま

した。また、魚類相調査のために数十水系分の特別採捕許可証を申請した際には、さけ・ます資源管理センター企画課の江連睦子氏ならびに福澤博明氏のお手を煩わせました。これらの方々に深く感謝申し上げます。

引用文献（文献・報告書調査に用いた参考文献を含む）

- 青山智哉. 1997. 北海道の内水面遊漁を考える 首都圏近郊における内水面遊漁の現状から . 魚と水, 33: 27-31.
- 青山智哉・鷹見達也. 1998. 北海道の内水面遊漁を考える2 釣具店店頭でのアンケート調査から . 魚と水, 34: 143-150.
- 青山智哉・鷹見達也・藤原 真・川村洋司. 1999. 北海道尻別川におけるニジマスの自然繁殖. 道立水産孵化場研報, 53: 29-38.
- Aoyama, T., K. Naito, and T. Takami. 1999. Occurrence of sea-run migrant brown trout (*Salmo trutta*) in Hokkaido, Japan. Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery, 53: 81-83.
- 青山智哉・工藤 智・下田和孝・上田元一. 2002a. ブラウントラウトの胃からリボンタグが出てきた！魚と水, 38: 39-41 .
- 青山智哉・鷹見達也・下田和孝・小山達也. 2002b. 北海道におけるブラウントラウトの年齢と成熟および性成熟. 道立水産孵化場研報, 56: 115-123.
- Arai, T., A. Kotake, T. Aoyama, H. Hayano, and N. Miyazaki. 2002. Identifying sea-run brown trout, *Salmo trutta*, using Sr:Ca ratios of otolith. Ichthyol. Res., 49: 380-383.
- Baglinière, J. L. 1991. La truite commune (*Salmo trutta* L.), son origine, son aire de répartition, ses intérêts économique et scientifique. In La truite biologie et écologie (eds. Baglinière, J. L. and Maisse), INRA, Paris. pp. 11-22.
- 美幌博物館. 1999. 美幌博物館研究報告, 7: 45-52 .
- 美幌博物館. 2002. 美幌博物館研究報告, 10: 1-10 .
- 美幌博物館. 2002. 美幌博物館研究報告, 10: 11-30 .
- 美幌博物館. 2003. 美幌博物館研究報告, 11: 45-56.
- 独立行政法人さけ・ます資源管理センター. 2003. さけ・ます人工ふ化放流計画集録（平成15年度）. 58 p.
- Elliott, J. M. 1994. Quantitative ecology and the brown trout. Oxford University Press, Oxford. 286p.
- Fausch, K. D., Y. Taniguchi, S. Nakano, G. D. Grossman, and C. R. Townsend. 2001. Flood disturbance regimes influence rainbow trout invasion success among five holarctic regions. Ecol. Appl., 11: 1438-1455.
- 後藤 晃・中西照幸・宇藤 均・濱田啓吉. 1978. 北海道南部の河川の魚類相についての予察的研究. 北大水産彙報, 29: 118-130 .
- Hasegawa, H., T. Yamamoto, M. Murakami and K. Maekawa. 2004. Comparison of competitive

- ability between native and introduced salmonids: evidence from pairwise contests. *Ichthyol. Res.*, 191-194.
- Heard, W. R. 1991. Life history of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). Pacific salmon life histories (eds. C. Groot, and L. Margolis), UBC Press, Vancouver. pp. 119-230.
- 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター. 2003. 北海道大学演習林研究報告, 60: 1-18.
- 北海道大学農学部演習林. 1995. 北海道大学農学部演習林研究報告, 52: 95-109 .
- 北海道土木協会. 1995. 北海道河川一覧 河川番号編. 306 p.
- Hokkaido Fish Hatchery. 1995. Scientific Reports of the Hokkaido Fish Hatchery, 50: 1-16.
- Hokkaido Fish Hatchery. 1996. Scientific Reports of the Hokkaido Fish Hatchery, 50: 37-44 .
- Hokkaido Fish Hatchery. 1996. Scientific Reports of the Hokkaido Fish Hatchery, 50: 45-47.
- Hokkaido Fish Hatchery. 1997. Scientific Reports of the Hokkaido Fish Hatchery, 51: 53-56 .
- Hokkaido Fish Hatchery. 1998. Scientific Reports of the Hokkaido Fish Hatchery, 52: 1-10 .
- Hokkaido Fish Hatchery. 1998. Scientific Reports of the Hokkaido Fish Hatchery, 52: 21-29.
- Hokkaido Fish Hatchery. 2002. Scientific Reports of the Hokkaido Fish Hatchery, 56: 1-87.
- 北海道内水面漁業連合会. 2002. 内水連. 26: 10 p.
- 北海道内水面漁業連合会. 2003. 内水連. 28: 12 p.
- 北海道立水産孵化場. 1972. 昭和45年度事業成績書. pp. 217-218.
- 北海道立水産孵化場. 1991. 北海道立水産孵化場研究報告, 45: 15-22 .
- 北海道立水産孵化場. 1991. 北海道立水産孵化場研究報告, 45: 29-40.
- 北海道立水産孵化場. 1991. 北海道立水産孵化場研究報告, 45: 63-75.
- 北海道立水産孵化場. 1991. 魚と水, 28: 3-11 .
- 北海道立水産孵化場. 1991-2003. 平成元-12年度サケ・マス保護水面管理事業調査実績書.
- 北海道立水産孵化場. 1991-2004. 平成元-14年度事業成績書.
- 北海道立水産孵化場. 1992. 北海道立水産孵化場研究報告, 46: 23-29.
- 北海道立水産孵化場. 1992. 北海道立孵化場研究報告, 46: 39-42.
- 北海道立水産孵化場. 1992. 魚と水, 29: 27-31.
- 北海道立水産孵化場. 1993. 魚と水, 30: 27-29.
- 北海道立水産孵化場. 1994. 魚と水, 31: 288 p.
- 北海道立水産孵化場. 1995. 北海道立水産孵化場研究報告, 49: 1-7.
- 北海道立水産孵化場. 1995. 北海道立水産孵化場研究報告, 49: 63-65.
- 北海道立水産孵化場. 1995. 魚と水, 32: 5-10.
- 北海道立水産孵化場. 1995. 魚と水, 32: 11-18.
- 北海道立水産孵化場. 1996. 北海道立水産孵化場研究報告, 50: 29-36.
- 北海道立水産孵化場. 1996. 魚と水, 33: 2-11.
- 北海道立水産孵化場. 1996. 魚と水, 33: 14-21.

- 北海道立水産孵化場. 1996. 魚と水, 33: 32-36.
- 北海道立水産孵化場. 1996. 魚と水, 33: 82-88.
- 北海道立水産孵化場. 1997. 北海道立水産孵化場研究報告, 51: 17-22.
- 北海道立水産孵化場. 1997. 魚と水, 34: 20-25.
- 北海道立水産孵化場. 1997. 魚と水, 34: 26-32.
- 北海道立水産孵化場. 1998. 北海道立水産孵化場研究報告, 52: 45-53.
- 北海道立水産孵化場. 1998. 魚と水, 35: 418 p.
- 北海道立水産孵化場. 1999. 北海道立水産孵化場研究報告, 53: 11-28.
- 北海道立水産孵化場. 1999. 北海道立水産孵化場研究報告, 53: 39-47.
- 北海道立水産孵化場. 1999. 北海道立水産孵化場研究報告, 53: 49-58.
- 北海道立水産孵化場. 1999. 北海道立水産孵化場研究報告, 53: 59-66.
- 北海道立水産孵化場. 1999. 北海道立水産孵化場研究報告, 53: 77-80.
- 北海道立水産孵化場. 2000. 北海道立水産孵化場研究報告, 54: 1-5.
- 北海道立水産孵化場. 2000. 北海道立水産孵化場研究報告, 54: 7-14.
- 北海道立水産孵化場. 2002. 北海道立水産孵化場研究報告, 56: 89-96.
- 北海道立水産孵化場. 2002. 北海道立水産孵化場研究報告, 56: 143-147.
- 北海道立水産孵化場. 2002. 魚と水, 38: 23-32.
- 北海道立水産孵化場. 2002. 魚と水, 38: 69-73.
- 北海道立水産孵化場. 2002. 魚と水, 38: 75-83.
- 北海道立水産孵化場. 2003. 北海道立水産孵化場研究報告, 57: 45-48.
- 北海道立水産孵化場. 2003. 北海道立水産孵化場研究報告, 57: 49-53.
- 北海道立水産孵化場. 2003. 北海道立水産孵化場研究報告, 57: 55-58.
- 北海道立水産孵化場. 2003. 魚と水, 39: 79-81.
- 北海道立水産孵化場. 2004. 北海道立水産孵化場研究報告, 58: 53-58.
- 北海道立水産孵化場. 2004. 北海道立水産孵化場研究報告, 58: 59-66.
- 北海道立水産孵化場. 2004. 魚と水, 40: 25-69.
- 北海道さけ・ますふ化放流事業百年史編さん委員会. 1988. 北海道鮭鱒ふ化放流事業百年史. 1260 p.
- 北海道新聞. 「ブラウントラウト知床・斜里川で初確認」2004年3月21日付.
- 北海道新聞. 「外来魚ブラウントラウト白老・飛生川で初確認」2004年3月25日付.
- 北海道東海大学. 1995. 北海道東海大学紀要理工学部系, 8: 51-60.
- 井田 齊・奥山文弥. 2002. サケ・マス魚類のわかる本. 山と溪谷社, 東京. 247 p.
- 石居 進. 1975. 生物統計学入門. = 具体例による解説と演習 =. 培風館, 東京. 290 p.
- 帰山雅秀. 2002a. ブラウントラウト. 日本生態学会(編). 外来種ハンドブック. 地人書館, 東京. p. 113.

- 帰山雅秀. 2002b. 最新のサケ学. 成山堂書店, 東京. 128 p.
- 上士幌町ひがし大雪博物館. 1995. 上士幌町ひがし大雪博物館研究報告, 17: 79-82.
- 環境庁自然保護局. 1994. 第4回環境保全基礎調査 河川調査報告書(北海道版). 198 p.
- 川那部浩哉. 1980. ニジマス 放流すれど定着せず. 日本の淡水生物 侵略と攪乱の生態学(川合禎次・川那部浩哉・水野信彦編), 東海大学出版会, 東京. pp. 44-48.
- 規矩智生. 1950. 虹鱒の本道渡来とその飼育の将来性. 魚と卵, 5: 18-20.
- 北野 聡・中野 繁・井上幹生・下田和孝・山本祥一郎. 1993. 北海道幌内川において自然繁殖したニジマスの摂餌および繁殖生態. 日水誌, 59: 1837-1843.
- 小林哲夫・原田 滋・阿部進一. 1965. 西別川におけるサケ・マスの生態調査 . サケ稚魚の降海移動並びに成長について. さけ・ますふ研報, 19: 1-10.
- 小宮山英重. 2003. 知床の淡水魚しれとこライブラリー4 知床の魚類(斜里町立知床博物館編), 北海道新聞社, 札幌. pp. 10-141.
- 工藤 智. 2001. 北海道における外来魚の影響調査について. 育てる漁業, 336: 3-7.
- 釧路市立博物館. 1996. 釧路市立博物館紀要, 20: 31-34.
- 釧路市立博物館. 1997. 釧路市立博物館紀要, 21: 29-40.
- 釧路市立博物館. 1998. 釧路市立博物館紀要, 22: 27-32.
- 釧路市立博物館. 2003. 釧路市立博物館紀要, 27: 11-20.
- MacCrimmon, H. R., T. L. Marshall, and B. L. Gots. 1970. World distribution of brown trout, *Salmo trutta*: further observations. J. Fish. Res. Bd. Canada, 27: 811-818.
- 眞山 紘. 1999. 千歳川におけるサクラマス幼魚およびブラウントラウトによる浮上期サクラマス稚魚の補食. さけ・ます資源管理センター研報, 2: 21-27.
- 眞山 紘・加藤 守・関 二郎・清水幾太郎. 1982. 石狩川産サケの生態調査 1979年春放流稚魚の降海移動と沿岸帯での分布回遊. さけ・ますふ研報, 36: 1-17.
- 眞山 紘・関 二郎・清水幾太郎. 1983. 石狩川産サケの生態調査 1980年及び1981年春放流稚魚の降海移動と沿岸帯での分布回遊. 北海道さけ・ますふ研報, 37: 1-13.
- 三原健夫. 1950. 摩周湖の虹鱒. 魚と卵, 3: 12-17.
- 三沢勝也・菊池基弘・野澤博幸・帰山雅秀. 2001. 外来種ニジマスとブラウントラウトが支笏湖水系の生態系と在来種に及ぼす影響. 国立環境研究所研報, 167: 125-132.
- 森田健太郎・岸 大弼・坪井潤一・森田晶子・新井崇臣. 2003. 北海道知床半島の小河川に生息するニジマスとブラウンマス. 知床博物館研報, 24: 17-26.
- Morita, K., J. Tsuboi, and H. Matsuda. 2004. The impact of exotic trout on native charr in a Japanese stream. J. Appl. Ecol., 41: 962-972.
- 日本魚類学会. 1996. 魚類学雑誌, 43: 101-104.
- 日本魚類学会. 2002. 魚類学雑誌, 49: 25-32.
- 日本魚類学会. 2003. 魚類学雑誌, 50: 15-23.

- 日本生態学会. 2002. 外来種ハンドブック. 地人書館, 東京. 390 p.
- 利尻町立博物館. 1994. 利尻研究, 13: 13-17.
- 斎藤寿彦. 2000. 幌内川におけるサケの自然繁殖: 他のサケ科魚類との産卵床形成の空間的隔離. さけ・ます資源管理センター研報, 3: 15-24.
- 社団法人日本水産学会. 2001. 日本水産学会誌, 67: 231-237.
- 社団法人日本水産学会. 2002. 日本水産学会誌, 68: 180-185.
- 社団法人日本水産学会. 2004. 日本水産学会誌, 70: 365-367.
- 社団法人日本水産資源保護協会. 1995. 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料(). pp. 323-328.
- 斜里町立知床博物館. 2000. 知床博物館研究報告, 21: 43-50.
- 斜里町立知床博物館. 2002. 知床博物館研究報告, 23: 21-30.
- 斜里町立知床博物館. 2002. 知床博物館研究報告, 23: 37-46.
- 斜里町立知床博物館. 2003. 知床博物館研究報告, 24: 37-42.
- 斜里町立知床博物館. 2004. 知床博物館研究報告, 25: 31-42.
- 斜里町立知床博物館. 2004. 知床博物館研究報告, 25: 43-54.
- 柴田幸一郎・佐野誠三. 1952. 内水面の利用開発並びに増殖対策. 魚と卵, 29: 55-75.
- 水産庁. 1994. 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料. pp. 414-423.
- 水産庁さけ・ますふ化場. 1991. 魚と卵, 160: 11-23.
- 水産庁さけ・ますふ化場. 1995. 魚と卵, 164: 23-32.
- 水産庁さけ・ます資源管理センター. 1997. 魚と卵, 166: 1-11.
- 水産庁さけ・ます資源管理センター. 1998. さけ・ます資源管理センター研究報告, 1: 1-11.
- 鷹見達也・青山智也. 1999. 北海道におけるニジマスとブラウントラウトの分布. 野生生物保護, 4: 41-48.
- 鷹見達也・吉原拓志・宮腰靖之・桑原 連. 2002. 北海道千歳川支流におけるアメマスから移入種ブラウントラウトへの置き換わり. 日水誌, 68: 24-28.
- Taniguchi, Y., Y. Miyake, T. Saito, H. Urabe, and S. Nakano. 2000. Redd superimposition by introduced rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, on native charrs in a Japanese stream. Ichthyol. Res., 47: 149-156.
- Taniguch, Y., K. D. Fausch, and S. Nakano. 2002. Size-structured interactions between native and introduced species: can intraguild predation facilitate invasion by stream salmonids? Biol. Invasions, 4: 223-233 .
- The ichthyological Society of Japan. 1999. Ichthyological Research, 46:85-92.
- The Japanese Society of Fisheries Science. 2001. Fisheries Science, 67: 179-181.
- The Japanese Society of Fisheries Science. 2004. Fisheries Science, 70: 524-526.
- 著者不詳. 1950. 豆辞典 (11) 本道の虹鱒の起源. 魚と卵, 3: p. 28.

- 鷺谷いずみ・矢原徹一. 1996. 保全生態学入門 遺伝子から景観まで. 文一総合出版, 東京. 270 p.
- 八木沢喜家. 1970. 新設された岩尾別事業場. 魚と卵, 131: 25-28.
- 米川年三. 1981. 新魚種導入の動き, 北海道にブラウントラウト出現. 魚と水, 19: 43-44.