

霞ヶ浦水系におけるアユの生態学的研究 - II

北浦産1995年級群について

根本 隆夫・久保田 次郎・中村 誠・杉浦 仁治

1. はじめに

霞ヶ浦水系において、アユは1992年以降多く漁獲されるようになり、春から秋にかけて霞ヶ浦・北浦及びその流入河川で成長、成熟した群が確認され、冬に湖内に仔稚魚が分布していることが確認された。常陸川水門によって半閉鎖的となった霞ヶ浦水系内で両側回遊魚のアユが多獲されるようになった原因を考える上で、陸封型アユが存在しているか調べることは一つのカギになると思われる。それにはまず同じ年に発生した群（同一年級群）が霞ヶ浦水系内で一生を過ごしていることを確認する必要がある。

1993年級群は冬季北浦で稚魚期のものが多く混獲されたが、この時は12月に体長30mm以上に成長した段階から確認され、それ以前のものが不明であった（根本, 1995）。1994年級群は稚魚ネット調査により全長5.7mmから24mmまでの稚魚が採集されたが、その後のサイズのものが確認できなかった（根本ら, 1996）。1995年級群は前報で北浦流入河川の一つである巴川の中流部でアユの産卵を確認したことを報告したが、その後の移動、分布、成長、成熟等について調査したので今回報告する。

2. 方 法

(1) 降下仔魚調査

流入河川におけるふ化後のアユ仔魚の降下移動を確認するため、アユの産卵が確認された巴川において調査を行った。1995年10月6日と11月3日から4日の2回、河口から約3km上流の鉾田町野友の巴川（川幅約12m）において河川の中央部に稚魚ネット（口径36cm, 目合230 μ m, 側長80cm）を流れに対して平行に設置した。調査は日没後開始し、約1時間おきに

5分間ずつ行った。採集物は10%ホルマリン溶液で固定して持ち帰り、水道水で洗浄した後測定した。

(2) 湖内稚魚ネット調査

降下後から稚魚期にかけてのアユの分布、移動及び成長を確認するために、巴川が流入する北浦において調査を行った。1995年9月から1996年3月にかけて月2回程度、図1の北浦湖内南北7定点で稚魚ネット（口径100cm, 目合500 μ m, 側長300cm）を曳航し、アユ仔稚魚の採集を試みた。曳航速度は2kt, 時間は5分間で表層曳きとした。採集物は10%ホルマリン溶液で固定して持ち帰り、水道水で洗浄した後測定した。

(3) ビームトロール調査

遊泳力のついたアユ稚魚を採捕するために1995年12月から3月まで毎月1回、北浦の馬渡、江川、白浜の3点でビームトロール（網口4m, 袖網丈1.5m, 魚取り部目合1.5mm）を曳網した。曳網速度は2.6kt, 時間は5分間または10分間で表層曳きとした。採集物は冷却して持ち帰り、生鮮状態で測定した。

(4) 湖内漁獲物調査

1995年12月以降北浦で操業されている漁業者のトロール（わかさぎ・しらうお曳き網）、横曳網（いさぎ・ごろ曳き網）、張網（定置網）等におけるアユ稚魚の混獲状況を聞き取り等により調査するとともに、混獲されたアユの魚体測定を行った。また、1996年春から秋にかけて北浦の張網によって漁獲されたアユを購入し、魚体測定、成熟度調査等を行った。



図1 北浦及びその流入河川における調査地点

(5) 流入河川分布状況調査

1996年5月から10月にかけて巴川を中心とする北浦の流入河川においてアユの分布状況と成熟状況等を調査するため投網調査を行った。使用した投網の目合は40節, 26節, 21節, 14節の4種類とした。漁獲物は10%ホルマリン溶液で固定して持ち帰り, 水道水で洗浄した後測定した。また, 遊漁者による釣獲状況を聞き取り等により調査した。

北浦においては, 10月30日に中里川河口から北側約1kmの間に3地点を設けて調査した。調査にはKS式採泥器(離合社製, 採泥寸法15cm×35cm)を用い, 各点とも水深約1mの所で3回ずつの採泥を行った。採集した底質は10%ホルマリン溶液で固定して持ち帰り, 水道水で洗浄し, 0.1規定水酸化カリウム溶液に6時間浸漬した後, 実態顕微鏡を用いてアユ卵の有無を確認した。

(6) 産卵状況調査

1996年秋季に成熟アユが分布する巴川と北浦湖内において行った。巴川においては10月18日と11月6日の2回, 中流部嫁橋から下流部粟野にかけて親アユが分布する底質の良好な場所を選んで底質を採取し, 目視によりアユ産着卵の有無を確認した。

(7) 環境調査

夏季の北浦と流入河川巴川の水温を比較するため, 6月から10月にかけて週1回程度午前8時に巴川中流部鉾田町上富田の本田橋下の水温を測定した。北浦の水温は酸欠観測時の大洋村江川沖の表層及び底層の水温データを用いた。

3. 結 果

(1) 巴川における降下仔魚調査

調査時間は1回目(10月6日)が19時から21時までの間、2回目(11月3日~4日)が17時から1時までの間であった。調査時の水温は1回目が18.3℃~17.8℃、2回目が14.8℃~12.6℃で、時間の経過とともに徐々に低下した。流速は1回目が平均38cm/s、2回目が平均33cm/sの緩やかな流れであり、浮遊物が多いため、5分もしないうちに稚魚ネットが目詰まりを起こし、ろ水計が止まっていることがあった。

採捕された仔魚は細長く膜鱗に覆われており、いわゆる「シラス型」の仔魚であった(図2)。霞ヶ浦水系に分布する魚類で仔魚が「シラス型」なのはおおむねワカサギ、シラウオ、アユの3種であり、出現時期からアユ仔魚と判断される。また、幽門部が消化管の中央よりやや前方に位置している特徴からもワカサギ(消化管の中央)、シラウオ(消化管の前部 $\frac{1}{3}$)ではなく(沖山, 1988)、アユであると判断した。

アユ仔魚は2回の調査とも採捕された。採捕されたアユ仔魚のほとんどが卵黄嚢を持っている前期仔魚(岩井, 1985)であったが、卵黄嚢の大きさには差があり、卵黄吸収が進んでない個体と進んでいる個体が見られた(図2)。図3に採捕仔魚の全長組成を示したが、全長範囲は5.0mm~6.7mmで、2回の調査とも平均6.0mmであった。これはアユのふ化時の全長が6.0mm程度で(宮地ら, 1992)、卵黄吸収時のサイズが6.6mm(沖山, 1988)という知見とも一致した。調査

回毎の時間別採捕尾数を表1に示した。この結果、22時まではろ水計500回転当りに換算した採捕尾数が0~10尾と少なかったが、23時以降34~55尾に増

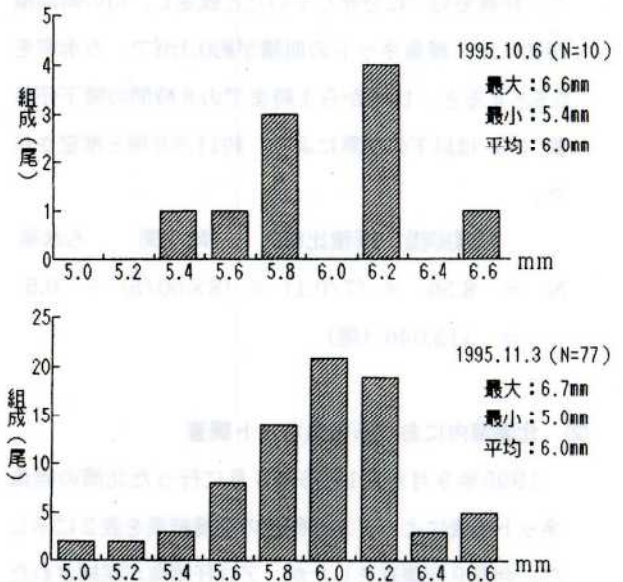


図3 巴川におけるアユ降下仔魚の全長組成(1995年)

表1 巴川におけるアユ降下仔魚採捕結果(1995年)

時刻	1995.10.6			1995.11.3~11.4		
	採捕数 (尾)	ろ水計 回転数 (回転)	ろ水計 500回 回転当り 採捕数 (尾)	採捕数 (尾)	ろ水計 回転数 (回転)	ろ水計 500回 回転当り 採捕数 (尾)
17:00	-	-	-	0	258	0
18:00	-	-	-	3	154	9.7
19:00	3	412	3.6	2	355	2.8
20:00	3	363	3.6	2	435	2.3
21:00	4	429	4.7	0	375	0
22:00	-	-	-	1	450	1.1
23:00	-	-	-	7	473	7.4
0:00	-	-	-	30	435	34.4
1:00	-	-	-	32	290	55.2

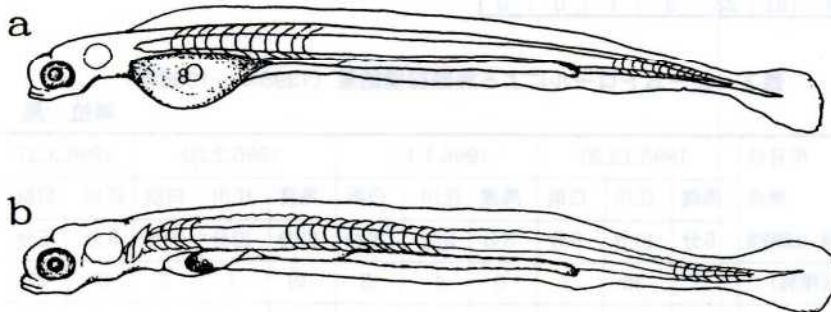


図2 巴川降下仔魚調査で採捕されたアユ仔魚(1995.11.4)

a: 卵黄嚢が大きい仔魚(全長6.2mm)

b: 卵黄嚢が小さい仔魚(全長6.3mm)

加した。

2回目の調査時の採捕尾数から調査時間帯のアユ仔魚の降下数を計算した。川のどの位置も流速が均一で、仔魚も均一に分布していたと仮定し、川の断面積が約7m²、稚魚ネットの面積が約0.1m²で、ろ水率を0.5とすると、17時から1時までの8時間の降下仔魚数(N)は以下の計算により、約11.5万尾と推定された。

$$N = \frac{\text{平均採捕尾数} \times \text{面積比率} \times \text{時間} \times \text{ろ水率}}{\text{断面面積}}$$

$$N = 8.56 \times (7/0.1) \times (8 \times 60/5) \div 0.5$$

$$= 115,046 \text{ (尾)}$$

(2) 北浦湖内における稚魚ネット調査

1995年9月から1996年3月に行った北浦の稚魚ネット調査によるアユ仔魚の採捕結果を表2に示した。合計9回調査をしたが、アユ仔魚が採捕されたのは10月から1月までの計6回のみで、特に多かったのは10月6日(179尾)と11月10日(181尾)であり、それ以降は徐々に少なくなった。地点別では北部

表2 北浦稚魚ネットによるアユ仔魚採集結果 (1995年～1996年)

単位：尾

年月日 地点	1995年						1996年		
	9.23	10.6	10.27	11.10	11.24	12.20	1.17	2.20	3.27
1 高田	0	151	48	77	7	0	-	-	-
2 梶山	0	27	9	96	5	0	-	-	-
3 馬渡	0	1	1	8	9	1	0	0	0
4 江川	0	0	1	0	0	1	0	0	0
5 白浜	0	0	1	0	2	0	1	0	0
6 釜谷	0	0	0	0	-	1	0	0	-
7 宮前	0	0	0	0	-	0	0	-	-
合計	0	179	60	181	23	3	1	0	0

注) -は、欠測

(上流側)の高田、梶山で多く、南部(下流側)ほど少ない傾向にあり、最南部の宮前では期間を通して全く採捕されなかった。また、この稚魚ネット調査でアユ以外に採捕された魚種については、9月23日と10月6日にハゼ類稚魚(1地点1～20尾)、3月27日にワカサギ稚魚(1地点7～22尾)がまとめて採捕された以外は、シラウオが時々とれる程度で、1地点当たり50尾以上とれたのはアユのみであった。

図4に調査回毎の地点別アユの全長組成を示した。採集されたアユ仔魚は全長5.6mm～25.6mmの大きさで、11月24日までは10mm以下のものが主体であったが、12月20日以降は17mm以上のものしかとれなくなった。水域別に見ると、北部ほど小さいものが多く南部へ行くほど徐々に大きくなる傾向が見られ、11月10日と11月24日の調査ではその傾向が明確であった。最北部の高田は巴川の河口から約1km下流の地点であるが、巴川の降下仔魚調査と同様にふ化後間もない全長5～6mm台の仔魚がまとめて採捕され、11月24日までその傾向が続いた。これに対し馬渡以南の地点では6mm台の仔魚はとれず、8mm以上に成長したもののみ採捕された。

(3) 北浦湖内におけるビームトロール調査

表3に北浦湖内におけるビームトロールの採捕結果を示した。アユ稚魚が採捕されたのは12月から2月の期間で、冬の間1995年級群のアユ稚魚が北浦に存在し続けていることが確認された。水域別では江川と馬渡で多くとれることがあったが、白浜では少な

表3 ビームトロールによる魚類採捕結果 (1995年～1996年)

単位：尾

年月日 地点 魚種\曳網時間	1995.12.20			1996.1.17			1996.2.20			1996.3.27	
	馬渡	江川	白浜	馬渡	江川	白浜	馬渡	江川	白浜	江川	白浜
	5分	10分	5分	5分	5分	10分	10分	10分	10分	5分	5分
アユ(稚魚)	3	36	2	0	4	3	19	1	2	0	0
シラウオ	15	1	0	11	13	8	0	7	46	7	1
クルマサヨリ	103	45	2	0	0	2	0	0	0	0	0
ブルーギル	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

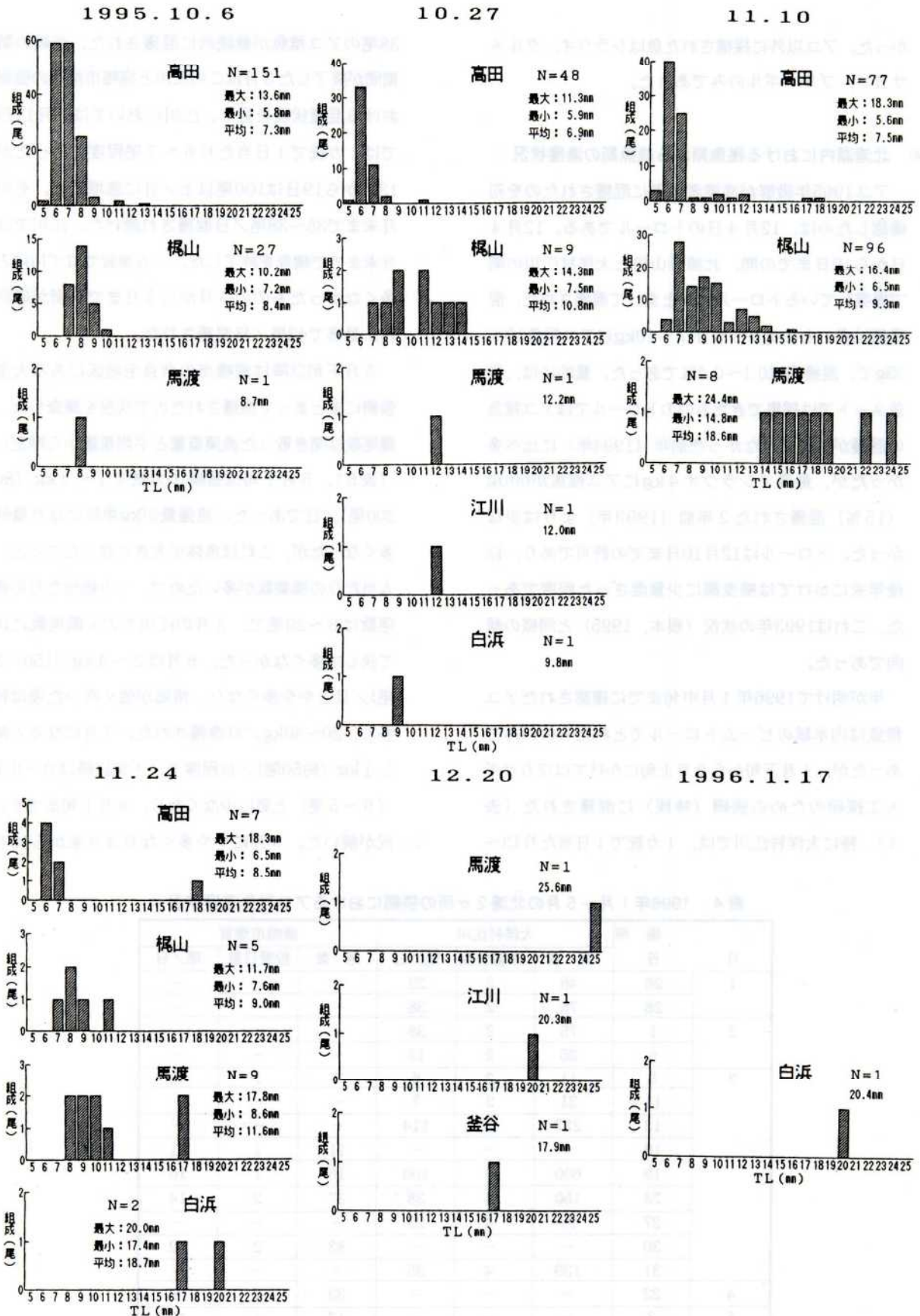


図4 北浦稚魚ネットによるアユ仔稚魚の全長組成 (TL)

かった。アユ以外に採捕された魚はシラウオ、クルマサヨリ、ブルーギルのみであった。

(4) 北浦湖内における稚魚期から成魚期の漁獲状況

アユ1995年級群が漁業者の網に混獲されたのを初確認したのは、12月4日のトロールである。12月4日から10日までの間、北浦村山田と大洋村江川の間で操業しているトロールにまとも混獲された。混獲量は多いものでシラウオ7~10kgにアユ稚魚10~33gで、混獲率は0.1~0.4%であった。量的には、稚魚ネットでは採集できたもののトロールではアユ稚魚の混獲が確認できなかった前年(1994年)に比べ多かったが、最高でシラウオ4kgにアユ稚魚が600g(15%)混獲された2年前(1993年)よりは少なかった。トロールは12月10日までの許可であり、以後年末にかけては横曳網に少量混ざった程度であった。これは1993年の状況(根本, 1995)と同様の傾向であった。

年が明けて1996年1月中旬までに確認されたアユ稚魚は内水試のビームトロールでとれたもののみであったが、1月下旬から2月上旬にかけてはワカサギ人工採卵のための張網(特採)に混獲された(表4)。特に大洋村江川では、1カ統で1日当たり13~

38尾のアユ稚魚が継続的に混獲された。張網の禁漁期間が終了した3月はこの江川と鹿嶋市津賀の張網における混獲状況を見た。江川においては3月11日までは1カ統で1日当たり6~7尾程度であったが、13日から19日は100尾以上/日に急増した。その後月末まで35~38尾/日混獲され続けた。江川では3月末までで調査を終了した。一方津賀では江川ほどは多くなかったものの3月から5月まで入網が確認され、最高で42尾/日混獲された。

5月下旬以降は鹿嶋市の奈良毛地区にある大型の張網にまとも混獲されたので状況を調査した。漁獲尾数は聞き取った漁獲重量と平均重量から推定した(表5)。5月下旬は張網10カ統で1~2kg(80~200尾)/日であった。漁獲量がkg単位になり量的に多くなったが、これは魚体が大きくなったことと、1人当たりの操業数が多いためで、1カ統当たりの漁獲尾数は8~20尾で、3月の江川での入網尾数に比べて決して多くなかった。6月は2~4kg(150~300尾)/日とやや多くなり、南風が強く吹いた後は特に多く、20~40kg/日漁獲された。7月になると減少し1kg(約50尾)/日程度で、下旬以降は0~0.1kg(0~5尾)と更に少なくなり、8月下旬までその状況が続いた。9月にやや多くなり9月末から10月初

表4 1996年1月~5月の北浦2ヶ所の張網におけるアユ稚魚混獲状況

月	場 所 日	大洋村江川			鹿嶋市津賀		
		尾 数	設置日数	尾/日	尾 数	設置日数	尾/日
1	26	46	2	23	-	-	-
	28	75	2	38	-	-	-
2	1	75	2	38	-	-	-
	6	26	2	13	-	-	-
3	8	11	2	6	3	1	3
	11	21	3	7	-	-	-
	13	227	2	114	-	-	-
	18	-	-	-	11	1	11
	19	600	6	100	16	1	16
	23	150	4	38	27	2	14
	27	99	4	25	-	-	-
	30	-	-	-	83	2	42
31	139	4	35	-	-	-	
4	22	-	-	-	23	4	6
5	3	-	-	-	17	1	17
	10	-	-	-	1	1	1

めにかけて4～5kg（約100尾）/日漁獲されたがその後再び減少し、11月以降の漁獲は確認できなかった。

その他の漁法では4月に鹿嶋市津賀のシラウオ刺網、5月～7月の江川沖の横曳網、7月の江川沖から水原沖にかけてのトロールに混獲されることがあったが、張網での漁獲量に比べれば少なかった。漁獲状況を総括すると稚魚期に12月のトロールに混獲された後、1月下旬～2月上旬の特採の張網で混獲が目立ち、3月から操業されている張網で再び混獲され、5月下旬から1尾当たりの重量が大きくなったため漁獲量として多くなった。張網での主漁期は6月で全体の70%を占めた。7月になると張網漁獲量は少なくなり、7月下旬から8月中旬は全く漁獲されない日も

あった。この期間は夏季の高水温時（25℃以上）にあたる（図5）。9月になるとやや増加し、9月下旬から10月上旬に多くとれた後再び少なくなり漁期はほぼ終了した。

(5) 北浦流入河川における分布状況

巴川での投網によるアユ分布状況調査を5月20日から行ったが、アユが初採捕されたのは3回目の6月11日であった（表6）。以後、アユは毎月の調査で採捕され、9月22日に大きな台風が来た後中流部は2m近く増水したが、その後の調査（9月27日）においても採捕された。結局9月27日が最終採捕日となったが、これは前年の10月15日より早かった。ア

表5 鹿嶋市奈良毛の北浦における1漁業者の張網でのアユ漁獲状況（1996年）
（張網の操業数：6～10カ統/日）

時 期		通常漁獲量 (kg/日)	通常漁獲尾数 (尾/日)	備 考
5 月	下 旬	1.0～2.0	80～200	
6 月	上 旬	2.0	150	最高40kg/日が1日（強風時）
	中 旬	3.0～4.0	200～300	最高20kg/日が2日（強風時）
	下 旬	3.0～4.0	200～300	
7 月	上 旬	1.0	50	
	中 旬	1.0	50	
	下 旬	0～0.1	0～5	
8 月	上 旬	0～0.1	0～5	流入河川中里川でアユとれる
	中 旬	0～0.1	0～5	”
	下 旬	0～0.1	0～5	”
9 月	上 旬	0.2～0.3	5～6	
	中 旬	0.2～0.3	5～6	
	下 旬	0.5～5.0	10～100	月末に最高5kg/日と多くなる
10 月	上 旬	1.0～5.0	20～100	
	中 旬	0～0.5	0～10	
	下 旬	0～0.5	0～10	

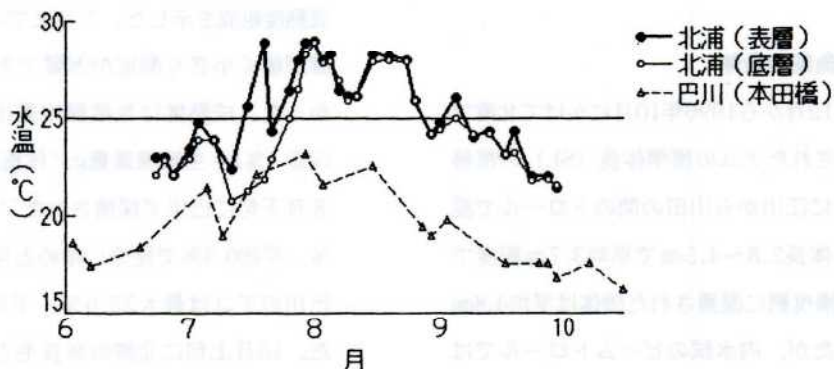


図5 北浦及び巴川の夏季水温の推移（1996年）

表6 巴川の投網調査によるアユ採捕結果 (1996年)

単位：尾

地点\月日	5.20	5.24	6.11	7.18	8.23	9.27	10.18	11.6
1 堅倉	-	-	0	-	-	-	-	-
2 嫁橋	-	-	7	9	2	5	0	-
3 世楽	-	-	2	0	0	-	-	-
4 紅葉	-	-	0	-	2	2	0	0
5 前野	0	-	-	0	1	0	0	-
6 下吉影	-	0	-	0	0	0	-	-
7 本田橋	0	0	0	-	-	-	-	-
8 当間	-	-	1	14	1	0	-	-
9 巴川橋	-	-	0	0	0	-	-	-
合計	0	0	10	23	6	7	0	0

ユが多くとれたのはSt. 2の嫁橋とSt. 8の当間で、それら2地点の間では少なく、それら2地点の間の上流側と下流側では全く採捕できなかった。

巴川において餌釣りの遊漁者は5月下旬に初めて確認されたが、アユが釣れている様子はなかった。遊漁者によるアユの釣獲を確認したのは6月以降であった。7月には遊漁者の数が増え、北浦の張網でアユがほとんど漁獲されなくなった7月下旬から8月にかけても巴川では釣れ続け、新聞の釣り情報にも載った。この時の水温は、北浦の水温よりも5℃前後低かった(図5)。遊漁者が多かったのはSt. 4の紅葉からSt. 7の下吉影の間で投網による採捕傾向とは異なっていた。

巴川以外では武田川、蔵川、雁通川で投網調査をしたが、アユを採捕できたのは8月1日の雁通川のみであった。漁業者の話では鹿嶋市沼尾の中里川でも8月になってからアユが漁獲できたということであった。

(6) 稚魚期から成魚期の魚体

図6に1995年12月から1996年10月にかけて北浦で漁獲または混獲されたアユの標準体長(SL)の推移を示した。12月に江川から山田の間のトロールで混獲された稚魚は体長2.8~4.5cmで平均3.7cm程度であった。その後横曳網に混獲された個体は平均4.8cmとやや大きかったが、内水試のビームトロールでは4.0cm以下の小さい個体を中心であった。1月下旬か

らの特採張網では最初に平均4.9cmのアユ稚魚が混獲されたがその後成長は見られず、3月から操業された張網においても3月11日まで平均4.9cmであった。3月13日以降平均体長が少しずつ大きくなり3月末に5.6cmとなり、4月下旬に平均8.0cmと急激に成長した。それ以後の平均体長は毎月1cmずつ直線的に大きくなり、7月下旬には11.1cmとなった。8月、9月の湖内のサンプルは得られなかったが、最後の10月1日に鹿嶋市奈良毛の張網で漁獲されたものは平均14.4cm(48g)、最大20.8cm(134g)で久慈川等の河川において友釣り釣られているアユと同等の大型群であった。

図7には巴川で採捕されたアユの標準体長の推移を示した。巴川では6月に平均9.1cmであったものが徐々に成長し、9月下旬には平均13.2cmとなった。同時期に北浦で漁獲されたものに比べ小さく推移した。

表7に北浦と巴川で漁獲されたアユの肥満度組成の推移を示した。肥満度(CF)は、 $CF = \text{体重}g / (\text{体長}cm)^3 \times 1000$ で算出した。稚魚期は比較にならないので、4月下旬以降の推移を見た。4月の平均肥満度は11.3であったが、その後徐々に大きくなり7月中旬には北浦と巴川で平均14.5~15.0となった。同時期の北浦と巴川の肥満度を比較すると体長で見られた明確な差は見られないものの、体長とは逆に巴川の方が北浦より平均してやや大きい傾向にあった。特に7月の肥満度は北浦が平均値12.8~14.5なのに対し、巴川は15.0であった。

表8に北浦と巴川で8月以降に漁獲されたアユの成熟度組成を示した。7月までの未成熟なアユは生殖腺が極く小さく測定が困難であったため、測定しなかった。成熟度は生殖腺体重比(GSI)で示した。 $GSI(\%) = \text{生殖腺重量}g / \text{体重}g \times 100$ で算出した。8月下旬に巴川で採捕されたアユは、GSIが最大1.0%、平均0.3%で発達し始めと見られた。9月下旬の巴川のアユは最大22.6%、平均9.5%と発達していた。10月上旬に北浦の奈良毛で漁獲されたアユは平均16.3%でほとんどの個体が成熟状態にあり、最大

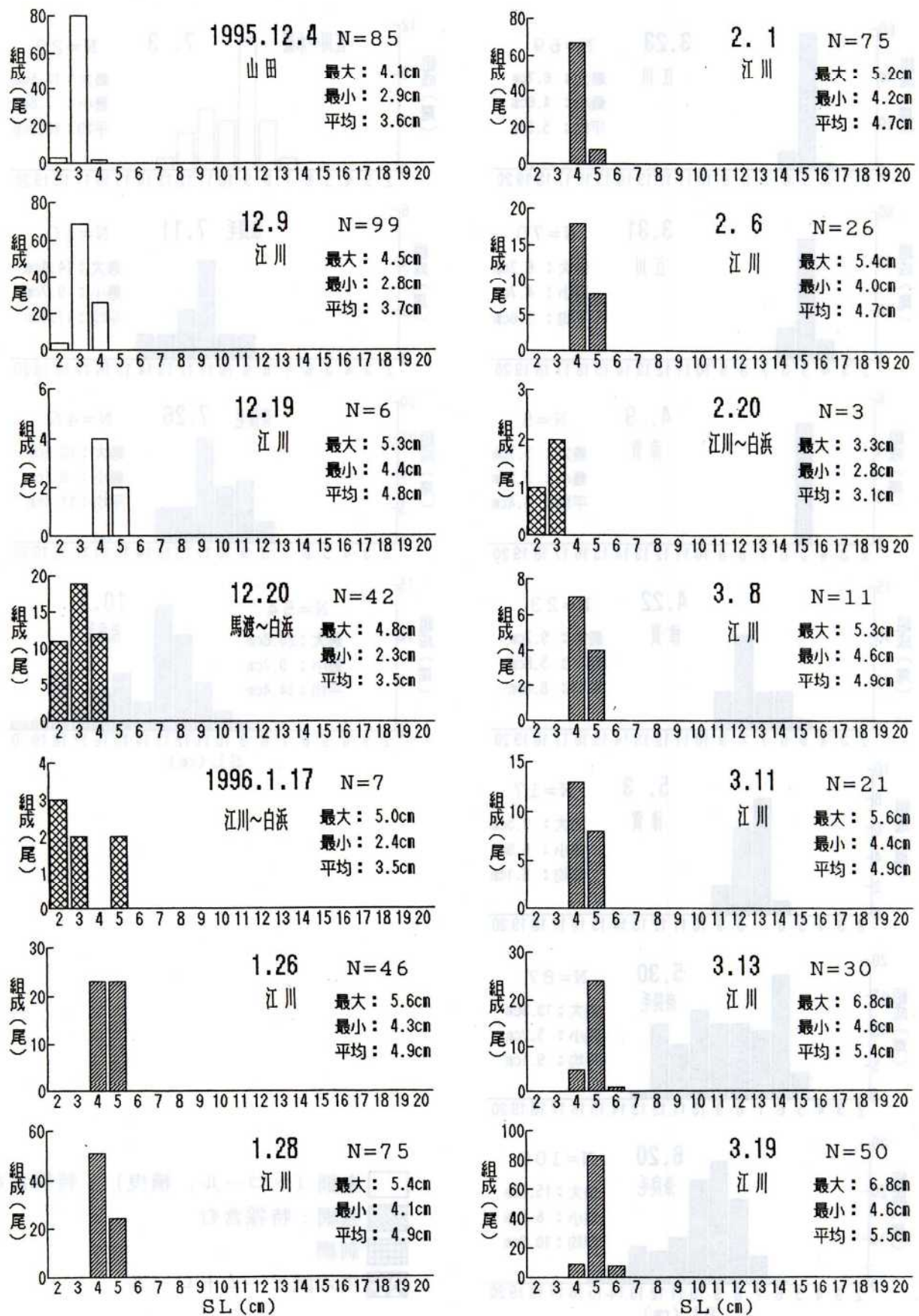
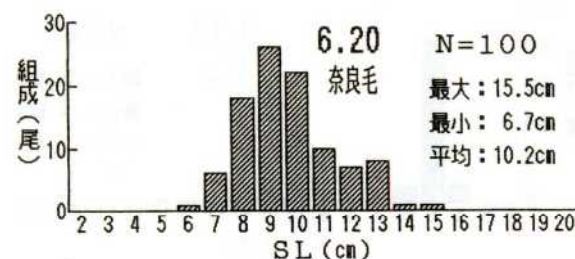
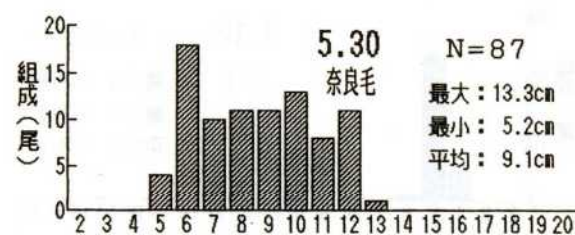
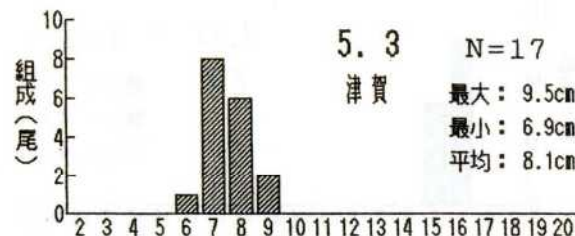
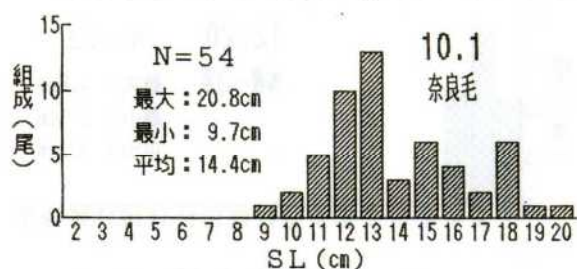
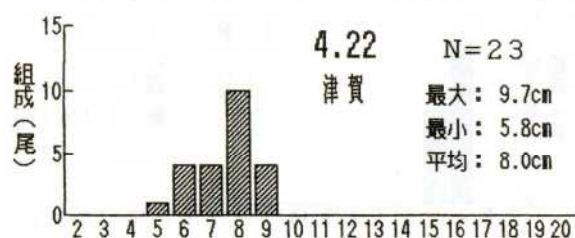
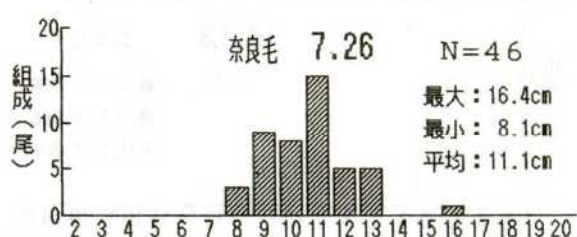
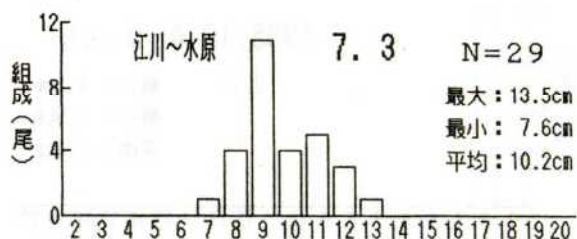
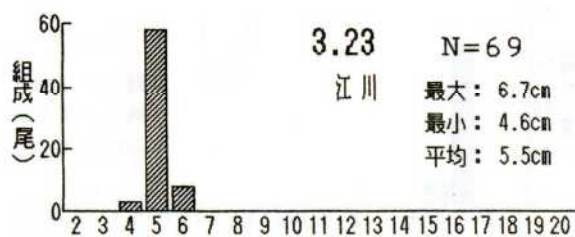


図6-1 北浦で漁獲されたアユ1995年級群の標準体長の変化 (SL)



- 曳網 (トロール, 横曳) : 特採含む
- ▨ 張網 : 特採含む
- ▩ 刺網
- ⊠ 内水試ビームトロール

図6-2 北浦で漁獲されたアユ1995年級群の標準体長の変化 (SL)

表7 北浦及び巴川で漁獲されたアユの肥満度組成 (1996年4月22日～10月1日)

月	4	5	6	7	8	9	10
日	22	30	11	20	3	11	18
水域	北浦	北浦	巴川	北浦	北浦	巴川	北浦
漁法	張網	張網	張網	投網	張網	トロール	張網
肥満度階級	7~	1					
	8~						
	9~	3					
	10~	1	1		3		
	11~	11	4	18	14	4	7
	12~	5	7	28	34	10	2
	13~	2	4	24	7	34	13
	14~		1	14	3	14	1
	15~			2		1	1
	16~						2
17~						2	
18~							
計(尾)	23	17	87	10	100	29	10
最大	13.6	14.6	15.7	14.5	15.7	15.2	15.9
最小	7.8	10.8	10.7	13.2	10.8	11.2	13.3
平均	11.3	12.5	12.9	13.8	13.0	12.9	14.5

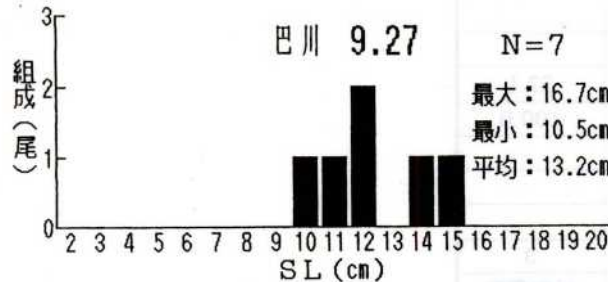
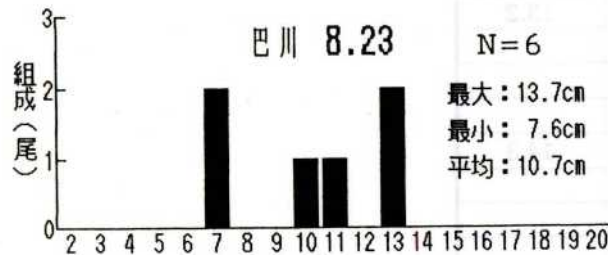
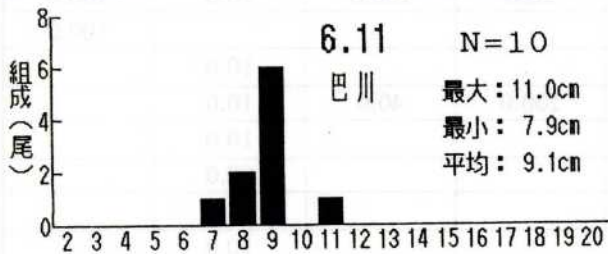


図7 巴川で採捕されたアユの標準体長組成の変化 (1996年)

表8 北浦及び巴川で漁獲されたアユの成熟度 (1996年) (生殖腺体重比: GSI)

月	8	9	10
日	23	27	1
水域	巴川	巴川	北浦
漁法	投網	投網	張網
GSI階級	0~	6	1
	5~		4
	10~		
	15~		1
	20~		1
	25~		
	30~		
	35~		
計(尾)	6	7	54
最大	1.0	22.6	35.4
最小	0.0	4.6	1.9
平均	0.3	9.5	16.3

のものは35.4%で腹部が卵で満たされた雌であった。また、外見からも2次性徴の特徴である体表のオレンジ色の縦線が出ており、尻鰭が短くて追星がある雄と長くのびる雌の差が明確に分かった。GSI組成には5~10と20~25に2つのモードが見られるが、小さい方の山は雄で大きい方の山が雌であった。

以上の結果と前回の報告を併せると、アユ1995年級群は秋の産着卵から降下仔魚、冬から春の仔魚期から稚魚期、そして夏から秋の成魚期に至る生活史全ステージの出現が北浦及びその流入河川(北浦水系内)で確認されたことになった。

(7) 産卵状況調査

巴川における1回目の調査は10月18日にSt. 2の嫁橋, St. 4の紅葉, St. 5の前野及び前年アユ産着卵が確認された須田橋下流で行った。2回目の11月6日

はSt. 4紅葉, St. 6下吉影及び須田橋下流で調査をした。調査地点の水深は10~60cmで, 何れも砂礫底であった。調査時の水温は1回目平均18℃, 2回目平均17℃であった。また, 1回目の調査は前年と

表9 北浦及び巴川におけるアユの餌量捕食率(1996年) (%)

水域	北浦						
	江川沖	江川沖	白浜沖	水原(表)	水原(底)	奈良毛	奈良毛
月	5	7	7	7	7	7	7
日	30	3	3	3	3	11	18
漁法	横曳網	トロール	トロール	トロール	トロール	張網	横曳網
尾数	1	3	9	7	5	10	1
平均体長(cm)	11.2	10.6	11.0	9.7	9.9	11.9	12.0
ユスリカ蛹	100.0		33.3	28.6	100.0	10.0	100.0
イサザアミ	100.0	66.7					100.0
エビ類幼生						10.0	
シラウオ稚魚			33.3	100.0	40.0	10.0	
魚類消化物						10.0	
付着藻類			22.2			80.0	
消化残渣		33.3	11.1				
空胃			11.1			10.0	
餌料種類数	2	1	3	2	2	5	2
主要餌料	イサザアミ	イサザアミ	ユスリカ蛹	シラウオ稚魚	ユスリカ蛹	付着藻類	イサザアミ

水域	巴川			
	6	7	8	9
月	6	7	8	9
日	11	18	23	27
漁法	投網	投網	投網	投網
尾数	10	23	6	7
平均体長(cm)	9.1	9.8	10.7	13.2
ミジンコ類	20.0			
ケンミジンコ類	10.0			
カイミジンコ類	20.0			
ユスリカ幼虫	100.0	30.4	16.7	14.3
ユスリカ蛹	50.0	17.4		
ユスリカ成虫	10.0			
カゲロウ幼虫	40.0			
エビ類幼生		4.3		
イトミミズ		8.7		
不明卵	10.0	52.2		57.1
付着藻類	40.0	47.8	100.0	100.0
草の実		4.3		
水わた	10.0	4.3		
消化残渣	50.0			
餌料種類数	10	8	2	3
主要餌料	ユスリカ幼虫	卵, 藻類	付着藻類	付着藻類

注) 餌料種類数に消化残渣は含まない。

同時期（10月中旬）に設定したが、前年と異なり調査時に調査地点においてアユ親魚の分布を確認できなかった。結果は、2回の産卵場調査においてアユ卵は確認できなかった。

北浦における調査時（10月30日）の水温は平均19℃であった。底質は砂または砂礫底でマシジミやイシガイが採集された。底質を検鏡の結果、アユ産着卵は確認できなかった。

(8) 漁獲アユの胃内容物

1996年5月から9月に北浦及び巴川で漁獲されたアユの胃内容物を調査した結果を表9に餌料捕食率として示した。湖内のアユは張網で多く漁獲されたが、張網は朝に水揚げするため昼行性のアユは前日に入網し、朝までに胃内容物の消化が進んでいることと、張網内部での捕食が考えられること等の理由から通常調査せず、横曳及びトロールによるアユのみ調査した。ただし、7月に一度漁業者が日中の午後に掃除のために網揚げする時に入っていたアユを直ちに10%ホルマリン溶液で固定してもらい、後日胃内容物を見ることができた。

5月30日に横曳網に混獲されたアユはイサザアミを主体にユスリカも捕食していた。7月3日のトロール（試験操業）に混獲されたアユのうちイサザアミを捕食していたのは江川沖の個体群のみで、他の地点ではユスリカとシラウオ稚魚を主体に捕食していた。水原沖においては他の点と同様の底層曳きに加えて表層曳きも行ったが、表層ではシラウオの捕食率が高く、底層ではユスリカの捕食率が高く、組成に差が見られた。白浜沖のアユは付着藻類を摂食しているものが2尾見られたが、沖合のアユではこれまでに見られない現象であった。

7月11日の日中、奈良毛の張網でとれたアユは8割が付着藻類を摂食しており、これが主餌料であった。この結果張網で漁獲される岸帯のアユとトロールに混獲される沖帯のアユでは食性が異なることが分かった。7月18日の横曳網のアユは5月の横曳網の

アユと同様の食性であった。

一方、巴川のアユは6月にはユスリカを主体に捕食していたが、カゲロウやミジンコ類等も捕食しており餌料種類数が多かった。7月は不明卵と付着藻類を多く摂食していた。前年同期と比較すると、前年は7月まで付着藻類の摂食が見られなかったのに対し、今年は6月から既に見られた。8月以降は前年と同様付着藻類主体となり餌料種類が単純化した。8～9月にはアユが河床の石や床止ブロック等に付着している藻類をはむ行動や“はみあと”が頻繁に観察された。

4. 考 察

(1) 流入河川におけるアユ仔魚のふ化と降下移動

今回北浦最大の流入河川巴川でアユの降下仔魚が採捕されたが、このことからアユが巴川で産卵していたことが確認された。霞ヶ浦水系の流入河川でアユ降下仔魚を確認したことは過去の記録に見当たらないので、前報（根本ら、1996）のアユ産着卵と同様に初記録であると思われる。アユ仔魚は巴川を流下して北浦に移動したと予想される。

アユ卵のふ化日数は河川水温によって違ってくるが、18℃では13日、15℃では17～18日、12℃では23～24日である（宮地ら、1992）。調査時の平均水温は10月6日が約18℃、11月3～4日が約14℃であったので、これにあてはめると10月6日の降下仔魚は9月23日頃産卵されたもので、同様に11月3～4日の仔魚は10月15日頃のものであると推定できる。アユ産着卵を確認したのは10月15日であり、未発眼卵が主体だった（根本ら、1996）ので、この卵は10月上旬から15日までに産卵されたものと考えられる。その他10月6日に既に北浦湖内の稚魚ネットで全長10mm以上の仔魚が採捕されたことや、11月24日に全長6mm台の仔魚が採捕されたことから、1995年の巴川におけるアユの産卵は9月中旬から10月下旬まで継続していたと推定される。

2回目の降下仔魚調査では23時以降採捕数が徐々に多くなったが、現場での採捕数の把握が困難であっ

たこともあり調査を1時で終了した。巴川でアユの産卵場を確認したのは降下仔魚調査地点の野友から約9 km上流の須田橋下で、ここから下流にはあまり産卵に好適な場所が確認できなかつたので、主体となるアユ降下仔魚が須田橋周辺でふ化したものと仮定すると、9 kmを流速40cm/s (10月6日の本田橋と野友の平均流速) で移動するのに約6時間にかかる。過去の知見では久慈川保護水面でのふ化直後と思われるアユ仔魚の降下のピークは20時から21時の間であった(茨城県, 1990)。これらにより、須田橋付近で20時~21時にふ化した仔魚は2~3時に野友に到達すると推測された。このことから1時以降に降下尾数が増え続けたことが考えられる。今後は巴川において産卵場と降下移動について詳しく調べる必要がある。

(2) 北浦湖内における仔魚期から稚魚期までの分布

今回の稚魚ネット調査でも1994年の調査と同様に北部ほど採捕尾数が多く小型のものが中心で、南部ほど少数で大型であった。夏から秋の北浦各流入河川のアユ分布調査結果と併せて考えると、北浦へのアユ仔魚の最大の供給河川は巴川で、巴川から北浦最北部に流下した仔魚は、北浦の緩やかな流れに乗って徐々に南下し、分散しながら成長していくと考えられる。そして1月下旬から3月にかけて大洋村江川で稚魚が多く出現し続けたことから、成長し遊泳力のついた稚魚は好適な場所を選択して生息していることが予想される。この期間の稚魚は平均体長5 cm程でほとんど変化が見られなかつたことから、4℃以下の水温では育たないアユ(宮地, 1994)にとって、水温が4℃以下に低下する1~2月頃の北浦ではほとんど成長していないと考えられる。宮地(1994)によると北日本の湖に陸封アユが育った例のない原因は冬の水温にあるというが、霞ヶ浦・北浦の冬の水温条件はこの限界にある。北浦で成長が確認できたのは3月中旬以降で、水温上昇期になってからである。今後は、稚魚の耳石日周輪(日齢)と魚体の関係を見ることによって冬季の成長状態を確認することが必要である。

(3) 稚魚期から成魚期にかけての成長と移動

5月以降のサンプルは鹿嶋市の奈良毛地区(旧大野村)における張網のアユが主体であったが、これは特にこの地区にアユが多く分布しているという理由よりは、大規模に張網を操業している地区なので漁業者一人当たりの漁獲量が多く、サンプルを得易かつたためであった。そのことは主漁期である6月上旬の漁獲量が特別な場合を除いて1カ統当たり8~20尾と決して多くなかつたことから言える。しかし、一度南風が強くと1日10カ統で20~40kgのアユがとれることは、それだけアユが多く分布していることに他ならない。奈良毛地区の北浦は護岸工事がされているにもかかわらず比較的広い範囲で遠浅(岸際は水深50cm前後)で、沈水植物が多く繁茂している。底質は砂または砂礫帯で岸から沖にかけて昔の護岸ブロックが投入されており、それには付着性微細藻類がついている。このような場所は湖内では比較的アユの餌に恵まれた場所であると考えられるので、アユが選択的に生息していてもおかしくない。

ところが、夏の高温期になると奈良毛の張網による漁獲量が極く少なくなつた。一方流入河川の巴川では夏季もアユが減少することはなく、むしろ投網調査による採捕数や遊漁者による釣獲量が多くなつた。また、8月には麻生町の雁通川で漁獲され、鹿嶋市の奈良毛地区の南にある中里川にも分布していたようである。このことから、5月まで北浦湖内にいたアユは、6月に流入河川に遡上する群と湖内に留まる群に分かれるが、夏季高水温期(7月の梅雨明け以降)には湖内に残っていた群の内多くが2次的に水温の低い河川に遡上するのではないかと推測される。

そして、9月になって奈良毛の張網で再び漁獲量が増えたことから、水温が下がった9月以降は再び湖に帰る群があると考えられる。石田(1990)によると、陸封アユは川が流れ込んでいる湖では川の下流部に産むが、川がない場合は湖岸に産卵するという。北浦の場合夏までにアユが周囲の小河川に遡上し生息していたとしても、秋の産卵期になると好適な産卵場と

成り得る河床が少ないため、再び湖岸に戻って来るのではないかと思われる。今回は北浦湖岸帯における産卵調査が10月末の1回だけで、アユの産着卵を見つけることはできなかったが、湖岸がアユの産卵場になっているか今後も調べる必要があると考える。

(4) 北浦湖内と流入河川におけるアユの食性

調査した胃内容物から北浦におけるアユの食性を考察すると、アユの生息場所が広範囲で場所によって食性が異なることが示唆される。横曳網に混獲される沖帯底層のアユは底層にいるイサザアミを主体に捕食している。トロールで混獲される沖帯の中～表層にいるアユは浮遊しているユスリカや魚類の仔稚魚を捕食している。一方張網で漁獲される岸帯の浅場にいるアユは底の石やブロックに着いている藻類を主体に摂食していると考えられる。この様に北浦のアユの食性は多岐に渡り、場所適応型で選択性がないように思われるが、北浦のアユは張網を中心に漁獲されていることから考えると、アユは岸帯に多く分布して主餌料は付着藻類で、イサザアミやユスリカ、稚魚なども捕食対象となっていると総括できる。

北浦の流入河川に遡上したアユも同様に付着藻類が豊富ならば直ちに藻類食に転換すると考えられる。巴川におけるアユの胃内容物において1995年は7月まで藻類は見られず8月から藻類食主体となったが、1996年は6月から藻類を摂食しており8月からそれが主体となった。2年間の巴川の河川状態について述べると、1995年は7月下旬前半まで梅雨で雨量が多かったため中流域では流量が多く水が濁っていて河床が見えなかった。水が澄んだのは8月からである。1996年は6月まで雨が極く少なく7月前半によくまとまった雨が合った程度の梅雨であり、巴川の水が澄んだ日が長く続いた。

巴川に隣接する霞ヶ浦の流入河川の梶無川における内水試の調査では1995年の6～7月は付着藻類の指標となるクロロフィルa量が少なく8月になると多くなった。これに対し、1996年6～7月は前年より

も多く推移した(茨城内水試, 1997)。このことを参考にしても、巴川におけるアユの食性変化は河床の付着藻類の繁殖量を反映し、通常梅雨までは動物食中心で、梅雨明け以降藻類食に転換するのではないかと考えられる。これは那珂川、久慈川等の河川におけるアユが6月ですでに藻類食が確立している状況と異なる。今後は、アユが分布する霞ヶ浦流入河川における水量や濁度、付着藻類量等の環境要因を調査することが望まれる。また食性に関しては他に初期減耗を左右する仔魚～稚魚期の食性を見る必要がある。

(5) 北浦におけるアユの陸封化について

今回、アユ同一年級群が生活史の全ステージで北浦に分布していることが初確認された。これは北浦に陸封型のアユ再生産個体群が存在していることを示唆している。北浦における近年のアユ多獲化現象は、この陸封型アユが北浦の生態系に定着し繁殖していることが原因と考えられる。

陸封アユの繁殖は琵琶湖、池田湖等の天然湖の他、多くの人造湖(ダム湖)で確認されている。しかし、霞ヶ浦のように平地の海跡湖では非常に珍しいケースであろう。Saruwatari (1995)によると茨城県内の汽水湖潤沼は両側回遊型のアユ仔魚の保育場として一時的に利用され、その初期生活史において重要な役割を果たしている。また、潤沼では春季に一時的にアユ遡上稚魚が張網に多く混獲されることが知られている。霞ヶ浦・北浦でも過去においてはアユは通常4～5月に混獲される程度のものであった(霞ヶ浦情報センター, 1994)。これらのことから、霞ヶ浦が潤沼のように海及び利根川とつながっていた時代のアユは秋の仔魚期と春の遡上稚魚期に一時的に霞ヶ浦を利用していたが、常陸川水門により半閉鎖水系の淡水湖となった現在は陸封型アユが存在し、周年見られるようになったと考えられる。霞ヶ浦水系においてアユの生態を調査研究することは、霞ヶ浦の生態系の構造的変化を解明し、その意味を考える上でも重要なことである。

今回、北浦のアユについて調査したが、今後は霞ヶ浦（西浦）のアユについても調査研究し、その生態を解明する必要がある。また、放流実績のない霞ヶ浦水系で繁殖したアユの由来（琵琶湖産系か海産系か）を解明する必要がある。これはアユという魚種の進化適応性を考える上でも興味深いことである。

5. 要 約

- (1) 北浦の流入河川巴川で産卵されたアユ1995年級群の仔魚期降下移動から湖内での稚魚期、そして湖内と遡上河川での成魚期に至る1年間の生態を調査した。
- (2) 巴川における降下仔魚は10月上旬と11月上旬の2回の調査とも採集され、その数は深夜に多くなった。
- (3) 北浦における稚魚ネットの調査では、1994年度と同様に北浦北部の方がより小さい仔魚が多く採捕され、湖内で徐々に南下移動しながら成長するものと考えられた。
- (4) 1995年12月から1996年4月までのアユ稚魚は北浦のトロールや張網等に混獲され、5月以降も主に張網で漁獲され、夏季に減少したものの10月には成熟魚がまとめて漁獲された。
- (5) 巴川では6月から9月下旬まで分布が確認されたが、夏季高温期にも減少しなかった。
- (6) 北浦における食性は岸帯のアユが藻類主体で、沖帯のアユはユスリカやイサザアミ等の動物食であった。巴川のアユは6月までは動物食が主体で、7月以降藻類主体となり8月以降その傾向が強くなった。
- (7) 1995年級群は北浦及びその流入河川において生活史の全ステージで出現が確認され、北浦に陸封型のアユが存在していることが示唆された。

謝 辞

本研究を行うにあたり、東京大学海洋研究所資源生物部門の猿渡敏郎博士には調査方法及びアユ仔魚の同定についてご指導を頂いた。方波見和夫北浦漁業協同組合連合会長、田口三郎大洋漁業協同組合理事、石津一男大野北浦漁業協同組合理事、谷田川松雄同漁協理事には北浦のアユ標本の提供及び漁業情報の提供をして頂いた。以上の方々に深く感謝の意を表します。

引用文献

- 茨城県 (1990) : 平成元年度保護水面管理調査報告書, 59-72
- 茨城県内水面水産試験場 (1997) : 平成8年度河川・湖沼総合浄化促進事業報告書
- 石田力三 (1990) : アユの産卵場, 水産増殖, 38, 2, 207-208
- 石川弘毅 (1993) : 霞ヶ浦・北浦水系で採集されたアユについて, 茨内水試研報, 29, 36-45
- 岩井 保 (1985) : 水産脊椎動物Ⅱ魚類, 恒星社厚生閣, 229-230
- 霞ヶ浦情報センター研究委員会編 (1994) : 霞ヶ浦の魚たち, 霞ヶ浦情報センター, 12-13
- 宮地傳三郎・川那部浩哉・水野信彦 (1992) : 原色日本淡水魚図鑑 (12刷), 保育社, 108-114
- 宮地傳三郎 (1994) : アユの話, 岩波書店
- 根本隆夫 (1995) : 冬期北浦を中心に混獲されたアユ仔稚魚について, 茨内水試研報, 31, 98-101
- 根本隆夫・河崎 正・久保田次郎 (1996) : 霞ヶ浦水系におけるアユの生態学的研究-I, 近年のアユ分布状況と再生産, 茨内水試研報, 32, 21-35
- 沖山宗雄編 (1988) : 日本産稚魚図鑑, 東海大学出版会, 65-72
- Saruwatari, T (1995) : Temporal utilization of a brackish water lake, Lake Hinuma, as a nursery ground by amphidromous ayu, *Plecoglossus altivelis* (Plecoglossidae) larvae, Environmental Biology of Fishes, 43, 371-380