

Studies on the life histories of catadromous
fishes, *Trachidermus fasciatus* and *Cottus*
kazika (Family: Cottidae)

鬼倉, 徳雄
Graduate School of Agriculture, Kyushu University

<https://doi.org/10.11501/3150853>

出版情報 : 九州大学, 1998, 博士 (農学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

3) 江の川とその河口域における成育生態

(1) カマキリの生息河川

国内で約 250 河川(環境庁, 1987, 1994; 建設省・水資源開発公団, 1992; Kinoshita ら, in press), 国外では朝鮮半島, 中国の約 30 河川(池田, 1937; Li, 1981; Choi ら, 1983)について, 文献調査を行った結果, 本種の生息河川は全 64 河川となった(Fig.55, Table 31). 秋田県から福岡県までの日本海側の 33 河川と, 神奈川県から宮崎県までの太平洋側の 31 河川に生息し, カマキリの生息域は日本の中でも比較的温暖な地域に限られていた. また, 他の国からの採集報告がなく, 日本固有種であることが再確認された. 生息記録があった 64 河川のうち, 40 河川については聞き取り調査による生息の確認および 1987 年以前の採集報告であった. 聞き取り調査の多くの結果に関しては本種が他の淡水カジカ類に極似し, 誤った種の同定や各々の別称が混同され, 実際は生息していなかったり, 1987 年以前の採集報告のあった一部の河川でもその後の堰建設などの河川改修事業により生息域が消滅したり狭められているなどの理由により, 現在ではカマキリが生息していない可能性もある. 例えば筑後川を例に挙げてみると, 同河川のかなり上流地域からの聞き取りによる報告で, 本種が降河回遊型の生活史を持つ点, 筑後川の河口から約 22km に筑後大堰が建設された点, 筑後川がこれまでに様々な調査で比較的多くの研究の場となってきたにもかかわらず, カマキリの採集例がない点などを考えれば, 同河川に本種は生息しないと考えられる. したがって, 本研究では本種であるという確認のとれない聞き取り調査結果と 1987 年以前の採集記録に関しては除外して取り扱った. その結果, 日本海側では秋田県の子吉川から島根県の高津川, 太平洋側では神奈川県相模川から宮崎県の北川までの 24 河川が現在確実に本種が生息している河川であることが分かった.

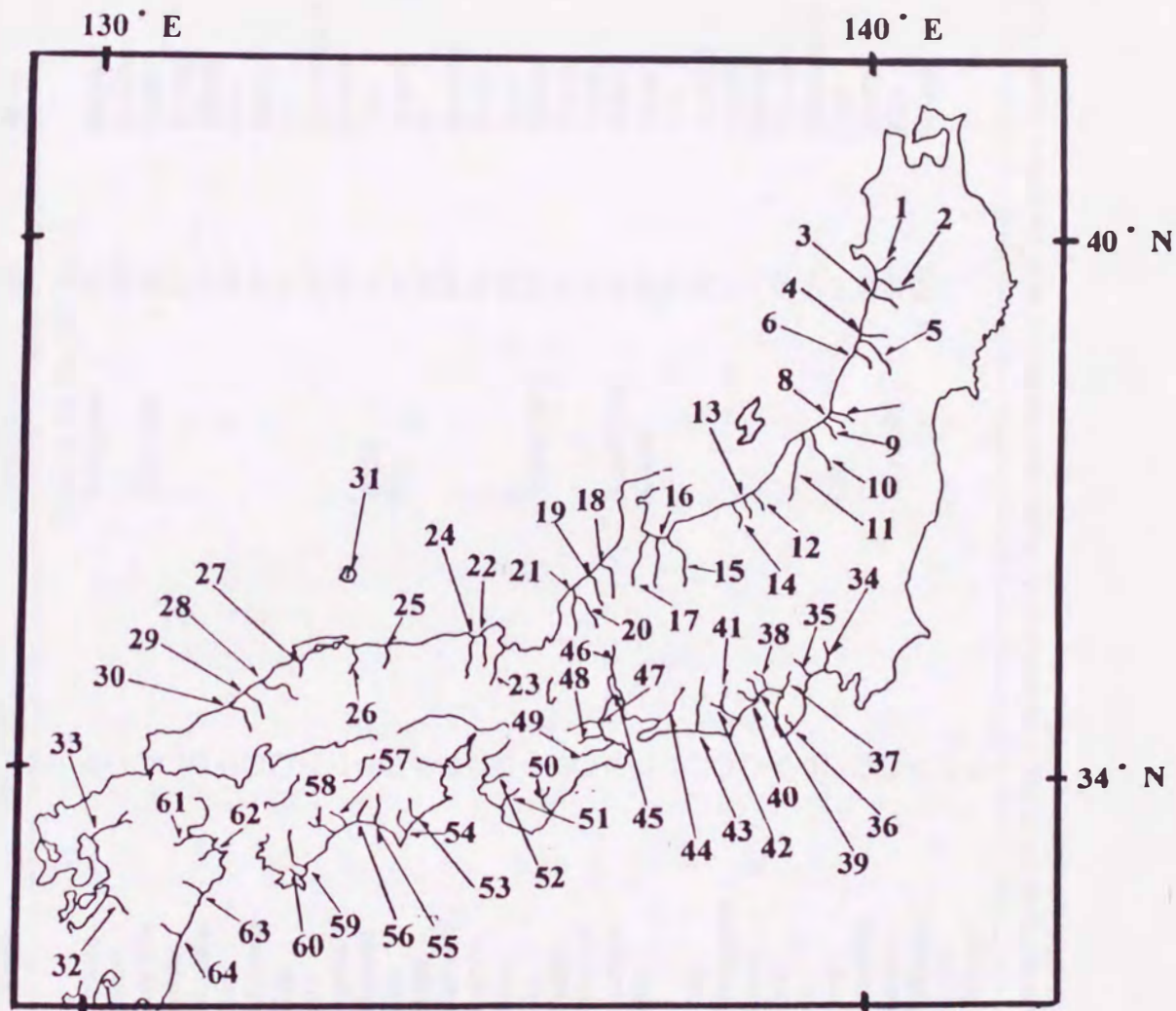


Fig.55. Map showing the rivers reported as the habitats of *C. kazika*. 1) Omono R., 2) Iwami R., 3) Koyoshi R., 4) Nikko R., 5) Mogami R., 6) Aki R., 7) Miomote R., 8) Kaji R., 9) Ara R., 10) Agano R., 11) Shinano R., 12) Seki R., 13) Hime R., 14) Hamochi R., 15) Kurobe R., 16) Jintsu R., 17) Sho R., 18) Tadori R., 19) Daishoji R., 20) Kuzuryu R., 21) Hino R., 22) U R., 23) Yura R., 24) Maruyama R., 25) Kinoe R., 26) Hino R., 27) Hii R., 28) Gono R., 29) Shimoko R., 30) Takatsu R., 31) Nakamura R., 32) Kuma R., 33) Chikugo R., 34) Sagami R., 35) Sakawa R., 36) Aono R., 37) Karino R., 38) Okitsu R., 39) Abe R., 40) Seto R., 41) Oi R., 42) Shimoogasa R., 43) Tenryu R., 44) Ure R., 45) Nagara R., 46) Ibi R., 47) Kumozu R., 48) Fushi R., 49) Miya R., 50) Shingu R., 51) Tonda R., 52) Hidaka R., 53) Kaifu R., 54) Nome R., 55) Aki R., 56) Monobe R., 57) Niyodo R., 58) Shinjyo R., 59) Shimanto R., 60) Shimonokae R., 61) Oita R., 62) Bansyo R., 63) Kita R., 64) Omaru R..

Table 31. Rivers reported the habitats of *C. kazika*

Prefecture	No.*	River	Reports* ²	Prefecture	No.	River	Reports
(Side of Sea of Japan)				(Side of the Pacific Ocean)			
Akita	1	Omono	△	Kanagawa	34	Sagami	○
	2	Iwami	△		35	Sakawa	△
	3	Koyoshi	○	Shizuoka	36	Aono	△
Yamagata	4	Nikko	○		37	Karino	△
	5	Mogami	△		38	Okitsu	○
	6	Aka	△		39	Abe	△
Niigata	7	Miomote	○		40	Seto	△
	8	Kaji	○		41	Oi	△
	9	Ara	△		42	Shimogasa	○
	10	Agano	△		43	Tenryu	△
	11	Shinano	△	Aichi	44	Ure	△
	12	Seki	○	Mie	45	Nagara	○
	13	Hime	△		46	Ibi	○
	14	Hamocho	△		47	Kumozu	△
Toyama	15	Kurobe	△		48	Fushi	△
	16	Jinzu	△		49	Miya	△
	17	Sho	△	Wakayama	50	Shingu	△
Ishikawa	18	Tedori	△		51	Tonda	△
	19	Daishoji	○		52	Hidaka	○
Fukui	20	Kuzuryu	△	Tokushima	53	Kaifu	△
	21	Hino	△	Kochi	54	Nome	○
Kyoto	22	U	△		55	Aki	△
	23	Yura	○		56	Monobe	○
Hyogo	24	Maruyama	○		57	Niyodo	○
Tottori	25	Kinoe	○		58	Shinjo	△
	26	Hino	△		59	Shimanto	○
Shimane	27	Hii	△		60	Shimonokae	○
	28	Gono	○	Oita	61	Oita	△
	29	Shimoko	○		62	Bansyo	△
	30	Takatsu	○	Miyazaki	63	Kita	○
	31	Nakamura	△		64	Omaru	△
Kumamoto	32	Kuma	△				
Fukuoka	33	Chikugo	△				

*The numbers refer to the locations shown in Figure 59. *²The distribution of *C. kazika* was confirmed with the follow reports. Circle: Latest reports on and after 1987; triangle: Heard informations or old reports before 1987.

(2) 仔稚魚の分布

江の川のカマキリ仔稚魚の生息域を明らかにするため、1995年3月14日、4月24日に河口域を中心として、約1ktで走行する船上から口径0.8m、目合0.3mmの稚魚ネットによる採集を行った。調査地点は河口から0~1km上流に8地点、沖合0~2kmに4地点、江津漁港内に4地点設けられ、各1~2回の曳網が行われた。その結果、江津漁港内に本種の仔稚魚が多数生息していることが判明し、以後はこの漁港を中心に調査を行った。まず、集魚灯によるたも網採集によって得られた卵黄吸収前仔魚の採集結果をTable 32に示した。1997年では江津港内のSt.1, 2と河口域のSt.4, 6, 9に、1998年では前年の調査地点の他に、河口域にSt.5, 7, 8の3地点を加えて採集した結果、St.1, 4~6に出現し、江津漁港内のSt.1で両年とも最も多く採集された。採集個体は全て全長9mm未満の卵黄吸収前仔魚で、屈曲前後の仔魚や稚魚は全く採集されなかった。このように卵黄吸収前仔魚の出現地点は江津漁港内、および河口からの距離が0~1kmの範囲であった。しかし、この水域内でも漁港内のSt.2の砂浜地帯と右岸側のSt.7, 8の浅所、さらに河口からの距離が遠いSt.9にはこれらの仔魚は出現しなかった。カマキリが出現した合計21回の採集のうち、1998年3月8日のSt.6の塩分3~4を除くと、出現地点の底層水塩分は11~35であった。一方、出現しなかったSt.7, 8, 9における底層水塩分は0~20で、出現地点の塩分が有意に高かった(Mann Whitney, U-test: $p < 0.05$)。

江津漁港内(St.1, 2)では集魚灯と並行して、潜水下でのたも網採集、曳網および投網採集を、河口部(St.3)では曳網および投網採集を、河口から6.5km上流(St.10)では投網採集を行った。その結果、捕獲された浮遊期仔稚魚の出現期間と採集個体数およびそれらの全長をTable 33に示した。浮遊生活をする屈曲前後の仔魚および稚魚は江津漁港内のSt.2の砂浜地域でのみ採集された。1995年の採集個体数は11尾、1996年は10尾、1997年は53尾であり、それらの全

Table 32. Number of yolk-sac larvae of *C. kazika* collected with a tap net under the light and salinities around the river mouth of the Gonokawa River from January to March, 1997 and 1998

Date	Stational No.								Total
	1	2	4	5	6	7	8	9	
Jan. 15, 1997	0 (35)	-	2 (28)	-	-	-	-	-	2
Feb. 2	20 (35)	-	17 (33)	-	1 (35)	-	-	-	38
Feb. 15	81 (35)	0 (35)	12 (34)	-	5 (14)	-	-	0 (5)	98
Mar. 12	0 (34)	0 (34)	0 (4)	-	-	-	-	-	0
Total	101	0	31	-	6	0	0	-	138
Jan. 11, 1998	89 (34)	-	0 (4~9)	-	0 (1)	0 (2)	0 (1)	-	89
Jan. 26	742 (34)	-	4 (14~18)	0 (16~18)	0 (1~2)	0 (1~3)	0 (0)	0 (1~2)	746
Feb. 7	39 (34)	-	1 (33)	0 (30~33)	1 (15~19)	0 (5~6)	0 (8~12)	0 (14~20)	41
Feb. 23	0 (33)	-	0 (2~3)	2 (29~30)	0 (3~4)	0 (1)	0 (1)	0 (1)	2
Mar. 8	1 (34)	-	4 (11~13)	0 (29)	1 (3~4)	0 (3)	0 (2)	0 (3~5)	6
Mar. 23	0 (34)	-	0 (33)	0 (33)	0 (2)	0 (0~1)	0 (1)	0 (1)	0
Total	871	0	9	2	2	0	0	0	884

Salinities in parentheses. -, no investigation.

Table 33. Number and total length of pelagic larvae and juveniles of *C. kazika* with a tap net, a seine net and a casting net at St.1~3 and 10 in 1995 ~ 1997

Year	Month	St.1			St.2			St.3			St.10		
		Number of individuals	TL (mm)		Number of individuals	TL (mm)		Number of individuals	TL (mm)		Number of individuals	TL (mm)	
			range	mean \pm SD		range	mean \pm SD		range	mean \pm SD		range	mean \pm SD
1995	Apr.	0 (33)	-	-	11 (33)	9.4~21.4	14.8 \pm 3.9	0 (7)	-	-	0 (0)	-	-
	May	0 (33)	-	-	0 (33)	-	-	0 (6)	-	-	0 (0)	-	-
	Jun.	0 (33)	-	-	0 (33)	-	-	0 (7)	-	-	0 (0)	-	-
1996	Feb.	0 (34)	-	-	0 (34)	-	-	0 (0)	-	-	0 (0)	-	-
	Mar.	0 (35)	-	-	2 (35)	19.9~20.2	19.9 \pm 0.4	0 (4)	-	-	0 (0)	-	-
	Apr.	0 (35)	-	-	8 (35)	16.3~20.5	18.8 \pm 1.4	0 (7)	-	-	0 (0)	-	-
	May	0 (35)	-	-	0 (35)	-	-	0 (9)	-	-	0 (0)	-	-
	Jun.	0 (31)	-	-	0 (31)	-	-	0 (9)	-	-	0 (0)	-	-
	1997	Jan.	0 (34)	-	-	0 (34)	-	-	0 (3)	-	-	0 (0)	-
Feb.	0 (35)	-	-	7 (35)	12.9~20.2	17.9 \pm 2.6	0 (6)	-	-	0 (0)	-	-	
Mar.	0 (30)	-	-	18 (30)	17.0~20.2	19.0 \pm 8.4	0 (1)	-	-	0 (0)	-	-	
Apr.	0 (32)	-	-	26 (32)	14.0~19.2	16.8 \pm 1.7	0 (5)	-	-	0 (0)	-	-	
May	0 (34)	-	-	0 (34)	-	-	0 (2)	-	-	0 (0)	-	-	
Jun.	0 (33)	-	-	0 (33)	-	-	0 (14)	-	-	0 (0)	-	-	

Salinities in parentheses. -, to catch no individuals.

長は 1995 年 4 月では 9.4~21.4mm(平均±標準偏差, 14.8 ± 3.9 mm), 1996 年 3, 4 月ではそれぞれ 19.9~20.2mm(19.9 ± 0.4 mm), 16.3~20.5mm(18.8 ± 1.4 mm), 1997 年 2, 3, 4 月ではそれぞれ 12.9~20.2mm(17.9 ± 2.6 mm), 17.0~20.2mm(19.0 ± 8.4 mm), 14.0~19.2mm(16.8 ± 1.7 mm)であった。これらの出現時期は 2~4 月であり, 5 月からは浮遊個体は採集されず, 着底後の稚・若魚が採集された(後述)。St.2 の塩分は 30~35 であり, 河口部の St.3 における 0~14, 河口から約 6.5km 上流の St.10 における 0 に比べて, 有意に高かった(Mann Whitney, U-test: $p < 0.05$)。

次に, 前述の潜水下でのたも網採集, 投網, 曳網採集などで捕獲された着底後の稚・若魚の出現期間と採集個体数およびそれらの全長を Table 34 に示した。着底後の稚・若魚は St.1 では採集されず, 漁港内では砂浜地域の St.2, 河口では右岸の St.3, 河口から 6.5km 上流の St.10 に出現した。St.2, 3 では 3 月から, 上流の St.10 では 1 ヶ月後の 4 月から着底個体が出現し, 各年とも 6 月以降は St.2 から姿を消した。採集個体の平均全長は St.2 では 21.4~35.2mm, St.3 では 28.6~49.4mm, St.10 では 34.2~50.8mm であり, 河川に入ったものの方が大きかった(ANOVA, Scheffe test, $p < 0.05$)。着底個体が出現した地点の塩分は St.2 では 30~35, St.3 では 0~14, St.10 では 0 であった。

集魚灯採集で卵黄吸収前仔魚が出現した地点の塩分は 3~35 で, 出現しなかった地点に比べて高い値を示し, 浮遊期の仔稚魚は塩分が 30 を越える漁港内の砂浜(St.2)だけに出現している。この結果から, カマキリの浮遊個体は比較的高塩分域を生息場としていることが明らかとなった。Kinoshita ら(in press)は高知県四万十川河口域, 同県土佐湾沿岸域, 京都府由良川河口域でそれぞれ全長 5.1~35.2mm の仔稚魚 302 個体, 全長 5.1~18.0mm の仔稚魚 138 個体, 全長 4.3~5.9mm の仔稚魚 93 個体を採集しており, これらの採集地点の塩分は四万十川で 20 以上, 土佐湾で 25 以上, 由良川で 33 であり, 仔稚魚の生息域の塩分が比較的高く, 本研究結果と一致する。江の川における着底個体は塩分 30

Table 34. Number and total length of demersal juveniles and young *C. kazika* with a tap net, a seine net and a casting net at St. 1~3 and 10 in 1995 ~ 1997

Year	Month	St. 1			St. 2			St. 3			St. 10		
		Number of individuals	TL (mm)		Number of individuals	TL (mm)		Number of individuals	TL (mm)		Number of individuals	TL (mm)	
			range	mean \pm SD		range	mean \pm SD		range	mean \pm SD		range	mean \pm SD
1995	Apr.	0 (33)	-	-	18 (33)	26.8~46.5	34.8 \pm 5.4	55 (7)	27.6~41.7	33.6 \pm 3.8	0 (0)	-	-
	May	0 (33)	-	-	2 (33)	21.7~25.1	23.4 \pm 2.4	3 (6)	37.2~42.4	39.1 \pm 2.9	16 (0)	37.0~45.4	40.3 \pm 2.8
	Jun.	0 (33)	-	-	0 (33)	-	-	0 (7)	-	-	7 (0)	44.0~49.8	46.3 \pm 1.9
1996	Feb.	0 (34)	-	-	0 (34)	-	-	0 (0)	-	-	0 (0)	-	-
	Mar.	0 (35)	-	-	19 (35)	20.6~37.0	25.4 \pm 5.3	11 (4)	27.2~35.5	31.0 \pm 2.4	0 (0)	-	-
	Apr.	0 (35)	-	-	26 (35)	21.1~34.3	25.1 \pm 5.2	54 (7)	26.9~43.0	31.3 \pm 3.2	37 (0)	27.8~38.8	34.2 \pm 2.8
	May	0 (35)	-	-	20 (35)	21.3~44.2	23.9 \pm 1.9	51 (9)	29.5~43.8	36.9 \pm 3.6	34 (0)	32.1~48.3	40.9 \pm 3.8
	Jun.	0 (31)	-	-	0 (31)	-	-	37 (9)	32.5~60.3	45.7 \pm 5.3	52 (0)	40.2~65.9	48.0 \pm 4.3
1997	Jan.	0 (34)	-	-	0 (34)	-	-	0 (3)	-	-	0 (0)	-	-
	Feb.	0 (35)	-	-	0 (35)	-	-	0 (6)	-	-	0 (0)	-	-
	Mar.	0 (30)	-	-	21 (30)	20.0~24.4	21.4 \pm 1.2	9 (1)	20.2~32.0	28.6 \pm 3.5	0 (0)	-	-
	Apr.	0 (32)	-	-	45 (32)	21.1~45.1	30.4 \pm 6.3	72 (5)	25.4~41.8	32.8 \pm 3.6	35 (0)	31.5~43.3	37.1 \pm 3.0
	May	0 (34)	-	-	5 (34)	25.5~42.8	35.2 \pm 7.1	23 (2)	38.1~52.4	45.4 \pm 4.2	26 (0)	36.7~52.8	45.7 \pm 4.1
	Jun.	0 (33)	-	-	0 (33)	-	-	22 (14)	35.0~66.8	49.4 \pm 9.0	23 (0)	42.5~56.5	50.8 \pm 3.7

Salinities in parentheses. -, to catch no individuals.

を越える漁港内(St.2), 低塩分の河口(St.3), ほぼ淡水域といえる 6.5km 上流(St.10)に出現し, 漁港内(St.2)では各年 6 月から姿を消しており, 着底後成長に伴って淡水域へと徐々に移動していることが明らかである. このような成長に伴う淡水域への侵入は前述した飼育実験における生残, 成長に及ぼす塩分の影響からも推察される(2-(4)). また, 河口の St.3 で採集された着底個体は漁港の St.2 で捕獲されたものよりも大型であり, 漁港内に卵黄吸収前仔魚から着底後の稚若魚まで出現することを考慮に入れると, 着底した稚魚が漁港から河口域へと河川遡上のために徐々に来遊していることが示唆された. しかし, 河口域でも多数の卵黄吸収前仔魚が集魚灯を用いたたも網採集で捕獲されたことを考えると, 着底水域は漁港内だけでなく河口域から沖合に張り出した護岸域にもあると考えられる.

(3) 仔稚魚の成長, 孵化日, 浮遊期間

仔稚魚の成長と孵化日 1995 年, 1996 年と 1997 年に江の川河口域および江津漁港内で採集した仔稚魚のうち, それぞれ 73, 79, 118 尾から扁平石を摘出し, 孵化マークの外側に刻まれている輪紋数を計数し, 前述の輪紋数と日齢の関係式から日齢を査定した. 1995 年の最小個体は全長 9.4mm, 日齢 16, 最大は全長 42.6mm, 日齢 90 であった. 1996 年採集個体の全長は 17.6~57.5mm, 日齢は 41~117, 1997 年の個体の全長は 5.8~69.9mm, 日齢は 0~120 であった. これらの日齢(D)と全長(TL, mm)の関係を Fig.56 に示した. 各年の成長式は次式となった.

$$1995 \text{ 年} : TL = 8.77 \times 10^{0.001822 \times D} \quad (r=0.855)$$

$$1996 \text{ 年} : TL = 12.43 \times 10^{0.00564 \times D} \quad (r=0.907)$$

$$1997 \text{ 年} : TL = 6.04 \times 10^{0.00957 \times D} \quad (r=0.984)$$

本研究では全長およそ 6~70mm, 計 270 尾の個体の日齢を査定し, 成長式を

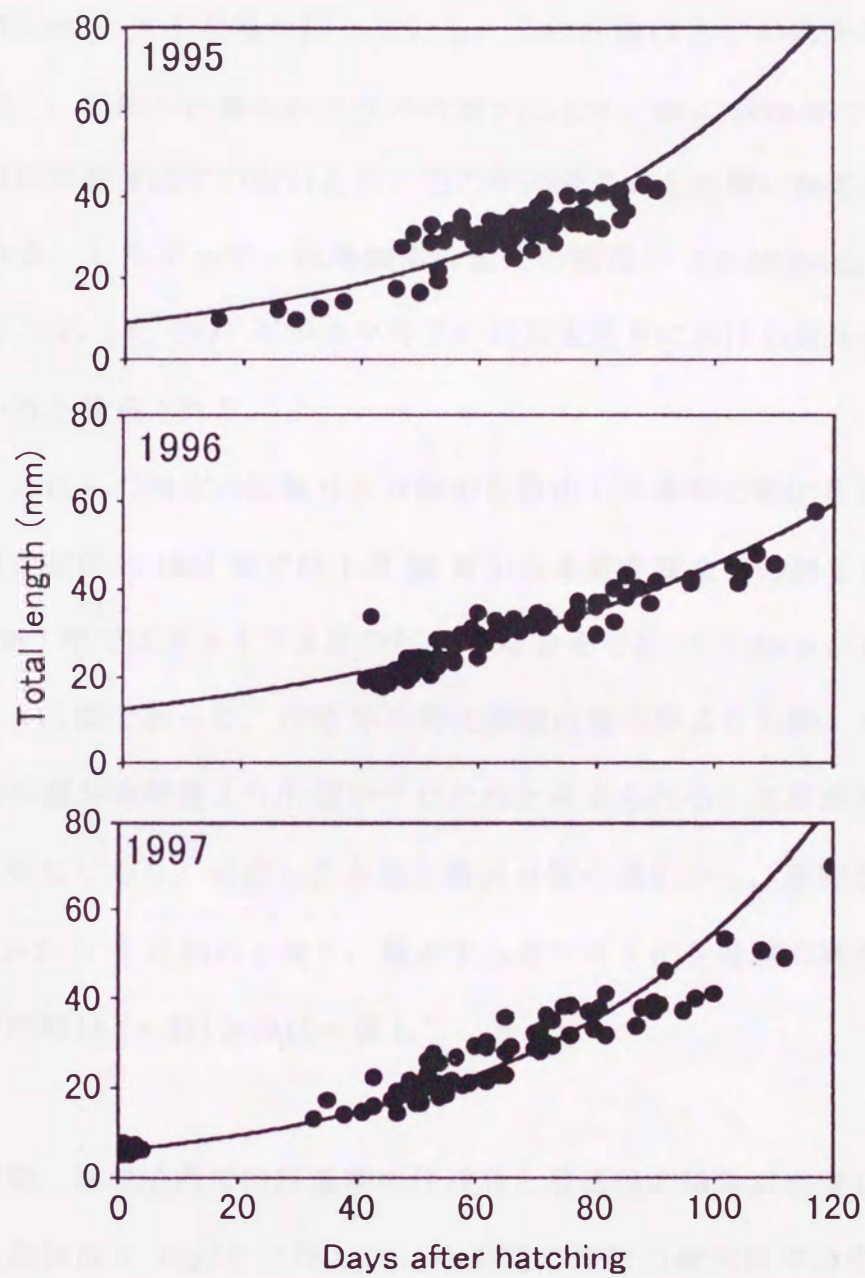


Fig.56. Relationship between total length and days after hatching of *C. kazika* collected at St.1, 2, and 3 during 1995 to 1997.

求めたところ、初期生活史におけるカマキリは指数関数的に成長することが明らかとなった。本研究の成長式によって算出した日齢 0 の全長は年によって 6.04~12.43mm と大きな幅を持っている。この相違は各年の成長の差によるものではなく、使用した標本のサイズの偏りにより、特に 1996 年では全長 15mm 以下の個体が含まれていないため、他の年の成長式との間に相違が出現したと推察される。したがって、採集個体の全長の範囲が 5.8~69.9mm、日齢の範囲が 0~120 であった 1997 年がカマキリの初期生活史における成長を最も的確に表していると推察された。

次に、これらの個体の採集日と日齢から算出した各年の孵化日を Fig.57 に示した。孵化期間は 1995 年では 1 月 24 日から 4 月 7 日までの約 2 ヶ月半、1996 および 1997 年では各々 1 月 8 日から 3 月 30 日までと 12 月 26 日から 3 月 26 日までの約 3 ヶ月間であった。1995 年の孵化期間は他の年よりも約 1 ヶ月短い、採集開始時期が他年度よりも遅かったためと考えられる。江津漁港の冬期水温は 10℃前後であり、前述した水温と孵化日数の関係から、産卵期を逆算すると 11 月末から 3 月初めとなり、後述するカマキリの生殖腺の発達状態から推定した産卵期 {4-(1~3)} とほぼ一致している。

浮遊期間 江津港内では浮遊期の仔稚魚と着底後の稚魚が出現している。それらの全長組成を Fig.58 に示した。浮遊期の稚魚の最大個体は各年とも全長 20~22mm であった。一方、着底直後の稚魚の最小個体もほぼ全長 20~22mm であり、全長 20~22mm の間で稚魚は着底すると考えられる。3 年間を通して着底魚が初めて観察されたのは 3 月、浮遊期の稚魚が最後に観察されたのが 4 月であることから着底時期を推察すると、年による若干の変動はあるものの 3~4 月となった (Table 32)。着底全長を 20~22mm として日齢と全長の関係式から着底日齢を推定すると 54~58 齢となり、浮遊期間は約 2 ヶ月弱と推定された。

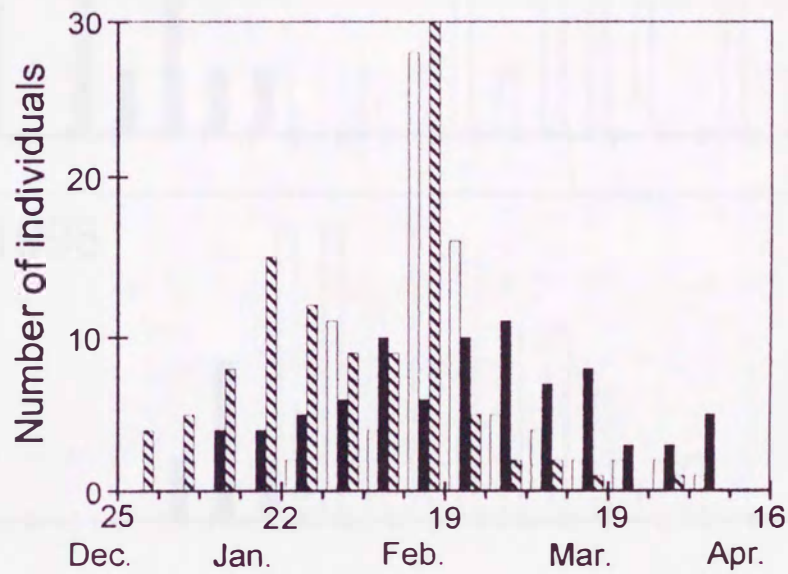


Fig.57. Number of individuals at the hatching dates estimated with daily increments in *C. kazika* otoliths collected at St.1, 2, and 3 in 1995 (□), 1996 (▨) and 1997 (■).

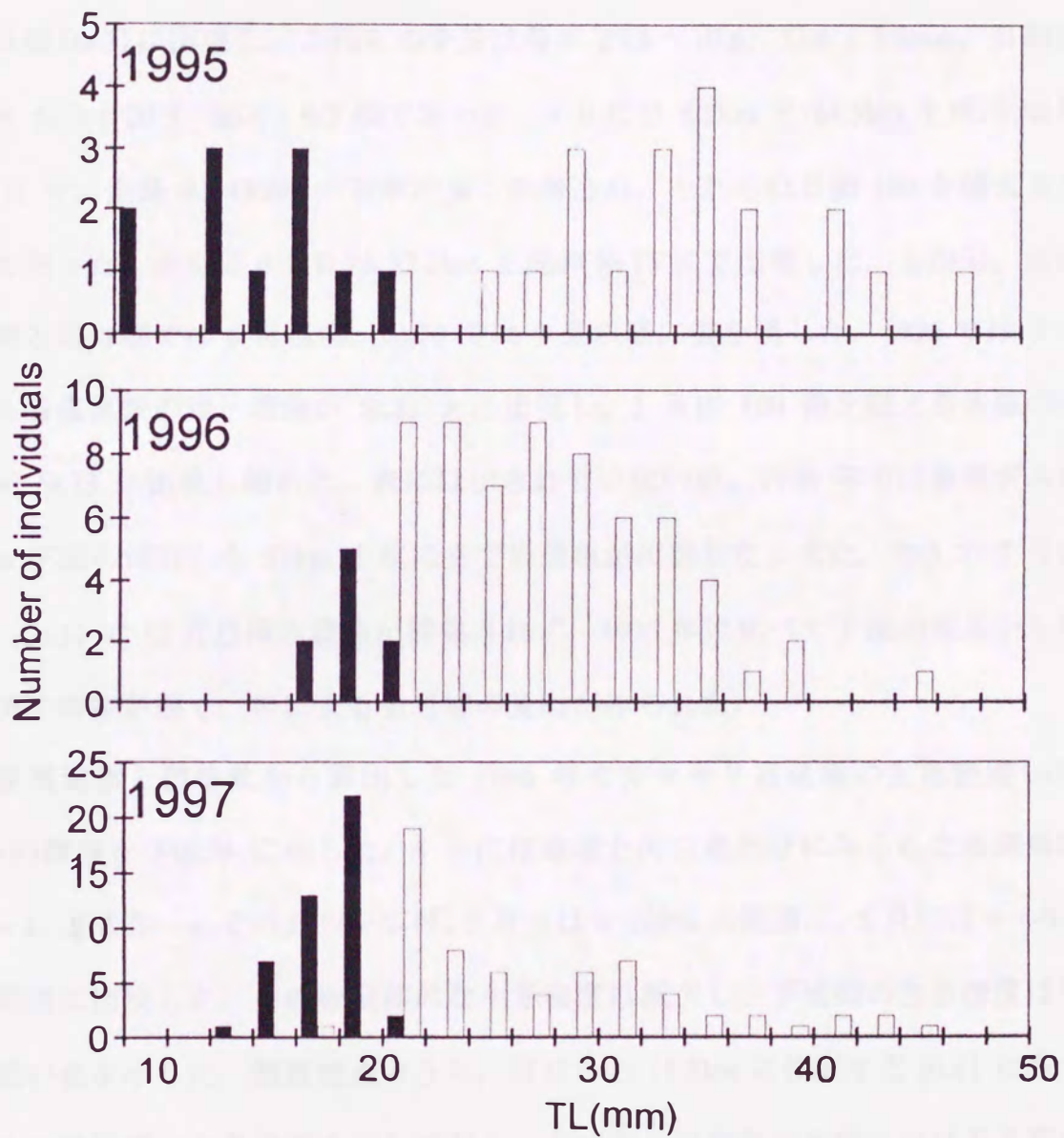


Fig.58. Number of individuals by total length of pelagic (■) and demersal (□) *C. kazika* collected at St.2 from 1995 to 1997.

(4) 移動生態

遡上生態 投網で採集されたカマキリ当歳魚の江の川本流域における 1995年と 1996年の定点別出現個体数、全長(平均±標準偏差)、日齢(平均±標準偏差)の月変化を Table 35, 36 に示した。1995年の着底個体は 4月に江津漁港(St.2)、河口部(St.3)に出現し、これらの全長は各々 27.5 ± 10.8 , 33.6 ± 3.8 mm, 日齢は各々 62.7 ± 20.5 , 66.4 ± 9.7 齢であった。5月には 6.5km と 14.5km 上流の St.10 と 11 で、全長 40~48mm の若魚が多く採集され、それらは日齢 100 を越えるものであった。さらに 6月には 32.2km 上流の St.13 まで出現した。しかし、江津漁港と河口部では 6月以降、St.10 では 7月以降に姿を消した。1996年は 3月から着底直後の稚・若魚が St.2, 3 に出現し、5月に 100 齢を越える大型の若魚が St.13 に出現し始めた。表には示されていないが、1996年では浜原ダムの 6km 下流の河口から 51km 上流にまで当歳魚が出現した。また、St.3 で 7月以降、St.12 で 12月以降当歳魚が採集されず、1995年に比べて下流の地点から姿を消す時期が遅く、年による生息域の変動がみられた。

採集面積と個体数から算出した 1996年のカマキリ当歳魚の生息密度(/100 m^2)の推移を Fig.59 に示した。4月には海域と河口部だけにみられた当歳魚は徐々に上流部へとその分布を広げ、5月には 0~32km の範囲に、6月には 6~44km の範囲に出現した。その後全体的な生息密度は減少し、下流部の生息密度は特に低い値を示した。調査地点のうち、河口から 14.5km に位置する St.11 は各月とも比較的高い生息密度を示しており、カマキリ当歳魚の本流における主要な生息域と考えられた。

次に、江の川の 4支流で採集されたカマキリの個体数の月別推移を Table 37 に示した。孵化後 12月までを本種の当歳魚と考えると、その最大全長は 100mm 前後であり、全長 100mm を境に、未満を当歳魚、それ以上を 1歳魚に区別した。全長 100mm 未満が出現し始めた時期は、河口から 9.5km 上流で本流と結

Table 35. Changes of the number of young *C. kazika* in 0 age by the sampling stations with a casting net in the main course of the Gonokawa River from April to July, 1995

Year	Month	(Dis.) * ¹	Stational No.							
			2	3	10	11	12	13	14	
			-1.0	0	6.5	14.5	28.5	32.2	43.8	
1995	Apr.	(N) * ²	18	55						
		(TL)	34.8 ± 5.4	33.6 ± 3.8						
		(D)	62.7 ± 20.5	66.4 ± 9.7						
	May	(N)	2	3	16	22	0			
		(TL)	23.4 ± 2.4	39.1 ± 2.9	40.3 ± 2.8	48.3 ± 4.9	-			
		(D)	59.5 ± 9.2	89.7 ± 2.5	102.1 ± 6.7	111.1 ± 6.5	-			
	Jun.	(N)	0	0	7	36	8	5		
		(TL)			46.3 ± 1.9	51.5 ± 4.2	55.5 ± 3.7	59.1 ± 2.9		
		(D)			113.5 ± 4.4	114.4 ± 7.9	127.8 ± 11.9	131.0 ± 15.5		
	Jul.	(N)	0	0	0	30	16	3	0	
		(TL)	-	-	-	62.5 ± 7.4	68.5 ± 2.9	74.5 ± 2.6	-	-
		(D)	-	-	-	126.0 ± 5.7	141.0 ± 14.2	-	-	-

*¹, Distance upstream from the river mouth of the Gono River; *², parentheses N: number of individuals; parentheses TL: total length (mean ± SD, mm); parentheses D: age in days (mean ± SD); -, to catch no individuals; blank: no investigations.

Table 36. Changes of the number of *C. kazika* in 0 age by the sampling stations with a casting net in the main course of the Gonokawa River from March to December, 1996

Year	Month	(Dis.) * ¹	Stational No						
			2	3	10	11	12	13	14
			-1.0	0	6.5	14.5	28.5	32.2	43.8
1996	Mar.	(N)	19	11	0				
		(TL)	25.4 ± 5.3	31.0 ± 2.4	-				
		(D)	55.6 ± 10.6	68.6 ± 8.7	-				
	Apr.	(N)	26	54	37	32	0		
		(TL)	25.1 ± 5.2	31.3 ± 3.2	34.2 ± 2.8	41.2 ± 2.4	-		
		(D)	51.8 ± 6.7	71.3 ± 9.7	74.9 ± 10.0	101.0 ± 8.2	-		
	May	(N)	20	51	34	50	24	3	0
		(TL)	23.9 ± 1.9	36.9 ± 3.6	40.9 ± 3.8	44.5 ± 3.1	51.9 ± 3.0	52.3 ± 3.5	-
		(D)	50.0 ± 2.6	82.0 ± 11.8	91.2 ± 11.6	98.9 ± 10.2	124.3 ± 5.1	-	-
	Jun.	(N)	0	37	52	49	28	29	20
		(TL)	-	45.7 ± 5.3	48.0 ± 4.3	55.1 ± 8.0	61.0 ± 6.8	59.9 ± 7.1	59.2 ± 5.5
		(D)	-	104.9 ± 7.5	110.4 ± 13.7	123.6 ± 17.2	137.3 ± 19.3	138.3 ± 13.0	133.4 ± 13.9
	Jul.	(N)	0	0	19	42	11	10	10
		(TL)	-	-	49.9 ± 2.9	59.1 ± 5.9	71.3 ± 6.9	70.4 ± 6.3	68.1 ± 6.0
		(D)	-	-	124.5 ± 5.1	145.0 ± 18.7	160.3 ± 18.1	154.3 ± 3.8	153.3 ± 17.7
	Aug.	(N)		0	16	39	2	11	4
		(TL)		-	52.2 ± 8.9	59.7 ± 7.1	68.6 ± 1.7	68.8 ± 2.7	73.7 ± 10.7
		(D)		-	149.9 ± 14.1	157.6 ± 14.7	160	156.5 ± 10.7	149
	Sep.	(N)			11	52	5	11	3
		(TL)			54.1 ± 6.4	66.9 ± 6.0	77.6 ± 5.2	78.6 ± 4.1	74.9 ± 6.5
		(D)			-	-	-	-	-
	Oct.	(N)			5	2	16	9	8
		(TL)			62.3 ± 8.5	73.6 ± 7.2	78.3 ± 5.6	86.4 ± 9.8	89.3 ± 11.7
		(D)			-	-	-	-	-
Nov.	(N)			1	31	3	4	0	
	(TL)			71.3	78.9 ± 9.5	88.5 ± 10.8	97.3 ± 12.0	-	
	(D)			-	-	-	-	-	
Dec.	(N)		0	0					
	(TL)		-	-					
	(D)		-	-					

*¹, Distance upstream from the river mouth of the Gono River; *², parentheses N: number of individuals; parentheses TL: total length (mean ± SD, mm); parentheses D: age in days (mean ± SD); -, to catch no individuals; blank: no investigations.

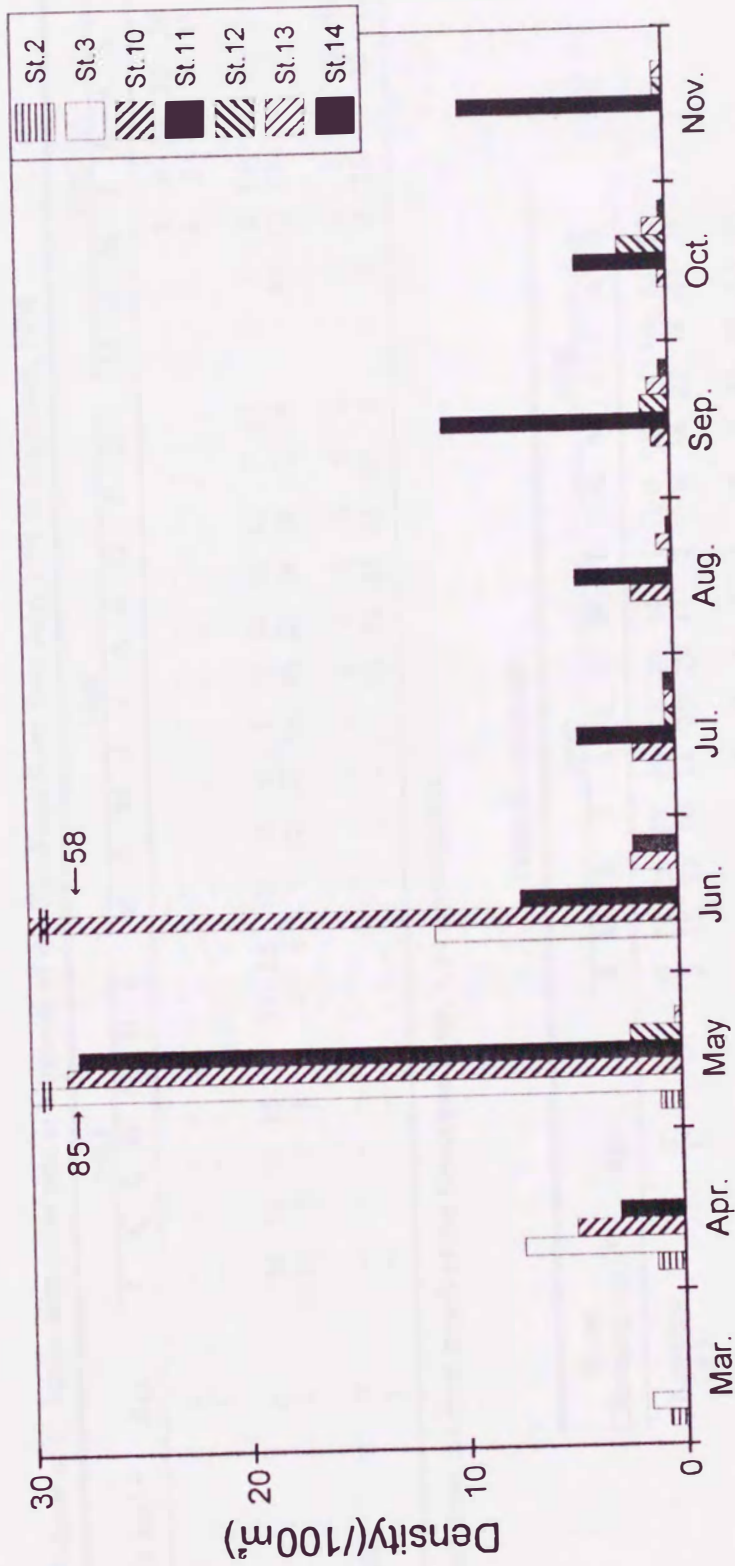


Fig. 59. Monthly changes in densities of *C. kazika* in the main course of Gonokawa River from March to November in 1996.

Table 37. Number of *C. kazika* with cover nets in tributaries of the Gonokawa River from July, 1994 to September, 1998

River (Distance in km) * ¹	Age	1994							1995							1996												
		J.	A.	S.	O.	N.	D.	J.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Kamitsui (9.5)	0*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0	24	32	38	26	8	8	
	1*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	8	9	11	3	10	0	
Nigori (31.0)	0*	20	38	15	15	24	31	15	0	0	0	4	9	58	15	32	7	12	0	0	0	54	70	14	37	4	2	1
	1*	12	2	1	5	4	9	4	1	12	20	16	16	26	16	14	15	14	-	13	12	12	4	5	3	4	4	3
Shirinashi (51.0)	0*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	7	12	13	2	2	3
	1*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	19	25	35	20	0	-	0	3	26	7	12	15	13	8	2

*¹: Distances from the river mouth of the Gonokawa River; -, no investigation.

Table 37 continued

River (Distance, km) * ¹	Age	1997								1998						
		A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	A.	M.	J.	J.	A.	S.
Kamitsui (9.5)	0*	0	24	28	13	49	23	20	14	11	0	6	14	66	81	85
	1*	5	15	23	10	14	25	27	11	2	6	14	22	14	17	18
Mitani (35.0)	0*	0	0	10	11	3	2	4	4	4	0	0	16	45	23	25
	1*	4	11	13	5	19	15	16	4	5	4	29	36	28	8	6
Shirinashi (51.0)	0*	0	0	0	11	14	12	10	5	11	0	0	3	4	10	9
	1*	8	25	14	26	21	29	21	7	3	10	21	47	54	68	89

*¹: Distances from the river mouth of the Gonokawa River.

ばれる上津井川では各年とも5月、31km上流の濁川と35km上流の三谷川では各年とも6月であった。51km上流の尻無川では1995年には当歳魚は終年出現せず、1996、1997年には7月、1998年には6月に初めて当歳魚が観察され、上流部の支流ほど当歳魚の出現は遅れた。支流内に入った当歳魚はその後8月まで遡上を続け、どの支流においても7~8月に最も多く採集され、この期間遡上が困難な高さ0.5~1mの堰の直下に高密度に生息する傾向が認められた。そして、9月以降はこれらの堰の下流全域に分散し、広い分布をした。

江の川河口域と隣接する江津漁港で浮遊期を過ごした仔稚魚は3月には着底し、分布域を徐々に本支流の上流に拡張し、6月に海域や河口部から姿を消している。したがって、江の川における本種の遡上期を3~8月と判断した。この時期は長良川産カマキリとほぼ一致している(建設省・水資源開発公団, 1992)。カマキリ当歳魚の生息域は時の経過とともに成長しながら河川上流に移動し、本流の河口から14.5km地点で最も高い密度を示した。しかし、28.5km以上上流になるとその密度は減少する傾向があることを上述した。この理由として、St.12までの間には八戸川(15.7km上流)、さらに上流のSt.13、14までには濁川(31.0km)、三谷川(35.0km)などの比較的規模の大きい支流が流入し、Table 37に示したように、それらの支流へ多くのカマキリが遡上するためと考えられる。Table 35、36に示したように、1995、1996年とも同一時期に採集された魚体の全長を定点別にみると、上流になるほど大きく、日齢が進んでおり、稚魚から若魚期のものは遡上を始めると途中で降河することなく、成長しながら上り続ける遡上生態が明らかとなった。江の川の支流である上津井川、濁川では当歳魚は出現以後その個体数を増加させ、7~8月以降は100mm以上の1歳魚よりも多くなっている(Table 37)。しかし、上流に位置する三谷川および尻無川では1997年8~12月の全採集期間で当歳魚よりも1歳魚の方が多く(Table 37)、これは当歳魚の間に上流域に到達できずに、多くは1歳魚になって上流の支流

に入ったと考えられる。

定住期の生態 カマキリ当歳魚は3月に遡上を始め、1995年では14~31km、1996年では6~51kmの本流部と、6月には支流で確認された。図表には示していないが、7~8月には各支流では最下流の堰の下で多く採集され、9月からは本流との合流点とその堰の間の広い範囲に出現した。支流における当歳魚の生息場所は淵や瀬尻の流れの緩やかな所、1歳魚は瀬や流心部であった。

支流内に入ったカマキリの生態を明らかにするため、河口から9.5, 31.0, 35.0および51.0km上流に本流との合流点を持つ各々上津井川、濁川、三谷川、尻無川で、潜水してカマキリをかぶせ網で採集し、標識をつけて放流する作業を繰り返し、標識個体の追跡調査を行った。各支流内における再捕尾数、再捕回数、同一再捕個体の再捕回数、再捕期間をTable 38に示した。上津井川では97尾、115回、濁川で56尾、70回、三谷川では26尾、28回、尻無川で95尾、117回、カマキリが再捕された。同一個体の再捕回数は2~4回で、同一個体の再捕期間は上津井川では24~470日、濁川では23~498日、三谷川では24~356日、尻無川では12~470日であった。

比較的多くの再捕個体が得られた上津井、濁、尻無川において、標識時に全長100mm未満であった当歳魚について、再捕個体の移動をFig.60に矢印で示した。上津井川(Fig.60A)では、当歳魚の大部分は放流地点で、一部分はその150~450m上下流で再捕された。本流と支流の合流点で再捕された個体はなく、同一個体の再捕間隔は最長470日であり、支流内に長期的にとどまり、定住する傾向が強かった。濁川(Fig.60B)も上津井川と同様に、同じ地点で再捕される定住個体の数が多く、一部分では放流地点の上下250~1250mの間を移動する個体が認められた。最下流の調査地点である合流部から20m上流には再捕個体は2尾しか出現しておらず、合流点での再捕個体は1尾もいなかった。同

Table 38. Number of recaptured individuals, recapturing times, intervals between marking and recapturing with the mark-recapture method in the Kamitsui, Nigori, Mitani and Shirinashi River between July, 1994 and Sep, 1998

River	Periods of investigations	Number of recaptured individuals	Total recapturing times (per individual)	Interval in days between marking and last recapturing
Kamitsui	May, 1996 to September, 1998	97	115 (2~3)	24~470
Nigori	July, 1994 to December, 1996	56	70 (2~3)	23~498
Mitani	April, 1997 to September, 1998	26	28 (2~3)	24~356
Shirinashi	July, 1995 to September, 1998	95	117 (2~4)	12~470

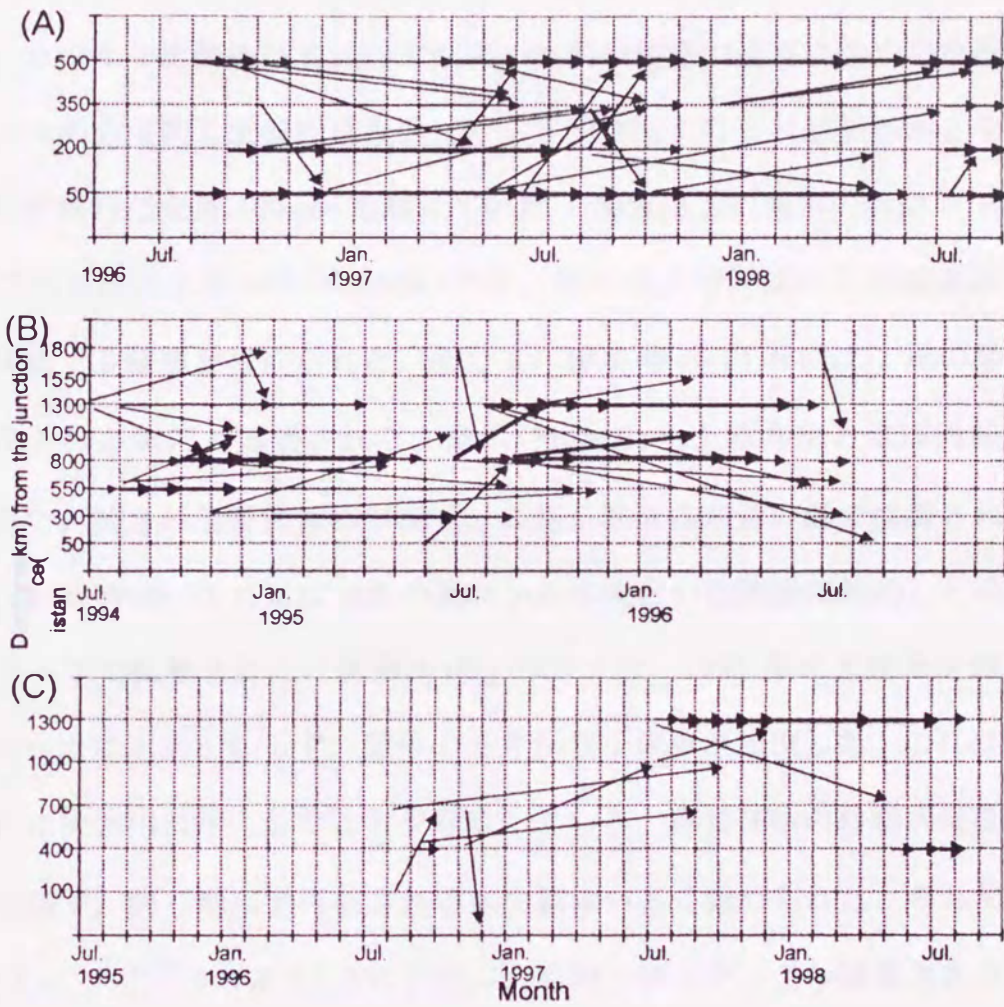


Fig.60. Distance and the direction of the migration of *C. kazika* of 0-year fish with mark-recapture method in the tributaries of the Gonokawa River from July, 1994 to September, 1998. A) Kamitsui River; B) Nigori River; C) Shirinashi R..

一個体の再捕間隔は最長 498 日であり，同一の淵や瀬脇の流れの緩やかな所に定住していた．尻無川 (Fig.60C) では，1995 年 7 月から 1996 年 7 月までの間当歳魚が出現せず，1996 年 8 月に初めて当歳魚が遡上した．この川も他の川と同様に，放流地点での再捕が多く，最長 470 日間この川に定住した．以上のように，カマキリ当歳魚は支流内では同一の淵や瀬脇の流れの緩やかな所にとどまり，大部分は同じ支流内に最長 17 ヶ月間定住することが明らかとなった．

次に標識時に全長 100mm を越えていた 1 歳魚以上の個体の移動を Fig.61 に矢印で示した．上津井川 (Fig.61A) では，同一地点で再捕される個体および上流へ移動する個体が認められた．そして，1996 年の 10 月には 2 尾の降河個体が本流との合流部で捕獲された．濁川 (Fig.61B) も上津井川とほぼ同様で，同一地点で再捕される定住個体が多く，これらは流れの速い瀬で捕獲された．そして，1995 年の 12 月には上流の地点から本流との合流部に移動した降河個体がトラップで採集された．尻無川 (Fig.61C) では，1995 年に当歳魚が遡上してこなかったにもかかわらず，翌年の 5 月から 1 歳魚が出現した．これは 1 歳魚が新たに尻無川に加入したことを意味している．再捕個体の移動状況は他の支流と同様で，同じ地点で再捕される定住個体が多く認められた．そして，1995 年 12 月に 1 尾，1996 年 11 月に 2 尾が，降河トラップにより捕獲された．以上の結果から，1 歳魚以上の個体も当歳魚と同様に支流内に定住後，10~12 月に支流を下ると結論される．

前述したように，江の川産カマキリの生息域は 1995 年では 14~31km，1996 年では 6~51km の範囲内の本流部と支流部であり，長良川では 22~75km の範囲で本種の当歳魚および成魚が採集されており (建設省・水資源開発公団，1992)，カマキリの河川内分布域はかなり広い．そして，河口から 6~51km の本流部および支流部に 1 年以上生息し，1 歳魚の 10~12 月に降河を始めると考えられる．

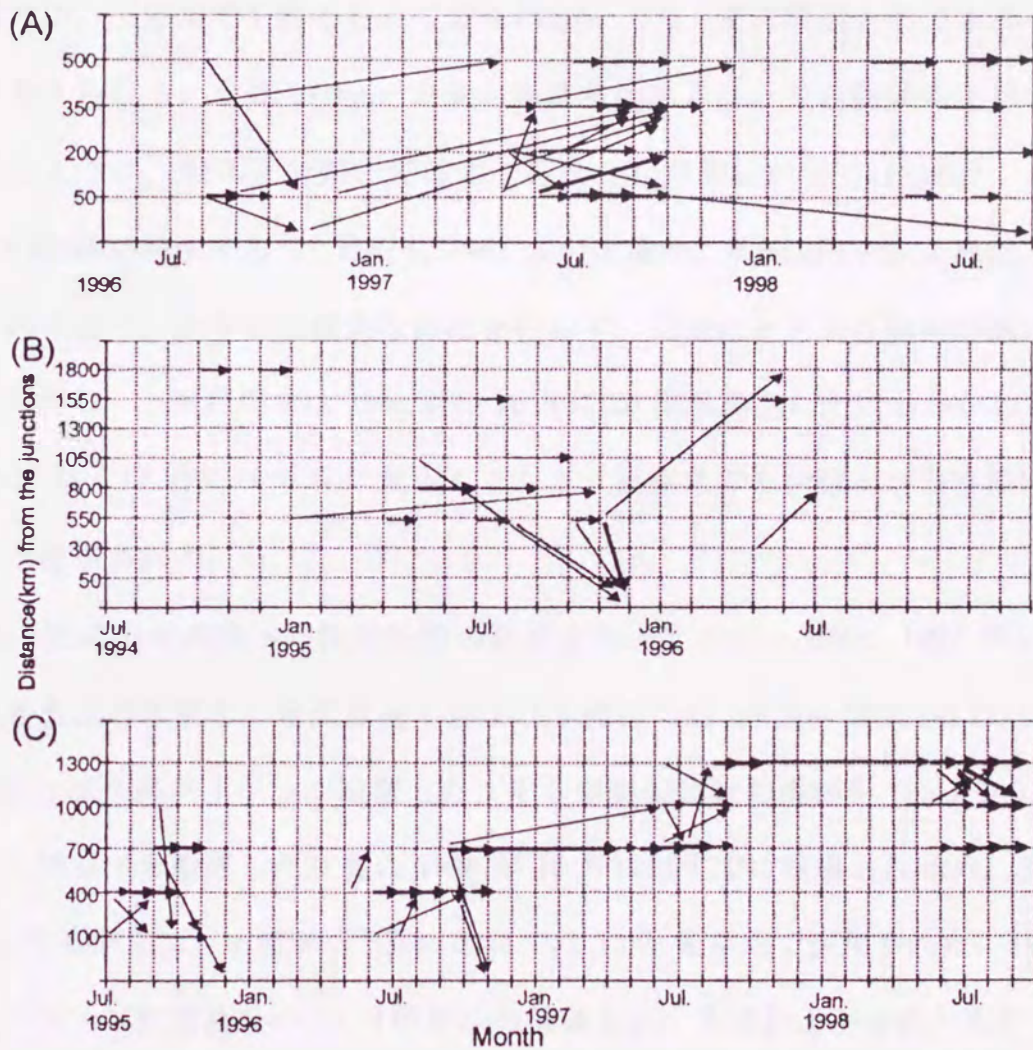


Fig.61. Distance and the direction of the migrations of *C. kazika* of 1-year and 2-years fish with mark-recapture method in the tributaries of the Gonokawa River from July, 1994 to September, 1998. A) Kamitsui River; B) Nigori River; C) Shirinashi R..

降河生態 尻無川では全長 100mm を越える 1 歳以上の個体は、1995 年の 11 月には 20 尾、上津井川では 1996 年の 11 月には 10 尾採集されたにもかかわらず、各々 12 月には 1 尾も採集されていない (Table 37)。このような 1 歳魚以上の 11 月から 12 月にかけての個体数の減少傾向は 1996 年の尻無川、1997 年の上津井川、三谷川でも認められており (Table 37)、その原因として本流への降河が考えられる。全長 100mm 未満の当歳魚の場合は、定住個体の生態の項で述べたように、翌年まで同一支流内で再捕された個体が多く (Fig.60)、1 歳以上の個体が減少する 12 月でも 1997 年の上津井、尻無川では 10 尾以上が採集されており、大半の当歳魚は降河を行わず、支流にとどまる傾向が認められた。しかし、上津井川では 1996 年の 10 月に 26 尾採集されたにもかかわらず、同年の 11、12 月には 6 尾に減少しており、当歳魚でも少数ながら本流に降河すると推察された。

次に支流から本流への降河生態の詳細を知るために、1996、1997 年に前述した各支流の本流との合流点近くおよび本流部の約 14.5km 地点 (St.11) に、それぞれ 1 式の降河トラップ設置した。その採集個体数の推移を Table 39 に示した。トラップを設置した直後の 1996 年 10 月にはすでに採集され始め、支流では 12 月前半まで、本流部の 23km 地点では 12 月後半まで採集された。1997 年でもトラップ設置直後の 10 月前半から捕獲され、支流および本流ともに 11 月末まで採集された。このように、降河トラップで 10 月から採集されていること、前述した各支流における潜水採集では 12 月に急激に個体数が減っていること、標識・再捕調査における降河個体の出現時期から、カマキリの降河時期は 10~12 月と結論される。

このように、江の川におけるカマキリの降河期は 10~12 月で、1 歳以上の個体が降河することが解明された。そして、一部の個体を除き当歳魚は本流への降河を行わず、支流域と本流の中・上流域の広い範囲に定住することが明ら

Table 39. The number of the descending *C. kazika* collected with a trap to capture from October to December in 1996 and 1997.

River	Age	(In 1996) Sex	Oct.		Nov.		Dec.		(In 1997) Oct.		Nov.		Dec.	
			1~15	15~31	1~15	15~30	1~15	15~31	1~15	15~31	1~15	15~30	1~15	15~31
Kamitsui	0*	M	-* ¹	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		F	-	-	0	0	0	0	0	0	2	0	0	-
	1*	M	-	-	4	0	0	0	2	3	0	0	0	-
		F	-	-	1	2	1	0	1	2	2	0	0	-
Nigori	0*	M	-	-	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
		F	-	-	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
	1*	M	-	-	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
		F	-	-	0	1	1	0	-	-	-	-	-	-
Mitani	0*	M	-	-	-	-	-	-	0	0	1	1	0	-
		F	-	-	-	-	-	-	0	1	5	0	0	-
	1*	M	-	-	-	-	-	-	0	1	8	0	0	-
		F	-	-	-	-	-	-	0	6	6	1	0	-
Shirinashi	0*	M	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		F	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
	1*	M	-	-	1	1	0	0	7	1	1	0	0	-
		F	-	-	2	3	0	0	5	0	1	0	0	-
Kinbaru* ²	0*	M	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		F	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1*	M	-	2	0	3	9	0	1	8	5	1	0	0
		F	-	1	0	2	3	3	0	4	5	2	0	0

*1, no investigation; *2, The name of the sites which is situated at about 23km of the river mouth in the Gonokawa River.

かとなった。長良川産のカマキリでは11月中旬から12月下旬にかけて河口付近やその沖合で100尾以上のカマキリ親魚が採集されており(建設省・水資源開発公団, 1992), 江の川産カマキリの降河時期とほぼ一致した。トラップで比較的多くの降河個体が捕獲された1997年において, 最も多く降河個体が採集された時期は尻無川では10月前半, 上津井川では10月後半であったが, 三谷川では11月前半であった。それらの降河期間中の水温は尻無川では平均 12.9 ± 2.4 °C, 上津井川が 12.8 ± 2.3 °Cであるのに対し, 三谷川では 13.6 ± 3.1 °Cであり, 高水温河川でカマキリの降河が遅延することが示唆された。すなわち, カマキリの降河は水温低下の早い支流から始まり, 降河は水温の低下あるいは低水温に刺激されて起こると考えられた。

次に降河時間帯を明らかにする目的で, 降河期間中の10月31日から11月4日にかけて, 上津井川と三谷川で12時間おきに降河トラップ採集を行った。それらの時間帯別採集個体数をTable 40に示した。同期間中に合計で26尾が採集され, そのうちの24尾が18~6時の間に採集されており, 夜間降河する傾向が認められた($\chi^2=10.1$, $p<0.01$)。この傾向は夜間, 川を下るヤマノカミと同様の結果であった。

(5) 年齢と成長

扁平石による年齢査定 江の川と江津漁港で採集された179個体の扁平石を研磨, 横断面を作製して, 実体顕微鏡下で観察したところ, 焦点を中心とした同心円上に比較的明瞭な透明帯と不透明帯が認められた。不透明帯がまだ形成されていない当歳魚は観察個体179尾中28尾で, その中の最大個体は1997年1月15日に江津漁港で採集された全長123.0mmのものであった。不透明帯が1本確認された個体は114尾(全長80.6~205.6mm), 2本の個体は35尾(128.9~248.9mm), 3本の個体は2尾(207~210.5mm)であった。不透明帯が1~2本

Table 40. Hourly changes in number of descending *C. kazika* with a trap in the Kamitsui and Mitani River on 31 October to 4 December

River	31 Oct.		1 Nov.		2 Nov.		3 Nov.		4 Nov.	
	18~6	6~18	18~6	6~18	18~6	6~18	18~6	6~18	18~6	6~18 (h)
Kamitsui	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Mitani	0	4	15	0	5	0	0	0	0	0

形成されていた個体について、不透明帯の外縁部を標示部として、不透明帯の本数(n)、焦点から不透明帯までの長さ(r)、耳石縁辺部までの長さ(R)を計測し、その扁平石の縁辺成長率 $(=(R-r_n)/(r_n-r_{n-1}))$ を調べた(Fig.62)。不透明帯が1本観察された個体の縁辺成長率は0.01~0.42で、その最小値は4月にみられた。また、不透明帯数が2本の個体の縁辺成長率は0.02~1.49で、最小値は3月に観察された。したがって、3~4月がカマキリの不透明帯の形成時期であり、年に1度形成されることから、年輪であると結論された。不透明帯数が3本観察された個体は2尾いたが、これらはともに3月に採集されたもので、縁辺成長率も0.5以下と小さく年輪形成直後と推察された。したがって、本種の年齢群は3群で、満0~2歳で構成されると結論される。

成長 江の川本流域と海域で採集された当歳魚に、上述の年齢査定に用いた179尾を加えた計641尾の孵化後日数と全長の関係をFig.63に示し、カマキリの成長を検討した。前述したようにカマキリの卵黄吸収前仔魚は2月中旬に多く出現したため、2月15日を日齢0と仮定して、各個体の孵化後日数を採集日と年齢から逆算し、図示した。

まず、雌雄の成長の違いを明らかにするために、外観上雌雄が判別できた個体と生殖腺の観察により性が確認された雄75尾、雌116尾について、孵化後日数(D)と全長(TL, mm)を1次式に回帰させたところ次の関係式が得られた。

$$\text{雄: } TL=0.20D+28.8 \quad (r=0.887)$$

$$\text{雌: } TL=0.20D+26.6 \quad (r=0.878)$$

このように、雌雄の直線式の傾きに有意な差は認められず(ANCOVA, $p > 0.05$)、雌雄の成長に差がないことが明らかとなり、以後のカマキリの成長については雌雄を同じとして検討した。

Fig.63 に図示されたように、江の川本流域におけるカマキリの成長は直線的

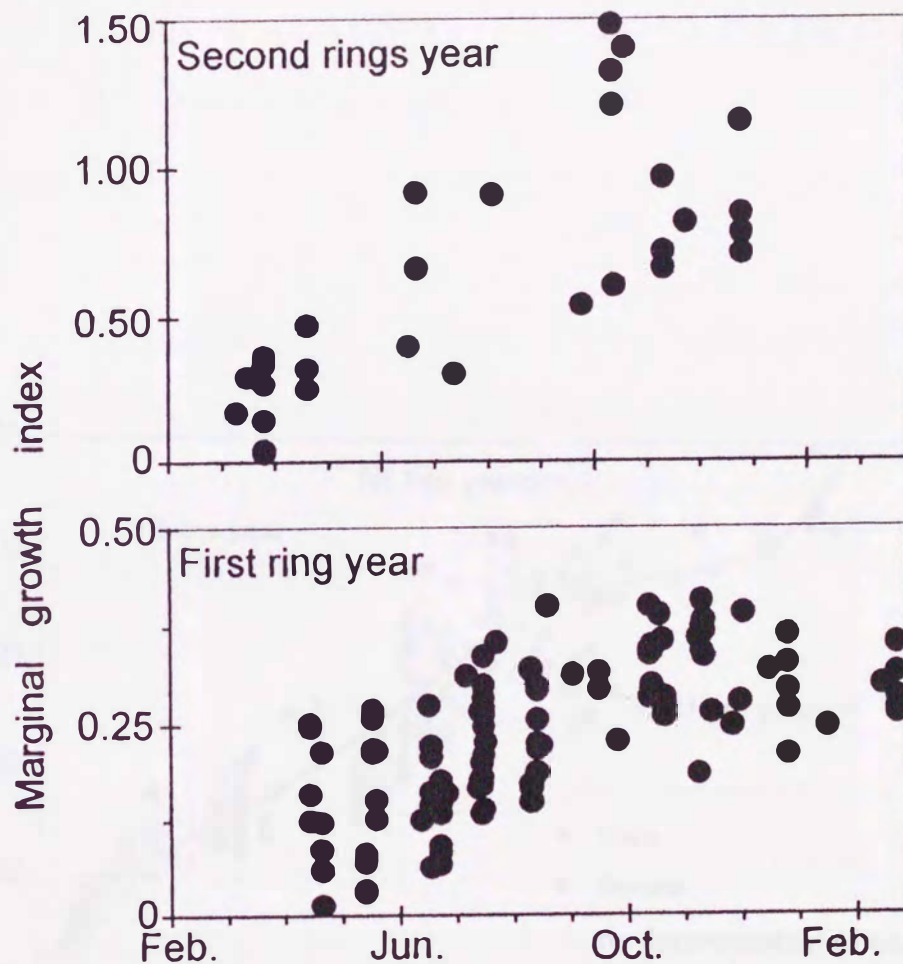


Fig.62. Seasonal changes in marginal growth index of sagittae of 1-year and 2-years *C. kazika* collected from 1995 to 1997. Marginal growth index of 1 ring year and 2 rings year = $(R-r_1)/r_1$ and $(R-r_2)/(r_2-r_1)$. R: marginal increment in radius; r: rings in radius; n: number of rings.

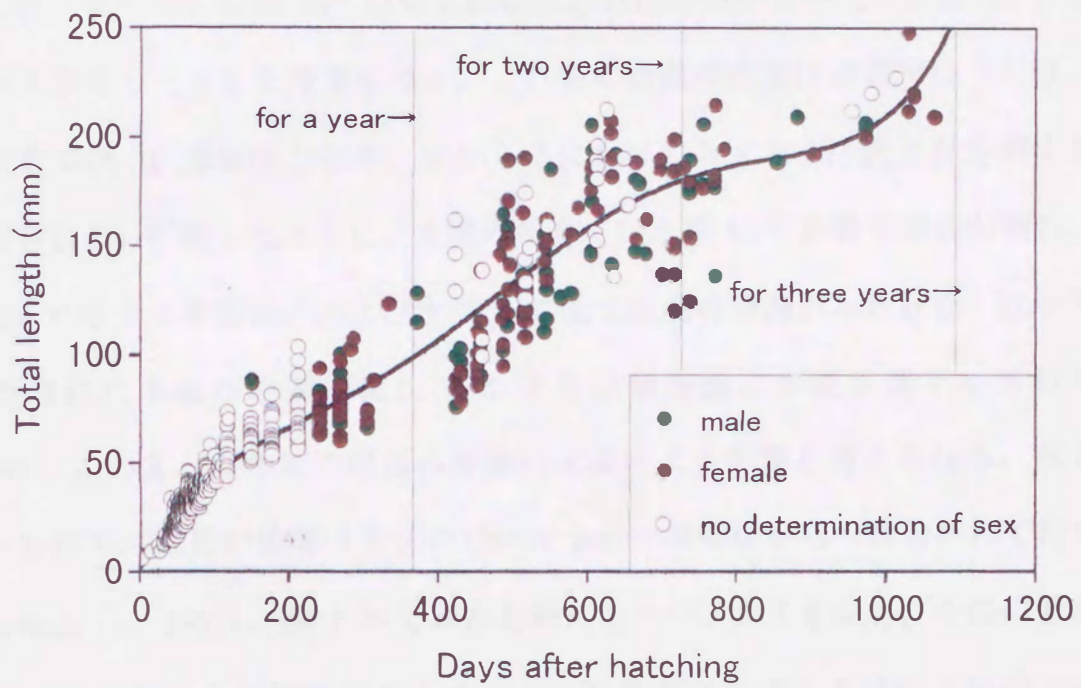


Fig.63. The growth curve and line of *C. kazika* (n=641) collected from 1994 to 1997 in Gotsu Port and Gonokawa River.

であるが、細部をみると2つの連続したS字カーブを示し、孵化後20日までは緩やかに、日齢100、全長50mmまでは急激に成長した。その後、日齢400までは緩やかな成長を、そして日齢650までやや成長速度を速めた後、再び緩やかな成長となった。このようにして、1年で60~100mm、2年で120~210mmに達し、日齢800を越える満3歳魚は全長190~250mmであった。

これらの結果から、カマキリは3年級群により構成されると結論されるが、2年を過ぎるとカマキリの成長は極端に停滞し個体数が急減している。したがって、3年間生存する個体は一部であり、大半は2年でほぼ成熟全長に達して産卵後、寿命を終えると考えられる。

天然個体は日齢300~400までの間は数個体を除いてその成長はやや停滞傾向を示した。そして、日齢650以降急激な成長停滞が認められた。2月15日を孵化日と仮定したことを考慮すると、これらの成長停滞期は前者では11~翌2月、後者では10月以降となり、秋から冬にかけてカマキリは成長が停滞すると推察される。前述したように、水槽内飼育では水温15℃が最も成長が優れ、水温24℃以上の高温区、および水温6℃区で成長の停滞がみられた。江の川で測定された水温の季節的变化では9月以降急激に水温が低下しており(Fig.64)、このような冬期の成長の停滞は水温による影響と考えられる。秋から冬にかけての成長の停滞はカジカ *Cottus pollux* 大卵型からも報告されており(Natsumeda ら, 1997)、満1年で寿命を終えるヤマノカミを除き、冬場の低水温期に河川の中・上流域に生息するカジカ科魚類に共通する傾向と推察される。

次に支流における成長を検討するため、3支流で採集されたカマキリの全長組成の推移を Fig.65A, 66A および 67A に示した。年度によって若干の違いがあるものの、下流の上津井川(Fig.65A)では5月に全長40mm以上の、中流の濁川(Fig.66A)では5~6月に全長40~60mm、上流の尻無川(Fig.67A)では7月に

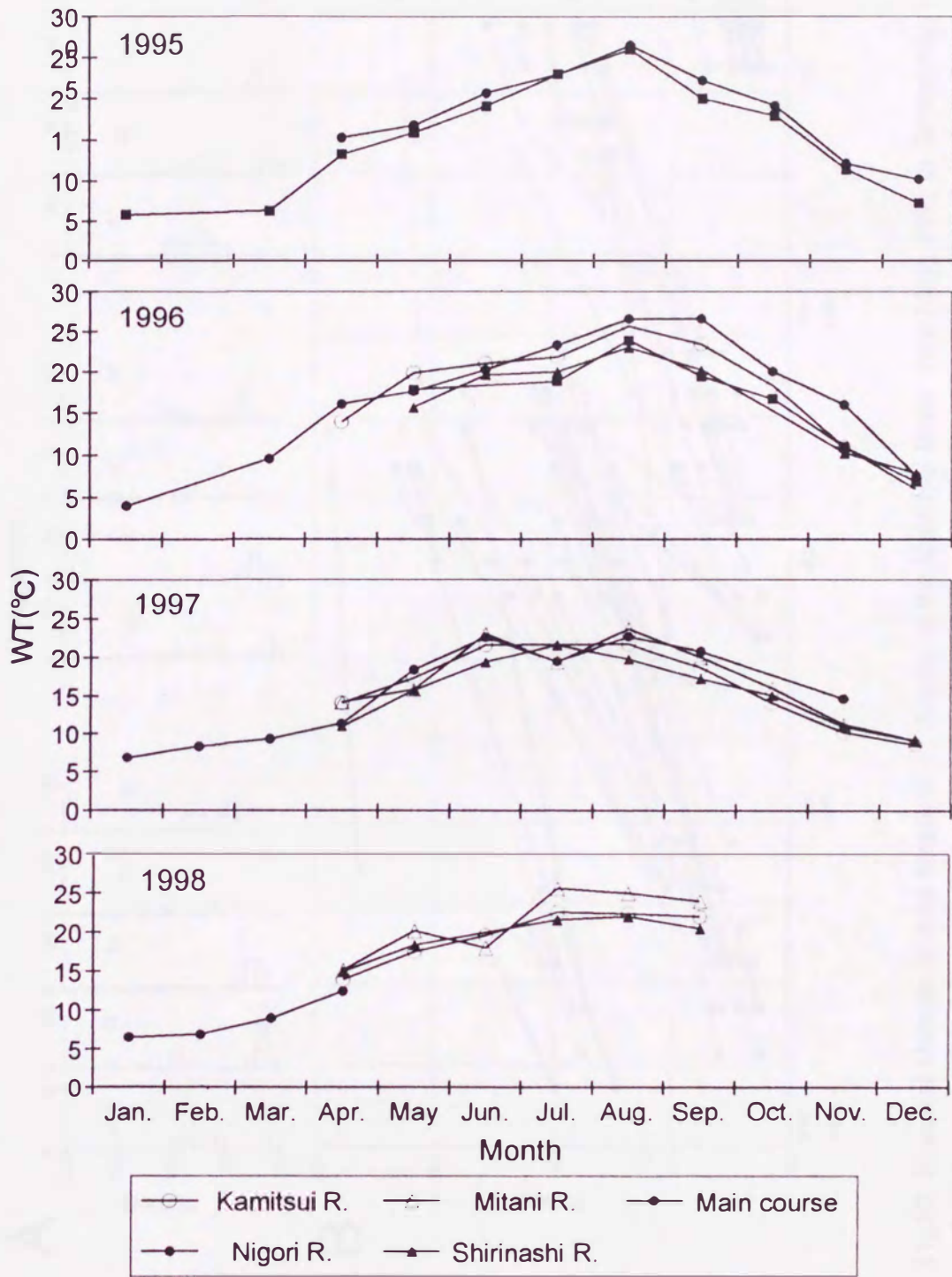


Fig.64. Monthly changes of average water temperature in the Gonokawa River from 1994 to 1997.

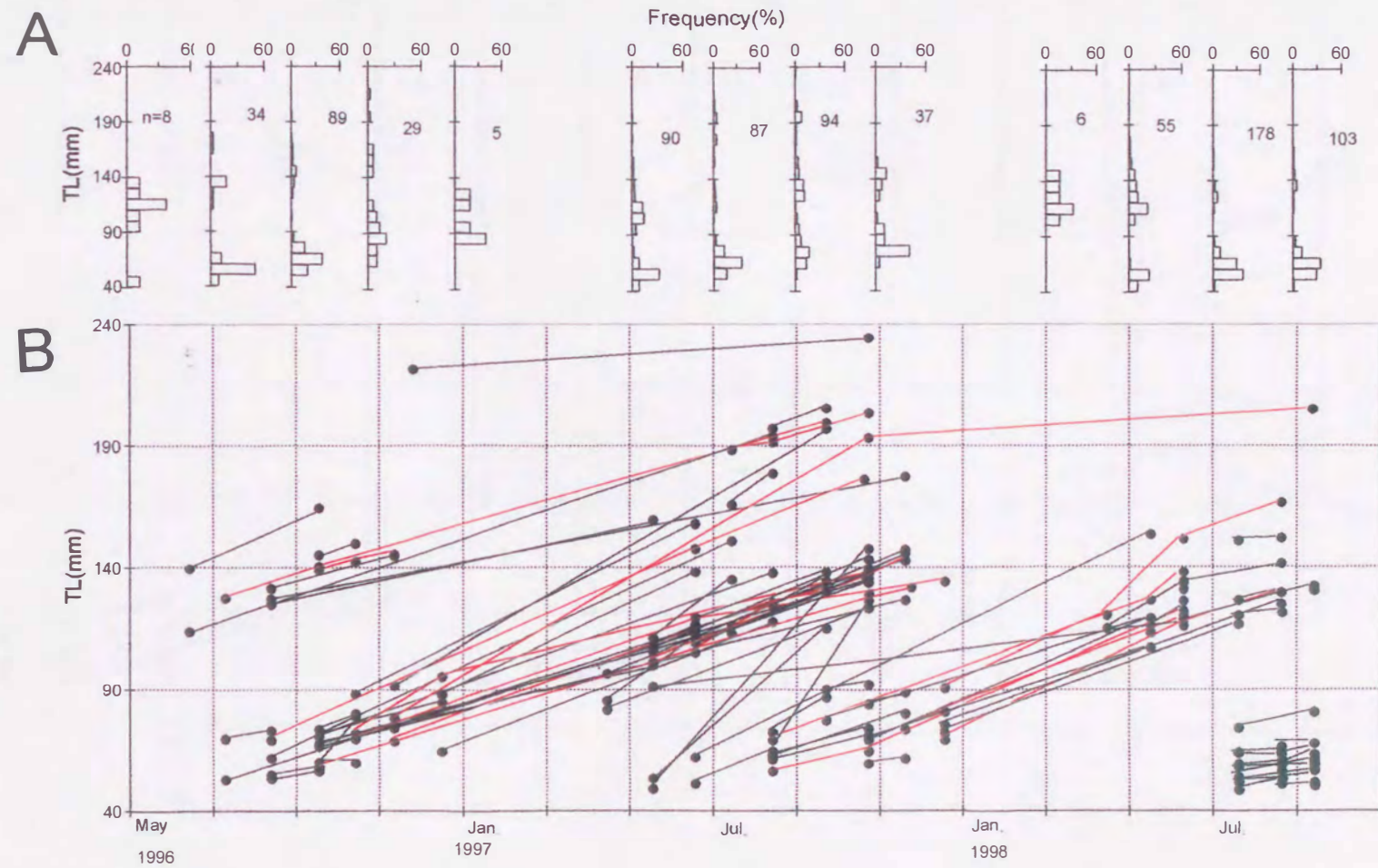


Fig.65. Seasonal changes in total length of *C. Kazika* in the Kamitsui River from May, 1995 to September, 1998. A) histogram of total length of all captured individuals in two months; B) total length in the released and recaptured days. Black and red bars indicate one and more than two recapturing times, respectively.

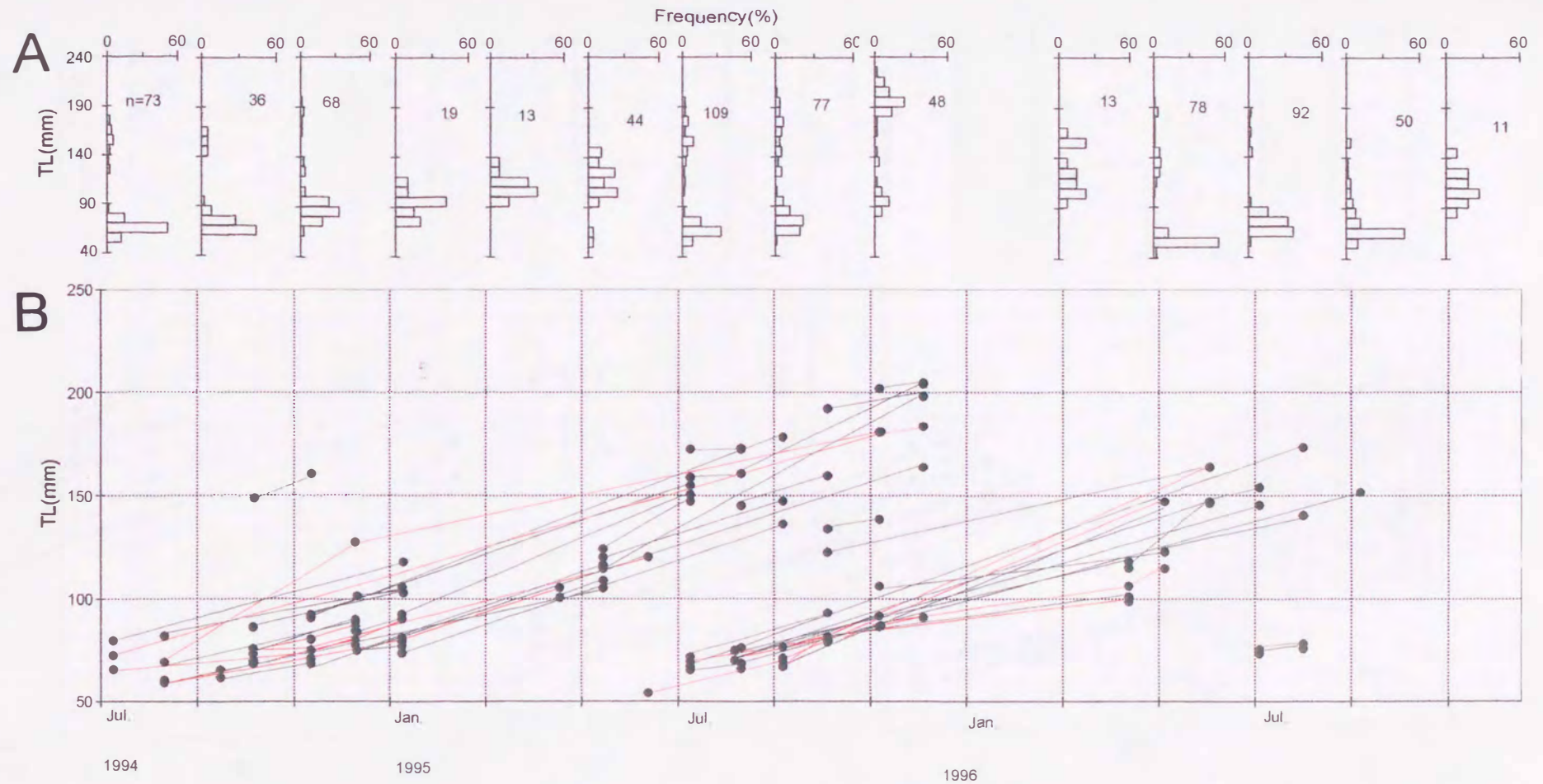


Fig.66. Seasonal changes in total length of *C. Kazika* in the Nigori River from July, 1994 to December, 1996. A) histogram of total length of all captured individuals in two months; B) total length in the released and recaptured days. Black and red bars indicate one and more than two recapturing times, respectively.

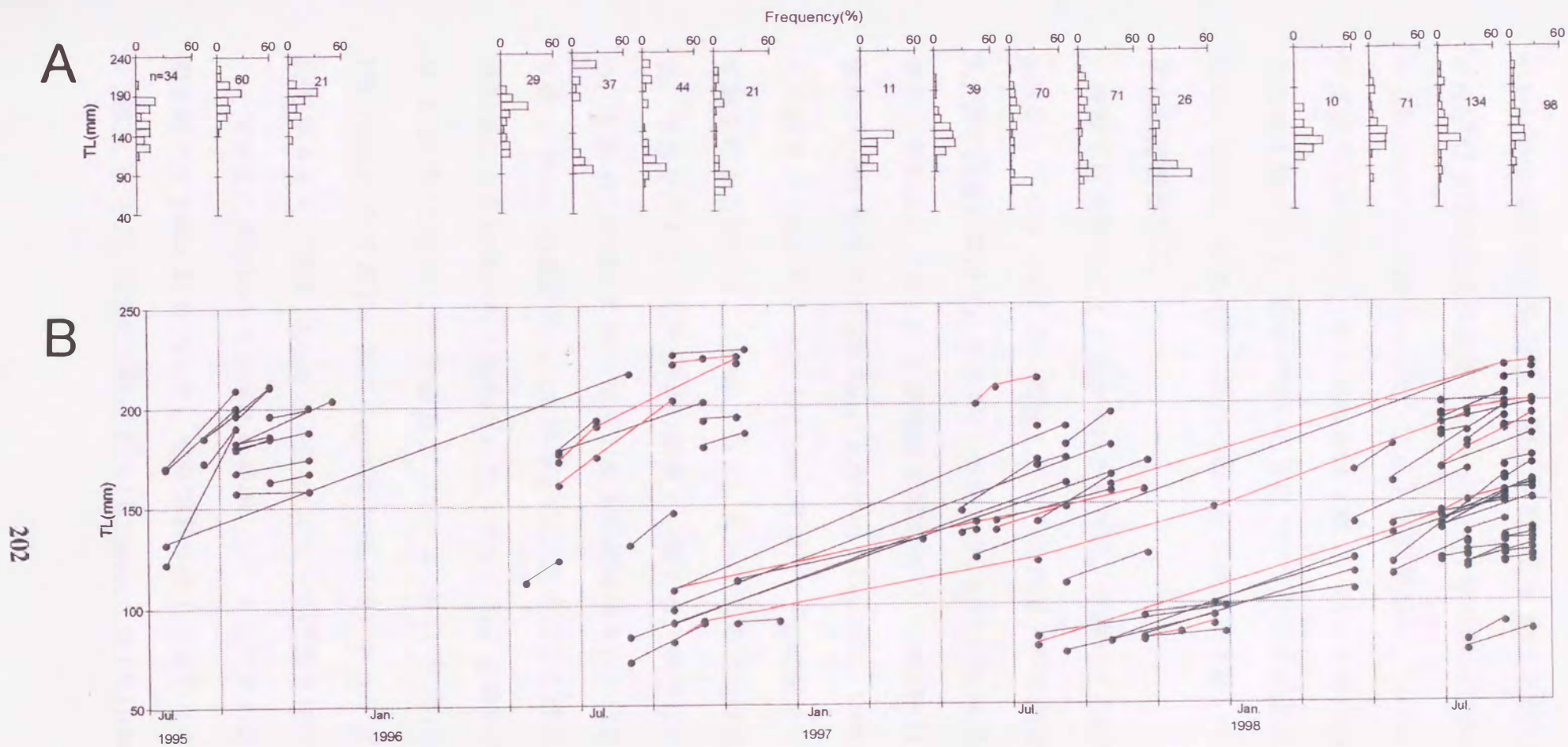


Fig.67. Seasonal changes in total length of *C. Kazika* in the Shirinashi River from July, 1995 to September, 1998. A) histogram of total length of all captured individuals in two months; B) total length in the released and recaptured days. Black and red bars indicate one and more than two recapturing times, respectively.

全長 60mm 以上の当歳魚が出現し始めた。上津井川 (Fig.65A), 濁川 (Fig.66A) における全長組成は 5~12 月の間は 2 群, 1~4 月は 1 群で構成された。尻無川 (Fig.67A) では当歳魚が出現しなかった 1995 年を除いて 7~12 月の間は 2 群, それ以外の期間は 1 群であった。これらの結果から, カマキリは最長 17~19 ヶ月間支流内にとどまり, その年齢群は 2 群で, 秋から冬にかけて高齢魚が降河するため 1 群となり, 翌年の春から夏にかけて当歳魚が遡上してきて再び 2 群になる。そして, それぞれの群は冬場の成長停滞期を除いてほぼ直線的な成長をすると結論される。

標識・再捕調査により追跡された個体の, 標識時と再捕時の全長を Fig.65B, 66B および 67B に示した。前述したように標識・再捕調査で当歳魚時に標識され, 翌年以降に再捕された個体は 56 尾おり, そのうち 54 尾は 1 歳魚であった。2 年以上支流にとどまった 2 歳魚は 2 尾のみで, 1996 年 11 月に 78.1mm だった個体が 1998 年 9 月に 204.8mm (上津井川 : Fig.65B), 1996 年 9 月に 81.7mm だった個体が 1998 年 7 月に 192.7mm (尻無川 : Fig.67B) になった。この結果は 3 年間生存する個体はごく一部であり, 大半は 2 年でほぼ成熟全長に達して産卵後, 寿命を終えるとした前述の結果と一致する。前述した日齢と全長の関係から, 日齢 400 を越えた満 1 歳魚の全長の範囲は大きく広がり, 成長の優劣により最大 90mm の差がみられたが (Fig.63), このような成長の個体差は標識・再捕調査による追跡からも証明された。すなわち, 上津井川 (Fig.65B) では 1996 年 8~10 月に標識した当歳魚が 1997 年 9~11 月には全長 130~140mm と 170~190mm の 2 群に, 濁川 (Fig.66B) では 1995 年 6~9 月に標識した当歳魚が 1996 年 4~6 月に全長 100mm と 150mm になって再捕された。

再捕個体の標識時と再捕時の全長から, 1 日当たりの全長の伸び, 日間成長率を求めて Table 41 に示した。全再捕個体の 1 日当たりの全長の伸びは上津井川, 濁川, 三谷川, 尻無川の順に $0.19 \pm 0.14\text{mm}$, $0.20 \pm 0.11\text{mm}$, $0.18 \pm 0.11\text{mm}$, 0.22

Table 41. Seasonal growth and growth rate in total length of recaptured *C. kazika* in 4 tributaries of the Gonokawa River

River	Daily growth (mm) and growth rate (%) of TL			Seasonal growth (mm) and growth rate (%) of TL				
	Total	0 age	1 age	Apr. to Jul.	Jul. to Sep.	Sep. to Dec.	Dec. to Apr.	
Kamitsui	(G)	0.19 ± 0.14 (115)	0.13 ± 0.13 (36)	0.19 ± 0.12 (45)	0.38 ± 0.12 (7)	0.13 ± 0.11 (40)	0.19 ± 0.16 (16)	0.25 (1)
	(R)	0.24 ± 0.22	0.20 ± 0.21	0.15 ± 0.10	0.34 ± 0.11	0.14 ± 0.12	0.24 ± 0.27	0.28
Nigori	(G)	0.20 ± 0.11 (70)	0.17 ± 0.09 (28)	0.22 ± 0.16 (19)	0.42 ± 0.16 (3)	0.14 ± 0.10 (10)	0.15 ± 0.08 (23)	0.16 ± 0.06 (5)
	(R)	0.24 ± 0.13	0.24 ± 0.13	0.17 ± 0.15	0.39 ± 0.12	0.21 ± 0.16	0.18 ± 0.11	0.19 ± 0.08
Mitani	(G)	0.18 ± 0.11 (28)	0.13 ± 0.07 (3)	0.18 ± 0.12 (23)	0.17 ± 0.13 (5)	0.12 ± 0.09 (9)	0.16 ± 0.13 (6)	0.20 (1)
	(R)	0.13 ± 0.08	0.16 ± 0.10	0.12 ± 0.08	0.13 ± 0.08	0.10 ± 0.09	0.09 ± 0.06	0.19
Shirinashi	(G)	0.22 ± 0.21 (117)	0.17 ± 0.12 (10)	0.23 ± 0.23 (98)	0.35 ± 0.23 (18)	0.23 ± 0.21 (51)	0.18 ± 0.21 (19)	0.16 ± 0.03 (3)
	(R)	0.16 ± 0.15	0.22 ± 0.16	0.15 ± 0.16	0.21 ± 0.14	0.16 ± 0.16	0.12 ± 0.14	0.17 ± 0.05

G, growth; R, growth rate; parenthesis, number of individuals.

$\pm 0.21\text{mm}$ であり、日間成長率は順に $0.24 \pm 0.22\%$, $0.24 \pm 0.13\%$, $0.13 \pm 0.08\%$, $0.16 \pm 0.15\%$ であった。三谷川や尻無川の日間成長率は他の 2 河川よりも低い値を示したが、これは 1 歳魚以上の個体数の比率が多かったためと考えられる。標識時・再捕時ともに 100mm 未満の個体が多く採集された上津井川、濁川、尻無川の当歳魚を比較したところ、その全長の伸び、成長率ともに濁川と尻無川の方が上津井川よりも有意に優れた (ANOVA, Scheffe test, $p < 0.01$)。これは上津井川が他の支流に比べて河川規模が小さく、生物相が貧弱であるためその成長に差がでたものと考えられる。しかし、100mm 以上の大型魚では支流間に有意な差は認められず (ANOVA, Scheffe test, $p > 0.05$)、魚食性の増した大型個体では支流の規模による生物相の差異の影響は受けにくいと考えられる。

(6) 食性

カマキリ当歳魚における胃内容物の種類別個体数%の月別変化と供試魚の生息域を Fig.68 に示した。3 月は半数以上がヨコエビ類 Gammaridea を中心とした端脚類 Amphipoda で占められ、次にシキシマフクロアミ *Gastrosaccus vulgaris* を中心としたアミ目 Mysidacea, ヨツバコツブムシ *Sphaeroma retrolaervis* などの等脚目 Isopoda などが続き、海産、汽水産の甲殻類がほとんどであった。その傾向は 5 月まで続いたが、6 月からは当歳魚の生息域が淡水域へと移行し始めたのをうけて、胃内容物もカゲロウ目 Ephemeroptera を中心とした水生昆虫類へと変わった。夏の 8, 9 月にヨシノボリ *Gobius similis* 稚魚などが 20~30% 占めたのを除けば、当歳魚の間は大半は水生昆虫食であり、海域から汽水、そして淡水域へと生息域を移行する過程で、海産・汽水産甲殻類から淡水の水生昆虫へと餌生物を変えることが明らかとなった。空胃個体の比率を示す空胃率は 3~6 月は 20% 以下の低い値を示したが、7~9 月は 30% を越え、その後は 30% 以下であった。

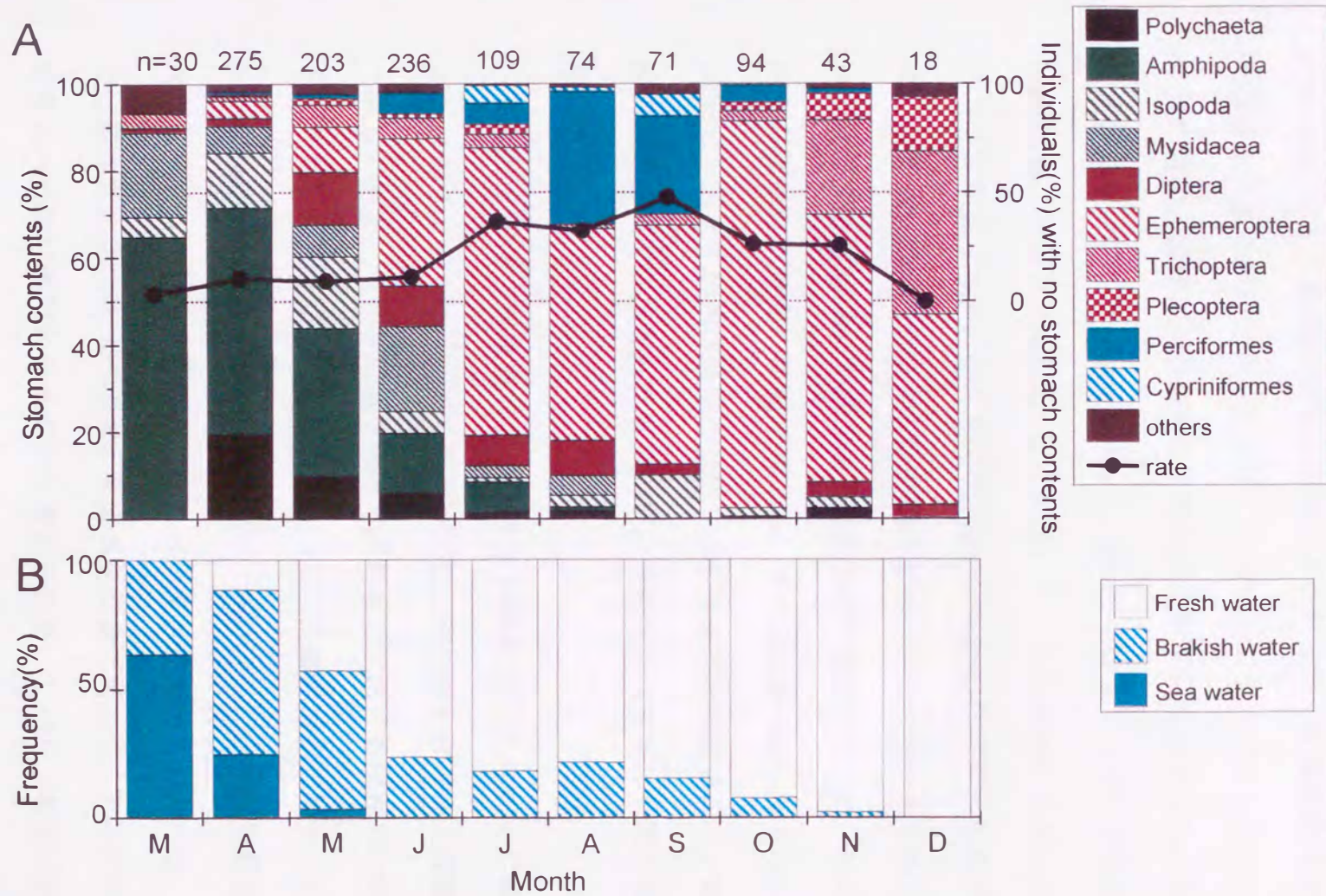


Fig.68. Monthly changes of stomach contents (A) and occurrence area (B) of 0-year fish *C. kazika* (n=1123) collected in the Gonokawa River and Gotsu Port.

次に満 1 歳魚以上の個体における胃内容物の種類別個体数%の月別変化と供試魚の生息域を Fig.69 に示した。海で採集された産卵期の 1~3 月の個体はヨコエビ類 Gammaridea, 等脚類 Isopoda とスズキ目 Perciformes などの魚類を食べていたが, それ以外はほぼ周年スズキ目 Perciformes やコイ目 Cypriniformes などの魚類が 30%, カゲロウ Ephemeroptera, トビケラ Trichoptera とカワゲラ目 Plecoptera などの水生昆虫類が 70%ほどであった。空胃率は 1~3 月の産卵期に 50%以上の値を示したのを除けば, 20~50%の範囲内であった。

胃内容物の種類別個体数%の全長別変化を Fig.70 に示した。全長 40mm 未満の個体はヨコエビ類 Gammaridea を 60%近く食しており, それ以外にはアミ目 Mysidacea, 等脚目 Isopoda, などが続いた。全長 40mm を越えるとそれ以外にユスリカ幼生 Diptera やカゲロウ Ephemeroptera などの水生昆虫類が出現し始め, 全長 60~80mm では水生昆虫類が全体のおよそ 80%を占めた。この頃からヨシノボリ *Rhinogobius brunneus* 稚魚などが観察され始め, その後魚体が大型化するにつれ, 魚食の傾向が増加し, 胃内容物組成の 40~50%を占めた。全長 100mm を越える個体は魚類の他に, 水生昆虫類や等脚類, エビ類などを食し, 産卵期の海域で採集された個体の胃内容物からはヨコエビ類や等脚類なども出現した。

高知県土佐湾で採集されたカマキリ仔稚魚は主にヨコエビ類を食べている (Kinoshita ら, in press)。この結果は江の川河口域と江津港で採集した仔稚魚と一致しており, ヨコエビ類は海域や河口域で生活する時期の一般的餌生物であると考えられる。また, 鳥取県千代川では当歳魚は水生昆虫, 1 歳魚以上はアユを中心とした魚食性である (名越ら, 1962)。江の川では当歳魚についてはユスリカ目, カゲロウ目を中心とした水生昆虫食である点で一致したが, 大型魚では個体数比率で約 70%程度水生昆虫を摂食しており, 江の川産カマキリの水生昆虫への依存度はかなり高いと考えられる。しかし, 羽化に伴う水生昆虫の

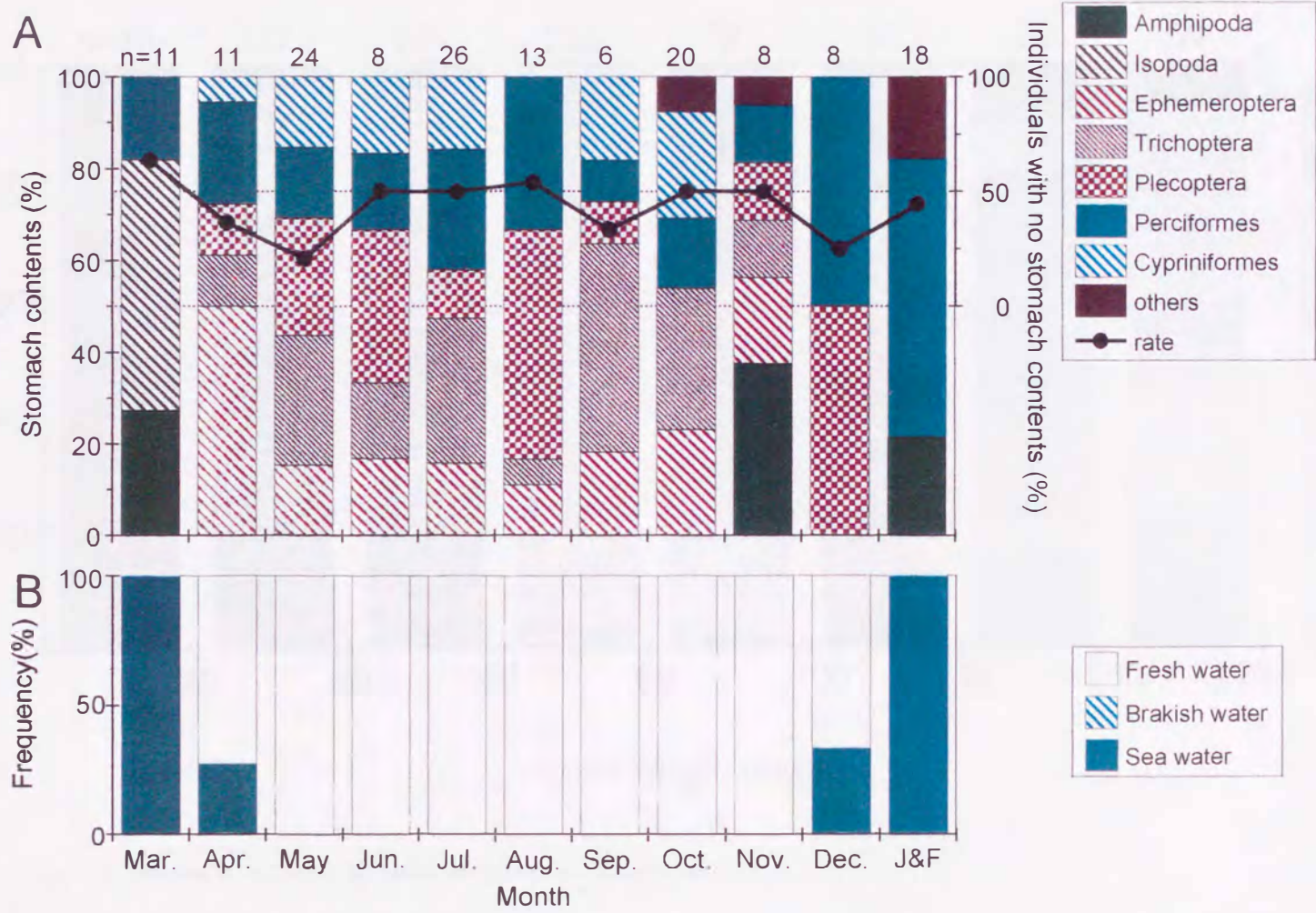


Fig.69. Monthly changes of stomach contents (A) and occurrence area (B) of more than 1-year fish *C. kazika* (n=137) collected in the Gonokawa River and Gotsu Port.

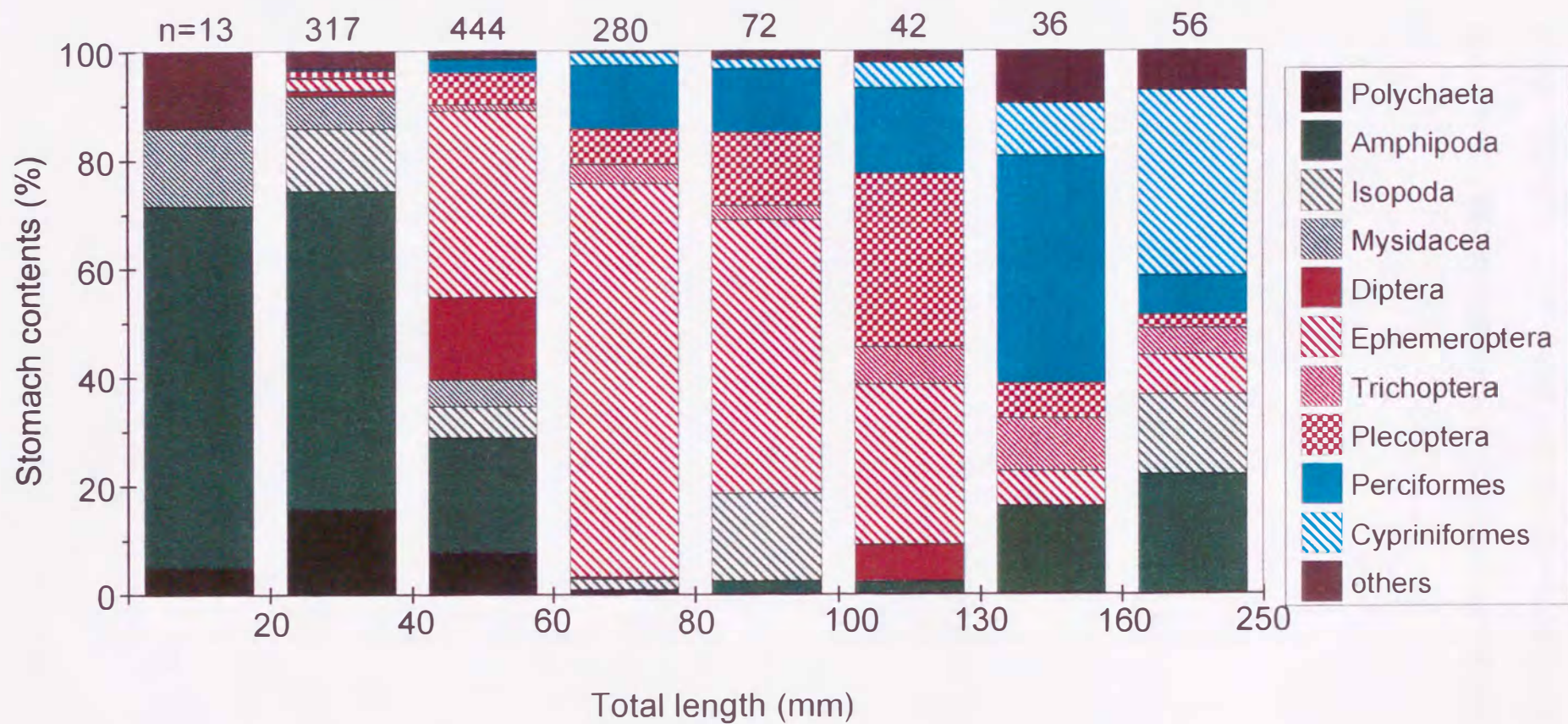


Fig.70. Stomach contents by total length in *C. kazika* (n=1260).

減少か、あるいは水温の上昇に伴う魚の活動の鈍化のためか、夏期の当歳魚は20~30%の割合でヨシノボリ稚魚などを食べており、本種は河川生物相の多様性に合わせ、餌生物の選択において比較的柔軟性を持つと考えられる。