

飛騨地方の溪流におけるイワナおよびヤマメ・アマゴの産卵床の 物理環境

岸 大弼, 徳原哲也

Water depth, current velocity and substrate of redds of Japanese charr *Salvelinus leucomaenis*, masu salmon *Oncorhynchus masou masou* and red-spotted masu salmon *O. m. ishikawae* in streams of the Hida region, Gifu, central Japan

DAISUKE KISHI AND TETSUYA TOKUHARA

日本の河川や湖沼には、第5種共同漁業権の対象水域が多数存在している。これらの水域では、漁業法に基づく増殖義務が漁業協同組合に課せられており、イワナ *Salvelinus leucomaenis* やヤマメ *Oncorhynchus masou masou*・アマゴ *O. m. ishikawae* を漁業権対象魚種としている漁業協同組合では、これまで増殖義務の履行方法として稚魚放流や発眼卵放流が多用されてきた（中村・飯田, 2009）。しかし、全国の溪流における稚魚放流個体、発眼卵放流個体、野生（自然繁殖）個体の調査事例を収集して解析した研究では、野生個体は放流個体よりも生残率が高いことが示唆されている（水産総合研究センター増養殖研究所内水面研究部 2013）。こうした背景から、近年、野生個体が水産資源として重要視されており、それらの繁殖の促進を目的とした人工産卵場の造成が増殖義務の履行方法として注目されている（中村, 1999b）。

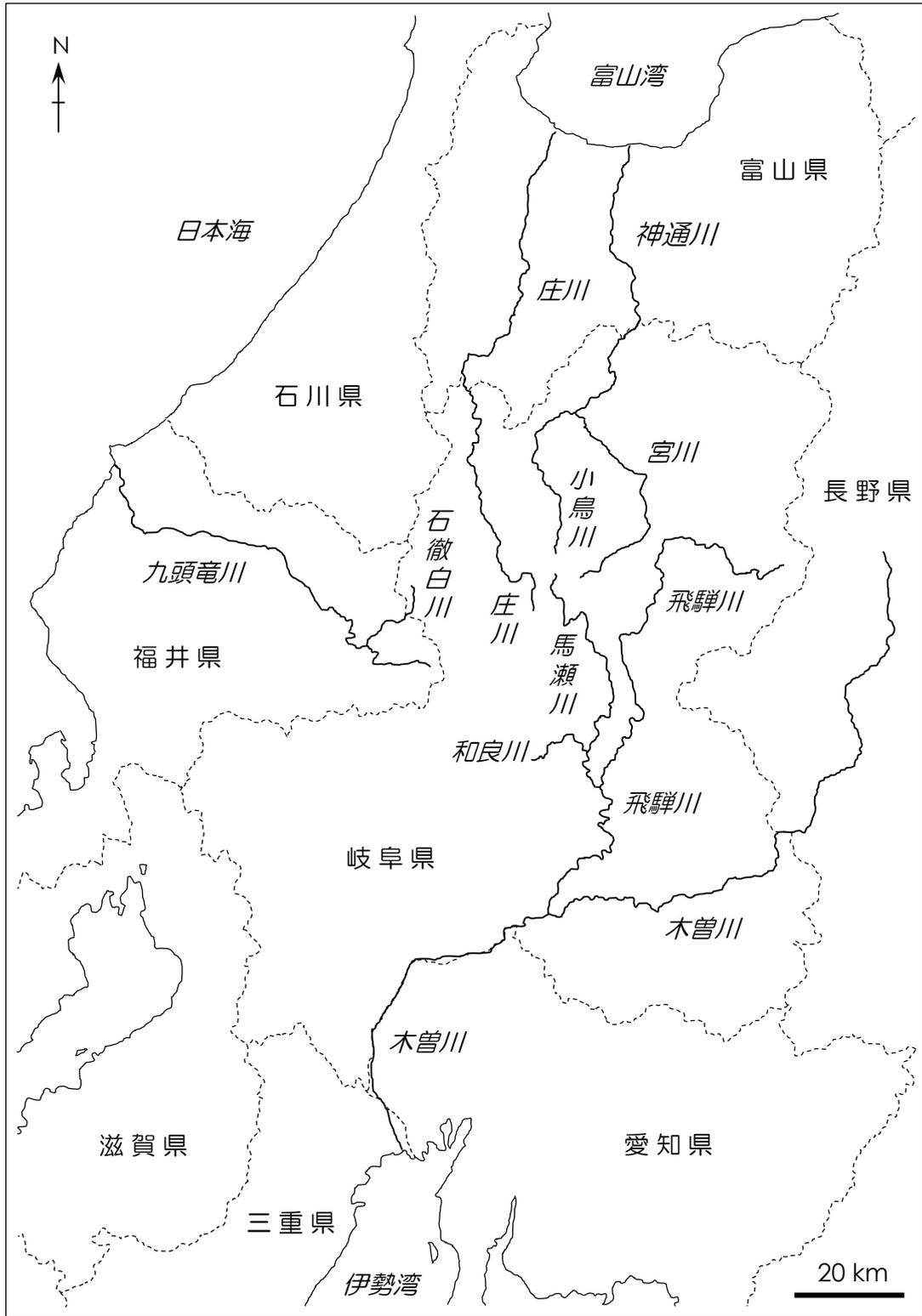
人工産卵場の物理環境は、自然産卵場のそれを可能な限り再現することが望ましい。これまで全国各地の溪流において、イワナおよびヤマメ・アマゴの自然産卵場の物理環境の調査が比較的多数実施されてきた（白石ほか, 1957; 木村, 1972, 1977; 丸山, 1981; 中村, 1999a; 佐藤・渡辺, 2004; 竹内, 2010; 内藤, 2015）。これら自然産卵場の物理環境は、イワナおよびヤマメ・アマゴの種間に相違があるほか、同種内でも事例間に相違がある。しかし、水深 5-30 cm、流速 5-30 cm/s、河床材料粒径 10-30 mm の 3 条件が両種および各事例に概ね共通しており、人工産卵場を造成する際の物理環境の目標として提示されている（中村・飯田, 2009）。これら 3 条件は、県内の溪流における人工産卵場の造成にも適用できると予想される。ただし、県内のイワナおよびヤマメ・アマゴの自然産卵場の物理環境については報告されておらず、裏付けとなる知見がないまま人工産卵場の造成技術の普及が先行しているのが実情である。本調査では、県内の溪流における自然産卵場における物理環境について知見を蓄積するため、イワナおよびヤマメ・アマゴの産卵床の水深、流速、河床材料を測定した。

キーワード：溪流魚，産卵床，水深，流速，河床材料

材料と方法

本調査では、飛騨地方（高山市、下呂市）の溪流において、イワナおよびヤマメ・アマゴの産卵床の物理環境を測定した（第 1 図）。また、周辺地域（郡上市）の一部の溪

流も調査対象とした。調査は、宮川（神通川）水系、庄川水系、九頭竜川水系、木曽川水系において実施した。宮川水系では小鳥川、庄川水系では庄川およびその支流、九頭竜川水系では石徹白川の支流、木曽川水系では飛騨川の支流を調査対象とした。これらの水系には、ニッコウイワナ



第1図 イワナおよびヤマメ・アマゴの産卵床の調査を実施した水系（本流および主な支流のみ表示）

S. l. pluvius またはヤマトイワナ *S. l. japonicus* が分布するが (Kawanabe, 1989)、本調査では両亜種を区別せずにイワナ 1 種として扱った。サクラマス群については、

ヤマメまたはアマゴがこれらの水系に分布するが、両亜種を区別せずにヤマメ・アマゴ合わせて 1 種として扱った。なお、本調査では、降海型または降湖型の個体 (サクラマス

ス・サツキマス)は確認されなかった。

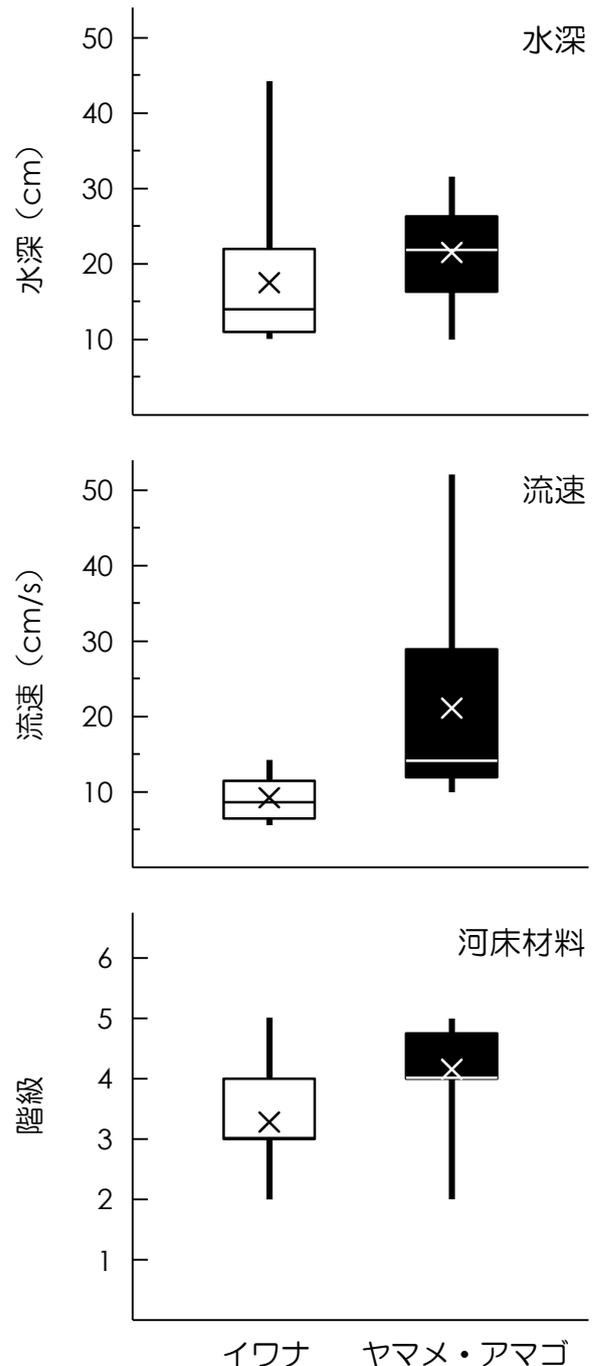
産卵床の探索および物理環境の調査は、2016年10-12月に実施した。イワナの産卵床とヤマメ・アマゴの産卵床とは、親魚を現認していなくても、産卵地点の水面幅、標高、河床勾配の3条件から識別できる場合がある(岸ほか, 2016)。ただし、本調査では、産卵した魚種を確実に識別するため、河床の掘削、放卵および放精、埋設のいずれかの行動中の親魚を現認した産卵床のみを測定の対象とした。魚種が特定された産卵床については位置を記録するとともに、後日に現場を再訪し、物理環境の測定を実施した。

物理環境の調査では、産卵床中央付近に卵室が存在するとみなして、その地点における水深、流速、河床材料を測定した。水深は、棒尺を使用して測定した。流速は、プロペラ式流速計(Tanida et al., 1985)を使用して1地点につき3回ずつ60%水深の位置で測定し、3回の平均値をその地点の流速とした。河床材料は、Bain et al. (1985)の方法を参考にして、砂(粒径 <2 mm)、小礫細粒(2-8 mm)、小礫粗粒(9-16 mm)、中礫細粒(17-32 mm)、中礫粗粒(33-64 mm)、大礫(65-256 mm)、巨礫(>256 mm)の7階級に分類し、優占している階級を記録した。解析では、イワナの産卵床とヤマメ・アマゴの産卵床との間で、水深、流速、河床材料をMann-WhitneyのU検定により比較した。河床材料については、Kitano and Shimazaki (1995)の方法を参考にして、各階級を順位変数(砂:1、小礫細粒:2、小礫粗粒:3、中礫細粒:4、中礫粗粒:5、大礫:6、巨礫:7)に変換して解析した。

結 果

イワナの産卵床は、庄川水系5地点、九頭竜川水系6地点、木曽川水系8地点の計19地点で確認された(第1表)。水深の範囲は10-44 cm、中央値は14.0 cm、平均値±標準偏差は16.8±8.4 cmだった(第2図)。流速の範囲は5.5-14.1 cm/s、中央値は8.2 cm/s、平均値±標準偏差は9.0±2.8 cm/sだった。優占する河床材料は、4地点が小礫細粒、7地点が小礫粗粒、7地点が中礫細粒、1地点が中礫粗粒だった。河床材料の各階級を順位変数に変換すると、範囲は2-5、中央値は3.00、平均値±標準偏差は3.26±0.87だった。

ヤマメ・アマゴの産卵床は、宮川水系1地点、庄川水系3地点、九頭竜川水系2地点、木曽川水系6地点の計12地点で確認された(第1表)。水深の範囲は10-32 cm、中央値は21.5 cm、平均値±標準偏差は21.0±6.6 cmだった(第2図)。流速の範囲は10.0-52.1 cm/s、中央値は14.2



第2図 イワナおよびヤマメ・アマゴの産卵床の水深、流速、河床材料。河床材料については、各階級を順位変数(砂:1、小礫細粒:2、小礫粗粒:3、中礫細粒:4、中礫粗粒:5、大礫:6、巨礫:7)に変換した(箱ひげ図の縦線は範囲、箱内の横線は中央値、×は平均値、箱部分は25-75パーセントイルを示す)

cm/s、平均値±標準偏差は20.7±13.4 cm/sだった。優占する河床材料は、2地点が小礫粗粒、7地点が中礫細粒、3

第1表 イワナおよびヤマメ・アマゴの産卵床の水深、流速、優占する河床材料

魚種	水系	河川	水深 (cm)	流速 (cm/s)	河床材料	
イワナ	庄川	庄川支流 (一ノ瀬橋付近)	15	6.2	中礫細粒	
		庄川支流 (標高 1110 m 付近)	10	7.6	小礫細粒	
		古屋敷谷	24	7.9	小礫粗粒	
		庄川支流 (標高 1065 m 付近)	12	5.5	小礫細粒	
		かりこ谷	22	10.1	小礫細粒	
	九頭竜川	石徹白川支流 (かずらはね山東麓)	12	10.3	中礫細粒	
		深谷	11	13.4	中礫細粒	
		間瀬戸谷	24	6.4	小礫粗粒	
		峠川支流 (桂清水)	10	14.1	中礫細粒	
		石打谷	44	6.2	中礫細粒	
		小屋谷川	14	6.9	中礫細粒	
		木曾川	馬瀬川 (西ウレ峠付近)	12	5.6	小礫粗粒
	馬瀬川 (赤土橋付近)		13	12.7	小礫細粒	
	一ツ梨谷支流		14	9.6	小礫粗粒	
	馬瀬川支流 (檜谷橋付近)		25	10.9	小礫粗粒	
	馬瀬川支流 (無名橋付近)		11	13.0	小礫粗粒	
	西無笹谷		20	8.2	中礫粗粒	
	黒谷		17	6.6	小礫粗粒	
	土京川		10	10.1	小礫粗粒	
	ヤマメ・アマゴ	宮川	小鳥川	17	14.8	小礫粗粒
庄川			庄川 (標高 1020 m 付近)	32	12.5	中礫細粒
			庄川 (標高 1010 m 付近)	18	11.2	中礫細粒
			町屋川	23	31.3	中礫粗粒
九頭竜川		峠川 (黒谷合流点付近)	23	21.2	中礫細粒	
		峠川 (龍ヶ洞合流点付近)	30	10.0	小礫粗粒	
木曾川		松谷	15	39.7	小礫粗粒	
		里谷	10	52.1	中礫粗粒	
		井戸ノ洞谷	27	17.5	中礫細粒	
		日出雲川	14	11.9	中礫細粒	
		土京川	21	13.0	中礫細粒	
		オンボ谷	22	13.6	中礫細粒	

地点が中礫粗粒だった。河床材料の各階級を順位変数に変換すると、範囲は3-5、中央値は4.00、平均値±標準偏差は4.08±0.67だった。

イワナの産卵床とヤマメ・アマゴの産卵床の水深を比較した結果、両種の間に有意差は認められなかった ($U=67$ 、 $P=0.06$)。流速については、イワナの産卵床の方がヤマメ・アマゴの産卵床よりも小さかった ($U=23$ 、 $P<0.001$)。河床材料については、イワナの産卵床の方がヤマメ・アマ

ゴの産卵床よりも小さかった ($U=56$ 、 $P=0.012$)。

考 察

イワナの産卵床の水深は、栃木県の利根川水系の事例で12-47 cm、新潟県の信濃川水系の事例で13.5-54.5 cm、京都府の由良川水系の事例で4-24 cm、奈良県の十津川水系の事例で10-67 cm、島根県の高津川水系の事例で5-40

cm、広島県の江の川水系の事例で5-30 cmと報告されている(木村, 1977; 丸山, 1981; 中村, 1999a; 佐藤・渡辺, 2004; 竹内, 2010; 内藤, 2015)。本調査では10-44 cmの地点で確認され、他府県の事例に概ね類似していた。

イワナの産卵床の流速は、栃木県の利根川水系の事例で0-29.7 cm/s、新潟県の信濃川水系の事例で13.5-54.5 cm/s、高津川水系の事例で0-5.5 cm/sと報告されている(木村, 1977; 中村, 1999a; 竹内, 2010)。本調査では5.5-14.1 cm/sの地点で確認され、最大値も最小値も他府県のいずれかの事例の範囲内だった。

イワナの産卵床で優占している河床材料の粒径は、栃木県の利根川水系の事例で8-32 mm、新潟県の信濃川水系の事例で16-64 mm、京都府の由良川水系の事例で10-30 mm、奈良県の十津川水系のキリクチの事例で20-54 mm、島根県の高津川水系のゴギの事例で10-50 mmと報告されている(木村, 1977; 丸山, 1981; 中村, 1999a; 佐藤・渡辺, 2004; 竹内, 2010)。本調査では、優占する河床材料は4地点が小礫細粒(2-8 mm)、7地点が小礫粗粒(9-16 mm)、7地点が中礫細粒(17-32 mm)、1地点が中礫粗粒(33-64 mm)だった。これら全19地点における粒径の範囲は2-64 mmだが、そのうち73.4%に相当する14地点における粒径の範囲は9-32 mmであり、他府県の事例に概ね類似していた。

ヤマメ・アマゴの産卵床の水深は、栃木県の利根川水系のヤマメの事例で10-42 cm、三重県の淀川水系のアマゴの事例で3.3-59 cm、京都府の由良川水系のヤマメの事例で3.8-13.5 cm、宮崎県の一ツ瀬川水系のヤマメの事例で0-40 cmと報告されている(白石, 1957; 木村, 1972; 丸山, 1981; 中村, 1999a)。本調査のヤマメ・アマゴでは、10-32 cmの地点で確認され、他府県の事例に概ね類似していた。

ヤマメ・アマゴの産卵床の流速は、栃木県の利根川水系のヤマメの事例で7.1-57.9 cm/s、三重県の淀川水系のアマゴの事例で0-31.5 cm/s、京都府の由良川水系のヤマメの事例で5-20 cm/s、宮崎県の一ツ瀬川水系のヤマメの事例で10-35 cm/sと報告されている(白石, 1957; 木村, 1972; 丸山, 1981; 中村, 1999a)。本調査では10.0-52.1 cm/sの地点で確認され、最大値も最小値も他府県のいずれかの事例の範囲内だった。

ヤマメ・アマゴの産卵床で優占している河床材料の粒径は、栃木県の利根川水系のヤマメの事例で8-32 mm、京都府の由良川水系のヤマメの事例で10-30 mm、宮崎県の一ツ瀬川水系のヤマメの事例で5-50 mmと報告されている(木村, 1972; 丸山, 1981; 中村, 1999a)。本調査では、優占する河床材料は2地点が小礫粗粒(9-16 mm)、7地点

が中礫細粒(17-32 mm)、3地点が中礫粗粒(33-64 mm)だった。これら全12地点における粒径の範囲は9-64 mmだが、そのうち75.0%に相当する9地点における粒径の範囲は9-32 mmであり、他府県の事例に概ね類似していた。

イワナの産卵床とヤマメ・アマゴの産卵床の水深を比較した結果、両種の間には有意差は認められなかった。流速については、イワナの産卵床がヤマメ・アマゴの産卵床よりも小さかった。これらの結果は、栃木県の利根川水系や京都府の由良川水系の事例と同様だった(丸山, 1981; 中村, 1999a)。河床材料については、栃木県の利根川水系や京都府の由良川水系の事例では、産卵床で優占する粒径は種間に差はないと報告されているが(丸山, 1981; 中村, 1999a)、本調査ではイワナの産卵床よりもヤマメ・アマゴの産卵床の方が優占する粒径が大きかった。

中村・飯田(2009)は、水深5-30 cm、流速5-30 cm/s、河床材料10-30 mmの3条件をイワナおよびヤマメ・アマゴの人工産卵場の物理環境の目標として提示している。本調査のイワナの産卵床は、水深10-44 cm、流速5.5-14.1 cm/sの地点で確認され、そのうち7割以上の地点で粒径9-32 mmの河床材料が優占していた。また、ヤマメ・アマゴの産卵床は、水深10-32 cm、流速10.0-52.1 cm/sの地点で確認され、そのうち7割以上の地点で粒径9-32 mmの河床材料が優占していた。これらの結果から、中村・飯田(2009)が提示している3条件は、県内のイワナおよびヤマメ・アマゴの双方に概ね共通して適用できることが示唆された。

要 約

1. 本調査では、飛騨地方および周辺地域の溪流において、イワナおよびヤマメ・アマゴの産卵床の水深、流速、河床材料を測定した。
2. 水深については、両種の産卵床の間には差は認められなかった。流速については、イワナの産卵床の方が小さかった。河床材料については、ヤマメ・アマゴの産卵床の方が大きかった。
3. 人工産卵場の物理環境の目標として現在提示されている水深5-30 cm、流速5-30 cm/s、河床材料粒径10-30 mmの3条件は、県内のイワナおよびヤマメ・アマゴの双方に概ね共通して適用できることが示唆された。

謝 辞

本調査を実施するにあたり、宮川、庄川、石徹白、益田

川、馬瀬川上流、馬瀬川下流、和良川の各漁業協同組合の方々に協力していただいた。ここに記して感謝する。

文 献

- Kawanabe, H. 1989. Japanese char(r(r))s and masu-salmon problems: a review. *Physiol. Ecol. Jpn. Spec. Vol.*, 1: 13-24.
- 木村清朗. 1972. ヤマメの産卵習性について. *魚類学雑誌*, 19: 111-119.
- 木村清朗. 1977. ゴギの産卵習性と仔稚魚. *九州大学農学部学芸雑誌*, 32: 125-140.
- 岸 大弼・辻 寛人・藤井亮吏・大原健一・徳原哲也. 2016. 飛騨地方の溪流におけるイワナおよびヤマメ・アマゴの産卵地点の標高・河床勾配・水面幅. *岐阜県水産研究所研究報告*, 61: 1-9.
- Kitano, S. and K. Shimazaki. 1995. Spawning habitat and nest depth of female Dolly Varden *Salvelinus malma* of different body size. *Fish. Sci.*, 61: 776-779.
- 丸山 隆. 1981. ヤマメ *Salmo (Oncorhynchus) masou masou* (BREVOORT) とイワナ *Salvelinus leucomaenis* (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*, 31: 269-284.
- 内藤順一. 2015. 広島県北広島町および庄原市におけるゴギ *Salvelinus leucomaenis imbrius* の繁殖行動. *高*
- 原の自然史, 16: 35-61.
- 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.
- 中村智幸・飯田 遥. 2009. 水産総合研究センター叢書 守る・増やす溪流魚 イワナとヤマメの保全・増殖・釣り場作り. 農山漁村文化協会, 東京. 136 pp.
- 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.
- 白石芳一・鈴木喜三郎・玉田五郎. 1957. 三重県馬野川のアマゴに関する水産生物学的研究 第二報 産卵習性に関する研究. *淡水区水産研究所研究資料*, 14: 1-17.
- 水産総合研究センター内水面研究部. 2013. マス類の効果的な増殖手法の開発. 水産総合研究センター増養殖研究所内水面研究部(編), pp.62-86. 地域の状況を踏まえた効果的な増殖手法開発事業研究報告書. 水産庁, 東京.
- 竹内康憲. 2010. 信濃川水系破間川の支流におけるニッコウイワナの産卵場所の特性. *水産増殖*, 58: 381-385.
- Tanida K., K. Yamashita and A. Rossiter. 1985. A portable current meter for field use. *Jpn. J. Limnol.*, 46: 219-221.