

放流種苗育成手法開発事業（平成25年度 / 国庫委託）

渓流域におけるイワナ・ヤマメの潜水目視による個体数推定とサイズ推定の精度

誌名	栃木県水産試験場研究報告
ISSN	13408585
著者名	高木,優也 網川,孝俊 久保田,仁志
発行元	栃木県水産試験場
巻/号	58号
巻号補足	
掲載ページ	p. 33-35
発行年月	2015年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



放流種苗育成手法開発事業（平成25年度／国庫委託）

一 渓流域におけるイワナ・ヤマメの潜水目視による個体数推定とサイズ推定の精度一

高木 優也・綱川 孝俊・久保田 仁志

目 的

溪流魚の個体数推定には、一般的に電気ショッカーを用いた除去法やピーターセン法が使われる。しかし、この手法は河川規模が大きくなると、精度の高い推定を行うためにかかる時間や人員といったコストが非常に大きくなる。そこで、簡便かつ広く溪流漁場に適用できる潜水目視による個体数推定とサイズ推定の精度、およびそれに影響を与える要因について検証した。

材料および方法

調査場所 調査は利根川水系の21の調査区間で行った。調査区間は、電気ショッカーによる採捕が困難な深い淵などが連続するような場所を避けて設定した。それぞれに、100～510m（平均221m）の調査区間を設定し、年1回の調査を行った。ただし、3カ所の調査区では初夏と秋の年2回調査を行った。

潜水目視調査 調査員が下流側から静かに着水し、上流方向へ進みながら1歳魚以上（おおよそ10cm以上）のイワナ・ヤマメを目視計数した。河川規模に応じて調査員を配し（川幅5m未満：1名、川幅5m以上：2名）、目視確認した溪流魚は、種ごとにおおよそ5cm刻みでサイズを推定した。また、環境条件として水温、流量、川幅を測定した。水温、流量は各区間1カ所、川幅は20mから50mおきに測定し、平均値を求めた。さらに、2万5千分の1の地図から調査区間の標高と平均勾配を算出した。

個体数推定調査 遊漁区間では潜水目視直後、禁漁区間では潜水目視から1週間以内に、電気ショッカーを用いた個体数推定を行った。各区間2から3回（川幅5m未満：2回、5m以上：3回）の採捕による採捕個体数に基づいた除去法によって1歳魚以上のイワナ・ヤマメの生息個体数をそれぞれ推定した。除去法による個体数推定にはプログラムCAPTUREを用いた。一部の禁漁区ではピーターセン法（チャップマンの修正式）を用いて個体数を推定した。

統計解析 各区間の推定生息個体数を生息個体数とした。ただし、4つのデータセットではヤマメの目視発見個体数が生息個体数の点推定値を上回ったため、95%信頼区間の上限値を生息個体数とした。潜水目視による個体数推定の精度を明らかにするために、目視発見個体数と生息個体数の関係を回帰分析により解析

した。

また、目視発見率（目視発見個体数/推定生息個体数×100、以下「発見率」）に影響を与える要因について検討するために、一般化線形混合モデル（GLMM）で解析を行った。目視発見個体数は、生息個体数を上限とする2項分布に従うと考えられる。そこで、応答変数を目視発見個体数とそのときの発見できなかった個体数（推定生息個体数－目視発見個体数）とし、従属変数を環境条件（水温、流量、川幅、勾配）と調査月、連結関数をlogit、ランダム効果を調査河川とした。流量、水温、川幅の間に有意な相関関係が認められたため、3つのうち2つを説明変数から除いて（2つを除いた後のモデルのAIC（赤池情報量基準）が最も小さくなるように説明変数を選択）解析を行った。GLMMのパラメータ推定にはglmmML パッケージのglmmML関数を用いた。AICを基準に総当たり法（MuMIn パッケージのdredge関数）でベストモデルを求めた。これらの統計解析には R. version 2.15.2を使用した。

結果および考察

個体数推定とサイズ推定の精度 目視発見個体数から生息個体数を算出する有意な回帰式が得られ、イワナ推定生息個体数の88%、ヤマメ推定生息個体数の96%が目視発見個体数のみで説明された（図1）。

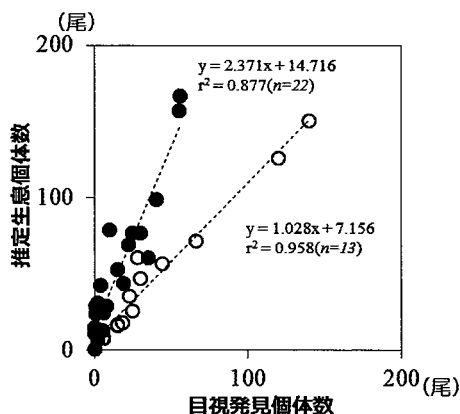


図1 目視発見個体数と推定生息個体数の関係

電気ショッカーによる採捕と潜水目視の全長組成を比較すると（図2）、ヤマメでは全長組成に差は見られなかったが（ χ^2 検定、 $p=0.4827$ ）、イワナでは全長組

成に差が見られた (χ^2 検定, $p<0.01$)。残差分析を行ったところ潜水目視では, 15cm以下のサイズクラスのイワナが有意に少なく ($p<0.01$), 15 cm超 20cm以下のサイズクラスのイワナが有意に多くなっていた ($p<0.01$)。ヤマメではこのような現象が生じていないこと, また, イワナについても15cm以下を除いた3

つのサイズクラスについては電気ショッカーによる採捕と潜水目視による全長組成に差が見られなかったことから (χ^2 検定, $p=0.4038$), イワナの場合, 15cm以下のサイズクラスの発見率が他のサイズクラスに比べて低いと考えられる。

表1 調査河川的环境条件と目視発見個体数, 及び推定生息個体数

調査日	河川	水温 (°C)	流量 (l/s)	流程 (m)	川幅 (m)	調査面積 (m ²)	標高 (m)	勾配 (%)	イワナ		ヤマメ	
									目視個体数	推定個体数	目視個体数	推定個体数
5/9	1	7.0	72	477	3.2	1531	730	4.2	4	43(39-46)	-	-
9/20	1	11.2	510	460	7.0	3203	730	4.4	19	44(37-51)	-	-
5/9	2	9.0	133	510	3.4	1750	515	5.9	6	25(19-32)	28	61(45-77)
9/20	2	11.9	772	489	5.8	2836	515	6.1	0	15(9-21)	66	*54(36-72)
5/21	3	11.0	233	200	6.8	1368	471	2.9	0	11(8-24)	18	18(15-31)
6/13	4	13.0	316	188	6.9	1306	423	1.8	2	14(11-27)	-	-
6/17	5	16.2	682	100	11.2	1122	348	2.0	-	-	6	8(8-8)
5/27	6	11.8	156	130	12.4	1615	556	9.2	10	79(71-99)	23	36(29-54)
7/10	7	17.0	460	100	12.1	1208	448	5.0	1	24(20-38)	44	*37(29-57)
7/10	8	18.0	1817	100	17.2	1718	306	1.0	-	-	30	*28(20-47)
6/14	9	16.8	848	100	20.8	2080	297	0.5	0	1(1-1)	-	-
6/7	10	11.7	131	153	8.3	1261	664	3.4	1	29(24-45)	140	*123(106-151)
9/25	10	12.7	449	157	14.5	2272	664	3.3	2	7(6-18)	120	102(89-126)
8/1	11	11.8	412	200	4.2	844	966	2.2	5	13(11-22)	-	-
8/1	12	11.5	356	200	4.5	896	933	3.4	56	167(142-178)	-	-
8/1	13	11.6	229	200	4.6	927	920	2.9	55	157(146-175)	-	-
8/1	14	13.3	321	200	4.0	796	783	1.7	22	69(62-84)	25	26(22-37)
8/2	15	14.2	128	164	3.1	504	855	5.7	40	99(90-115)	-	-
8/2	16	14.8	68	200	3.1	611	813	4.6	35	61(55-74)	5	8(8-8)
8/2	17	12.1	469	175	4.5	785	944	3.5	25	77(70-92)	-	-
8/2	18	13.1	109	200	4.4	882	867	3.5	30	77(72-89)	-	-
8/9	19	12.7	141	200	3.1	618	838	2.5	15	53(49-65)	-	-
8/19	20	15.3	62	200	3.7	731	767	1.5	2	31(28-41)	15	17(15-26)
8/19	21	15.0	81	200	3.9	785	674	6.0	8	29(27-38)	15	16(16-22)

*生息個体数の点推定値を目視発見個体数が上回ったため, 生息個体数の95%信頼区間の上限値を推定生息個体数とした。

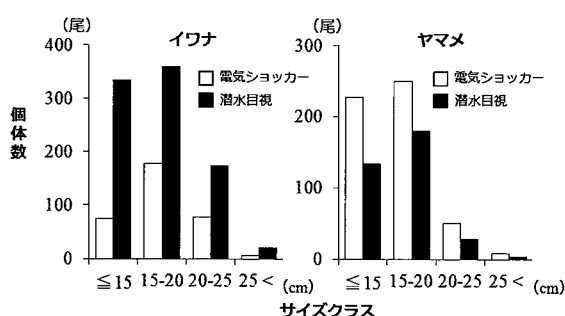


図2 電気ショッカーによる採捕と潜水目視による全長組成

表2 サイズクラスごとの推定生息個体数と目視発見個体数, 及び発見率

		TL ≤ 15cm	15cm < TL ≤ 20cm	20cm < TL ≤ 25cm	25cm < TL	Total
イワナ	目視発見個体数	76	178	78	6	338
	推定生息個体数	424	455	221	27	1126
	発見率(%)	17.9	39.1	35.4	22.5	30.0
ヤマメ	目視発見個体数	227	250	50	8	535
	推定生息個体数	249	335	52	7	643
	発見率(%)	91.2	74.7	96.1	107.6	83.2

発見率に影響を与える要因 潜水目視による発見率はイワナとヤマメで大きく異なり、イワナで平均30%、ヤマメで平均83%であった（表2）。これは、流れの中に定位して餌を捕食するヤマメと普段は岩陰などに隠れているイワナの行動の違いが影響していると考えられる。イワナ・ヤマメの発見率についての文献は少ないが、イワナで9~37%、¹⁾キリクチで33%、²⁾大分のイワメで59.3%、³⁾またサイズの詳細が不明であるがイワナ大11.1%、イワナ小0%、ヤマメ大29.4%、ヤマメ小~中51.0%という報告がある。⁴⁾今回の結果は、これらの値におおよそ適合する。

表3 調査河川的环境条件の範囲

変数	イワナ	ヤマメ
水温	7.0~17.0 °C	9.0~18.0 °C
流量	62~848L/s	62~1817L/s
川幅	3.1~20.8m	3.1~20.8m
勾配	0.5~9.2%	1.0~9.2%
調査月	5~9月	5~9月

イワナとヤマメでは明らかに発見率が異なったため、種ごとに解析を行った。各変数の数値の範囲は表3のとおりであった。

表4 ベストモデルの緒元

	係数	標準誤差	z 値	p 値
イワナ				
調査月	0.541	0.110	4.921	<0.001
流量	-1.824×10 ⁻³	0.803×10 ⁻³	-2.226	<0.001
切片	-4.663	0.761	-6.131	<0.001
ヤマメ				
調査月	0.479	0.0942	5.078	<0.001
切片	-1.607	0.762	-2.275	<0.001

図3 発見率と(a)流量、(b)調査月の関係

イワナでは流量が多いほど発見率が低下すること、イワナ・ヤマメともに早い調査月よりも遅い調査月で発見率が高まることが示された（表4、図3）。岩の下に隠れている個体は見つけにくく、流れの中で活発に餌を捕食している個体ほど見つけやすいと考えられる。また、警戒心が高い個体（より遠い距離で調査員からの逃避行動をとる）についても発見率は低下すると考えられる。したがって、季節が進むにつれて、餌の量や質（水生昆虫と陸生昆虫など）の変化、成熟などの複雑な要因によってイワナ・ヤマメの行動の変化と警戒心の低下が起こり、発見率が高まる可能性が推察された。

潜水目視による個体数推定やサイズ推定を行う場合の留意点 少なくとも環境条件が今回の調査河川の範囲内（表3）であれば、本調査で得られた回帰式を用いて個体数を推定することは十分に可能であると考えられる。ただし、電気ショッカーによる採捕が困難な深い淵が連続するような河川では、調査を行っていない。そのため、環境条件が今回の調査河川の範囲内であっても、そのような河川での推定については注意が必要である。

また、サイズ推定の精度も十分に高いと考えられた。しかし、イワナの場合、15cm以下のサイズクラスの発見率が他のサイズクラスに比べて低いことが示唆された。加えて、流量や調査月が発見率に影響を与える可能性が示唆された。より精度の高い個体数推定やサイズ推定を行うためには、これらの影響の大きさやその仕組みについて今後検証していく必要がある。

引用文献

- 1) 田中哲夫・中村智幸. 潜水目視によるイワナの個体数推定. 尾添川水域水生動物調査報告書. 石川県白山自然保護センター1989
- 2) 渡辺勝敏・原田泰志・佐藤拓哉・名越誠・森誠一. 世界最南限のイワナ個体群"キリクチ"の保全生態学的研究. PRO NATURA FUND成果報告2004
- 3) 景平真明・徳光俊二. 未生息上流域へのイワメの移植放流効果. 大分県海洋水産研究所調査研究報告. 2003; 4:71-76
- 4) 群馬県水産試験場事業報告書. 河川漁場の有効利用に関する研究Ⅲ. 1985;p39

（指導環境室）

放流用種苗育成手法開発事業－渓流域におけるイワナ・ヤマメの潜水目視による個体数推定とサイズ推定の精度－（p33-35）

複数河川で電気ショッカーを用いた個体数推定と潜水目視調査を行いました。この結果から、簡便かつ広く渓流漁場に適用できる潜水目視による個体数推定とサイズ推定の精度、およびそれに影響を与える要因について検証しました。目視発見個体数のみでイワナ推定生息個体数の88%、ヤマメ推定生息個体数の96%が予測されました。全長組成の推定精度も高かったことから、潜水目視による個体数推定やサイズ推定は十分に可能であると考えられました。