

## ビワマスにおける河川残留型成熟雄の存在

桑原雅之<sup>1</sup>・井口恵一朗<sup>2</sup>

<sup>1</sup>〒520 大津市打出浜 1-1 滋賀県立琵琶湖文化館

<sup>2</sup>〒386 上田市小牧 1088 中央水産研究所

### Occurrence of Mature Stream Resident Males of Biwa Salmon, *Oncorhynchus masou* subsp.

Masayuki Kuwahara<sup>1</sup> and Kei'ichirou Iguchi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The aquarium of Biwakobunkakan, 1-1 Uchidehama,  
Otsu 520, Japan

<sup>2</sup>National Research Institute of Fisheries Science,  
1088 Komaki, Ueda 386, Japan

(Received July 23, 1993; revised form December 13, 1993;  
accepted December 16, 1993)

Although Biwa salmon *Oncorhynchus masou* subsp. and red-spotted masu salmon *O. m. ishikawai* differ in some morphometric characters, overlapping in character value makes it difficult to discriminate them by a single character. Based on the published data on the two subspecies, we made the discriminant function with multiple characters as:

$$Y = 0.35X_1 - 0.65X_2 - 0.83X_3 - 1.75X_4 + 34.64$$

where Y, X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, X<sub>4</sub> were discriminant score (+: Biwa salmon, -: red-spotted masu salmon), number of pyloric caeca, scales above lateral line, scales below lateralline and pelvic fin rays, respectively. This function was employed for unidentified 0<sup>+</sup> salmonid parrs collected from the Ishida River in the spawning season of Biwa salmon. The parrs were consisted of 9 males (including 4 sexually mature fish) and 9 immature females. The discriminant function judged 9 males and 8 females of 18 parrs to be Biwa salmon. These results suggest the occurrence of mature stream resident males of Biwa salmon.

回遊性のサケ科魚類の多くには、降海型（降湖型）のほか、河川残留型が存在することが知られている（前川, 1989）。サクラマス群に属するサツキマスやサクラマスにも河川残留型が存在し、それぞれアマゴおよびヤマメと呼ばれている（中野ほか, 1989; 真山・木村, 1989）。一方、同じサクラマス群に属するビワマスにおいては、飼育個体の中に 0<sup>+</sup> で成熟する雄が出現することや（藤岡, 1987）、河川に放流された個体の中に降湖せずに成熟する雄が出現することが報告されており（藤岡・伏木, 1988）、河川残留型の存在が示唆されている。しかし、自

然個体群においては浮上した年の初夏にはすべて降湖してしまうと考えられており（古川, 1989）、今のところ河川残留型の存在は知られていない。

琵琶湖の流入河川の多くにはサツキマス（アマゴ）が自然分布し、主要な河川には 1970 年よりサツキマス（アマゴ）の放流が行われている（加藤, 1978; 鎌田, 1979）。しかし、ビワマスとサツキマスは同一水系に生息しているにもかかわらず、形態的、生態的また生理的な相違点が存在することから、両者の間には何らかの生殖的隔離機構が働いている可能性が示唆されている（加藤, 1973, 1978; 藤岡, 1991）。

サクラマス群 3 者の関係については長年議論されてきたが、現在では一般に 3 亜種として分類され、ビワマスは琵琶湖の固有亜種とされている（大島, 1957; 加藤, 1973, 1991a; 藤岡・伏木, 1988; 中野ほか, 1989; 古川, 1989; Kimura, 1990; 藤岡, 1991）。さらに Kimura (1990) は、サクラマス群 3 者の模式標本を詳しく調べることにより、それぞれの学名をビワマス *Oncorhynchus masou* subsp., サツキマス *Oncorhynchus masou ishikawai* Jordan et McGregor, およびサクラマス *Oncorhynchus masou masou* (Brevoort) とすることを提唱している。そこで、本報告ではサクラマス群の学名について Kimura (1990) に従うことにした。

著者らは、ビワマスの自然個体群が再生産を行う石田川において、ビワマスの産卵期間中にサケ科魚類のパー 18 個体を採集することができた。採集地付近の魚類相から判断して（桑原, 1986）、これらのパーはビワマスもしくはサツキマスに帰属するものと考えられる。しかし、幼魚期のビワマスとサツキマスの外観は酷似しており、一見して両者を区別することは困難である。また、形態的形質値の重複が大きいため、単一の形質で両者を区別することはできない（加藤, 1973）。そこで、著者らはビワマスとサツキマスの既報の資料を用いて、複数の形質に基づいた線形判別関数を作成し、これを用いて先のパーの帰属を明らかにすることにより、ビワマスの河川残留型の存在を検討した。

### 材料および方法

帰属不明のパーの標本は、1990 年 10 月 24 日に滋賀県高島郡今津町を流れる石田川に通じる農業用水路において、釣りによって採集された。この農業用水路は石田川本流と取水口によって通じており、魚類の移動は妨げられない。

石田川には毎年産卵のために琵琶湖よりビワマスが遡

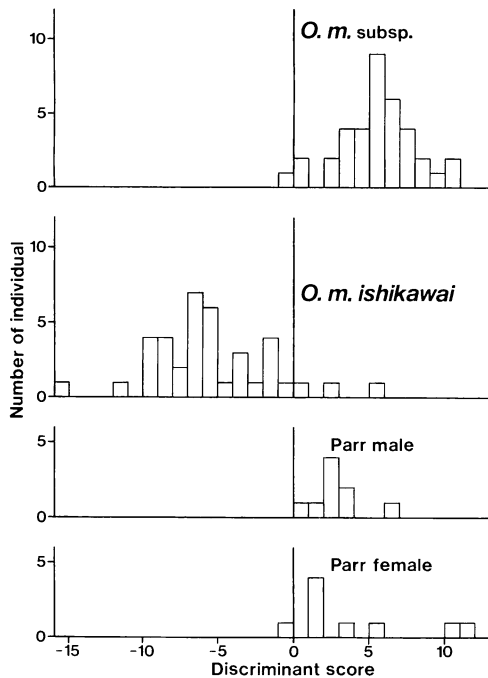


Fig. 1. Frequency distribution of the discriminant score of the Biwa salmon *Oncorhynchus masou* subsp. ( $n=37$ ) and the red-spotted masu salmon *O. m. ishikawai* ( $n=38$ ) caught at Lake Biwa and the Nagara River, respectively (data were from Furukawa et al., 1978, 1979; Matsubara et al., 1980), and unidentified 18 salmonid parrs caught at the Ishida River, based on the linear discriminant function.

上してくるが、河口より約 3 km 上流に高さ約 3 m の堰堤が設置されており、ビワマスの上はこの堰堤で止められている。この堰堤よりも下流に設置されている堰堤はすべて全面階段魚道になっており、魚類の上や降河を妨げていない。

採集されたバーは、標準体長および体重を測定し、鱗を採取した後 10% ホルマリン溶液で固定した。固定した後、上部、下部横列鱗数、腹鰭条数および幽門垂数を計数した。計測はすべて松原 (1979) に従って行った。バーの年齢は、鱗を用いて査定した (Jones, 1959)。

雌雄の判別は、生殖腺の形状によって判定した。雌および生殖腺の肥大した雄については生殖腺重量を測定し、成熟度を表すために生殖腺指数 (G.S.I.: 生殖腺重量 (g)/体重 (g)×100) を用いた。ただし、生殖腺がきわめて小さく摘出が困難な雄については未成熟であると判断した。

加藤 (1973) はビワマスおよびサツキマスの計数形質

を比較し、幽門垂数、上部・下部横列鱗数、および腹鰭条数にのみ統計的な有意差が認められることを報告している。そこでこれらを変数とし、Furukawa et al. (1978, 1979) および Matsubara et al. (1980) の記載したビワマス 45 個体およびサツキマス 45 個体の個体別の形態計測値のうち、標本集団の分布から有意に偏った計測値を示す個体は不良標本として削除し (一資料に関する  $t$  検定)、残ったビワマス 37 個体とサツキマス 38 個体の計測値をもとに次の判別関数を作成した。

$$Y = 0.35X_1 - 0.65X_2 - 0.83X_3 - 1.75X_4 + 34.64$$

( $Y$ : 判別得点; 正の値を示せばビワマスに、負の値を示せばサツキマスに判別される,  $X_1$ : 幽門垂数,  $X_2$ : 上部横列鱗数,  $X_3$ : 下部横列鱗数,  $X_4$ : 腹鰭条数)。判別関数の各係数は、検定の結果いずれも有意に判別に寄与していた (各係数の  $F$  値: 19.81, 5.13, 13.36, 5.48, 自由度: 1.70,  $P < 0.05$ )。この判別関数により先のビワマスとサツキマスのデータの判別を行ったところ、ビワマスでは 1 個体、サツキマスでは 3 個体が誤って判別された (Fig. 1)。したがって、この判別関数の誤判別率は 5.33% である。

Table 1. Measurements of standard length (S.L.) (mm), gonad somatic index (G. S. I.) and number of pyloric caeca (P. C.), scales above lateral line (S. A.), scales below lateral line (S. B.) and pelvic fin rays (P. F.) on unidentified 18 salmonid parrs caught at the Ishida River

Sex	S.L.	G.S.I.	P.C.	S.A.	S.B.	P.F.
♂	72.4	4.85	47	26	20	9
♂	80.0	2.43	52	24	23	9
♂	64.0	5.42	51	25	22	9
♂	67.4	4.90	45	26	23	9
♂	70.0	—*	48	25	21	9
♂	80.2	—	63	24	23	9
♂	88.1	—	49	24	20	9
♂	81.5	—	52	27	23	9
♂	77.6	—	61	29	22	9
♀	77.0	0.15	45	28	21	9
♀	79.9	0.09	51	27	22	9
♀	78.0	0.12	64	23	19	9
♀	88.6	0.10	52	25	23	9
♀	75.9	0.12	55	26	21	9
♀	80.6	0.14	55	24	21	9
♀	87.9	0.13	63	26	15	9
♀	91.4	0.09	55	27	23	9
♀	86.3	0.08	59	28	24	9

\* Not recorded, but having a very thin testis.

今回採集されたパーにこの判別関数を適用し、各個体がどちらに帰属するかを判定した。

### 結果と考察

採集されたパーの性別、生殖腺指数および形態計測値を Table 1 に示した。これらのパーの幽門垂数、上部、下部横列鱗数および腹鰭条数については、すでに定数に達しているものと考えられる(加藤, 1988)。そこで、各個体におけるこれらの値を先の判別関数に適用したところ、雄 9 個体と雌 8 個体がビワマスに判別され、残りの雌 1 個体がサッキマスに判別された (Fig. 1)。すべての個体において体側にはパーマーク、朱点および黒点が明瞭に認められ、銀毛化の兆候は認められなかった。また、鱗紋からいずれの個体も 0<sup>+</sup> であると査定された。鱗上には稚魚輪が認められず、いずれの個体も降湖せずに河川に残留していたものと考えられる(加藤, 1991b)。

ビワマスと判定されたパーの中で、雄 9 個体のうち 4 個体の生殖腺指数は、飼育下で放精が確認された早熟雄の生殖腺指数 3-4% (藤岡, 1987) にきわめて類似した値であった (Table 1)。このことから、これらの雄は性的に成熟しており、繁殖に参加することが可能な状態であったと考えられる。他の雄 5 個体と雌 8 個体は、性的に未成熟な状態であった。

以上の結果から、ビワマスにも多くのサケ科魚類と同様、降湖型の他に河川残留型の成熟雄が存在することが明らかになった。採集地付近の石田川本流は、毎年琵琶湖から遡上してきたビワマス降湖型の産卵場になっている(桑原, 未発表)。したがって、これら河川残留型の成熟雄が、降湖型と共に繁殖を行っている可能性はきわめて高いと考えられる。なお、成熟雄の他に未成熟なパー雄・雌が採集されたが、これらが河川に残留し続けて成熟するのか、あるいは降湖するのかは明らかではない。

### 謝 辞

本稿をまとめるにあたり、有益な御助言を賜った京都大学生態学センター遊磨正秀博士および愛媛大学理学部生物学科大森浩二博士にお礼申し上げる。また、原稿の校閲をして頂いた中央水産研究所木曾克裕博士、並びに本研究を進めるにあたり終始御協力を頂いた龍谷大学非常勤講師高橋さち子博士および琵琶湖文化館職員諸氏に深く感謝の意を表する。

### 引用文献

- 藤岡康弘. 1987. ビワマスのパー・スモルト変態. 日本水産学会誌, 53: 253-260.
- 藤岡康弘. 1991. ビワマスの形態ならびに生理・生態に関する研究. 醒井養鱒場研報, (3): 1-112.
- 藤岡康弘・伏木省三. 1988. ビワマス幼魚の降河と銀毛化. 日本水産学会誌, 54: 1889-1897.
- Furukawa, T., M. Nishida, H. Matsubara and H. Kawanabe. 1978. Some morphological characters of sea-run and lacustrine forms of the red-spot masu-trout, *Salmo (Oncorhynchus) masou macrostomus* (?). *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, 6: 277-280.
- Furukawa, T., H. Matsubara, M. Nishida and H. Kawanabe. 1979. Studies on the masu salmon, *Salmo (Oncorhynchus) masou*, complex. II. *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, 7: 358-368.
- 古川哲夫. 1989. ビワマス. 川那部浩哉・水野信彦編・監修. 日本の淡水魚, pp. 180-181. 山と溪谷社, 東京.
- Jones, J. W. 1959. *The Salmon*. Collins clear-type press, London and Glosgow. 192 pp.
- 鎌田淡紅郎. 1979. 滋賀県におけるアマゴ・イワナの自然分布と放流事業. 滋賀県の自然, pp. 615-622. 財団法人滋賀県自然保護財団, 滋賀県.
- 加藤文男. 1973. 伊勢湾で獲れたアマゴの降海型について. 魚類学雑誌, 20: 107-112.
- 加藤文男. 1978. 琵琶湖水系に生息するアマゴとビワマスについて. 魚類学雑誌, 25: 197-204.
- 加藤文男. 1988. サクラマス群 3 種の幼稚魚の形態. 福井陸水生物会報, (7): 4-13.
- 加藤文男. 1991a. アマゴの形態的特性と生活史. 遺伝, 45: 76-81.
- 加藤文男. 1991b. ビワマスのスモルトとその鱗にみられる稚魚輪について. 水産増殖, 39: 413-421.
- Kimura, S. 1990. On the type specimens of *Salmo macrostoma*, *Oncorhynchus ishikawae* and *O. rhodurus*. *Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica*, 29, Supplement: 1-16.
- 桑原雅之. 1986. 石田川に生息していたヤマメ *Oncorhynchus masou masou* について. 滋賀県立琵琶湖文化館研究紀要, (4): 78-80.
- 前川光司. 1989. サケ科魚類雄の代替戦略. 後藤 晃・前川光司編. 魚類の繁殖行動—その様式と戦略をめぐって, pp. 50-60. 東海大学出版会, 東京.
- 松原喜代松. 1979. 魚類の形態と検索. I. 石崎書店, 東京. IX + 789 pp.
- Matsubara, H., T. Furukawa, M. Nishida and H. Kawanabe. 1980. Studies on the masu salmon, *Salmo (Oncorhynchus) masou*, complex. III. *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, 8: 239-246.
- 真山 紘・木村清朗. 1989. サクラマス・ヤマメ. 川那部浩哉・水野信彦編・監修. 日本の淡水魚, 156-168. 山と溪谷社, 東京.
- 中野 繁・田口茂男・柴田勇治・古川哲夫. 1989. サッキマス・アマゴ. 川那部浩哉・水野信彦編・監修. 日本の淡水魚, pp. 169-178. 山と溪谷社, 東京.
- 大島正満. 1957. 桜鱒と琵琶鱒. 楡書房, 札幌. 79 pp.