

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

佐藤拓哉¹・渡辺勝敏^{2,3}

¹〒514-8507 三重県津市上浜1515 三重大学生物資源学部

²〒630-8506 奈良市北魚屋西町 奈良女子大学理学部

³現住所 〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 京都大学大学院理学研究科

(2003年6月27日受付；2004年1月15日改訂；2004年2月4日受理)

キーワード：サケ科、産卵床、生息密度、保全

魚類学雑誌
Japanese Journal of
Ichthyology

© The Ichthyological Society of Japan 2004

Takuya Sato* and Katsutoshi Watanabe. 2004. Spawning site characteristics of Kirikuchi charr *Salvelinus leucomaenoides japonicus*: southernmost population, and effects of angling pressure. *Japan. J. Ichthyol.*, 51(1): 51–59.

Abstract Population size and spawning site environment of the endangered southernmost population of Kirikuchi charr *Salvelinus leucomaenoides japonicus* were investigated in a tributary on the upper reaches of the Totsu River system, Nara Prefecture, central Japan, in 2001. The total number of fish ≥ 100 mm in fork length (FL) in May was estimated to be 308 ± 50 (SE). Water depth and gravel size at spawning sites were 15 ± 13 cm (mean \pm SD) and 31 ± 8 cm, respectively. Spawning sites were found mainly at upstream sites, freely accessible to the fish. The number of fish ≥ 130 mm in FL had dropped in the lower section of the tributary in July, most probably as a result of leisure fishing. Spawning redds were clearly fewer in the lower sections than further upstream. These results indicated that fishing pressure on the population had been heavy, resulting in a decreased level of reproduction population.

*Corresponding author: Laboratory of Fish Population Dynamics, Faculty of Bioresources, Mie University, 1515 Kamihama, Tsu, Mie 514-8507, Japan (e-mail: river-river@av8.mopera.ne.jp)

イワナ属 *Salvelinus* は、北半球の冷水域に分布するサケ科魚類であり、日本では北海道と本州に2種6亜種 *S. malma malma*, *S. m. miyabei* と *S. leucomaenoides leucomaenoides*, *S. l. pluvius*, *S. l. japonicus* および *S. l. imbricus* が分布している（細谷, 2000）。キリクチはヤマトイワナ *S. leucomaenoides japonicus* の地域個体群であり、紀伊半島の十津川水系のみに分布している（御勢, 1961）。キリクチはイワナ属の中で世界最南部に生息する個体群であり、他の個体群から地理的に大きく隔離されている（Scott and Crossman, 1973）。本個体群はかつて十津川水系の上流域や日高川水系の上流域に広く分布していたが、主に生息環境の荒廃や砂防堰堤等による

個体群の分断、移入種であるニッコウイワナ *S. leucomaenoides pluvius* との交雑、さらには遊漁者による乱獲によって個体群規模で急速に減少し、現在では十津川水系の2つの流域のごく一部の支流に生息するのみとなっている（御勢, 1961; 久保, 1998; 佐藤ほか, 未発表）。キリクチについては、その希少性や学術的重要性により、一部の生息地の個体群が1962年に奈良県の地域指定天然記念物に指定されている（奈良県教育委員会, 1974）。また、環境省のレッドデータブック（日本の絶滅のおそれのある野生生物）では、紀伊半島全域のキリクチが「絶滅のおそれのある地域個体群(LP)」として掲載されている（田中, 2003）。

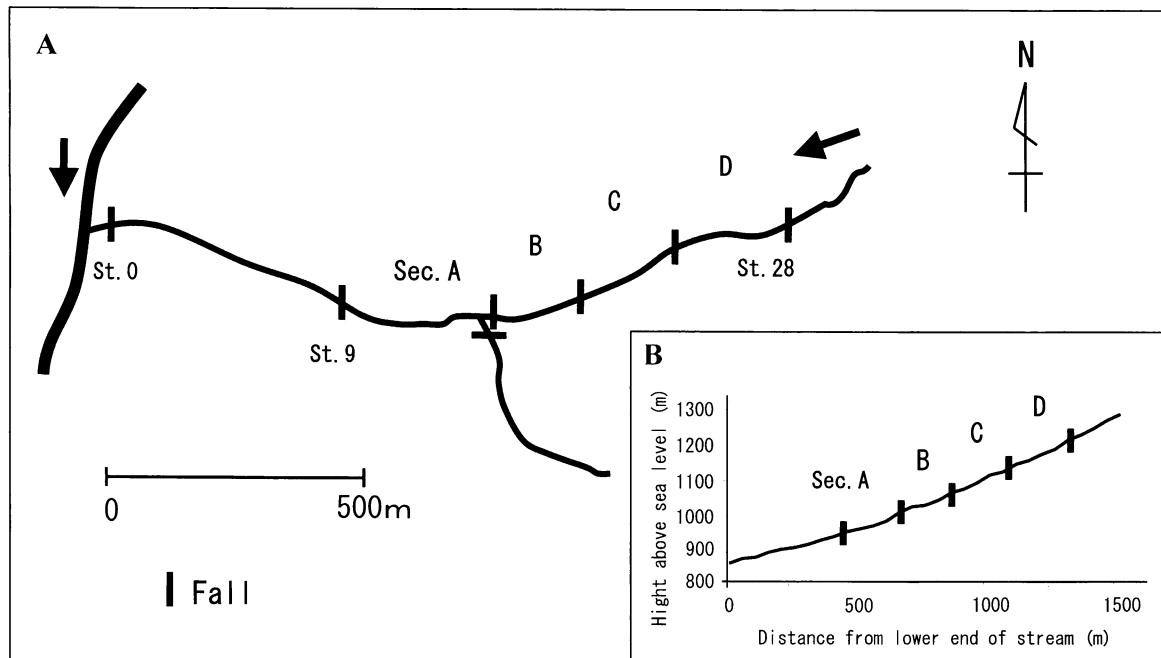


Fig. 1. Map of the study area in a tributary on the upper reaches of the Totsu River system (A) and stream profile (B). Sec. A–D indicate studied sections. Arrows indicate direction of flow. Vertical bars indicate waterfalls which separated the sections.

このような状況にもかかわらず、キリクチの保護対策としては、前述のように、一部の生息地の個体群が天然記念物に指定されているのみであり、指定地域外のキリクチは遊漁の対象となっている。キリクチに関する個体群生態学的研究はほとんどなされておらず、保護策を検討するための基礎資料は整っていない。わずかに、キリクチが局在する一つの流域の個体群について、生息状況と産卵生態についての報告がなされている（名越、1995, 1998; 森ほか, 1998）。

本研究は、生態学的研究がほとんどなされていないもう一方の流域に生息するキリクチ個体群について、生息密度、体サイズ組成、そして産卵場所環境に注目した調査を行った。産卵場所環境については、これまで多くのサケ科魚類で研究されている産卵床の立地環境に加え（例えば、丸山, 1981; Parsons and Hubert, 1988; Young et al., 1989; Young and Hubert, 1991; 名越, 1995; 中村, 1999a, bなど）、滝などの遡上障害と産卵床を確認した淵の位置関係や繁殖期終了後の産卵場所環境についても調査した。また、体長分布の季節変化などに基づき、釣獲圧が個体群に与える影響についても検討し、本調査地のキリクチ個体群とそれを取り巻く環境の現状と保全について議論する。

調査場所と方法

調査場所 調査は2001年3月19日–11月28日に、十津川水系の支流に流入する谷において行った（Fig. 1）。調査地の詳しい所在については保護の目的から公表しない。本谷は標高約1300mを源とし、標高860mで支流に流入する深いV字谷である。流域面積は約1.9 km²、流程は約1.5kmであり、流れ幅は最小0.8m、最大4.3mであった。河川形態はAa型（水野・御勢, 1993）、河床勾配は平均約28%であった（Fig. 1）。釣りと潜水目視による予備調査においてイワナ以外の魚類は確認されなかった。谷の中間点付近（支流との合流点から約700m上流）に流入する支谷には、キリクチのみが生息していたが、落差約12mの滝によって本谷とは分断されていた（Fig. 1）。調査期間中の最低水温は2001年3月の5.5°C、最高水温は同年8月の16.3°Cであった。調査区間の上流と下流の水温差は1°C以下であった。溪畔林としては落葉広葉樹林とスギ *Cryptomeria japonica* の植林が混在しているが、流路の上部は谷全体を通して落葉広葉樹に覆われていた。

本谷を水源に近い伏流点まで50m間隔に区切り、下流からSt. 0–St. 30とした。St. 0–St. 8に生息

する個体群では、遺伝的解析によって、放流されたニッコウイワナとキリクチの交雑が示唆されたため（出店映子ほか、未発表データ），調査区間は、純粋なキリクチの生息が確認されたSt. 9からSt. 27の25 m上流にある滝（落差約2.5 m）までとした。

調査範囲内にある滝を落差によって滝（0.8–1.9 m）と大滝（2.0 m以上）に区分した。調査範囲を大滝の位置より区間A（St. 9からSt. 14の大滝、流程約275 m）、区間B（St. 14の大滝からSt. 17の大滝、約175 m）、区間C（St. 17の大滝からSt. 22の大滝、約225 m）、区間D（St. 22の大滝からSt. 27の大滝、約275 m）の4区間に分けた（Fig. 1）。以下、区間AとBを合わせ下流区間、区間CとDを合わせて上流区間とする。区間A–Dにはそれぞれ27–59個の淵と6–15個の滝が含まれていた（Table 1）。調査区間内のすべての淵において、淵の長さと流れ幅（流入部、流出部、および最大流れ幅）、および水深を測定して1 mm方眼紙に淵の図を描き、水表面積と体積を求めた（Table 1）。

生息個体数と体サイズ キリクチの採捕はミミズを餌とする釣りによって行った。釣りによる採捕では1歳以下と考えられる個体が採捕され難いため（最小サイズは尾叉長83 mm）、個体数推定や体サイズ組成の解析は、尾叉長100 mm以上の個体を対象にした。5月と7月にそれぞれ2日かけ、調査区間全域における採捕を計2回行った。5月に採捕した個体については、1 mm単位で尾叉長を測定し、標識を付けた後、採捕した場所へ放流した。採捕魚への標識は、腹鰓、臀鰓、あるいは尾鰓の先端を3–5 mm角程度切除した。移動の有無を確認するため、切除する鰓を区間A–Dで変えた。

2回目（7月）に採捕した個体については、尾叉長を測定して標識の有無を確認した後、採捕した場所へ放流した。

これら2回の採捕結果に基づき、期間中の移出入や死亡はないものと仮定して、Petersen法の小標本の場合の補正法であるChapmanの式（伊藤・村井、1977参照）によって5月時点での生息個体数を推定した。

$$\hat{N} = (M+1)(C+1)/(R+1) - 1$$

$$\hat{V}(n) = (M+1)(C+1)(M-R)(C-R)/(R+1)^2(R+2)$$

ただし、 M は標識放流個体数、 C は2回目の総捕獲個体数、 R は標識魚の再捕獲個体数、 \hat{N} は推定個体数、そして $\hat{V}(N)$ はその分散である。この推定において、期間中に漁獲や死亡による個体の逸失があったとしても、標識魚と非標識魚の間で差がなければ5月時点の個体数推定には影響はない。生息密度は、推定した個体数を各区間の距離、水表面積、および淵の数で除した値とした。標識放流個体数に対する再捕個体数の割合(R/M)は釣りによる捕獲率の推定値となるので、それを4つの区間で比較することにより、各区間での捕獲率が河川規模などの環境の相違によって異なったかどうかを検討した。

各区間における体長組成の季節変化を調べるために、5月と7月の尾叉長分布を区間ごとに比較した。大型個体として、釣獲対象として価値が高く、また繁殖期にペア産卵に参加していた130 mm以上の個体（佐藤、未発表）を区別し、それらが全個体に占める割合を、5月と7月について下流区間と上流区間で比較した。計測した尾叉長の3乗が体重にほぼ比例すると仮定し、尾叉長の3乗値を相

Table 1. Number of pools and waterfalls, and size of pools in each study section in the Totsu River system

Section	No. of pools	No. of falls	No. of pools between falls	Area (m ²)	Volume (m ³)
A	40	6	6.7±2.1 (4–10)	10.0±7.1 (2.2–40.8)	3.6±3.9 (0.8–16.3)
B	27	6	4.5±2.7 (2–9)	9.7±6.3 (1.8–17.6)	2.8±2.3 (0.4–7.9)
C	42	6	7.0±4.6 (2–14)	6.8±4.4 (1.2–16.8)	2.1±2.1 (0.3–8.9)
D	59	15	3.9±2.4 (2–11)	5.5±3.6 (1.2–16.1)	1.8±1.5 (0.2–7.5)
	df=3, $\chi^2=12.3$	—	—	df=3, $H=20.2$	df=3, $H=20.2$
Significance	$P=0.006^a$	no ^a	$P=0.084^b$	$P<0.001^b$	$P<0.01^b$

Data shown as average±SD (range). ^a χ^2 test; ^b Kruskal–Wallis test.

対的な体重の指標として同様の比較を行った。

繁殖期と産卵場所特性 2001年10月28日、11月1, 7, 16, 28日に調査区間全域において、繁殖行動と産卵床の目視観察を行った。繁殖行動を確認した場合は、淵内における産卵床の位置を先に作成した淵の図に記録した。また、直接繁殖行動を確認できなかつた産卵床についても、形状と触診によって掘り行動が行われたと判断された場合には産卵床として計数した。

繁殖期終了後、確認したすべての産卵床について、産卵床の中心の水深と優占する底質（礫の中間粒径）、および産卵床の直上にかかるカバー（大岩や樹木の被覆など）の有無を測定・記録した。これらの測定項目のうち、水深と底質両方の測定値の範囲内に入る場所を産卵可能地と定義した。そして、調査区間内のすべての淵（計168個）を、産卵可能地がなかつた淵（NSL; No Suitable Location）、産卵可能地があり、実際に産卵床が確認された淵（SL-RP; Suitable Location–Redds Present）、産卵可能地はあるが、産卵床が確認されなかつた淵（SL-RA; Suitable Location–Redds Absent）の3タイプに分けた。これら3タイプの淵の間で、水表面積や遡上障害となる滝との位置関係に違いがないかを調べた。また、繁殖期終了後、産卵可能地があると評価された淵において、落葉・落枝の堆積について次のような3段階で記録した：実際の産卵床や産卵可能地の上に直接堆積している；直接堆積はしていないが、同じ淵内には堆積している；同じ淵内に堆積していない。

結果

生息密度と体長組成 各区間における標識放流個体数に対する再捕個体数の割合（*R/M*），つまり、生息個体数に対する釣りによる捕獲率は4つの区

間で18–26%（平均±標準誤差=22±2%）であり、区間の間で有意な差はみとめられなかつた（分割表に関する正確確率検定，*P*=0.70; Table 2）。推定生息個体数は、4つの区間でそれぞれ60–91個体であり、調査区間全域では308±50個体であった（Table 2）。生息密度については、各区間の距離、水表面積および淵の数を単位としたいずれの結果も区間によって大きく異ならなかつた（Table 2）。5月から7月の間に、区間Cから区間Bへの1個体（尾叉長132mm）の移動が確認されたが、それ以外に区間を越える移動はみとめられなかつた。

調査区間全域から採捕された個体の尾叉長は、5月では最大で211mm、最小で86mm、そして平均（±標準偏差）で135±28mm、7月では最大321mm、最小83mm、そして平均138±44mmであった。各区間で採捕された個体の尾叉長の間には、7月においてのみ有意な差がみとめられた（Kruskal-Wallis検定：5月，*P*=0.234；7月，*df*=3，*H*=8，*P*=0.043；Fig. 2）。また、大型個体（130mm以上）の割合は、7月においてのみ下流区間（29%）と上流区間（57%）で有意に異なり、上流区間で高かった（Fisherの正確確率検定：5月，*P*=0.321；7月，*P*=0.014）。大型個体の体重の指標値（尾叉長の3乗）は、下流区間と上流区間でそれぞれ、5月には計 $8.79 \times 10^7 \text{ mm}^3$ と $9.19 \times 10^7 \text{ mm}^3$ 、7月には計 $7.79 \times 10^7 \text{ mm}^3$ と $2.03 \times 10^8 \text{ mm}^3$ であった。上流区間では5月から7月にかけて約2.2倍の増加が見られたのに対し、下流区間では0.9倍に減少した。7月には下流区間の値は上流区間の値の約0.4倍の値を示した。

繁殖期の推定 2001年10月28日の調査では、調査区間全域で確認した産卵床は2床のみであつた（Fig. 3）。また、11月16日には繁殖行動は見られなかつたが、形状および触診による計数によつ

Table 2. Population estimates of Kirikuchi charr in each study section in the Totsu River System in May 2001

Section	Length (m)	Fish marked (May)	No of captures (July)	No of recaptures ^a	Estimated population ^b	Population densities (population/m, m^2 , pools) ^c
A	275	18	21	4 (21%)	84±26	0.31, 0.14, 2.09
B	150	11	14	2 (18%)	60±23	0.40, 0.20, 2.22
C	225	9	21	2 (22%)	73±29	0.32, 0.17, 1.75
D	275	27	25	7 (26%)	91±27	0.33, 0.20, 1.54
Total	925	65	81	15 (23%)	308±50	0.33, 0.17, 2.01

^a Percentage of recaptures in parentheses; ^b number of individuals±standard error; ^c population/m of each study section, area (m^2) of each study section, number of pools in each study section, respectively.

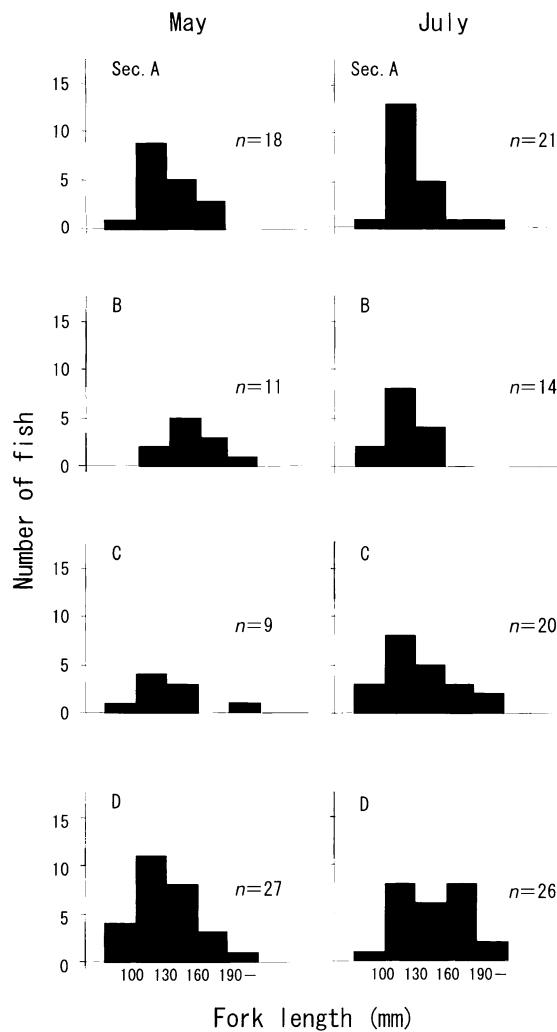


Fig. 2. Frequency distributions of fork length of Kirikuchi charr in each study section in May and July, 2001.

て新たな産卵床が8床確認された。11月28日には、繁殖行動や新たな産卵床は確認できなかった。これらのことから、2001年の繁殖期は10月下旬に始まり、11月中旬には終了したと考えられた。各調査日に確認された産卵床数について区間の間で有意な差がみとめられ（分割表に関する正確確率検定、 $P=0.014$ ）、繁殖期は下流区間から始まり、上流へ行くほど遅くまで続く傾向にあった（Fig. 3）。

各区間で確認された産卵床の総数は、区間A、B、C、Dでそれぞれ1、4、6、11床であり、調査範囲全域で22床確認された。確認された産卵床の数は、区間の間で有意な差がみとめられ（適合度に関する正確確率検定、 $df=3$, $\chi^2=9.636$, $P=0.021$ ），

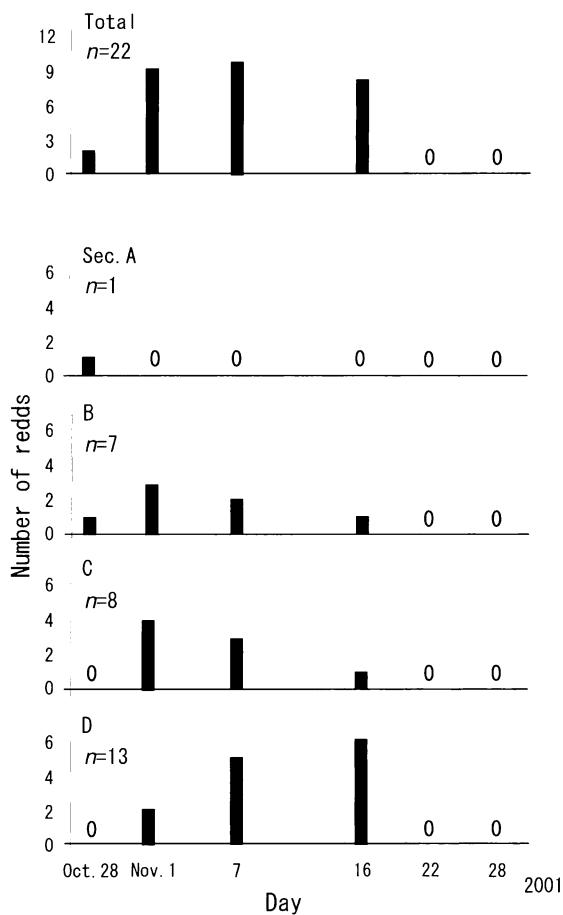


Fig. 3. Seasonal changes in number of observed spawning redds of Kirikuchi charr. Redds counted only once for total number.

上流区間ほど多かった。

産卵場所環境 産卵床の中心の水深は10–67 cm（平均値±標準偏差= 25 ± 13 cm, $n=22$ ）であり、優占する底質（礫の中間粒径）は20–54 mm (31 ± 8 mm, $n=22$) であった。カバーは全22床中10床(45%)でみとめられた。

水深と優占する礫の中間粒径が上記の範囲内にある場所を産卵可能地とし、その場所をもつ淵を、産卵可能地のある淵と定義した。そして、調査範囲内にあるすべての淵（計168個）を産卵可能地の有無と実際の産卵床の有無によって評価したところ、産卵可能地のある淵の数(SL-RPとSL-RA)は区間Dで最も多く(26個)、また区間Bで最も少なく(10個)、区間によって有意な差がみとめられた（適合度に関する正確確率検定、 $df=3$, $\chi^2=9.125$, $P=0.029$; Table 3）。また、下流区間と上流区間ににおける産卵可能地（SL-RPとSL-RA）

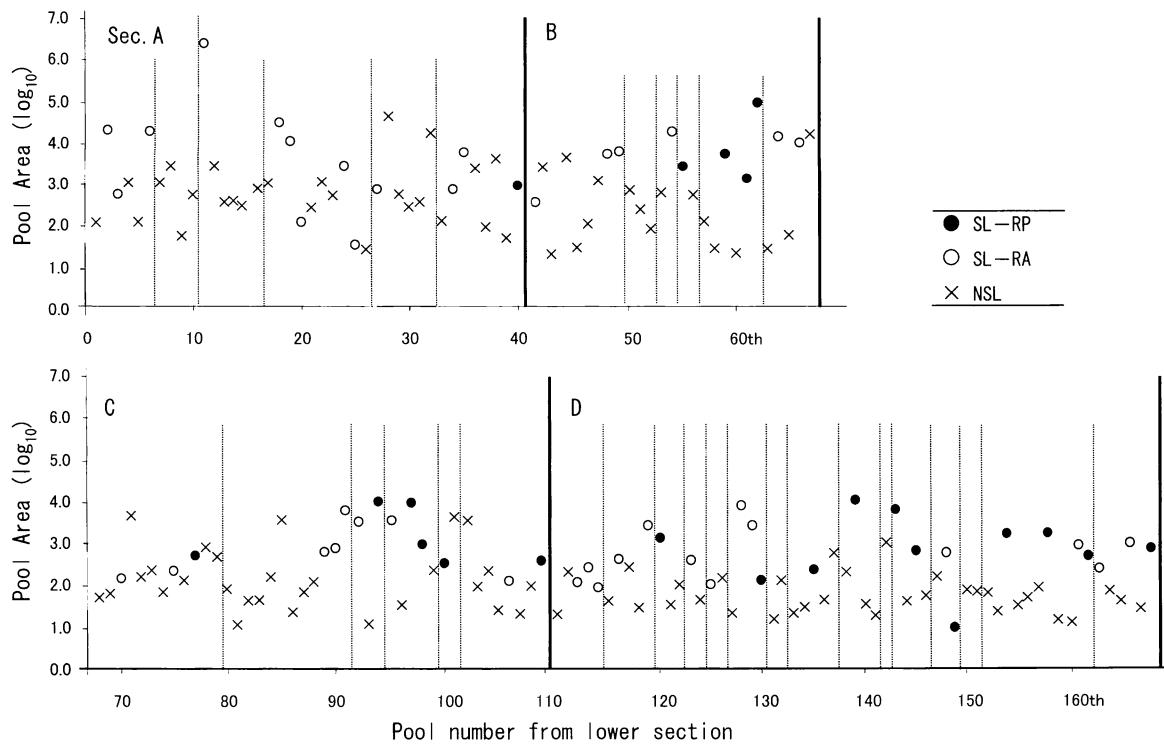


Fig. 4. Distribution and area of pools classified into three types based on environmental characteristics of spawning sites. Solid and broken lines indicate high ($>2.0\text{ m}$) and low (0.8–2.0 m) waterfalls, respectively. SL, pools with suitable locations for spawning redds; NSL, pools lacking suitable locations for spawning redds; RP, redds present; RA, redds absent.

の数はそれぞれ23個と41個であり、上流区間で多かった。(2項検定, $P=0.033$; Table 3).

3つのタイプの淵 (SL-RP と SL-RA および NSL) と滝の位置関係を淵の水表面積とともに Fig. 4 に示す。各区間ともに、淵の水表面積については3タイプ間で有意な差がみとめられた (Kruskal-Wallis 検定: 区間 B, $df=2, H=11, P=0.018$; 区間 C, $df=2, H=15, P<0.001$; 区間 D, $df=2, H=26, P<0.001$; 区間 A, SL-RP が1つのみであったため比較不能)。産卵可能地のない NSL の水表面積は、いずれの区間ににおいても産卵可能地のある淵 (SL-RP と SL-RA) よりも小さい傾向がみとめられた (Scheffé の多重比較: 区間 B の NSL と SL-RP の間を除いて $P<0.05$)。一方、産卵可能地のある SL-RP と SL-RA の水表面積の間には、いずれの区間においても有意な差はみとめられなかった (Scheffé の多重比較、区間 B, $P=0.97$; 区間 C, $P=0.90$; 区間 D, $P=0.93$)。

SL-RP は滝の直下で8カ所とそれ以外の場所で6カ所、そして SL-RA はそれぞれ14カ所と36カ所であり、両者の分布には有意な差はみとめられな

Table 3. Number of pools classified into three types based on environmental characteristics of spawning sites, with data on leaf litter accumulation

Section	No. of pools	Pool type		
		SL-RP	SL-RA	NSL
A	40	1 (1, 0)	12 (2, 7)	27
B	27	4 (2, 2)	6 (3, 1)	17
C	42	6 (4, 2)	9 (2, 4)	27
D	59	11 (9, 2)	15 (4, 9)	33
Total	168	22 (16, 6)	42 (11, 21)	104

SL: pools with suitable locations for spawning redds, NSL: pools lacking suitable locations for spawning redds. RP: redds present, RA: redds absent. In parentheses, total number of pools with accumulated leaf litter, pools with litter accumulation on suitable redd locations, pools with suitable redd locations letter-free, but litter elsewhere, respectively.

かった (Fisherの正確確率検定, $P=0.058$; Fig. 4). しかし, 平水時の移動が容易と考えられる滻と滻に挟まれる各範囲内においては, SL-RPはSL-RAより常に上流側で確認された (9例中9例; 2項検定, $P=0.004$; Fig. 4).

繁殖期終了後の落葉・落枝の堆積 落葉・落枝の堆積がみとめられた淵の割合は、産卵可能地のある2つのタイプの淵 (SL-RPとSL-RA) の間で有意な差がみとめられ (順に100%, 76%; 正確確率検定, $P=0.015$; Table 3), SL-RPでは落葉の堆積がみとめられた淵の割合が特に高かった。また、それぞれの淵内での落葉・落枝の堆積をその堆積場所から3段階で評価した結果, SL-RPとSL-RAでは評価の頻度に有意な差がみとめられ (正確確率検定, $P<0.001$; Table 3), SL-RPでは落葉・落枝が産卵床の上に直接の堆積している淵の頻度が特に高かった。

考 察

産卵場所特性 イワナの産卵床の立地条件としては、産着卵への酸素供給量に関わる底質と水深が特に重要であるため (丸山, 1981; Young and Hubert, 1991), 本研究ではこれらの測定値を用いて産卵可能地の評価を行った。しかし、一般にサケ科魚類では実際に産卵が行われた産卵床と形状の類似した擬似産卵床を掘ることが知られている (例えば、丸山, 1981; 中村, 1999a)。本研究ではキリクチの希少性に考慮して卵の直接確認は行わず、擬似産卵床と産卵が行われた産卵床を区別せずに底質と水深の計測を行った。そのため、産卵床の確認の際に擬似産卵床が含まれていた場合、産卵可能地の評価の基準が緩くなっている可能性がある。このような限界はあるものの、以下では今回観察・評価された産卵床とその立地環境に基づいて、キリクチの産卵場所特性について議論する。

産卵床の多くは滻の下付近で確認され、移動が容易であると考えられる範囲において、実際に産卵床が確認されたSL-RPは産卵床が確認されなかつたSL-NRよりも常に上流に位置していた。SL-RPとSL-RAは滻の下付近に偏っておらず、また、両者の水表面積にも差違はみとめられなかつた。したがって、少なくとも今回検討した産卵場所条件において、産卵に適した環境のある淵が滻の下付近にのみ存在していたとは考えにくい。一方、サケ科魚類では、繁殖期に成熟個体の移動性が高まっていることが知られている (例えば、Nakano et

al., 1990; Brown and Mackay, 1995; Swanberg, 1997; 中村, 1998; Nakamura et al., 2002)。中村 (1998) は本流から支流への顕著な遡上を報告しており、同様の遡上は海外のサケ科魚類でも報告されている (Brown and Mackay, 1995; Swanberg, 1997)。本調査地には、移動を阻害すると考えられる滻が連續して存在するが、小さく分断された範囲内で成熟個体による遡上があつたため、結果として滻の下付近の淵が多く利用されたと推察される。

産卵場所の人為的な造成によるサケ科魚類の資源量回復は、欧米では頻繁に試みられており (Klassen and Northcote, 1988; Avery, 1996; House, 1996; Kondolf et al., 1996), 近年日本でも有効な手法であることが報告されている (中村, 1999b)。これらの手法は主に、河道を横断するように流木を設置してその下流に淵を作り、淵尻に砂礫を入れて産卵場所を造成するというものである。本研究や中村 (1998) で示唆されたように、繁殖期における遡上行動と滻などの移動阻害物の関係に考慮すると、産卵場所を滻の下付近に造成することは、その効果を高める上で重要だと考えられる。

繁殖期終了後、産卵床を確認した淵では落葉・落枝の堆積が特に多く見られた。落葉・落枝の堆積とキリクチの繁殖成功との関係は明らかではないが、河川内の堆積物はサケ科魚類の稚魚の生息場所として重要であることが知られている (山本・加藤, 1984; Murphy et al., 1986; Inoue et al., 1997; Inoue and Nakano, 1998)。産卵場所付近に堆積した落葉・落枝は、稚魚の浮上期 (3-4月) にも観察されたため、結果として稚魚にとって重要な採餌場所や隠れ場所を提供していると推察される。

釣獲圧が個体群に与える影響 本研究では、キリクチの採捕を釣りによって行った。5月に行った調査区間全域からの採捕では、同時点の推定個体数の約1/5にあたる65個体を採捕しており、釣獲による個体群への影響が非常に大きいと推察される。

調査に際して行った地元漁協への聞き取り調査から、遊漁者による釣獲圧は上流区間よりも下流区間の方が高いと推察された。5月から7月にかけて、下流区間では釣獲対象として価値が高いと考えられる大型個体が明らかに減少していた。また、大型個体の相対的な体重の指標は、5月には下流区間と上流区間で大きな差は見られなかつたが、7月には下流区間で減少が見られ、上流区間のおよそ1/4となつた。一方、標識再捕法の結果、5月から7月の間に区間を超える移動をした個体は、区

間Cから区間Bへ降下した1個体(尾叉長132 mm)のみであった。また、一般に河川性サケ科魚類では、非繁殖期における高い定住性が報告されている(例えば、Nakano et al., 1990; Brown and Mackay, 1995; 北野ほか, 1995)。これらのことから、下流区間での大型個体の減少は移動によるものとは考えにくく、釣獲圧の影響を受けた可能性が高い。

各区間で確認された産卵床の数は下流区間で明らかに少なく、釣獲による繁殖個体の減少が再生産量に影響を与えていたものと推察される。また、釣獲圧が大型個体に偏ることは、繁殖個体の小型化にも繋がると推察される。この結果、一個当たりの抱卵数が減少して(山本, 2001), 再生産量をさらに低下させると考えられる。本個体群において、もし釣獲圧を十分に下げることができれば、生息個体数の増大や絶滅の可能性の低減が望めると考えられる。

謝 詞

本研究を行うにあたり、近畿大学農学部水産学科の細谷和海教授、姫路工業大学の田中哲夫助教授、奈良女子大学の名越 誠名誉教授、三重大学生物資源学部の原田泰志助教授、および栃木県水産試験場の久保田仁志氏には貴重なご助言を頂き、厚く御礼申し上げる。本調査を行うにあたり、調査地の漁業協同組合の方々、役場職員の方々、ならびに地域住民の方々には、調査を円滑に進められるよう多大なる便宜を図って頂いた。ここに感謝の意を表す。野外調査を手伝っていただいた近畿大学農学部水産学科水産生物学専攻科の藤田朝彦、東口信行、岡崎正恵、および福田大輔の各氏に深く感謝する。なお、本研究の結果に基づき、本調査地は2003年より管轄する漁業協同組合により永年禁漁区に設定された。

引 用 文 献

- Avery, E. L. 1996. Evaluation of sediment traps and artificial gravel riffles constructed to improve reproduction of trout in three Wisconsin streams. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 16: 282–293.
- Brown, R. S. and W. C. Mackay. 1995. Spawning ecology of cutthroat trout (*Oncorhynchus clarkii*) in the Ram River, Alberta. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 52: 983–992.
- 御勢久右衛門. 1961. 紀伊半島のイワナ. 奈良県教育委員会事務局文化財保存課編, pp. 18–27. 十津川村史. 十津川村役場, 奈良県.
- 細谷和海. 2000. サケ科. 中坊徹次(編), pp. 298–301. 日本産魚類検索, 第二版. 東海大学出版会, 東京.
- House, R. 1996. An evaluation of stream restoration structures in a coastal Oregon stream, 1981–1993. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 16: 272–281.
- Inoue, M., S. Nakano and F. Nakamura. 1997. Juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou*) abundance and stream habitat relationship in northern Japan. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54: 1331–1341.
- Inoue, M. and S. Nakano. 1998. Effects of woody debris on the habitat of juvenile masu salmon (*Oncorhynchus masou*) in northern Japanese stream. *Freshwat. Biol.*, 40: 1–16.
- 伊藤嘉昭・村井 実. 1977. 動物生態学研究法—上巻一. 古今書院, 東京. 268 pp.
- 北野文明・中野 繁・前川光司・小野有五. 1995. 河川型オショロコマの流程分布に対する水温の影響および地球温暖化による生息空間の縮小予測. 野生生物保護, 1: 1–11.
- Klassen, H. D. and T. G. Northcote. 1988. Use of gabion weirs to improve spawning habitat for pink salmon in a small logged watershed. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 8: 36–44.
- Kondolf, G. M., J. C. Vick and T. M. Ramirez. 1996. Salmon spawning habitat rehabilitation on the Merced River, California: An evaluation of project planning and performance. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 125: 899–912.
- 久保達郎. 1998. キリクチ. 水産庁編, pp. 164–165. 日本の希少な野生水生生物に関するデータブック. 日本水産資源保護協会, 東京.
- 丸山 隆. 1981. ヤマメ *Salmo (Oncorhynchus) masou masou* (BREVOORT) とイワナ *Salvelinus leucomaenoides* (PALLAS) の比較生態学的研究 I. 由良川上谷における産卵床の形状と立地条件. 日本生態学会誌, 32: 269–284.
- 水野信彦・御勢久右衛門. 1993. 河川の生態学(補訂版). 築地書館, 東京. 247 pp.
- 森 誠一・名越 誠・松本多香子・新村安雄. 1998. キリクチの産卵行動: 予察的知見. 南紀生物, 40: 45–48.
- Murphy, M. L., J. Herifetz, S. W. Johnson, K. V. Koski and J. F. Thedinga. 1986. Effects of clear-cut logging with and without buffer strips on juvenile salmonids in Alaskan streams. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 43: 1521–1553.
- 名越 誠. 1995. 奈良県指定天然記念物「イワナの棲息地」調査報告書. 野迫川村教育委員会, 奈良県. 92 pp.
- 名越 誠. 1998. キリクチの生態と保全上の問題. 森 誠一編, pp. 107–119. 魚から見た水環境—復元生態学に向けて／河川編一. 信山社サイテック, 東京.
- 中村智幸. 1998. イワナから見た支流の意義. 森 誠一編, pp. 177–187. 魚から見た水環境—復元生態学に向けて／河川編一. 信山社サイテック, 東京.
- 中村智幸. 1999a. 鬼怒川上流におけるイワナ, ヤマメの産卵床の立地条件の比較. 日本水産学会誌, 65: 427–433.
- 中村智幸. 1999b. 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.
- Nakamura, T., T. Maruyama, and S. Watanabe. 2002. Residency and movement of stream-dwelling Japanese charr, *Salvelinus leucomaenoides*, in a central Japanese mountain

- stream. *Ecol. Freshwat. Fish.*, 11: 150–157.
- Nakano, S., T. Kachi and M. Nagoshi. 1990. Restricted movement of the fluvial form of red-spotted masu salmon, *Oncorhynchus masou rhodurus*, in a mountain stream, central Japan. *Japan. J. Ichthyol.*, 37: 158–163.
- 奈良県教育委員会. 1974. 天然記念物イワナの棲息地. 奈良
県教育委員会事務局文化財保存課編, p. 73. 奈良県史
蹟名勝天然記念物集録II. 奈良明新社, 奈良.
- Parsons, B. G. M. and W. A. Hubert. 1988. Influence of habitat availability on spawning site selection by kokanee in stream. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 8: 426–431.
- Scott, W. B. and E. J. Crossman. 1973. Freshwater fishes of Canada. Bulletin 184, Fisheries Research Board Canada, Ottawa, Canada. 996 pp.
- Swanberg, T. R. 1997. Movement of and habitat use by fluvial bull trout in the Blackfoot River, Montana. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 126: 735–746.
- 田中哲夫. 2003. 紀伊半島のイワナ(キリクチ). 環境省自然環境局野生生物課編, pp. 193–194. 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—4汽水・淡水魚類. 財団法人 自然環境研究センター, 東京.
- 山本聰・加藤憲司. 1984. 日原川におけるイワナ *Salvelinus pluvius* 稚魚の食性. *水産増殖*, 32: 132–141.
- 山本祥一郎. 2001. 孵化日と生活史変異：イワナ. 後藤晃・井口恵一朗(編), pp. 87–102. 水産動物の卵サイズ 生活史の変異・種分化の生物学. 海游舎, 東京.
- Young, M. K., W. A. Hubert and T. A. Wesche. 1989. Substrate alteration by spawning brook trout in a southeastern Wyoming stream. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 118: 379–385.
- Young, M. K. and W. A. Hubert. 1991. Selection of measures of substrate composition to estimate survival to emergence of salmonids and to detect changes in stream substrate. *N. Am. J. Fish. Manage.*, 11: 339–346.