

## 琵琶湖水系に生息するアマゴとビワマスについて

加藤 文 男

### Morphological and Ecological Studies on Two Forms of *Oncorhynchus rhodurus* Found in Lake Biwa and Adjoining Inlets

Fumio Kato

(Received January 27, 1978)

Morphological and ecological studies on two forms of *Oncorhynchus rhodurus* Jordan et McGregor living in Lake Biwa and adjoining inlets were conducted. The fluviatile form (the amago) and the lacustrine form (the biwamasu) showed morphological differences in number of pyloric caeca, transverse scales, ventral fin rays and red spots on lateral body. The fluviatile form lives in the upper waters of inlets to Lake Biwa, but the lacustrine form leaves the streams as fry and lives in Lake Biwa almost all its life. In addition to this, there are ecological differences in maturity age, growth rate and food habits between the two forms. It is presumed that the fluviatile form and the lacustrine form living in this lake and adjoining inlets consist of different populations.

(Takefu Senior High School, Takefu, Fukui Pref. 915, Japan)

これまでアマゴ *Oncorhynchus rhodurus* Jordan et McGregor については、大島(1957)、白石・鈴木(1957)、鈴木ら(1958)、白石(1958)、本荘(1977)らの報告があり、形態や生態、養殖などについての研究がなされてきた。このアマゴと琵琶湖産ビワマス(湖沼型) *O. rhodurus* との間には、生化学的性質(Yoshiyasu, 1973)、形態と生態、分布(加藤, 1973a, b, 1975)などの違いが指摘されている。

アマゴは琵琶湖注入河川にも生息するといわれるが(大島, 1957; 山本, 1973)、これらのアマゴの形態と生態については、まだ充分な調査がなされておらず、同一水系にすむビワマスとの関係も不明な点が多い。筆者はこれらの点を明らかにするため本研究を行った。

#### 調査地点の環境概要

琵琶湖注入河川については、安曇川(st. 1~17)と和邇川(st. 18)、石田川(st. 19)、姉川(st. 23, 24)の4河川を選び、安曇川を主に調査した(Fig. 1)。

安曇川は琵琶湖西岸に注ぐ流路約45kmの河川で、一応、上流域(st. 1~3)と中流域(st. 4~14)、下流域(st. 15~17)に3区分した。現在、貫井(st. 3とst. 4の間)と高岩橋(st. 12)に堰堤があり、ビワマスの溯上が断たれている。夏季の水温は、平(st. 1)~村井(st. 9)で約20°C、市場(st. 10)で21.0°C(以上、1976年8

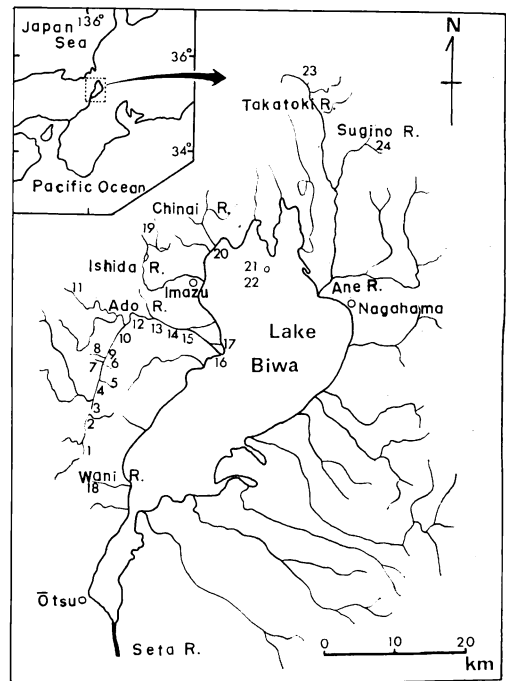


Fig. 1. Map of Lake Biwa and adjoining inlets, showing the sampling stations (st. 1~24) for *Oncorhynchus rhodurus*.

月 19 日測定), 長尾 (st. 14) で 26°C (1974 年 8 月 24 日測定) であったが, 1 月は 10°C 以下であった。

次に琵琶湖 (Fig. 1) は面積 679.5 km<sup>2</sup>, 水深は北湖の方が深く, 最大深度 103.4 m に達する (滋賀県, 1971)。夏季は水温躍層が 10~20 m にみられ, 8 月には表面が 30°C を越えるが, 深層では 10°C 以下の低温となっている。一方, 冬季 (1~3 月) は, 表面, 湖底ともほぼ一樣な水温となり, 2 月には表面, 深層とも 8.1°C の時期がみられる (滋賀県, 1971; 森川, 1964)。

材料および方法

アマゴは 1964~1974 年に, 姉川 (st. 23, 24) と石田川 (st. 19), 安曇川 (st. 1~8, 11), 和邇川 (st. 24) の各河川の上流で (Fig. 1), 釣りとなもにより獲られた。採集場所として, 堰堤などにより湖から魚が溯上しない地点を選んだ。1970 年以降, 安曇川水系の支流 (大彦谷, 横谷 st. 6, 八幡谷 st. 8, 丹生谷, 麻生川上流 st. 11) へ, 滋賀県醒ヶ井養鱒場からアマゴを移殖放流したといわれる (朽木漁業協同組合の資料による)。採集はそれらの支流をできるだけさけて行った。

次にビワマスは 1968~1975 年に, 竹生島付近 (st. 21, 22) でいさご網 (3 月) や長小糸網 (8 月) により, また安曇川の河口 (st. 17) ではやな (9~11 月) により, それぞれ獲られた。稚魚は 3~5 月に安曇川と知内川の河口 (st. 16, 20) でたもにより獲られた (Fig. 1)。現在, 南郷水産センター (大津市上黒津町) では, ビワマスの採卵ふ化と稚魚の放流を行っている。これらの放流によるものも, 材料のビワマスに含まれているかも知れないが, すべて同一にして扱った。

上記の各調査地点で獲られた魚について, 鱗耙数, 幽門垂数, 横列鱗数 (上部横列鱗数は背鰭起点から, 下部横列鱗数は腹鰭起点からの数) などの計数形質, 色彩と

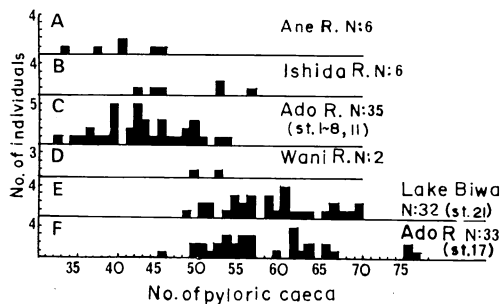


Fig. 2. Frequency distribution of number of pyloric caeca in two forms of *Oncorhynchus rhodurus*. A~D: fluvatile form, E~F: lacustrine form, F: data from Kato (1973).

斑紋を調査し, 形態上の差異を調べた。次に魚の季節的分布と食性, 年齢と成長, 生殖腺の成熟状態について調べ, 生態的観察を行った。年齢は鱗の冬帯によった。特に成熟期の魚の年齢査定については, 鱗の吸収が少なく, 判定可能な個体を使用した。

形態上の差異

各注入河川の上流で獲られたものはアマゴ, 琵琶湖および注入河川の河口で獲られたものはビワマスで, それ

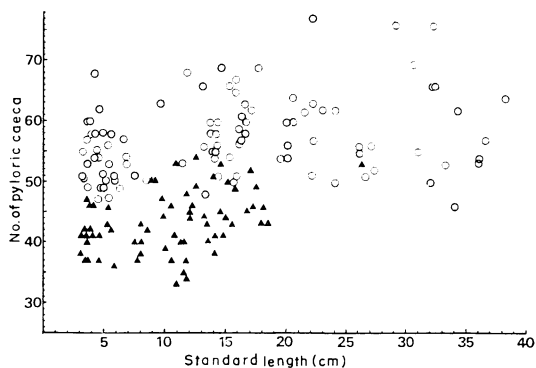


Fig. 3. Relationship between standard length and number of pyloric caeca in two forms of *Oncorhynchus rhodurus*. (▲), fluvatile form; (○), lacustrine form.

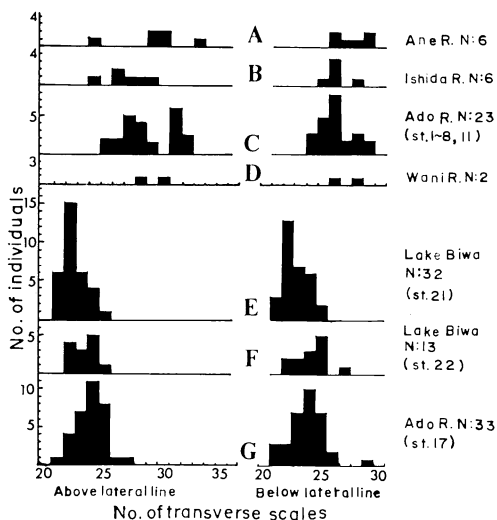


Fig. 4. Frequency distribution of number of transverse scales in two forms of *Oncorhynchus rhodurus*. A~D: fluvatile form, E~G: lacustrine form, G: data from Kato (1973). Left: above lateral line; right: below lateral line.

ぞれ次に示すような計数的形質と斑紋の違いがみられた。

(1) 計数形質

a. 幽門垂数：各注入河川で獲られたアマゴ（未成魚と成魚）の幽門垂数はそれぞれ 33~57 の範囲にあり (Fig. 2A~D), ビワマス（未成魚と成魚）の幽門垂数 46~77 (Fig. 2E~F) より少ない結果を示した。両型の

幽門垂数の成長に伴う変化は Fig. 3 のようになり、すでに稚魚期において顕著な差異が認められる。因みに稚魚期の幽門垂数は、標準体長 30~40 mm において、アマゴが 37~47 (平均 41.2, 12 尾) ビワマスが 48~68 (平均 55.9, 14 尾) であった。

b. 横列鱗数：各河川のアマゴの横列鱗数はそれぞれ 24~33/24~29 の範囲にあり (Fig. 4A~D), ビワマス

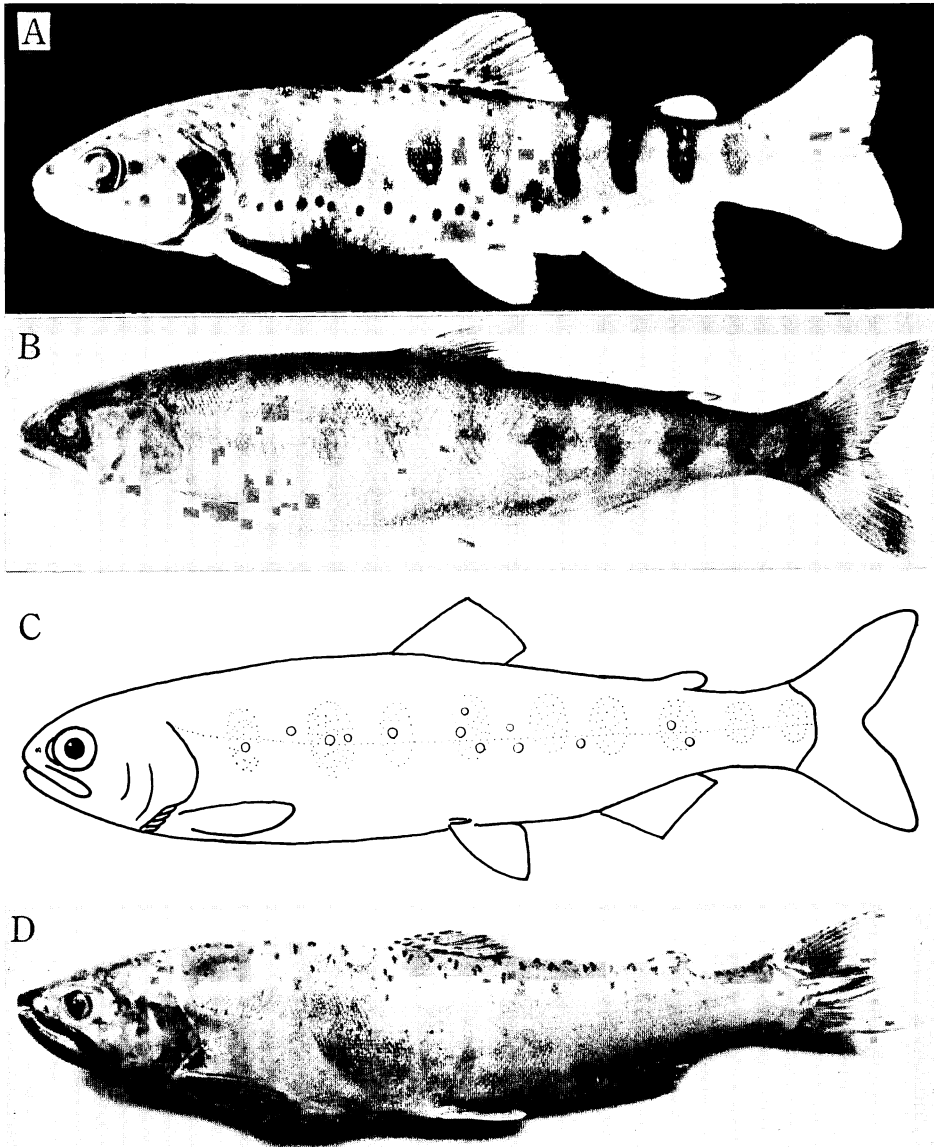


Fig. 5. Fluvial form (amago: A) and lacustrine form (biwamasu: B~D) of *Oncorhynchus rhodurus*. A: Mature female, 136 mm in standard length, parr marks and red spots (white spots in photograph) are on the lateral body (st. 7). B and C: Juvenile, 143 mm in standard length (○ red spots on lateral body) (st. 21). D: Mature male, 365 mm in standard length, parr marks and red spots are absent (st. 17).

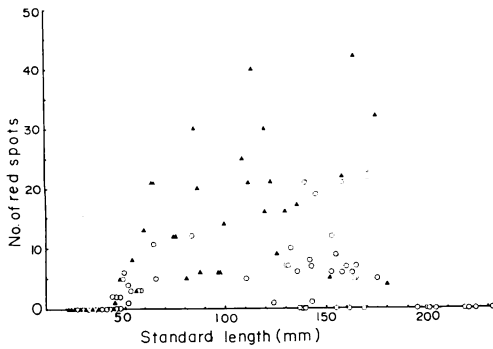


Fig. 6. Relationship between standard length and number of red spots in two forms of *Onchorhynchus rhodurus*. (▲), fluvial form; (○), lacustrine form.

の横列鱗数 21~27/21~29 (Fig. 4E~G) よりやや多く、特に上部横列鱗数においてその差が顕著であった。

c. 腹鰭条数: 各河川のアマゴの腹鰭条数は 9~10 軟条であるが、ビワマスはすべて 9 軟条で 10 軟条のものはみられなかった。

#### (2) 斑紋

アマゴの成魚期は、体側に赤点 (側線の上下に及ぶ) とパーマークが明瞭に存在した (Fig. 5A)。成長に伴う赤点数の変化は Fig. 6 の通りで、標準体長が 100~180 mm (未成魚と成魚, 15 尾) では、4~42 個 (平均 21 個、赤点の色は朱色のものが多い) であった。

次にビワマスの成魚期には、体側に赤点とパーマークが全くないが (Fig. 5D)、稚魚期と未成魚期には存在した。体側の赤点は主に側線付近に分布し (Fig. 5 B, C)、未成魚 (28 尾) の標準体長 100~175 mm では 0~21 個 (Fig. 6)、赤点を持つ 23 尾の平均は約 8 個、色は淡紅色のものが多かった。また標準体長 200 mm 以上の個体 (61 尾) では、赤点を持つものが 1 尾もみられず、すべて消失していた。パーマークは、標準体長 150 mm 位から、グリーンが沈着した銀白色の鱗の下に潜在し、赤点より先に消失するものと思われる。

上記のように、琵琶湖注入河川のアマゴの計数形質 (幽門垂数、横列鱗数、腹鰭条数) と斑紋 (赤点) は、長良川のアマゴ (河川型; 加藤, 1973a) と類似しており、ビワマスとの間にやや違いのあることが認められた。

#### 生態的観察

安曇川と琵琶湖内で獲られ、前述の形態学的研究からアマゴおよびビワマスと判定されたものの生態については、次のようであった。

#### (1) 季節的分布

アマゴは安曇川の upstream に周年生息し、8 月にはしし谷 (st. 5)、横谷 (st. 6)、棚林谷 (st. 7)、八幡谷 (st. 8)、麻生川上流 (st. 11) など、各支流の冷水域 (水温 20°C 以下) にみられた。11~3 月には、アマゴは支流の他、本流上流の平 (st. 1) から中流域の下荒川 (st. 13) 付近にかけてみられ、冬季に中流域へ降下するものがあると思われた。また 11~3 月には、築山 (st. 3) や栃生 (st. 4) 付近で、体色が銀白化したやや変態したアマゴ (標準体長 130~160 mm) が少数獲られた。しかし完全に降海型に分化したアマゴ (スモルト) はみられなかった。また下流域や湖でも、アマゴはみられなかった。

次にビワマスは、稚魚が下流域 (河口から 300~500 m 上流) で 3~5 月 (採集時の水温、8~14°C) に獲られたが、6 月以降は獲られず、湖へ降下するものと考えられた。湖では湖中生活時のビワマス未成魚が四季を通してみられ、特に夏季は水深 15 m 位で獲られ (長小糸網による)、水温躍層付近の冷水域に生息するものと思われる。湖で成熟したビワマスが安曇川へ産卵に溯河するのは、9~11 月であった。親魚の多くは河口のやなで捕獲され、ごく少数のものが中流域の高岩橋 (st. 12) の堰堤まで溯上した。中家孝司氏 (高島郡朽木村栃生在住) によると、往時 (堰堤敷設前) は栃生 (st. 4) にもビワマスが溯上し産卵したといわれる。

上記の季節的分布から、アマゴは注入河川に生息するが、ビワマスは稚魚期に川を降って湖で生活し、両者の生活形に違いがみられた。ビワマスが稚魚期に湖へ降下することや、湖中生活ののち成熟した親魚が秋季産卵に溯河することは、滋賀県水産試験場 (1915) や末富・大杉 (1952)、中村 (1963) の記述と同様であった。

#### (2) 食性

アマゴとビワマスのそれぞれの生息環境における食性を Table 1 に示した。アマゴは稚魚期 (標準体長 33.1~55.5 mm) に、水生昆虫の幼虫 (Ephemeroptera, Plecoptera, Tipulidae など) を主に食していた。また未成魚および成魚期 (標準体長 75.2~185 mm) では、冬季 (1 月) に水生昆虫の幼虫 (Ephemeroptera, Plecoptera, Blepharoceridae など) を、秋季 (10 月) には陸生昆虫 (成虫と幼虫) と水生昆虫の幼虫 (Chironomidae, Ephemeroptera など) を主に食していた。このようなアマゴの食性は馬野川の場合 (白石, 1958) とも似ていた。なお一部の個体で線虫 (Nematoda) がみられたのは、寄生によるものと思われる。

ビワマスは河川生活をする稚魚期 (標準体長 35.0~55.8 mm) には、水生昆虫の幼虫 (Ephemeroptera,

Plecoptera, Tipulidae など)を主に食していた。しかし、湖中生活に入ったビワマス(未成魚, 標準体長 111~200 mm)は, 3月に, アナンデルヨコエビ *Anisogammarus annandalei* (Tattersal) を主に食し, 次にビワオオウズムシ *Bdellocephala annandalei* Iijima et Kaburaki や魚類の稚魚なども食していた。また8月に獲られた未成魚(標準体長, 228~356 mm)は, アユ *Plecoglossus altivelis* Temminck et Schlegel を主に食し, 長尾類(Macrura)やアナンデルヨコエビも食していた。このような餌料生物は琵琶湖に生息するもので, 滋賀県水産試験場の報告(1942)とも似た食性を示していた。

上記のように, アマゴとビワマスの食性は河川生活をする稚魚期には類似していたが, ビワマスが湖へ降ってからは甲殻類や魚類を主に食し, アマゴとの間に食性の違いが生じた。なお降海したアマゴは魚食性を示すことが知られるので(加藤, 1973b; 本荘, 1977), 前記のような食性の違いは, 両型の異なる生息環境にもよることが考えられる。

(3) 年齢と成長

安曇川で獲られたアマゴの年齢と成長を Table 2 と Fig. 7 に示した。これから, アマゴの標準体長は満10ヵ月(0+)で約9cm, 満1年10ヵ月(1+)で約14cmに成長するものと思われる。体長・体重関係は  $W=0.0198L^{2.02}$  ( $W$ : 体重(g),  $L$ : 標準体長(cm))であった(Fig. 8)。

次にビワマスは, 標準体長が満1年3ヵ月(1+)で約15cm, 満1年11ヵ月(1+)で約23cm, 満2年8ヵ月(2+)で約31cmに成長するものと思われる(Table 2, Fig. 7)。体長・体重関係は,  $W=0.0153L^{2.05}$  ( $W$ : 体重(g),  $L$ : 標準体長(cm))であった(Fig. 8)。

上記のように, 安曇川のアマゴの年齢と成長は, 馬野川(白石・鈴木, 1957)や長良川(河川型; 加藤, 1973b)の場合と類似していた。また体長・体重関係は長良川産のアマゴ(河川型)の  $W=0.194L^{2.80}$  (加藤, 1973b)と類似していた。次にビワマスの年齢と成長は, 宮地ら(1976)の場合(1年で18cm, 2年で29cm, 3年で

Table 1. Analysis of food organism in stomach of two forms of *O. rhodurus*. Figures show the number of fish eating each food organism.

	Fluviatile form			Lacustrine form		
	Ado R. (st. 5)	Ado R. (st. 1~4)	Ado R. (st. 5, 7)	Chinai R. (st. 20)	Lake Biwa (st. 21)	Lake Biwa (st. 22)
Standard length	33.1~55.5	104~185	75.2~180	35.0~55.8	111~200	228~356
Range (mm)						
Month	Apr., May	Jan.	Oct.	Apr., May	Mar.	Aug.
No. of fish examined	9	9	16	10	21	8
Insecta						
Aquatic insects						
Ephemeroptera	9	8	4	6		
Plecoptera	4	4	1	2		
Tricoptera	1	2	3	6		
Blepharoceridae		4		1		
Tipulidae	3	1		4		
Chironomidae	1	1	7	2		
Terrestrial insects						
Adult	1		10	2		
Larvae			7			
Araneae			1			
Crustacea						
<i>Potamon dehaani</i>			1			
<i>Anisogammarus annandalei</i>		1			14	1
Macrura					2	3
Tubellaria						
<i>Bdellocephala annandalei</i>					8	
Pisces						
Unidentified fish fry					7	
<i>Plecoglossus altivelis</i>						8
Nematoda		4	12			

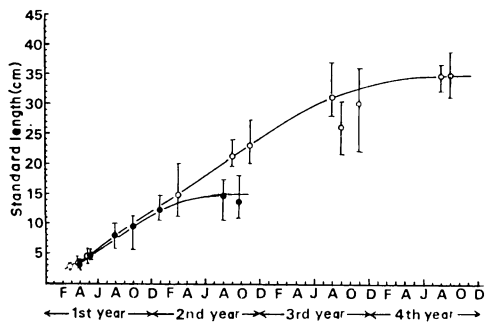


Fig. 7. Growth in two forms of *Oncorhynchus rhodurus*. Open circles represent the lacustrine form and solid ones the fluviatile form. Abscissa shows the months of the year.

37 cm) よりやや小さかったが、加藤 (1966) による飼育ビワマス (中禅寺湖産) よりは大きかった。またビワマスの体長・体重関係は宮地ら (1976) の  $W=0.0201L^{2.03}$  に近い値を示した。

天然のビワマスの年齢と成長についてはなお検討する

必要があると思われるが、アマゴに比べて、2年目と3年目の成長が盛んなため、著しい成長度の違いが生じた (Fig. 7)。降海したアマゴの標準体長は満1年で約15 cm、満1年5ヵ月で約27 cmに達することから (加藤, 1973b)、前記アマゴとビワマスとの間にみられた成長度の違いは、両型の異なる生息環境にもよることが考えられる。

(4) 成熟

安曇川の上流で、10月に生殖腺の成熟したアマゴが獲られた。このことから、産卵期は馬野川 (白石ら, 1957) や長良川 (加藤, 1973b) と同様、10月頃と思われる。成熟卵は淡黄色で、直径4~5 mm、成熟卵数は78~205 (標準体長120~180 mm, 5尾) であった。成熟個体数の割合から、雌雄とも2年で成熟するが、雄は1年で成熟するものがみられた (Table 2)。

次にビワマスの産卵期は、生殖腺の成熟状態から、10~11月と思われ、滋賀県水産試験場の報告 (1915) の10月中旬~11月末日 (11月中旬が盛期) と同様と思われる。成熟卵は橙黄色で、直径6~8 mm、成熟卵数は42g

Table 2. Growth and maturation in two forms of *O. rhodurus*. Values in parentheses represent matured specimens.

Month	Station	No. of specimens	Age	Sex		Standard length (mm)	
				♂	♀	Range	Mean
Fluviatile form							
Jan.	1~4	9	1+	3 (0)	5 (0)	104~148	120.4
			2+	0	1 (1)	185	
Apr.	5	28	0+			22.1~39.5	29.6
May	5	7	0+			43.5~55.5	47.6
Aug.	8, 11	8	0+	4 (0)	1 (0)	57 ~99.5	78.1
			1+	2 (0)	1 (0)	105 ~172	145.0
Oct.	5, 7	16	0+	3 (3)	5 (0)	55.2~112	93.8
			1+	2 (2)	6 (5)	109 ~180	135.3
Lacustrine form							
Mar.	16	10	0+			25.4~29.0	26.9
	20	54	0+			22.5~37.0	27.8
	21	32	1+	19 (0)	13 (0)	111 ~200	148.9
Apr.	20	31	0+			25.5~45.5	32.7
May	20	21	0+			31.0~58.0	46.3
Aug.	22	26	1+			232	
			2+			280 ~370	314.0
			3+			320 ~365	344.3
			4+			430	
Sep.	17	11	1+	5 (5)	0	195 ~240	213.8
			2+	3 (3)	0	215 ~305	260.0
			3+	1 (1)	2 (2)	310 ~382	350.7
Nov.	17	17	1+	6 (6)	0	200 ~273	230.2
			2+	5 (5)	4 (4)	220 ~360	300.0
			3+	0	2 (2)	340 ~343	341.3

～815 (標準体長 220～340 mm, 5尾) であった。成熟個体数の割合から、雌雄とも3年以上で成熟するが、雄は2年で成熟するものがみられた (Table 2)。

アマゴの成熟年齢は、天然魚も飼育魚も雌が2年、雄が1～2年である (鈴木ら, 1958; 加藤, 1973b; 本荘, 1977)。安曇川のアマゴもこれと同じ結果を示した。次にビワマスの成熟年齢は、天然魚が3年 (大島, 1957)、または3～6年 (末富・大杉, 1952) で、飼育魚が雌は3年、雄は2年である (大島, 1957)。今回調べたビワマスの成熟年齢は、雌が3～4年、雄が2～4年で、ほぼ前記の報告の範囲にあった。以上の天然魚および飼育魚の結果から、アマゴはビワマスより若年齢で成熟することが考えられる。この成熟年齢の違いは、飼育魚においても現われることから、両型に固有の性質といえよう。

### 考 察

琵琶湖水系におけるアマゴの分布については、大島 (1957) が安曇川と愛知川、姉川を、山本 (1973) がさらに和瀬川、石田川、芹川、犬上川 (放流による)、野州川などをあげている。古くは滋賀県水産試験場 (1915) がアマゴの生息地を滋賀県の河川としているのも、琵琶湖注入河川の例と思われる。これらのことから、琵琶湖注入河川には、以前からアマゴが生息していたものと思われる。

今回の調査で、アマゴとビワマスの生殖隔離の有無や雌雄比については、充分検討することができなかった。しかし、前述のように、琵琶湖水系に生息するアマゴとビワマスは計数的形質や斑紋 (赤点) にやや違いがあり、生活形や成熟年齢のような生態面でも違いのあることが判明した。これらのことから、琵琶湖水系に生息するアマゴとビワマスは、系統的にやや異なる別個体群と考えられる。なお安曇川では、アマゴのスモルトが確認されず、また湖中でもアマゴが発見されなかったことから、アマゴの降海型 (または降湖型) が出現していないように思われたが、この点については、さらに調査を重ねたい。

これまでサケ科魚類には多くの種について、降海型と淡水型 (河川型と湖沼型) が知られ、分化の程度について種々論議されている。Wilder (1952) はカワマス *Salvelinus fontinalis* Michill について、Trewavas (1953) はブラウンマス *Salmo trutta* Linnaeus について、降海型と河川型は形態的に未分化であると述べている。次に Ricker (1938, 1940) は、ベニマス *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) の残留型と kokanee (ヒメマ

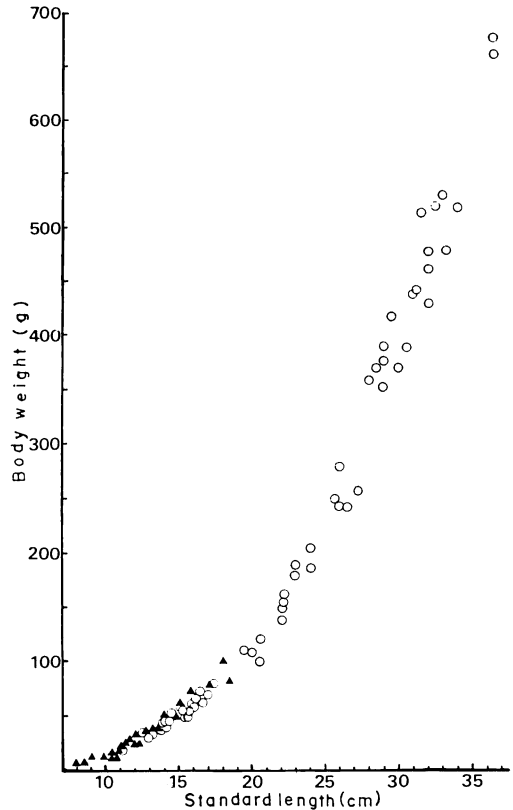


Fig. 8. Relationship between standard length and body weight of two forms of *Oncorhynchus rhodurus*. (▲), fluviatile form; (○), lacustrine form.

ス, *O. nerka kennealyi*) が同一の湖沼に生息していても両者は形態、生態が分化し、別個体群をなしていると述べている。アマゴとビワマスも、前述のように、形態および生態がやや分化していたことから、Ricker (1938, 1940) の kokanee とベニマス残留型との関係に類似した点がみられる。

琵琶湖に固有のビワマスと、西南日本の太平洋側に比較的広く分布するアマゴとが、同一水系 (琵琶湖水系) に生息することは、種内分化とも関連して誠に興味深い。この点についての研究は今後の課題である。

### 謝 辞

本研究をするに当り、文献の入手についてお世話になった九州大学農学部水産第二講座の木村清朗氏、調査にご協力を頂いた滋賀県高島郡安曇川町舟木漁業協同組合の方々並びに高島郡マキノ町知内、南郷水産センター高島事務所の沢田栄二氏に深謝する。

引用文献

- 本莊鉄夫. 1977. アマゴの増養殖に関する基礎的研究. 岐阜県水産試験場研究報告, (22): 1~103, figs. 1~71.
- 加藤文男. 1973a. 伊勢湾で獲れたアマゴの降海型について. 魚類学雑誌, 20 (2): 107~117, figs. 1~7.
- 加藤文男. 1973b. 伊勢湾へ降海するアマゴ (*Oncorhynchus rhodurus*) の生態について. 魚類学雑誌, 20 (4): 225~234, figs. 1~10.
- 加藤文男. 1975. 降海型アマゴ *Oncorhynchus rhodurus* の分布について. 魚類学雑誌, 21 (4): 191~197, figs. 1~3.
- 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, 462 pp., 56 pls.
- 森川光郎. 1964. 琵琶湖平均水温の年変化とその変動. 滋賀大学研究紀要, 14: 19~26.
- 中村守純. 1963. 原色淡水魚類検索図鑑. 北隆館, 258 pp., 191 figs.
- 大島正満. 1957. 琵琶鱒と桜鱒. 楡書房, 札幌, 79 pp., 44 figs.
- Ricker, W. E. 1938. "Residual" and kokanee salmon in Caltus Lake. J. Fish. Res. Bd. Canada, 4: 192~218.
- Ricker, W. E. 1940. On the origin of kokanee, a fresh-water type of sockeye salmon. Trans. Roy. Soc. Canada, ser. 3, sect. 5, 34: 121~135.
- 白石芳一・鈴木規夫. 1957. 三重県馬野川のアマゴに関する水産生物学的研究. 第1報. 外部形態学の研究. 淡水区水産研究所資料, (15): 1~17, figs. 1~6.
- 鈴木規夫・白石芳一・吉原重三. 1958. 三重県馬野川のアマゴに関する水産生物学的研究. 第3報. 生殖巣に関する研究. 淡水区水産研究所資料, (15): 1~17, figs. 1~6.
- 白石芳一. 1958. 三重県馬野川のアマゴに関する水産生物学的研究. 第5報. 食性に関する研究. 淡水区水産研究所資料, (19): 1~23, figs. 1~8.
- 末富寿樹・大杉久治. 1952. 琵琶鱒の資源. 滋賀県水産試験場報告, 2: 78~83, figs. 1~6.
- 滋賀県. 1971. 琵琶湖国定公園学術調査報告書. 493 pp.
- 滋賀県水産試験場. 1915. 琵琶湖水産調査報告, 3: 1~119, pls. 1~8.
- 滋賀県水産試験場. 1942. 琵琶湖重要魚族天然餌料調査報告書. 80 pp.
- Trewavas, E. 1953. Sea-trout and brown trout. Salmon and Trout Mag., 139: 199~215.
- Wilder, D. 1952. A comparative study of anadromous and freshwater population of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) (Mitchill). J. Fish. Res. Bd. Canada, 9 (4): 169~203, fig. 1.
- 山本素石. 1973. 西日本の山釣. 釣の友社, 大阪, 494 pp.
- Yoshiyasu, K. 1973. Starch-gel electrophoresis of hemoglobins of freshwater salmonid fishes in southwest Japan-II. Genus *Oncorhynchus* (Salmon). Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 39: 97~114, figs. 1~25.

(915 福井県武生市八幡 2-25-15 福井県立武生高等学校)