

本州西南部におけるアマゴとオオニジュウ
ヤホシテントウの地理的分布の類似性

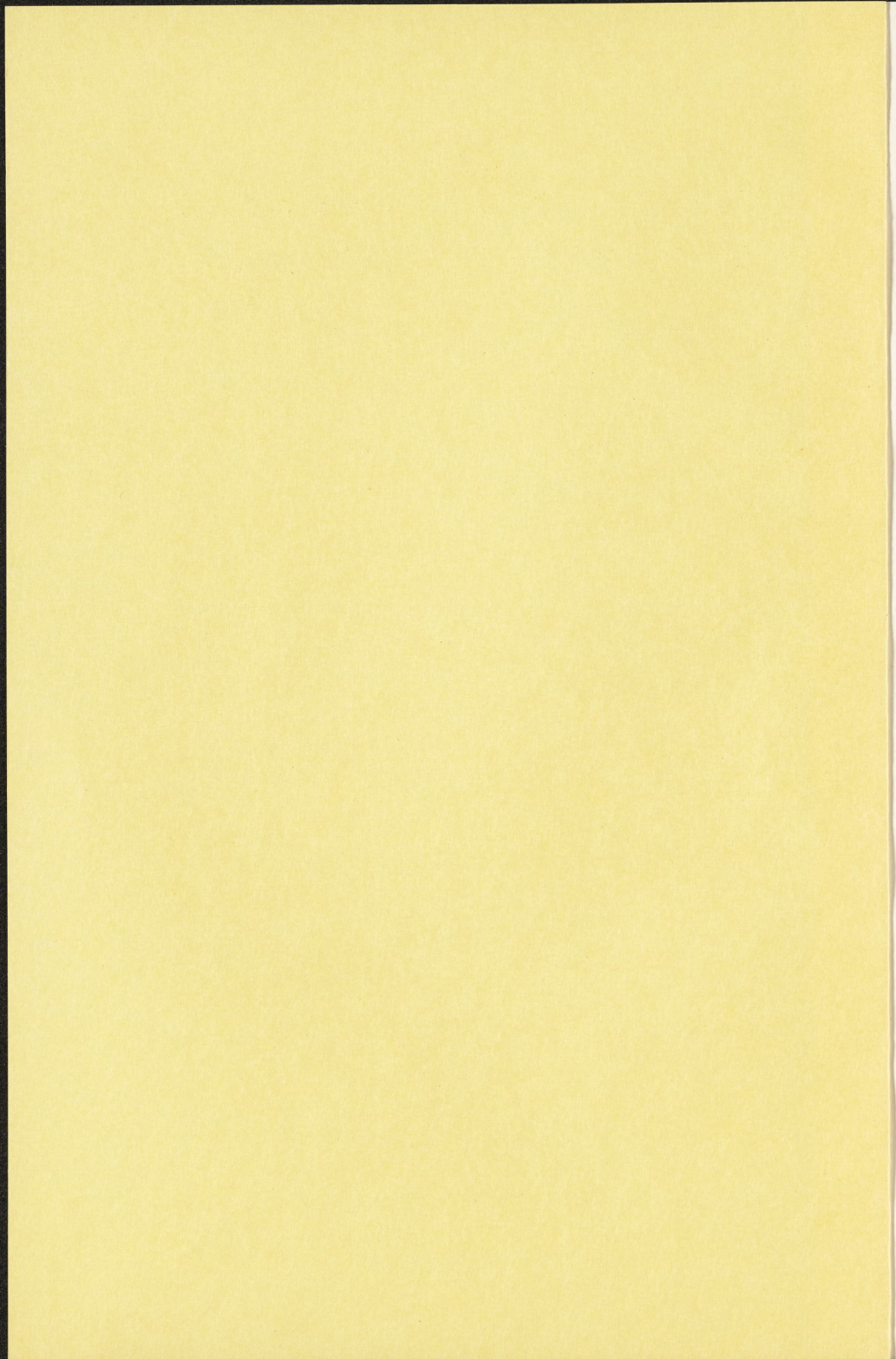
— 淡水魚と昆虫の生態地理学的考察 —

安 江 安 宣

(岡山大学農業生物研究所)

Parallelism on the geographical distribution between the land-locked fluvial salmon "Amago", *Onchorhynchus rhodurus* Jordan et McGregor (Salmonidae, Pisces) and the Potato ladybird beetles, *Epilachna vigintioctomaculata* Motschulsky (Coccinellidae, Insecta) in the south-western region of Honshū. Reprinted from "Natural History: Ecological Studies", ed. by M. Morishita and T. Kira, Chuokoron-Sha, Inc. Tokyo, pp. 497, 1967.

Y. Yasue



Ⅲ 本州西南部におけるアマゴとオオニジュウヤホシ テントウの地理的分布の類似性

—淡水魚と昆虫の生態地理学的考察—

安江 安宣

はじめに

糺の森の山桜がちりはじめた1932年の、あるのどかな日曜日、筆者は仲のよかった山友たちと二人で、今西さんをはじめて下鴨のお宅に訪ねた。当時すでに一流のアルピニストとして勇名を全国にひびかせていた今西さんが、訥々として言葉少なに語りだす一言半句にたいして、まだ中学生だったわたくしたちは胸の高まるのをおぼえた。あれからちょうど30年、今西さんは宿望のヒマラヤをとっくのむかしに卒業されて、人類社会の起原究明という、とほうもない大きな問題に取り組むかたわら、その山登りとともに手がけてきたイワナとヤマメの研究にも、海外探検の中休みをぬい、寸暇をおしんで、僻地にまで採集調査〔山の三角点もふくむ〕をつづけておられる様子には、まったく敬服のほかはない。わたくしはここ数十年ばかり農業害虫の分布伝播を生理生態学の立場から取り扱ってきたが、ある日、「中国地方の昆虫相と、ぼくの興味をもっている中国地方のイワナの分布と、何か結びつきがないものかな……」という葉書が今西さんから舞いこんできた。それから数回、内地の山岳溪流を今西さんの驥尾に付して歩きまわるあいだに考えついたのが、この主題である。内容は、まとめてみると、やや我田引水ぎみで気がひける点もないではないが、要するに、今西さんの貴重なヒントがきっかけとなって生れたものにほかならない。これをもって今西さんのおめでたい御還暦をお祝い申し上げるとともに、今後の御自愛と御活躍をせつに祈るものである。

紙数の制限から、今回は当該動物にかんする具体的な棲息地域の類似性を指摘しておくにとどめ、他日この生理生態学的なくわしい考察を加えることにしたい。本稿の要旨は、1962年5月26日、名古屋大学で開催された第二十八回日本陸水学会大会において発表した。なお、本文中の年平均気温の数値は、中央

気象台編『気温報告』第1～5巻による。

オオニジュウヤホシテントウの分布

日本においてマダラテントウ属 *Epilachna* に入るテントウムシには3種が知られている。すなわち、オオニジュウヤホシテントウ *Epilachna vigintioctomaculata* MOTSCHULSKY, コブオオニジュウヤホシテントウ *E. pustulosa* KONO, ニジュウヤホシテントウ *E. sparsa orientalis* DEKE の3種である〔写真1A, B参照〕。ふつうに見られるテントウムシ亜科のものがカイガラムシやアブラムシを捕食する肉食性の益虫であるのにたいして、マダラテントウムシ亜科のものは食性が植物質で、ナス科を主とするが、キク科、ウリ科などの作物や野外植物も食べるから、わが国では第1, 第3の種類は重要な農業害虫となっている。第2のコブオオニジュウヤホシテントウは北海道で発見〔河野1937〕されたものだが、本州においても脊梁山脈中の各所で、多くはオオニジュウヤホシテントウの棲息するところよりも高所において、谷間に生えているアザミの葉上で見つかった。

さて、このうちオオニジュウヤホシテントウは比較的冷涼な気候のところに棲息する寒地性の昆虫なので、平地ならば本州では関東以北、裏日本では山陰・北陸以北に産し、函嶺以西の本州太平洋側や四国・九州では中央部にある脊梁山脈に沿う山岳地帯にのみ分布している。これにたいしてニジュウヤホシテントウは、温暖な気候のところに棲息する昆虫であって、本州では関東、北

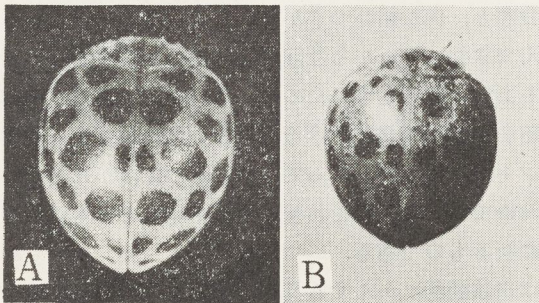


写真1 オオニジュウヤホシテントウ(A)と、ニジュウヤホシテントウ(B)

陸以西と四国・九州の海岸平野がそのおもな棲息地となっているが、北限付近や裏日本ではその産地ががざられており、また、発生量もわずかであるから、被害はほとんど問題にならない。

このように両種のマダラテントウ類は、そ

Ⅲ 本州西南部におけるアマゴとオオニジュウヤホシテントウの地理的分布の類似性

の棲息地域をほぼ棲みわけているのであるが、この事実を最初に指摘したのは、名和昆虫研究所にいた名和・永沢〔1902〕であり、また、垂直分布における両種の境界が九州では約 500m の高度にあることをはやくも認めたのは矢野〔1906〕なのである。それから今日まで、この両種にかんする分類、遺伝、変異、生理生態、防除について報告されたおびただしい業績は平野〔1957〕、小山〔1962〕の目録を見ていただくことにして、本稿に関係ある地理的分布を論じたものを若干紹介しよう。

まず、高橋〔1920〕は両種の垂直分布にかんする知見を述べて、ニジュウヤホシテントウは本邦南部に産して、東海道では千葉以南、近畿、山陽、四国、九州の平地、北陸山陰では福井、島根のみに見られ、オオニジュウヤホシテントウは寒地に産し、北海道、朝鮮、東北地方、および中仙道に分布し、その他の暖地では山間の寒地にもみ見られるが、この両種の棲みわけの原因は、食草による制限とみるよりも、まったく気候的なものであると結論している。彼は、1925年には関東地方における実地調査の結果を、1932年には日本における両種の地理的分布を論じ、気象資料と照合して検討を加えたりえ、年平均気温 15°C の等温線が両種の限界指標となることを発表した。のちに渡辺〔1950〕はオオニジュウヤホシテントウの分布南限界の指標として、夏期平均気温〔5月～10月の平均〕 21°C をとれば、該種の東亜におけるじっさいの分布と一致して、高橋〔1932〕のものより普遍性があることを指摘した。渡辺〔1954〕は暖地性のニジュウヤホシテントウの分布北限についても、同じ指標が適用できることを述べている。

筆者〔1954, 1955, 1956, 1957, 1959, 1961〕は、日本における両種マダラテントウの地理的分布について、生理生態学の立場から再検討をおこない、630 ヶ所以上の地点について、みずから現地採集や標本調査をおこなった。その結果わかったのは、暖地性のニジュウヤホシテントウが本州東西両岸において従来知られていた地域よりはるか北方にのび、北緯 37° 線ちかくまで進出していることを確認し、また、寒地性のオオニジュウヤホシテントウの棲息地域があんがい広くて、九州霧島山麓にも棲息することがわかった。また、両種の無機的環境にたいする態度、おもに湿湿度、日長時間について変態各期における生理的・形態的諸反応のちがいを実験的に追究したが、寒地性のオオニジュウヤホシテントウの理論的発育零点は、暖地性のニジュウヤホシテントウにくらべると明らかに低く、卵孵化の高温・低温限界についても両種のあいだに有意差が

ある。

また、地理的分布について見ると、兩種の分布限界を規制する気候因子は、わが国の中緯度にあつては、これまでの諸学者の唱える年平均気温 $13.5^{\circ}\sim 14^{\circ}\text{C}$ あるいは夏期平均気温 21°C の指標とほぼ一致するといえる。しかしながら、わが国におけるニジュウヤホシテントウの最北限またはオオニジュウヤホシテントウの最南限など、特殊な棲息地域では、これらの指標はかならずしも適合するとはいえないようである。これは要するに、ところかわれば品かわるで、同じ種類であっても地域的に見ればいくつかの生理生態的な系統に分れているのではなからうか。げんに、ニジュウヤホシテントウについてしか実験していないが、栃木、岡山、九州産の材料で、低温にたいする抵抗性・日長効果を比較してみると、北方産は寒気につよく長日性であるという結果を得ている。

いま、近畿および中国地方の太平洋岸におけるオオニジュウヤホシテントウの産地をあげると表1にしめすとおりとなる。これは、筆者自身による現地採集、標本調査のほか、文献記載の土地も加えてある。なお、この地域における筆者自身によるニジュウヤホシテントウの調査地は247ヶ所であるが、その詳細は安江〔1963〕の報文を見られたい。

アマゴの分布

青柳〔1957〕、大島〔1957〕によれば、サケ科の魚類サクラマス *Oncorhynchus masou*〔BREVOORT〕の陸封河川型をヤマメというのにたいして、ビワマス *Oncorhynchus rhodurus* JORDAN et MCGREGOR〔写真2〕の陸封河川型はアマゴ〔写真3〕とよばれている。アマゴはビワマス幼魚の形態のまま西日本太平洋側河川の上流冷水域に陸封されて、降海せず成熟繁殖する溪流魚の代表種であり、そのもっとも大きな形態上の特色はヤマメと同じようにその体側に黒色楕円形の大きな斑紋 parr mark があるほか、側線の上に鮮麗な細朱点が散在することがヤマメと異なったところで、このことは古くは小野蘭山〔1803〕がその大著『本草綱目啓蒙』〔巻40魚類之部〕のなかで明記している。なお、大島〔1930, 1957〕によれば、鱗相の生長線もヤマメとは明らかに異なっているという。

日本および東亜におけるヤマメとアマゴの地理的分布については、すでに三十年らい、この問題にうちこんでいる大島〔1929, 1930, 1957〕の詳細な研究や

III 本州西南部におけるアマゴとオオニジュウヤホシテントウの地理的分布の類似性

表 1 近畿および中国地方太平洋側におけるオオニジュウヤホシテントウ *Epilachna vigintioctomaculata* MOTSCHULSKY の産地表

* は安江が標本確認したものをしめす。

府 県 名	オオニジュウヤホシテントウの産地	採集または 発表年	採集または 発表者
1. 三重 県	名張市 *	1956	安 江
2. 三重 県	伊勢市伊勢神宮域	1960	神 宮 庁
3. 三重 県	尾鷲市	1932	高 橋
4. 三重 県	上野市花ノ木; 久米; 長田地区 *	1962	三 山
5. 三重 県	員弁郡藤原村藤原岳 *	1961	三 重 山 虫 同 好 好 会
6. 三重 県	鈴鹿郡関町金場	1932	高 橋
7. 三重 県	三重郡菟野町湯ノ山	1932	高 橋
8. 三重 県	阿山郡伊賀町上柘植	1932	高 橋
9. 三重 県	度会郡紀勢町柏崎	1932	高 橋
10. 三重 県	飯南郡飯高町森	1957	的 場
11. 三重 県	飯南郡岩村阿波曾	1932	高 橋
12. 三重 県	一志郡一志町世古	1932	高 橋
13. 三重 県	一志郡美杉村奥村平倉山	1955	高 市 橋
14. 三 重 県	北牟婁郡長島町下河内	1932	高 橋
15. 三 重 県	熊野市小坂〔旧南牟婁郡〕大又川	1932	高 橋
16. 奈 良 県	桜井市 *	1957	河 田
17. 奈 良 県	山辺郡山添村波多野	1952	Li & Cook
18. 奈 良 県	宇陀郡榛原町 *	1956	安 江
19. 奈 良 県	高市郡明日香村島之庄	1951	今 立
20. 奈 良 県	宇陀郡大宇陀町	1951	農 林 省
21. 奈 良 県	山間部に多し	1949	農 林 省
22. 和 歌 山 県	新宮市 *	1955	栗 本
23. 和 歌 山 県	伊都郡九度山町河根 *	1947	吉 田
24. 和 歌 山 県	伊都郡高野町高野山	1952	Li & Cook
25. 和 歌 山 県	日高郡竜神村胡摩壇山	1957	後 藤
26. 和 歌 山 県	西牟婁郡大塔村木守 *	1962	安 江
27. 和 歌 山 県	東牟婁郡古座川町平井 *	1962	安 江
28. 滋 賀 県	大津市石山町四反田 *	1948	稻 垣
29. 滋 賀 県	伊香郡余呉村柳ヶ瀬	1920	高 橋
30. 滋 賀 県	伊香郡木ノ本町木ノ本 *	1955	安 江
31. 滋 賀 県	伊香郡余呉村中之郷 *	1955	安 江
32. 滋 賀 県	伊香郡余呉村片岡 *	1951	田 中
33. 滋 賀 県	高島郡牧野町西庄 *	1951	成 瀬
34. 滋 賀 県	伊香郡余呉村中河内	1951	農 林 省
35. 滋 賀 県	坂田郡米原町醒ヶ井, 上丹生 *	1962	安 江
36. 滋 賀 県	坂田郡伊吹村春照	1960	新 保
37. 滋 賀 県	坂田郡および浅井郡の山脚部	1954	農 試
38. 滋 賀 県	神崎郡永源寺町山田; 高野; 熊原地区	1952	新 保

39.	滋賀県	滋賀郡滋賀町及堅田町内比良山中		1954	農	試
40.	京都府	京都市左京区貴船	*	1958	安	江
41.	京都府	京都市左京区八瀬; 鞍馬; 二瀬; 百井	*	1948	稻	垣
42.	京都府	京都市左京区花脊; 別所	*	1948	稻	垣
43.	京都府	京都市左京区貴船口; 梶取	*	1958	安	江
44.	京都府	京都市左京区市原; 大原; 和所; 近藤	*	1948	安	垣
45.	京都府	京都市左京区静原; 深泥ノ池	*	1948	稻	垣
46.	京都府	京都市左京区重石, 山中越	*	1948	稻	垣
47.	京都府	京都市北区前坂; 小野郷; 杉阪	*	1948	稻	垣
48.	京都府	京都市北区中川; 雲ノ畑; 出谷	*	1948	稻	垣
49.	京都府	京都市右京区愛宕山	*	1920	鈴	木
50.	京都府	宇治市旧笠取村下庄, 稻出	*	1948	稻	垣
51.	京都府	北桑田郡京北町芹生	*	1948	稻	垣
52.	京都府	北桑田郡京北町周山	*	1961	安	江
53.	京都府	船井郡日吉町胡麻	*	1953	安	江
54.	京都府	船井郡丹波町高原	*	1953	安	江
55.	京都府	船井郡瑞穂町橋爪	*	1956	安	江
56.	大阪府	箕面市箕面公園	*	1934	福	貴
57.	大阪府	豊能郡能勢町妙見山		1949	高	橋
58.	大阪府	南河内郡千早赤坂村金剛山		1957	近	木
59.	兵庫県	神戸市灘区摩耶山頂	*	1949	長	沢
60.	兵庫県	氷上郡青垣町神楽	*	1951	山	本
61.	兵庫県	氷上郡青垣町芦田	*	1952	山	本
62.	兵庫県	朝来郡生野町生野	*	1952	河	田
63.	兵庫県	佐用郡南光町船越	*	1953	松	井
64.	兵庫県	宍粟郡千種村西河内	*	1953	西	村
65.	兵庫県	宍粟郡千種村千草	*	1953	松	井
66.	兵庫県	宍粟郡千種村鷹巣	*	1953	松	井
67.	岡山県	英田郡東粟倉村青野	*	1950	浜	田
68.	岡山県	勝田郡勝田町久賀	*	1952	安	東
69.	岡山県	勝田郡勝田町右手	*	1951	花	房
70.	岡山県	勝田郡奈義町関本	*	1953	中	塚
71.	岡山県	勝田郡奈義町行方	*	1953	河	田
72.	岡山県	苫田郡奥津町奥津	*	1954	安	江
73.	岡山県	苫田郡奥津町下齐原	*	1950	富	阪
74.	岡山県	苫田郡上齐原村石越; 湯ノ谷	*	1958	安	江
75.	岡山県	苫田郡鏡野町日下; 岩屋; 中林	*	1953	安	江
76.	岡山県	苫田郡加茂町知和	*	1951	安	江
77.	岡山県	苫田郡加茂町河井	*	1960	安	江
78.	岡山県	苫田郡阿波村大杉; 竹ノ下; 尾所	*	1960	安	江
79.	岡山県	苫田郡阿波村大畑	*	1957	安	江
80.	岡山県	真庭郡八束村下長田	*	1950	安	江

III 本州西南部におけるアマゴとオオニジュウヤホシテントウの地理的分布の類似性

81.	岡山県	真庭郡川上村上福田；上徳山	*	1950	安江
82.	岡山県	真庭郡勝山町神庭	*	1946	小阪
83.	岡山県	真庭郡湯原町下湯原	*	1953	安江
84.	岡山県	真庭郡湯原町湯本	*	1961	安江
85.	岡山県	新見市千屋，花見	*	1960	河田
86.	岡山県	新見市千屋，市場；朝間	*	1953	安江
87.	岡山県	新見市菅生，桜；糸谷	*	1960	安江
88.	岡山県	新見市草間	*	1953	小江
89.	岡山県	阿哲郡大佐町丹治部；小阪部	*	1951	安江
90.	岡山県	阿哲郡哲多町新砥，友行	*	1950	安江
91.	岡山県	阿哲郡哲多町矢戸	*	1951	亀山
92.	岡山県	阿哲郡神郷町新郷	*	1954	河田
93.	岡山県	川上郡成羽町吹屋	*	1951	亀山
94.	岡山県	川上郡川上町上大竹	*	1953	橋本
95.	岡山県	川上郡川上町領家	*	1953	安江
96.	岡山県	川上郡川上町高山市	*	1953	安江
97.	広島県	比婆郡比和町森脇，吾妻山麓	*	1960	中村
98.	広島県	比婆郡西城町落合	*	1955	安江
99.	広島県	比婆郡西城町油木	*	1961	安江
100.	広島県	比婆郡東城町東城	*	1955	安江
101.	広島県	比婆郡比和町比和	*	1955	安江
102.	広島県	比婆郡庄原市庄原	*	1955	安江
103.	広島県	神石郡油木町油木	*	1951	安原
104.	広島県	甲奴郡上下町	*	1954	安原
105.	広島県	甲奴郡甲奴町上川	*	1954	世良
106.	広島県	高田郡高宮町来原	*	1954	児玉
107.	広島県	高田郡美土里町生桑	*	1954	今津
108.	広島県	双三郡布野村布野	*	1954	中原
109.	広島県	三次市廻神	*	1954	中原
110.	広島県	世羅郡世羅西町小国	*	1955	安江
111.	広島県	山県郡芸北町雄鹿原	*	1954	渡辺
112.	広島県	山県郡戸河内町柴木；餅木	*	1960	中村
113.	広島県	山県郡戸河内町奥三段峽		1959	佐藤
114.	広島県	山県郡加計町温井	*	1954	佐木
115.	広島県	佐伯郡吉和村頓原	*	1954	益田産
116.	広島県	佐伯郡吉和村十方山		1959	佐藤
117.	広島県	佐伯郡佐伯町友和	*	1957	安江
118.	広島県	佐伯郡佐伯町中道，羅漢山東麓		1956	三好
119.	広島県	苅品郡協和村〔旧大正村〕	*	1954	西
120.	山口県	玖珂郡錦町上大野；傍示峠	*	1955	安江
121.	山口県	玖珂郡錦町高根		1953	三好
122.	山口県	都濃郡鹿野町	*	1955	安江
123.	山口県	佐波郡徳地町滑		1954	三好
124.	山口県	周防の山地		1906	矢野

今西〔1951〕の論著も発表されているが、現在までの情報をまとめてみると、アマゴの棲息範囲のだいたいは本州では静岡県以西の東海、近畿、中国地方の太平洋側にそそぐ河川、四国地方の全部、九州では北部福岡、大分県内で瀬戸内斜面の河川にかぎられており、これ以外の地域である北海道、東北、関東、北陸、山陰の各地方と九州の上記以外の地方の河川は、すべてヤマメの棲息地域とされているようである。

もっとも、この両種魚類の分布境界付近の河川や、二、三特別に隔離された地域において両種の混棲、あるいは、いずれか一方のみとびはなれて分布しているところも、そうとうわかっている。このなかには、人為的に移植した記録がかなりあるようだ。

さて大島〔1957〕はその著『桜鱒と琵琶鱒』のなかで、関東・信越以南におけるヤマメ、アマゴの棲息する70河川名をあげるとともに、東亜における分布図をそえている。これはいままでに発表された魚類分布にかんする報文ではもっともくわしいものの一つであって、その努力は大いに多とせねばならない。しかしながら表現方法が府県単位となっているので、およその傾向はわかるのであるが、た

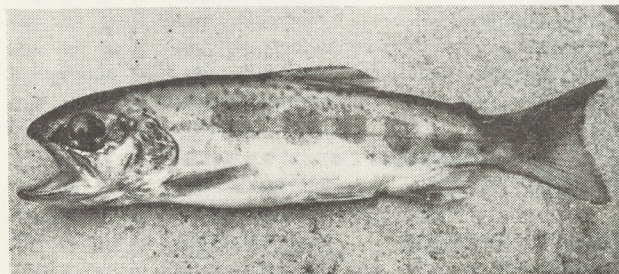


写真3 アマゴ *Oncorhynchus rhodurus*, landlocked form
和歌山県東牟婁郡古座川上流、平井川にて今西錦司採捕、全長約22cm。現地で「コサメ」という。

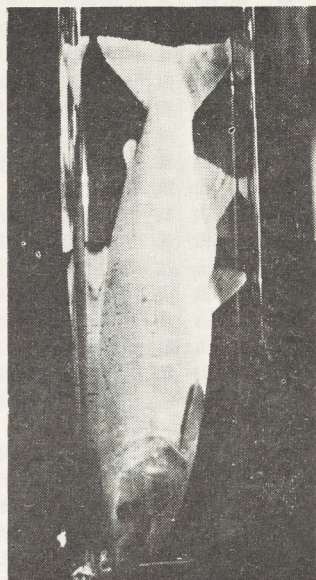


写真2 ビワマス *Oncorhynchus rhodurus* JORDAN et
McGREGOR 琵琶湖産、全長
42cm、♂、醒ヶ井養鱒場標本

たとえば、ある地方の河川のどの地点から上流どれくらい範囲がアマゴの棲息地域となっているか、ということを知りたいときには大島の報文ではかならず

III 本州西南部におけるアマゴとオオニジュウヤホシテントウの地理的分布の類似性

しも明らかではなかった。

筆者はまえにも述べたように、筆者自身の調査によるオオニジュウヤホシテントウの分布と比較する必要から、アマゴの棲息地域について、もっと具体的な状況が知りたいのであった。けれども筆者は、溪流釣りをそれまでやったこともなく、昆虫採集にでかけた当時ならば、自分で釣れないまでも、それぞれの土地の人々にそのつど、問い合せてみれば、ある程度の事情はつかみえたであろうが、いまはあとのまつり。

したがって今回アマゴ分布資料をあつめる手段としては、関係各府県水産課、水産試験場、内水面漁業協同組合に依頼して、参考文書の送付をうけるとともに、だいたいの棲息範囲をたしかめた。これに加えて、二、三の釣界専門誌、なかでも東京発行の『つり人』、大阪発行の『釣の友』に載る毎月の掲載記事、各地方に在住する溪流釣りにくわしい特志遊漁家の人々の貴重な体験談などをできるかぎりあつめて資料に供した。ただ、これらの資料を利用するにあたって注意しなければならないことは、地方によりそれぞれ方言や慣用語がちがっていることである〔今西 1932〕。たとえば関東に近い中部東海地方では、学問上の和名「アマゴ」の溪流魚にたいして「ヤマメ」とよんでいることが多く、京阪神の人々は「ヤマメ」だけがいる山陰側河川のものも「アマゴ」といっているばあいがある。また、アマゴの棲息する中国地方山陽側の東部では「ヒラベ」、西部では「ヒラメ」と称し「アマゴ」はまったく通用せず、かえって「ヤマメ」の名がとおっている。したがって、兩種境界付近の産地でいずれを指すのか不明のときは、できるかぎり、その記録は除外することにした。いま本州西南部の近畿および中国地方太平洋側の諸河川におけるアマゴの産地をあげると、表2にしめしたとおりとなる。ここでおことわりしたいのは、表1、2の産地にかんする詳細な引用文献は、紙数制限のため割愛したが、他の地域の産地も調査進行中なので、あらためてそのさい発表することにしたい。

分布の類似性

本州西南部におけるアマゴとオオニジュウヤホシテントウの産地をしめした表1～2の地名を、地図の上に記入してみると、図1となる。ただし、この図では地名の密度の大きいところをそのまま記入するとかえって見にくくなるので、適当に省略した箇所もある。この図において○印はオオニジュウヤホシテ

ントウ、×印はアマゴ、⊗印は広島県江ノ川流域のヤマメの産地をさしている。また、参考のために入れた年平均気温 14°C 等温線〔最高・最低気温の年平均〕は中央気象台〔1950〕の『新日本気候図帳』第13図にあるものを若干修正して記入した。

この分布図をながめてみれば、紀伊半島の西南部と吉備高原において、やや兩種の南限に不一致のところがあることを除いては、その地理的分布の様相がだいたい似ているということがいえるのではないかと考える。

このことは、当該昆虫がまったく陸棲の無脊椎動物で、他方は水棲の脊椎動物であり、しかも動物社会でよく見られる喰うものと喰われるものとの関係、すなわち、食物連鎖 food chain の一環につながらない赤の他人同士、日ごろの生活環境がちがっているのにもかかわらず、その棲息場所を巨視的に見ると、このようにほぼ同様な地理的環境をとともにえらんで生存しているということは、たんなる偶然の一致にすぎないとして割り切ってしまうには、その類似性があまりにもつよすぎるように思うのである。

図1は大縮尺の地図のため微細な点はあらわれていないが、たとえば岡山県などの例をとってみると、アマゴの南限界はオオニジュウヤホシテントウの南限界よりやや北方にある傾向がうかがえるので、これを気候指標でしめせば前

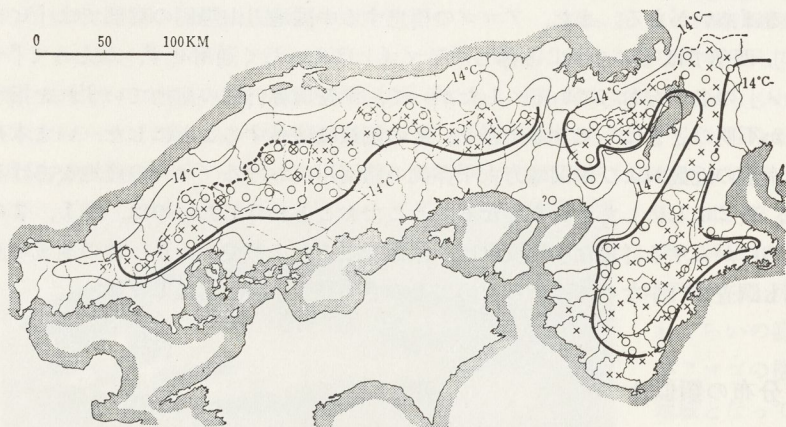


図1 本州西南部におけるアマゴとオオニジュウヤホシテントウの地理的分布。×アマゴ *Oncorhynchus rhodurus* JORDAN et MCGREGOR. ⊗ヤマメ *O. masou* (BREVOORT), ○オオニジュウヤホシテントウ *Epilachna vigintioctomaculata* MOTSCHULSKY, 太線はオオニジュウヤホシテントウの分布南限界をしめす。

III 本州西南部におけるアマゴとオオニジュウヤホシテントウの地理的分布の類似性

者は年平均気温 13°C 、吉良〔1945〕の温量指数では $105^{\circ}\text{C}\cdot\text{month}$ 、後者の南限界は年平均気温 13.5°C 、温量指数 $110^{\circ}\text{C}\cdot\text{month}$ の等温線にあたる。溪流魚であるアマゴの生態分布をいうからには、気温よりは河川の水温をとるべきであることは知っている。けれども川の水温の定期的な季節測定は、気温観測のように全国的な規模でおこなわれておらず、最近ようやく河川水温調査会が主となって特定河川で実施されようとしている段階であるから、いまのばあい遺憾ながらその資料を利用できない。そもそも今日では、本州河川の淡水魚が一つの川の流域で棲息地域を棲みわけていて、水源から河口への順に記すと*、イワナ、ヤマメ〔アマゴ〕、アブラハヤ、カジカ、アユ、ウグイ、コイ、フナの順序になっていることは、もはや陸水生物学や釣界の常識であろう。そして溪流部におけるイワナとヤマメ〔アマゴ〕のおよその限界が、最暖月の河川水温 $13^{\circ}\sim 15^{\circ}\text{C}$ 〔今西 1951〕、ヤマメ、アマゴの分布下限はおなじく $18^{\circ}\sim 20^{\circ}\text{C}$ 〔佐藤・鈴木 1942、青柳 1957〕が限界となっているようである。

*中村・河合〔1958〕および今野〔1961〕によると、青森県、下北半島大畑川にいるヤマメの一種スギノコはエゾイワナよりも上流に棲息しているのが唯一の例外。

げんに、桑原〔1962〕の調査によれば、広島県太田川水系の支流のうち、広島市内からもっとも近いところでアマゴのいる谷は、安佐郡郡部町の南原峡と同郡安佐町内の鈴張地区であるが、広島県水文気象協議会〔1953〕の観測によれば、鈴張川溪流部の8月の水温は $18.5^{\circ}\sim 19.3^{\circ}\text{C}$ 〔午前10時〕となっている。また、太田川本流でアマゴの釣れる戸河内町附近の同月水温は $19.5^{\circ}\sim 21.0^{\circ}\text{C}$ であり、いままでの学説をよく裏付けているといえることができる。

アマゴとテントウムシの個々の産地の比較は表1～2を見くらべていただくとして、両種動物の分布の類似性は分布限界付近、たとえば東限、西限などの周辺地区においてとくにいちじるしいものがあるから、その例を二、三述べてみよう。

(1) 山口県山陽側 アマゴの本州における分布西限は、大島〔1957〕によれば、山口市を流れる樫野川の上流ということになっているが、筆者が山口県立島地養魚場山下武雄場長に問い合わせたところ、「いまから30年ほどまえ山口市宮野区荒谷川でヒラメが釣れた話はきいたが、現在この地区の棲息をきかず、まずおらないと考える。ただし同地のニジマス *Salmo gairdneri irideus* GIBBONS の放流は成功している」との回答であった。筆者は1957年7月に山口市内外で暖地性のニジュウヤホシテントウを採集してから、萩行の国鉄バスの道筋であ

る荒谷地区を通過し、日本海側水系の阿武川支流に出たことがあった。その当時荒谷一帯は気温も高く、加えて山林はほとんどみな伐採されつくして藪山となっており、谷川は陶土を採掘しているために白濁していたから、断言はできないにしても、アマゴの棲息の可能性はあまりないのではなからうか。

けっきょく、山口県内でアマゴの棲息が明らかとなるのは、山下場長によれば岩国川〔錦川〕、佐波川の上流であり、これは新田〔1960〕がおこなった現地



写真4 アマゴの釣場 和歌山県東牟婁郡古座川上流、人物は今西錦司〔1962年6月8日〕

ウヤホシテントウが棲息するところは、ひじょうに局限された小地域にすぎないと考えられる。

(2) 三重県伊勢神宮 近畿地方の東南端にあたる志摩半島について述べると、伊勢志摩国立公園をなす伊勢神宮五十鈴川の淡水生物については、三重県立大水産学部の岡田ら〔1955〕の詳しい報告があるが、それによれば、同氏は五十鈴川の魚相から見て同地にアマゴの棲息を予想していたが、そののち伊藤〔1961〕はたしかに同域内の滝原宮からこれを得ている。

一方、この地方のマダラテントウ類については記録も少なく、筆者自身も未

町村役場にたいする照会の結果もおなじであり、広島女学院大学の桑原〔1962〕は佐波川源流の佐波郡徳地町滑官林内の滑川、同町川上地区の柚野川でじっさいアマゴを確認している。また山口県光高校の三好〔1956〕は、滑官林でオオニジュウヤホシテントウを採集しているから、この地がともに両種の本州における分布西限界となっているのである。ちなみに筆者は、1955年9月に、柚野川と滑川との出合にあたる同郡徳地町笹滝の佐波川のほとりで、暖地性のニジュウヤホシテントウを茄子畑で多数採集したことがあるから、佐波川源流のアマゴやオオニジュウヤホシテントウ

III 本州西南部におけるアマゴとオオニジュウヤホシテントウの地理的分布の類似性

調査のままになっているが、神宮庁〔1960〕から出ている昆虫目録には、外宮にオオニジュウヤホシテントウを産することになっている。気候的に見ると、伊勢市の年平均気温〔最高・最低の年平均〕は気温報告〔1955〕によると 15.2°C 、雨量指数では $125^{\circ}\text{C}\cdot\text{month}$ 、渡辺〔1950〕の夏期平均気温 22.7°C となっており、中国地方の例から見ると、とうていこの害虫の分布地域とは考えられないほど温暖な気候であるが、図1にしめされているとおり、紀伊半島におけるこの昆虫の南限界はおよそ年平均気温 15°C 等温線前後にあると見てよいようである。神宮域内には北方山地性の落葉喬木ミズナラ *Quercus crispula* BLUME の大木や、冷水性動物のムカシトンボ *Epiophlebia superstes* SELYS, アジメドジョウ *Cobitis delicata* NIWA が発見されているうえに、暖地性昆虫の代表種といってもよいルーミスジミ *Panchala ganesa loomisi* PRYER, イシガケチヨウ *Cyrestis thyodamas mabella* FRUHSTORFER を多産するなど生物地理学から見ると、まことに複雑な地帯といえる。

(3) 大阪府金剛山 つぎに、オオニジュウヤホシテントウとアマゴの分布限界線は、琵琶湖の東岸では鈴鹿山脈の西麓に沿って南下し、奈良県に入って大和平野の東端から桜井市、五条市付近を経て和歌山県紀ノ川中流の橋本市あたりに達しているが、このあいだ金剛山〔1113 m〕がそびえている大阪府南河内郡千早赤阪村のところでは限界線は西方大阪湾寄りのほうへ突出している形となっている。大和、大阪、泉南平野の大部分は、筆者自身もしばしば調査したが、すべて暖地性のニジュウヤホシテントウの地帯で、大阪府立農試の近木、平岡両技師の談によると、大阪府南部では金剛山千早地区にのみオオニジュウヤホシテントウの被害が見られるとのことである。

他方、金剛山に源を発して北流し大和川に合する千早川の上流は、大阪府内〔豊能郡能勢町天王とともに〕ではめずらしいアマゴの棲息地であることは有名で、最近では府天然記念物に指定されようとしている。ここのアマゴは、いまから50年ほどまえ、奈良県吉野郡天川村の人で千早村に出稼ぎに来たとき2回にわたり天ノ川のアマゴを放流した記録〔『釣の友』127号1961〕がのこっている。

(4) 兵庫県六甲山 神戸市の裏山となっている六甲山地は六甲山〔932 m〕、摩耶山〔699 m〕を中心とする東西約20 km にわたるかなりの高度をもった小山脈である。筆者の研究室には1949年に摩耶山頂において採集されたオオニジュウヤホシテントウの標本を保存しており、また、甲虫分類学を専攻される京都府大農学部の中根博士もかつて六甲山で採集した記録もあるが、1958年夏、念の

ため筆者研究室ではわざわざこの目的で六甲山頂一帯を調査したが、1匹すら採集することはできなかった。もちろんただ1回きりの調査によって存在を否定することはできないが、棲息密度がひじょうに小さいことは想像される。この山系の山麓は周囲すべて暖地性のニジュウヤホシテントウが分布していることも2回の調査で判明しているのである。ところが、ながらく兵庫県下のヤマメ、アマゴの分布状態をくわしくしらべている神戸市在住の新田〔1959〕も、地元六甲山地のアマゴが棲息しそうな溪流は全部しらみつぶしに釣り歩いたが、ついにめざす幻の魚の影すらとらえることはできなかったという事実があるのは、筆者の害虫調査と比較して興味ぶかい。

(5) 京都北山 京都の「北山」と俗にいう地域は、京都盆地の北辺をめぐる東は比叡山〔848m〕から西は愛宕山〔924m〕にいたるところの丹波高原の東南部をしめる山岳地帯をさす。さる1948~1949年にかけて京大農学部昆虫学教室では、内田俊郎教授を中心として教室全員でもって、この地域における兩種マダ

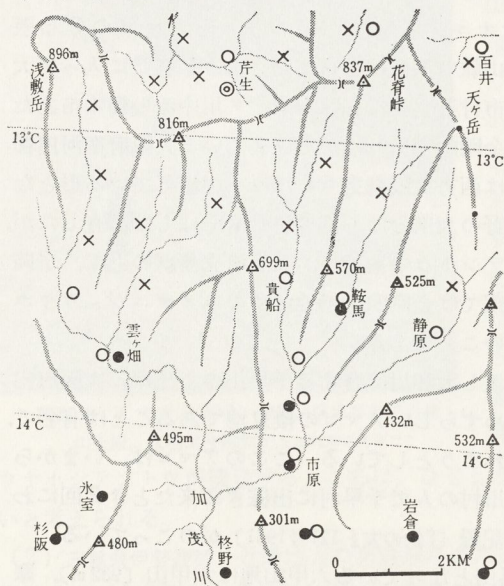


図2 京都北山におけるアマゴとマダラテントウ類の分布。×アマゴ、○オオニジュウヤホシテントウ、◎コブオオニジュウヤホシテントウ、●ニジュウヤホシテントウ

ラテントウを対象とする分布・生態調査をおこなったが、その成果は稲垣〔1949, 1950〕が報告している。そのうち京都北山の中心部をなす加茂川源流の鞍馬、貴船方面の地理的分布について稲垣〔1949〕のしめた地図をもとにして、その後判明したことも加えて描いたのが図2である。これで見ると、オオニジュウヤホシテントウとニジュウヤホシテントウのおよその境界線は、筆者〔1954〕が岡山県内でしらべたときと同じく、年平均気温 13.5°C 等温線付近にあるといえるだろう。もっとも図2内における正

III 本州西南部におけるアマゴとオオニジュウヤホシテントウの地理的分布の類似性

表 2 近畿および中国地方太平洋側におけるアマゴ *Oncorhynchus rhodurus* JORDAN et McGREGOR, land-locked form の産地表

水系別	アマゴの産地	資料
1. 町屋川	三重県員弁郡石加村石搏峠下	1960 今井
2. 三滝川	三重県三重郡菰野町湯ノ山	1961 釣の友
3. 雲出川	三重県一志郡美杉村比津；奥津；川上	1961 釣場
4. 〔八手俣川〕	三重県一志郡美杉村上多気	1961 釣木
5. 〔大原川〕	三重県一志郡白山町大原	1962 片岡
6. 櫛田川	三重県飯南郡飯高町猿山；森	1961 釣場
7. 〔青田川〕	三重県飯南郡飯高町青田	1961 釣場
8. 〔波瀬川〕	三重県飯南郡飯高町波瀬	1961 釣場
9. 宮川	三重県多気郡宮川村檜原	1953 岡田
10. 〃	三重県多気郡宮川村園；栗谷；唐櫃	1961 釣場
11. 〃	三重県多気郡宮川村明豆；小滝；神滝	1961 釣場
12. 〃	三重県多気郡宮川村滝谷；春日谷	1962 川北
13. 〃	三重県多気郡宮川村岩井；からすき谷	1962 川北
14. 〔大杉谷〕	三重県多気郡宮川村西谷；三ツ滝	1962 仲谷
15. 〔大杉谷〕	三重県多気郡宮川村堂倉谷	1962 仲谷
16. 〔大杉谷〕	三重県多気郡宮川村七ツ釜	1955 川合
17. 〔大杉谷〕	三重県多気郡宮川村桃ノ木小屋；不動谷	1961 鈴木
18. 〔大杉谷〕	三重県多気郡宮川村嘉茂助谷；千寿谷	1961 鈴木
19. 〔大和谷〕	三重県多気郡宮川村垣外俣谷	1961 仲谷
20. 〔大内山川〕	三重県度会郡大内山村一本松；米ヶ谷	1961 釣場
21. 〔大内山川〕	三重県度会郡大内山村千石越；唐子	1961 釣場
22. 〔一ノ瀬川〕	三重県度会郡度会村小萩	1961 釣場
23. 〔一ノ瀬川〕	三重県度会郡中村，川上；蝮ヶ瀬	1961 鈴木
24. 〔一ノ瀬川〕	三重県度会郡度会村七洞沢；落合橋	1961 釣場
25. 〔古和川〕	三重県度会郡南島町古和浦，古和谷	1929 大島
26. 五十鈴川	三重県伊勢市内宮，滝原宮	1960 伊藤
27. 船津川	三重県北牟婁郡海山町船津川上流	1960 岡田
28. 銚子川	三重県北牟婁郡海山町岩井谷	1960 岡田
29. 〔又口川〕	三重県北牟婁郡尾鷲市又口	1961 釣場
30. 矢ノ川	三重県北牟婁郡尾鷲市矢ノ川上流	1960 岡田
31. 名古屋川	三重県北牟婁郡尾鷲市名古屋川上流	1960 岡田
32. 八十川	三重県北牟婁郡尾鷲市三木里，八十川上流	1960 岡田
33. 古川	三重県北牟婁郡尾鷲市賀田，古川上流	1960 岡田
34. 逢川	三重県熊野市二木島，ダムより上流	1960 岡田
35. 熊野川	三重県熊野市五郷；大又；大久保；土場	1961 釣場
36. 〔大又川〕	三重県熊野市五郷；小阪；神ノ山；寺谷	1962 大岩
37. 木津川	三重県名張市上長瀬，〔名張川〕	1961 釣場
38. 〔名張川〕	三重県一志郡美杉村上太郎；中太郎	1961 釣場
39. 〔長田川〕	三重県名賀郡青山町伊勢地；西青山	1961 釣木
40. 〔服部川〕	三重県阿山郡大山田村奥馬野；中馬野	1960 白石
41. 〔長田川〕	三重県名賀郡青山町酒屋；高尾；霧生	1961 釣場

42.	大和川	奈良県宇陀郡室生村上田口；東ノ川	1962	上	田
43.	紀ノ川	奈良県吉野郡東吉野村木津；杉谷〔高見川〕	1961	釣	場
44.	〃	奈良県吉野郡東吉野村麦谷；大又〔高見川〕	1961	釣	場
45.	〔吉野川〕	奈良県吉野郡川上村大滝より上流の本支流	1961	釣	場
46.	〔黒滝川〕	奈良県吉野郡黒滝村寺ノ前；赤滝；長谷	1961	高	橋
47.	〔黒滝川〕	奈良県吉野郡黒滝村城戸〔丹生川〕	1961	田	中
48.	熊野川	奈良県吉野郡天川村洞川；川合〔天ノ川〕	1961	釣	場
49.	〔川迫川〕	奈良県吉野郡天川村弥仙川出合より大川口	1961	御	勢
50.	〔川迫川〕	奈良県吉野郡天川村神童寺谷下流；小平谷下流	1961	御	勢
51.	〔川迫川〕	奈良県吉野郡天川村オソゴヤ谷；弥仙川下流	1961	御	勢
52.	〔舟ノ川〕	奈良県吉野郡大塔村	1961	釣	場
53.	〔川原樋川〕	奈良県吉野郡野迫川村平；大股〔北股川〕	1962	森	山
54.	〔川原樋川〕	奈良県吉野郡野迫川村弓手原川；川瀬谷	1961	御	勢
55.	〔旭ノ川〕	奈良県吉野郡十津川村	1961	釣	場
56.	〔神納川〕	奈良県吉野郡十津川村野々原，一万谷	1961	御	勢
57.	〔滝川〕	奈良県吉野郡十津川村滝川	1962	田	村
58.	〔西川〕	奈良県吉野郡十津川村出谷川	1962	田	村
59.	〔芦瀬瀬川〕	奈良県吉野郡十津川村大野〔大野川〕	1962	田	村
60.	〔北山川〕	奈良県吉野郡上北山村天ヶ瀬〔天ヶ瀬川〕	1961	釣	場
61.	〔北山川〕	奈良県吉野郡上北山村今西茶屋；河合	1961	釣	場
62.	〔東ノ川〕	奈良県吉野郡上北山村出合，宮ノ平	1961	釣	場
63.	紀ノ川	和歌山県橋本市	1931	宇	井
64.	広川	和歌山県有田郡広川町〔湯浅〕	1931	宇	井
65.	有田川	和歌山県伊都郡高野町御渡川；花園	1961	釣	場
66.	〔湯川川〕	和歌山県有田郡清水町福井；上湯川；二沢	1961	釣	場
67.	日高川	和歌山県日高郡竜神村小森谷	1961	釣	場
68.	〔小又川〕	和歌山県日高郡竜神村小又川口	1961	釣	場
69.	〔丹生川〕	和歌山県日高郡竜神村加庄口；菅野	1962	古	久
70.	富田川	和歌山県西牟婁郡中辺路町二川	1931	宇	井
71.	〃	和歌山県西牟婁郡中辺路町小松原；福定	1961	釣	場
72.	日置川	和歌山県西牟婁郡日置川町玉伝，川原谷	1956		城
73.	〃	和歌山県西牟婁郡中辺路町近露	1956		城
74.	〃	和歌山県西牟婁郡中辺路町打越；平瀬	1961	釣	場
75.	〔前ノ川〕	和歌山県西牟婁郡大塔村三川，木守；五味	1962	安	江
76.	周参見川	和歌山県西牟婁郡周参見町小河内	1961	釣	場
77.	古座川	和歌山県東牟婁郡古座川町平井，玉ノ谷	1962	安	江
78.	〔小節川〕	和歌山県東牟婁郡古座川町三尾川	1961	釣	場
79.	〔佐本川〕	和歌山県東牟婁郡古座川町佐本	1961	釣	場
80.	〔小川川〕	和歌山県東牟婁郡小川村滝拝より上流	1961	釣	場
81.	熊野川	和歌山県東牟婁郡本宮町大塔川；皆根川	1961	釣	場
82.	太田川	和歌山県東牟婁郡那智勝浦町色川	1931	宇	井
83.	那智川	和歌山県東牟婁郡那智勝浦町那智山	1931	宇	井
84.	琵琶湖	滋賀県伊香郡余呉村針川；菅並〔高時川〕	1961	釣	場
85.	〔姉川〕	滋賀県東浅井郡東草野村吉槻	1961	釣	場
86.	〔姉川〕	滋賀県東浅井郡伊吹村大久保	1961	釣	場

III 本州西南部におけるアマゴとオオニジュウヤホシテントウの地理的分布の類似性

87.	〔姉 川〕	滋賀県東浅井郡上草野村鍛冶〔草野川〕	1961	釣	場
88.	〔犬 上 川〕	滋賀県犬上郡多賀町犬上川源流	1961	鈴	木
89.	〔愛 知 川〕	滋賀県神崎郡永源寺町御池川及茶屋川	1961	釣	場
90.	〔愛 知 川〕	滋賀県神崎郡永源寺町神崎川, 佐目子谷	1961	鈴	木
91.	〔石 田 川〕	滋賀県高島郡今津町角川; 追分	1961	後	藤
92.	〔安 曇 川〕	滋賀県高島郡朽木村木地山〔麻生川〕	1961	釣	場
93.	〔安 曇 川〕	滋賀県高島郡朽木村能家〔北川〕	1961	釣	場
94.	〔安 曇 川〕	滋賀県高島郡朽木村雲洞谷〔北川〕	1961	鈴	木
95.	〔安 曇 川〕	滋賀県滋賀郡堅田町平; 赤谷; 坊村; 口ノ深谷	1961	釣	場
96.	淀 川	京都市左京区小出石; 三谷〔高野川〕	1961	釣	場
97.	〔高 野 川〕	京都市左京区大原; 古知谷	1962	坂	井
98.	〔高 野 川〕	京都市左京区花尻; 長谷	1962	坂	井
99.	〔加 茂 川〕	京都市左京区鞍馬, 貴船, 静原	1961	釣	場
100.	〔大 堰 川〕	京都市左京区大布施; 油そう谷; 南谷	1962	坂	井
101.	〔大 堰 川〕	京都市左京区能見, 能見川フカンド谷, 光砥谷	1962	今	西
102.	〔大 堰 川〕	京都市左京区大悲山寺谷; ナメラ谷; 桑谷	1962	坂	井
103.	〔大 堰 川〕	京都市左京区八樹, チセロ谷	1962	坂	井
104.	〔大 堰 川〕	京都市左京区広河原; オリ谷; 尾花谷	1962	坂	井
105.	〔大 堰 川〕	京都市北区中川; 杉阪口; 東町〔清滝川〕	1961	鈴	木
106.	〔大 堰 川〕	京都市北区雲ヶ畑, 祖父谷, 中津川	1960	坂	井
107.	〔大 堰 川〕	京都市北区真弓; 水谷川	1962	坂	井
108.	〔大 堰 川〕	京都市北区小野郷, 岩谷	1962	坂	井
109.	〔大 堰 川〕	京都市右京区谷山川, 梨木谷, 堂尻川	1961	鈴	木
110.	〔大 堰 川〕	京都市右京区水ノ尾谷	1961	鈴	木
111.	〔大 堰 川〕	京都府北桑田郡京北町細野; 宮ノ辻	1961	釣	場
112.	〔大 堰 川〕	京都府北桑田郡京北町田尻谷; 芦見谷	1961	鈴	木
113.	〔大 堰 川〕	京都府北桑田郡京北町愛宕道, ウジウジ谷	1962	坂	井
114.	〔大 堰 川〕	京都府北桑田郡京北町周山, 魚ヶ淵〔3月まで〕	1962	坂	井
115.	〔大 堰 川〕	京都府北桑田郡京北町弓削川; 男鹿谷; 芦谷	1962	坂	井
116.	〔大 堰 川〕	京都府北桑田郡京北町オガ谷; 米ヶ谷; 千谷	1960	坂	井
117.	〔大 堰 川〕	京都府北桑田郡京北町芦生谷, 医王谷	1962	坂	井
118.	〔大 堰 川〕	京都府北桑田郡京北町灰屋	1962	高	橋
119.	〔大 堰 川〕	京都府北桑田郡京北町井戸; 小塩谷	1962	坂	井
120.	〔大 堰 川〕	京都府北桑田郡京北町七口谷; 竹次谷	1962	坂	井
121.	〔大 堰 川〕	京都府北桑田郡八木町神吉	1961	鈴	木
122.	〔大 堰 川〕	京都府北桑田郡日吉町四ツ谷; エビ谷; 大岩谷	1960	坂	井
123.	〔大 堰 川〕	京都府南桑田郡亀岡町アタゴ谷; 七谷川	1961	鈴	木
124.	琵琶 湖	京都市左京区百井; 大見; 皆子谷; 尾越芦火谷	1961	釣	場
125.	〔安 曇 川〕	京都市左京区久多, 小黒谷; 宮谷; 上; 中	1961	釣	場
126.	〔安 曇 川〕	京都市左京区久多, 合川	1961	釣	場
127.	大 和 川	大阪府南河内郡千早赤坂村千早川	1961	釣	の 友
128.	武 庫 川	大阪府豊能郡能勢町天王	1962	樋	口
129.	武 庫 川	兵庫県多紀郡城東町籠坊; 後川〔羽束川〕	1953	樋	口

130.	加古川	兵庫県多可郡加美村山寄上；鳥羽〔杉原川〕	1959	新田
131.	〔佐治川〕	兵庫県氷上郡青垣町遠阪；神楽；大名草	1962	山本
132.	〔佐治川〕	兵庫県氷上郡青垣町東芦田；クラマチ谷	1962	山本
133.	〔葛野川〕	兵庫県氷上郡氷上町葛野，清住谷	1962	山本
134.	〔篠山川〕	兵庫県多紀郡福住町篠山川源流	1959	新田
135.	市川	兵庫県神崎郡大河内町上小田〔小田原川〕	1959	新田
136.	〔越知川〕	兵庫県神崎郡神崎町岩屋；福畑	1961	釣場
137.	〔犬見川〕	兵庫県神崎郡大河内町川上	1959	新田
138.	〔栃原谷〕	兵庫県朝来郡生野町栃原谷；クリ谷	1962	内海
139.	〔菅町谷〕	兵庫県朝来郡生野町上生野；黒川	1959	黒田
140.	夢前川	兵庫県飾磨郡夢前町熊部；山内；熊野	1961	釣場
141.	揖保川	兵庫県宍粟郡波賀町小野谷；谷川〔引原川〕	1959	新田
142.	〔引原川〕	兵庫県宍粟郡波賀町戸倉；鹿伏；官中	1961	釣場
143.	〔引原川〕	兵庫県宍粟郡波賀町道谷；沼谷	1959	新田
144.	〔引原川〕	兵庫県宍粟郡波賀町畑ヶ谷；音水；桂谷	1962	釣友
145.	〔三方川〕	兵庫県宍粟郡一宮町三方；岸田	1961	釣場
146.	〔三方川〕	兵庫県宍粟郡一宮町阿舍利，志倉	1960	新田
147.	〔三方川〕	兵庫県宍粟郡一宮町深河谷	1961	新田
148.	〔林田川〕	兵庫県宍粟郡安富町関	1959	新田
149.	〔千町川〕	兵庫県宍粟郡一宮町千町	1959	新田
150.	〔上野川〕	兵庫県宍粟郡波賀町水谷	1959	新田
151.	〔五十波川〕	兵庫県宍粟郡山崎町梯	1959	新田
152.	〔伊水川〕	兵庫県宍粟郡山崎町上下，川原山谷	1960	北山
153.	〔林田川〕	兵庫県宍粟郡安富町鹿ヶ壺	1961	新田
154.	〔岡城川〕	兵庫県宍粟郡一宮町一宮	1961	新田
155.	〔本谷川〕	兵庫県宍粟郡一宮町曲里	1961	新田
156.	千種川	兵庫県宍粟郡千種村西河内	1961	釣場
157.	〃	兵庫県宍粟郡千種村東河内	1959	新田
158.	〃	兵庫県宍粟郡千種村岩野辺	1959	新田
159.	〔志文川〕	兵庫県宍粟郡千種村鷹巣；大沢	1959	新田
160.	〔佐用川〕	兵庫県宍粟郡佐用町上石井；土井	1959	新田
161.	吉井川	岡山県英田郡西粟倉村影石；塩谷；大茅	1961	釣場
162.	〔吉野川〕	岡山県英田郡西粟倉村長尾	1923	郡誌
163.	〔吉野川〕	岡山県英田郡西粟倉村坂根，小才田	1961	西村
164.	〔吉野川〕	岡山県英田郡東粟倉村	1959	大島
165.	〔梶並川〕	岡山県勝田郡勝田町立木；右手	1962	安江
166.	〔加茂川〕	岡山県苫田郡阿波村大杉	1960	安江
167.	〔加茂川〕	岡山県苫田郡加茂町知和；河井	1960	岡山県
168.	〔加茂川〕	岡山県苫田郡加茂町倉見，黒木〔倉見川〕	1961	田中
169.	〔奥津川〕	岡山県苫田郡上齊原村	1960	岡山県
170.	〔奥津川〕	岡山県苫田郡奥津町奥津峽	1959	大島
171.	旭川	岡山県真庭郡川上村明蓮谷	1950	佐藤
172.	〃	岡山県真庭郡川上村及八束村内各支流	1961	丸山
173.	〔目木川〕	岡山県苫田郡富村山谷；梅谷	1962	渡辺
174.	〔新庄川〕	岡山県真庭郡新庄村及美甘村	1960	岡山県
175.	高梁川	岡山県新見市千屋，花見〔千屋川源流〕	1960	宮脇

III 本州西南部におけるアマゴとオオニジュウヤホシテントウの地理的分布の類似性

176.	〔小阪部川〕	岡山県阿哲郡大佐町大井野, 君山, 小阪部	1961	釣	場
177.	〔足立川〕	岡山県阿哲郡神郷町新郷	1962	山	陽
178.	〔足立川〕	岡山県阿哲郡神郷町三室〔油野川〕	1962	岩	木
179.	〔西川〕	岡山県阿哲郡哲西町干子	1961	安	江
180.	高粱川	広島県比婆郡東城町持丸; 岩祖〔東城川上流〕	1960	今	西
181.	〔東城川〕	広島県比婆郡東城町帝釈峽	1959	佐	藤
182.	〔東城川〕	広島県比婆郡東城町八幡, 田黒川	1961	森	田
183.	〔東城川〕	広島県神石郡油木町	1962	北	田

広島県内江ノ川流域はすべて朱点のない北日本型のヤマメであるが、参考のためこの産地表に加える。

184.	江ノ川	広島県比婆郡西城町油木; 三井原; 六ノ原	1960	今	西
185.	〔西城川〕	広島県比婆郡西城町熊野	1960	今	西
186.	〔比和川〕	広島県比婆郡比和町より上流	1962	島	西
187.	〔神ノ瀬川〕	広島県比婆郡高野町	1960	今	島
188.	〔神ノ瀬川〕	広島県双三郡君田村及布野村より上流	1962	広	島
189.	〔可愛川〕	広島県山県郡豊平町志路原	1961	佐	藤
190.	〔可愛川〕	広島県山県郡大朝町浅津	1962	桑	原
191.	〔可愛川〕	広島県山県郡大朝町田原, 横川	1962	桑	原
192.	太田川	広島県山県郡豊平町都志見〔西奈川〕	1962	桑	原
193.	〔西宗川〕	広島県山県郡豊平町戸谷; 吉阪	1959	佐	藤
194.	〔丁川〕	広島県山県郡豊平町才ノ平; 神原	1962	桑	原
195.	〔滝山川〕	広島県山県郡芸北町高野; 移原〔大暮川〕	1962	桑	原
196.	〔滝山川〕	広島県山県郡芸北町大暮; 美和〔大暮川〕	1959	佐	藤
197.	〔滝山川〕	広島県山県郡芸北町才乙; 奥原; 南門原	1957	つ	り
198.	〔大佐川〕	広島県山県郡芸北町荒神原〔雄鹿原〕, 政所	1962	桑	原
199.	〔大佐川〕	広島県山県郡芸北町雲耕川, 馬原川	1957	つ	り
200.	〔大佐川〕	広島県山県郡芸北町橋山; 吉見阪	1962	桑	原
201.	〔松原川〕	広島県山県郡芸北町空城, ロクロ谷	1962	桑	原
202.	〔柴木川〕	広島県山県郡芸北町長者原	1962	桑	原
203.	〔柴木川〕	広島県山県郡戸河内町小板; 餅ノ木	1962	桑	原
204.	〔柴木川〕	広島県山県郡戸河内町三段峽	1960	佐	藤
205.	〔柴木川〕	峽広島県山県郡戸河内町板ヶ谷; 梶ノ木	1962	桑	原
206.	〔柴木川〕	広島県山県郡戸河内町田代川奥三段峽	1959	佐	藤
207.	〔柴木川〕	広島県山県郡戸河内町牛小屋谷; 横川	1962	桑	原
208.	〔柴木川〕	広島県山県郡戸河内町田吹, 古屋敷	1962	桑	原
209.	〔柴木川〕	広島県山県郡筒賀村坂原; 馬越; 小原	1962	桑	原
210.	〔三谷川〕	広島県山県郡加計町安野	1959	佐	藤
211.	〔吉和川〕	広島県佐伯郡吉和村細見谷; 立野	1962	桑	原
212.	〔吉和川〕	広島県佐伯郡吉和村中津谷	1962	桑	原
213.	〔根谷川〕	広島県安佐郡可部町南原峽	1962	桑	原
214.	〔鈴張川〕	広島県安佐郡安佐町鈴張; 戸崎	1962	桑	原
215.	〔瀬谷川〕	広島県安佐郡安佐町瀬谷	1962	桑	原
216.	〔水内川〕	広島県佐伯郡湯来町上水内; 本多田	1957	つ	り
217.	〔水内川〕	広島県佐伯郡湯来町打尾谷	1957	つ	り
218.	〔水内川〕	広島県佐伯郡湯来町伏谷	1962	桑	原

219.	小瀬川	広島県佐伯郡佐伯町四和；中道；針山〔木野川〕	1962	桑	原
220.	〔木野川〕	広島県佐伯郡佐伯町河面；助藤；所山	1962	桑	原
221.	〔玖島川〕	広島県佐伯郡佐伯町玖島；平谷；川上；大町	1957	つ	り
222.	八幡川	広島県佐伯郡湯来町砂谷	1959	佐	藤
223.	〃	広島県佐伯郡湯来町白砂	1957	つ	り
224.	〃	広島県佐伯郡五日市町上魚切；上河内	1962	桑	原
225.	安川	広島県佐伯郡沼田町奥畑	1959	佐	藤
226.	岩国川	山口県玖珂郡美和町秋掛；野々尻〔美和川〕	1962	桑	原
227.	〔本郷川〕	山口県玖珂郡錦町本郷，根木骨，延原	1962	桑	原
228.	〔宇佐川〕	山口県玖珂郡錦町宇佐，山崎	1962	倉	増
229.	〔宇佐川〕	山口県玖珂郡錦町河津	1962	桑	原
230.	〔大野川〕	山口県玖珂郡錦町大野；オモ川	1962	桑	原
231.	〔木谷川〕	山口県玖珂郡錦町小西；木谷；シミズ谷	1962	桑	原
232.	〔渋川〕	山口県都濃郡鹿野町米山；権地	1962	桑	原
233.	〔鹿野川〕	山口県都濃郡鹿野町仁保谷	1962	桑	原
234.	〔鹿野川〕	山口県都濃郡鹿野町葉ノ内；大潮；開作	1962	桑	原
235.	佐波川	山口県佐波郡徳地町滑官林〔滑川〕	1962	山	下
236.	〔袖野川〕	山口県佐波郡徳地町川上；河内谷	1962	桑	原
下記の地区を追加する。					
237.	熊野川	奈良県吉野郡下北山村〔北山川〕	1962	奈	良
238.	紀ノ川	奈良県東吉野村小川〔高見川〕	1962	奈	良
239.	紀ノ川	奈良県東吉野村三尾〔高見川〕	1962	奈	良
240.	紀ノ川	奈良県吉野郡吉野町上市	1962	奈	良
241.	紀ノ川	奈良県吉野郡西吉野村和田；賀名生；宗檜	1962	奈	良
242.	木津川	奈良県宇陀郡御杖村菅野〔名張川〕	1962	奈	良
243.	木津川	奈良県宇陀郡曾爾村今井〔名張川〕	1962	奈	良

III 本州西南部におけるアマゴとオオニジュウヤホシテントウの地理的分布の類似性

規の気象観測所は雲ヶ畑1ヵ所にすぎず、該等温線は京都府気象統計書〔1941〕からだいたいのところを写しとったものであるから、じつは線にしめすほど確固としたものではないことを付記しておく。

さて、この地方のアマゴの産地については地元の今西錦司の40年にちかい釣歴があるのだが、さんねんながらその豊富な経験も記録としてはほとんど発表していないので、今回は釣場案内のために出版された山下修三編『近畿とその周辺の釣と釣場』〔1961〕という冊子と、関西の業界誌『釣の友』に載った記事などを参照してまとめたのが表2中の京都地方であり、その産地は図2上に×印をもってあらわしておいた。なお、古い文献であるが伊藤圭介〔1873〕はその著『日本産物志山城之部』のなかで、アマゴ〔似嘉魚〕は北山の溪川に産すると記している。図2を見ると、アマゴとオオニジュウヤホシテントウはほぼ同じように棲息していることがわかるが、貴船、鞍馬のあたりから北、花脊、芹生の里までのあいだ該昆虫の空白地がある。それは、この部分はいわゆる北山磨丸太といわれる杉の植林地帯であって、部落がまったくない。したがって茄子や馬鈴薯畑もないから、虫も見つからないわけである。

本州西南部以外の地方については、目下調査中であるが、そのうち知りえた二、三の事例を述べてみることにする。

(6) 伊豆半島 天城山〔1403m〕から北流して沼津で駿河湾にそそいでいる狩野川は、その支流の黄瀬川とともに大島〔1957〕によると、全流域がアマゴだけの棲息地域であり、かつ、その分布東限となっている。なお、同書の分布図では、伊豆半島全域がアマゴの記号でしめされている。筆者は1958、1959年の2回にわたり、狩野川河口の沼津からさかのぼり、修善寺、湯ヶ島を経て徒歩で天城峠〔800m〕を越え、南流する河津川流域を湯ヶ野から河口の河津浜、下田一帯を調査したことがある。その結果を述べると、狩野川筋では沼津から駿豆鉄道修善寺駅付近までの低地はすべて暖地性のニジュウヤホシテントウのみであり、やや上流の田方郡修善寺町本立野、旧下狩野村役場にある気象観測所〔80m〕の年平均気温は14.8°Cをしめしている。また、同郡上狩野村湯ヶ島から上流の湯ヶ島新田、浄蓮滝をへて最上流部落の茅野まではオオニジュウヤホシテントウのみが発見されたので、この両種マダラテントウの分布境界は修善寺と湯ヶ島間にあるものと考えられる。アマゴについてはどうかといえば、これが釣れだすのは季節によって多少異なるが、本流ではやはりこのあたり、田方郡中狩野村佐野、青羽根地先の川畔〔鈴木 1962、大川 1957〕から湯ヶ島に

かけてであるようだ。

天城峠から南流し、相模灘に入る河津川流域については、賀茂郡河津町上河津にある湯ヶ野〔80m〕では兩種マダラテントウが畑に混棲して見うけられ、この地の年平均気温は 15.7°C の暖地であった。ここより河口の河津浜から下田町一帯の 100m 以下の低地はことごとくニジュウヤホシテントウのみの単棲地域である。また、河津川に産するものが、体側に細朱点のついている関東型のアマゴか、それとも黒点のみあるヤマメがいるのか、従来の文献によったのでは確実なところが不明であったので、湯ヶ野にある内水面漁協に問い合わせたところ、朱点がないヤマメばかりであることがわかった。してみると、伊豆半島の河川にはアマゴのいる谷とヤマメのいる谷とが混在しているわけで、しかも静岡県内の河川のうち、関東型のヤマメのみが棲息するところは、いまのところ、この河津川だけしかわかっていない。そしてこの川のアマゴの釣り場はオオニジュウヤホシテントウがいる湯ヶ野から上流か、支流では大鍋、佐ヶ野沢となっているようだ。いずれにしても、伊豆半島の陸封性鮭鱒類については、今後さらに実地調査が必要である。

(7) 九州大野川 九州大分県内の河川は瀬戸内海にそそいでいるから、大島〔1957〕によれば、みなアマゴの分布地域となっており、阿蘇、九重高原から発して別府湾に入る大野川もこれにあたる。例外としては、水源は大分県内であっても宮崎県北部を通過し日向灘にそそいでいる北川の上流の鑑川〔大分県南海郡宇目村宗太郎地区〕では、ヤマメとアマゴが混棲しているという〔中村 1955〕。

さて大野川流域におけるアマゴの棲息地は、池田〔1959〕によれば、竹田市付近で合流している稲葉川、玉来川、岩戸川、大谷川各支流の上流の熊本県阿蘇郡内にあり、たとえば、大谷川では高森町津留部落〔約700m〕から上流、玉来川では産山村山鹿部落〔約650m〕から上流の溪流であるという。この釣場には国鉄豊肥本線波野駅〔750m〕、または滝水駅〔600m〕から達するのであるが、両駅付近は同国鉄線のなかでも最高の標高地点にある。1960年夏、筆者研究室の調査によると、波野ではオオニジュウヤホシテントウのみ、滝水駅では兩種の混棲が見うけられた。してみると、この付近での兩種の垂直分布の境界は 550~600m あたりの高度となるが、この数値はかつて矢野〔1906〕、高橋〔1920〕が指摘したこととまったく一致する。

(8) 四国鱒山 九州の例証をあげたから、ついでに四国にもふれることにする。この地方のマダラテントウ類の調査は名和〔1918〕、高橋〔1932〕いらいまだ

III 本州西南部におけるアマゴとオオニジュウヤホシテントウの地理的分布の類似性

充分おこなわれていないので、断言はできかねるが、筆者の手もとには四国第二の高峯、劔山〔1955m〕北側の中腹600mの地点にある部落、徳島県美馬郡一字村桑平や川又でとれたオオニジュウヤホシテントウの標本があるが、尾根越しの部落、祖谷川源流の名頃、菅生〔700~900m〕、あるいは劔山から東流する那賀川上流の那賀郡沢谷村日浦〔627m〕あたりでは、アマゴ〔四国ではアメノウオ、アメゴ、アメという〕が釣れる記事もあり、この高度は四国の最高峰、石鎚山面河溪のアマゴの棲息限界〔伊藤 1960〕とひとしい。面河溪にはもちろんオオニジュウヤホシテントウもいる〔石原 1953〕。

摘 要

ナス科作物害虫のオオニジュウヤホシテントウ *Epilachna vigintioctomaculata* MOTSCHULSKY とニジュウヤホシテントウ *Epilachna sparsa orientalis* DIEKE の日本における地理的分布、地理的変異、越冬休眠などについて生理生態学的研究をおこなってきたところ、このうち、冷涼な気候の土地に主として棲息する寒地性のオオニジュウヤホシテントウの地理的分布が、たまたま陸封性鮭鱒類の一種で冷水性の山地溪流に棲息するアマゴ *Oncorhynchus rhodurus* JORDAN et MCGREGOR, land-locked form の地理的分布と巨視的に見るとほぼ一致することに気がついた。

そこで、近畿および中国地方の表日本、太平洋側における両動物の具体的な産地を調査比較して、それらの地理的分布の様相を明らかにした。その結果は図1、2にしめたように、両者の分布南限界は、吉備高原と紀伊半島南西部を除いては、だいたい一致することがわかった。この分布の類似性については、当該地域のみならず、アマゴの棲息が知られている伊豆半島、四国、九州の一部においても同様の傾向がうかがえた。

本稿を草するにあたっては多数の方々から貴重な御教示をうけることができた。とくに筆者の専門外である水産・釣界方面の御協力がなかったならば、この仕事はその価値が半減したのではないかと考えると、まことにありがたく、ここに御芳名を付記して感謝の意を表する。

安原孝吉、福貴正三、御勢久右衛門、林憲一、羽根田弥太、樋口繁一、日向金三郎、本間義治、蓬台哲郎、稲垣善隆、今西錦司、岩木美春、井崎市左衛門、加藤登、北田正人、小泉清明、古久保匡房、久保達郎、倉増勝、桑原良敏、松原喜代松、増田耕作、丸山宗重、三好和雄、宮脇巍、故森為三、本沢一江、中村守純、中根猛彦、中村慎吾、西

村公夫, 西秋吉, 新田雅一, 岡田弥一郎, 大房源泰, 白石芳一, 佐藤月二, 田中岸夫, 徳田御稔, 徳山鉄也, 津田松苗, 辻村太郎, 内田俊郎, 和田正知, 山崎米司, 山下武雄, 吉田宗一, 山本義丸の諸氏.

奈良, 和歌山, 岡山, 広島, 山口, 鳥取, 島根各県庁水産課・淡水区水産研究所, 三重県水産試験場, 滋賀県養鱒場, 広島県南北淡水漁指導所, 山口県養魚場, 奈良県吉野郡十津川村役場, 岡山県小田川漁協, 静岡県河津川漁協, 隠岐水産高校, 比和科学博物館, 山口県立博物館, 横須賀市立博物館, 鳥取県立博物館.

1962年8月10日しるす.

文 献

- 青柳兵司 1957 日本列島産淡水魚類総説. 272 pp.
平野伊一 1957 昆虫関係日本文献目録, マダラテントウムシ亜科. 大阪植物防疫 6 : 327—346.
広島県水気象連絡協議会 1953 昭和27年度太田川水系の水温調査報告. 259 pp.
池田純一 1959 阿蘇国立公園の山女魚つり場. つり人 17 (7) : 78—80.
今西錦司 1932 関西に於ける山の魚の方言. 山小屋 7 : 112—123.
—— 1951 いわなとやまめ. 林業解説シリーズ 35 36 pp.
今野徳也 1961 ヤマメとイワナとスギノコト. みどり 13 (7) : 28—33.
稲垣健二ほか 1949 京都市附近におけるニジュウヤホシテントウとオオニジュウヤホシテントウの分布に就いて. 松虫 3 : 121—124.
—— 1950 ニジュウヤホシテントウとオオニジュウヤホシテントウの分布の季節的変動. 関西昆虫学会報 15 : 59—62.
石原 保ほか 1953 石鎚山と面河溪の昆虫相. 四国昆虫学会報 3, 付録. 137 pp.
伊藤武夫 1961 伊勢神宮植物記. 神宮司序. 433 pp.
伊藤猛夫 1960 石鎚山の自然と人文 [魚類之部] : 75—76.
吉良竜夫 1945 農業地理学の基礎としての東亜の新気候区分. 23 pp.
KÔNO, H. 1937 Eine neue *Epilachna*-Art. *Ins. Mats.* 11 : 99.
小山長雄 1962 長野県のマダラテントウ, 付日本産マダラテントウ文献目録. 35 pp.
桑原良敏 1962 4月10日付私信.
三好和雄 1956 滑採集記. 山口生物 2 (2) : 13—19.
永沢小兵衛 1902 偽瓢虫及大瓢虫の分布. 昆虫世界 6 : 469.
中村彦治 1955 北九州のヤマメ釣(4). つり人 10 (6) : 74—75.
中村守純・河合美彦 1958 大畑川上流の淡水魚スギノコについて. 資源研彙報 46/47 : 103—107.
名和梅吉 1902 瓢虫類の分布と食物調査. 昆虫世界 6 : 232.
—— 1918 大偽瓢虫四国に産す. 昆虫世界 22 : 346.
新田雅一〔天子山人〕 1959 釣々坊主(10). 釣の友 104 : 67—69.
—— 1960 山女魚再考抄. 釣の友 106 : 56—62.
岡田弥一郎ほか2名 1955 神宮宮城内五十鈴川流域の淡水生物相. 神宮農業館報告

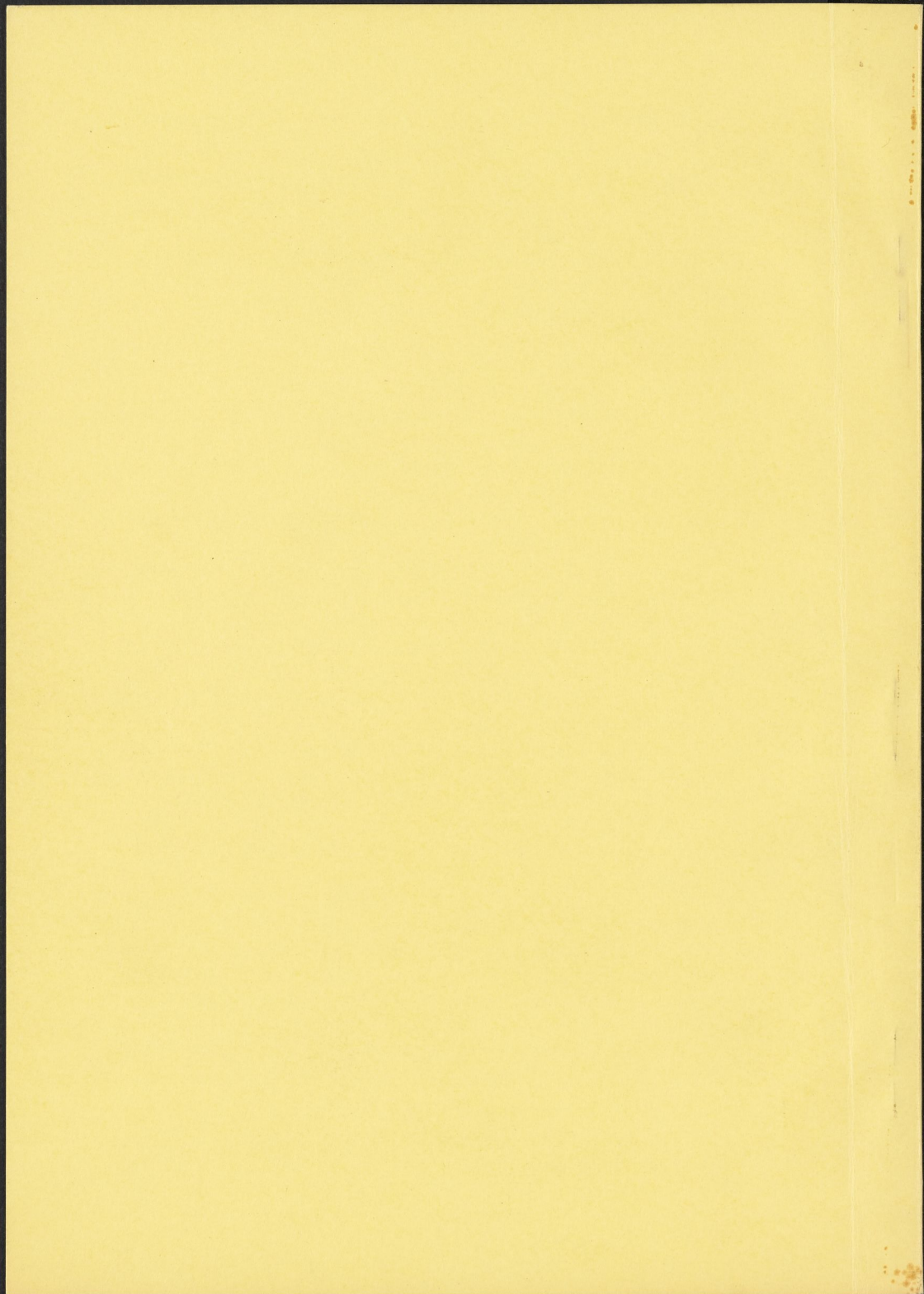
III 本州西南部におけるアマゴとオオニジュウヤホシテントウの地理的分布の類似性

B〔生物〕 1 : 1—18.

- 大川春男 1957 伊豆のヤマメ釣. つり人 12 (3) : 22—24.
- 大島正満 1929 ヤマメ及びアマゴの系統並びにその生活史に関する 2, 3 の知見. 自然科学〔改造社〕 4 (1) : 129—150.
- 1930 ヤマメ及びアマゴの分布境界線に就いて. 地理学評論 6 : 1186—1208.
- 1957 桜鱒と琵琶鱒. 79 pp.
- 佐藤垢石・鈴木晃 1942 山女魚つり 212 pp.
- 鈴木魚心 1962 溪流つり百科. 230 pp.
- 高橋 奨 1920 昆虫の垂直分布の観察. 昆虫世界 24 : 225.
- 1925 関東地方に於ける二十八瓢虫及大二十八瓢虫の分布に就て. 病虫害雑誌 12 : 553.
- TAKAHASHI, S. 1932 Studies on *Epilachna* lady beetles in Japan. *J. Tokyo Agr. Coll.* 3 : 1—115.
- 渡辺千尚 1950 オオニジュウヤホシテントウの分布南限界の指標としての夏期平均気温〔要報〕. 昆虫 18 : 54—63.
- 1954 ニジュウヤホシテントウの分布北限の指標. 昆虫 20 : 80—81.
- 山下修三 1961 近畿とその周辺の釣と釣場. 214 pp.
- 矢野宗幹 1906 英彦山昆虫雑記. 博物之友 6 : 258.
- 安江安宣・浜田厚生 1954 岡山県における茄子科作物害虫オオニジュウヤホシテントウ及ニジュウヤホシテントウの分布と気候的要因(1). 農学研究 41 : 162—172.
- 安江安宣 1955 本州西南部におけるニジュウヤホシテントウの分布に関する新知見. 農学研究 43 : 45—49.
- 1956 中国地方における茄子科作物害虫マダラテントウ類の地理的分布とその生物気候学的考察. 瀬戸内海研究 8 : 33—42.
- ・河田和雄 1957 マダラテントウ類の後胚子発育に及ぼす温湿度の影響. 日本昆虫学会17回大会要旨 : 13.
- 1959 本邦におけるオオニジュウヤホシテントウの南限とニジュウヤホシテントウの北限について. 昆虫 26 : 199—200.
- ・河田和雄 1961 ニジュウヤホシテントウの休眠と日長効果. 第3報. 光週性の地理的変異について. 日本応用動物昆虫学会大会要旨 : 25—26.
- 1963 茄子科作物害虫ニジュウヤホシテントウとオオニジュウヤホシテントウの地理的分布, 地理的変異とその発育, 越冬休眠に関する生理生態学的研究. 第1編. ニジュウヤホシテントウとオオニジュウヤホシテントウの地理的分布に関する調査研究. 農学研究 50 : 1—36.
- 1966 中国地方におけるコブオオニジュウヤホシテントウと陸封性イワナ類の地理的分布の類似性. 日本応用動物昆虫学会中国支部報 8 : 21—23.

1911年 1月 1日 東京 晴 10.5
1911年 1月 2日 東京 晴 10.5
1911年 1月 3日 東京 晴 10.5
1911年 1月 4日 東京 晴 10.5
1911年 1月 5日 東京 晴 10.5
1911年 1月 6日 東京 晴 10.5
1911年 1月 7日 東京 晴 10.5
1911年 1月 8日 東京 晴 10.5
1911年 1月 9日 東京 晴 10.5
1911年 1月 10日 東京 晴 10.5
1911年 1月 11日 東京 晴 10.5
1911年 1月 12日 東京 晴 10.5
1911年 1月 13日 東京 晴 10.5
1911年 1月 14日 東京 晴 10.5
1911年 1月 15日 東京 晴 10.5
1911年 1月 16日 東京 晴 10.5
1911年 1月 17日 東京 晴 10.5
1911年 1月 18日 東京 晴 10.5
1911年 1月 19日 東京 晴 10.5
1911年 1月 20日 東京 晴 10.5
1911年 1月 21日 東京 晴 10.5
1911年 1月 22日 東京 晴 10.5
1911年 1月 23日 東京 晴 10.5
1911年 1月 24日 東京 晴 10.5
1911年 1月 25日 東京 晴 10.5
1911年 1月 26日 東京 晴 10.5
1911年 1月 27日 東京 晴 10.5
1911年 1月 28日 東京 晴 10.5
1911年 1月 29日 東京 晴 10.5
1911年 1月 30日 東京 晴 10.5
1911年 1月 31日 東京 晴 10.5





A SURVEY OF
THE AYU
AND ATTEMPTS
TO ESTABLISH
THE FISH IN HUMBOLDT
COUNTY.

By R. T. LACKEY

MILLERS FALLS
E. B. A. S. E.
COTTON COMB

A Survey of the ayu, Plecoglossus altivelis
(Temminoh et Schlegel), and attempts to
establish the fish in Humboldt County, California

by Robert T. Lackey

Humboldt State College
Arcata, California

1965

Table of Contents

Abstract	1
Introduction	2
Acknowledgments	3
Background Information	
Classification	4
Description	6
Life History	7
Ayu Culture.- History and Current Activities	
Japanese Efforts and Methods	11
Previous Activities in the United States	13
Humboldt State College Previous Efforts	15
Humboldt State College Efforts in 1964	17
Discussion	21
References	23

Abstract

The Japanese ayu is often considered the finest eating fish in the world. It also lacks a "fishy" smell when cooked. Introducing the ayu into Northern California would compliment, rather than compete with the native fish.

During the past seven years, members of the Fisheries Department of Humboldt State College have attempted to introduce the fish into the waters of Humboldt County, California. The efforts to date have apparently not succeeded.

The classification of the ayu is discussed in some detail. The taxonomic problems are explored with emphasis on recent work in this area. Both a description of the ayu and a life history are provided.

A summary of Japanese efforts in the culturing of ayu is given. Work conducted by Humboldt State College is reviewed and discussed. A more extensive discussion is given on the 1964 efforts.

Introduction

The ayu or sweetfish of Japan, Korea, Formosa, and China is one of the most delicious fish in the world. When cooked it does not have that "fishy" smell characteristic of most other fish.

During the past seven years, members of the Fisheries Department of Humboldt State College have been attempting to introduce the ayu into the waters of Humboldt County, California. Ayu eggs were obtained from Korea and Japan for the purpose. Some were planted as eggs while others were hatched and then planted.

The purpose of the paper is to bring together an overall survey of the entire project. Necessary background information on the ayu is given as well as a review of other efforts in the field.

Acknowledgments

This paper was written under the supervision and direction of Dr. John DeWitt of the Humboldt State College Fisheries Department. Thanks must be given to Mr. James Mellin of the College Hatchery for egg and fish statistics.

The ayu eggs provided by various persons in both Japan and Korea made this project possible.

Classification

In Japan and China the ayu has a long and colorful history. In those countries it is widely believed that Empress Jingu of China in 200 B.C. caught the fish with hook and line. It was a time when she was on a military expedition against China's enemy, Korea. Consequently, she named it "ayu" or "eastern expedition." Emperor Saga of Japan (810-824) supposedly decreed that the ayu was to be cultured only for the Imperial table.

The ayu was first described scientifically by Temminch and Schlegel in 1846. "Plecoglossus" is derived from the "plated tongue" that is characteristic of the fish. "Altiavelis" denotes a "high sail" or dorsal fin. The dorsal fin is somewhat higher than those of the Salmonids.

The major taxonomic problem in classifying the ayu arises at the family level. The controversy is whether the ayu is in a monotypic family or is it a highly modified member of the Salmonidae? The older studies tended to place the fish in the family Salmonidae. After Berg's taxonomic work appeared in 1940 and the English translation in 1947, the taxonomists have tended to place it in the monotypic family Plecoglossidae.

The ayu resembles the Osmerids (Chapman, 1941) mainly because of the dentition of the mesoterygoid

and the glossohyal bones as well as the presence of a toothed supra basal bone overlying the first three basibranchials.

Ayu differ from the Salmonids in the lack of the orbitosphenoid bone, basisphenoid bone, and upturned terminal vertebrae, the post cleithra, and the supramaxillary bone. They also lack teeth on the vomer.

Plecoglossus altivelis may be considered in its own family because of the peculiar dentation of the jaws, the unique oral organ, the very numerous pyloric caeca, a distinctive anterior flap over the mouth, direct articulation of the palatine with the prefrontal, and a "reduction in size of the interopercle with the concomitant exceptional enlargement of the last branchiostegal rays"(Chapman, 1941).

Description

Ayu have no supramaxillary or orbitosphencoid bones. There is a toothed entopterygoid with a very narrow set of infraorbitals. The typical adult may have as many as 400 pyloric caeca. The maxillary and dentary have a few mobile, flat, serrated teeth in one series. These teeth are situated in the skin and are not attached to the jaws.

The trout-like body is covered with small cycloid scales. There are usually 11 dorsal rays and 15 anal rays. Five branchiostegals are located on each side. Typically there are 36 gill rakers and 60-61 vertebrae. The series of scales above the lateral line numbers about 161, while the lateral line itself is composed of 62 scales. These counts are typical of fish in Japanese waters. Apparently they hold true from other localities.

Ayu are usually olive color dorsally with a silvery white ventral side. There is always a yellow blotch on one side of the pectorals. The adipose fin is often tinged with a red border. During the spawning season the ayu become a rusty to reddish color.

Life History

Mature ayu spawn during the months of August and November (Fig. 1). When they reach the spawning grounds, the larger females may lay as many as 10,000 eggs. The eggs are laid on gravel, usually in the center of a shallow stream. The eggs are about 1 mm in diameter and have an adhesive membrane.

Depending on the water temperature, the eggs hatch in 14 to 22 days. Water is usually between 15° and 20°C.. Upon hatching the young may immediately enter the sea (Okada, 1955), or remain in the spawning area until they are about 2.5 cm long (Otaki, 1907). The spawning fish die shortly afterward. A few ayu do spawn after two years, but the vast majority spawn and die after only one year.

The ayu travel to the sea and remain there until March or April. The fish now begin their upstream ascent. The returning adults feed on diatoms and blue-green algae. By August or October they will reach upstream to spawn once again. The spawning is usually done at night in the middle of a shallow stream.

Many populations of ayu are land-locked in certain water systems. This is especially common in

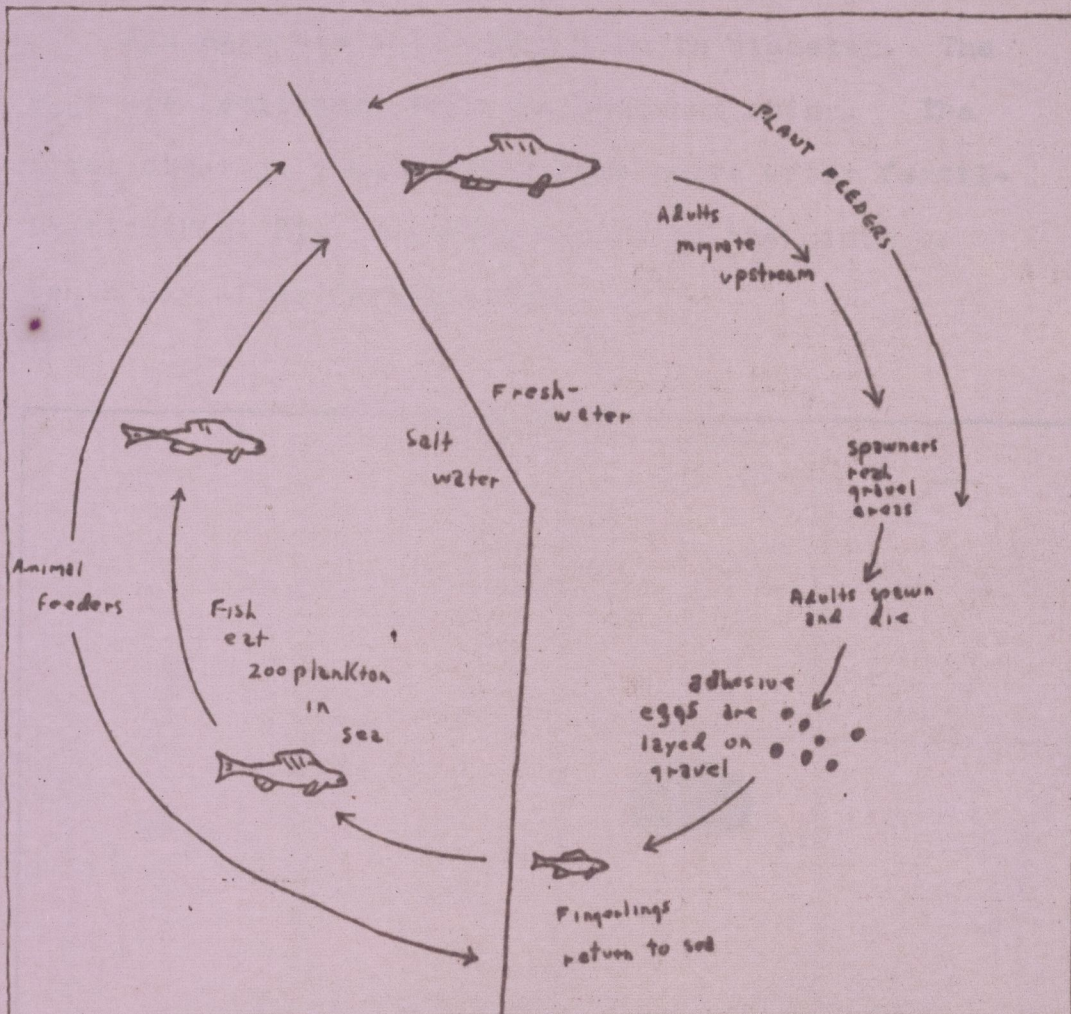


Figure 1

The life cycle of the Japanese ayu, Plecoglossus altivelis (T. et S.), as based on a typical fish from a ocean-river system.

Japanese rivers that have dams to block the spawning runs. These fish swim a short distance upstream to spawn, and then return to the lake after hatching. The environment apparently stunts the growth of the fish by about 25 to 40%. When the fish are placed in a ocean-river system, they apparently regain their normal size (Fujimoto, 1957).

Ayu eggs are about .9 - 1 mm in diameter. The eggs are semitransparent and somewhat shiny. The first cleavage occurs about five hours after fertilization (Fig. 2). Hatching occurs in the ninth or tenth day after fertilization.

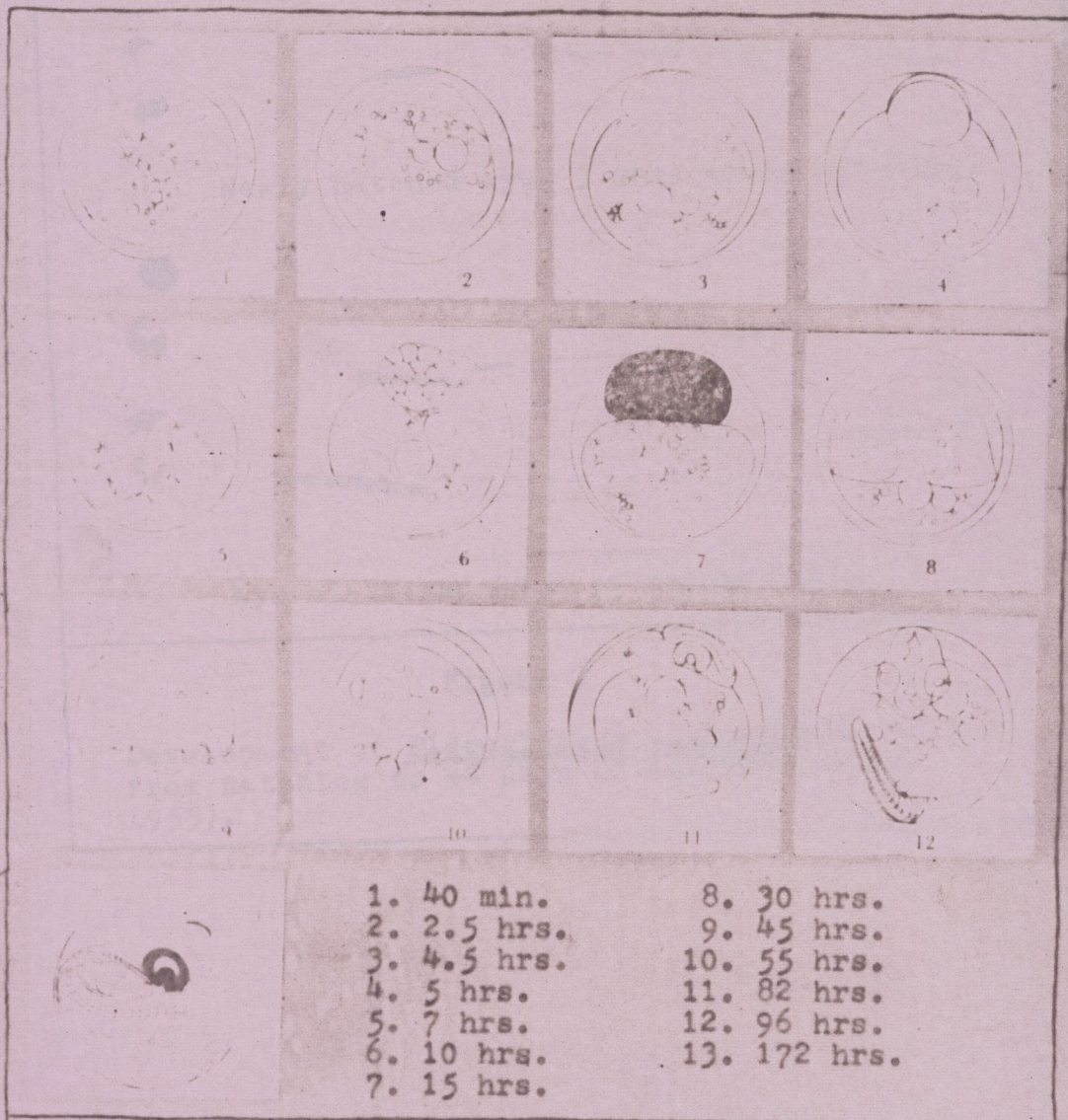
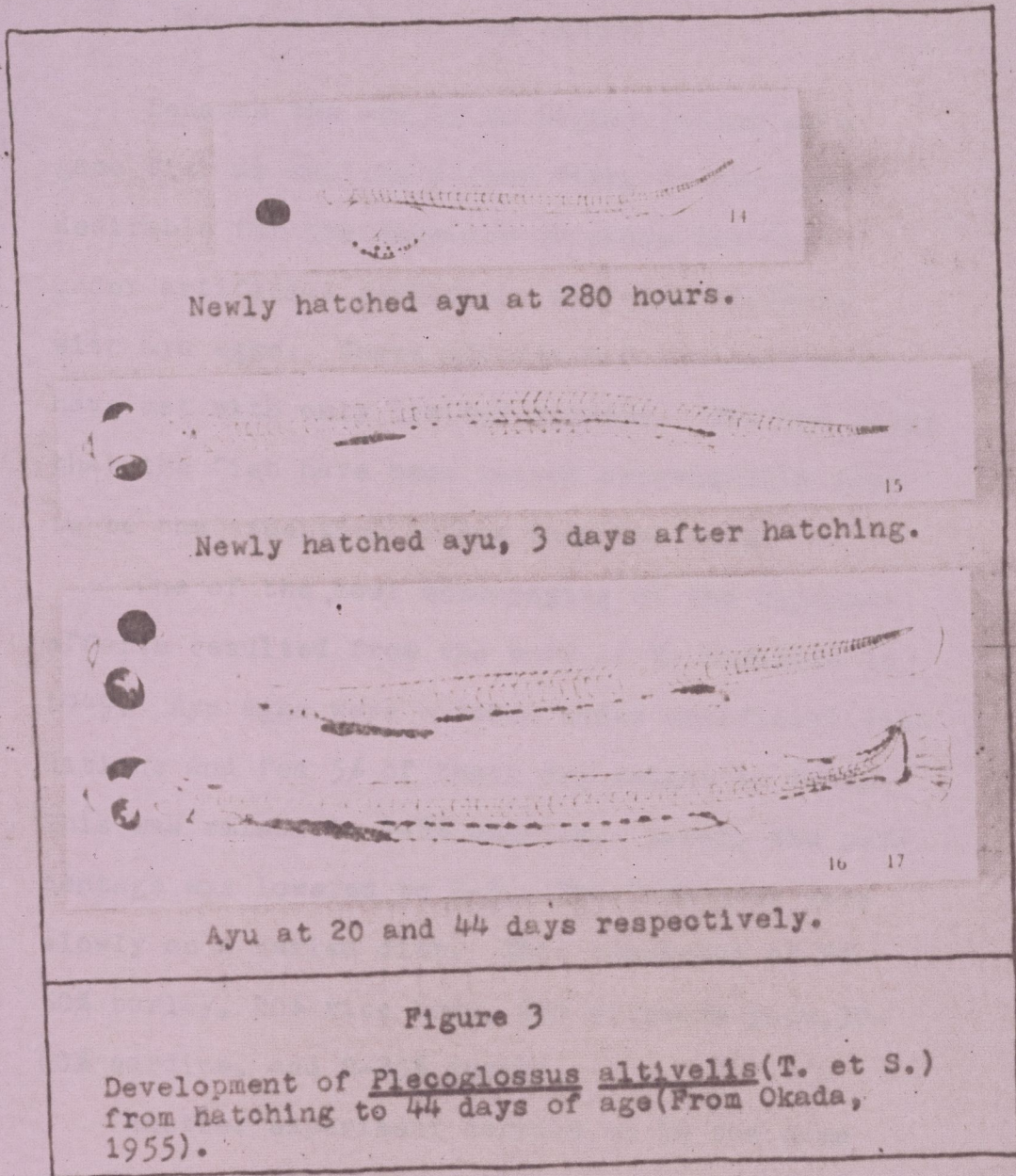


Figure 2

Embryology of Plecoglossus altivelis (T. et S.) (Taken from Okada, 1955).



Japanese Efforts and Methods

Because the ayu is so highly prized as a game fish as well as a food fish, it has been desirable for the Japanese to raise the fish under artificial conditions starting directly with ayu eggs. These efforts for the most part have met with only limited success. The few times that the fish have been raised successfully seem to be the exception rather than the rule.

One of the most encouraging of the Japanese efforts resulted from the work of M. Kawaziri in 1949. Ayu eggs were hatched under artificial conditions and fed 5% of their dry weight in food. This was raised to 7-8% shortly. Later, the percentage was lowered to 2-3. The fish grew very slowly on a varied diet. This consisted of 20-50% barley, 20% rice bran, 25% silkworm pupa, 30-60% sardine, and 0-25% shrimp.

Another experiment carried on in the same year (Nato, 1949) yielded slightly different results. He found that great quantities of plankton must be used to keep the fish alive. It was noted that fish 10 mm in length rise to the surface to feed. When fish reach the length of about 14 mm, they take zooplankton. Artificial food was eaten when the fish reached 23 mm and larger. To supply the large quantity of plankton needed during the winter,

It was necessary to use a hot spring to grow the plankton. The water temperature in the hot springs was above 18°C.

Perhaps the most encouraging work has been carried out by Suzuki in 1964 and 1965 in Japan. He raised ayu from eggs until the age of about four months. They all died at about the same time. During the spawning season in 1964, the experiment was continued. At last report the ayu were doing well for the second year in row.

Previous Activities in the United States

David Starr Jordan once remarked that the ayu should "be introduced into all clear, short streams throughout the temperate zone." He sponsored two early attempts to introduce the ayu into California in the early part of the century.

These first ayu entered California by boat in 1919 in the form of eggs. This project was carried out by the California Department of Fish and Game under the backing of Jordan. Two shipments of eggs were received from Japan. The first batch was entirely destroyed by fungus. The second group of eggs was in similar condition, but a few did hatch. These died immediately as they were "weakened by fungus."

In 1922 D.R. Crawford of the University of Washington(Seattle), received 10,000 eggs from the Imperial University of Tokyo, Japan(Crawford, 1926). About 25% of the eggs were dead when they arrived. Many of the remainder hatched, but died shortly. This result was apparently due to "the low temperature and lack of proper food."

During the next 35 years, no one in the United States attempted to raise ayu, perhaps due to the lack of encouragement from the first two efforts. In 1958 Dr. John DeWitt of Humboldt State College revived interest in the field by making arrangements

to have ayu eggs shipped from Korea to the college by airplane. These efforts continued to the present. They have met with little apparent success, however.

Humboldt State College Previous Efforts and Methods

Humboldt State College first received ayu eggs in 1958. About 50,000 eggs were received from Mr. Chung Tae Yung of Pusan Fisheries College, Korea. They were shipped by airplane to Seattle, and carried by bus to Arcata.

About 5,000 of the eggs hatched, but they died after a short time. Water temperature was about 20°C. The ayu were fed hourly a diet of ground insects, beef liver, and wheat products. Copepods were also present in some quantity.

Mr. Chung Tae Yung again supplied ayu eggs in 1959. Of the 100,000 that arrived, about 50,000 were infected by fungus. Most of the eggs were planted in two small ponds. No ayu were ever seen or reported seen in either of the ponds. The eggs hatched in the college hatchery soon died.

In 1960 nothing was done with eggs. Arrangements were being made to obtain future supplies of eggs from Japan.

Sources in Japan supplied 40-50,000 eggs in 1961. Most of these were put in the Eel River, Humboldt County. None were ever reported seen.

In 1962 two groups of eggs arrived. The first group arrived all dead. About 60% of the second group were alive on arrival. Of this second group, 30,000 were planted in the lower Eel River. Once

again the ayu apparently did not establish themselves.

Over two million eggs arrived in 1963. Of this amount one and one-half million fingerlings were planted in the Eel River. Unfortunately, the river was near flood stage at the time. This effort was apparently unsuccessful. The few remaining ayu in the college hatchery survived about two months, and then all died within a short time of each other.

Reviewing the previous efforts, one might say that the time and money has been wasted. The one plant where a large quantity of fish was involved, took place under very poor water conditions. It would be unlikely that the other fish plants would establish a reproducing population.

Humboldt State College Efforts and Methods in 1964

The first shipment of ayu eggs arrived from Japan on 20 October. About 15-20,000 eggs were on 10 trays. The eggs arrive on trays of cocconut mat (the leaves are rotted away leaving only the veins). Each tray is about 12 inches long and 6 inches wide. The trays are stacked in boxes with insulation of foam rubber.. All trays are covered with moist linen.

Egg loss was estimated to be 9-18%. The average density of eggs on the trays was 25/in². The eggs were placed in hatchery troughs in about 5 to 6 inches of water. On 21 October the eggs were treated with formaldehyde at 1 part per 7,500 of water. This was apparently successful in controlling fungus. The majority of the eggs hatched on the fourth day, 23 October.

Feeding began immediately after hatching. The diet consisted of 30% rock cod fellet, 20% shrimp, 10% angleworms, 10% commercial trout, 10% beef liver, 10% frozen dafnia, and 10% wheat. They were fed hourly with a total of 12 to 13 times daily. Any available protozoans were added to the troughs periodically.

Four days after hatching, the ayu all died. This was apparently due to over-feeding. Food accumulated on the bottom and began decomposing.

Also the water was shut off to keep the fish from leaving the trough.

The second group of ayu eggs arrived on 4 November. The eggs totaled 20,000 with about 37% dead. They were on ten trays with an average density of 30 eggs/in². On the whole the eggs were in slightly poorer condition than the first group. The total loss was estimated to be in excess of 7,500 eggs.

The eggs were treated with formaldehyde as before with apparently successful results. The eggs hatched in a few days in the hatchery troughs. This time a plankton net was used at the end of each trough to prevent the fish from being washed out. This permitted each trough to have a small flow of water, whereas the first group of fish had none.

The water was aeriated as soon as the eggs hatched. The diet previously mentioned made up 60% of the food fed to the fish. The remaining amount was algae. On 12 November the fish were redistributed. About 2000 went to a concrete raceway with water depth between 3 and 8 inches. About 1000 went to each of two redwood tanks in the hatchery. The balance of about 10-15,000 remained in the troughs.

The water temperature in the trough varied between 51 and 56°F. These fish lost their yolk

sacs at 5-7 days after hatching. By 16 November the fish in the troughs were noticeably fewer. Lamps were installed over the water, and the remaining fish were definitely attracted to these areas. A general die-off followed and by the following day, only a few dozen ayu were left in the troughs. These few died by 19 November.

The fish in the redwood tanks apparently died off shortly after they were put in. One was observed on 13 November and another on 15 November. None was ever reported after these sightings.

The fish in the raceway would be very difficult to see even if they were thriving. Only one fish was ever observed in the raceway after the first day. An apparently healthy individual was swimming in the top layer of water.

The third group contained nearly 300,000 eggs. The mortality was apparently 28%. The average density was about 54 eggs/in².

About 250,000 eggs were placed in Ruth Reservoir on 20 November. It is not known whether they ever hatched. Seven aquaria were set up inside a laboratory using hatchery water, aeriator hoses, and lamps. The fish were fed a rotifer culture obtained from a sewer oxidation pond. The water was strained to remove other animals that would compete with the ayu for food. About 200 fish were put in each aquarium. The fish

gradually died from the start. About four days after hatching, there was a widespread die-off. This left about 100 individuals. The number slowly diminished until 13 December, at which time another major die-off took place. By 7 January, 1965, only one individual was left. The last ayu died on 8 January.

It will not be known if Ruth Reservoir contains an ayu population until March or April of 1965. It is unlikely that such a population will exist due to the heavy flooding and erosion that took place during the winter.

Discussion

It is unlikely that the ayu would spread over a wide area. The fish has no history of causing any of these problems. The ayu is a highly selective fish habitat wise. The food the ayu eats when returning to spawn, is virtually unused by other game fish. For these reasons it is thought that the fish would compliment the local fish fauna rather than compete with it.

Introduction of the fish is extremely difficult. Raising the fish under artificial conditions is even more difficult. The Japanese, the leading ayu producing nation, have had no consistent success in their projects to raise ayu in hatcheries.

Perhaps the major problem in our efforts at planting ayu was the lack of quantity. If the typical artificial hatching rate held up under natural conditions, only about two-thirds would hatch. The mortality rate among fish is extremely high. If five million eggs were planted in a river, less than four million might hatch. If the mortality rate during the first three months was 75%, about one million would be left. By this time the ayu would be in the sea, where a mortality of 75% might well be expected. This would yield only 250,000 fish for the return trip. Mortality on this trip would reduce the number to an even

lower number. Aside from these statistics, one must keep in mind that a certain number of adults must return to the spawning ground if one ayu is ever to find a mate. This may basically be interpreted to mean that it is unlikely that a member of the project would find an ayu, even if the plants were moderately successful.

The major problem in growing the ayu under artificial conditions is getting the newly hatched fish to eat. Once they eat, much of the problem is solved. Apparently the fish have difficulty switching food when they would normally start their journey to the spawning grounds.

Workers in the field are apparently on the brink of solving the problem of raising ayu. Recent work in Japan has yielded encouraging results. Whether the problem lies in the food, water conditions, or some other factor remains to be seen.

References

Anonymous

1920. New game fish imported. Calif. Fish and Game, vol. 6, no. 1, p. 18.

Berg, Leo S.

1947. Classification of fishes both recent and fossil. J.W. Edwards Publ., Ann Arbor, Mich., 515 pp.

Chapman, Wilbert McLeod

1941. The osteology and relationships of the isospondylous fish, Plecoglossus altivelis, T. et S.. Journal of Morphology, 68(3): pp. 425-455.

Crawford, D.R.

1926. Hatching of Japanese ayu eggs in the United States. Copeia, no. 152, 25 March 1926, pp. 113-114.

Fujimoto, Masao

1957. Ecological studies on the land-locked ayu, Plecoglossus altivelis T. et S., propagated in Koyagawa Dam (Lake Toyota) in Yamaguchi Prefecture. Journal of the Shimonoski Col. of fisheries, 7(1), pp. 179-183.

Gunther, Albert C.

1880. An introduction to the study of fishes. Edinberg, Adam and Charles Black Pub., 720 pp.

Honma, Yoshiharu

1959. Studies on the endocrine glands of a salmonoid fish, ayu, Plecoglossus altivelis, T. et S.: seasonal variation in the endocrine of annual fish. Journal of the Faculty of Niigata University, Ser. II, 2(5), pp. 225-233.

Honma, Yoshiharu and Eimetus Tamura

1962. Seasonal changes in the gonads of the land-locked salmonoid fish, ayu, Plecoglossus altivelis. Jap. Journ. of Ichth., 9(1/6): pp. 135-152.

Ishida, Rikizo

1959. On the spawning the ayu, Plecoglossus altivelis, T. et S.; structure of the spawning shoal, and spawning behavior. Bull. of the Jap. Soc of Scien. Fisheries, vol 25, no. 4, pp. 259-268.

1961. On the spawning of the ayu, Plecoglossus altivelis T. et S.: relationships between the size of the spawners and the size of the gravels in the spawning bed. Bull. of the Jap. Soc. of Scien. Fisheries, vol. 27, no. 12, pp. 1052-1057.
1962. On the spawning of the ayu, Plecoglossus altivelis, T. et S.: relationships between the size of the spawners and the depth of water of the spawning ground. Bull. of the Jap. Soc. of Scien. Fisheries, vol. 28, no. 4, pp. 399-404.
1964. On the spawning of the ayu, Plecoglossus altivelis, T. et S.: distribution and some geographical features of the spawning ground. Bull. of the Jap. Soc. of Scien. Fisheries, vol. 30, no. 6, pp. 478-485.
- Ishida, R. and Y. Okoshina
 1959. On the adhesive power of the eggs of ayu, Plecoglossus altivelis, T. et S.. Bull. of the Jap. Soc. of Scien. Fisheries, vol. 24, pp. 896-899.
- Iwai, Tamotsu
 1955. Osteological annotations on the skull of the land-locked ayu, Plecoglossus altivelis. Bull. of the Jap. Soc. of Scien. Fisheries, vol. 21, no. 5, pp. 310-313.
1956. Branchial skeleton of the land-locked ayu, Plecoglossus altivelis. Bull. of the Jap. Soc. of Scien. Fisheries, vol. 22, no. 8, pp. 459-462.
1962. Studies on the Plecoglossus altivelis problems: embryology and histophysiology of digestive and osmoregulatory organs. Bull. of the Misaki Marine Bio. Inst., Kyoto University, no. 2, pp. 1-101.
- Jordan, David Starr
 1907. Fishes. Henry Holt and Company, New York, 789 pp.
1909. Fishes of California. California-Yukon Exposition Commission, pp. 101-105.
- Kawanabe, Hiroya
 1957. Social behavior and production of a salmon-like fish, Plecoglossus altivelis, or ayu, with reference to its population density. Jap. Journal of Ecology, vol. 7, no. 4, Dec., 1957, pp. 131-(unavailable).
1958. On the significance of the social structure on the mode of density effect in a salmon-like fish, "ayu," Plecoglossus altivelis, T. et S.. Mem. of the Col. of Science, Univ. of Kyoto, vol. 25, no. 3, pp. 171-179.

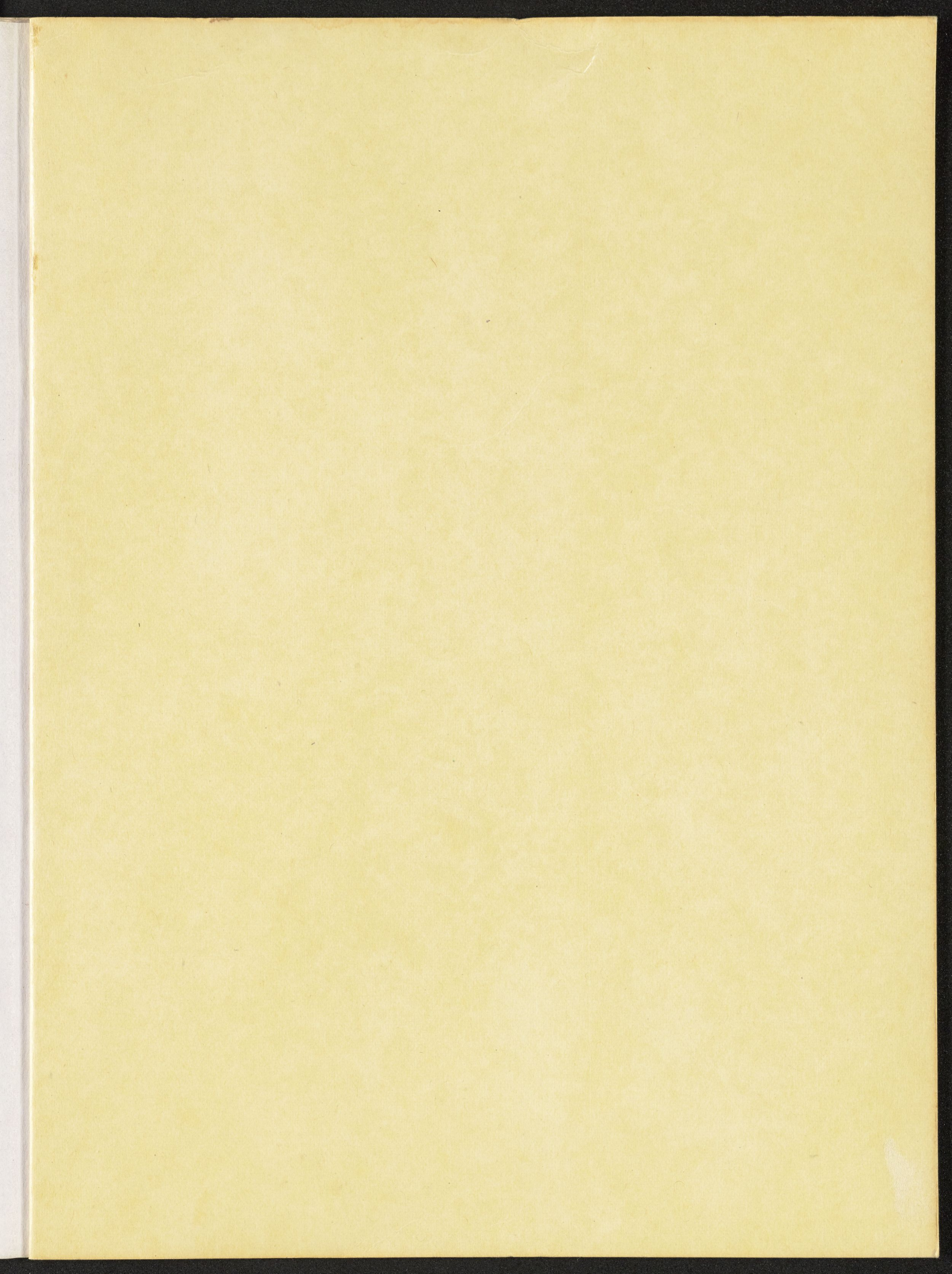
1959. Food competition among fishes in some rivers of Kyoto Prefecture, Japan. Mem. of the College of Scien., Univ. of Kyoto, vol 26, no. 3, pp. 253-268.
- Kawanabe, Hiroya, Syuiti Mori, and Noberhiko Mizuno
1959. On the food economy of ayu fish with relation to the production of algae. Physiology and Ecology(Japan), 8(2), pp. 117-123.
- Kodama, Yasuo
1960. Growth of pond-reared ayu-fish, Plecoglossus altivelis(T. et S.), with special reference to the significance of social behavior in eliminating the possible growth-improving effect of feeding many food balls. Bul. of the Freshwater Fish Research Laboratory, 10(2): pp. 23-40.
- Kusuda, Riichi
1963a An ecological study of the anadromous "ayu" Plecoglossus altivelis, T. et S., diurnal variations in the composition of the anadromous ayu schools in the River Okumo, Kyoto, Bull. of the Jap. Soc. of Scien. Fisheries, vol. 29, no. 9, pp. 817-821.
1963b An ecological study of the anadromous "ayu" Plecoglossus altivelis, T. et S., seasonal variation in the composition of the anadromous ayu schools in the River Okumo, Kyoto. Bull. of the Jap. Soc. of Scien. Fisheries, vol. 29, no.9, pp. 822-827.
- Nate, M.
1949. Hatching and breeding of "ayu"(Plecoglossus altivelis) using waters of hot springs. Bull. of the Jap. Soc. of Scien. Fisheries, 15(8): pp. 431-433.
- Nichols, John Treadwell
1943. The freshwater fishes of China. The American Museum of Natural History, New York, 322 pp.
- Okada, Yaichiro
1955. Fishes of Japan. Maruzen Co., Tokyo, 434 pp.
1959. Studies on the freshwater fishes of Japan. Tsu, Mie Prefecture, Japan, 860 pp.
- Suzuki, K.
1958. Observations on the spawning of Plecoglossus altivelis. Aquiculture, 5(3): pp. 21-26.

Takashima, H. and Z. Niima

1957. How the cormorant finds and catches the
ayu and the cuts on the fish marked by
by the beak. Yamashima Inst. of Ornith.
and Zoology, Misc. Reports, 106: pp. 13-17.

EXTRA 2E

BOSTON COURIER



Change of the Life Cycle of Japanese Charr Following Artificial
Lake Construction by Damming

Shigeru Nakano,*¹ Koji Maekawa,*² and Shoichiro Yamamoto*³

(Received March 28, 1990)

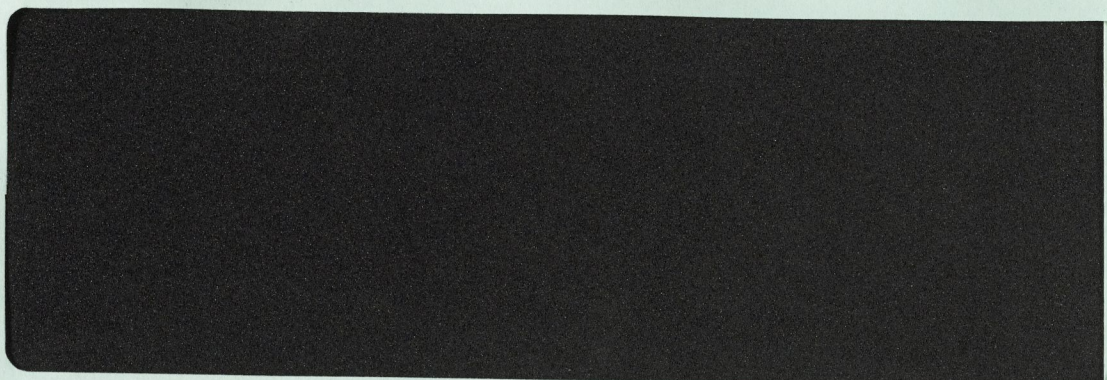
We describe several reproductive characteristics of two types of Japanese charr *Salvelinus leucomaenis* found in Arimine Lake, an artificial lake-inlet stream system in Toyama, Japan. Larger-

with my best
wishes

Nakano

Bob -
Here is the paper
I mentioned.

Kurt



Change of the Life Cycle of Japanese Charr Following Artificial Lake Construction by Damming

Shigeru Nakano,*¹ Koji Maekawa,*² and Shoichiro Yamamoto*³

(Received March 28, 1990)

We describe several reproductive characteristics of two types of Japanese charr *Salvelinus leucomaenis* found in Arimine Lake, an artificial lake-inlet stream system in Toyama, Japan. Larger-sized individuals, which migrate downstream to the lake and grow to maturity there, later migrate up several inlet streams to spawn. Smaller-sized individuals, however, are resident in streams and spawn there. These types are respectively similar to sea-run or lake-run and stream resident types of other salmonid fish. During the 26 years following lake construction by damming, the migratory life cycle of part of the population of this charr appears to have changed from the fluvial form. During spawning activity, mature females and males presumably form pairs of each type, with the pair formation assortatively depending upon their body size.

As with other anadromous charrs in the northern part of their distribution, Japanese charr (white spotted charr) *Salvelinus leucomaenis* includes both the sea run types, most of which are female and some of which are male, and the stream resident type males within a population.¹⁻³⁾ In the southern part of the distribution range, however, all populations of *S. leucomaenis* have been land-locked in mountain streams and have adapted to a dwarf form and fluvial life cycle.

Although some fragmentary reports have appeared on the ecology and morphology of land-locked stream populations of this charr,⁴⁻⁷⁾ little is known of its life cycle in the lake-inlet stream systems at the southern part of the distribution, nor of the influence of artificial lake construction upon the life cycle.⁸⁾

Following the construction of Arimine Lake for hydroelectric use by damming in 1962,^{*4} lacustrine or migratory Japanese charr, which had originally been of the fluvial type dwelling in the head waters of the Joganji River, Toyama Prefecture, Japan, have appeared in the artificial lake and its inlet streams.

In this paper we described several reproductive

characteristics of this charr, with special reference to the change of life cycle from the fluvial to the migratory type.

Study area and Methods

Arimine Lake is situated in a mountainous area at an elevation of about 1088 m above sea level and nearly 36°N 137° in central Honshu (Fig. 1). The lake, 5.1 km² surface area and 120 m maximum depth, was artificially constructed in 1962 by damming the upper reach of the Joganji River for hydroelectric power. The limnological characteristics of the lake have been reported by Hori *et al.*^{*5} Prior to this, the entire population of *S. leucomaenis* were typically fluvial and dwarf (non-anadromous). According to Yamamoto (unpublished), from late August this charr appears to migrate up to several inlet streams of the lake to spawn there during mid October to early November.

From 7th September to 12th October, 1988, fish specimens were collected from Nishidani Stream, 2-5 m width, and from the stream mouth by gill, cast and hand nets. During the entire

*1 Nakagawa Experimental Forest, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Otoineppu, Nakagawa 098-25, Japan (中野 繁: 北海道大学農学部演習林).

*2 National Research Institute of Fisheries Science, Ueda 386, Japan (前川光司: 農林水産省中央水産研究所).

*3 Faculty of Bioresources, Mie University, Kamihama, Tsu 514, Japan (山本祥一郎: 三重大学生物資源学部).

*4 S. Tanaka: Scientific report on nature conservation observed in Arimine, 405-409 (1981).

*5 R. Hori, K. Sato, H. Michihata, and T. Terada: Scientific report on nature conservation observed in Arimine, 429-455 (1981).

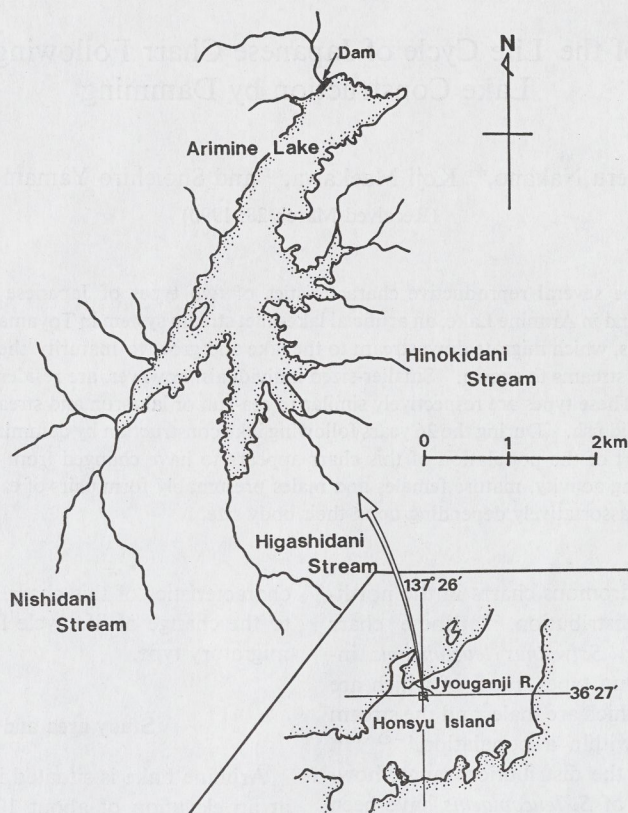


Fig. 1. Location and map of the Arimine Lake system showing Nishidani Stream used in this investigation.

study period the following fish species were collected and/or observed; *Oncorhynchus mykiss*, *Hypomesus transpacificus*, *Cyprinus carpio*, *Carrasius cuvieri*, *Pungitius pungitius*, *Phoxinus lagowski*, *Cottus polux* and *S. leucomaenis* (see also⁸⁾). The latter 3 species are native fish to this system. One hundred and eighty seven specimens of *S. leucomaenis* were collected, including 80 immature fish. Fork length, body weight and gonad weight of each specimen was measured, and their sex and degree of ripeness was examined. For most specimens, otoliths were removed and preserved in 70% alcohol immediately following collection. These were later used to determine the age and the individual growth rate by examining the distance between each winter zone of the otolith. We also recorded the body size (total length) of *S. leucomaenis* pairs estimated from comparison with marked fish or stone size in stream bed, which was measured, by direct visual observation during spawning on 18th and 19th October, 1988 and 12th and 27th October, 1989. The exact error of total length observed was not examined, however.

Results and Discussion

Samples of *S. leucomaenis* collected during the study period included both the mature male and female of two types. Smaller sized individuals (termed S-type) at the mature stage were easily distinguishable from larger sized individuals (termed L-type) not only by body size, as mentioned below, but also by body colour and sexual dimorphism (Fig. 2). Male and female S-type individuals exhibited a light yellow abdomen and dark-brown body colour with some typical parr marks, showing precocious characteristics, whereas L-type individuals, particularly females, exhibited a light-silver body colour without clear parr marks, and the males develop a pronounced kype.

The S-type individuals were usually smaller in body size (female $\bar{x}=156.7\text{ mm}\pm 17.6\text{ sd}$, $N=3$, male $\bar{x}=162.1\pm 21.6$, $N=19$) than the L-type (female $\bar{x}=332.0\pm 46.1$, $N=42$, male $\bar{x}=325.3\pm 41.3$, $N=43$) (Fig. 3). Mature adults of these two types showed a discrete size distributions.

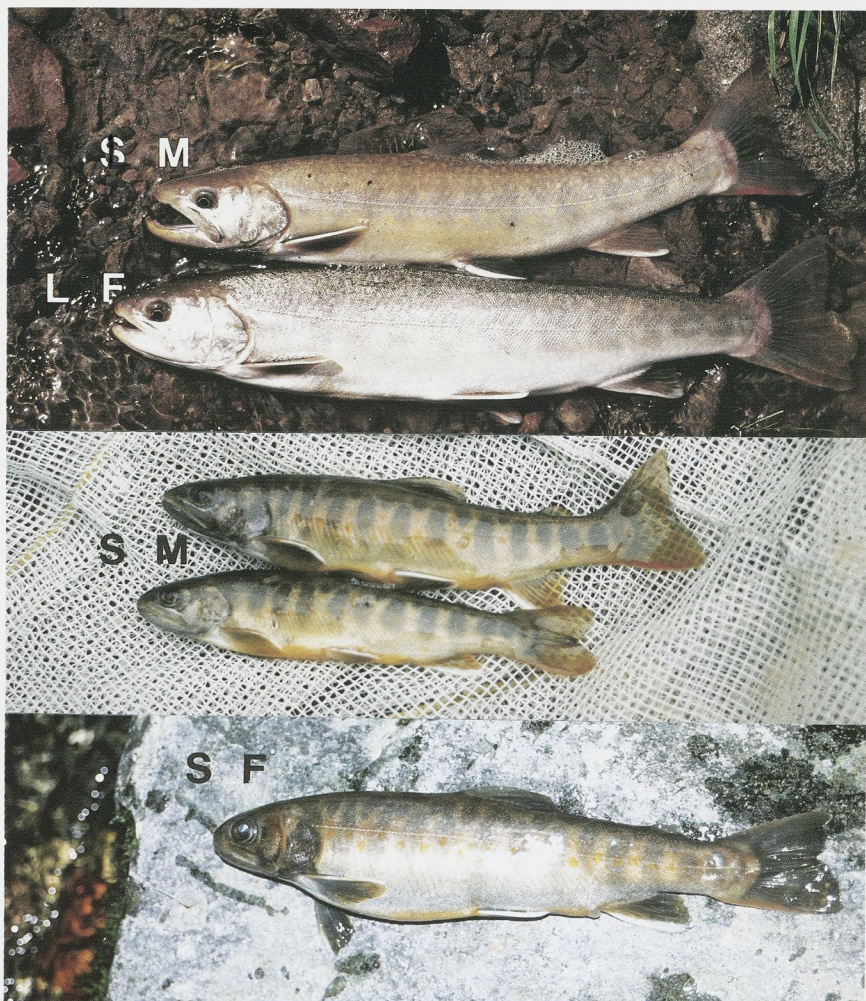


Fig. 2. Photographs of L-type male (LM-33.5 cm F.L.) and female (LF-38.3 cm) and S-type males (SM-15.3 cm and 13.4 cm) and female (SF-17.3 cm) of *S. leucomaenis* collected in the Nishidani stream in late September, 1988.

S-type males were more precocious (from 1⁺ of age) than were L-type males (2⁺ of age), but this trend were not evident between females (2⁺ of age in both S- and L-type). The sex ratios of individuals collected showed strong male bias in the S-type (4: 1), but an even 1: 1 ratio in the L-type. S-type females appeared to be much less abundant. No significant difference was evident between the two types in the gonad-somatic index (GSI) of both sexes (S-type: female, $\bar{x}=13.51 \pm 3.92$ sd, N=3; male $\bar{x}=0.90 \pm 0.39$, N=6 and L-type: female, $\bar{x}=11.00 \pm 2.41$, N=18; male, $\bar{x}=0.94 \pm 0.29$, N=27, t-test, P>0.1 for female, P>0.5 for male).

Interestingly, the body size of the silvery fish appeared to be the largest of all individuals in the

same age cohort (1⁺ of age) and larger than that of the S-type (both the female and male) at the first maturation of age (Fig. 3). This suggests that smoltification of this charr occurs through the same mechanism as with other migratory salmonid fish⁹⁻¹¹⁾ and fluvial type of charr.¹²⁾ A significant relationship was recognized between fork and otolith length ($y=0.94+0.11x$, N=158, $r=0.97$, $p<0.01$), but no significant difference was evident in otolith radius length from the focus to the first winter zone between either sex of both the S- and L-types, excluding the S-type female (Table 1). Examination of the otolith radius length from the first to second winter zone revealed an incipient wider growth-zone, distinct from the growth-zone of the central part of the

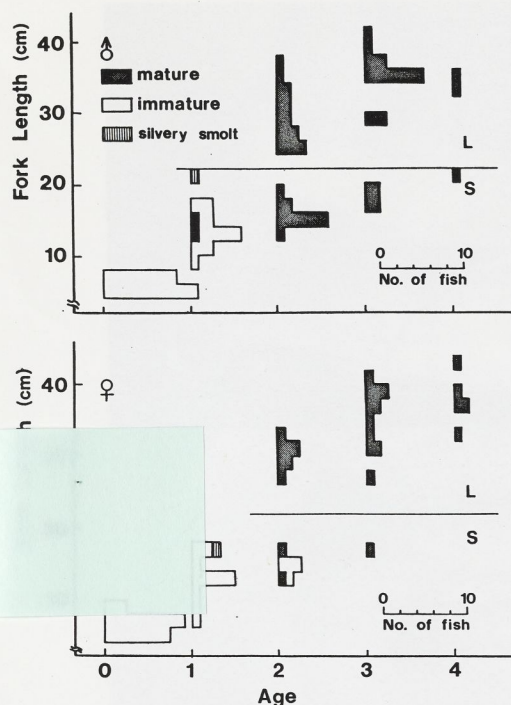


Fig. 3. Frequency distribution of fork length of each age cohort. S and L show S- and L-type, respectively.

otolith, around the edge in the L-type, whereas in the S-type, no such growth-zone was observed. The former coincides with the lake-growth zone and the latter with the river-growth zone, as also seen in anadromous and stream resident individuals of other salmonid fish (e.g.^{13,14}). Therefore, the difference of body size between the S- and L-type is due to the difference of growth rate after 1⁺ of age, when the L-type individuals are expected to migrate down to the lake. Most of the characteristics of the L- and S-types are respectively very similar to those of sea or lake run types, and stream resident types of other charrs (e.g.¹⁵⁻¹⁷). Therefore, as with the lacustrine charr (e.g. Miyabe charr of Dolly varden, *S. malma*), the life cycle of lake run and stream resident types of this charr in Arimine Lake-inlet stream system, appears to have changed from the fluvial life cycle during the 26 years following dam construction. However, one important difference is that a few stream resident females occur in the charr of the Arimine Lake-inlet stream system, which is rather rare in other anadromous form of charr.

From records of the body size of 12 pairs observed during spawning activity (Table 2), two tendencies were evident: (1) females and males

Table 1. Otolith radius length between the focus and each winter zone in S- and L-types

Type	Sex	Otolith radius length (mm)			
		1st	2nd	3rd	4th
L-type	Male	0.56±0.09 (28)*	1.14±0.13 (32)	1.55±0.14 (20)	1.91±0.10 (18)
	Female	0.55±0.09 (19)	1.07±0.13 (21)	1.50±0.13 (22)	1.84±0.17 (14)
S-type	Male	0.55±0.11 (18)	0.95±0.09 (18)	1.24±0.08 (15)	1.44±0.06 (5)
	Female	0.63±0.02 (3)	0.96±0.01 (3)	1.12±0.04 (3)	1.38 (1)

* Mean±SD (Number of specimen).

Table 2. Total length (TL: cm) of paired fish and satellite males at each spawning site

Date	TL of pairs		TL of satellite male		Behavioural stage of female
	Male	Female	S-1	S-2	
Oct. 18th '88	L 33	L 38	L 26	S 16	Digging
	S 16	S 18	—	—	Digging, Crouching
	L 40	L 37	—	—	Digging
Oct. 19th '88	L 38	L 40	—	—	Digging
	L 30	L 32	S 14	—	Digging
	L 38	L 36	—	—	Digging, Crouching
	L 38	L 38	S 18	—	Digging
	S 18	S 17	—	—	Digging
Oct. 12th '89	L 40	L 30	—	—	Digging
	L 25	L 30	—	—	Digging
	L 35	L 30	L 28	S 13	Digging
Oct. 27th '89	L 30	L 25	—	—	Digging

L, L-type; S, S-type; S-1, satellite male No. 1; S-2, satellite male No. 2.

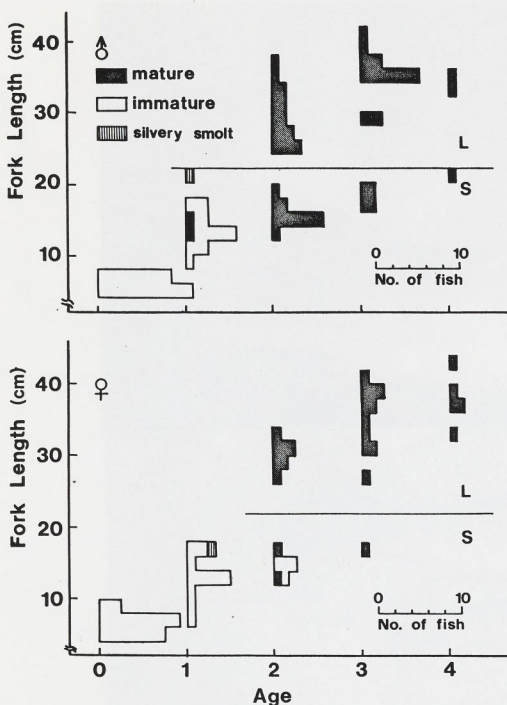


Fig. 3. Frequency distribution of fork length of each age cohort. S and L show S- and L-type, respectively.

otolith, around the edge in the L-type, whereas in the S-type, no such growth-zone was observed. The former coincides with the lake-growth zone and the latter with the river-growth zone, as also seen in anadromous and stream resident individuals of other salmonid fish (e.g.^{13,14}). Therefore, the difference of body size between the S- and L-type is due to the difference of growth rate after 1⁺ of age, when the L-type individuals are expected to migrate down to the lake. Most of the characteristics of the L- and S-types are respectively very similar to those of sea or lake run types, and stream resident types of other charrs (e.g.¹⁵⁻¹⁷). Therefore, as with the lacustrine charr (e.g. Miyabe charr of Dolly varden, *S. malma*), the life cycle of lake run and stream resident types of this charr in Arimine Lake-inlet stream system, appears to have changed from the fluvial life cycle during the 26 years following dam construction. However, one important difference is that a few stream resident females occur in the charr of the Arimine Lake-inlet stream system, which is rather rare in other anadromous form of charr.

From records of the body size of 12 pairs observed during spawning activity (Table 2), two tendencies were evident: (1) females and males

Table 1. Otolith radius length between the focus and each winter zone in S- and L-types

Type	Sex	Otolith radius length (mm)			
		1st	2nd	3rd	4th
L-type	Male	0.56±0.09 (28)*	1.14±0.13 (32)	1.55±0.14 (20)	1.91±0.10 (18)
	Female	0.55±0.09 (19)	1.07±0.13 (21)	1.50±0.13 (22)	1.84±0.17 (14)
S-type	Male	0.55±0.11 (18)	0.95±0.09 (18)	1.24±0.08 (15)	1.44±0.06 (5)
	Female	0.63±0.02 (3)	0.96±0.01 (3)	1.12±0.04 (3)	1.38 (1)

* Mean±SD (Number of specimen).

Table 2. Total length (TL: cm) of paired fish and satellite males at each spawning site

Date	TL of pairs		TL of satellite male		Behavioural stage of female
	Male	Female	S-1	S-2	
Oct. 18th '88	L 33	L 38	L 26	S 16	Digging
	S 16	S 18	—	—	Digging, Crouching
	L 40	L 37	—	—	Digging
Oct. 19th '88	L 38	L 40	—	—	Digging
	L 30	L 32	S 14	—	Digging
	L 38	L 36	—	—	Digging, Crouching
	L 38	L 38	S 18	—	Digging
	S 18	S 17	—	—	Digging
Oct. 12th '89	L 40	L 30	—	—	Digging
	L 25	L 30	—	—	Digging
	L 35	L 30	L 28	S 13	Digging
Oct. 27th '89	L 30	L 25	—	—	Digging

L, L-type; S, S-type; S-1, satellite male No. 1; S-2, satellite male No. 2.

presumably form pairs of each type, and (2) males of the S-type and subordinates of the L-type attend to spawn as satellites or sneakers as seen in other salmonid fish with stream resident types.¹⁹⁻¹⁸⁾ Since their body size was usually smaller than that of the paired males, evolutionary theory suggests them as requiring this alternative mating strategy. The significant correlation of body size recognized between females and males of each pair ($y=8.19+0.79x$, $N=12$, $r=0.74$, $p<0.05$), suggests mating to be assortative by body size at pair formation, as reported in other salmonid.^{19,20)} L-type males were also observed to attack and drive S-type females away. Miyabe charr, *S. malma* which has a life cycle similar to that of *S. leucomaenus* of the Arimine Lake-inlet stream system, also form pairs by type (Maekawa, unpublished). Detailed investigations are needed on the life cycle and mating systems of migratory charr, and should contribute greatly towards understanding the evolution and speciation of salmonid fish.

Acknowledgements

We are sincerely grateful to Prof. K. Ishigaki, Hokkaido University, for critical comments and stimulating discussion on the manuscript. We wish to express our sincere thanks to Prof. S. Tanaka, Toyama University, and Mr. E. Komiyama, Sapporo Salmon Museum, for invaluable advice during the study. We are also grateful to Mrs. Y. Tokuda, and S. Inoue who supported a part of our sample collection and observations.

References

- 1) H. Kawanabe: in "Biology of charrs and Masu salmon" (eds. by H. Kawanabe, F. Yamazaki, and D. L. G. Noakes), Special issue 1, Physiology and Ecology Japan, Kyoto, 1990, pp. 13-24.
- 2) O. F. Girtsenko: *J. Ichthyol.*, **9**, 913-914 (1969).
- 3) O. F. Girtsenko and A. A. Churikov: *J. Ichthyol.*, **15**, 921-930 (1976).
- 4) M. Oshima: *Japan. Wildlife Bull.*, **18**, 3-70 (1961).
- 5) A. Inamura and M. Nakamura: *Res. Institute Nat. Resources*, **58**, 65-78 (1962).
- 6) T. Furukawa-Tanaka: *Japan. J. Ecol.*, **35**, 481-504 (1985).
- 7) T. Maruyama: *Japan. J. Ecol.*, **31**, 269-284 (1981).
- 8) N. Honda, A. Suzuki, and K. Amita: *Rep. Niigata Pref. Inland Water Fish. Exp. St.*, **6**, 1-10 (1978).
- 9) H. Utoh: *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, **26**, 321-326 (1976).
- 10) J. E. Thorpe and I. G. Morgan: *J. Fish Biol.*, **17**, 451-459 (1980).
- 11) T. Hirata, A. Goto, and F. Yamazaki: *J. Fish Biol.*, **32**, 77-84 (1989).
- 12) T. Kubo: *Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery*, **34**, 1-195 (1980).
- 13) H. Nordeng: *Nytt Mag. Zool.*, **10**, 67-123 (1961).
- 14) K. Komiyama, N. Ohtaishi, and K. Maekawa: *Japan. J. Ichthyol.*, **29**, 298-302 (1982).
- 15) Y. Fujioka and S. Fushiki: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **54**, 1889-1897 (1988).
- 16) K. Maekawa and H. Onozato: *Env. Biol. Fish.*, **15**, 119-129 (1986).
- 17) J. W. Jones: *The Salmon*. Collins, London, 1959, pp. 1-192.
- 18) J. A. Hutchings and R. A. Myers: *Oecologia*, **75**, 169-174 (1988).
- 19) C. J. Foote and P. A. Larkin: *Behaviour*, **106**, 43-62 (1988).
- 20) C. J. Foote: *Behaviour*, **106**, 65-80 (1988).

1902

References

1) H. Kawamura: in "Biology of Charr and Salmon" (ed. by H. Kawamura, K. Yamaguchi, and D. I. G. Noakes), Special Issue J. Physiol. and Ecology Japan, Kyoto, 1990, pp. 13-24.

2) O. F. Girschenko: A. Ichtyol., 9, 911-914 (1939).

3) O. F. Girschenko and A. A. Chirikov: A. Ichtyol., 15, 921-920 (1976).

4) M. Goshima: Japan. Wildlife, 18, 3-10 (1981).

5) A. Imanishi and M. Nakamura: Res. Institute. Var. Resources, 28, 63-78 (1982).

6) T. Furukawa-Tanaka: Japan. J. Ecol., 32, 481-504 (1982).

7) T. Matsuyama: Japan. J. Ecol., 31, 269-284 (1981).

8) N. Honda, A. Suzuki, and K. Amano: Rep. Nippon Forestry Univ. Lab. Exp. St., 6, 1-10 (1975).

9) H. Utoh: Bull. Fac. Lib. Hokkaido Univ., 26, 223-226 (1976).

10) J. E. Thorpe and J. G. Morgan: A. Fish Biol., 17, 421-429 (1980).

11) T. Hirata, A. Goto, and F. Yamazaki: A. Fish Biol., 32, 77-84 (1983).

12) T. Kuroki: Rep. Hokkaido Salmon Institute, 33, 1-12 (1980).

13) H. Nordang: Nyr. Akad. Zool., 16, 67-127 (1967).

14) K. Komiyama, N. Ohnishi, and K. Matsawa: Nippon Ichthyol. Soc. J., 29, 207-212 (1982).

15) Y. Fujita and S. Fujiki: Nippon Salmon. Gakkaishi, 24, 1889-1892 (1988).

16) K. Matsawa and H. Onozato: Exp. Biol. Fish., 15, 119-122 (1980).

17) W. Jones: The Salmon, Collins, London, 1959, pp. 1-122.

18) J. A. Hinchings and R. A. Meyer: Oecologia, 62, 102-112 (1985).

19) C. J. Foote and R. W. Parker: Behaviour, 106, 41-62 (1988).

20) C. J. Foote: Behaviour, 106, 63-80 (1988).

presumably form pairs of each type and (2) males of the 2-type and subordinates of the 1-type tend to spawn as satellites or sneakers as seen in other salmonid fish with stream resident type. Since their body size was usually smaller than that of the paired males, evolutionarily they suggest them as occupying the alternative mating strategy. The significant correlation of body size recognized between females and males of each pair ($r = 0.79$, $N = 17$, $r = 0.74$, $p < 0.05$) suggests mating to be associative by body size at pair formation as reported in other salmonid. 1-type males were also observed to attack and drive 2-type females away. Myabe charr, a species which has a life cycle similar to that of 2-type charr of the Arimane Lake-type stream system, also form pairs by type (Matsawa unpublished). Detailed investigations are needed on the life cycle and mating systems of migratory charr and should contribute greatly towards understanding the evolution and speciation of salmonid fish.

acknowledgements: I thank many individuals who assisted in this study. I am particularly grateful to Prof. K. Ishiyama (2) and Mr. T. Kuroki (12) for their kind advice during the study. We are also grateful to Mr. Y. Iwata and S. Inoue who supported a part of our sample collection and observations. (1) 83.1 (2) 40.0 ± 2.1 (3) 10.0 ± 0.8 (4) 20.0 ± 0.5 (5) 1.44 ± 0.1 (6) 1.50 ± 0.1 (7) 1.50 ± 0.1 (8) 1.50 ± 0.1 (9) 1.50 ± 0.1 (10) 1.50 ± 0.1 (11) 1.50 ± 0.1 (12) 1.50 ± 0.1 (13) 1.50 ± 0.1 (14) 1.50 ± 0.1 (15) 1.50 ± 0.1 (16) 1.50 ± 0.1 (17) 1.50 ± 0.1 (18) 1.50 ± 0.1 (19) 1.50 ± 0.1 (20) 1.50 ± 0.1

Date	TL of TL		TL of TL		Behavioural stage of female
	Male	Female	S-1	S-2	
87. 08. 10	33.1	38.1	26.1	36.5	Digging
	31.8	31.8	—	—	Digging, Crouching
	30.1	37.1	—	—	Digging
87. 09. 10	30.1	40.1	—	—	Digging
	30.1	32.1	14.8	—	Digging
	30.1	38.1	—	—	Digging, Crouching
	31.1	38.1	18.8	—	Digging
	31.8	37.8	—	—	Digging
87. 10. 10	40.1	30.1	—	—	Digging
	32.1	30.1	—	—	Digging
	33.1	30.1	28.1	31.8	Digging

Nippon Salmon Gakkaishi: Formerly Bull. Japan. Soc. Ichthyol. & Aquac. Sci.



NO. 110 1817
2 10 1817

九大農学芸誌 (Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ.)
第32卷 第2・3号 125-140 (1977)

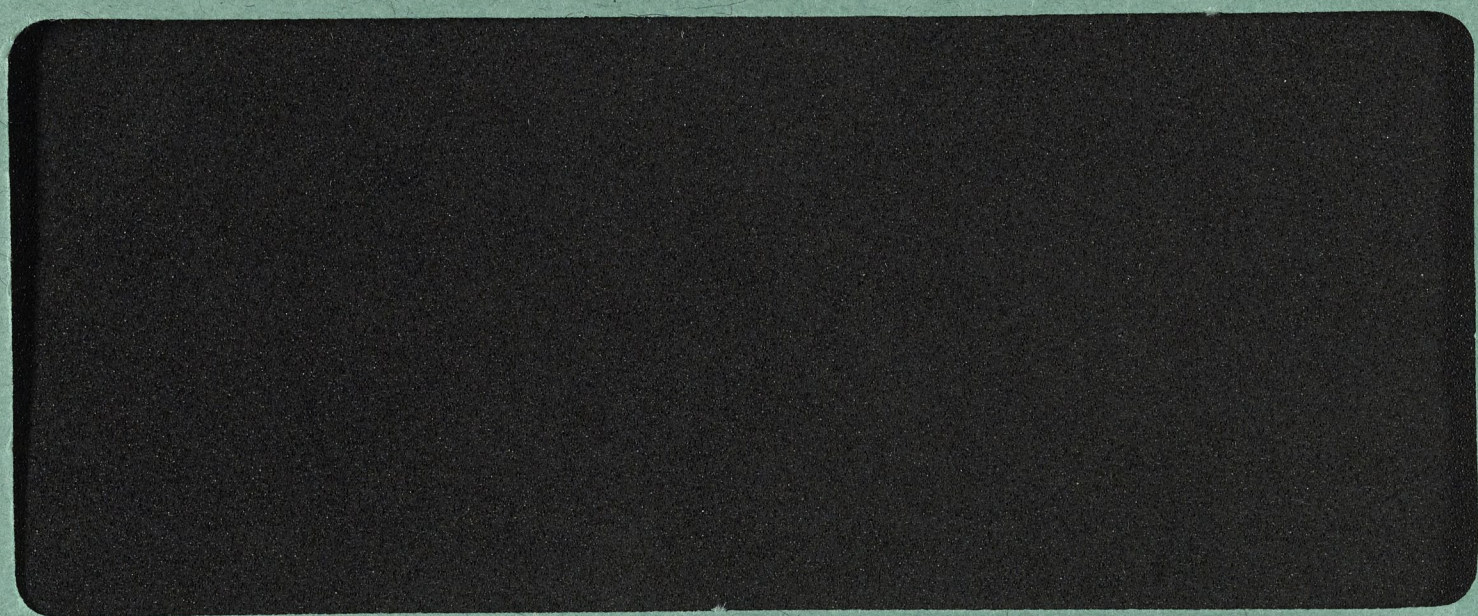
ゴギの産卵習性と仔稚魚

木村清朗

九州大学農学部水産学第2教室

(1977年9月19日 受理)

On the Spawning Behavior and Early Life History



ゴギの産卵習性と仔稚魚

木村清朗

九州大学農学部水産学第2教室

(1977年9月19日 受理)

On the Spawning Behavior and Early Life History of the Gogi-Char, *Salvelinus leucomaenis* (Pallas)

SEIRÔ KIMURA

Fisheries Laboratory, Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-04, Fukuoka 812

山陰、山陽地方の河川の上流にすむゴギ *Salvelinus leucomaenis* (Pallas) は、頭頂に白い斑紋をもつイワナで (Fig. 1), 全長 30 cm を越えるものは少ない。この魚は降海せず、雌雄ともに体側にパーマークを止めたまま、生涯を河川内ですごす。

筆者は1971年と1974年に、島根県美濃郡匹見町紙祖字笹山地先の高津川水系の紙祖川に合流する三坂谷 (Fig. 2 A, B; Fig. 3 A, B) で、ゴギの産卵習性を観察し、あわせてその稚魚などの習性について調査した。その他、1962年には島根県那賀郡金城町波佐字若生地先の周布川水系の波佐川 (Fig. 2 A, C) で、産卵床からゴギの発眼卵を採集、孵化させて、仔・稚魚の形態と習性を観察した。この報告では、これらの観察と調査の結果について述べる。

調査地について

産卵調査を行つた三坂谷は、島根、広島県境の三坂

山 (標高 1,169m) に源を發して西流し、匹見町の笹山で紙祖川 (Fig. 3 B) に注ぐ流程約 10 km の溪流である (Fig. 2 B; Fig. 3 A)。この溪流には合流点より標高 700m の地点まで約 6 km の間、左岸に林道が沿っている。調査は主にこの林道の終点を中心に上、下ほぼ 1.5 km ずつの範囲で行つた。調査域はV字型の谷をなし、川幅は 5~10m、流水域の幅は 1~5m で、水量はさほど多くはない。真夏でも水温は 20°C 以下で、増水時にも水はさほど濁らない。両岸には広葉樹が多い。林道の終点より下流の河谷の傾斜はやや緩やかで、浅い淵や淀みと小さな落ち込みが交互に連続する。それより上流は急に傾斜が増し、転石も大きくなる。調査水域にはゴギとタカハヤ *Moroco steindachneri jouyi* (Jordan and Snyder) がすむが、三坂谷の下流部と紙祖川には、その他にヤマメ *Oncorhynchus masou* (Brevoort), ウグイ *Tribolodon hakonensis* (Günther), イシドジョウ *Cobitis taka-*



Fig. 1. Female specimen of gogi-char, *Salvelinus leucomaenis* (Pallas), 211 mm in total length, caught on August 3, 1971 in Misaka-dani of Takatsu River in Shimane Prefecture.

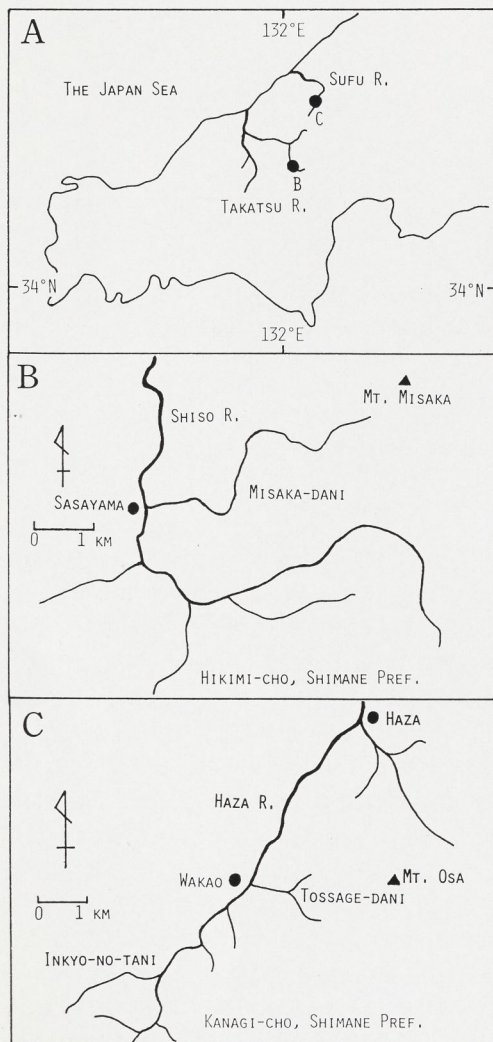


Fig. 2. A. Map showing the location of Takatsu River and Sufu River. B. Misaka-dani and Shiso River, both are upper reaches of Takatsu River. C. Haza River, a tributary of Sufu River. 'dani' and 'tani' mean a mountain stream in Japanese.

tsuensis (Mizuno), カワヨシノボリ *Rhinogobius flumineus* (Mizuno) などもすむ。

仔・稚魚については、三坂谷の他に波佐川の支流トツサゲ谷と隠居ノ谷で調査を行った。両支流ともに金城町波佐字若生で、波佐川に合流する (Fig. 2C)。いずれも川幅は狭く流程も短い、河相は三坂谷によく似ており、ゴギとタカハヤが生息し、合流点の近くにはヤマメもみられる。

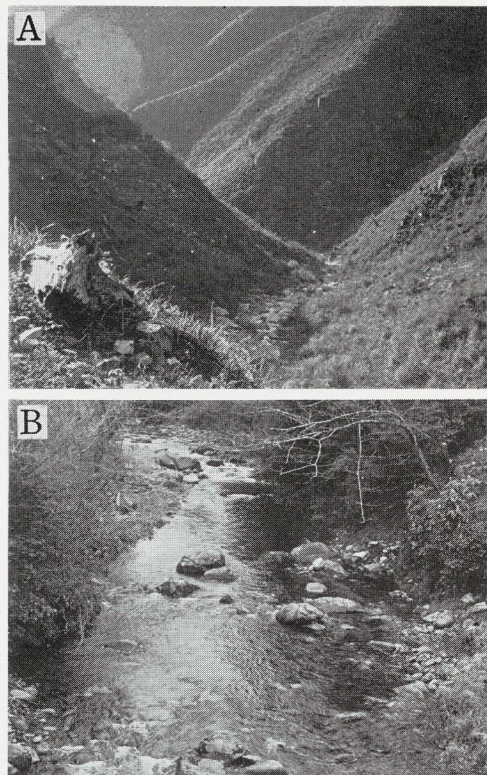


Fig. 3. A. View of Misaka-dani. B. View of Shiso River.

成魚について

ゴギの地理的分布は中国地方の一部に限られ、山陰では島根県下の斐伊川から高津川にかけて、山陽側では岡山県の吉井川と山口県の岩国川の間はこの魚はすむ (稲村・中村, 1962; 中村, 1963; 佐藤, 1963; 片山・藤岡, 1966; 今西, 1967; 宮地ら, 1976)。そして、高梁川と吉井川および山口県の佐波川に生息するゴギは、山陰から移入されたものといわれる (桑原, 1960; 片山・藤岡, 1966, 1971; 今西, 1967)。また、吉安 (1969) は鳥取県の千代川で、頭頂に斑点を有するイワナを認めているので、山陰のゴギ分布の東限については、まだ検討の余地があると思われる。

形態

三坂谷で 1971 年 8 月 3 日に釣られた 全長 211 mm のゴギの雌の成魚 (Fig. 1; Table 1, Specimen No. 8) をみると、体は少し側偏するが、体高、尾柄高ともに低い。頭は小さくて吻端は丸く、口はやや下位である。口裂は斜めで大きく、上顎骨の末端は眼の後縁下を越える。両顎骨と口蓋骨には小さくて鋭い歯を備

える。鋤骨の先端は隆起し、歯はその部分にのみみられる。口蓋骨と鋤骨の隆起部の配列はM字型を呈するが、これらの骨の先端は僅かに離れる。舌骨上にも2列の小さい歯があるが、基鋤骨の表面は滑らか。鱗は小さい円鱗で楕円状をなし、有孔鱗は縦列鱗よりかなり少ない。側線は明瞭で白い点列となつて、体側の中央を直走する。

生時には、背部は暗褐色でやや青味を帯びる。体側の地色は茶褐色で、黒いパーマークが並ぶ。腹部側面は白く、腹面は淡い柿色。背部から側線下にかけて、瞳孔大の円い淡色斑が散らばる。通常、これらの斑点は白ないしクリーム色であるが、個体によつては側線より下方では、極めて淡い橙色を呈する。頭頂にも淡色斑がみられるが、虫喰模様になつた個体も多い。眼下部にはグアニンの沈着が著しく、やや赤味を帯びた強い銀色を呈し、虹彩は黒い。各鱗ともに褐色で、基部から先端にかけて淡くなり、対鱗と臀鱗の前縁は乳白色で、尾鱗の上、下縁は赤い。

三坂谷のゴギ15個体(全長149~284 mm)の計測値をTable 1に示した。

次に、三坂谷および波佐川産ゴギの計数値を、山形県最上川水系大井沢川と秋田県八幡平の能代川水系熊沢川のイワナ *S. leucomaenis*、および北海道知床半島のアメマス *S. leucomaenis* と比べてみると(Table 2)、ゴギの縦列鱗数、上枝鰓耙数などが、僅かに少ない傾向を示した。最初、Jordan and McGregor (1925) はゴギの鰓耙数(総数)が少ないこと、頭頂に斑点があることから、この魚を本州中部以北のイワナ類とは別種と考え、*S. imbricus* と命名した。しかし、Table 2に示すように、ゴギと他との計数値の差異は僅かであり、また、筆者は東北地方のイワナでも頭頂に白点をもつ個体少数を認めたので、この報告では今西(1967)やYoshiyasu and Humoto (1972)と同じくゴギを一応 *S. leucomaenis* として扱った。

産卵習性

成熟と二次性徴

三坂谷で1971年秋に釣つたゴギ約70尾について、雌雄別に成熟個体の全長を調べてみた(Fig. 4)。その結果、雌の最小成体は14.9 cm(体長12.6 cm)で、全長15.0~18.0 cmの雌16尾のうち10尾が成熟していた。18.0 cm以上の7尾では、19.8 cmの1尾を除いて他は成熟していた。一方、雄の最小成体は雌より小さくて、11.7 cm(体長9.8 cm)で、16.0 cm以上の雄32尾はすべて成熟していた。

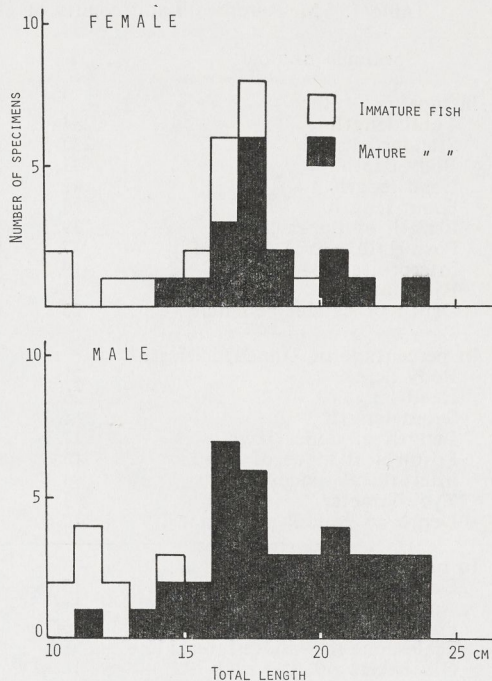


Fig. 4. Size frequency of gogi-char captured in the spawning season of 1971 in Misakadani.

上記の標本について雌雄差をみると、一般にゴギの雄の体は、雌よりも少し側扁してやや黄褐色を呈し、対鱗前縁と臀鱗前縁の白色帯が少し太く、その他に全長16 cm以上になると、吻長と上顎長が雌より長い傾向が認められた。しかし、これらの雌雄差は、降海性で大型になる他のサケ・マス類のように、極端なものではない。そして、完熟したゴギの雄の下顎先端にも、他のイワナ属でよくみられる'kype'は発達していない。

産卵期

1971年の産卵調査を始めた10月26日に、筆者は笹山地先の紙祖川で、ゴギの産卵床1を認めた。さらに同日、三坂谷の林道終点付近の3 kmの区域で、産卵床1カ所で産み出されて数日を経たと思われるゴギの卵を確認し、他に産卵行動中のペア3組を認めた。この区域で産卵行動が多くみられたのは、10月29日から6、7日の間であつた。10月末からこの頃の河川水温は11.0~8.6°Cであつた。また、筆者は1961年には11月15日になつても、波佐川の本、支流でまだ産卵行動中のペア4組を観察した。したがつて、この川に水温、河相がよく類似する三坂谷においても、産

Table 1. Measurements and counts of the gogi-char, *Salvelinus leucomaenis* (Pallas), caught

Specimen number	1	2	3	4	5	6
In mm						
Total length	284	242	238	236	227	219
Standard length	230.5	209	203.5	201.5	196	188
Body depth	49	42	46	41.5	40.5	39.5
Head length	61	58	55	56	57	51.5
Snout length	20	15.5	13	14	15	13.5
Length of upper jaw	39.5	33.5	30	33	33	28
Postorbital space of head	37.5	31	32.5	31	32	30
Interorbital space	19.5	18	17	17	17	16
Eye diameter	12	12	12	11.5	10.5	9.5
Depth of caudal peduncle	23	20	20	20	20	19.5
In percentage of standard length						
Body depth	21.3	20.1	22.6	20.6	20.7	21.0
Head length	26.5	27.8	27.0	27.8	29.1	27.4
Snout length	8.7	7.4	6.4	6.9	7.7	7.2
Length of upper jaw	17.1	16.0	14.7	16.4	16.8	14.9
Postorbital space of head	16.3	14.8	16.0	15.4	16.3	16.0
Interorbital space	8.5	8.6	8.4	8.4	8.7	8.5
Eye diameter	5.2	5.7	5.9	5.7	5.4	5.1
Depth of caudal peduncle	10.0	9.6	9.8	9.9	10.2	10.4
In number						
Dorsal fin rays	13	13	13	12	14	13
Anal fin rays	11	11	12	12	12	11
Pored scales on lateral line	116	122	118	125	123	120
Scales, one row above lateral line	198	191	191	207	190	197
Gill rakers on first arch	5+10=15	4+10=14	4+9=13	5+11=16	4+9=13	5+11=16
Branchiostegal rays (left-right)	13-12	13-12	13-13	13-11	13-12	13-11
Pyloric caeca	21	17	—	22	23	15
Vertebrae	37+24=61	37+23=60	34+26=60	36+25=61	37+24=61	36+25=61
Body weight in grams	203	135	132	121	130	113
Sexuality	♂	♂	♀	♂	♂	♂
Date	Nov. 5, '71	Aug. 3, '71	Nov. 2, '72	"	"	Aug. 3, '71

Table 2. Comparison of meristic counts of the local races of *Salvelinus leucomaenis*. Mean value and standard deviation are in parentheses.

Local name	Gogi	Gogi	Iwana	Iwana	Amemasu*
Locality	Misaka-dani (Takatsu R.) in Shimane Pref.	Tossage-dani (Sufu R.) in Shimane Pref.	Ōisawa River (Mogami R.) in Yamagata Pref.	Kumazawa River (Noshiro R.) in Akita Pref.	Shiretoko Peninsula in Nemuro, Hokkaido
Number of specimens	15	20	20	10	10
Scales, one row above lateral line	190~211 (195.5±8.3)	183~216 (197.5±8.9)	190~244 (216.2±17.3)	198~260 (232.8±24.5)	194~236 (213.0±13.6)
Pored scales	116~127 (121.9±3.0)	111~134 (120.6±5.8)	118~135 (127.3±4.4)	111~131 (119.6±5.7)	121~137 (126.6±4.4)
Gill rakers	upper limb (4.8±0.7)	4~6 (4.9±0.5)	5~8 (6.6±0.9)	5~8 (6.3±0.8)	6~9 (7.0±1.0)
	lower limb (10.6±0.9)	8~11 (9.2±0.9)	9~11 (10.1±0.5)	9~10 (10.0±0.4)	9~12 (10.4±1.0)
	total number (15.5±1.4)	13~16 (14.1±0.9)	15~18 (16.7±1.0)	15~18 (16.3±0.9)	16~19 (17.4±0.9)
Pyloric caeca	15~23 (19.7±2.2)	14~24 (19.3±2.4)	18~28 (21.4±2.6)	16~27 (21.5±3.0)	17~24 (20.4±2.0)
Vertebrae	60~62 (60.7±0.7)	59~62 (60.3±0.8)	60~64 (61.7±1.4)	61~65 (62.1±1.3)	61~63 (61.9±0.5)

* Migratory form of *S. leucomaenis*.

in Misaka-dani flowing into Shiso River (Takatsu River system), Shimane Prefecture.

7	8	9	10	11	12	13	14	15
215	211	196	195	186	186	179	164	149
187	181	168	169	161	160	152	139.5	129.5
37.5	39	37.5	36.5	37	34	35	28.5	28.5
52	48.5	43.5	47	43.5	42.5	41.5	36.5	36.5
12.5	13	11	12	10	11	11.5	8.5	10
28	26.5	24	25.5	23	23	23	21	18.5
30.5	27.5	24.5	27	25.5	24	24	21	20.5
16	15	14	14.5	13.5	14.5	13	10.5	12
11	11.5	10	11	10	10	9	9	8
19	18.5	17.5	17.5	16	16.5	16	14	13
20.1	21.5	22.3	21.6	23.0	21.3	23.0	20.4	22.0
27.8	26.8	25.9	27.8	27.0	26.6	27.3	26.2	28.2
6.7	7.2	6.5	7.1	6.2	6.9	7.6	6.1	7.7
15.0	14.6	14.3	15.1	14.3	14.4	15.1	15.1	14.3
16.3	15.2	14.6	16.0	15.8	15.0	15.8	15.1	15.8
8.6	8.3	8.3	8.6	8.4	9.1	8.6	7.5	9.3
5.9	6.4	6.0	6.5	6.2	6.3	5.9	6.5	6.2
10.2	10.2	10.4	10.4	9.9	10.3	10.5	10.0	10.0
14	13	13	14	13	14	13	14	12
12	11	11	12	11	11	11	11	11
127	119	118	125	122	123	122	124	125
206	194	181	204	195	194	182	211	192
6+11=17	4+10=14	5+11=16	5+11=16	5+12=17	4+11=15	5+10=15	5+11=16	6+12=18
13-11	13-12	13-12	13-12	12-12	13-12	13-13	13-12	12-12
22	22	20	18	21	18	18	19	20
36+26=62	37+24=61	36+25=61	37+24=61	36+24=60	36+24=60	35+25=60	37+25=62	37+24=61
116	100	84	128	87	78	73	48	40
♀	♀		♂	♀	♀	♂	♀	♂
Apr. 20,	Aug. 3,	''	Apr. 20,	Aug. 3,	May 26,	Aug. 3,	Apr. 20,	''
'74	'71		'74	'71	'72	'71	'74	

卵期は11月中旬におよぶであろう。すなわち、この付近のゴギの産卵期は、10月20日頃からほぼ1カ月の間と思われる。

なお、笹山在住の郷田薫、杉迫学氏らによれば、この付近のヤマメは例年10月10日頃から10月末にかけて産卵するといわれる。ゴギとヤマメが共にすむ河川では、両者の産卵期が重なる時期を生ずる。実際に筆者は紙祖川で10月末にゴギの他にヤマメの産卵行動を認めた。この場合、ヤマメと異なりゴギの背面には淡色斑がみられ、また雄の対鰭の前縁が白いなど、現場で両者を見分けるのは難しくない。

産卵場

ゴギの産卵床は、一般に平瀬や淀みの脇もしくは淵の岸近い所にみられる (Fig. 5A, B, C)。産卵にあたり川底が掘られるので、そこは白っぽくなり、暗褐色の周囲とは容易に区別出来る。そこは砂混りの小石底で、水深10~50cm、そして水はほとんど停滞し所によつては極めて弱い逆流が認められた。一方、紙祖川のヤマメは主に淵尻の流れのある所で産卵してい

た。このように、両者の産卵床では流速が異なるため、底質にも相違が認められ、ゴギの産卵床の底質はヤマメの場合よりもこまかくて、砂が多かつた (Fig. 6)。

前産卵行動

三坂谷の林道終点より約500m上流で、1974年10月28日から翌日にかけて観察したゴギの産卵行動について以下に述べる。

この付近の河床には、径1~3mの大型転石が多数みられ、観察場所は川幅約3.5m、長さ8m程の淀みで、その上、下流は落差1m弱の落ち込みにつながつていた (Fig. 5B)。水は左岸寄りをゆるやかに流れ、右岸ではほとんど停滞し、僅かな逆流が認められた。水量は少なく、水温は28、29日ともに11°Cで、天候は晴。

産卵行動は、この淀みの右岸近くの砂礫底でみられ (Fig. 5B)、そこは水深10~25cm、礫の大きさは5、6cm以下であつた。観察は主として肉眼により、その他300mm望遠レンズとモータードライブ装置をつけた35mm1眼レフによる撮影も行つた。

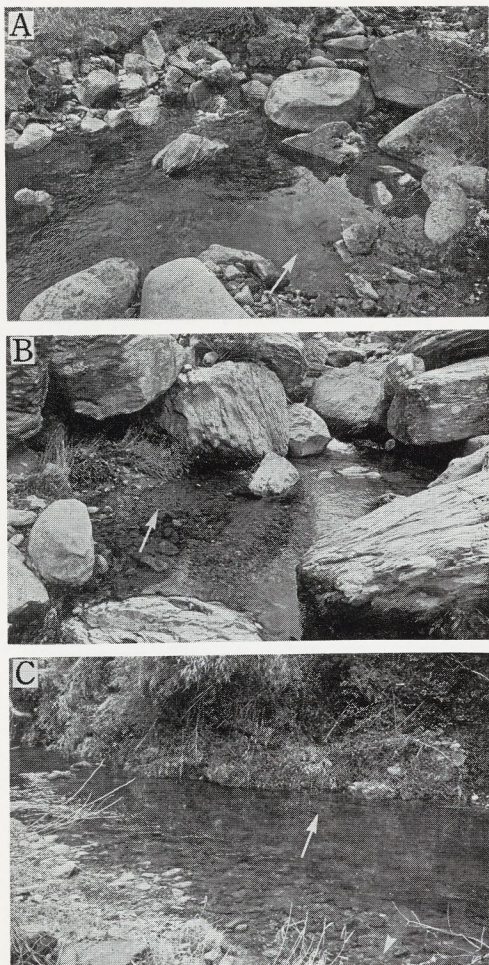


Fig. 5. Spawning places of gogi-char. Arrow indicates a location of spawning redd. A and B. At Misaka-dani. C. At Shiso River.

ペアについて この場所には 28 日正午頃、ゴギはいなかったが、午後 3 時半頃になるとペア 1 組が認められた。一般にゴギのペアでは雌が雄よりも小さいが (Fig. 7A), このペアでは雌が大きくて全長約 20 cm (目測), 雄は約 17 cm であつた (Fig. 7B). 産卵行動中のゴギは、流れに向かって定位する。ここでは 3 cm/sec 程の逆流のため、上記のペアは三坂谷の下流へ頭部を向け、雌は産卵床のほぼ中央に、雄はその斜め後方に位置していた。

このペアの他に、雄はほとんど見受けられなかつたが、別の観察例では雌 1 尾に常時 3, 4 尾の雄がつきまとうことが多かつた。この場合、これらの雄の間には、優劣関係が認められ、通常は体の大きい雄が優位で、1 位のものが雌とペアになる。他の雄は産卵床の後方に群れ、それぞれが小さい雄を牽制、時に攻撃しながら、しつこく雌に接近を図る。その時、ペアの雄



Fig. 7. Resting pair on spawning redd. A. A female (F) is attended by a male extremely larger than herself. B. It is not so uncommon to find a female (F) escorted by a male smaller than herself.

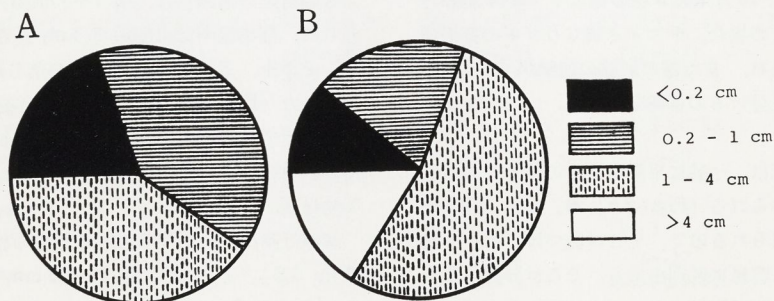


Fig. 6. Gravel sizes in spawning redds of gogi-char (A) and non-migratory form of masu salmon (B), *Oncorhynchus masou*. Compositions were calculated relatively from submerged displacement of gravel.

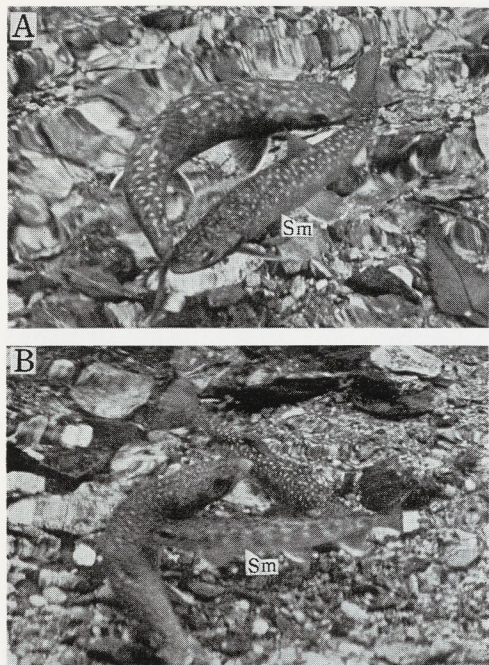


Fig. 8. Counterattack by a subordinate male. Dominant male usually darts and drives away subordinate one, whereas counterattacks by subordinate male occasionally seen in early prespawning period. A. A subordinate male (Sm) makes counterattacks against dominant male and they move quickly in small circles with biting each other caudal part. B. A subordinate male (Sm) counterattacks fiercely against a dominant male and turns him out of the spawning site, but the dominant male comes back soon after and defeats the subordinate one.

は激しく突進してこれらを追い払い、時には相手に噛みつくこともある。前産卵行動期にみられるこのような雄の個体関係は、白石ら (1957) によるアマゴ *O. rhodurus* Jordan and McGregor および木村 (1972, 1976 b) によるヤマメの場合と大体一致する。しかしゴギではこれらと異なつた行動もみられた。すなわち、アマゴやヤマメではペアの雄が一方向的に劣位個体を攻撃、追い払うだけであるが、ゴギでは劣位による反撃がしばしばみられ、互いに尾柄部を噛み合せて旋回しながら争つたり (Fig. 8A), 小さい雄がペアの雄を攻撃して (Fig. 8B), 産卵床から一時追い出すこともあつた。このような例は、前産卵行動の初期に多くみられるが、次第に優劣関係が明確になり、後には優位が劣位を一方向的に追うようになる。

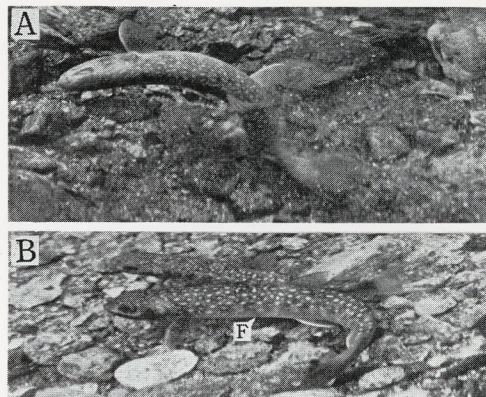


Fig. 9. Characteristic movements of female in prespawning period. A. Digging action. Female, turning on her side on the bottom, presses her tail on the gravel and lifts it with a series of powerful flexion and extension of her body. At this time, fine sand and gravel are stirred up and female moves forward slightly. B. Back-paddling. After digging, female (F) moves backward with the aid of her pectoral fins paddling slowly.

前述の場所で10月28日午後観察を始めた頃は、産卵行動が始まつて間もないと思われ、雌は川底をあちこち交互に掘っていた。そのうちに、雌はほぼ1カ所だけを掘るようになった。その頃まではペアの組み合わせはさほど安定せず、時々雄は雌を攻撃したり、雌による反撃などが観察された。

営床と求愛 川底を掘るにあたり、ゴギの雌は急に体を横に倒して、各鰭をいっぱいに広げ、口を少し開きながら体を激しく屈伸させ、尾部で強く川底を上下にあおりつつ20~30 cm 前進する (Fig. 9A)。この間、2、3秒を要する。この営床動作により川底の砂礫は、はねおこされて少し後方に移動する。この動作のあと、ゴギの雌は普通の姿勢になり、産卵床を小さくぐりと回りながら、あるいは川底に腹面を軽く触れて、胸鰭をゆつくりとあおりながら後ずさりして元へもどる。後ずさりの際、尾部が礫につかえて、雌の後半身が大きく曲ることが多い (Fig. 9B)。その時、雌は体を少し浮かし、またはくねらせて尾部を礫からはずして後退を続ける。このようなゴギの動作は、ヤマメなどに比べて、体を曲げあるいはくねらすことが多いとの印象を与える。

雌が体を横に倒して行う営床動作は、佐藤 (1963) もゴギについて観察しており、Breder and Rosen (1966) が集約したサケ科一般の営床動作にもよく似る。また、Fabricius and Gustafson (1954) はヨー

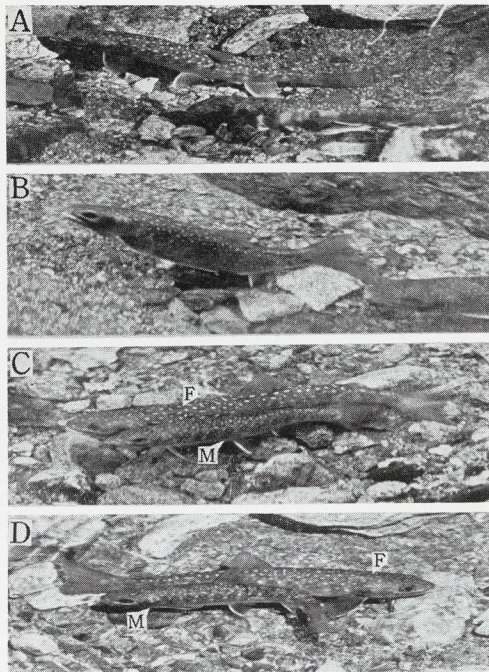


Fig. 10. Feeling and crouch posture of female and courtship of male. A. Feeling posture. Female (F) erects her anal fin and moves it as if fumbling for a crevice in gravel. B. Crouch posture. Female, inserting her erected anal fin into a crevice in gravel, crouches on the center of almost finished depression and slightly bends her anterior body upward. C. Courtship. If female takes feeling or crouch posture, male (M) quickly approaches her and nudges the side of her body with his side. D. Courtship. Male (M) courtes female passing by each other.

ロッパのイワナ *S. alpinus* (Linnaeus) について、このような営床動作の他に、普通の姿勢のまま体を強く横に振って、川底を掘ると述べている。しかし、ゴギはそのような掘りかたは全くしなかつた。

ゴギの雌による営床動作は28日夕刻および翌朝の放卵放精の直前まで1~3分毎に繰り返された。その相間には、雌は普通の姿勢で体を川底に沈めながら、臀鰭をいつばいに立てる動作に移る (Fig. 10A)。これによく似た動作は他のサケ・マス類にもみられ、フィーリング (feeling) (Jones and Ball, 1954; Jones, 1959) あるいはテストイング (testing) (Smith, 1941) と呼ばれている。

ゴギの雌がこのフィーリングの姿勢をとると、ペアの雄は直ちに雌に求愛するので、この姿勢は求愛を誘

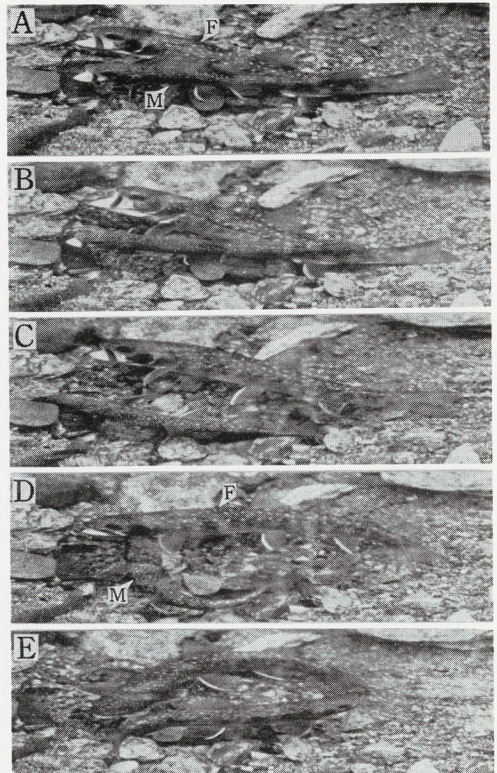


Fig. 11. Oviposition and postspawning fight by a pair. A. Initial phase of oviposition. Female (F) takes crouch posture first, and a male presses the female's side with his side. Then, they begin to release eggs and milt quivering violently and gaping widely. B. Climax of orgasm. Their bodies are gradually separating, for the pectoral fins are spread utmost. C. Final phase of oviposition. Bodies are completely separated. Orgasm continues for 4 to 5 seconds. Usually, a single oviposition occurs in a single depression. According to another observation, however, 3 times of oviposition at intervals of 15 and 30 minutes were seen in the same depression. D. After oviposition, male suddenly dashes and pokes the side of his partner's head with his snout. E. Counterattacks by female. Female makes cruel counterattacks against him, then they fight each other in small circles.

発する信号とも考えられる。

求愛にあたり、ペアの雄は斜め後方から静かに雌にすり寄り、体側をぴつたりとつけて、両者は頭を揃える (Fig. 10C)。また、雄は雌とすれ違いながら、体側で雌の体側をこすって求愛することもある (Fig. 10D)。いずれの場合も、雌は雄により体を少し横に押さ

れるので、両者はすぐに離れる。そして、雌は次の営床動作に移り、雄は近寄ってくる他の雄を追うか、産卵床の後方にさがる。

雌が営床動作を同じ場所で何回も繰り返すうちに、川底に直径 30 cm、深さ 5、6 cm の浅いすり鉢型の「くぼみ」が出来始める。その中の礫の間隙から小石や砂が除かれると、やがて雌はそこでフィーリングの姿勢よりさらに前半身を上方にそらせ、体を前後左右にこきざみにゆすりながら、臀鰭を礫の間隙に差し込んで静止し、時には僅かに口を開く (Fig. 10 B)。

この動作は他のサケ科からも知られており、Jones and Ball (1954) および Jones (1959) はこれをクローチ (crouch)、Fabricius and Gustafson (1954) はアンカリング (anchoring) と呼び、やはり雄の求愛や、ペアによる放卵放精を誘発する重要な信号とされている。わが国でもヤマメの雌によるこの動作が知られている (木村, 1972, 1976 b)。

放卵放精行動

翌 29 日午前 9 時頃、前日の営床動作によつて出来た「くぼみ」に、ペアが現われて前産卵行動を始めた。そして、午前 9 時 40 分頃放卵放精が行われた。その際まず、雌は「くぼみ」の中央で強いクローチの姿勢で静止し、次いでペアの雄が雌に体をびつたりと押しつけて並び、両者は体をふるわせ始めた。雌が口を開きかけると、雄も大きく口を開け、両者は体を激しく硬直けいれんさせながら、4、5 秒の間に放卵放精した (Fig. 11 A, B, C)。

産み出されたばかりの卵は「くぼみ」中央の礫の間隙に転がって (Fig. 12 A)、そのほとんどが受精していた。

後産卵行動

放卵放精が終る頃には、雌雄の体は離れる (Fig. 11 C)。この直後、ペアの雄は横から突然雌に突進して、その鰓蓋を強くつつき (Fig. 11 D)、雌も素早く雄の後にまわり込み、両者は「くぼみ」の周辺を小さく急速に旋回しつつ、互いに相手を噛もうとする (Fig. 11 E)。この動作は、ゆるやかになりながらも約 15 分間続き、三坂谷における他の観察でも例外なくみられた。このような産卵直後の噛み合いは、ヨーロッパの grayling *Thymallus thymallus* (Linnaeus) (カワヒメマス科) についても知られているが (Fabricius and Gustafson, 1955)、九州のヤマメや (木村, 1972; 1976 b)、筆者が観察した北海道のオショロコマ *S. malma* (Walbaum) では全くみられなかった。

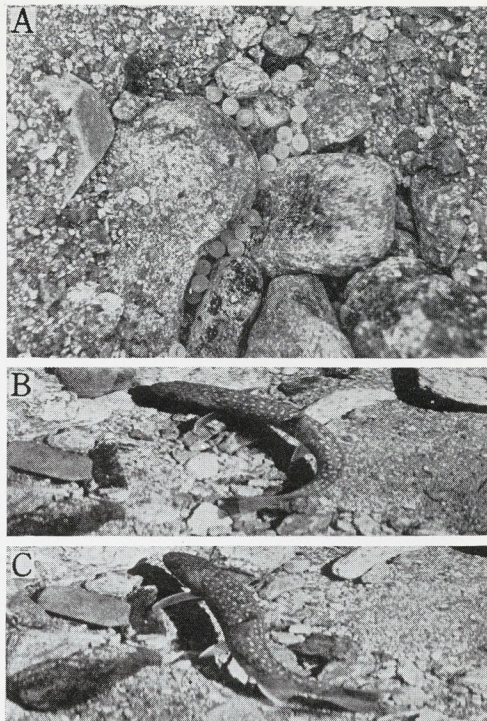


Fig. 12. Just fertilized eggs in the depression and undulating by female. A. Eggs roll into crevices of gravel in the center of depression. B and C. Undulating by female. After some 15 minutes of oviposition, female begins to undulate by a slow and rhythmic swinging her body from side to side just like a swimming snake. Undulating is gradually replaced with digging actions afterward.

その後、雌は「くぼみ」の中やその近くで、体をゆつくりと左右にくねらすアンデュレイティング動作 (undulating) (Fig. 12 B, C) を始め、雄も次第に産卵床から遠ざかる。放卵後 30 分たつと、「くぼみ」の前方で雌による営床動作が再び始まり、はね起こされた砂礫で卵は埋められる。しばらく雌は、営床動作とアンデュレイティング動作を交互にくり返す。

このアンデュレイティング動作は、イワナ属に特有と考えられ (Fabricius, 1953)、カワマス *S. fontinalis* (Mitchill)、オショロコマ、ヨーロッパのイワナなどの産卵で知られ、この動作のみでも受精卵は少し埋まるといわれる (Greeley, 1932; Needham and Vaughan, 1952; Fabricius, 1953; Needham, 1961; Breder and Rosen, 1966)、しかし、ゴギの場合、卵がアンデュレイティング動作により埋まる徴候は認められなかった。

雌によるアンデュレイティング動作は放卵後1時間半近くみられる。その後は営床動作のみとなり、放卵後2時間を経過すると、卵は5~10 cmの深さに埋められる。その後も雌は産卵床に近づく他のゴギやタカハヤなどを追い払う。また、ペアの雄も時々戻つて求愛するが、雌から追い払われることが多い。午後になると、雌も産卵床から離れることが多くなる。夕方には雌雄ともに産卵床には姿を全くみせなくなり、ここの産卵行動はすべて終わったと思われた。

以上に述べたように、この場所では10月28日午後前産卵行動が始まり、その日の夕刻まで雌の営床動作や雄の求愛などがみられた。翌29日午前9時頃、前日と同じペアが産卵床に現われて前産卵行動を始め、9時40分頃ペアによる放卵放精が観察された。それに続く後産卵行動は正午過ぎまでみられたが、夕方には雌雄は産卵床に姿を全くみせなくなった。

産卵回数

前述の観察例では、1回のみ産卵であったが、同じ三坂谷で他に観察した3例によると、初回の産卵を行つた地点の約20 cm前方に、ゴギの雌が再び「くぼみ」を作り、次回の産卵が20~30時間後にみられた。他の1例ではさらに、3回目の産卵が同様にして行われた。このような2ないし3回の放卵放精を伴う一連の産卵行動には、普通2ないし3日間を要する。

また、1971年に三坂谷でみた1例では、全長約18 cmの雌と35 cm位の雄よりなるペアが、ひとつの「くぼみ」で15~30分の間隔で、3回放卵放精した。その際、初回と次回の産卵後も雌のクローチと雄の求

愛が続き、3回目の産卵後に後産卵行動が認められた。

産卵床と埋蔵卵

三坂谷で1971年11月にゴギの産卵床12カ所の形状、大きさ、深さ、流速、底質などを調べ、12月17、18日には発眼した埋蔵卵を数えて、その結果をTable 3に示した。なお、卵の計数時の水温は6.0~6.2°Cであった。

産卵床では長径60~120 cm、幅35~60 cmの楕円形の範囲に砂礫が少し盛り上がり(Table 3)、その前縁は若干くぼむ。この前縁から約20 cm後方を5~10 cm掘ると、礫の間から受精卵が割れままとまって現われ、さらにその後方20 cm程の所から、別の卵の群が掘り出されることが多い。卵群毎の斃死率は0~40.4%で、数えた卵913粒のうち151粒が白色不透明の死卵でこれから全体の斃死率を算出すると16.5%であった。

卵は球形を呈し、卵径は5.1~5.4 mm、平均5.2 mm(ホルマリン標本)で、孵化間際であったため、不透明な厚い卵膜はやや緊張を失っていた。すでに血液循環も始まっていたので、卵は少し赤味を帯びていた。

仔・稚魚について

形態

周布川水系波佐川に注ぐ隠居ノ谷(Fig. 2C)で、1962年12月15日に、ゴギの産卵床から発眼卵を集めて持ち帰つたところ、19日に孵化を始めた。孵化仔魚

Table 3. Physical characters of spawning redds of the gogi-char, *S. leucomaenis*, in Misaka-dani. Eyed eggs were dug and counted on December 17 and 18, 1971. Number of dead eggs is in parentheses.

Redd No.	Length	Width	Depth	Velocity	Size of gravels	No. of egg groups	No. of eyed eggs	Mortality
1	60 cm	45 cm	20~30 cm	1.2 cm/sec	4~5 cm	1	57(23)	40.4%
2	90	50	20~25	1.6	3~4	?*	207(28)	13.5
3	100	50	25~30	5.0				
4	90	30	30~40	0	2~3			
5	95	45	15~25	-1.0**	2~3	2	30 (7) 95 (3)	23.3 3.2
6	80	35	10~20	-1.0**	4~5			
7	50	35	5~10	3.0	2~4	1	100(15)	15.0
8	70	35	5~10	2.7	2~4	1	48(12)	25.0
9	120	45	5~25	-4.7**	2~3	1	55(10)	18.2
10	90	30	15~20	4.1	2~3	2	92(13) 24 (0)	14.1 0
11	95	50	10~20	5.5	1~2	2	52(11) 72 (7)	21.2 9.7
12	120	65	5~15	5.1	2~3	1	81(22)	27.2

* Several pairs spawned in this redd, it was difficult to separate the egg groups one another.

** A negative number indicates counter flow.

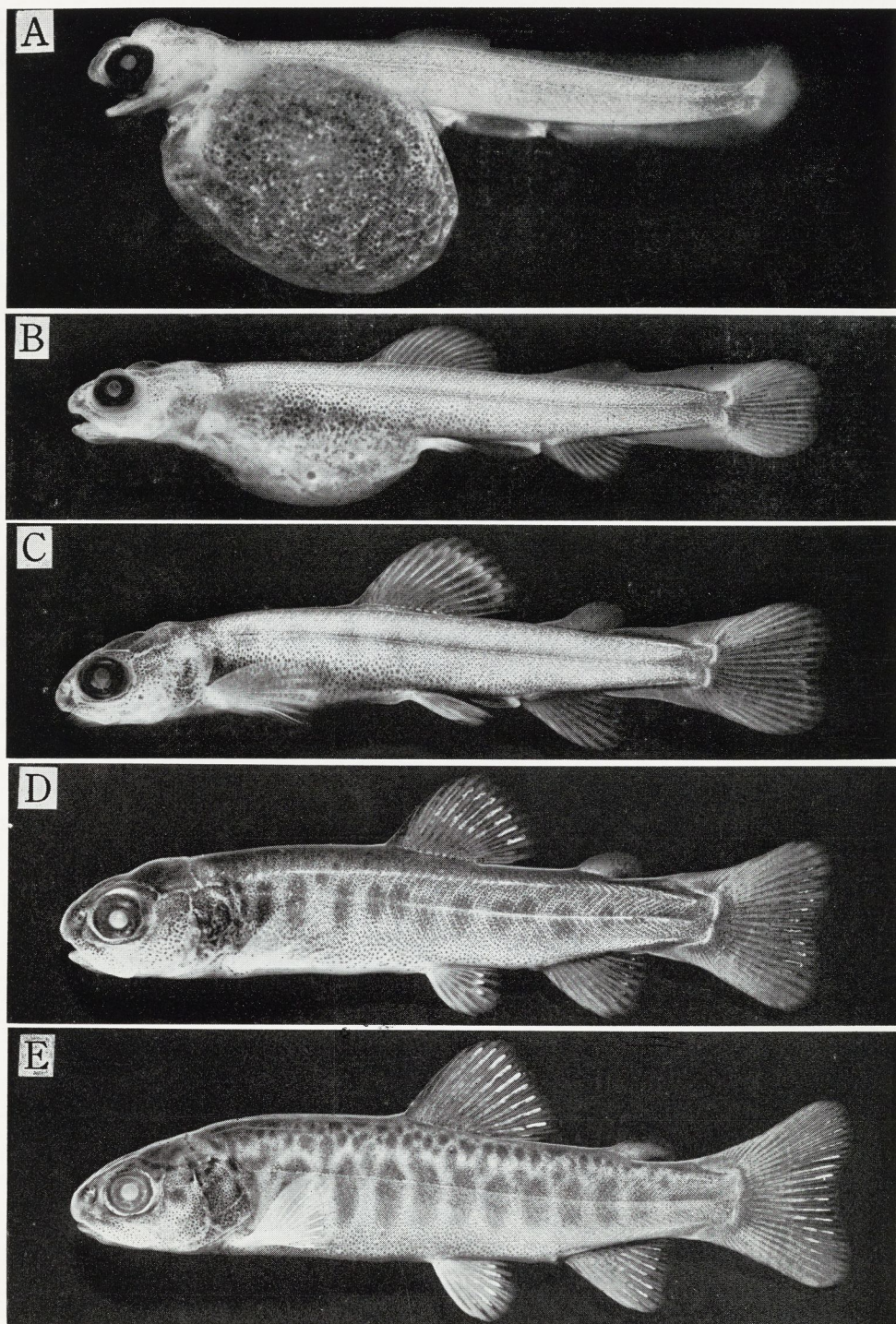


Fig. 13. Alevins and fry of gogi-char, *Salvelinus leucomaenis*. A. Newly hatched alevin, 14.8 mm in total length, fixed on November 19, 1962. B. Alevin, 22.2 mm, 21 days after hatching, yolk sac was almost consumed and parr marks just appeared. C. Fry, 25.6 mm, 36 days after hatching, yolk sac was almost consumed and parr marks just appeared. D. Fry, 35.3 mm, caught in Misaka-dani on May 18, 1974. E. Fry, 45.6 mm, caught in Misaka-dani on June 16, 1974.

をさらに卵黄吸収が終るまで飼育した。この間、水温は 16.5~12.5°C 平均 14.5°C で、現場水温よりかなり高かった。また、1974 年春と夏には三坂谷でゴギの稚魚を採集したので、次に仔・稚魚の形態について述べる。標本はすべて 5%ホルマリン固定後 70% エタノールに保存中のものによつた。

孵化仔魚 (全長 14.8 mm, Fig. 13 A) 孵化直後の仔魚 10 尾によると、全長 13.8~14.5 mm, 体長 12.1~13.2 mm, 卵黄囊を除いた体高 1.1~1.4 mm, 頭長 2.3~2.4 mm, 吻長 0.3~0.4 mm, 眼径 0.8~1.0 mm, 筋肉節数 57~61。これらの標本の生時における全長は 17.7~18.5 mm で、エタノール保存により 22~24% の収縮がみられた。

孵化仔魚の外観は、他のサケ科仔魚によく似て、大豆状の大きな卵黄囊をもつが、その後端は肛門下には達しない。体は細長くて少し側扁し、頭は小さい。眼は大きくて、虹彩は黒く、口裂も大きい。両顎には鋭い小歯がみられる。鱗は膜鱗状で、背鱗の原基は体の

ほぼ中央に位置する。垂直鱗にはいずれも鱗条原基を生ずるが、胸鱗はまだ膜質で円盤状。腹鱗は卵黄囊のつけ根後端に接する。頭頂と体側には、黒色素胞が分布する。卵黄囊の表面には多数の小油球が散在するが、大型の油球は生時にも全くみられなかつた。

仔魚 (全長 22.2 mm, Fig. 13 B) 孵化後 21 日目の仔魚 8 尾によれば、全長 20.8~23.5 mm, 体長 17.9~19.8 mm, 卵黄囊を除いた体高 2.1~2.4 mm, 頭長 3.7~4.8 mm, 吻長 0.6~0.8 mm, 上顎長 1.5~1.9 mm, 眼径 1.2~1.7 mm, 背鱗 12~14 軟条, 臀鱗 10~12 軟条。

卵黄はかなり吸収され、背鱗と臀鱗は膜鱗からほぼ分離し、鱗条も定数に達した。尾鱗後縁は叉入し始め対鱗には鱗条の原基が出現。体側の黒色素胞は孵化直後よりも濃密になり、頭頂、体の背面、尾鱗の基部および背鱗の前縁は黒い。パーマークはまだ体側に現われない。

稚魚 (全長 25.6 mm, Fig. 13 C) 孵化後 36 日目

Table 4. Stomach contents of the fry of gogi-char, *Salvelinus leucomaenis*. These in Shimane Prefecture. A figure indicates a number of individuals.

Specimen number	Total length in mm	1	2	3	4	5	6
		21.7	28.5	28.6	29.0	29.2	29.4
Ephemeroptera							
<i>Baëtis</i> sp. larva	カゲロウ属幼虫		1		3		
<i>Ecdyonurus tobiironis</i> "	クロタニガワカゲロウ属 "						2
<i>Ecdyonurus</i> sp. "	タニガワカゲロウ属 "						
<i>Epeorus uenoi</i> "	ウエノヒラタカゲロウ属 "						
<i>Epeorus</i> sp. "	ヒラタカゲロウ属 "						
<i>Ephemerella</i> sp. "	マダラカゲロウ属 "						
<i>Paraleptophlebia</i> sp. "	トビイロカゲロウ属 "	1	1			4	1
<i>Isonychia japonica</i> "	チラカゲロウ属 "						
<i>Ameletus costalis</i> "	マエグロヒメフタオカゲロウ属 "						
Unknown larva	不明		1				
Tricoptera							
<i>Uenoa tokunagai</i> larva	トビケラ幼虫						
<i>Polycentropus</i> sp. "	クワツトビケラ属 "				1		
<i>Mystrophora inops</i> "	イワトビケラ属 "						
Tricopteridae "	イノブスヤマトビケラ科 "				1		
Tricopteridae adult	トビケラ科成虫						
Plecoptera							
<i>Alloperla</i> sp. larva	カドワゲラ属幼虫		1				
Diptera							
Chironomidae larva	双スリカ科幼虫						
Chironomidae pupa	ユスリカ科成虫						
Chironomidae adult	ユスリカ科成虫					1	
Unknown adult	不明						
Others							
<i>Tubifex</i> sp.	ソイトミミズ		1				
Date		May 14 '71	May 19 '74	May 14 '71	"	"	"

の稚魚 10 尾によると、全長 24.1~27.4 mm、体長 19.9~22.7 mm、体高 2.9~3.5 mm、頭長 5.3~6.1 mm、吻長 0.6~0.9 mm、上顎長 2.1~2.6 mm、眼径 1.8~2.2 mm、尾柄高 1.2~1.4 mm、背鰭高 3.0~4.2 mm、臀鰭高 2.8~3.3 mm、背鰭 12~15 軟条、臀鰭 12~13 軟条、鰓皮条数左 8~10 右 8~10、鰓耙数 (1~3)+(2~7)=3~10。

卵黄はほとんど吸収され、体側にパーマークが現われ始める。吻は少しとがるが、上顎骨の末端はまだ眼の後縁下には達しない。背鰭と臀鰭はよく発達し、対鰭の鰭条も大体定数に達する。膜鰭は尾柄の背、腹中線上および肛門と腹鰭間に残存する。鰓皮条もほぼ出来たが、鰓弓は黒く、鰓耙もまだよく発達せず数が少ない。幽門垂は認められない。鰓は中空の突起をなしている。

稚魚 (全長 35.3 mm, Fig. 13 D) 三坂谷で 1974 年 5 月 18 日に採捕した稚魚 2 尾によると、全長 35.3~36.4 mm、体長 28.7~29.2 mm、体高 5.8~6.4

mm、頭長 8.5~8.9 mm、吻長 1.5~1.6 mm、上顎長 3.7~4.1 mm、眼後長 4.5~4.6 mm、眼径 2.4~2.8 mm、尾柄高 2.1~2.2 mm、背鰭高 4.9~5.1 mm、臀鰭高 4.5 mm、背鰭 14~16 軟条、臀鰭 13 軟条、鰓皮条数左 10~13 右 9~12、鰓耙数 3+(9~10)=12~13、幽門垂数 17~19。

体高はやや高くなり、体側のパーマークは鮮明になり、背部には暗色の斑点が生ずる。膜鰭はほとんど消失した。鰓耙と幽門垂の数はほぼ定数となるが、ともにまだ短い。

稚魚 (全長 45.6 mm, Fig. 13 E) 三坂谷で 1974 年 6 月 16 日に採捕した稚魚 2 尾によると、全長 45.6~48.4 mm、体長 37.5~39.8 mm、体高 6.5~8.4 mm、頭長 11.4~12.3 mm、吻長 1.9~2.0 mm、上顎長 4.9~5.8 mm、眼径 3.4~3.5 mm、尾柄高 2.6~3.4 mm、背鰭高 6.6~6.7 mm、臀鰭高 6.5~7.6 mm、背鰭 14~15 軟条、臀鰭 12~13 軟条、鰓皮条数左 12 右 10~11、鰓耙数 4+10=14、幽門垂数 19~23。

fry were captured in Tossage-dani of Haza River (Sufu River system)

7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
29.5	30.3	32.4	32.5	34.7	34.8	38.4	42.1	43.5	47.4	49.1	49.6	55.1	57.6	58.3	63.9
2		2	3	4	2	1	11			1		2	4		2
	1				2						4		1	4	10
	2								1						
1	6	6	1	1	1	4			3			2		1	
	1			1				7							
				2											
							1						2		
										2					
								1							1
															3
															1
													7		1
											1				
															10
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
						Jun.					Aug.				Aug.
						17					3				29
						'74					'71				'74

体形はほぼ整い、背部の暗色斑点は次第に不規則な形になり、数も増加する。吻端は下顎先端より僅かに前方に出て、上顎骨の末端は眼の後縁下に達する。体の全面に鱗を生じ、側線も白い点列をなして明瞭になる。

このような仔・稚魚の形態は、佐藤(1963)によるゴギの記述とよく一致するが、孵化直後の生きた仔魚の全長は、佐藤(1963)の19~20 mmより少し小さかった。また、木村(1976a)、前川(1977)によるミヤベイワナ *S. miyabei* Oshima や Blackett(1968)による降海性オシロコマに比べて、ゴギのパーマーク出現期は遅いが、木村(1974)によるアママスとは一致する。

そして、ゴギとヤマメが共にすむ河川では、両者の稚魚が獲れることがある。これらは互によく似るが、イワナ属の稚魚では口蓋骨と鋤骨の隆起部の配列は逆U字型で、小字型を呈するサケ属とは明確に区別される(木村, 1974)。

稚魚の習性

河川におけるゴギ稚魚の浮上期と習性を明らかにするため、高津川水系の紙祖川と三坂谷、周布川水系波佐川の支流トツサゲ谷(Fig. 2C)で、1974年の春から夏にかけて調査を行った。次にその結果を述べる。

ゴギの仔魚は、他のサケ科と同じく、卵黄吸収を終えるまで、産卵床の砂利の中に潜む。紙祖川で4月20日に全長26.2 mmの稚魚1尾を、翌21日にはトツサゲ谷で全長21.7~22.6 mmのもの3尾をタモ網ですくった。トツサゲ谷の稚魚のうち2尾はまだ腹部に卵黄嚢を僅かに残していたことや体の大きさから、これらは産卵床から脱出浮上したばかりと思われた。そして、5月には少し成長した稚魚がみられたので、この付近のゴギ稚魚の浮上期は4月中、下旬以降と考えられた。

ゴギは浮上後50 mm位までは、水が停滞する岸近くや水溜りに沈む枯枝、礫や転石などの下に潜むことが多い。普通は群を作らないが、増水時には暗いものかげに多数群れることがある。稚魚は全長50 mm以上になると、少し深く流れのある所の底層を泳ぎ、80 mm以上の未成魚は成魚とほぼ同じ生息域を占めている。

次に波佐川のトツサゲ谷の稚魚22尾(全長21.7~63.9 mm)の胃内容物を調べて、その結果をTable 4に示した。これによれば、カゲロウ目の幼虫と蛹の個体数が全体の83%を占め、気生性の落下昆虫はほとんど食われていない。そして、カゲロウ目でもタニガワカゲロウ属 *Ecdyonurus* の2種、トビイロカゲロウ

属 *Paraleptophlebia* の1種、コカゲロウ属 *Baëtis* の1種などのように、比較的移動力の弱いものが多く食われている。また、三坂谷のゴギの稚魚19尾(全長26.2~50.0 mm)の胃内容物も、トツサゲ谷の場合と同じく、カゲロウ目の幼虫が全個体数の80%以上で、その属や種類もほぼ同じであつた。なお、河端(1976)によれば、1963年5月に波佐川で採集したゴギの成魚44尾は水生昆虫の幼虫約40%、気生昆虫約60%を食べており、今回の稚魚よりも気生昆虫を多く摂餌していた。

紙祖川と三坂谷における筆者の採集記録によると、4月下旬に全長26.2 mm、5月に30.5~39.6 mm、6月に39.1~50.0 mmの稚魚が、また8月末には80.5~93.7 mmの標本が採集されている。この成長傾向からみると、筆者が11月初めに三坂谷で釣った全長110 mm前後のゴギは(Fig. 4)、前年の秋に産み出されたものと思われる。

この研究を指導され、原稿を校閲して頂いた九州大学農学部塚原博教授、稚魚の胃内容物の同定をお願いした淡水生物研究所の森下郁子専務理事、文献の入手について便宜を図られた広島大学教育学部水岡繁登博士と水産大学校の多部田修博士に心から感謝する。また、現地調査にあたりお世話になつた高津川漁業協同組合の吉田春美組合長と堀田美友理事、匹見町笹山在住の大谷博氏および金城町若生在住の河野政一氏に深く感謝する。

文 献

- Blackett, R. F. 1968 Spawning behavior, fecundity and early life history of anadromous Dolly Varden in southern Alaska. *Alaska Dep. Fish and Game, Res. Rep.*, (6): 1-85
- Breder, C. M. Jr. and D. E. Rosen 1966 *Modes of reproduction in fishes*. Amer. Mus. Nat. Hist., New York
- Fabricius, E. 1953 Aquarium observations on the spawning behaviour of the char, *Salmo alpinus*. *Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm*, (34): 14-48
- Fabricius, E. and K. -J. Gustafson 1954 Further aquarium observations on the spawning behaviour of the char, *Salmo alpinus*. *Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm*, (35): 58-104
- Fabricius, E. and K. -J. Gustafson 1955 Observations on the spawning behaviour of the grayling, *Thymallus thymallus* (L.). *Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm*, (36): 75-103

- Greeley, J. H. 1932 The spawning habits of brook, brown and rainbow trout, and the problem of egg predators. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, (62): 239-248
- 今西錦司 1967 イワナ属——その日本における分布——. 森下・吉良編: 自然生態学的研究 (今西錦司博士還暦記念論文集). 中央公論社, 東京, 3-46 頁
- 稲村彰郎・中村守純 1962 日本産イワナ属魚類の分布と変異. 資源研彙報, (58・59): 65-78
- Jones, J. W. 1959 *The salmon. A New Naturalist Spec. Vol.*, Collins, London
- Jones, J. W. and J. N. Ball 1954 The spawning behavior of brown trout and salmon. *Brit. J. Anim. Behav.*, 2(3): 103-114
- Jordan, D. S. and E. A. McGregor 1925 Record of fishes obtained by David Starr Jordan in Japan, 1922. *Mem. Carnegie Mus.*, 10(2): 93-346
- 片山正夫・藤岡 豊 1966 山口県におけるサケ科魚類とその分布について. 山口大教育研究論叢, 15(2): 65-76
- 片山正夫・藤岡 豊 1971 山口県の淡水魚類. 山口大教育研究論叢, 21(2): 73-97
- 河端政一 1976 食性からみたヤマメとゴキの相互関係. 加藤ら編: 山岳 森林生態学 (今西錦司博士古稀記念論文集) 中央公論社, 東京, 417-432 頁
- 木村清朗 1972 ヤマメの産卵習性について. 魚類学雑誌, 19(2): 111-119
- 木村清朗 1974 アメマス *Salvelinus leucomaenis* のものと思われる卵, 仔・稚魚について. 魚類学雑誌, 21(2): 85-91
- 木村清朗 1976 a ミヤベイワナとその仔・稚魚. 九大農学芸誌, 30(4): 191-197
- 木村清朗 1976 b 九州のヤマメ——主にその産卵習性について——. 西日本新聞社編: 九州・沖縄の生きものたち 第二集. 西日本新聞社, 福岡, 36-63 頁
- 桑原良敏 1960 備北の岩魚. 比婆科学, 8(2): 1-4
- 前川光司 1977 然別湖産イワナの変異性に関する研究 I. 発育と稚魚期の生活史. 日生会誌, 27(2): 91-102
- 宮地伝三郎・川那部浩哉・水野信彦 1976 原色日本淡水魚類図鑑. 保育社, 大阪
- 中村守純 1963 原色淡水魚類検索図鑑. 北隆館, 東京
- Needham, P. R. 1961 Observations on the natural spawning of eastern brook trout. *Calif. Fish and Game*, 47(1): 27-40
- Needham, P. R. and T. M. Vaughan 1952 Spawning of the Dolly Varden, *Salvelinus malma*, in Twin Creek, Idaho. *Copeia*, 1952(3): 197-199
- 佐藤月二 1963 ゴキ (中国地方のイワナ). 広島県教育委員会編: 広島県文化財調査報告 第3集 (天然記念物編), 広島県教育委員会, 広島, 3-30 頁
- 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. 淡水区水研資料, (14): 1-7
- Smith, O. R. 1941 The spawning habits of cutthroat and eastern brook trout. *J. Wildl. Manag.*, 5(4): 461-471
- 吉安克彦 1969 日本在来イワナ属と関連魚類 釣の友, (221): 74-84
- Yoshiyasu, K. and Y. Humoto 1972 Starch-gel electrophoresis of freshwater salmonid fishes in southwest Japan — I. Genus *Salvelinus* (char). *Bull. J. Soc. Sci. Fish.*, 38(7): 779-788

Summary

So-called 'gogi' (Fig. 1), *Salvelinus leucomaenis* (Pallas), is a non-migratory char attaining a length of 30 cm or less and occurs in the most upper reaches in the rivers in San-in and Sanyo districts of western Honshu. Because gogi-char has many pale spots on the head unlike other members of this genus and has slightly fewer gill rakers, this fish was described at first under the name of *S. imbricus* by Jordan and McGregor (1925). The present author, however, is considering it as one of the local races of *S. leucomaenis*, for the differences of meristic counts between gogi-char and *S. leucomaenis* from other districts are not so conspicuous (Table 2).

Field observations on the spawning behavior and early life history of this char were made in Misaka-dani of Takatsu River system and Haza River of Sufu River system (Fig. 2A, B, C) both in Shimane Prefecture, mainly in 1962, 1971 and 1974.

Spawning season of gogi-char extends from late October to middle November,

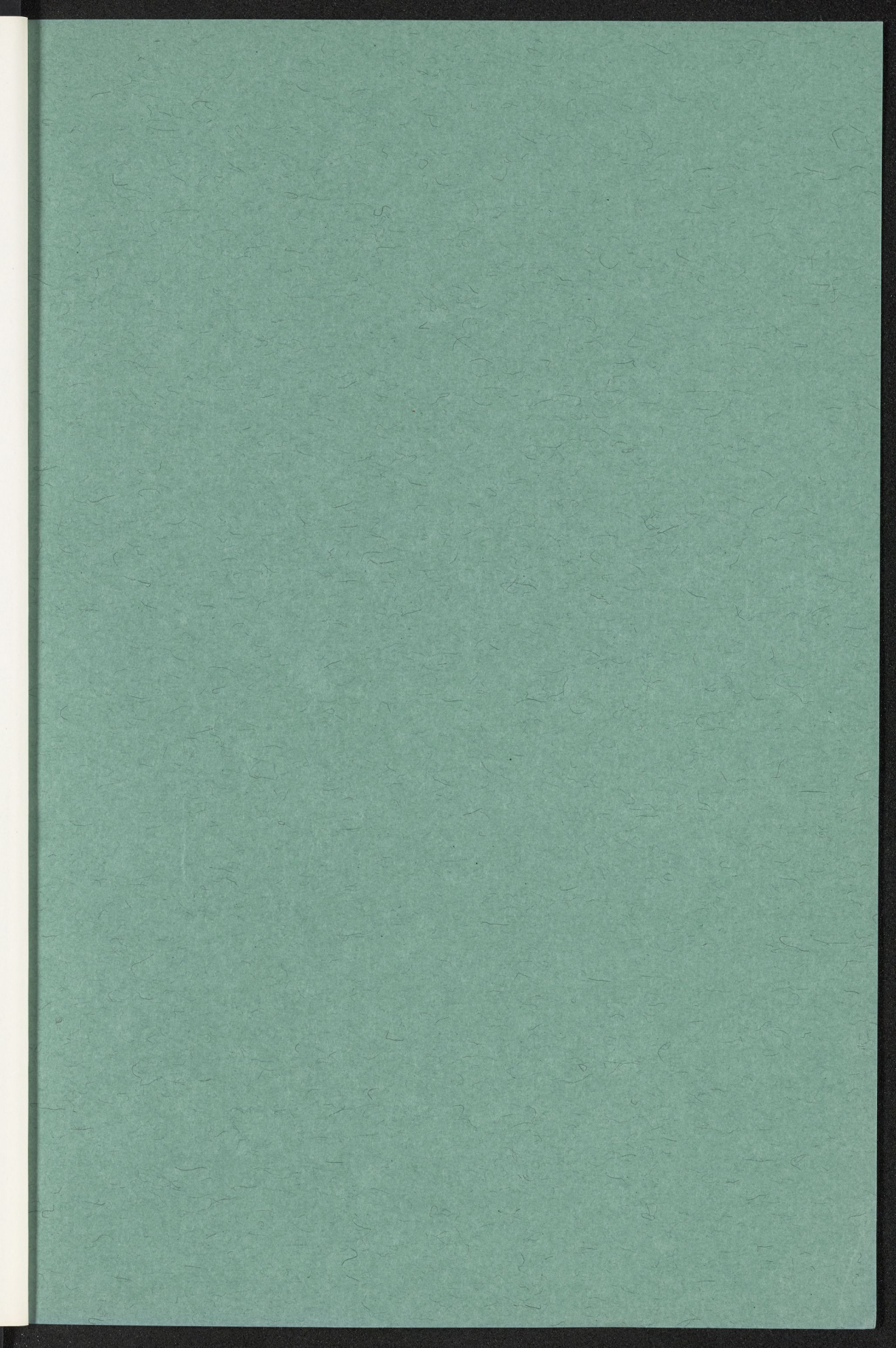
when the water temperature goes down to $11\sim 8^{\circ}\text{C}$. The spawning acts by a single female and several males are usually seen in the pool-side (Fig. 5 A, B, C), where the current is very slow or slight counter flow is noticed. In the male group, the hierarchy is recognized according to their body sizes and the largest one succeeds in mating with the female. This male usually darts and drives subordinate males away if they attempt to approach his partner, however, in early period of prespawning he is occasionally turned out from the spawning redd by counterattacks of a smaller male (Fig. 8 B). The female defends her spawning site from other females and digs the bottom. As the female repeats digging action (Fig. 9 A) at the same point at an interval of 1 to 3 minutes, a saucer-shaped depression is gradually formed, in which she takes a feeling or crouch posture (Fig. 10 A, B) after each digging action. These postures cause courtship by attended males (Fig. 10 C, D), especially by the largest one. The prespawning acts by a pair used to continue for half a day or more.

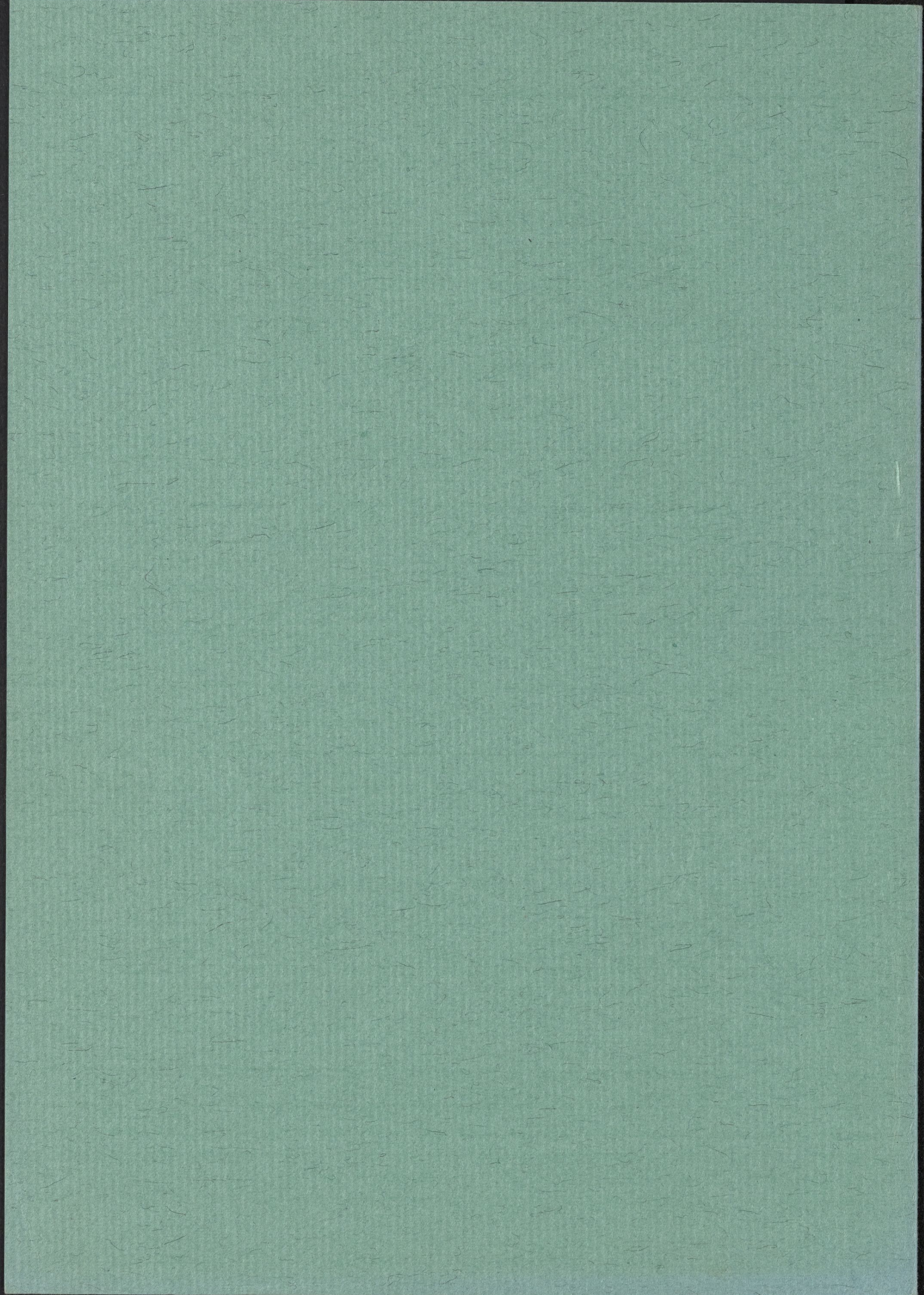
The oviposition (Fig. 11 A, B, C) occurs in the center of finished depression and 20 to 100 eggs are shed into the crevices of gravel in it (Fig. 12 A, Table 3). Immediately after this, the mated male attacks his partner suddenly (Fig. 11 D). The female not only remains on her redd withstanding his attacks, but she makes violent counterattacks against him (Fig. 11 E). Thus, a series of fierce fight follows about 15 minutes. Soon after, the female starts undulating by swinging her body laterally (Fig. 12 B, C). After a quarter hour of this undulating, the males leave the redd and the female begins to dig the bottom at an area of about 20 cm upstream the eggs. The eggs in the depression are thus filled up gradually with the fine sand and gravel which are stirred up with postspawning digging actions of the female. Such postspawning acts generally continue for 2 to 5 hours. But sometimes, in several hours after the first oviposition the males appear again near the female who is making another depression slightly upstream site from the previous one and they repeat the same acts as they did in the first prespawning period. The next oviposition is usually seen in 20 to 30 hours after the first. Two or 3 days are necessary for 2 times of oviposition.

The eyed eggs of gogi-char were obtained on December 15, 1962 from a spawning redd in Inkyo-no-tani, a tributary of Haza River (Fig. 2 C). These eggs were measured 5.1 to 5.4 mm in diameter and began to hatch on December 19. The newly hatched alevins (Fig. 13 A) preserving in 70% ethanol were 13.8 to 14.5 mm in total length. About 20 days after hatching the alevins reached as long as 20.8 to 23.5 mm. Two-thirds of yolk substance were consumed, but parr marks were not visible as yet (Fig. 13 B). It took 36 days for the present alevins to absorb the yolk sac completely in the water temperature of 16.5 to 12.5°C . The fry just after consumed their yolk were measured 24.1 to 27.4 mm and parr marks appeared in this stage (Fig. 13 C). In the rivers, the fry start emergence from the gravel of spawning redd after middle or late in April.

The fry after emergence (Fig. 13 D, E) are usually captured under the stones, pebbles and sunken withered branches in the shallow stream side where the current is very slow. As the fry grow, they gradually move into deeper waters.

The stomach contents of 22 fry from Tossage-dani of Haza River (Fig. 2 C) ranging 21.7 to 63.9 mm were examined. They ate the larvae and a few of pupa of aquatic insects, especially of ephemeroptera (Table 4).





Studies on the Biology in the Early Stages of Two Types of Chars in Hokkaido

By

Kenkichi ISHIGAKI*

北海道に産する二型のイワナ属魚類の稚魚期の
生活史に関する研究

石城謙吉*

Abstract

Comparative investigations on the growth and feeding habits of two types of chars in Hokkaido, "amemasu" (white spotted type) and "oshorokoma" (red spotted type), were carried out in the Ichan'ni River, eastern Hokkaido, in which both types co-exist.

The postembryonic developments of the two types of chars resemble in various points each other, but the emergence of the fry of the red spotted type from the redds, which are in the uppermost reaches of the river, occurred later than that of the white spotted type, which emerged from the redds in the middle to upper reaches. The fry of the former species are usually smaller than the latter throughout the first year.

The developmental process of the fry of the two types of chars were divided into six phases by the appearance and disappearance of several morphological characters. Some differences in morphological characters were observed between the two types and these differences of characters were noticeable at the beginning of these phases.

Although the habitats and foods of the fry of the two types of chars were widely overlapped, the morphological and ecological differences observed in this investigation suggested that they belong to two distinct species. Further investigations, especially on the reproductive isolation between them in the river where they co-exist, are considered necessary for complete clarification of their systematic relation.

Key words: Char, White spotted type, Red spotted type, Morphology,
Ecology.

Introduction

It has been known that two different types of chars, "oshorokoma" and "amemasu", occur in Hokkaido. They are rather easily distinguished from each other by the colour and size of the spots irregularly distributed on their body sides, i. e., the former

Received February 28, 1987.

*College Experiment Forests, Hokkaido University

北海道大学演習林

has smaller red and white spots, while the latter has larger, only white spots. The exact classification of them, however, has been disputed among ichthyologists because they resemble each other in morphology except the differences of colour and size of the spots. For example, TANAKA (1937) asserted that they should be included in a single species, *Salvelinus malma* (WALBUAM), while OSHIMA (1938a-d, 1961) and AOYAGI (1957) regarded them as distinct species, *S. malma* (oshorokoma) and *S. leucomaenis* PALLAS (amemasu), ISHIDA (1942a-b), on the other hand, described them as two subspecies, *S. malma malma* and *S. m. leucomaenis*. These authors based their conclusions on morphological points of view, and not on ecological aspects.

The author has studied the taxonomical and ecological relationships between these two types of chars in Hokkaido. According to the results of his investigation, these two types are distributed in different areas in Hokkaido, geographic ranges showing a wide overlap. Oshorokoma (red spotted type) is restricted to the mountain rivers in the central to northern part of Hokkaido except in some small areas in Oshima Peninsula, while amemasu (white spotted type) occurs in the mountain rivers in central to southwestern Hokkaido, and, in northeastern Hokkaido, they live in lowland rivers.

In the Konsen Moorland, located in northeastern Hokkaido, the white spotted type is a common resident in the southern rivers, which run through open fields or swamps, but the red spotted type has not been found in these rivers. On the contrary, the mountain streams in the northern areas of the same district abound with the red spotted type, and no white spotted type has been observed. As far as the author knows, both types coexist in only two rivers in this district, the Ichan'ni and Shibetsu rivers, which run through the intermediate area between the above-mentioned northern and southern areas. And in these cases, the two types are characterized by clear differences in the colour and size of their spots and no neutral individuals have been observed. *

The present paper deals with the results of comparative observations of the early stages of development of these two types in the Ichan'ni River, one of the rivers in which both types coexist, as a first work to clarify the taxonomical and ecological relationships between them.

Topography of the Ichan'ni River

The Ichan'ni River (Fig. 1) is a small, shallow stream of about 8 km long. It rises from a small bog, situated 40 m above sea level, in Nemuroshibetsu Town, and flows west into the Sea of Okhotsk. It has four tributaries, one of which is the Mimi River, as shown in Fig. 1. The greater portion of the drainage area of the Ichan'ni River is covered with deciduous broad leaved trees, and the remaining smaller portion is a grassland, the sewage pollution of the river being completely negligible. east

In the three tributary rivers and in the upper and middle reaches of the main river, there are stretches of riffles which alternate with pools. The substrate of the riffles is composed of coarse sand, coarse gravel and stones of various sizes, while that of the pools is composed of sand and pebbles. In the upper reaches, the stream sometimes flows near the small bogs, where their bottoms become muddy. The lower reaches of the main river are deeper and the current speed is not as great as that in the upper or middle reaches, the

riffles appearing only rarely and their beds consisting mostly of sand.

The banks of both the main and tributary rivers are covered with grass and there are no beaches. The sole submerginal plant species occurring abundantly in this river is *Ranunculus aquatilis* which grows in the riffles of the upper and middle reaches of this river, possibly making the composition of their bed stable.

The reaches sampled are the main river and the Mimi River, one of the tributaries. Each river was divided into several sections (Fig. 1), of which the average width, depth, current speed, water temperature and pH value are shown in Table 1.

Materials and Methods

The main observations in the field and the samplings were made during the period from 1964 to 1965, once every month from April of

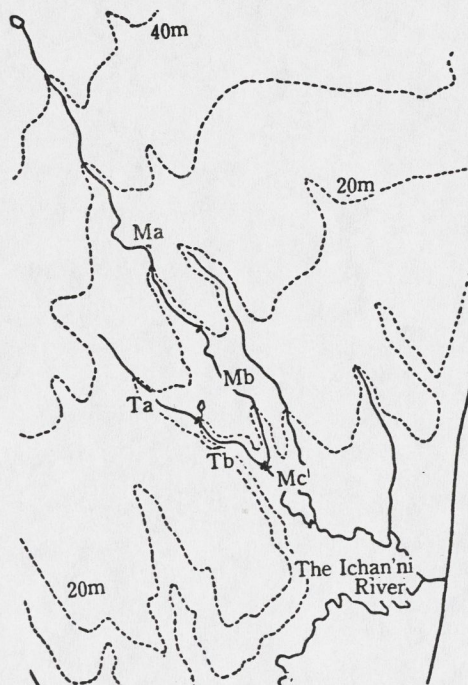


Fig. 1. The course of the Ichan'ni River.

Table 1. Environmental data at five sections of Ichan'ni River and its tributary (Mimi River)

Rivers	Ichan'ni River (main stream)			The Mimi River (tributary)	
	Ma	Mb	Mc	Ta	Tb
Sections					
pH	7.2	7.0-7.2	6.7-7.3	6.8-7.0	7.0
Current speed in riffles (m/sec)	0.40-0.50	0.40-0.53	0.62-0.86	0.28-0.40	0.38-0.53
Width (m)	2.50	3.00	5.00	1.50	2.50
Depth (m) in riffles	0.20	0.30	0.20	0.05	0.15
Depth (m) in pools	0.40	0.50	0.70	0.30	0.50
Water temperature (°C)					
January	4.0	4.0	3.5	5.0	4.0
February	4.0	3.5	3.5	4.5	4.0
March	—	3.5	3.5	4.5	4.5
April	—	8.0	7.5	6.5	7.5
May	9.0	10.5	8.5	—	8.5
June	8.0	8.5	8.5	7.5	8.0
July	—	10.0	12.0	8.5	8.5
August	11.5	12.5	13.0	10.0	11.0
September	10.0	11.0	10.0	10.0	11.0
October	9.0	9.0	7.0	9.0	9.0
November	6.5	5.5	5.0	7.0	7.0
December	5.0	4.0	3.5	5.0	4.5

1964 to April of 1965, and every second month from June to December of 1965. Some supplemental surveys were continued until 1979.

Polarizing glasses or water glasses were used for the observation of the behaviour of the fry under water. The fry were caught by a hand net and classified into two types. Although the red as well as white spots characterizing them were completely absent at the early stages of development, the fry were distinguished by the shapes of their parr marks; the fry of the white spotted type has uniformly elliptic parr marks arranged regularly along the lateral lines, while those of the red spotted type are varied in shape and size, and arranged irregularly on the body sides (Fig. 2). The sample fry were preserved immediately after capture in 10% formaline. The preserved specimens were weighed with balance sensitive to 0.1 g and their fork length, head length, body depth and body width were measured with an accuracy of 1 mm.

The stomach contents of the fry were examined under a binocular microscope to identify, as far as possible, the species of the organisms ingested. Analysis of the results was made according to the usual number method and the point method modified by HYNES (1950).

After August, the ranges of fork length of fry and yearlings began to overlap, but fishes were easily classifiable into fry and yearling by observing the circuli of their scales.

The Fauna of the Ichan'ni River

The benthos fauna of the middle and upper reaches of the Ichan'ni River consisted mostly of ephemeropteran nymphs, tricopteran and dipteran larvae, and *Anisogammarus* sp.. Plecopteran nymphs were not so abundantly found as were the above.

The ephemeropteran nymphs included those of *Epeorus latifolium*, *E. napaesus*, *E. cinygma*, *Baetis thermicus*, *Ameletus montanus*, *Paraleptophlebia* sp. PA, *Ephemerella trispina*, *E. yoshinoensis*, *E. sp. EC*, and *E. sp. nF*. Among these, *Baetis thermicus*, *Epeorus latifolium* and *Ephemerella yoshinoensis* were prevalent. The nymphs of *Epeorus cinygma* appeared in large numbers only in August and those of *Paraleptophlebia* only in June.

Tricopteran larvae included *Rhyacophila brevicephala*, *R. stricurata*, *Stenopsyche griseipennis*, *Goera* sp. and *Antocha* sp.. The chironomid larvae were very abundant all through the year in this river, but *Simurium* larvae were numerous only in June and August.

Antocha larvae were common to most parts of the Ichan'ni River all the year round.

In addition to these benthos animals, considerable numbers of terrestrial and aerial organisms must have fallen into the water in the summer time, as they were invariably recovered from the stomach contents of the salmonid fishes in this season. The organisms

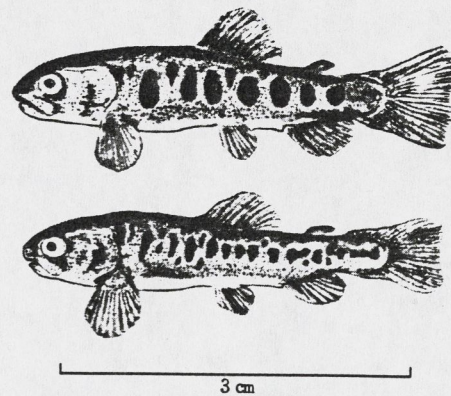


Fig. 2. The char fry of the two types: white spotted type (above) and red spotted type (below).

consisted of adult aquatic insects, terrestrial coleopterans, ants, lumbricid earthworms, spiders, etc.

Besides the chars, 12 species of fishes were collected or observed in this river; their distribution is shown in Fig. 3.

Among these species, the land-locked salmonids, red spotted and white spotted types of chars, and *Oncorhynchus masou* were dominant in most parts of the Ichan'ni River. The northern eightspined stickleback, *Pungitius tymensis*, was also numerous in the middle and upper reaches of the river, especially in the reaches near the bogs. The chinese eightspined stickleback, *P. sinensis*, and the threespined stickleback, *Gasterosteus aculeatus*, were also found but in a very limited area near the estuary.

Every year from May to late June, large numbers of the Japanese brook lamprey, *Entosphenus reissneri*, were observed spawning in the middle reaches of the river, but after spawning they all disappeared. The cloudy-spot loach, *Barbatula toni*, the northern sculpin, *Cottus pollux*, and the floating goby, *Chaenogobius urotaenia*, were also found, but rarely.

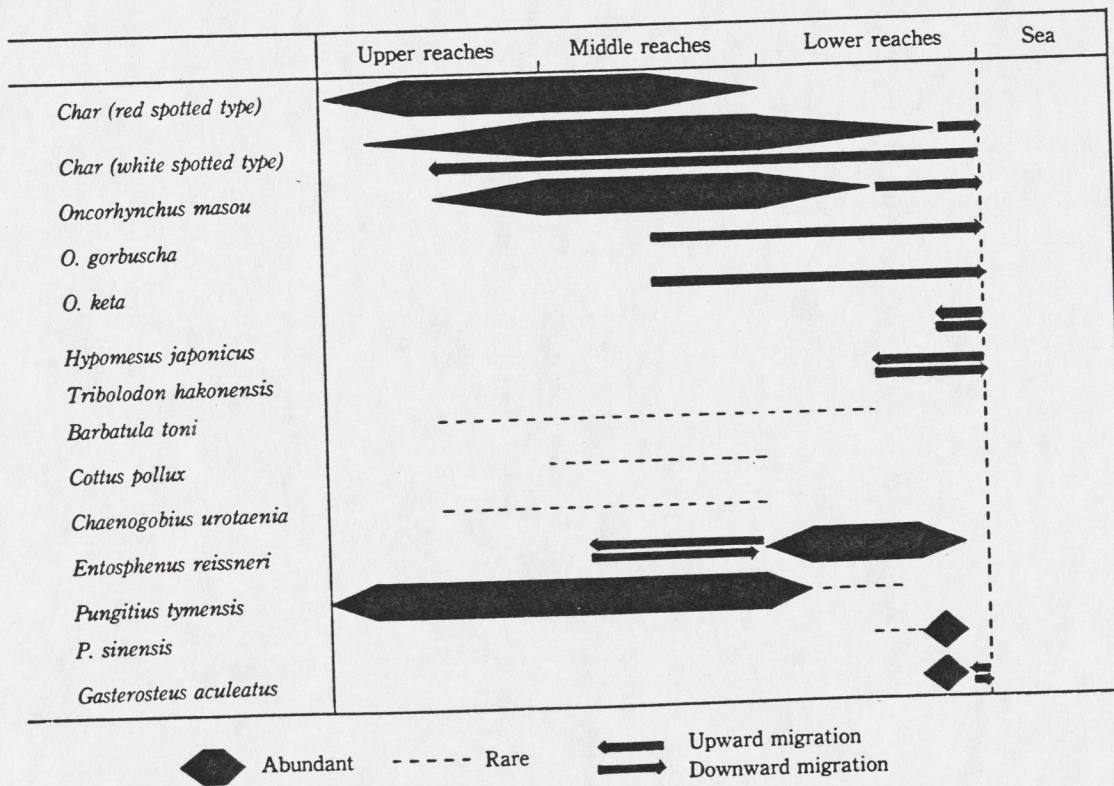


Fig. 3. Distribution of fishes in the Ichan'ni River.

1. Growth a

Growth o
 of sample fish
 December 196

Postembr
 form (v. i.), t
 gill rakers, py

a) Growth
 The mont

of chars are g

The alevi
 middle to up
 their fork len
 from the midd
 the fry proced
 from May to

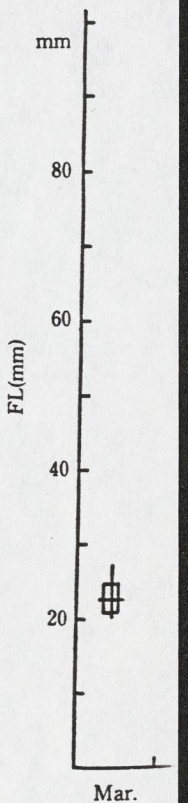


Fig. 4. Fork length

Results of Observations

1. Growth and Postembryonic Development

Growth of the fry under field conditions was estimated by measuring the fork lengths of sample fish caught monthly in the Ichan'ni River during the period from April 1964 to December 1965.

Postembryonic development was observed by examining the changes in their body form (v. i.), the reductions of their yolk sack and fin hold, and the development of their gill rakers, pyloric caeca, scales, fins, parr marks and spots.

a) Growth in fork length

The monthly mean fork length and its standard deviation in the fry of the two types of chars are given in Fig. 4.

The alevins of the white spotted type hatched in the redds which are found in the middle to upper reaches of the Ichan'ni River, one after another during January, when their fork length was about 17 mm. They appeared to leave the redds at various times from the middle of February to early March. Under these circumstances, the growth of the fry proceeded gradually during March and April, and accelerated during the period from May to August, and slowed down abruptly thereafter.

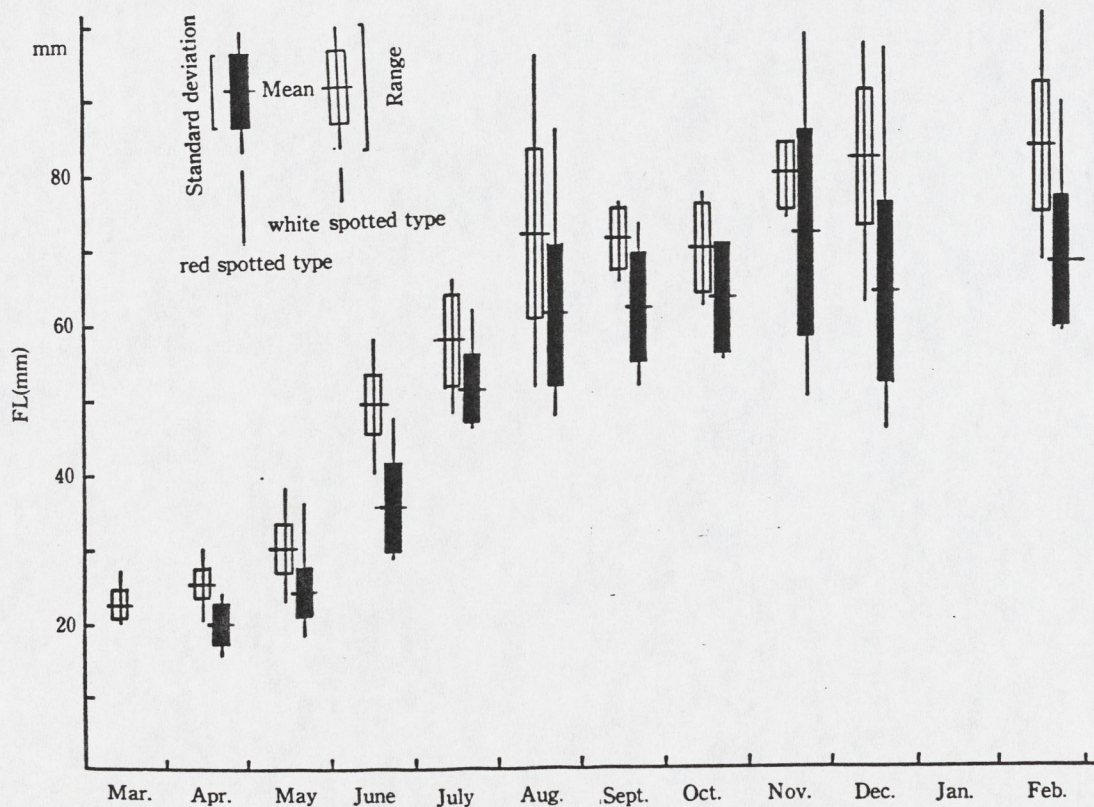


Fig. 4. Fork length (FL) of fry of the two types of chars captured monthly in the Ichan'ni River.

The alevins of the red spotted type of char, on the other hand, hatched in February or March, probably leaving their redds, which are restricted to the small area of the uppermost reaches, in late March or early April. At the time of hatching, they were smaller than those of the white spotted type, being about 14 mm in their fork length. The growth of the fry proceeded rather slowly before May but it accelerated during the period from June to August. As a result, the fry of the red spotted type were always smaller in their mean fork length than those of the white spotted type.

b) *Change in body form*

This change was observed by examining three kinds of ratios between two of the four measurements, i.e., fork length (FL), head length (HL), body depth (BD) and the body width (BW).

The relation between the FL/BD ratio and the actual FL in the fry of the two types is shown in Fig. 5. At the earliest stage of growth, the fry of the white spotted type showed a high FL/BD ratio but it decreased very rapidly while their FL was under 45 mm, after which it hardly decreased. On the other hand, the same of the red spotted type decreased while their FL is under 40 mm, after which it remained almost unchanged. During the time when their FL was over 40 mm, it remained slightly larger than that of the white spotted type.

The relation between the BW/BD ratio and the FL in the fry of the two types is shown in Fig. 6. The BW/BD ratio of the white spotted type appeared to be more or less smaller

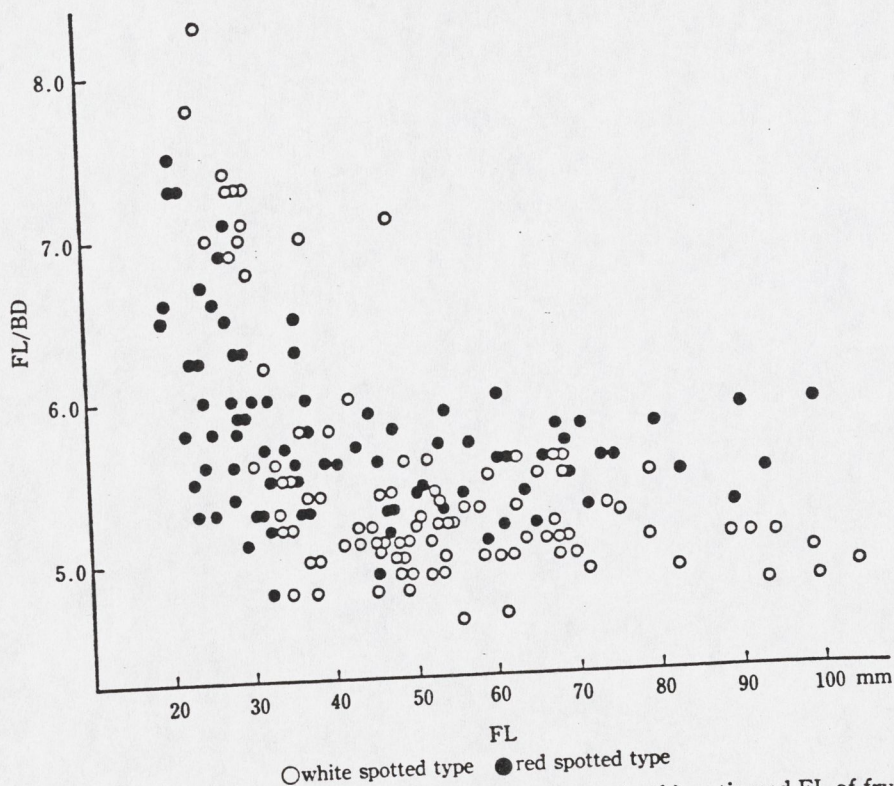


Fig. 5. Relations between FL(fork length)/BD (body depth) ratio and FL of fry of the two types of chars.

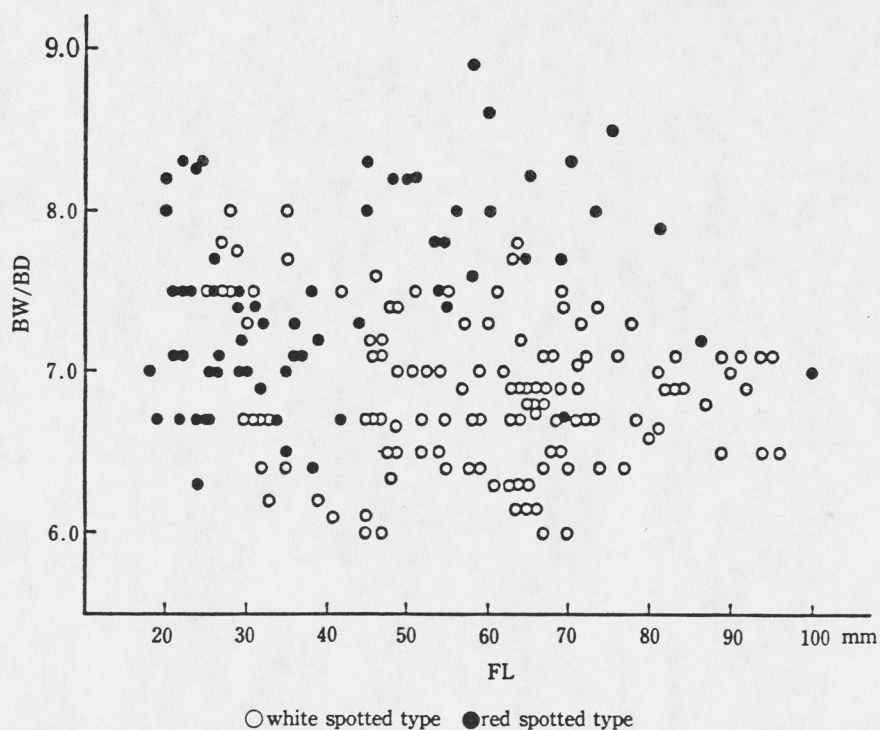


Fig. 6. Relations between BW(body width)/BD ratio and FL of fry of two types of charrs.

than that of the red spotted type, especially when their fork lengths were over 45 mm.

The relation between the FL/HL ratio and the actual FL in the fry of the two types is shown in Fig. 7. At the earliest stage, while FL was less than 35 mm, growth of HL surpassed that of FL in the white spotted type and their FL/HL ratio decreased very rapidly. On the other hand, the FL/HL ratio of the red spotted type decreased while their FL was less than 25 mm. After which, however, the FL/HL ratio of both types increased slightly.

c) *Gill rakers and pyloric caeca*

At the time of hatching each alevin of the two types has no gill rakers on his gill arches. The first gill raker formed on the lower part of the gill arch in the time just after his emergence from the redd and then increased in number and spread on the upper part of gill arch with the growth of the body. The relations between the numbers of gill rakers and FL of the two types are shown in Fig. 8. The number of gill rakers increases rapidly when the FL is under 80 mm in white spotted type and 50 mm in the red spotted type, and it remains unchanged thereafter and the mean value of the red spotted type (20.2) is slightly larger than that of the white spotted type (19.2), and this difference is significant (t-test, $P < 0.05$).

Fig. 9 shows the relations between the numbers of pyloric caeca and the FL of the two types. Pyloric caeca of both types also formed after emergence from the redd and increased in number with the growth of the body, but reached the bounds earlier than those of the gill rakers. There is no significant difference between the numbers of pyloric caeca

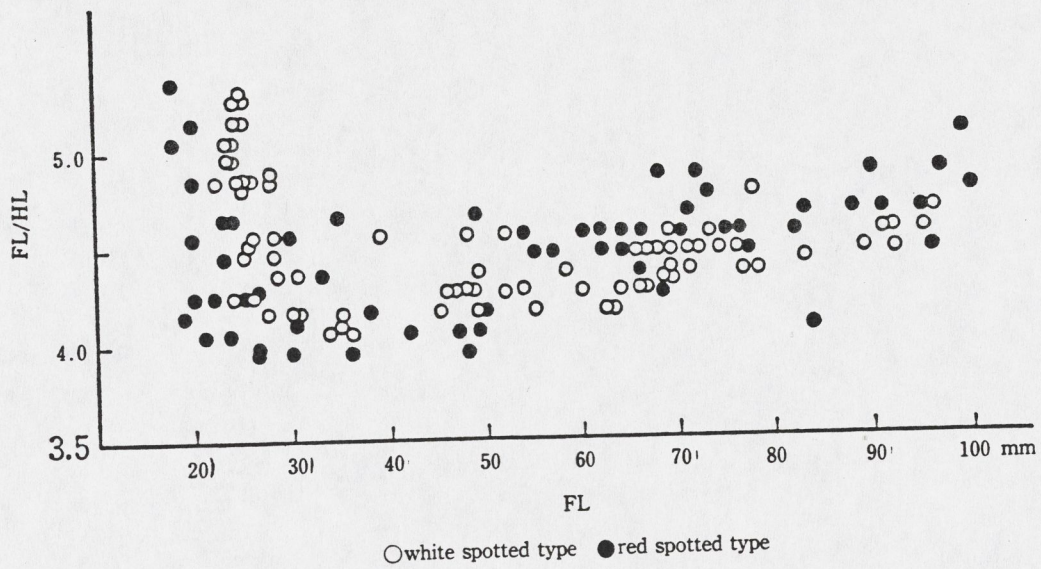


Fig. 7. Relations between FL/HL(head length) ratio and FL of fry of two types of chars.

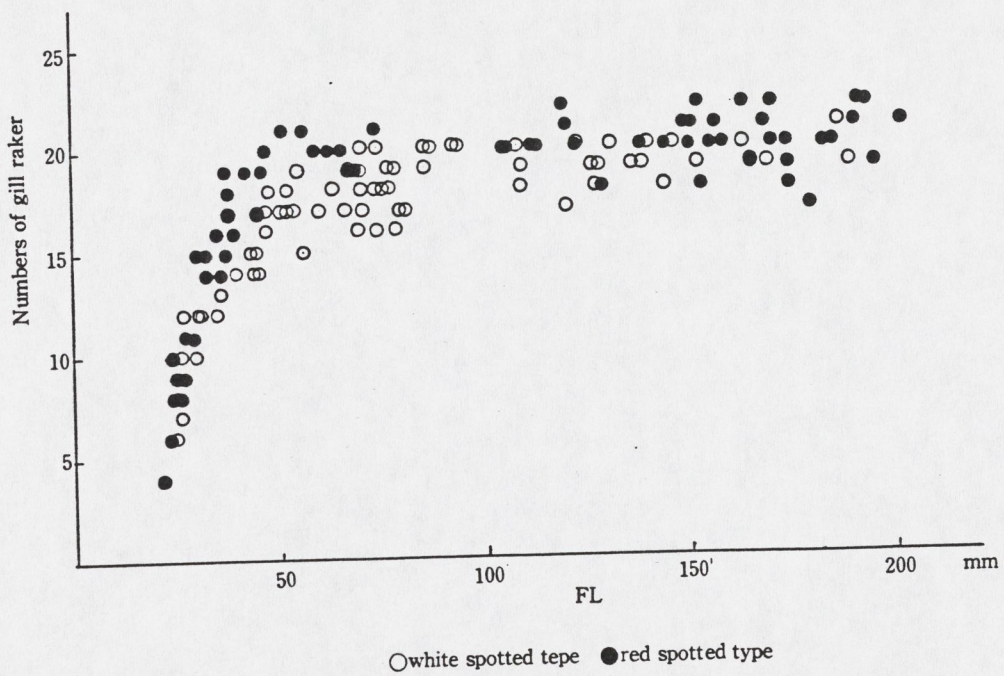


Fig. 8. Relations between the numbers of gill raker and FL of fry of two types of chars.

of the two types.

d) *Scales and fins*

At the time of hatching each alevin of the white spotted type or of the red spotted type had a heavy yolk sack but no scales. Their fins were not yet formed and only their rudiments were observed in the fin hold. The content of the yolk sack appeared to be

com
type
ni R
the
post
whit
June

and
scal
from
scal
cov
in 19
with
appr
the
the
well
e)

es o
well
spot

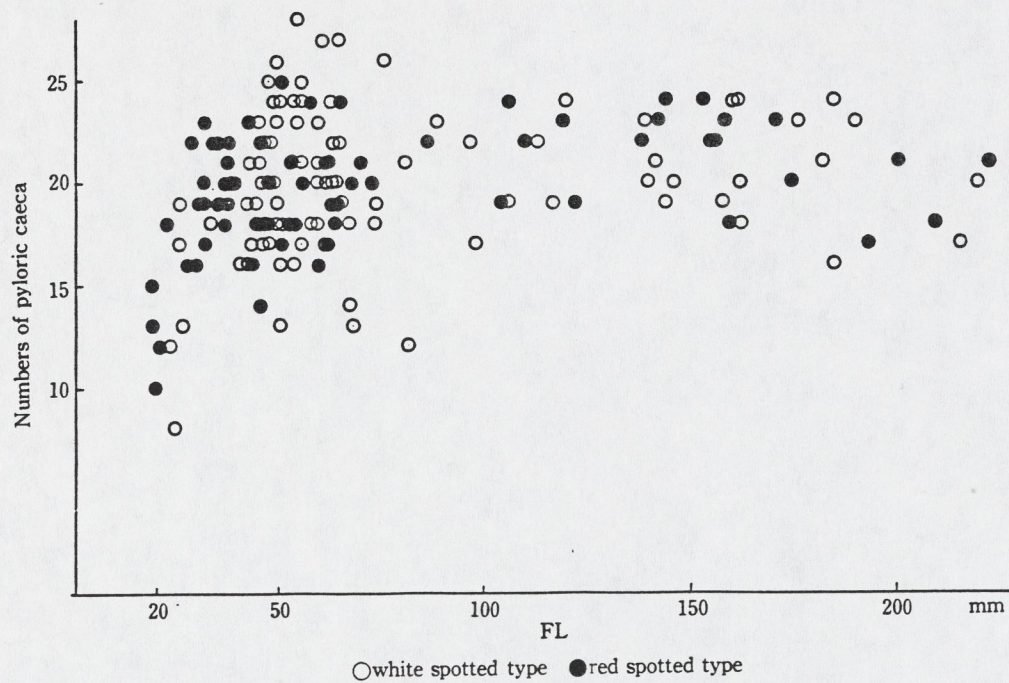


Fig. 9. Relations between the numbers of pyloric caeca and FL of fry of two types of charrs.

completely absorbed in about 60 days after hatching and the larvae of the white spotted type were found early March and those of the red spotted type in early April in the Ichan'ni River. By this time, their fins were clearly formed, each has a definite number of rays, the fin hold having disappeared, except between the caudal and the adipose fins. The posterior edge of the caudal fin was round at first, but it became truncated by April (in the white spotted type) or in May (in the red spotted type), and little by little emarginated in June, after which it was observed in both types.

The development of the scales began first along the lateral lines of the caudal peduncle and spread gradually toward the head. In May of 1964, none of the fry of each type had scales, whereas in June of the same year, 67% of fry of the white spotted type (with FL from 45 to 58 mm) and 34% of the red spotted type (with FL from 30 to 48 mm) had scales at least on their peduncles. In August all the sample fry of the two types had scales covering their body sides. The monthly mean of circuli of the scales in both types of fry in 1964 and its standard deviation are given in Fig. 10. The number of circuli increased with the growth of the body before October, but this increase slowed down thereafter. No appreciable increase in the number of circuli was observed from December to February but the first winter band was supposed to have been formed during this period. The scales of the white spotted type were apparently larger than those of the red spotted type in size as well as in the number of circuli.

e) *Parr marks and spots*

The alevins of each type at the time of their hatching possessed numerous melanophores on the surface of their body. By the time their yolk sack was completely absorbed, the well-known oval parr marks had appeared on their body sides. The parr marks of the red spotted type were varied in size and scattered more or less irregularly above and below the

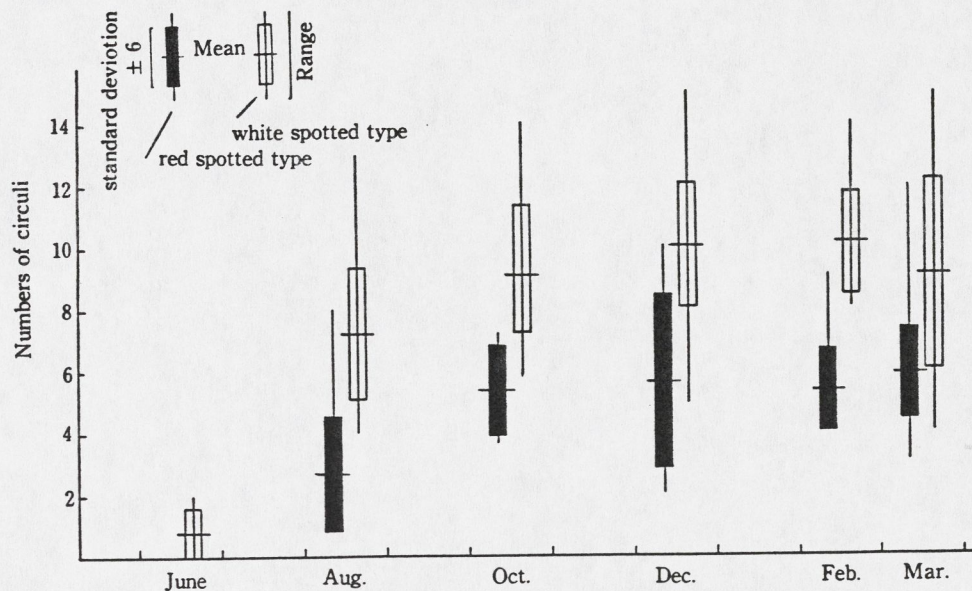


Fig. 10. Development of scales.

lateral lines, while those of the white spotted type were fairly uniform in size and rather regularly arranged along lateral lines as shown in Fig. 2. These differences in the size and arrangement of parr marks are clear identification marks to distinguish the fry of the two types.

In both types, a whitish oval ring appeared first in June or July around each parr mark of the fry. As the fry grew, this ring gradually divided into several whitish, more or less scalene or trapezoidal pieces of the spots (Fig. 11). The spots gradually became rounded in shape as the fry continued to grow into yearlings and at the same time, they scattered over both sides of the body. Some of the spots of the red spotted type showed colouration in autumn, i. e., they changed from yellow and finally to red. But the spots of the white spotted type did not show this colour change.

f) Postembryonic developmental phase

It has been proposed to divide the period of postembryonic development of fish into several phases by VASNETZOV (1946), UCHIDA *et al.* (1958), etc. VASNETZOV (1946) stated that in each phase growth and development take place but no new qualitative changes appear, the synchronic qualitative changes occurring usually at the end of each phase.

AZUMA (1964) divided the postembryonic developmental process of the land-locked

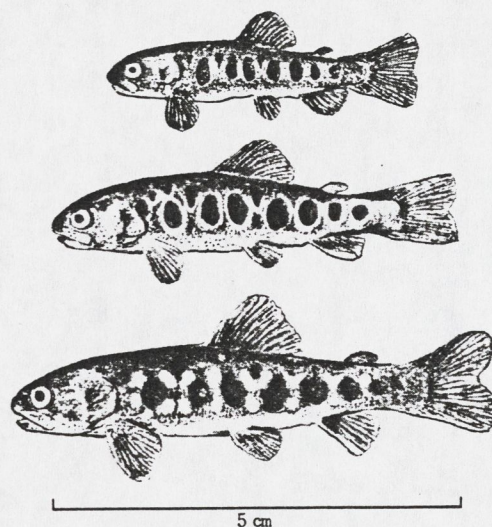


Fig. 11. Development of the spots (white spotted type).

Ayu-fish, *Plecoglossus altivelis*, into five phases, while TOMODA (1965) divided that of crussian carps, *Carassius burgeri* and *S. cuvieri*, into eleven phases.

In the present investigation the developmental periods of the fry of the two types of chars were divided into six phases as shown in Fig. 12.

The developmental phases of the fry of the two types of chars are illustrated along with the development or reduction of some morphological characters. The postembryonic development was approximately similar between the two types, the phases of the red spotted type being seasonally later than those of the white spotted type. Some of the morphological differences between them, as described above, were noted as development proceeded. Morphological and ecological characteristics of the fry in each phase are summarized as follows:

Phase I

This exactly corresponds to the alevin or pre-larval stage, i. e., from the time of hatching to the complete absorption of the yolk sack content. The eye balls are prominent on both sides of the head and their fins have not yet formed, only the rudiments of them being perceptible in the fin hold.

Phase II

This phase extends from the time of complete absorption of the yolk sack to that of the disappearance of the fin hold. The fin rays and parr marks are already fully developed, but the posterior edge of the caudal fin is still rounded. During this stage, the FL/HL and FL/BD ratios decline very drastically.

The fry leave their redds and begin to eat small aquatic animals. They generally stay in shallow places (5 to 10 cm deep), not very far from the redds, often hiding themselves under the withered grass overhanging the banks of the river. *

Phase III

This stage covers the time from the disappearance of the fin hold to the complete formation of scales. The posterior edge of the caudal fin has become truncated. The fry can swim rather freely and their dispersion takes place, especially in a downward direction in the river. At this stage, the areas of distribution of the fry of the two types become overlapped widely. The salveline fry are markedly benthic as compared with other salmonid fry. Growth is rapid during this stage. *
Spawning
different
redds

Phase IV

This covers the time from the full development of scales to the disappearance of the parr marks. The posterior edge of the caudal fin has been emarginated. Some morphological differences between the fry of the two types of chars are found, i. e., the FL/BD as well as BW/BD ratios of the white spotted type are smaller than those of the red spotted type. Both types inhabit the shallows (10 to 20 cm deep) of the upper and middle reaches of the river (their adults also live together in the midstream, except during their breeding seasons, but habitat segregation according to the depth of water is found between the fry and the adults). Territorial behaviour of fry is often observed at this stage. *

Phase V

This phase covers the time from the formation of white spots to their dispersion on the body sides. The fry of both types migrate gradually to the upper reaches, and all fry



(white

spots of

fish into

v (1946)

qualitative

of each

id-locked

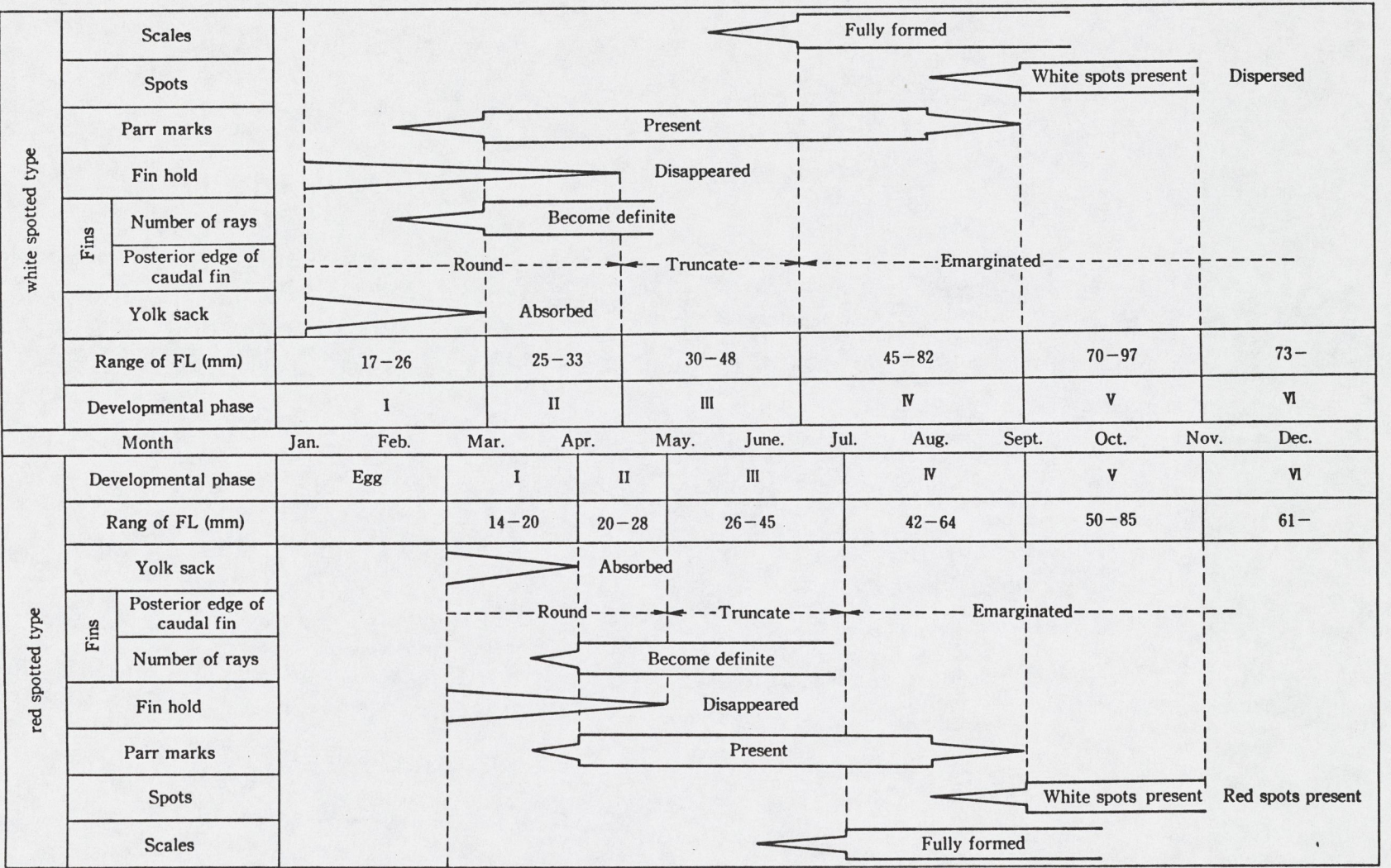


Fig. 12. Postembryonic developmental phases or fry of the two types of chars with illustrations of appearance and disappearance of several characters in the Ichan'ni River.

1134
 disapp
 Phase
 Ti
 while t
 of the
 The be
 aggreg
 2. Fe
 In
 to the
 (1950)
 the lat
 a)
 T
 month
 in Fig
 of the
 of the
 below
 Febru
 In
 remai
 yet.
 April

Fully formed

Scales

Fig. 12. Postembryonic developmental phases or fry of the two types of chars with illustrations of appearance and disappearance of several characters in the Ichan'ni River.

disappear from the midstreams by the end of October.

Phase VI

The white spots of the fry in this stage are completely scattered over the body sides, while the parr marks have almost completely disappeared. In the red spotted type, some of the spots change their colour, primarily becoming yellow and then red at this stage. The body form of the fry of each type is already similar to that of the adults. The fry aggregate to the uppermost reaches of the river for hibernation.

2. Feeding habits

In the present investigation the stomach contents of the fry were analysed according to the usual number method and the modified point method recommended by Hynes (1950). The former was employed to clarify the relations between food and growth and the latter to compare the diets of the fry collected in different months or places.

a) *Seasonal changes of food*

The stomach contents of the fry of the two types of chars were examined every other month during 1964 to 1965. The percentage compositions of the diets of the fry are given in Fig. 13. As the months of examination nearly coincided with the developmental phases of the fry as described above (Fig. 12), Fig. 13 shows approximately the food composition of the fry in every developmental phase. Details of food composition will be explained below.

February (Phase I)

In this month, the alevins of the white spotted type possessed a yolk sack and they remained in the redd, while most of the alevins of the red spotted type were not hatched yet.

April (Phase II)

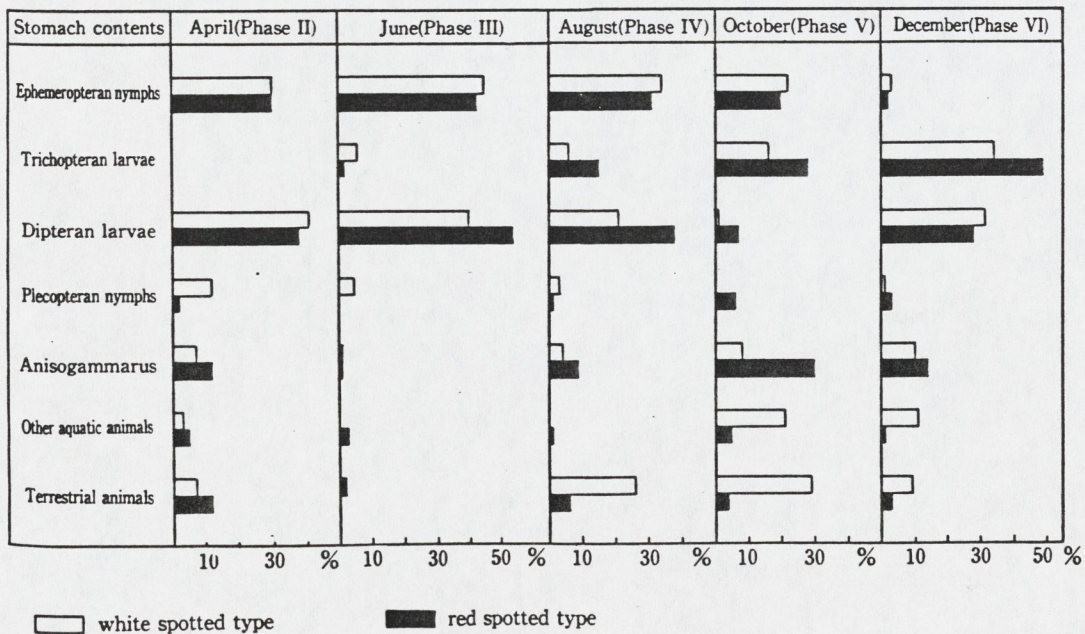


Fig. 13. The food composition of fry of two types of chars in the Ichan'ni River (point method).

The fry that emerged from the redds began to eat small organisms of less than 2 mm in length.

Dipteran larvae, ephemeropteran nymphs, and sometimes *Anisogammarus* were important foods for both types. Dipteran larvae, mostly of *Chironomus*, were found to constitute about 40% of the food of both the white spotted and the red spotted type. Ephemeropteran nymphs, mainly of either *Paraleptophlebia* sp. or *Baetris thermicus*, constituted about 30% of the food consumed by the fry of both types. Besides these, *Anisogammarus* was found abundantly in the stomachs of the fry collected from certain places, but they were not always important.

It is noteworthy that a considerable number of copepods, though small in total volume, were eaten by the newly emerged fry.

June (Phase III)

The fry of both types began to feed actively in this month. For both types, dipteran larvae were the most important food, followed by ephemeropteran nymphs, as in April. The percentage of dipteran larvae eaten increased considerably, constituting more than 60% of the total number of foods. Some trichopteran larvae began to appear in the stomachs of some fry of the two types, but the total number and volume were very small.

No important differences in the kinds of food stuffs were found between the two types up to this stage.

August (Phase IV)

The fry of both types ate voraciously in this month, and examination of the stomach contents revealed the consumption of a large amount of food, consisting of various organisms. For the fry of both types, the nymphs of ephemeropterans included *Epeorus*, *Ephemerella* and *Baetis*, the larvae of trichopterans, *Deplocerus* and *Rhiacophila*, and some terrestrial animals are important food items, the dipteran larva being still the most important food item for the red spotted type.

Some noticeable differences in feeding habits began to appear between two types of fry. The fry of white spotted type consumed more ephemeropteran nymphs and terrestrial animals than the red spotted type. On the other hand, the fry of the red spotted type ate more trichopteran larvae and anisogammarus than the white spotted type.

October (Phase V)

In this month wide differences in diet were noted between the fry of the two types accompanied with a remarkable decrease in the percentage of dipteran larvae in the stomach contents of both types. In the white spotted type, drift animals, as well as ephemeropteran nymphs, and dropping terrestrial animals come to be important in this month. In the red spotted type, on the other hand, trichopteran larvae and *Anisogammarus* constituted about 60% of food items.

December (Phase VI)

Few differences were found between the kinds and percentage compositions of the food stuffs consumed by the two types in this month. Both types confined their diet to dipteran larvae (mostly chironomids) and trichopteran larvae. The limitations in food organisms might be due to the decrease of other available organisms in winter. The fry of both types did not eat so voraciously in this month, and the differences in their diets noted in October

had, for
b) D.

re
It ha
rivers or
of the fo
that the
nymphs l
place. C
dipteran
opteran

Fig.
reaches
Ma, 51%
chironom
ed of cl
obtained
of Fig. 1-

c) R
The
dipteran

Stomach
Dipteran larva
Ephemeropteran nymph
Plecoptera
Trichoptera
Anisogammarus
Other aquatic
Terrestrial

Fig. 14.

had, for the most part, disappeared.

b) *Difference in the stomach contents between fry collected in the upper and middle reaches*

It has been found that the foods of salmonid fishes differed considerably between the rivers or habitats in a river (McCORMACK, 1962 ; THOMAS, 1963 etc.). While comparison of the foods eaten by fry collected from various places in the Ichan'ni River has revealed that the main foods of the fry of the two types were dipteran larvae and ephemeropteran nymphs but that the comparative importance of these differed considerably from place to place. Generally speaking, the fry of both types collected in the upper reaches ate more dipteran larvae than those collected in the middle reaches, the latter eating more ephemeropteran nymphs than the former.

Fig. 14 shows the foods of the fry of the two types collected in section Ma (upper reaches of the main river) and in section Mc (midstream of the main river). In section Ma, 51% (by the number method) of the food of fry of white spotted type consisted of chironomid larvae and 21% of ephemeropteran nymphs, while in section Mc, 41% consisted of chironomid larvae and 42% of ephemeropteran nymphs. Similar results were obtained by the analyses of the contents of red spotted type, as shown in the right column of Fig. 14.

c) *Relation between food and growth*

The results of analyses of the stomach contents of the fry of both types indicated that dipteran larvae are the most important food resources, both in number and quantity

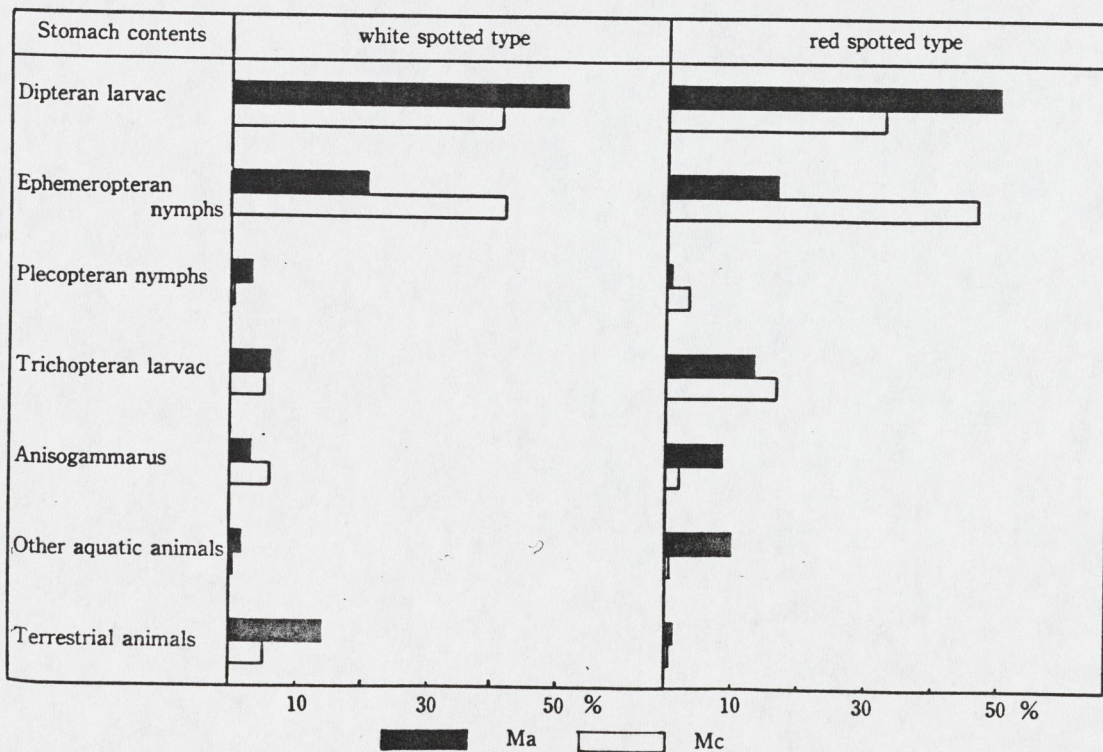


Fig. 14. The percentage composition of food (number method) of fry collected in section Ma (upper reaches) and Mc (middle reaches) in August.

throughout their growing season, from April to August. But the importance of dipteran larvae relative to other food animals differs considerably among the seasons and habitats, and between the two types.

In Fig. 15, the mean fork length of the fry of the two types and the quantities of dipteran larvae found in their stomachs in April, June and August are plotted against various sections of the Ichan'ni River. Results showed that in April and June, the mean fork length of each type of fry was larger in the fry collected from the sections where they ate more dipteran larvae than in those from the section where they ate less dipteran larvae. In August, however, the amount of dipteran larvae eaten by the fry decreased considerably (except in Ma), as compared with those in April and June, and the above-stated relation between the ingestion of dipteran larvae and the mean fork length disappeared in both types of chars.

These results suggest that dipteran larvae are the most important food organisms for the fry of two types during the months before June, and that the quantity eaten has a greater effect on their growth than any other food organisms. A change in feeding habits,

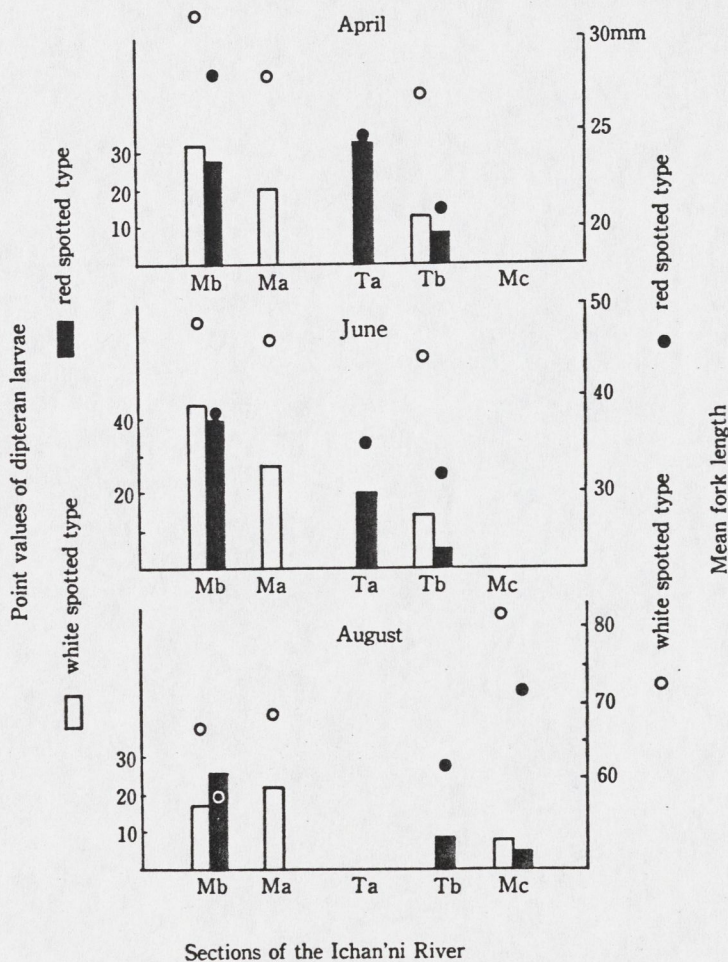


Fig. 15. Relation between the mean fork length and ingestion of dipteran larvae in the Ichan'ni River.

however, occ
organisms s
important fo

It is we
presence of
taxonomy.

world, many
The two
ichthyologist
BREVOORT
(1902). But
as mentione

The res
two types of
each other,
size than the
life histories
ved between
differences a
these types

It is kn
sometimes
streams in J
advanced th
in the upper
differences

Similar
tries: *Salmo*
chus tshawytscha
and *Salmo*
(GRIFFITH,

On the
two species
Howeve
Salmo trutta
widely over
LEBERG, 195

It was
spotted type
animal com

however, occurred in both the types during the period from June to August and larger organisms such as ephemeropteran nymphs and trichopteran larvae became the most important food items, replacing dipteran larvae.

Discussion

It is well known that chars (*Salvelinus*) are very plastic morphologically, and the presence of many types of variants has caused much of the dispute concerning their taxonomy. Since old times, numerous species of *Salvelinus* have been described in the world, many of which are probably synonymous.

The two types of chars in Hokkaido have also been the subject of dispute among ichthyologists since the first description of the white spotted type as *Salmo leucomaenis* by BREVOORT (1856) and the red spotted type as *Salvelinus malma* by JORDAN and SNYDER (1902). But the discussions have been made only from the morphological points of view, as mentioned in the introduction.

The result of this investigation established that, in the Ichan'ni River, the fry of these two types of chars emerged from different areas of the river and in different seasons from each other, and the fry of the red spotted type, which hatched later, were smaller in body size than the white spotted type, which hatched earlier, throughout the first year of their life histories. Furthermore, some differences in morphological characteristics were observed between them, ranges of variation of these characteristics being overlapped. These differences appearing in the early stages of their life histories provide strong evidence that these types belong to two distinct species.

It is known that two or more species of salmonids, having many common habits, sometimes coexist in the same river. This pattern is found in many of the mountain streams in Japan, among land-locked *Oncorhynchus* and *Salvelinus*, and IMANISHI (1951) advanced the theory that, in such cases, habitat segregation always occurs between them in the upper (*Salvelinus*) and the lower reaches (*Oncorhynchus*) of a stream due to differences of habitat preference and interference between the species.

Similar segregations have also been found among the salmonid fishes of other countries: *Salmo clarki* and *Salvelinus malma* (ADRUSACK and NORTHCOTE, 1971), *Oncorhynchus tshawytscha* and *O. kisutch* (LISTER and GENOE, 1970) in Canada, *Oncorhynchus tshawytscha* and *Salmo gairdnerii* (EVEREST and CHAPMAN, 1972), *Salvelinus fontinalis* and *Salmo trutta* (FAUSCH and WHITE, 1981), *Salvelinus fontinalis* and *Salmo clarki* (GRIFFITH, 1972), and *Salmo trutta* and *S. gairdnerii* (JENKINS, 1969) in North America.

On the other hand, NILSSON (1955) clarified that a food segregation occur between two species of salmonid, *Salvelinus alpinus* and *Salmo trutta*, in cohabiting lakes.

However, it has been repeatedly reported in Europe that two nearly related salmonids, *Salmo trutta* and *S. salar* live together in many becks and their habitats and foods are widely overlapped, being isolated from each other in reproduction (FROST, 1950; KALLEBERG, 1958, THOMAS, 1963; MAITLAND, 1965; PEDLEY and JONES 1978 etc.).

It was appeared in the present paper that in the Ichan'ni River, the fry of the red spotted type and white spotted type of chars were sharing the same ecological niche in the animal community. Although minor differences in their habits have been observed during

the course of this investigation, most fry of the two species live together during the greater part of their growing period and their chief food items, the dipteran larvae, are moreover in common. These facts suggest that these two types of chars are closely related in systematics.

Therefore, further investigation about reproductive isolation between them in such co-existed rivers is thought necessary for the complete clarification of their systematic relation.

Acknowledgements

The author is most grateful to Drs. Kashio OTA and Kyojiro SIMAKURA, former Professors of Hokkaido University, and Dr. Hans MORI, Professor of the same University, for their encouragement, advice and criticism during the course of this work. He wishes to extend his gratitude to Mrs. Katsuyuki SAWADA, Toshiyuki TANIMUKAI, Naohiro YAMAYA and Toshihiro SHIMIZU, staff members of Ichan'ni Salmon Hatchery, for their innumerable helps given to him during this work.

References

- 1) ANDRUSACK, H. & T. G. NORTHCOTE, 1971. Segregation between cutthroat trout (*Salmo clarki*) and Dolly Verden (*Salvelinus malma*) in small coastal British Columbia Lakes. J. Fish. Res. Bd. Canada, 28: 1259-1268.
- 2) AOYAGI, H., 1957. General notes on the freshwater fishes of the Japanese archipelago. (in Japanese.) Tokyo, Taishukan.
- 3) AZUMA, M., 1964. The life history of land-locked Ayu fish (*Plecoglossus altivelis*) in the Lake Biwa, with special reference to their developmental stages. (in Japanese with English abstract.) Physiol. Ecol., 12: 55-71.
- 4) BREVOORT, J. C., 1856. Notes on the figures of Japanese fish taken from recent specimens by the artists of the U. S. Japan Expedition. Nar. Comm. M. C. per Exp., Jap., II: 255-288.
- 5) EVEREST, F. H. & D. W. CHAPMAN, 1972. Habitat selection and spacial interaction by juvenile chinock salmon and steelhead trout in two Idaho stream. J. Fish. Res. Bd. Canada, 29: 91-100.
- 6) FAUSCH, K. D. & R. J. WHITE, 1981. Competition between brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and brown trout (*Salmo trutta*) for position in a Michigan stream. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38: 1220-1227.
- 7) FROST, W. E., 1950. The growth and food of young salmon (*Salmo salar*) and trout (*S. trutta*) in the River Forss, Caithness. J. Anim. Ecol., 19: 147-158.
- 8) GRIFEITH, J. S. Jr., 1972. Comparative behavior and habitat utilization of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and cutthroat trout (*Salmo clarki*) in small stream in northern Idaho. J. Fish. Rs. Bd. Canada, 29: 265-273.
- 9) HYNES, H., 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *pygoseus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. J. Anim. Ecol., 19: 36-58.
- 10) IMANISHI, K., 1951. Land-locked trout salmon and char. Ringyo Kaisetsu Shirizu, 35 (in Japanese).

- 11) ISHI
- J
- 12) —
- 13) JEN
- s
- I
- 14) JOR
- J
- 15) KAI
- s
- 16) LIS
- C
- 17) MA
- 18) MC
- 19) NI
- 20) OS
- 21) —
- 22) —
- 23) —
- 24) —
- 25) PE
- 26) TA
- 27) TI
- 28) TC
- 29) UC
- 30) V.

- 11) ISHIDA, J., 1942a. The chars of Saghalien. I. Zoological Magazine, 54(9): 347-353. (in Japanese)
- 12) ———, 1942b. Ditto II. *ibid.*, 54(11): 431-438. (in Japanese)
- 13) JENKINS, J. M., Jr., 1969. Social structure, position choice and micodistribution of two trout species (*Salmo trutta* and *Salmo gairdneri*) resident in mountain streams. *Anim. Behav. Mono.*, 2: 57-123
- 14) JORDAN, D. S. & J. O. SNYDER, 1902. A review of the salmonid fishes of Japan. *Proc. U. S. Nat. Mus.*, 24(1265): 567-593.
- 15) KALLEBERG, H., 1958. Observations in a stream tank of territoriality and competition in juvenile salmon and trout (*Salmo salar* and *S. trutta*). *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm*, 39: 55-98.
- 16) LISTER, D. B. & H. S. GENOE, 1970. Stream habitat utilization by cohabiting underyearling of chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) and coho (*O. kisutch*) salmon in the Big Qualicum River, British Columbia. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 27: 1215-1224.
- 17) MAITLLAND, P., 1965. The feeding relationships of salmonm trout, minnows, stone loach and three-spined sticklebacks in the River Endric, Scotland. *J. Anim. Ecol.*, 34: 109-133.
- 18) MCCORMACK, J., 1962. The food of young trout (*Salmo trutta*) in two different becks. *J. Anim. Ecol.*, 31: 305-316.
- 19) NILSSON, N. A., 1955. Studies on the feeding habits of trout and char in north Swedish lades. *Rep. Inst. Freshw. Drottningholm*, 36: 163-225.
- 20) OSHIMA, M., 1938a. Review of the charrs found in the Japanese water with description of one new species. I. *Botany and Zoology*, 6: 1492-1497. (in Japanese with English summary.)
- 21) ———, 1938b. Ditto II. *Ibid.*, 6: 1668-1674.
- 22) ———, 1938c. Ditto III. *Ibid.*, 6: 1821-1826.
- 23) ———, 1938d. Ditto IV. *Ibid.*, 6: 1979-1986.
- 24) ———, 1961. Studies on the charrs found in Japanese waters. *Jap. Wildl. Bull.*, 18: 3-70. (in Japanese with English summary).
- 25) PEDLEY, R. B. & J. W. JONES, 1978. The comparative feeding behaviour of brown trout, *Salmo trutta* L. and Atkabtuc salmon, *Salmo salar* L. in Llyn Dwythwch, Wales. *J. Fish Biol.*, 12: 239-256.
- 26) TANAKA, S., 1937. On the distribution of fishes in Japanese water. *J. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo Sect.*
- 27) THOMAS, J., 1963. The food and growth of brown trout (*Salmo trutta*) and its feeding relationships with the samlmon parr (*S. salar*) and eel (*Anguilla anguilla*) in the River Taify, West Wales. *J. Anim. Ecol.*, 31: 175-205.
- 28) TOMODA, Y., 1965. Morphological studies on the development of the crussian carp in Lake Biwa. *Bull. Osaka Mus. Nat. Hist.*, 18: 3-30. (in Japanese with English summary.)
- 29) UCHIDA, K., S. IMAI, S. MITO, Y. FUJITA, M. UENO, Y. HIROSHIMA, S. SENDA, M. TAFUKU and N. MCHIZU, 1958. Studies on the fry stage of Japanese fresh water fishes. 1: 18-20. (in Japanese.) *Institute of Fishery Science, Faculty of Agriculture, Kyushu Univ.*
- 30) VASNETZOV, V. V., 1946. Dispersion and adaptation in ontogenesis. *Zoo. Zhur.*, 25(3). (in Russian, cited from Tomoda, 1965.)

第30卷 第4号 191-197 (1976)

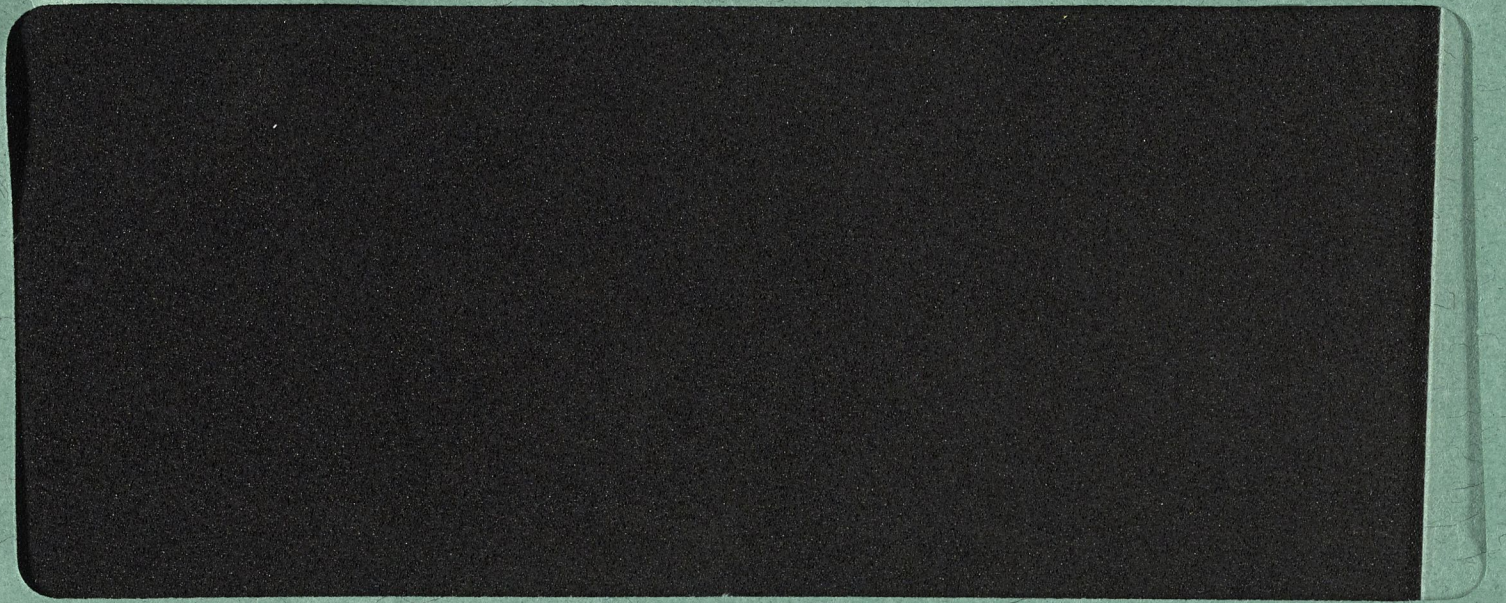
ミヤベイワナとその仔・稚魚

木村清朗

九州大学農学部水産学第二講座

(1976年2月3日受理)

On the Adult, Alevin and Fry of the Lacustrine



ミヤベイワナとその仔・稚魚

木村 清朗
九州大学農学部水産学第二講座
(1976年2月3日受理)

On the Adult, Alevin and Fry of the Lacustrine Char, *Salvelinus miyabei* Oshima

SEIRÔ KIMURA
Fisheries Laboratory, Faculty of Agriculture
Kyushu University, Fukuoka

ミヤベイワナ *Salvelinus miyabei* Oshima は、大島(1938)により北海道の然別湖から新種として報告され、全長 25 cm 前後になる小型の淡水魚で、体側に美しい紅色の斑点をもつ。この魚は然別湖以外では知られていないが、北海道に広く分布する河川性オシヨロコマ *S. malma* (Walbaum) によく似た形態をしている。そして、秋から冬にかけて産卵し(北海道水産試験場, 1933; 犬飼・佐藤, 1943), 稚魚は1年間に河川で過ごした後、湖に降つて成長するといわれる(久保, 1967)。

筆者は淡水性サケ、マス類の生活史に関する研究の一環として、昭和34年秋にこの魚の採集と人工授精を行い、稚魚期になるまで飼育したので、成魚と仔・稚魚の形態について報告する。

I. 成魚の形態

然別湖に注ぐヤンベツ川で、昭和34年10月30日に筆者が釣つたミヤベイワナの成魚を Fig. 1 に、またその計測結果を Table 1 に示す。

雌の成魚をみると、体は延長やや側扁し、頭は小さ



Fig. 1. Lacustrine char, *Salvelinus miyabei* Oshima, caught in Yanbetsu River which flows into Lake Shikaribetsu in Hokkaido on October 30, 1959. A, mature female, 211 mm in total length; B, mature male, 233 mm.

Table 1. Measurements and counts of lacustrine char, *Salvelinus miyabei* Oshima, caught

Specimen number	1	2	3	4	5	6
In mm						
Total length	247	245	239	233.5	233	231
Standard length	205	206.5	196	199	199	195
Body depth	50.5	51	53.5	53	49	48.5
Head length	54	53	55.5	52.5	50	44.5
Snout length	14.5	15	16.5	14.5	14	10
Length of upper jaw	33.5	33.5	35.5	31.5	31	23.5
Eye diameter	11	11.5	10.5	11.5	9	9.5
Interorbital space	16.5	17.5	18.5	17	17	14.5
Depth of caudal peduncle	23	22	24	22.5	23	20
In percentage of standard length						
Body depth	24.6	24.7	27.3	26.6	28.0	24.9
Head length	26.3	25.7	28.3	26.4	25.1	22.8
Snout length	7.1	7.3	8.4	7.3	7.0	5.1
Length of upper jaw	16.3	16.2	18.1	15.8	15.6	12.0
Eye diameter	5.4	5.6	5.4	5.8	4.5	4.9
Interorbital space	8.0	8.5	9.4	8.5	8.5	7.4
Depth of caudal peduncle	11.2	10.7	12.2	11.3	11.6	10.5
In number						
Dorsal fin rays	13	12	12	13	13	12
Anal fin rays	12	11	11	11	12	12
Pored scales on lateral line	127	130	112	128	123	125
Scales, one row above lateral line	205	208	209	212	206	218
Gill rakers on first arch	9+17=26	11+17=28	11+14=25	10+13=23	10+13=23	12+14=26
Branchiostegal rays (left-right)	10-10	12-11	11-10	12-10	12-11	12-10
Pyloric caeca	24	19	21	20	23	26
Vertebrae	33+27=60	34+28=62	31+30=61	31+29=60	31+30=61	35+27=62
Body weight in grams	133	124	120	122	122	123
Sexuality	♂	♂	♂	♂	♂	♀

く吻端は丸味を帯びる。口は大きく少し斜めで、上顎骨の末端は眼の後縁下を僅かに越える。鋤骨と口蓋骨の隆起部の配列はM字型で、それらの先端は互いに密着する。舌骨と基鰓骨に小歯がみられる。背鰭は体のほぼ中央にあり、尾鰭はほとんど叉入しない。鱗は楕円形で小さい。有孔鱗数は縦列鱗数に比べて少なく、側線は体側の中央を直走する。

生時の雌は、背部から体側にかけて濃いブロンズ色で、腹部は赤みがかつた白色である。背部には淡黄褐色の斑点が、また体側中央部にはその周囲が淡い紫色ににじんだ淡紅色の斑点が多数散在する。各鰭はいずれもブロンズ色で、背鰭と胸鰭がやや淡く、腹鰭と臀鰭の前縁は乳白色を呈するが、胸鰭の前縁と尾鰭の上、下縁はやや赤い。

二次性徴を、ヤンベツ川の天然産卵場で採捕されたミヤバイワナの雌雄約30尾について調べてみた。雄は雌に比べて吻がややとがり、頭長、上顎長および吻長は、いずれも雌より大きく (Fig. 2)、体もやや側扁している。また、雄の下顎の先端は吻より前に伸びて受け口となり (Fig. 1)、いわゆる 'kype' を形成し、その先端には歯が認められない。雄の色彩は背部が雌よりも濃くなり、腹部は美しい紅色を呈し、体側

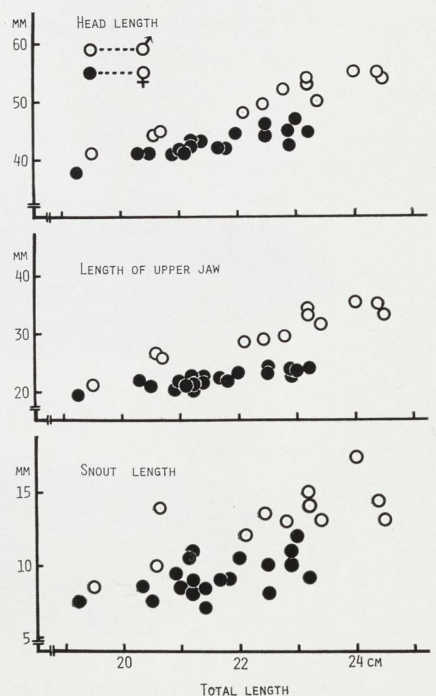


Fig. 2. Differences between both sexes of *S. miyabei* found in length of head, upper jaw and snout.

in Yanbetsu River flowing into Lake Shikaribetsu (Hokkaido) on October 30, 1959.

7	8	9	10	11	12	13	14	15
228	223.5	220.5	219.5	213	211	209	206	205.5
194	189.5	186	186	182	180	178	173	170.5
48.5	47.5	36	40	42.5	45.5	39	41.5	41.5
46	49	46	42.5	43.5	43	42	41	41.5
10	13	10.5	9.5	10	10.5	8	10	10.5
23	28.5	24	22	21.5	22.5	21	21	21.5
10.5	10.5	10	8.5	10.5	9.5	9	9	9.5
14	16	14.5	15	13.5	14	13	12	13.5
20.5	21	20	20	18	20	20	20	19
25.0	25.1	19.3	21.5	23.4	25.2	21.9	24.0	24.3
23.7	25.9	24.7	22.8	23.9	23.9	23.6	23.6	24.3
5.2	6.9	5.7	5.1	5.5	5.8	4.5	5.8	6.2
11.9	15.0	12.9	11.6	11.8	12.5	11.8	12.1	12.6
5.4	5.5	5.4	4.6	5.8	5.3	5.1	5.2	5.6
7.2	8.4	7.8	8.1	7.4	7.8	7.3	6.9	7.9
10.6	11.1	10.7	10.7	9.9	11.1	11.2	11.6	11.1
12	13	13	12	13	12	13	11	12
12	11	11	12	12	11	11	11	11
119	125	125	130	127	127	122	117	125
233	213	221	238	230	211	233	220	219
9+15=24	9+15=24	10+14=24	12+15=27	9+16=25	12+13=25	10+13=23	10+13=23	10+16=26
11-10	11-11	11-10	11-10	11-10	11-10	11-11	12-11	12-10
23	24	25	24	22	—	25	19	21
33+27=60	33+29=62	33+29=62	33+28=61	33+28=61	33+27=60	33+28=61	32+28=60	34+27=61
110	110	90	—	97	108	74	73	88
♀	♂	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♀

の紅色斑点も濃くなる。

ミヤベイワナの体色とすみ場から、久保(1967)は沖合群と根付群とに別け、根付群は雌も胸鰭前縁が白く産卵期も遅いと述べている。したがって、今回の標本は沖合群の可能性が大きい。

ミヤベイワナは大島(1938)が新種として記載した後も、オショロコマと同種とする考えが多く(羽田・

富田, 1949; 青柳, 1957; 稲村・中村, 1962), 久保(1967)もオショロコマの降海型が湖沼にすみついたとしている。一方, Yoshiyasu (1973)は、この魚のヘモグロビン電気泳動像がオショロコマと違っていると述べている。

筆者は北海道北見地方の上支湧別川と根室地方の薫別川で採集したオショロコマと、今回のミヤベイワナ

Table 2. Comparison of meristic counts of *S. miyabei* from Lake Shikaribetsu and fluvial dwarf form of *S. malma* from Kamishiyubetsu River (Yubetsu River system, Kitami) and Kunbetsu River (Nemuro). Mean value and standard deviation are in parentheses.

Species	<i>S. miyabei</i>		<i>S. malma</i>	
	Lake Shikaribetsu 15	Kamishiyubetsu River 20	Kamishiyubetsu River 20	Kunbetsu River 15
Localities				
Number of specimens				
Scales, one row above lateral line	205~238 (218.4±10.4)	192~239 (218.1±13.0)	196~234 (212.4±11.2)	
Pored scales	112~130 (124.1±4.8)	117~130 (122.9±4.0)	110~129 (119.1±4.5)	
upper limb	9~12 (10.3±1.1)	6~11 (8.2±1.1)	6~10 (8.4±1.0)	
Gill rakers, lower limb	13~17 (14.3±1.4)	10~13 (11.5±0.8)	10~13 (11.3±0.8)	
total number	23~28 (24.8±1.5)	17~23 (19.7±1.6)	16~21 (19.6±1.3)	
Pyloric caeca	19~26 (22.6±2.2)	17~24 (20.3±2.4)	14~29 (18.7±5.2)	
Vertebrae	60~62 (60.9±0.8)	58~63 (60.5±1.4)	59~62 (60.5±0.9)	

との形態比較を試みた。両者は体形が互によく似ており、いずれも体側に美しい紅色斑点を有する。大島(1938)は相違を鱗の形態に認めたが、青柳(1957)も述べているように、鱗には変異が著しく、これによる両者の区別は難しかった。次に、両者の縦列鱗、有孔鱗、鰓耙、幽門垂および脊椎骨を数えて、その結果を Table 2 に示す。これをみても、大島(1938)による縦列鱗数の差異はみられなかった。さらに有孔鱗、幽門垂と脊椎骨の数にも差がほとんどなかった。

しかし、ミヤベイワナの鰓耙数は23~28、オショロコマは16~23で、ミヤベイワナの方が多かった。オショロコマは石田(1942)によれば、樺太産で20~22、稲村・中村(1962)の羅臼川産17~22、石城(1967)の伊茶仁川産18~23、前川(1973)のショーツ川(知床半島)産の19~21であり、今回のミヤベイワナの鰓耙数がやはり多い。さらに、Berg(1962)によるアジア産および McPhail(1961)による北米産オショロコマの鰓耙数よりも、ミヤベイワナの方が少し多い。また、大島(1938, 1961)によるミヤベイワナの鰓耙数は21~26でオショロコマよりも多い傾向を示している。なお、Behnke(1972)によれば、シベリアと北米西部では、ミヤベイワナのように隔離されたイワナは、鰓耙が多いといわれている。

その他、河川型オショロコマの雄魚では、産卵期に下顎が少し kype 状をなすが、ミヤベイワナのような受け口にはならない。

このように、ミヤベイワナと河川性オショロコマは、形態的に極めてよく類似するが、鰓耙数と雄の二次性徴に多少の差異が認められた。

II. 仔・稚魚の形態

ヤンベツ川の産卵場で採捕したミヤベイワナによつて、10月30日に人工授精を行った。翌日、受精卵を北海道さけますふ化場根室支場薫別事業場に運んで飼育した。飼育期間は翌年4月中旬におよび、飼育用水の月別平均水温は11月から1月までは6.5~3.6°C、2月から4月は4.3~7.1°Cであつた。

卵は球形で淡黄色を呈し、卵膜は厚くてほとんど不透明であつた。卵径は5.1~5.6 mm、平均5.4 mm(ホルマリン標本)。これらの卵は翌年1月20日から28日にかけて孵化した。孵化開始時の積算水温は約410°Cで、犬飼・佐藤(1943)の記述から求めた値540°Cよりも少なかった。仔魚は卵黄を吸収し終るまで飼育し、その間標本をとり5%ホルマリン固定後70%エタノールに保存し、これによつて以下の計測と

記載を行った。

孵化仔魚(全長 15.1 mm, Fig. 3A) 孵化直後の仔魚5尾によると、全長15.0~16.3 mm、体長13.7~15.0 mm、卵黄嚢を除いた体高1.1~1.5 mm、頭長2.4~2.7 mm、吻長0.2~0.3 mm、眼径0.9~1.1 mm。

孵化仔魚の外観は、他のサケ科のものに似て、大きな卵黄嚢をもつ。体は細長く側扁して、頭は小さい。眼は大きくて虹彩は黒い。口も大きく両顎には小歯がみられる。筋肉節数は35+26=61。各鱗は膜鱗から分化し始め、垂直鱗にはいずれも鱗条の原基が生じ、背鱗は体のほぼ中央に位置する。胸鱗はまだ膜質円盤状で、腹鱗の原基は卵黄嚢の後端に接する。小さな黒色素胞は、卵黄嚢を除く体の全面に分布する。頭部背面と尾部はやや黒い。生時には卵黄嚢の表面に小油球が多数分布するが、大きな油球はみられなかった。

仔魚(全長 19.6 mm, Fig. 3B) 孵化後49日目の仔魚5尾によると、全長19.4~20.8 mm、体長17.0~18.4 mm、卵黄嚢を除いた体高2.1~2.4 mm、頭長3.4~4.7 mm、吻長0.5~0.6 mm、眼径1.2~1.4 mm、背鱗条数10~12、臀鱗条数10~12。

卵黄はかなり吸収され、背鱗と臀鱗は膜鱗から分離し、鱗条数も定数に達する。対鱗の鱗条はまだよく発達しない。体側の黒色素胞はやや大きく、まばらに分布しており、ほぼ10個のパーマークが出現する。背鱗より後方の背面にも小さい黒斑を生ずる。頭頂はかなり黒く、鼻孔が明らかになつた。

稚魚(Fig. 3C) 孵化後91日の標本によれば、全長21.8 mm、体長18.7 mm、体高2.9 mm、頭長4.9 mm、吻長0.9 mm、眼径1.4 mm、背鱗条数12、臀鱗条数10、鰓皮条数10(左)・8(右)。

卵黄は吸収され、吻端は少しとがる。上顎の後端は眼の後縁にまだ達していない。脂鱗の分化が始まり、その後部には黒斑がみられる。鰓皮条、幽門垂および鰓耙はまだよく発達しない。

天然稚魚(全長 31.0 mm, Fig. 3D) 昭和35年6月15日にヤンベツ川で採捕した4尾によれば、全長29.5~33.5 mm、体長24.4~28.4 mm、体高4.7~6.0 mm、頭長7.1~8.1 mm、吻長0.8~1.3 mm、眼径2.1~2.3 mm、背鱗条数12~13、臀鱗条数12、鱗皮条数9~11(左)・8~10(右)、鰓耙数2+9~11=11~13、幽門垂数20~23。

体はよく整い、体高が高くなる。眼隔部も広くなりやや丸味を帯びる。鋤骨と口蓋骨の配列は逆U字型をなし、両者の先端ははやや離れる。鰓弓は黒くて、鰓

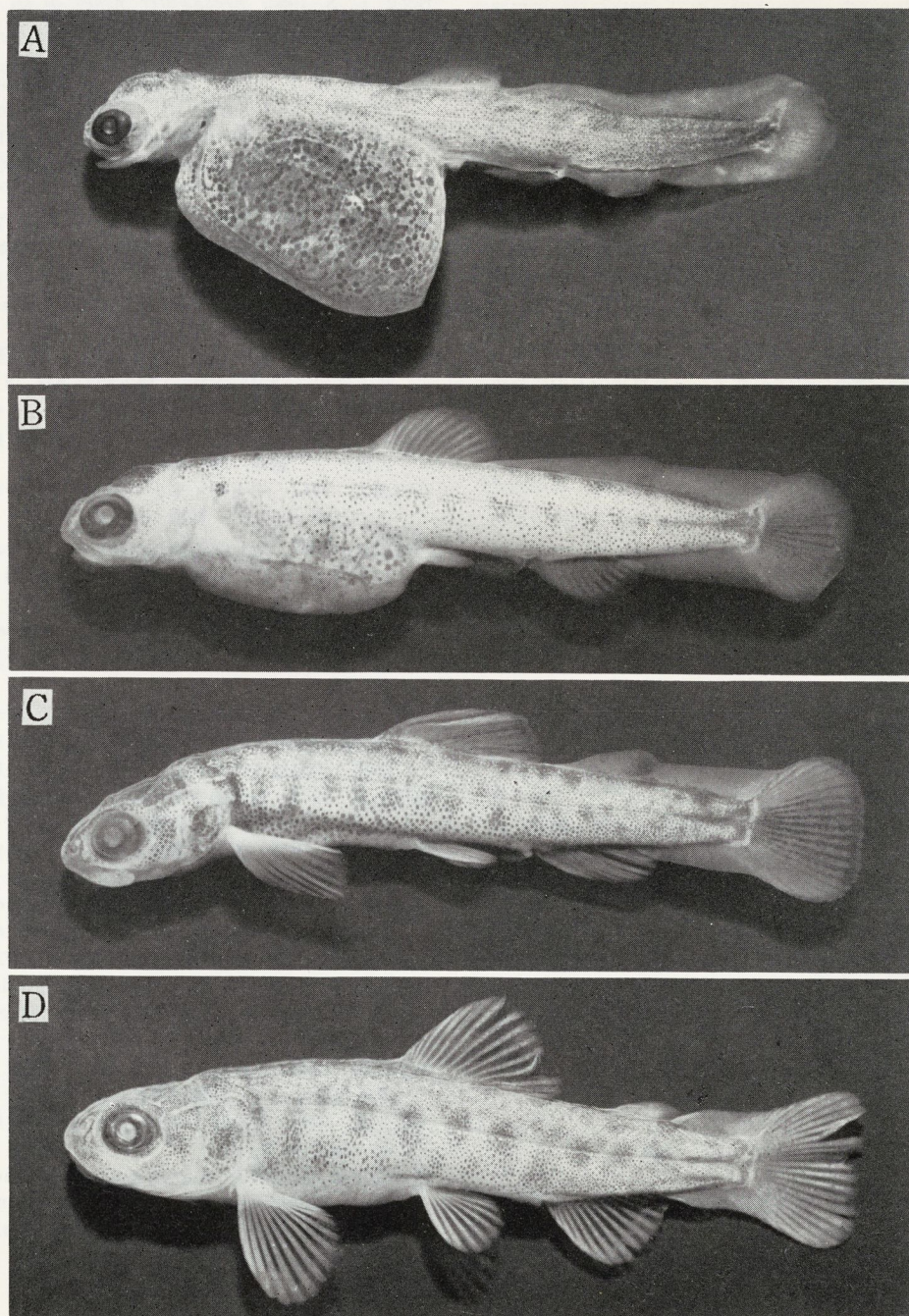


Fig. 3. Alevins and fry of *S. miyabei*. A, newly hatched alevin, 15.1 mm in total length, fixed on January 20, 1960; B, alevin, 19.6 mm, 49 days after hatching, parr marks appeared; C, fry, 21.8 mm, 91 days after hatching, yolk substances completely absorbed; D, fry, 31.0 mm, captured in Yanbetsu River on June 15, 1960.

肥もまだよく発達せず数も少い。尾鰭の後縁は僅かに叉入し始め、各鰭はよく発達する。膜鰭は尾柄部にまだ残る。鱗は不明瞭。

これらの稚魚は、明るい緩流の砂底に腹面をつけて静止し、本州のイワナ類の稚魚と異なり、物陰に潜む習性はさほど顕著ではなかつた。

ここに述べた仔・稚魚の外観を、木村(1974)によるアメマス *S. leucomaenis* (Pallas) のものと比べると、ミヤベイワナは仔魚期にパーマークを生じ、黒色素胞が大きくてまばらで、卵黄吸収直後の稚魚の脂鰭が膜鰭からまだ分離しないなどの特徴をもっている。しかし、今回の仔・稚魚は Blackett (1968) が、アラスカから報告した降海性オショロコマのものに極めてよく似ている。

以上の結果を要約すると、ミヤベイワナの成魚はオショロコマよりもやや鰓耙数が多い。また、河川性オショロコマの雄の成熟魚にも kype 状の二次性徴がみられるが、ミヤベイワナは下顎が受け口状になり、さらに発達した kype を形成する。しかし、両者の鰓耙数の差異はさほど大きくはなく、またオショロコマの降海型にも受け口状の kype がみられること(松原, 1955; Morton, 1965; Blackett, 1968)、しかも両者の仔・稚魚が極めて類似することから、これらの形態的な違いはさほど顕著とは言い難い。

このように、ミヤベイワナとオショロコマとは、成魚の形態に多少の差異はありながらも、仔・稚魚も含めると両者は極めて似ていることがわかつた。

この研究の指導をされた九州大学の内田恵太郎名誉教授、指導と原稿の校閲を頂いた同大学農学部の塚原博教授に心から感謝する。また、現地調査にあたり有益な助言をされた北海道さけますふ化場調査課の疋田豊彦博士、飼育の便宜を図られた同場根室支場薫別事業場の武田金太郎元場長、佐藤行孝技官および原田実技官に深謝する。

文 献

- 青柳兵司 1957 日本列島産淡水魚類総説. 大修館, 東京・大阪
Behnke, R. J. 1972 The systematics of salmonid fishes of recently glaciated lakes. *J.*

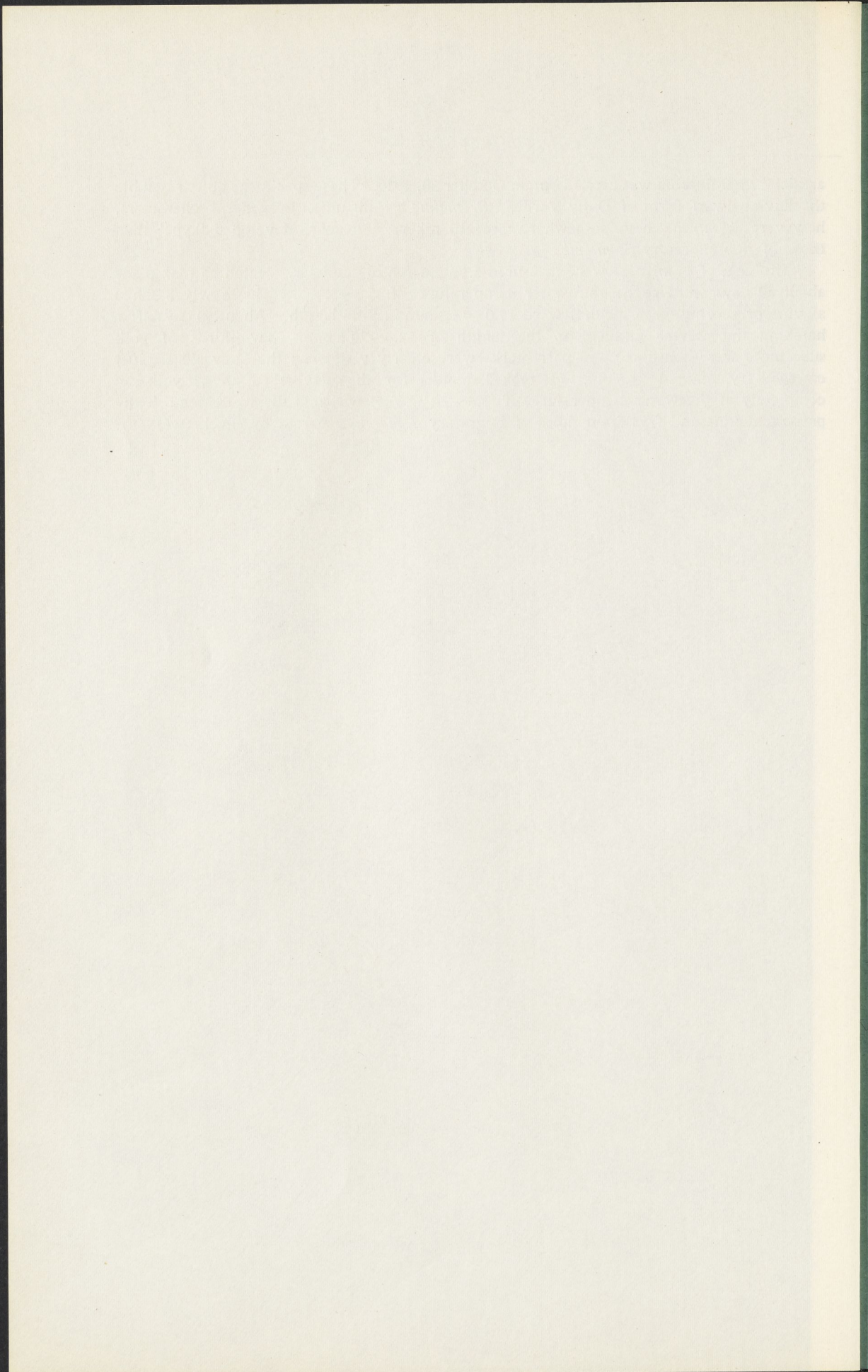
- Fish. Res. Bd. Canada*, 29: 639~671
Berg, L. S. 1962 *Freshwater fishes of U. S. S. R. and adjacent countries. 1.* Jerusalem, Israel Program for Scientific Translation
Blackett, R. F. 1968 Spawning behavior, fecundity and early life history of anadromous Dolly Varden in southern Alaska. *Alaska Dep. Fish and Game, Res. Rep.*, (6): 1~85
羽田良禾・富田光政 1949 湖沼プランクトンと魚類の関係. I 然別湖のオショロコマ. *生物*, 4: 21~26
北海道水産試験場 1933 湖沼調査(然別湖), 水産調査報告, (29): 1~48
稲村彰郎・中村守純 1962 日本産イワナ属魚類の分布と変異. *資源研彙報*, (58・59): 65~78
犬飼哲夫・佐藤信一 1943 然別湖に於けるミヤベイワナ (*Salvelinus miyabei* Oshima) の産卵習性に就いて. *動雑*, 55: 78~79
石田壽老 1942 樺太のイワナ(II). オショロコマとカラフトイワナ. *動雑*, 54: 431~438
石城謙吉 1967 東北海道伊茶仁川にそ上したオショロコマについて. *日本生物地理学会報*, 24: 37~43
木村清朗 1974 アメマス *Salvelinus leucomaenis* のものと思われる卵, 仔・稚魚について. *魚雑*, 21: 85~91
久保達郎 1967 北海道然別湖のオショロコマ *Salvelinus malma* に関する生態学的並びに生理学的研究. *北海道さけますふ化場研報*, (21): 11~31
前川光司 1973 知床地方で採集した降海期の銀毛オショロコマについて. *魚雑*, 20: 245~247
松原喜代松 1955 魚類の形態と検索 I. 石崎書店, 東京
McPhail, J. D. 1961 A systematic study of the *Salvelinus alpinus* complex in North America. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 18: 793~816
Morton, W. M. 1965 The taxonomic significance of the kype in American Salmonidae. *Copeia*, 1965: 14~19
大島正満 1938 本邦産イハナ類に関する研究〔II〕. 北海道のイハナ. *植物及動物*, 6: 18~24
大島正満 1961 日本産イワナに関する研究. *鳥獣集報*, 18: 1~70
Yoshiyasu, K. 1973 Starch-gel electrophoresis of hemoglobins of freshwater salmonid fishes in northeast Japan. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 39: 449~459

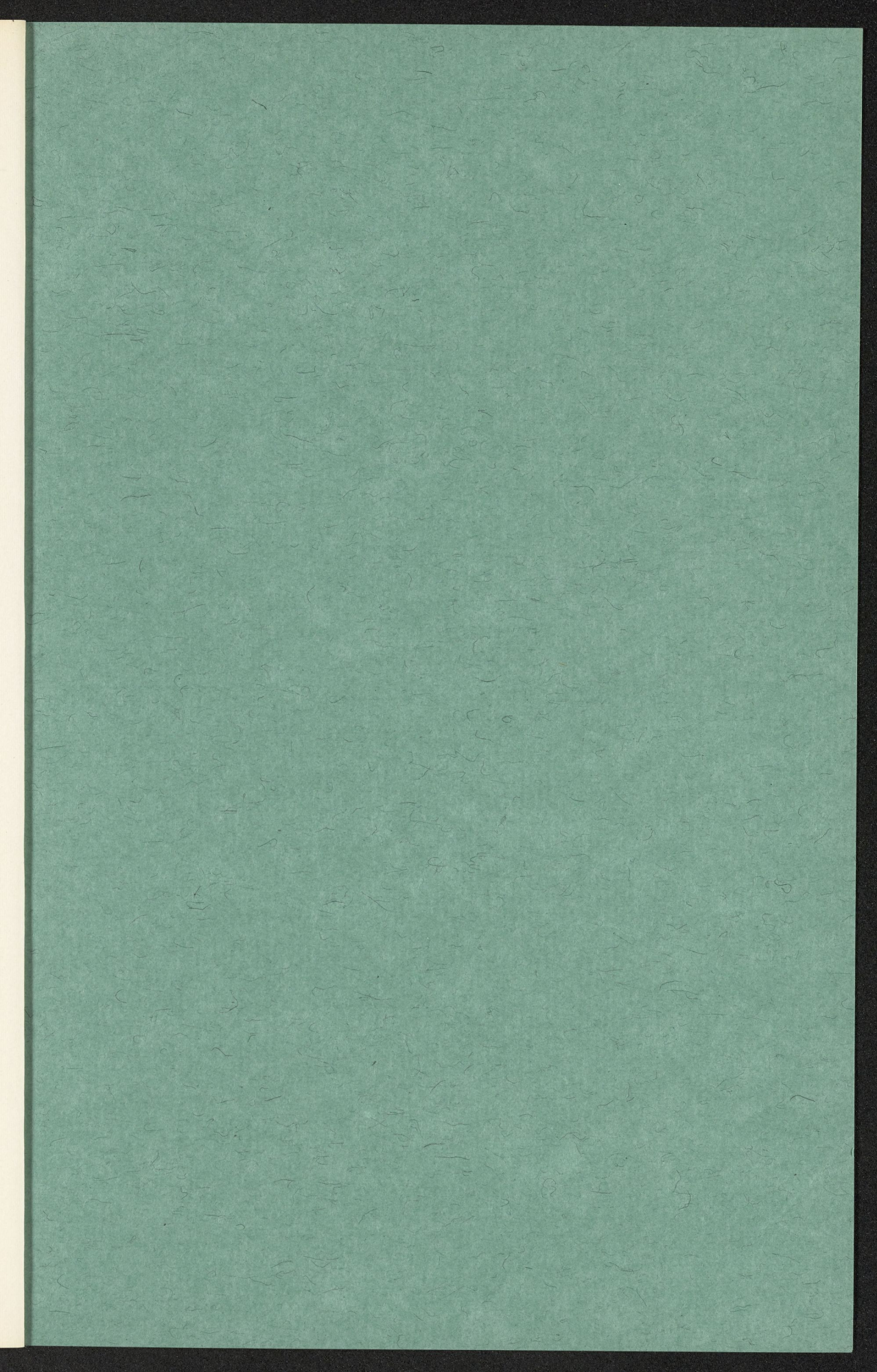
Summary

Salvelinus miyabei Oshima is a small salmonid fish attaining about 25 cm in total length and is restricted only in Lake Shikaribetsu in central Hokkaido. Some 30 individuals of this fish were caught in Yanbetsu River which flows into this lake and

artificial insemination was carried out on October 30, 1959. These specimens quite resemble the fluvial dwarf form of Dolly Varden, *S. malma* (Walbaum), in general characters, however, *S. miyabei* have somewhat more gill rakers and more developed 'kype' than those of non-migratory *S. malma*.

The eggs of *S. miyabei* were measured 5.1~5.6 mm in diameter. Hatching took place about 80 days or more at the water temperature of 6.5~3.6°C. The newly hatched alevins preserving 70 % alcohol were 15.0~16.3 mm in total length. About 50 days after hatching the alevins attained to the length of 19.4~20.8 mm. Two-thirds of yolk substances were consumed and parr marks were clearly visible on the body sides. Just emerged fry attained 21.8 mm. It took 3 months for the alevins to absorb yolk sac completely at the water temperature of 3.6~7.1°C. It was difficult to distinguish the present alevins and frys from those of migratory *S. malma* reported by Blackett (1968).







November 28, 1986

Dr. R. J. Behnke,
Department of Fisheries & Wildlife Biology,
Colorado State University, Ft. Collins,
Colorado 80523, U. S. A.

Dear Dr. R. J. Behnke:

I beg you will excuse me for my long silence after part from you at Ft. Collins. I should have surely written you more promptly. I returned to Fukuoka on July 26 through Columbus, Cicago, Victoria, Ottawa, Toronto, London, Tromsö and Karachi. My dreamy journey just finished at this day. After that I have been pressed over with many of urgent business such as lectures and field research works in connection with two graduate theses and with a master thesis in our laboratory.

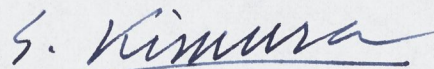
Please accept my best thanks for your kindness given to me when I was staying in Ft. Collins. I don't forget your best hospitalities. I am also remembering just now pleasant parties in your home.

It was sweet experiences to eat sturgeon at Toronto and atlantic salmon at Bergen. Also, it was very hard experiences for me that I went from Tromsö in the arctic zone to hottest Pakistan. I tasted sight seeing at the temperature of 45° C in extremely dried ruins of Indus civilization in Mohen Jo Dalo. For these two days in the ruins, I became to have a sore throat. However, all of these became good memories now.

In this morning I sent you some black and white photographs of Japanese and Russian charrs by the separate air mail. Please hand over the prints of Botia (?) to Mr. M. Zakarie Ismail. And I will send, in nearer future, color prints of Mr. J. Starin and green back trout to Mr. L. Zuckerman.

Please give my best regards to staffs in your laboratory and to your family (together with Mr. Kamei, The Old Champ.).

Sincerely yours,



S. Kimura,
Department of Fisheries,
Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-04,
Fukuoka 812, J A P A N

S. Kimura,
Department of Fisheries,
Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-04,
Fukuoka 812, J A P A N

PAR AVION

Dr. R. J. Behnke,
Department of Fisheries & Wildlife Biology,
Colorado State University, Ft. Collins,
Colorado 80523, U. S. A.

29

咸



昭和 年 月 日

郵便番号 8 1 2

福岡市東区箱崎六丁目10番1号

九州大学農学部

電話 福岡 (641) 1101



Salvelinus elgyticus

Total length 208mm, Standard length 173mm

Body weight 65g, Sexuality unknown,

Lake Elgytgytgyn, Chukotsk, U. S. S. R.

August 23, 1979

Dr. R. M. Viktorovsky

Photo. by S. Kimura



Salvelinus elgyticus

Total length 208mm, Standard length 173mm

Body weight 65g, Sexuality unknown,

Lake Elgytgytgyn, Chukotsk, U. S. S. R.

August 23, 1979

Dr. R. M. Viktorovsky

Photo. by S. Kimura



Salvelinus elgyticus

Total length 208mm, Standard length 173mm

Body weight 65g, Sexuality unknown,

Lake Elgytgytgyn, Chukotsk, U. S. S. R.

August 23, 1979

Dr. R. M. Viktorovsky



Salvelinus albus

Total length 363mm, Standard length 296mm

Body weight 302g, Sexuality male

Asabatchaja River, Kamtchatka, U. S. S. R.

September, 1977

Dr. R. M. Viktrovsky

Photo. by S. Kimura



Salvelinus albus

Total length 363mm, Standard length 296mm

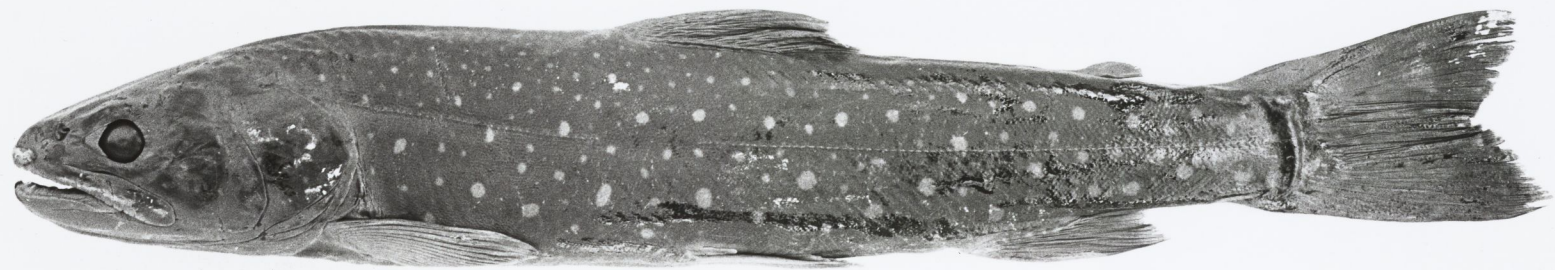
Body weight 302g, Sexuality male

Asabatchaja River, Kamtchatka, U. S. S. R.

September, 1977

Dr. R. M. Viktorovskiy

Photo. by S. Kimura



Salvelinus albus

Total length 363mm, Standard length 296mm

Body weight 302g, Sexuality male

Asabatchaja River, Kamtchatka, U. S. S. R.

September, 1977

Dr. R. M. Viktorovskiy

Photo. by S. Kimura



Salvelinus albus

Total length 363mm, Standard length 296mm

Body weight 302g, Sexuality male

Asabatchaja River, Kamtchatka, U. S. S. R.
September, 1977

Dr. R. M. Viktorovskiy

Photo. by S. Kimura



Salvelinus malma miyabei

Ki-2019, Total length 266mm, Standard length 225mm, Body weight 182g, Mature female

Ki-2018, Total length 308mm, Standard length 256mm, Body weight 272g, Mature male.

Lake Shikaribetsu, Hokkaido, Japan

October, 1985, Dr. K. Maekawa

Photo. by S. Kimura



Salvelinus malma miyabei

Ki-2019, Total length 266mm, Standard length 225mm, Body weight 182g, Mature female

Ki-2018, Total length 308mm, Standard length 256mm, Body weight 272g, Mature male.

Lake Shikaribetsu, Hokkaido, Japan

October, 1985, Dr. K. Maekawa

Photo. by S. Kimura



Sea run form of Salvelinus leucomaenis

Ki-2001, Total length 300mm, Standard length 257mm, Body weight 329g, Female

Ki-2007, Total length 274mm, Standard length 234mm, Body weight 242g, Male

Yobetsu River, Hokkaido, Japan

July 15, 1981, Mr. E. Komiyama

Photo. by S. Kimura



Sea run form of Salvelinus leucomaenis

Ki-2001, Total length 300mm, Standard length 257mm, Body weight 329g, Female

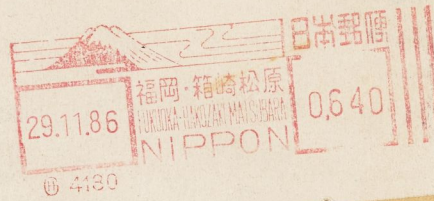
Ki-2007, Total length 274mm, Standard length 234mm, Body weight 242g, Male

Yobetsu River, Hokkaido, Japan

July 15, 1981, Mr. E. Komiyama

Photo. by S. Kimura

S. Kimura,
Department of Fisheries,
Faculty of Agriculture,
Kyushu University 46-04,
Fukuoka 812, J A P A N



AIR MAIL
PRINTED MATTER
Photos. Inside

Dr. R. J. Behnke,
Department of Fisheries & Wildlife Biology,
Colorado State University, Ft. Collins,
Colorado 80523, U. S. A.

Don't fold, please!

AIR MAIL
PRINTED MATTER
Photos. Inside

AIR MAIL

AIR MAIL

