

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

森田健太郎¹・岸大弼²・坪井潤一³・森田晶子⁴・新井崇臣⁵

1. 164-8639 東京都中野区南台 1-15-1, 東京大学海洋研究所 *morita@ori.u-tokyo.ac.jp* 2. 060-0809 札幌市北区北9条西9丁目, 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 3. 400-0121 山梨県中巨摩郡敷島町牛匂 497, 山梨県水産技術センター 4. 085-0802 釧路市桂恋 116, 独立行政法人水産総合研究センター北海道区水産研究所 5. 028-1102 岩手県上閉伊郡大槌町赤浜 2-106-1, 東京大学海洋研究所大槌臨海研究センター

Rainbow Trout and Brown Trout in Shiretoko Peninsula, Hokkaido, Japan

MORITA Kentaro¹, KISHI Daisuke², TSUBOI Jun-ichi³, MORITA H Shoko⁴ & ARAI Takaomi⁵

1. Ocean Research Institute, University of Tokyo, 1-15-1 Minamidai, Nakano-ku, Tokyo 164-8639, Japan. *morita@ori.u-tokyo.ac.jp*
2. Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University, Sapporo 060-0890, Japan. 3. Yamanashi Fisheries Technology Center, Ushiku, Shikishima, Yamanashi 400-0121, Japan. 4. Hokkaido National Fisheries Research Institute, 116 Katsurakoi, Kushiro 085-0802, Japan. 5. Otsuchi Marine Research Center, Ocean Research Institute, University of Tokyo, 2-106-1, Akahama, Otsuchi, Iwate 164-8639, Japan.

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brown trout (*Salmo trutta*) are exotic species in Japanese streams. Dolly varden (*Salvelinus malma*) is a common species in streams of Shiretoko Peninsula, Hokkaido, Japan. A total of 203 rainbow trout and a brown trout were captured, but NO dolly varden was captured in the Orumappu River, Shiretoko Peninsula, in 2002. Density of rainbow trout was high (0.248 m⁻²). Dolly varden was observed before in 1991-2000 in the Orumappu River. These evidences indicate that exotic rainbow trout would replace the native dolly varden over the last 10 years.

はじめに

ニジマス *Oncorhynchus mykiss* とブラウンマス *Salmo trutta* は、国際自然保護連合 IUCN によって“世界の侵略的外来種ワースト100”に指定されるほど生態系へのインパクトが大きい外来魚である(村上・鷺谷 2002)。ニジマスは、北アメリカ太平洋岸およびカムチャツカ半島を原産地とするサケ科魚類で、日本には1877年にアメリカから移入されたといわれている(西内 1991)。北海

道のニジマスは1926年に初めて摩周湖に放流されたが(西内 1991)、その後分布域を拡大し、1996年までに北海道内の72水系において確認されている(鷹見・青山 1999)。特に分布域が拡大したのはルアーフィッシングが盛んになった1970年以降であり、北海道の至るところでニジマスが見られるようになったのは近年のことである(鷹見・青山 1999)。一方、ブラウンマスは、ヨーロッパおよび西アジアを原産地とするサケ科魚類で、日本

には1892年に移入されたといわれている (Elliott 1989)。北海道では1980年に初めて日高地方で発見された後、釣り人の放流などにより急速に分布域を拡大し、2001年までに北海道内の40水系において確認されている (鷹見・青山 1999, 鷹見ら 2002)。北海道の北東端に位置する知床半島においても、最近では幾つかの河川で多数のオシロコマ *Salvelinus malma* に混じってニジマスおよびブラウンマスが採捕されている [図1, ニジマス: チトライ川 (谷口ら 2002), 羅臼川および知西別川, 鬼尾内川 (森田・岸・坪井, 未発表), ブラウンマス: 春菟古丹川および植別川 (北海道水産林務部資料)]。近年, 北海道でもニジマスやブラウンマスによる在来魚への影響が懸念されており, これら2種の天然水域での生態学的情報および在来魚への影響に関する知見が蓄積されつつある (北野ら 1993; 青山ら 1999; Aoyama et al. 1999; 真山 1999; Taniguchi et al. 2000; 三沢ら 2001; Fausch et al. 2001; Taniguchi et al. 2002; 鷹見ら 2002; 神澤 2002; 青山ら 2002; 帰山 2002, 高山ら 2002)。

今回著者らは, 北海道知床半島を流れる居麻布川において, 多数のニジマスと1個体のブラウンマスを採捕したので報告する。知床半島において外来魚であるニジマスが優占種となった河川は, この居麻布川が初記録となる。本報告では, ニジマスとブラウンマスのいくつかの生活史形質を記載するとともに, 在来魚であるオシロコマとの関係について若干の考察をおこなう。

調査地と方法

居麻布川は, 知床半島の東岸を流れオホーツク海に注ぐ流程3.6 km, 川幅が2~6 m, 流域面積3.0 km²の小河川である (図1)。現在この河川の本流部には計2箇所魚道施設のない治山堰堤が設置されている。第一堰堤と第二堰堤は, それぞれ1983年と1985年に設置されたものである。1967年ごろにはオシロコマとサクラマス (ヤマメ) *Oncorhynchus masou* が本河川に生息していたという情報がある。また, 1991-2000年には本河川においてオシロコマ, ニジマス, カラフトマス, シロザケ, イトヨ, カンキョウカジカ, シマウキゴリの生息が確認されている (小宮山 2003)。

調査区は, 河口から第二堰堤より約1 km上流

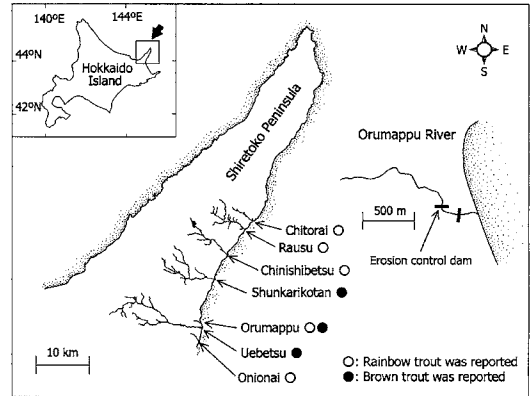


図1. 今回調査を実施した居麻布川とこれまでにニジマス *Oncorhynchus mykiss* またはブラウンマス *Salmo trutta* の採捕記録のある知床半島の河川。Fig. 1. Map of the Orumappu River and the rivers in Shiretoko Peninsula where rainbow trout or brown trout was previously reported.

にある送電線の真下までとした。2002年10月22日と25日に, エレクトロフィッシャー (スミス・ルート社製) と目合い約5 mmのタモ網を用いて魚類の採捕を行った。ニジマスとブラウンマスについては, 尾叉長, 体重を計測したのち, 生殖腺と鱗を採取した。個体の性成熟の判定は, Blackett (1968) に従い, 生殖腺の肉眼的観察によりおこなった。すべての個体は, 第1ステージまたは第2ステージに区分された。第1ステージは, 完全に未発達の生殖腺で, 雌では卵径が0.9 mm未満で卵黄はなく, 雄では全く組織が発達しておらず透明ひも状を示す。第2ステージは, 次の繁殖期に成熟する段階で, 雌では卵径が1.75 mm以上, 雄では精巣が白濁肥大している状態を示す。本報告では, 第1ステージの個体を未成熟, 第2ステージの個体を成熟とした。鱗は万能投影機を用いて観察し, その輪紋の休止帯の数を年齢とした。ニジマスの生息個体数は, プログラムCAPTURE (<http://www.pwrc.usgs.gov/>) を用いて2回採捕の除去法により推定した。なお, 体サイズに依存した捕獲率の違いを考慮するため, 生息個体数の推定は年齢ごとに行った。また, 調査区間の長さと同幅を計測して, 100 m²当たりの生息密度および現存量を計算した。

結果と考察

居麻布川の魚類相

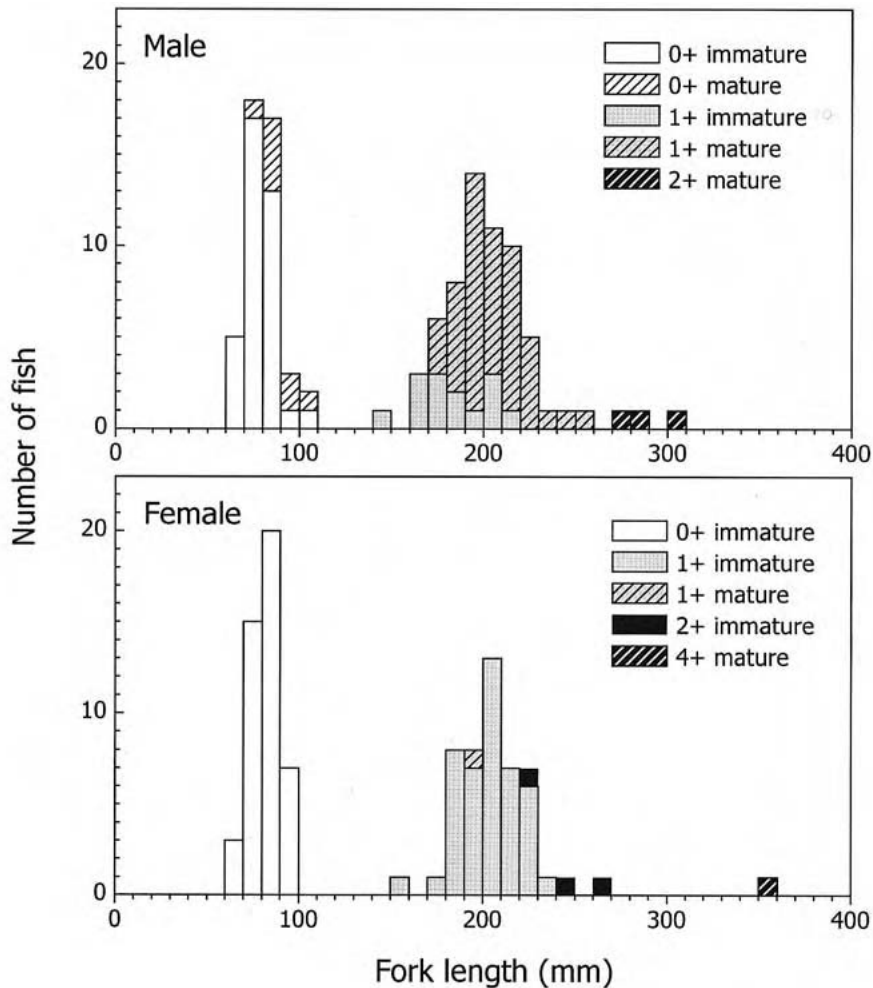


図2. 居麻布川で採捕されたニジマス*Oncorhynchus mykiss*の尾叉長分布. **Fig. 2.** Fork length distribution of rainbow trout captured in the Orumappu River.

居麻布川で採捕された魚類は、ニジマスとブラウンマスを含め4種類であった。河口から第一堰堤までの区間では、採捕個体数の多い順に、ニジマス、シマウキゴリ*Gymnogobius* sp. 1, エゾハナカジカ*Cottus amblyomopsis*, ブラウンマスが採捕された。ブラウンマスは1個体だけ採捕された。第一堰堤から第二堰堤までの区間ではニジマスのみが採捕された。第二堰堤上流では魚類の生息が確認されなかった。過去に生息していたオショロコマとサクラマス(ヤマメ)は、いずれの区間においても1個体も採捕されなかった。

ニジマスとブラウンマスの生活史形質

採捕されたニジマス203個体の尾叉長分布を図

2に示した。雌雄ともに0+から2+歳魚を中心に構成されていた。0+歳魚と1+歳魚の尾叉長は交わらず、二峰形の体サイズ分布を示した。最大の個体は357 mm (4+歳)の雌であった。各年齢の尾叉長は雌雄間で有意差はなく(Student's t-test, すべて $P > 0.05$)、0+歳で64~107 mm (平均81 mm)、1+歳で143~256 mm (平均201 mm)、2+歳で226~300 mm (平均266 mm)であった。雄では0+歳で成熟する個体が確認され、各年齢の成熟率は0+歳で18%、1+歳で77%、2+歳で100%であった。一方、雌の成熟個体は2個体しか確認されず、それぞれ1+歳と4+歳であった。成熟個体の体重に対する生殖腺体重比(GSI: gonad-somatic index)は、雄で2.6~12.5% (平均5.9%)、雌で

3.8~6.5% (平均5.2%) であった。0+歳魚の性比(雄の割合)は0.50で偏りは認められなかったが、1+歳魚の性比は0.58で雄に偏る傾向にあった(Binominal test, $P = 0.07$)。成熟個体の性比は0.97で著しく雄に偏っていた(Binominal test, $P < 0.01$)。このような性比の偏り方は、遡河回遊性のサケ科魚類に見られる特徴であることから(山本ら 1996)、居麻布川のニジマスも一部、特に雌が降海している可能性が考えられる§。

除去法により推定されたニジマスの年齢別の生息個体数、100 m²当たりの密度および現存量を表1に示した。なお、100 m²当たりの密度と現存量は、河口から第二堰堤までの区間について計算した。居麻布川に生息するニジマスの個体数は474個体と推定され、0+歳魚が63%、1+歳魚が35%を占めると推定された。2+歳以上の個体は2%と非常に少なかった。ニジマスの生息密度は100 m²当たり24.8個体と推定され、知床半島の河川に広く分布するオショロコマと同程度であった(北野・中野 1991, 谷口ら 2000, 2002, Kishi et al. 投稿中)。ニジマスの現存量は100 m²当たり1.35kgと推定され、ニジマスよりも小型のオショロコマと比べると多い傾向にあった(Kishi et al. 投稿中)。なお、本研究で用いた2回採捕の除去法による個体数推定法は、特に捕獲率が低いときに過少推定することが知られている(Riley & Fausch 1992)。シミュレーションの結果によると、捕獲率が50%

の場合でも30%の過少推定になると報告されている(Riley & Fausch 1992)。今回の推定値も過少推定している可能性があり、注意が必要である。

採捕されたブラウンマス1個体は、尾叉長483 mmの成熟した雄であった。繁殖期に近かったために体色は黒ずんでいたが、筋肉は鮮やかなピンクであった。鱗には、降海型の特徴である隆起線の間隔が途中から急に広がる部分が認められたため(図3)、海洋を通じて侵入してきた可能性も考えられる。一方、原産国のノルウェーでは、ブラウンマスは生活史の途中に無脊椎動物食から魚食へ変化することが知られており、その時に鱗の隆起線の間隔が急に広がると言われている(Jonsson et al. 1999)。近年、耳石の微量元素分析により、サケ科魚類の回遊履歴を推定する技術が急速に発展しつつある。耳石には、炭酸カルシウムCaCO₃の他に、ストロンチウムSr、亜鉛Zn、マンガンMn、鉄Feなどの元素が微量に含まれている。この中でストロンチウムは、海水の含有量が淡水の100倍以上もあることから、耳石に含まれるカルシウムに対するストロンチウムの比(Sr/Ca比)の挙動を調べることで、個体の回遊履歴を推定することが可能となる。そこで、Arai et al. (2002)に従い、居麻布川で採捕されたブラウンマスの耳石の微量元素分析を行った。その結果、耳石径に沿ったSr/Ca比の変化は認められず、この個体は降海型でないと思われた(図4)。しかし、本種

§ 「降海型のニジマスが遡上するのかどうかを確認するため、産卵期と思われる2003年1月上旬に居麻布川において再度調査を行った。残念ながら、ほとんどの水面は厚い氷で閉ざされており、十分な調査を実施できなかった。しかし、結氷のため河口は完全に閉ざされており、たとえニジマスが降海していたとしても、産卵期近くに本河川に遡上するのは困難であると思われた。

表1. 居麻布川において除去法により推定されたニジマス *Oncorhynchus mykiss* の年齢別の生息個体数、100 m² 当たりの密度および現存量。括弧内の数字は95%信頼区間を示す。Table 1. Population number, density and biomass of exotic rainbow trout estimated by removal method in the Orumappu River. Numbers in parentheses are 95% confidence intervals.

	Population estimate		Density estimate		Biomass estimate	
	(no.)		(no. 100 m ⁻²)		(kg 100 m ⁻²)	
Age 0 ⁺	300	(117-1732)	15.72	(6.1-90.8)	0.13	(0.05-0.75)
Age 1 ⁺	167	(125-303)	8.75	(6.6-15.9)	1.09	(0.82-1.99)
Age 2 ⁺	6	(6-6)	0.31	(0.31-0.31)	0.09	(0.09-0.09)
Age 4 ⁺	1	(1-1)	0.05	(0.05-0.05)	0.03	(0.03-0.03)
Total	474		24.85		1.35	

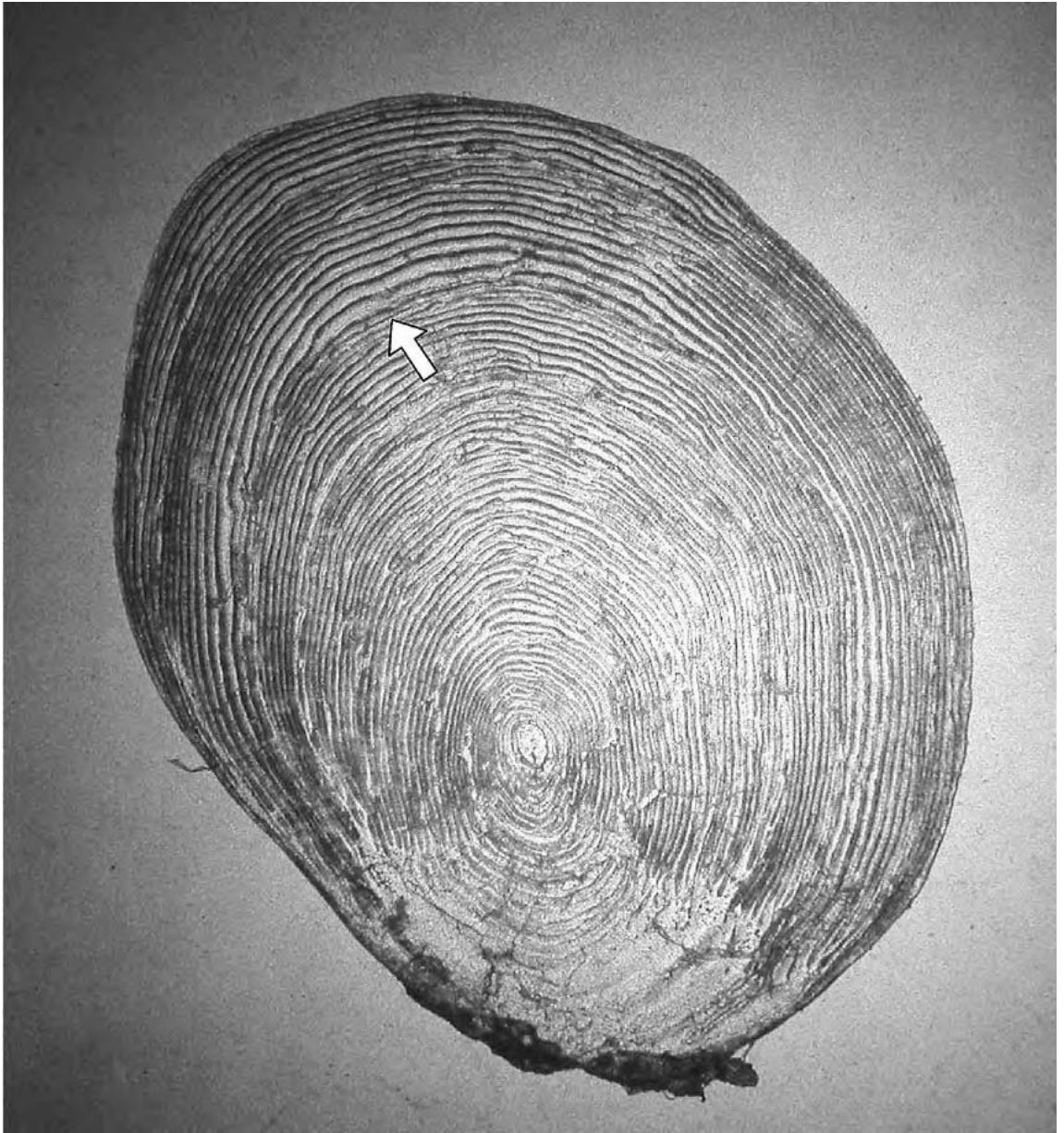


図3. 居麻布川で採捕されたブラウンマス *Salmo trutta* の鱗. 矢印は、隆起線の間隔が途中から急に広がる部分を示す.
Fig. 3. A scale of brown trout captured in the Orumappu River. Arrow indicates the point at which circuli increased in thickness and spacing.

の降海性については、これまでに北海道で幾つか報告されており、人為的に放流されることなしに分布域が拡大することが懸念されている (Aoyama et al. 1999, 青山ら 2002)。ブラウンマスの胃内容物からは、在来魚であるシマウキゴリ 3 個体とトガリネズミ 1 個体が発見し、魚食性が強いというこれまでの知見と一致した (白石・田中 1967, 三沢ら 2001, 帰山 2002, 神澤 2002)。なお、定量的な測定は行わなかったが、ニジマスの胃内容物はヨコエビが中心で、ミミズとヒゲナガカワトビケラも比較的多く含まれていた。

在来のオシヨロコマへの影響

今回の調査で、原生的な自然環境が保存されていると言われる知床半島の河川にも、外来魚であるニジマスとブラウンマスが侵入していることが確認された。特に留意する点は、この地方の河川に普通に生息するオシヨロコマが居麻布川において 1 個体も採捕されなかったことであり、知床半島の河川において、魚類が生息するにもかかわらず

らずオシヨロコマが生息していない河川は、この居麻布川の例が最初の報告となる。小宮山・高橋 (1988) は、知床半島の魚類相の特徴として、魚類の生息が確認できた全河川にオシヨロコマが必ず生息していることを報告し、海からの出入りが可能で温泉水などが流入していない河川であれば、オシヨロコマが河口から源流まで途切れることなく生息すると述べている。実際、居麻布川においても、1991-2000年にはオシヨロコマの生息が確認されている (小宮山 2003)。

外来魚のニジマスやブラウンマスが在来のサケ科魚類と置き換わった例は、北海道でも幾つか知られている。北海道北部の渚滑川支流では、度重なるニジマスの放流のために、以前は生息していたアメマス *Salvelinus leucomaenis* がほとんど見られなくなったという (吉安 1996)。また、北海道中央部の千歳川支流では、わずか 15 年で優占種がアメマスからブラウンマスに置き換わったと報告されている (鷹見ら 2002)。さらに、北海道南部の良留石川の滝上流域は、北海道では珍しい陸封

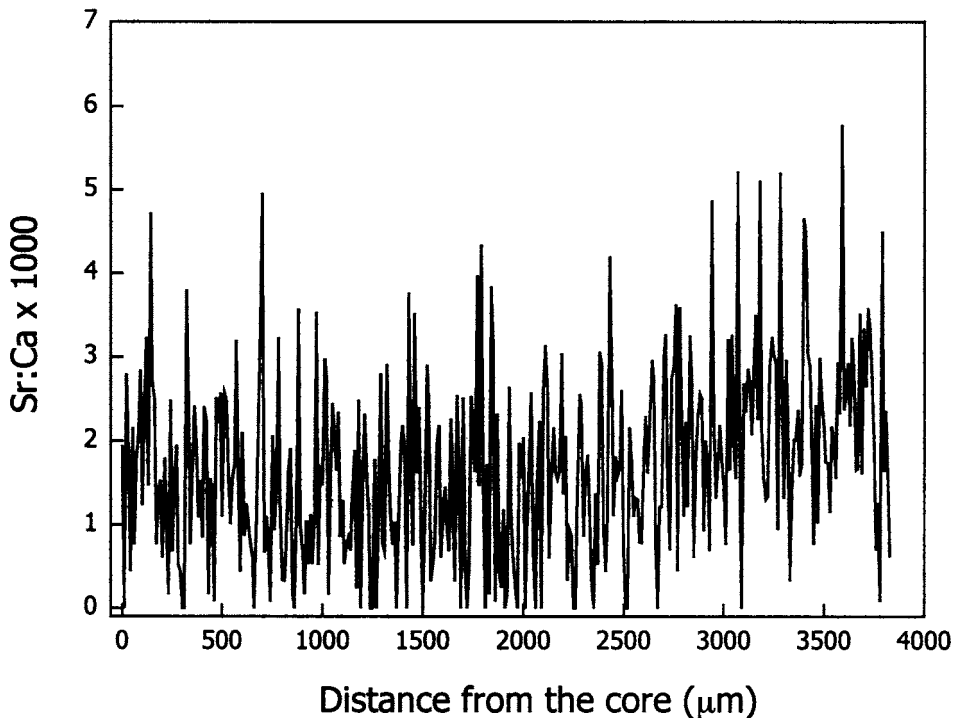


図4. 居麻布川で採捕されたブラウンマス *Salmo trutta* における耳石の核から縁辺部までの Sr/Ca 比。
Fig. 4. Otolith Sr:Ca ratio from core to the edge of a brown trout captured in the Orumappu River.

型のサクラマスが生息する河川として古くから知られていたが(佐野1968), 現在ではニジマスのみが高密度で生息しており, 陸封型サクラマスはほとんど絶滅状態にある(森田未発表). ニジマスやブラウンマスが在来魚に与える負の影響としては, 餌や生息空間をめぐる競争(北野ら1993; 森田ら2002), 産卵環境の重複(Taniguchi et al. 2000; 若林ら2002)および稚魚への捕食(真山1999; Taniguchi et al. 2002)などがこれまでに報告されている. 以上のことを踏まえると, 居麻布川においてもニジマスが増加したことでオシロココマが駆逐されてしまった可能性が否定できない. 勿論, 堰堤設置などによる生息環境の悪化が溪流魚に影響を及ぼしていることも事実ではあるが(谷口ら2002, Morita and Yamamoto 2002, Morita & Yokota 2002), 著者らは居麻布川周辺の本河川と同様に治山堰堤が設置されている小河川群において河口からオシロココマが十分に生息しているのを確認しており, 治山堰堤の設置だけでオシロココマの絶滅を説明することはできない. オシロココマはレッドリストの準絶滅危惧種に指定されており(環境庁1999), 本種を保護する予防的観点からも, ニジマスやブラウンマスの移植放流は厳重に慎むべきである.

外来種はいわば生物兵器のようなものであり, 一旦自然界に侵入すると自己増殖し被害が拡大していく. 現在のところ, 知床半島の河川には準絶滅危惧種のオシロココマが日本でもっとも多く生息し, 北海道各地の河川では在来魚のサクラマス(ヤマメ), アメマス(イワナ)がごく普通に見られる. しかし, 北海道にニジマスやブラウンマスが本格的に侵入してきたのはここ30年のことであり(鷹見・青山1999), 長期的なスケールで考えると現在の状態が続くかどうかは疑わしい. 例えば, ニュージーランドでは19世紀中盤からブラウンマスが精力的に放流され, さまざまな在来魚に負の影響を与えてきた(Townsend 1996). なかでも, ニュージーランドに固有のサケ目魚類であるグレーリング *Prototroctes oxyrhynchus* は, かつてニュージーランド一帯に生息していたが, 1920年以降は全く見られなくなり, 種が絶滅したものと考えられている(Townsend 1996; McDowall 1996). 勿論, 外来魚の他にも環境改変という要因が在来魚を絶滅

に追いやっていることは言うまでもないが, 比較的自然が残っている場所において外来魚が在来魚を追いやっているということも事実である(例えば, 鷹見ら2002; 高山ら2002). さらに, 日本を含む183ヶ国が締約している生物多様性条約においても, 「生態系, 生息地若しくは種を脅かす外来種の導入を防止し又はそのような外来種を制御し若しくは撲滅すること」という締約国の義務が記されている(村上・鷲谷2002). 在来生態系を守るためには, 手遅れになる前に, ニジマスおよびブラウンマスを駆除していくことも必要であろう.

謝辞

本調査を遂行するに当たり, 羅臼ビジターセンターの田澤道弘氏と白井直貴氏にはご協力と便宜を図って頂いた. 北海道大学石城謙吉名誉教授, 標津町在住の小宮山英重氏, 長野県自然保護研究所の北野聡博士には貴重な情報を頂いた. 北海道立水産孵化場の鷹見達也氏には格別なコメントを頂いた. ここに記して感謝する.

引用文献

- 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. 北海道立水産孵化場研究報告53: 29-38.
- Aoyama T., Naito K. & Takami T. 1999. Occurrence of sea-run migrant brown trout (*Salmo trutta*) in Hokkaido, Japan. Scientific Reports of the Hokkaido Fish Hatchery53: 81-83.
- 青山智哉・鷹見達也・下田和孝・小山達也. 2002. 北海道におけるブラウントラウトの年齢と成長および性成熟. 北海道立水産孵化場研究報告56: 115-123.
- Arai T., Kotake A., Aoyama T., Hayano H. & Miyazaki N. 2002. Identifying sea-run brown trout, *Salmo trutta*, using Sr:Ca ratios of otolith. Ichthyological Research49: 380-383.
- Blackett R. F. 1968. Spawning behavior, fecundity and early life history of anadromous dolly varden in southeastern Alaska. Alaska Department of Fish and Game Research Report6: 1-85.
- Elliott J. M. 1989. Wild brown trout *Salmo trutta*: an important national and international resource.

- Freshwater Biology 21: 1-5.
- Fausch K. D., Taniguchi Y., Nakano S., Grossman G. D. & Townsend C. R. 2001. Flood disturbance regimes influence rainbow trout invasion success among five Holarctic regions. *Ecological Applications* 4: 798-807.
- Jonsson N., Nasje T. F., Jonsson B., Saksgard R. & Sandlund O. T. 1999. The influence of piscivory on life history traits of brown trout. *Journal of Fish Biology* 55: 1129-1141.
- 婦山雅秀. 2002. ブラウントラウト. 村上興正・鷺谷いづみ (監), 外来種ハンドブック. pp.113. 地人書館, 東京.
- 環境庁. 1999. レッドリスト 汽水・淡水魚類.
- 神澤裕平. 2002. 戸切地川におけるブラウントラウトの食性及び在来魚類への影響. 北海道大学水産学部生物生産科学科育種生物学講座卒業論文, 20pp.
- 北野聡・中野繁. 1991. 知床半島, 幌別川水系におけるオシロココマ (*Salvelinus malma*) の成長, 性成熟および食性. 知床博物館研究報告 13: 1-12.
- 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採餌および繁殖生態. 日本水産学会誌 59: 1837-1843.
- 小宮山英重. 2003. 知床の淡水魚. 斜里町立知床博物館 (編), しれとこライブラリー 4. pp.10-141.
- 小宮山英重・高橋剛一郎. 1988. 河川の魚類. 大泰司紀之・中川元 (編), 知床の動物. pp.4-19. 北海道大学図書刊行会, 札幌.
- 真山紘. 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捕食. さけ・ます資源管理センター研究報告 2: 21-27.
- McDowall R. M. 1996. Threatened fishes of the world: *Prototroctes oxyrhynchus* Gunther, 1870 (Prototroctidae). *Environmental Biology of Fishes* 46: 60.
- 三沢勝也・菊池基弘・野澤博幸・婦山雅秀. 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. 国立環境研究所研究報告 167: 125-132.
- Morita K. & Yamamoto S. 2002. Effects of habitat fragmentation by damming on the persistence of stream-dwelling charr populations. *Conservation Biology*. 16: 1318-1323.
- Morita K. & Yokota A. 2002. Population viability of stream-resident salmonids after habitat fragmentation: a case study with white-spotted charr (*Salvelinus leucomaenis*) by an individual-based model. *Ecological Modelling* 155: 85-94.
- 森田健太郎・坪井潤一・松田裕之. 2002. ニジマスとブラウンマスはイワナを追い遣るのか? -瀬と淵の密度の関係から探る-. 第24回魚類系統研究会要旨集.
- 村上興正・鷺谷いづみ (監). 2002. 外来種ハンドブック. 389pp. 地人書館, 東京.
- 西内修一. 1991. ニジマス. 長澤和也・鳥澤雅 (編), 北のさかなたち. pp.58-63. 北日本海洋センター, 札幌.
- Riley S. C. & Fausch K. D. 1992. Underestimation of trout population size by maximum-likelihood removal estimates in small streams. *North American Journal of Fisheries Management* 12: 768-776.
- 佐野誠三. 1968. 良留石 (ラルイシ) 山の河川型サクラマスの記録. 魚と卵 128: 28-29.
- 白石芳一・田中実. 1967. 中禅寺湖におけるブラウンマスの食性について. 淡水区水産研究所研究報告 17: 87-95.
- 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. 日本水産学会誌 68: 24-28.
- 鷹見達也・青山智哉. 1999. 北海道におけるニジマスおよびブラウントラウトの分布. 野生生物保護 4: 41-48.
- 鷹見達也・青山智哉・小山達也. 2002. ブラウントラウトが増えた川, 増えない川. 第24回魚類系統研究会要旨集.
- 高山肇・菊池基弘・若菜勇. 2002. 北海道の湖沼. 村上興正・鷺谷いづみ (監), 外来種ハンドブック. pp.113. 地人書館, 東京.
- 谷口義則・岸大弼・三宅洋・河口洋一・岩田智也・三橋弘宗・野崎健太郎・村上正志・西川絢子・加藤千佳・中野繁. 2000. 知床半島の河川に

おけるオシヨロコマおよびサクラマスの個体群の現状. 知床博物館研究報告21: 43-50.

Taniguchi Y., Miyake Y., Saito T., Urabe H. & Nakano S. 2000. Redd superimposition by introduced rainbow trout on native charrs in a Japanese stream. *Ichthyological Research*47: 149-156.

谷口義則・岸大弼・河口洋一. 2002. 知床半島東西岸の37河川における河川性サケ科魚類個体群の現状－特に河川工作物の影響を中心に－. 知床博物館研究報告23: 37-46.

Taniguchi Y., Fausch K. D. & Nakano S. 2002. Size-structured interactions between native and introduced species: can intraguild predation facilitate invasion by stream salmonids? *Biological Invasions*4: 223-233.

Townsend C. R. 1996. Invasion biology and ecological impacts of brown trout *Salmo trutta* in New Zealand. *Biological Conservation*78: 12-22.

若林輝・中村智幸・久保田仁志・丸山隆. 2002. 中禅寺湖流入河川におけるサケ科魚類3種の産卵生態. *魚類学雑誌* 49: 133-141.

山本祥一郎・高橋芳明・北野聡・後藤晃. 1996. 北海道南部の河川におけるアメマスの河川残留型雌. *魚類学雑誌*43: 101-104.

吉安克彦. 1996. 岩魚草紙. 255pp. 朔風社, 東京.

