

## 三重県平倉川におけるアマゴ *Oncorhynchus rhodurus* の体の 大きさと食物の関係

名越 誠・酒井 寿之

### Relation between Body Size and Food of the Amago, *Oncorhynchus rhodurus*, from Hirakura Stream, Mie Prefecture, Japan

Makoto Nagoshi and Toshiyuki Sakai

(Received July 3, 1979)

Stomach contents of the amago, *Oncorhynchus rhodurus*, collected in Hirakura Stream, Mie Prefecture, were investigated and relation between body size and food of this fish and the phenomenon of size hierarchy are discussed. Smaller fish in body length feed mainly on smaller aquatic insects, such as Baetidae and Ecdyonuridae, while larger ones have a strong preference to larger aquatic and terrestrial insects. During summer, smaller fish have little chance of obtaining terrestrial insects because of the predominance of larger fish which feed on terrestrial insects falling on the water surface.

(Faculty of Fisheries, Mie University, 2-80, Edobashi, Tsu 514, Japan)

アマゴ *Oncorhynchus rhodurus* Jordan et McGregor の食性については、川合 (1955)、白石 (1958)、名越ほか (1972)、古川 (1978) らの報告がある。これらのうちで白石 (1958) は食性の季節変化、成長に伴う変化などを詳しく報告している。古川 (1978) は渓流域の大型のアマゴが水面に落下する陸生昆虫をおもに摂取する点で、小型個体より空間的に有利な水表面近くを占めることを指摘している。すなわち、彼は溪流に生息するアマゴに size hierarchy の現象が存在することを示唆している。Size hierarchy が成長に及ぼす影響については、Brown (1946, 1957)、Magnuson (1962)、名越 (1967a, b)、Nagoshi (1978) らが種々の魚類を用いて実験的に認めている。

本研究では、アマゴの成長期である5月から11月に大きさの異なる個体の胃内容物を調査し、大型のアマゴは常に水面に落下する陸生昆虫を主に摂取し、空間的に小型個体より優位な場所を占めることを認めた。ここでは、これらの点からアマゴの成長に関与する size hierarchy の現象について検討した。

#### 調査場所の概要

調査を行った平倉川は、三重県のほぼ中央部を西から

東へ貫流して伊勢湾に注ぐ雲出川の源流域であり、東俣谷と西俣谷に分岐している (Fig. 1)。この流域の周辺は標高 1000 m 前後の山で囲まれた三重大学農学部附属演習林であり、全体の約 60% 天然生林で被われている。主に調査を行った西俣谷の流程は約 1500 m であり、流れの勾配は急で、瀬と淵が交互に出現する Aa 型 (可児 1944) の河床形態となっている。

この水域は夏期でも 18°C 以上には水温が上昇しない冷水域であり、アマゴの好適な生息場所となっている。1965~1972 年の 8 年間の年平均降水量は 2605 mm であり、5~9 月の 5 ヶ月間の降水量がそのほとんどを占めている。特に 7~9 月の台風の季節には 1 日に 200 mm 以上のことがしばしばある (山本, 1974)。そのような時には河床は洪水により著しく変化する。しかし 1977 年の降水量は 2128 mm で、平年より少なかった。

この水域には、アマゴの他にタカハヤ *Phoxinus lagowski* Dybowski f. *oxycephalus* (Sauvage et Dabry)、カジカ *Cottus hilgendorfi* Steindachner et Doderlein、ウナギ *Anguilla japonica* Temminck et Schlegel、カワヨシノボリ *Rhinogobius flumineus* Mizuno、アカザ *Liobagrus reini* Hilgendorf の 6 種の魚類が生息している。ウナギ、カワヨシノボリ、アカザの生息密度は

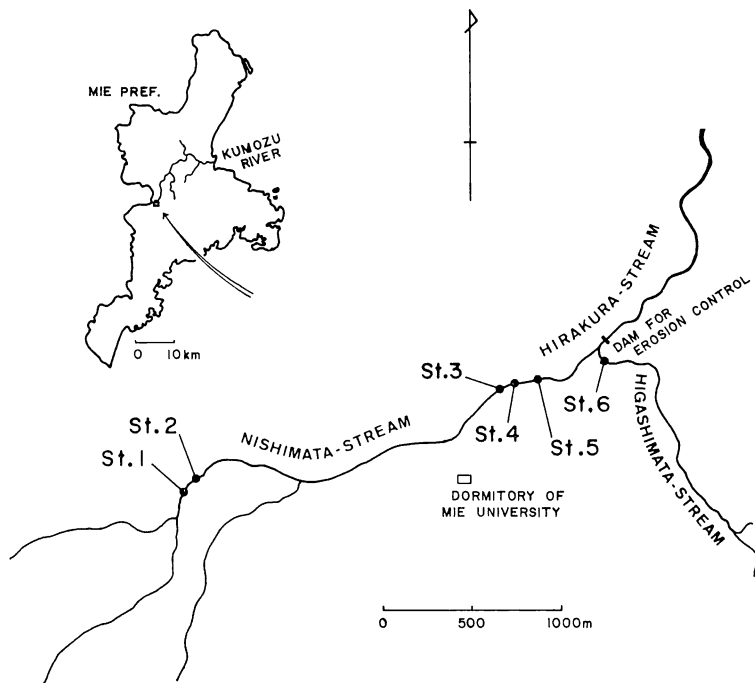


Fig. 1. Location of stations in Hirakura Stream.

他の魚種に比べて極めて小さく、西俣谷では下流部に限られている。

東俣谷と西俣谷の合流点近くには高さ約 5 m の砂防堰堤があり、下流からの魚類（ウナギを除く）の溯上はないと考えられる。それより上流は禁漁区になっているのでアマゴは人為的な影響を受けることは少ない。

#### 材料と方法

1977 年 5 月から 11 月までの各月の中旬に、主に西俣谷で川干し、タモ網、釣りなどによって、合計 155 尾のアマゴを採集した。それらの標本の体長、体重を測定した後、胃を取り出して 10% のホルマリンで固定した。胃内容物の表示は、一般に重量法、体積法、個体数法、頻度法、点数法などによって行われる。ここでは、主に目盛スライドを用い、一定面積内を占める各生物の面積比で示し、さらに個体の大きさが著しく異なるときには体積法、重量法を併用した。

水生昆虫の採集はちりとり型金網（1 mm 目）を用いて 50×50 cm の河床面積について行った。

#### 水生昆虫相

種類別の水生昆虫の個体数を Table 1 に示した。各地点での採集をそれぞれ瀬と淵で行ったが、St. 1 と St. 2 および St. 3 と St. 4 の間の水生昆虫相には大きな差異

が認められなかったもので、それぞれ St. 1~2 と St. 3~4 に纏めた。また、瀬と淵の水生昆虫相にも明瞭な差異はなかった。

採集した総種類数は 76 種で、その内訳は毛翅目 27 種、蜉蝣目 25 種、襍翅目 11 種、双翅目 8 種、蜻蛉目 2 種、鞘翅目 2 種、広翅目 1 種であった。アマゴの胃内容物からは、これら以外の種が見出されることから、実際にはもっと多くの種が生息していると考えられる。種類数は St. 1~2 で 60 種、St. 3~4 で 63 種であり、両者の間にはほとんど差がない。両者に共通でない種は個体数の極めて少ない 27 種である。この水域全体の場所による水生昆虫相の差は小さいものと考えられる。

蜉蝣目では、*Baetis thermicus* と *Epeorus latifolium*、襍翅目では *Oyamia gibba*、毛翅目では *Mystrophora inops*、*Stenopsyche griseipennis* および *Hydropsyche ulmeri* が優占種である。優占種の季節変動では、7 月から 9 月に個体数が減少し、10 月以降は増加する傾向がみられる。これは多くの種の羽化の最盛期が夏期であることに起因している。

Fig. 2 は水生昆虫の目および生活型別の個体数組成を月毎に示したものである。目別ではほとんどの月で蜉蝣目が 50% 以上を占め、毛翅目、襍翅目などがこれに続いている。しかし、重量では大型個体の多い毛翅目が優占している。

Table 1. Numbers of individuals per m<sup>2</sup> of aquatic insects collected from Hirakura Stream.

	St. 1~2							St. 3~4							
	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
<b>Ephemeroptera</b>															
<i>Ephemera japonica</i>	11			4		11	2	1					12	20	6
<i>Paraleptophlebia</i> sp. na							2	2					4		
<i>Ephemerella basalis</i>	2					11	2	1						14	7
<i>E. yoshinoensis</i>	16	24	33		2	3			30	19	1	10	2		
<i>E. trispina</i>	3							19	7	10	3				
<i>E. EB</i>			2												
<i>E. EC</i>								2							
<i>E. ED</i>												1	3		
<i>E. sp. nax</i>	24					23		48	37	1				8	3
<i>E. nigra</i>								1							
<i>E. sp. nay</i>	3	1	18	2		23	2		10	9	3	2	2	20	3
<i>Baetis thermicus</i>	36	7	17	29	39	17	11	36	19	6	19	6	39	25	9
<i>Baetiella japonica</i>	14	6	5	1	5	7	8	5	6	36	1		5	4	
<i>B. spp.</i>				14	1		2						2		
<i>Epeorus hiemalis</i>	25		5	6	3			28	8		2				
<i>E. latifolium</i>		59	24	1	6	27		25	16	20	16	6	34	38	43
<i>E. napaeus</i>				1											
<i>E. ikanonis</i>	1	61	15			48		9	1	15	4		6	25	1
<i>E. curvatulus</i>		1	12	20	36	12		1							
<i>Ecdyonurus tobiironis</i>			4	1											
<i>E. sp. EA</i>								8							
<i>E. kibunensis</i>	34		5	19	4		1	2	1		36	5	46		
<i>Rhithrogena japonica</i>												9	4	2	2
<i>Cinygma hirasana</i>								15							
<i>C. sp.</i>	25			2	1		1		11			5			
<b>Odonata</b>															
<i>Calopteryx atrata</i>							1								
<i>Davidius nanus</i>	3			1		3		1				1	1		
<b>Plecoptera</b>															
<i>Nogiperla japonica</i>			1		2	1	1			6					
<i>Amphinemura</i> sp.				1		3		1			2			3	2
<i>Protonemura</i> sp.		1		2	3		1			1			2		1
<i>Isoperla asakawae</i>	1							3	3						
<i>Paragnetina tinctipennis</i>				4	3	2	3				3			8	1
<i>Oyamia gibba</i>	11	13	14	3	15	6	4	10	9	14	12	8	23	17	4
<i>Caroperla pacifica</i>															1
<i>Acroneuria jezoensis</i>	5					10	1							4	2
<i>A. stigmatica</i>				2			3								10
<i>Gibosia</i> sp.		1			1	1	3	6	1						1
<i>Haploperla japonica</i>			1			10	12	1		1	2		1	3	1

Megaloptera																		
<i>Protohermes grandis</i>															1	5	1	
Trichoptera																		
<i>Rhyacophila yamanakaensis</i>			2															
<i>R.</i> sp. RA				2		1	1	1	1						3		2	5
<i>R. articulata</i>	1				1				1						3		4	
<i>R. nigrocephala</i>			1						2	3						1		
<i>R.</i> sp. RE			1		5											4		
<i>R. clemens</i>	6			1					1	3								
<i>R.</i> sp. RH									1									
<i>R. kawamurai</i>				1							6						1	
<i>R. tranquilla</i>																	3	
<i>R. tacita</i>			2		1													
<i>R. brevicephala</i>									7	2								
<i>Mystrophora inops</i>	7	6	21	30	4	2		18	6	37	14	65	71			3		
<i>Dolophilodes</i> sp.	7	1	1		5	1		10	3		2							
<i>Stenopsyche griseipennis</i>	8	21	37	7	14	36		36	16	25	17	4	16		25	16		
<i>Polycentropus</i> sp. PC	4									3					3			
<i>Psychomyia</i> sp. PA			1			1												
<i>Arctopsyche</i> sp. D		3	1								11							
<i>A.</i> sp. A					1	1												
<i>Hydropsyche gifuana</i>			2															
<i>H. ulmeri</i>	36	3	12	10	17	4		47	20	7	21	1	20		11			
<i>H.</i> sp. HA		2	1	5	9	4			1	4			1		1			
<i>Diplectrona</i> sp. DA						1												
<i>Arthropodes</i> sp. LC			1															
<i>Limnocentropus insolitus</i>			1															
<i>Goera japonica</i>						1						1						
<i>Brachycentrus</i> sp.						1									14			
<i>Uenoa tokunagai</i>						153	32					1			66	197		
Coleoptera																		
<i>Gyrinus japonicus</i>										1								
<i>Mataeopsephenus japonicus</i>										1								
Diptera																		
<i>Tipula</i> sp. TA																		1
<i>Antocha</i> sp.	1		1		2			2	17			1	3	1	2			
<i>Eriocera</i> sp. EB	1			1	1	1		2	2				2	4	1			
<i>E.</i> sp. ED								1							3			
<i>E.</i> sp.																2	1	
Simuliidae		1																
Chironomidae	30							2										
<i>Atherix</i> sp.													3					

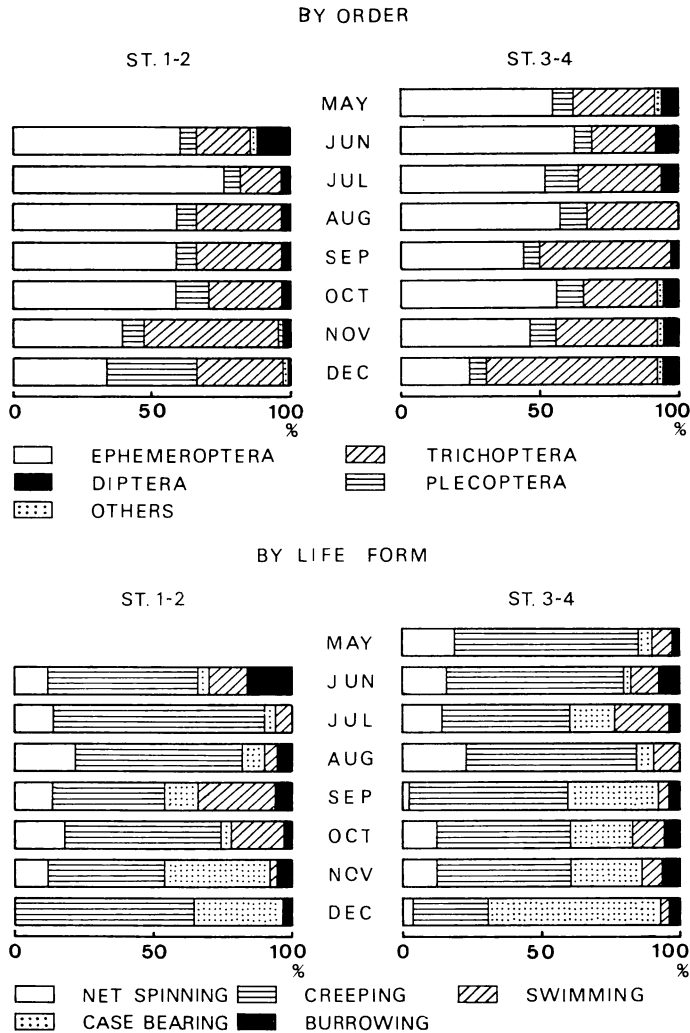


Fig. 2. Monthly change in percentage composition of the number of individuals of aquatic insects.

生活型別では、匍匐型のものが多く携巢型、造網型、游泳型などがこれに続いている。8月以降は *Uenoa tokunagai* が特に多くなるために携巢型の占める割合が大きくなる。匍匐型では *Epeorus* 属、游泳型では *Baetis* 属、造網型では *Stenopsyche griseipennis*, *Hydropsyche ulmeri*, 携巢型では、*Mystrophora inops*, *Uenoa tokunagai* が優占する種類である。

一般の河川の上流域で知られているように、この水域でも匍匐型および游泳型の蜉蝣目と造網型および携巢型の毛翅目が全体の約 90% を占めている。

#### 魚体の大きさと食物

アマゴの胃内容物中の水生昆虫と陸生昆虫の容積比を測定し、その結果を魚の体長範囲別に Fig. 3 に示した。アマゴは水生昆虫よりむしろ陸生昆虫を好んで捕食する傾向がある。20~80 mm のものでは、11 月を除き水生昆虫が陸生昆虫より大きい割合を占めている。11 月にはほとんどの個体が 70 mm 以上であることに起因して陸生昆虫が多くなっているものとする。80~140 mm のものは陸生昆虫を主要な餌とし、140 mm 以上のものではその傾向がさらに強まり、水生昆虫は極めて少なくなる。

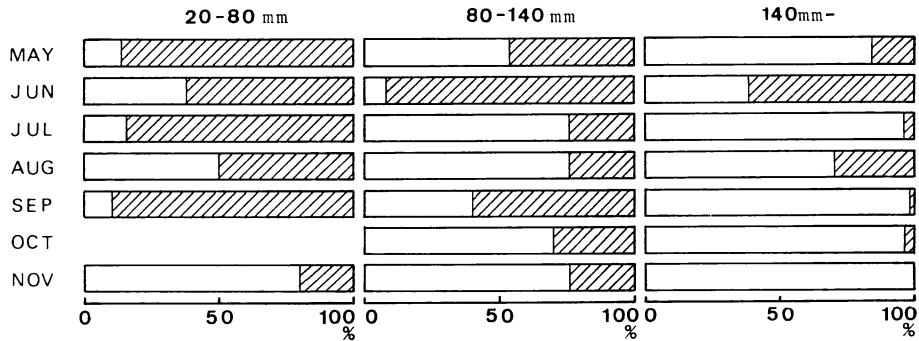


Fig. 3. Numerical ratio of terrestrial (white bar) and aquatic (shaded bar) insects of various size groups in the stomach contents of the amago.

20~80 mm のものでは、9月までは小型の真正クモ目が多く、11月には小型の双翅目が多数捕食されている。80~140 mm のものでは、真正クモ目、直翅目バッタ類、膜翅目アリ類とハチ類、鞘翅目ゴキムシ科などが多数捕食されている。140 mm 以上のものは鞘翅目カミキリムシ科、直翅目バッタ類、膜翅目アリ類およびハチ類の大型のものを主に捕食している。しかし、8~9月

にはトンボ類を多数捕食する。

Table 2 に体長別の胃内容物中の水生昆虫だけを科ごとに纏めて、個体数百分率で示した。また、それらの目別および生活型別の個体数百分率を Fig. 4 に示した。

20~80 mm のものは、流れのゆるやかな岸よりの浅い所に多く生息する小型の Baetidae, Ecdyonuridae, Chironomidae を主に摂取するが特に Baetidae を好ん

Table 2. Constitution of food items in the amago of three size groups in body length. A, 20~80 mm; B, 80~140 mm; C, larger than 140 mm. Figures indicate percentages of the number of individuals to total number.

Food	May			Jun.			Jul.			Aug.			Sep.			Oct.			Nov.		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	B	C	A	B	C	
EphemereIIDae	1	13	9	4	8	7	2	21		14	4	100									
Baetidae	54	16	2	45	34	7	71	25		37			51	10	5	22	6	35	50		
Ecdyonuridae	20	22	49	19		7	3	14	33	8			31	14		22	26	30	46		
Peltoperlidae	1	2		2			0.2	4													
Nemouridae	3												2								
Perlidae		18	3		8	22	0.3	8	17	2			2	7	45	8	44		2		
Rhyacophilidae	3	18	2	2	17	7	1.3	18		29	70		7	12	40	26	10		5		
Philopotamidae	3	2	15	2	17		3	8		4			4						2	1	
Stenopsychidae		2	12			40			33				3								
Polycentropidae		1																			
Hydropsychidae	1	3	4		8		0.2						1	1							
Leptoceridae										8			3			7	8				
Limnophilidae										14			8								
Sericostomatidae										2			29								
Dytiscidae																			3		
Blepharoceridae													1	5							
Tipulidae		1	2	18		7		2													
Simuliidae							19			4											
Chironomidae	14	2	2	4	8					4			5	2	5		7	18	2		
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Number of sample	26	25	9	3	1	2	15	8	6	9	7	2	8	5	8	4	6	6	4	1	

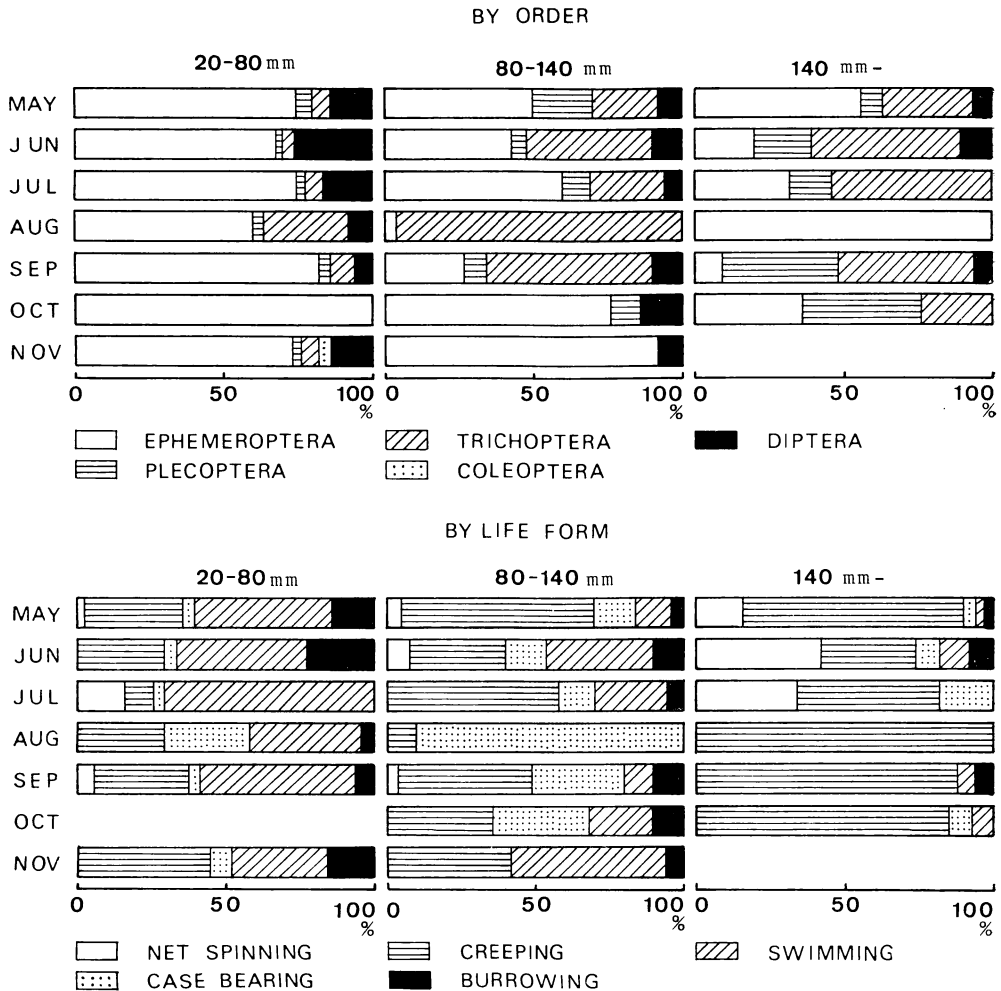


Fig. 4. Monthly change in percentage composition of the number of individuals of aquatic insects occurred in the stomach on the amago according to size groups.

で捕食している。この体長範囲のものは川岸近くの流速の小さい水溜りや浅い所を生息場所にしており、食性の面にもそれが反映している。

ほとんどの個体が1才魚である80~140 mmのものでは、Baetidae, Ecdyonuridae, Ephemerellidae, Rhyacophilidaeなどが主に餌になっている。特にそのうちでも生息数の多いRhyacophilidaeの*Mystrophora inops*がよく捕食されている。同じ科に属する水生昆虫でも、80~140 mmのものでは、20~80 mmのものに捕食されているものに比べて大きい個体、しかも大きな種類が餌となっている。

140 mm以上のものでは、水生昆虫を捕食する割合は小さくなり、捕食されているのは数は少ないが大型の

Ecdyonuridae, Stenopsychidae, Perlidaeなどである。特に、*Oyamia gibba*と*Stenopsyche griseipennis*が比較的多い。

目別の個体数組成では、20~80 mmのアマゴは蜉蝣目を60%以上捕食しており、双翅目、毛翅目、襃翅目がこれにつづいている。河川から採集した水生昆虫相(Fig. 2)に比較して蜉蝣目と双翅目の占める割合が増大している。アマゴはこれらを選択的に捕食しているものと考えられる。80~140 mmのものも蜉蝣目を多く捕食しているが、前者よりも大型の毛翅目や襃翅目を選択する傾向がある。この傾向は140 mm以上のものではさらに顕著になる。

胃内容物中の水生昆虫の生活型別の個体数組成の結果

についてみると、20~80 mm のアマゴでは游泳型と匍匐型、とくに游泳型のものが多く、80~140 mm のものでは匍匐型と携巢型のもの占める割合が大きくなり、前者より游泳型のを捕食する割合が減少する。140 mm 以上のは匍匐型に集中する傾向があり、明らかに前2者とは異なっている。また、140 mm 以下のものではほとんど捕食されていなかった造網型のものが比較的多く捕食されている。

20~80 mm のアマゴは蜉蝣目の中の游泳型である Baetidae と匍匐型の Ecdyonuridae を最もよく捕食し、双翅目の Chironomidae がそれらにつづいてよく捕食されている。80~140 mm のものでも匍匐型の Ecdyonuridae, Ephemerellidae, 游泳型の Baetidae などの蜉蝣目が最も多く捕食されているが、夏期には携巢型の毛翅目の *Mystrophora inops* が蜉蝣目よりも多く捕食されている。140 mm 以上のアマゴは匍匐型蜉蝣目の Ecdyonuridae, Ephemerellidae, 楨翅目の *Oyamia gibba* などを主に捕食している。以上述べてきたように、アマゴの体の大きさによって餌となる水生昆虫の種類および大きさが異なる。

#### 考 察

以上の結果から、アマゴはそれぞれの发育段階、体の大きさにより生息する空間が異なっているために、胃内容物が体の大きさによって異なるものと考えられる。すなわち、大型個体ほど陸生昆虫を多く捕食する。これは、両者が同じ淵に生息する場合に、大型個体は流下および落下する陸生昆虫の捕食に有利な淵頭の水表面附近を占めるのに対し、小型個体は流下・落下する昆虫を発見しにくい底層や淵尻などに生息していることと関係している。実際に大きい淵で潜水観察した結果からもこのことが認められる。一般に知られているアマゴのなわばり性の強い性質と関連して、大型魚は小型魚より空間的に優位な場所を占める、いわゆる size hierarchy 現象が起こっているものと考えられる。

溪流に生息するアマゴの size hierarchy 現象について、名越ほか (1972) は宮川および榎田川の上流域に生息するアマゴの胃内容物を調べ、「大型魚は小型魚より優位であって、流れの中心部近くで隠れ場所のある条件のよい場所を占め、陸上から落下したり、流下する昆虫を優先的に摂食するが、小型魚はそのような場所から追われて悪い条件のところへ生息する」と述べ、size hierarchy 現象を認めている。

古川 (1978) は淵に生息するアマゴを観察した結果に基づいて、大型個体と小型個体は表・底2層の空間を分

割利用し、この2つの空間がアマゴにとって等価値でなく、優位な大型個体は表層を占め、陸生昆虫を主に捕食することを報告している。このことはアマゴの餌となる陸生昆虫を捕食する点で大型個体は有利な空間を占めるということを示している。

このような size hierarchy 現象は、結果的にはアマゴの成長量に影響することが考えられる。実験的にも size hierarchy が成長におよぼす影響は種々の魚類で知られている (Brown, 1946, 1957; Stringer and Hoar, 1955; Yamagishi, 1962; Magnuson, 1962; Nagoshi, 1967a)。

Brown (1946, 1957) は brown trout を使った実験において、大型魚の存在は小型魚の摂餌率を低下させ、成長率をも減少させることを指摘している。

Stringer and Hoar (1955) は *Salmo gairdneri kamloops* と *Oncorhynchus kisutch* について、大型魚は小型魚より攻撃する回数が多く、大型魚を取り除くと、つぎに大きい個体が優位になり、大きい個体ほど大きいなわばりを持つことを実験で認めている。これは、なわばりによって大型魚が餌を占有し、小型魚の摂餌率を低下させることを示唆しているといえよう。

Yamagishi (1962) はニジマスの稚魚を用いた実験で「ドミナントな個体は常に水槽の全底面をなわばりとして占有し、なわばり確立初期には、ドミナントな個体の成長はかならずしも劣位の個体より早くないが、なわばり防禦が強固になるにつれてドミナントな個体の成長が早まり体重において第1位となった」ことを報告している。この場合にも、なわばりの確立によって大型魚が餌を占有し、小型魚に影響を与えるということが考えられる。Magnuson (1962) はメダカを用いた実験で、大型魚は小型魚に対して優位で優先的に摂餌し、餌が不十分な時には摂餌速度が小型魚より大であるために小型魚の摂餌率は低下し、成長率も低下すると報告している。つまり、size hierarchy によって変化する小型魚の成長率を決定する大きい要因は摂餌率ではないかということを示唆している。また、名越 (1967a) のグッピーの実験でも、大型魚の存在は小型魚の摂餌率・成長率を低下させることが明らかにされている。

これらの実験は室内の人為的な条件下で行われたものであり、自然条件下では必ずしも同様の現象が起こっているとは限らないが、溪流の狭い淵に生息するアマゴでは、これに類似した現象が起こっているものと推測される。実際に自然条件下のアマゴでも同じ年級群で著しい個体差が成長に伴って現われ、しかも同じ淵に生息している。以上のことから溪流に生息するアマゴでも



size hierarchy 現象が見られ、それが成長に影響していることを無視できないといえる。

#### 謝 辞

本研究に当たっては、多くの方々の援助を得た。三重大学農学部附属演習林内での野外調査を進める上で元三重大学農学部の山本潔美助教授をはじめとする演習林職員の皆様方には、特に便宜をはかって頂いた。水生昆虫の同定については、奈良女子大学の川合禎次教授、奈良県立小学校教員養成所の御勢久右衛門教授、陸生昆虫については、三重大学農学部の島地岩根氏より指導と助言を頂いた。また、三重大学水産学部海洋基礎生産学講座の皆様方には野外調査で多大な協力を得た。ここに記して感謝の意を表わす。

#### 引用文献

- Brown, M. E. 1946. The growth of brown trout (*Salmo trutta* Linn.) I. Factors influencing the growth of trout fry. J. Exptl. Biol., 22: 118~129, figs. 1~5.
- Brown, M. E. 1957. The physiology of fishes, Vol. 1. Academic Press, New York, 447 pp., 82 figs.
- 古川哲夫. 1978. イワナとアマゴの空間利用と棲みわけ. アニマ, (62): 17~23, figs. 1~4.
- 可児藤吉. 1944. 溪流性昆虫の生態. 昆虫 (上), 研究社, 東京, 559 pp, 99 figs.
- 川合禎次. 1955. 大杉谷七ツ釜附近で得たアマゴの食性. 大杉谷・大台ヶ原山の自然, 21~24, figs. 1~2.
- Magnuson, J. J. 1962. An analysis of aggressive behavior, growth, and competition for food and space in medaka (*Oryzias latipes*, Pisces, Cyprinodontidae). Can. J. Zool., 40: 313~363, figs. 1~18.
- 名越 誠. 1967a. グッピーの成長におよぼす size hierarchy の影響についての実験. 三重県立大学水産学部紀要, 7(2): 165~189, figs. 1~10.
- 名越 誠. 1967b. 魚類の成長におよぼす size hierarchy の影響について. 三重県立大学水産学部紀要, 7(2): 191~198.
- Nagoshi, M. 1978. The effect of food and size hierarchy on the growth in the fry of crucian carp, *Carassius curvieri*, Bull. Fac. Fish. Mie Univ., (5): 1~11, figs. 1~4.
- 名越 誠・森 鐘一・中野大三郎. 1972. 大杉谷の溪流性魚類と水生昆虫. 大杉谷・大台ヶ原自然科学調査報告書, 183~190, fig. 1.
- 白石芳一. 1958. 三重県馬野川産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. 淡水区水産研究所研究資料, (19): 1~23, figs. 1~8.
- Stringer, G. E. and W. S. Hoar. 1955. Aggressive behavior of underyearling kamloops trout. Can. J. Zool., 33: 148~160.
- Yamagishi, H. 1962. Growth relation in some small experimental populations of rainbow trout fry, *Salmo gairdneri* R. with special reference to social relations among individuals. Japan. J. Ecol., 12(2): 43~53, figs. 1~10.
- 山本潔美. 1974. 三重大学農学部附属演習林気象報告. 三重大学農学部演習林報告, (9): 23~51, figs. 1~3.

(514 津市江戸橋 2-80 三重大学水産学部)