

相模川水系におけるアユ仔魚及び卵の降海 状況調査——Ⅰ

(1968年10月～1969年1月の調査結果)

石 崎 博 美 西 原 隆 通
鈴 木 規 夫 成 岡 俊 男

1966年度から3か年計画で実施している相模湾産稚アユ資源調査(神奈川県水産課、水産試験場、水産試験場相模湾支所、淡水魚増殖場の合同調査)の一環として当场ではアユ仔魚及び卵の降海状況調査を担当し調査を実施してきたが、相模川については、1967年に第1回目の調査を実施し、1968年に引き続き第2回目の調査を行なったが、今回は一応本調査の最終回であるので、2年間の調査の結果について検討し、考察を行なった。

なお、この調査の1967年度については村山が³⁾、1968年度と2か年間の総括については石崎がとりまとめを担当し、現地調査は場員一同により行なった。

本文に先だち、相模川の流量資料の提供をいただいた企業庁総合開発局城山事務所に対し深謝の意を表する。また流下仔魚の採集についてご指導をいただいた資源科学研究所中村守純博士に深謝の意を表する。

調 査 の 方 法

産卵床の分布及び産卵期

1968年における相模川の産卵場について、11月7日に現地調査を実施したが、これと地元漁業協同組合員からの聞き取りの結果とをあわせてみると本年の相模川におけるアユの産卵場は次のとおりであった。

産卵床の形成は1967年とほぼ同じ場所で河口に最も近く位置するところでは河口から6.5km上流の平塚市四之宮地先で、上流限は河口から1.8kmにあつて、厚木市河原口地先の水道橋付近の本流であつた。この間には厚木市朝日町ソー工業地先、新幹線鉄橋より上流100m地点、神川橋下流400m地点の3か所の主要産卵場があり、河口から1.8km以内のこの4か所が主な産卵場とされる。

産卵期については通常10月上旬から12月中旬までの間とされているが、⁷⁾⁸⁾⁹⁾1967年には産卵場についての調査は行なわれていないので、本年との比較はできないが、本年の場合は降下稚魚及び卵の採集状況から推察し、産卵は9月末から1月中旬まで長期間にわたっており、その盛期は10月下旬から11月中旬と考えられた。

産卵床の規模と産卵量

産卵床の規模と産卵量を調べるため、11月7日に現地調査を行なったが、このうち産卵床の分布上流限である厚木市河原口地先と最も河口に近い平塚市四之宮地先の産卵床の例について記すと次のとおりである。

厚木市河原口地先(水道橋下流500m地点)では、産卵床の規模は24m×50m面積は1200

m^2 であった。この産卵床内でランダムに7か所の採卵地点を定め砂礫に産着している卵の計数を行なった。卵の計数は10cm四方の針金(18番線)の枠を用いて、この範囲内の砂礫をおよそ10cm位まで掘って採集して、砂礫に付着する卵数を数えた。

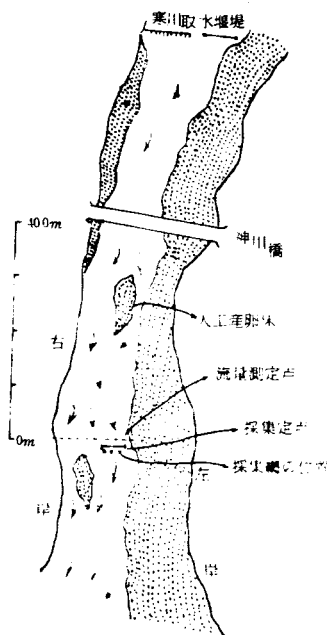
この方法により算出した卵数は $24m \times 50m$ の産卵床で908400粒($1m^2$ 当り757粒)と計算された。

平塚市四之宮地先における産卵床はその規模が $165m \times 32m$ 面積 $528m^2$ のものと $5m \times 53m$ の大きさのものが隣接している場所であるが、前者のものについて厚木市河原口地先と同じ方法により算出した卵数は1895500粒($1m^2$ 当り2643粒)と推定された。なお、産着卵についての解析は行なっていないが調査した卵の50%のものは発眼の状態であった。また、産卵床はいずれも流速の比較的早い $70 \sim 100 cm/sec$ のところで水深30cm位の早瀬部に形成されている。

採集定点

採集定点は図1に示すように河口から約6km地点の企業庁寒川取水えん堤から下流約800mのところに設けた。この定点は1967年度に実施した採集定点とほぼ同一場所である。この地点の河川の状態は左岸側に浅瀬部があり、左岸から70m位までは0.10~0.55mと浅く、70m以上の右岸よりは徐々に深くなる。図1のとおり採集定点から30m下流の右岸よりに中洲があるため、水の流れは、流れ幅9.6m~11.6mのうち、右岸から3.5m以内は常時水深0.9~1.0mの深い流れ淵の状態であった。採集定点の設置は右岸側の深い部位をさけて左岸から70m間の瀬を選び、このうちの流向の安定した4.5m間を採集定点として定めた。採集定点内の流れ幅は全流れ幅の約47%にあたる。

図1 採集定点と付近略図



採集の方法

採集方法は前年度と全く同じ方法により行なった。採集定点4.5m間に1.5m間隔に4本の丸太杭を打ち、これに水面と接してロープを張り、杭と杭の間中点にプランクトンネットを設置するようにした。すなわち採集網は1.5mに1コの割で3コを使用した。

採集時間は60分間とし、網内を通過する1時間の濾水量の算出は前回は流速計を使用したのに対し、今回は濾水計を用いて、それぞれの網口の中間部位に取りつけて、濾水計の指針数から公式計算して濾水量の算出を行なった。

1日内の採集回数は15時から22時までの間4回の採集を行ない、流下仔魚及び卵の日内変化を調査する場合は24時間継続して調査し、12回の採集を行なった。採集物は5~10%ホルマリン液で固定して持ち帰り仔魚と卵を計数した。採集定点内を流量の測定点とし、採集を行なう前に流量を測定した。流速の測定は表面から60%の深さの流速を測定する一深法であるが、この付近の流速の変動は小さく $20 cm/sec$ 程度で流速の

読み取りは容易に行なえた。採集定点付近の流れの状態の一例として1968年10月16日と11月8日の流量観測定点の横断面の水深と流速の測定値を表1、2に示した。

表1 昭和43年10月16日における13時00分～13時30分の採集
定点の流速および水深

全流量 1963m³

左岸杭からの 距離(m)	水 深 (m)	流 速 (m/sec)	左岸杭からの 距離(m)	水 深 (m)	流 速 (m/sec)
2	0.25	0.45	52	0.49	
4	0.35	0.50	54	0.42	0.40
6	0.43	0.60	56	0.38	0.40
8	0.55	0.65	58	0.41	0.53
10	0.50	0.70	60	0.42	0.40
12	0.50	0.55	62	0.48	0.47
14	0.45	0.50	64	0.50	0.45
16	0.45	0.65	66	0.52	0.45
18	0.50	0.53	68	0.55	0.40
20	0.50	0.45	70	0.55	0.10
22	0.55	0.55	72	0.53	0.30
24	0.60	0.55	74	0.51	0.33
26	0.60	0.55	76	0.50	0.40
28	0.53	0.60	78	0.51	0.35
30	0.50	0.55	80	0.55	0.38
32	0.45	0.50	82	0.57	0.30
34	0.43	0.50	84	0.65	0.25
36	0.47	0.55	86	0.70	0.35
38	0.45	0.53	88	0.80	0.30
40	0.50	0.45	90	0.88	0.35
42	0.50	0.55			
44	0.52	0.45			
46	0.51	0.50			
48	0.48	0.40			
50	0.49	0.40			

表2 昭和43年11月8日における13時00分～13時30分の採集
定点の流速および水深

全流量 1877m³

左岸杭からの 距離(m)	水 深 (m)	流 速 (m/sec)	左岸杭からの 距離(m)	水 深 (m)	流 速 (m/sec)
2	0.15	0.25	30	0.38	0.48
4	0.28	0.41	32	0.34	0.45
6	0.31	0.45	34	0.40	0.50
8	0.41	0.60	36	0.39	0.50
10	0.43	0.58	38	0.42	0.49
12	0.37	0.60	40	0.45	0.50
14	0.32	0.60	42	0.40	0.45
16	0.41	0.50	44	0.45	0.51
18	0.41	0.53	46	0.45	0.47
20	0.45	0.60	48	0.43	0.46
22	0.47	0.57	50	0.45	0.46
24	0.56	0.57	52	0.35	0.42
26	0.48	0.59	54	0.35	0.50
28	0.47	0.52	56	0.27	0.35

58	0.40	0.44	80	0.55	0.30
60	0.44	0.45	82	0.61	0.40
62	0.45	0.50	84	0.67	0.35
64	0.50	0.48	86	0.79	0.33
66	0.49	0.35	88	0.90	0.36
68	0.48	0.40	90	} 平均0.80	} 平均0.20
70	0.49	0.35	92		
72	0.47	0.33	94		
74	0.44	0.37	96		
76	0.48	0.41	98		
78	0.52	0.33			

採集定点における水位

本調査の採集定点より上流500mに取水用のえん堤があり、流量の変動は降雨に影響する増減水のほか、このえん堤からの放水により1日内でも大きく変動することがある。このため採集定点に任意の高さの目盛板を設置して採集時の始めと終りに水位の測定を行なった。全調査が終了後各測定値はそのうちの最低値を0とした相対水位(cm)で表現した。その結果を表3に、また、1968年10月16日と11月8日及び12月6日に行なった仔魚、卵の流下数の日内変化調査の際の24時間内の水位の変化を表4に示した。

表3 採集定点における水位の変化。任意の高さに設置した水位標による調査期間中のすべての水位測定のうち、1968年12月3日17時0分に記録した最低値を0とした相対水位(cm)を示す。

年 月 日	17時0分	18時0分	19時0分	20時0分	21時0分	22時0分
1968						
10 11	—	—	—	—	—	—
10 16	9	9	10	10	10	11
10 21	—	—	—	—	—	—
10 28	17	18	21	22	24	27
11 1	9	17	15	17	29	37
11 8	12	15	17	17	17	18
11 11	13	15	17	18	20	20
11 14	12	14	17	17	17	17
11 19	4	5	5	5	6	6
11 25	2	2	2	2	2	2
12 6	18	18	18	18	18	18
12 18	37	42	42	52	52	52
1 16	—	—	—	—	—	—

表4 水位の日内変化 1968年10月16日15
時0分に記録した水位の最低値を0とした相対水
位(cm)で示す。

年 月 日	1968		
時 刻	10 16~17	11 8~9	12 6~7
1 3 時 0 分	1 8	1 1	2 2
1 4 時 0 分	3	1 1	2 2
1 5 時 0 分	0	1 2	1 9
1 6 時 0 分	8	1 2	1 9
1 7 時 0 分	1 0	1 3	1 9
1 8 時 0 分	1 0	1 6	1 9
1 9 時 0 分	1 1	1 8	1 9
2 0 時 0 分	1 1	1 8	1 9
2 1 時 0 分	1 1	1 8	1 9
2 2 時 0 分	1 2	1 9	1 9
2 3 時 0 分	1 3	2 3	1 8
0 0 時 0 分	1 5	2 3	1 8
0 1 時 0 分	1 3	2 8	1 9
0 2 時 0 分	1 0	2 6	1 9
0 3 時 0 分		2 4	1 9
0 4 時 0 分		2 4	1 9
0 5 時 0 分	中	1 8	1 9
0 6 時 0 分		1 7	1 9
0 7 時 0 分		1 6	1 5
0 8 時 0 分		1 4	1 6
0 9 時 0 分		1 4	1 5
1 0 時 0 分	止	1 3	1 0
1 1 時 0 分		1 2	1 0
1 2 時 0 分		1 2	1 2
1 3 時 0 分		—	1 5

網の規格

本調査に使用したプランクトンネットは網口は円形で直径30cm、長さ100cmの普通のプランクトンネットを用いた。網地については1966年に安部が酒匂川における本調査で網地の目の違いによる採集能力の差異について調査しており、NGG30(1目の長さ680μ)と、NGG38(1目の長さ484μ)の網地についてはその採集能力の差異に有意な差はみられなかったと報告しているが、過去の酒匂川、相模川の調査ではNGG38を用いて調査されているので、今回の相模川の場合においてもNGG38の網地を用いて仔魚及び卵の採集を行なった。なお、網の設置方法については1967年と全く同じ要領で行なったのでここでは省略する。

採集日数及び採集時間

採集日数と採集時間は表5に示したとおり、今回はアユの産卵とふ化仔魚の降海の時期をチェックするため前回よりも早い10月11日から1月16日までの99日間に延べ14日の調査を行なった。このうち卵及び仔魚の降下の日内変化を調べるため24時間調査を4回にわたって行なった。なお、1968年10月16日~17日のものについては夜半からの降雨のため途中で中止した。1日の採集時間については主に15時から22時の間(採集回数4回)に行なった。1回の採集は各時刻の0分から60分間の採集を行ない、また、日内変化調査においても同様とした。

表 5 採 集 日 数 お よ び 時 間 等

回数	採 集 月 日	人 員	採 集 時 間 (時)	投網回数 (回)	延ネット数 (コ)	備 考
	昭和43年					
1	10月7日	3			—	中 止
2	10月11日	3	15:00~22:00	4	12	
3	10月16日~17日	4	13:30~02:00	7	21	途中降雨のため中止
4	10月21日	3	11:30~17:30	4	12	
5	10月28日	3	16:00~23:00	4	12	
6	11月1日	3	15:00~22:00	4	12	
7	11月8日~9日	4	13:00~12:00	12	36	
8	11月11日	3	15:00~22:00	4	12	
9	11月14日	3	15:00~22:00	4	12	
10	11月19日~20日	4	12:00~13:00	13	39	
11	11月25日	3	17:00~22:00	3	9	
12	12月3日	3	17:00~22:00	3	9	
13	12月6日~7日	4	13:30~14:00	13	39	
14	12月18日	3	17:00~21:30	3	9	3回目は30分間 21:00~21:30
	昭和44年					
15	1月16日	3	16:00~21:00	3	9	
合 計		延 39		延 81	243	

網の 水量の算出方法

網内を通過する濾水量については、1966年及び1967年は流速計を用いて濾水量の算出を行なったが、今回(1968年)は鶴見精機工作所(株)製の濾水計4針型(適用範囲0.31m/secより20.5m/secまで)を用いて行なった。濾水計は3コの網の入口中央にヒモで固定して1時間の採集終了時ごとに濾水計の指針の数値を読みとり、公式計算により各網ごとの濾水量の算出を行なった。

流下仔魚尾数の算出方法

相模川における調査期間中の流下仔魚数の算出は、1966年に安部¹⁾が行なった酒匂川における流下仔魚数の算出方法をそのまま応用し算出したものである。調査期間中の欠測日における流下仔魚数の算出は、各採集日間における流下数の変化が直線的であると仮定して、欠測日をはさむ2日の1日当り流下数の平均値にその間の欠測日乗じて欠測期間中の流下仔魚数として算出した。

結 果 と 考 察

河川の状況

調査期間中の河川の状況は次のとおりで、水温の日間変化を表6に、水温の日内変化の状況を表7に示した。

表 6 水 温 の 日 間 変 化 (℃)

年	月	日	1700	1800	1900	2000	2100	2200
43	10	11	171	170	169	168	167	165
43	10	16	167	166	166	163	163	164
43	10	21						
43	10	28	165	165	164	164	163	163
43	11	1	161	161	161	162	163	163
43	11	8	165	166	150	145	130	135
43	11	11	120	118	98	91	86	82
43	11	14	147	146	146	145	145	144
43	11	19	122	120	120	120	121	119
43	11	25	141	140	140	140	141	141
43	12	3	135	130	127	125	125	124
43	12	6	133	133	134	134	134	134
43	12	18	105	107	109	111	109	109
44	1	16	68	68	69	69	68	—

表 7 水 温 の 日 内 変 化 (℃)

測定時刻	11月8日～9日	11月19日～20日	12月6日～7日
12時0分	159	121	131
14時0分	161	124	132
16時0分	159	124	134
18時0分	158	120	133
20時0分	159	120	134
22時0分	155	119	134
00時0分	157	118	134
02時0分	156	117	131
04時0分	156	115	125
06時0分	154	111	123
08時0分	154	110	121
10時0分	158	123	127
12時0分	159	129	126

河川の各月ごとにおける流水量は表8に示した。また、採集定点内における流水量の一例を表1と表2に示した。

仔魚及び卵の総流下数の算出

仔魚及び卵の採集は、1968年10月11日から1969年1月16日までに14日間（延網入数248回）行なつたが、仔魚採集数は7852尾、卵は5011粒であつた。

この各日の採集記録から1時間単位流水量当りの流下数（ N/m^3 ）を算出し、さらに1日当りの流下数を算出して調査期間中における総流下数の推定を行なつた。流下仔魚の日内変化は11月8日～9日、11月19日～20日、12月6日～7日に行なつた3回の調査結果を検討して、ここでは11月8日～9日における測定値を用いて1日当りの流下数を算出した。

計算に必要な各日の流水量は表8に示した値を用いた。卵及び仔魚の流下個体数の日内変化は表9、10、11に示した。

表8 相模川寒川取水えん堤下の流水量（ m^3/sec ）
本資料は本県企業庁管理局城山事務所によるもの

日	月	10	11	12
1		2428	3299	1392
2		2377	3298	1263
3		2781	3034	1340
4		3064	2877	1340
5		2683	3008	4058
6		2809	3310	3618
7		2636	2909	3661
8		3047	2724	2993
9		2713	2653	2766
10		2520	2891	12929
11		2616	2780	10174
12		2414	2820	10532
13		2491	2825	15436
14		2383	2780	9761
15		2261	2623	11242
16		2036	2500	8325
17		2090	2266	6785
18		1989	1967	5706
19		1888	1820	5218
20		1902	1794	5149
21		1956	1685	4797
22		1837	1507	3886
23		2058	1547	3410
24		7224	1508	3236
25		8552	1419	3275
26		7343	1375	3831
27		4523	1343	3723
28		3207	1410	3190
29		3520	1373	2518
30		3387	1439	2299
31		3256		2231

表9 1968年11月8日～9日の稚魚及び卵の流下個体数の日内変化

各採集時における採集定点内の3網分の流水1m³当りの稚魚及び卵の流下個体数(NF/P、NE/P)とその割合(%)を示す。

採 集 時 間	$\frac{NF}{P}$	%	$\frac{NE}{P}$	%
時 分 時 分				
13:00～14:00	006030	2.4	001751	1.4
15:00～16:00	007801	3.0	0	0
17:00～18:00	016981	6.6	002388	2.0
19:00～20:00	004068	1.6	006530	5.4
21:00～22:00	006806	2.6	021990	18.1
23:00～00:00	018551	7.2	080338	25.0
01:00～02:00	029622	11.5	026640	22.0
03:00～04:00	019814	7.7	017238	14.2
05:00～06:00	062606	24.3	011361	9.4
07:00～08:00	087291	14.5	001522	1.3
09:00～10:00	020758	8.1	0	0
11:00～12:00	027148	10.5	001492	1.2
	257471	100	121245	100

表10 1968年11月19日～20日の稚魚及び卵の流下個体数の日内変化

各採集時における採集定点内の3網分の流水1m³当りの稚魚及び卵の流下個体数(NF/P、NE/P)とその割合(%)を示す。

採 集 時 間	$\frac{NF}{P}$	%	$\frac{NE}{P}$	%
時 分 時 分				
12:00～13:00	006072	2.8	002876	0.3
14:00～15:00	000410	0.2	0	0
16:00～17:00	014308	6.7	000397	0.05
18:00～19:00	032629	15.2	019652	1.8
20:00～21:00	040816	19.0	181141	12.4
22:00～23:00	029775	13.9	210603	19.9
00:00～01:00	004863	2.3	186930	17.7
02:00～03:00	004484	2.1	281288	26.6
04:00～05:00	016450	7.7	100917	9.5
06:00～07:00	022229	10.3	108006	9.7
08:00～09:00	013888	6.5	018369	1.7
10:00～11:00	023854	11.1	003274	0.3
12:00～13:00	004637	2.2	000386	0.05
	214415	100	1058839	100

表11 1968年12月6日～7日の稚魚及び卵の流下個体数の日内変化

各採集時における採集定点の3網分の流水1m²当りの稚魚及び卵の流下個体数(NF/P、NE/P)とその割合(%)を示す。

採 集 時 間	$\frac{NF}{P}$	%	$\frac{NE}{P}$	%
時 分 時 分				
13:30～14:30	0.01771	11.3	0.01265	17.0
15:00～16:00	0.01000	6.3	0.01500	20.1
17:00～18:00	0.01021	6.5	0.00340	4.6
19:00～20:00	0.00436	3.0	0.00872	11.7
21:00～22:00	0.00769	4.9	0.00256	3.4
23:00～00:00	0.01218	8.0	0.01218	16.3
01:00～02:00	0.00712	4.1	0	0
03:00～04:00	0.00648	4.1	0.00648	8.7
05:00～06:00	0.01949	12.4	0.00487	6.6
07:00～08:00	0.00529	3.4	0.00264	3.5
09:00～10:00	0.02530	16.1	0.00281	3.8
11:00～12:00	0.01280	8.1	0.00320	4.3
13:00～14:00	0.01870	11.8	0	
	0.15733	100.0	0.07451	100.0

調査期間中における仔魚の総流下数は、8534万尾で同じ方法により算出した卵の流下数は558万8千粒であつた。(表12、13)

仔魚及び卵の流下数の日内変化

稚魚及び卵の流下の状況についてはこれまでの報告にあるように、卵の流下はアユの産卵行動に関係し、夕刻から夜にかけて多くの流下がみられること、また卵のふ化は主に夕暮どきにおこるため、仔魚の流下は夕刻から夜にかけての一山型で日中の流下はほとんどみられないのが通説とされている。

1967年の相模川における卵の日内変化については、観測資料の不足から流下の型を判定するに致っていないが、卵の流下は夜7時以降数時間内にほとんどが流下している。また後述するように相模川の1968年に行なつた調査においても、卵の流下は18時以降に始まり数時間内に1日内の流下数のほとんどが流下するという典型的な一山型を示している。しかし1966年及び1968年の酒匂川における本調査では、卵の流下の日内変化の型は二山型であり相模川の場合とは必ずしも一致していないが、卵の流下の始まる時間は夜6時頃からみられ数時間内に多くの卵の流下がみられる点では類似している。¹⁰⁾

1968年の相模川の例では図2、図3及び図4に示したとおり、卵の流下は18時頃からはじまり夜半0時頃では最高の流下量を示し、その後徐々に減少していくという一山型を示し、日中にはほとんど流下はみられない。

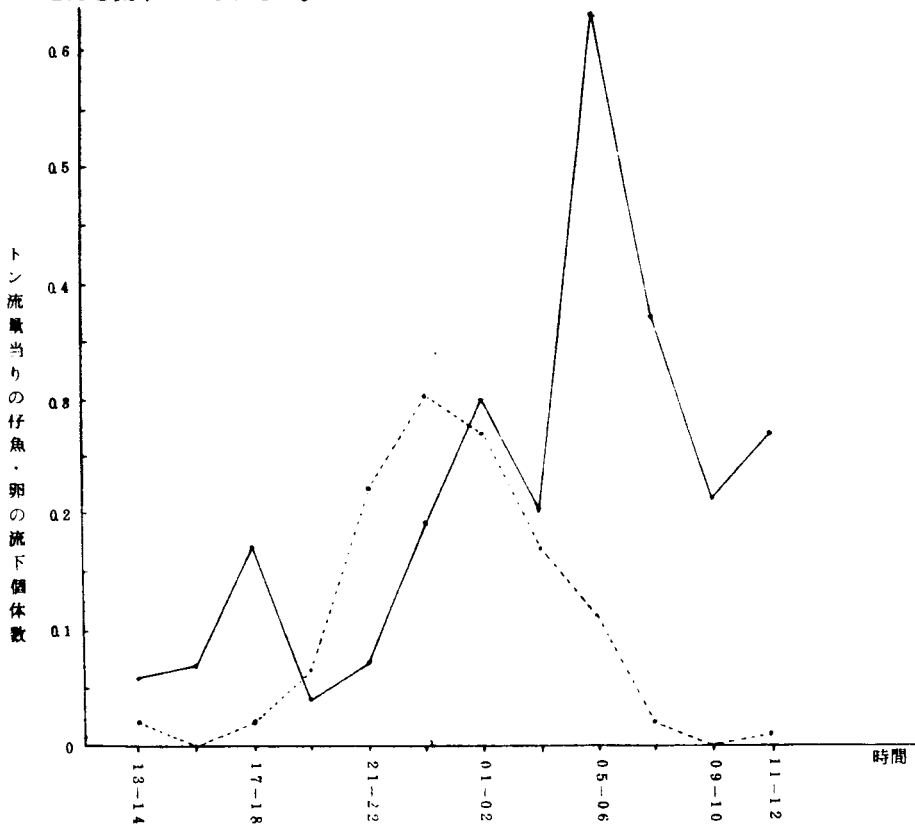


図2 1968年11月8日～9日の仔魚及び卵の流下個体数の日内変化

実線は仔魚、点線は卵の流下数を示す。

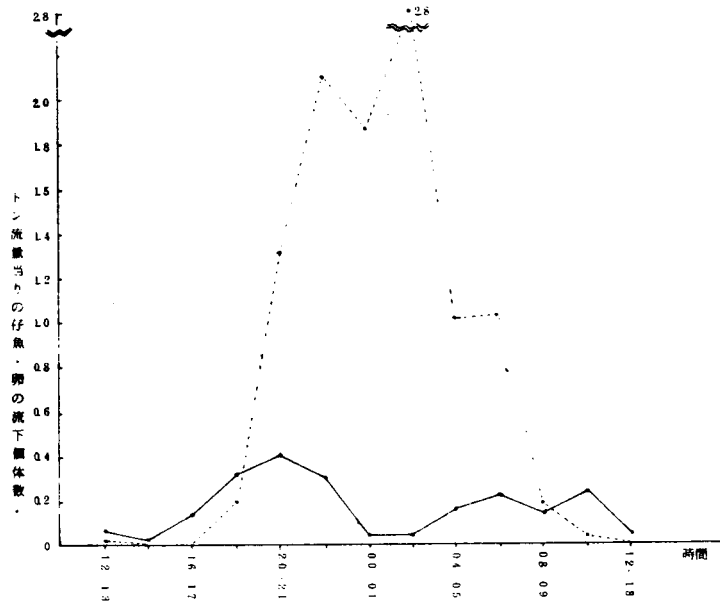


図3 1968年11月19日～20日の仔魚及び卵の流下個体数の日内変化
実線は仔魚、点線は卵の流下個体数を示す。

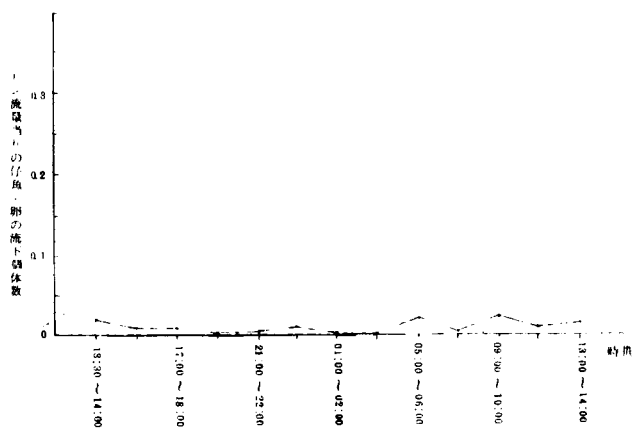


図4 1968年12月6日～7日の仔魚及び卵の流下個体数の日内変化
実線は仔魚の流下数を示す。

1968年11月8日～9日及び11月19日～20日の卵の流下の日内変化では、モードがいずれも0時以降午前5時頃までの間にあり、夕刻から数時間に比較的小さいということは、産卵床の位置するところが採集定点より数キロメートル上流に形成されていることから、卵が流下してこの採集定点に到達するまでに10～3時間を要するものと考えられる。産卵床の上流限である厚木市河原口地先(水道橋付近)において夕刻18時～20時頃に産卵行動があつたとすれば、この影

響によつて流下した卵が約10キロメートル下流の採集定点に到着するまでには、卵の平均流下速度を 0.3 m/sec として約10時間を要することになり、夜明前の4時から6時頃となる。このことから卵の流下は親魚の産卵活動に関係づけられることが考えられ、また卵の流下の時刻の変動は、産卵床の位置と産卵の行なわれた場所によつて流下のモードが変わるものと思われる。

ふ化仔魚の流下については図2及び図8にみられるとおり、1968年11月8日～9日、11月19日～20日の調査においては18時頃から翌朝9～10時頃まで流下がみられ変則的な三山型をなしている。流下のモードはやはり日暮から数時間に一つの山が形成されており、1966年及び1968年の酒匂川における本調査の結果¹⁾¹⁰⁾とも一致している。11月8～9日及び11月19日～20日とも流下の山は午前5時から6時、10時から11時ごろに第二と第三の山が現われているが、この変化については卵の流下の場合と全く同様な条件のもとで産卵床の位置から考えて妥当なものと思われる。卵及びふ化仔魚の流下は4か所の主な産卵床からのものが混ざりあつて流下しており、その各産卵床における産卵日あるいは卵仔魚の流下の割合については不明である。

ここで1967年の調査結果と比較すると図5のとおりで、1967年11月29日～30日の場合はやはり17時から23時までにその日の流下の半数以上が流下しており、また1～2時ごろに大きい流下の山がみられることは、1968年の11月8日～9日の場合と類似している。同じく1967年の12月15日～16日の例では夕刻から夜にかけては流下の山がなく、翌日の朝から10時ごろに大きな流下の山が現われていることは前述したように、アユの産卵場が広域にまたがっているためと推料される。

相模川の場合のふ化仔魚の流下の日内変化は以上の結果

から、夕刻から数時間内に第一の流下の山があり、次は午前1時から2時ごろに第二の山が、午前4時から6時ごろに第三の山が現われる三山型をなしている。

仔魚の降下の期間と総流下数について

仔魚の降下の時期は調査期間中の卵及び仔魚の採集結果から推察すると次のとおりである。調査の開始は10月11日から行ない1月16日で終了したが、初日の10月11日における15時から22時までの間の単位時間当りの流下仔魚数(N/m^2)は最高 0.022 (19時～20時)、最低 0 (15時～18時)という結果であつて、この日の流下仔魚はほとんどみられなかつた。初日は夜間調査(通常15時から22時まで)であつたため、22時以後の仔魚の流下については調査

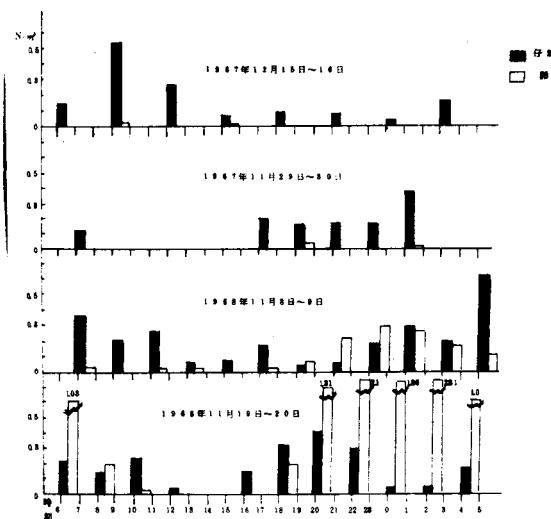


図5 1967年の仔魚及び卵の降下量の日内変化
数値は流量 1 m^2 当りの個体数を示す。

されていないが、10月16日～17日に行なつた24時間調査（降雨のため途中で中止）の結果においては、19時～20時に0.005 ($N/m^2/h$)、21時～22時までは0.000 ($N/m^2/h$)、23時～0時に0.006 ($N/m^2/h$)、途中で中止するまでの1～2時では0.000 ($N/m^2/h$)という結果であつて、流下数の第二の山が現われると思われる1～2時には全く仔魚（卵）の流下はみられなかつた。最初に仔魚の流下を確認した10月11日の19時～20時を基準にして、当時の河川水温16.5～17.3℃からふ化日数を逆算すると産卵は、9月中旬の20日頃に行なわれたものと推察されることから、ふ化仔魚の流下のみられた10月11日ごろが仔魚降下の初期とみなしてもよいかと考える。その後仔魚の降下のピークは11月中旬から12月初旬までとなつており、12月に入ってから漸次減少している。最後に行なつた1月16日の夜間調査では仔魚の流下は18～19時に1尾（密度0.004/ m^2 ）採集されただけで全く流下はみられなかつた。仔魚の降下の期間としては、10月上旬から1月初旬までの間と推定される。なお、今回の調査結果では、11月中旬から11月下旬までの仔魚の降下量は全降下量の64.4%を占めていた。調査期間中における仔魚及び卵の流下数の日間変化を図6及び図7に示した。また、各調査日における採集時間及び網別による仔魚の採集記録を図8に示した。

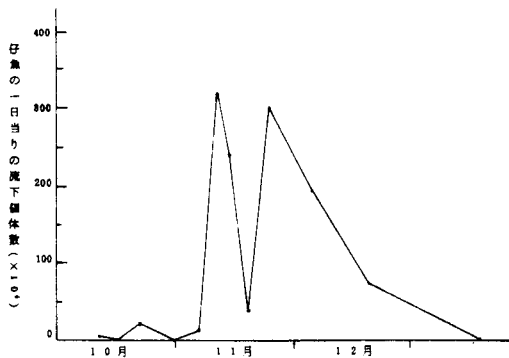


図6 仔魚の流下数の日間変化

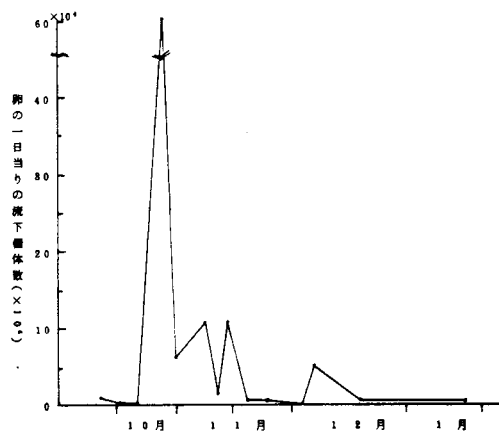


図7 卵の流下数の日間変化

1968年における相模川の卵及び仔魚の総流下数は10月11日から1月16日までの流下数の日間変化及び日内変化の調査から、仔魚は 8534×10^6 尾と算出されたが、ここで1967年11月14日～1月12日までの流下数を算出すると表14、15に示したように仔魚は18597000尾、卵は947000粒である。1968年の総流下数と比べればはるかに小さい値であるが、1967年の場合は調査の期間が11月14日から11月12日までの60日間と短かく、卵、仔魚の降下の盛期とみられる11月と降下の始まる10月中の調査が行なわれていないことがその値を小さくしている要因でもある。なお、流下数の算出については1967年は調査資料の不足から総流下数の算出は行なつていなかったもので、算出については今回の総流下数の算出に用いた1日当りの流下数のひきのばし系数をそのまま使用して算出したものである。(表14、15)

図8 網別の流量量 $1 m^3$ 当りの採集個体数 (NF/P)

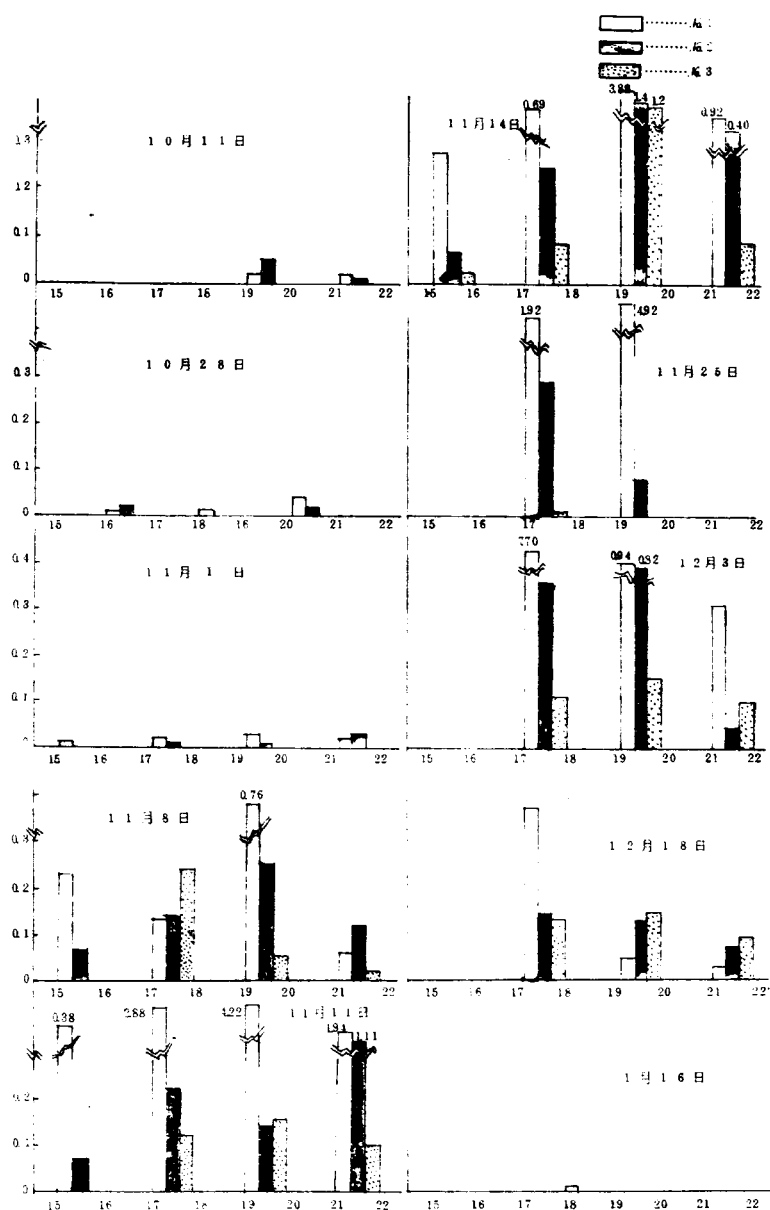


表14 稚魚の総流下数の算出

(1967年11月～1968年1月)

採集 年月日	流量1m ² 当りの流下尾数 尾/m ² h					流水量		ひきの ばし 係数 Y	1日当り 流下尾数 $\gamma = Qh \cdot Y$	欠測日数 の1日当り 流下尾数 m	欠測 日数 d	欠測期間の 流下尾数 m · d	調査期間中の 総流下尾数
	15～16	17～18	19～20	21～22	計 $\Sigma(NF/P)$	QS (ml/sec)	Qh (ml/h)						
昭和48年													
11月14日	—	0.89	0.60	—	1.49	8228	116208	287	419868				
11月24日	—	0.07	0.19	0.08	0.34	2129	76644	824	240784	825575	10	8255750	
11月29日	—	0.20	0.16	0.17	0.53	2500	90000	824	440748	840766	5	4203830	
12月4日	—	0.26	0.19	0.05	0.50	2621	94356	824	485924	483386	5	2416880	
12月8日	—	0.13	0.04	0.12	0.29	2188	78768	824	211966	824496	4	3298980	
12月11日	—	0.06	0.16	0.07	0.29	1793	64548	824	172968	192018	8	576045	
12月15日	0.07	0.09	—	0.08	0.24	2217	79812	824	176981	174977	4	692908	
12月22日	0.10	0.15	0.11	0.09	0.45	2865	85140	722	276620	224806	7	1587642	
12月26日	0.18	0.19	0.06	—	0.42	2086	75096	824	291488	284027	4	1186108	
昭和44年													2764084
1月12日	0.06	0.09	0.04	—	0.19	1696	61056	824	107190	192812	17	8882904	+15882247
									2764084			15882247	18697331

表15 卵の総流下数の算出

(1967年11月～1968年1月)

採集 年月日	流量1m ² 当りの流下卵数 粒/m ² h					流水量		ひきの ばし 係数 Y	1日当り 流下卵数 $\gamma = Qh \cdot Y$	欠測日数 の1日当り 流下卵数 m	欠測 日数 d	欠測期間の 流下卵数 m · d	調査期間中の 総流下卵数
	15～16	17～18	19～20	21～22	計 $\Sigma(NF/P)$	QS (ml/sec)	Qh (ml/h)						
昭和48年													
11月14日	—	0.841	0.448	—	0.784	8228	116208	186	128906				
11月24日	—	0	0	0.008	0.008	2129	76644	425	97	62000	10	620000	
11月29日	—	0	0.049	0.014	0.068	2500	90000	425	24098	12098	5	60490	
12月4日	—	0	0.004	0	0.004	2621	94356	425	160	12129	5	60645	
12月8日	—	0	0	0.005	0.005	2188	78768	425	167	164	4	656	
12月11日	—	0	0.009	0	0.009	1793	64548	425	246	207	8	621	
12月15日	0.010	0.009	0	0	0.019	2217	79812	892	5944	3095	4	12388	
12月22日	0	0	0	0.008	0.008	2865	85140	892	2670	4807	7	30149	
12月26日	0	0	0	—	0	2086	75096	425	0	1388	4	5940	
昭和44年													157286
1月12日	0	0	0	—	0	1696	61056	425	0				+790281
									157286			790281	947567

相模川における仔魚の降下量の日内変化は、前述したようにその産卵流域が広範囲にわたっていることから、仔魚の降下の日内変化は夕刻から翌朝までつづき、夜半から朝にかけての流下量はかなりのウェイトを示すものと考えられる。しかるに本調査の段階においては調査中にこのような要素のチェックができなかつたため、流下仔魚数の算出基礎となる流下数の日間変化調査は今までに報告されている資料から、あるいは作業の労働条件等の制約からも15時から22時までの間の流下数を重点に調査しているため、算出された1日当りの流下数は実際の流下数よりも下回つた数値であることも考えられ、総流下数は算出された数値よりも大きくなるものと思われる。

仔魚及び卵の水平（川幅）方向での流下状態について¹⁾

この調査に関しては、1966年に酒匂川において安部が採集定点内における網の位置による仔魚及び卵の単位流量当りの流下個体数（ N/P ）の差異について検定し、水平方向での流下状況について報告しているが、これによれば網の位置（流れの横断面）による流下数の差異は認められないとしており、酒匂川の例では流水条件の変化によるよりも、産卵床の形成の位置に影響していると報告している。今回の相模川においてはとくにこの水平方向に関する調査は行なっていないが、採集定点における仔魚及び卵の採集結果から推察すると次のとおりであった。

採集定点内の網の位置は図1のとおり、右岸側の深い流れ淵を除いた流心部から左岸よりの45m区間に8コの網を設けて採集を行なつたが、各網における1m²当り濾水量の仔魚の流下個体数は $\#1$ の網と $\#2$ の網に多く、流心部の $\#3$ の網では少ない傾向を示した。仔アユのふ化直後の流れに対する抵抗性については、稲葉、和田の報告にあるように流速8cm/secでは流れに押し流され、また、小山らのふ化直後の仔アユの遊泳力の実験によれば遊泳力は小さく、とくに夕暮時から夜間にかけては遊泳力は減少するから、仔アユは河の流れのままに流下するだろうと報告している。

今回の相模川の採集定点内における仔アユ及び卵の流下の状況は、流心部から左岸側に最も多く採集されている（図1）。右岸の深い流れ淵の区間については調査していないので、ここでの流下個体数については不明であるが、本調査においては流心部をややはずれた左岸側の水深55～36cm、流速45～50cm/secに多い傾向にある。流心部の $\#3$ の網においては他の網に比べてゴミのつまりがやや多く、濾水率の低下をきたしたことから網内を通過する流下個体数の割合を少なくした要因と考えられる。また左岸側に流下数の多い傾向としては、この採集定点から上流400メートルの左岸に人工河川によるアユ産卵場が設けられているが、この人工河川における産卵状況資料及び人工河川と採集定点間における卵及び仔魚の流下の状況については不明であるが、この人工河川が影響した左岸側に多い傾向を示したものと推察される。

採集定点の水の流れの方向は図1に示したとおりで、この流れの関係から人工河川から流下する卵及び仔魚はこれより上流から流下するものと混ざりあつて採集定点に到達しているものと考えれば、卵及び仔魚の流下の水平方向の状況としては、河床の状態からくる水の流れと流速に左右されているものと考えられる。

仔魚の降下所要時間と降下中の損耗について

相模川のアユの産卵床はその河川流域の環境条件と河川状態から、河口から5km以上の上流に形成されている。その最も主な産卵床形成の場は河口から10kmから18kmの上流に限られている。アユ卵が各産卵床からふ化して流れのままに流下するものと予察すれば、産卵床の上流限である河口から18km上流の厚木市河原口地先から降下するならば、河口までの平均流速を0.8m/secと仮定してその降下所要時間は16時間以上を要するものと推察される。この場合は降下途中における仔アユの停滞時間を考えない場合であり、これが降下途中にある寒川取水用ダム内において水の流

れが制約されるところからここで仔魚の流下に停滞が生ずるとすれば、河口域に到達するまでに要する降下所要時間はかなりの長時間を要するものと推察される。

仔アユの河川での生存時間は不明であるが、ほとんど遊泳力のないふ化直後の仔魚が長時間を要して河川降下をすることは多くの不利な条件が重なり、損耗率を高めることとなろう。損耗率を高める条件には河川降下中における物理的な衝撃による斃死、あるいは捕食等も予察される。仔アユの衝撃、振動、攪拌に対する死亡率についての実験例が報告されているが、これによれば仔アユを水とともに3メートルから0.5メートルの範囲の高さから水中に落下させて死亡率を観察した例では、3メートルから2.5メートルでは37～42%が死亡し、1.5メートルから0.5メートルでは10%以下となり、高さが増加するほど仔アユの受ける衝撃は大きくなるとされている。また振動による実験例では振動速度 $8.8/30$ の振動器を作製して行なつたところでは、45分間の振動664回で100%の死亡率を示している。このことからもうかがわれるように、仔アユの物理的衝撃に対しての抵抗性は極めて小さいものと考えられる。河川の自然な流水中においても、河床の起伏や各種障害物等により衝撃攪拌を受けることが考えられる。

相模川においては、河口から約7km地点に取水用の堰が設けられていることから、この堰から落下して受ける仔アユの損耗についても問題とされる点である。本調査においては、産卵床から河口域までの流下所要時間並びに河口域における流下後の仔アユの状況についてまでは調査されていないので、ここでは今までの報告例とアユ資源の生産の場である相模川の形態から予察して述べたものであるが、生産された仔アユの第一の障害である降下中の損耗を予察することは、アユの資源量の確保と推定を行なう上からも興味深い問題とされよう。

摘

要

相模湾産稚アユ資源調査の一環として、1966年から1968年までの3か年にわたり、酒匂川及び相模川における仔アユの降下量調査を実施してきたが、このうち相模川については1967年と1968年の2か年について産卵床及び仔アユの降下量等を調査し、比較検討を行なつた。

- 1 相模川における卵及び仔魚の降下量の調査は、河口から約6.5km上流の地点の比較的流れの安定した早瀬部に採集定点を設けて、口径30cm、網地N G G 38の普通のプランクトンネットを用いて、卵及び仔魚の定量採集を行なつた。
- 2 相模川のアユの産卵場とされるところは、2か年を通じてほぼ同一場所に形成されたが、その主要産卵床は次の4か所に大別された。
 - (1) 厚木市河原口地先（水道橋より下流100m付近）
 - (2) 厚木市朝日町のソー工場地先
 - (3) 新幹線鉄橋より上流100m地点
 - (4) 平塚市四之宮地先（神川橋下流400m地点）
- 3 相模川におけるアユの産卵期は、9月末から1月初旬までにわたっており、その盛期は10月下旬から11月中旬であつた。
- 4 卵の流下量の日内変化は、午前0時付近に流下のピークがあり午前6時すぎには減少するという完全な一山型を示し、1966年の酒匂川における本調査の結果と一致した。
- 5 採集定点における仔魚の流下量の日内変化は、18時ごろから6時ごろまで断続的な三山型を示すが、これは産卵場が広域にわたっているためと考えられた。

- 6 アユ仔魚の降下の期間は、10月上旬から1月上旬までと考えられた。
- 7 卵及び仔魚の流下量の日内変化と日間変化から総流下数を推定したが、1968年の調査期間中の総流下数は卵が559万粒、仔魚は8584万尾と推定された。
- 8 相模川の河川形態からアユの産卵床は、河口から上流6kmから18kmまでの広域におよんでいるため、ふ化仔魚が海水域に達するまでの降下時間中の損耗が今後アユの資源量の推定を行なううえにおいても、またアユ資源の確保の面からも検討される問題点と考えた。

文

献

- 1) 安部直矢外 1966年10月～1967年1月における酒匂川のアユ稚魚及び卵の降海状況調査 神奈川県淡水魚増殖場報告第5号
- 2) 和田吉弘・ 長良川におけるアユの産卵から仔アユの降下まで木曽三川河口資源調査報告
稲葉左馬吉 第3号及び第4号
- 3) 小山長雄外 アユの行動と環境(仔・稚アユの遊泳力)
同上、第2号
- 4) 白石芳一・ (未発表)1960年相模湖(人工湖)の一流入河川におけるワカサギの産
古田能久 卵量推定について 淡水研報10(1)23-37
- 5) 村山隆夫外 1967年11月～1968年1月における相模川のアユ仔魚及び卵の降海
状況調査 神奈川県淡水魚増殖場報告第6号
- 6) 神奈川県企 1968年相模川の寒川取水えん堤の取水量と放水量について
業庁
- 7) 神奈川県 1959年相模川水系におけるアユ *Plecoglossus altivelis* T & S の産卵期
について
相模川水系における漁業実態調査報告書 87-102
- 8) 神奈川県水 1960年相模川水系におけるアユ稚魚の流下状況とアユの産卵期について
産指導所 昭和43年度 事業報告47-52
- 9) 白石芳一・ アユの産卵生態に関する研究 1962
鈴木規夫 淡水区水産研究所報告第12巻・第1号(別刷)
- 10) 村山隆夫外 1971年酒匂川水系におけるアユ仔魚及び卵の降海状況調査-Ⅱ(196
8年10月～1969年1月の調査結果) 本報