

天野川

河川概況

a) 河川現況 天野川は北は伊吹山、南は霊仙山、西は横山丘陵、東は長久寺山に囲まれた大原野から流出する河川で、本流、梓川、丹生川は霊仙山の北斜面から、油里川は伊吹山の扇状地から流れ、黒田川は大原野東部の水を集め、ほゞ西流して長浜市と彦根市のほゞ中間にあたる朝妻・筑摩にて琵琶湖に注ぐ中型河川である。その概略は図1に示した。幹線流路延長93.7km、全流域面積111.9km²である。河川主要工作物の概況は、堤防全長143.4km、床固214か所、樋門・樋管181か所、揚排水機場7か所、永久橋182か所、木橋80か所、鉄道橋12か所、サイフォン8か所、砂防ダム(単独)16、固定堰19か所、可動堰1か所などがあげられる。河川流量は年間変動が比較的少なく、他の河川と比べて安定しているといえよう。

b) 天然アユの遡上範囲 天野川における天然アユの遡上は、北陸本線鉄橋上流、飯部落の頭首工までである。本頭首工は高さ1.27mの固定堰であって、魚道をもっていないので、この場所から上流へのアユの遡上は不可能である。本河川の調査

定点(上多良地区)より上流には、内水面第5種共同漁業権の漁場はない。したがってアユの放流も行われていない。秋期の産卵用親アユの放流は毎年河口から約1.7km上流の上多良地区の固定堰までの範囲で行なわれ、本年は966kgが放流された。

c) 主要産卵場の分布、産卵時期、産卵量 天野川では、河口より4.1kmがアユの保護水面となっており、この範囲の水域がアユの主要産卵場である。

本年の産卵は、9月2日から11月15日の間に、5回の産卵調査を行なった所、10月上旬が盛期で10月6日の1,863万粒を最大として、有効産着卵数3,318万粒が確認された。

d) 採集地点 河口から約1.0km上流で、上多良地区の固定堰から約700m下流の場所を調査地点とした。川幅は約22mでその概略は図41に示した。これより下流には産卵床となり得る砂礫床はほとんどない。定点の両岸は切り立った堤防であって、増水によっても流れ幅が大きく変化することはない。河床は調査期間を通して大きな変化はなく、右岸からほゞ7mと18m附近にやゝ深い場所がある。水深は平水時には15~32cm、増水時は34~54cmであった。流速は調査期間中の最大81cm/sec

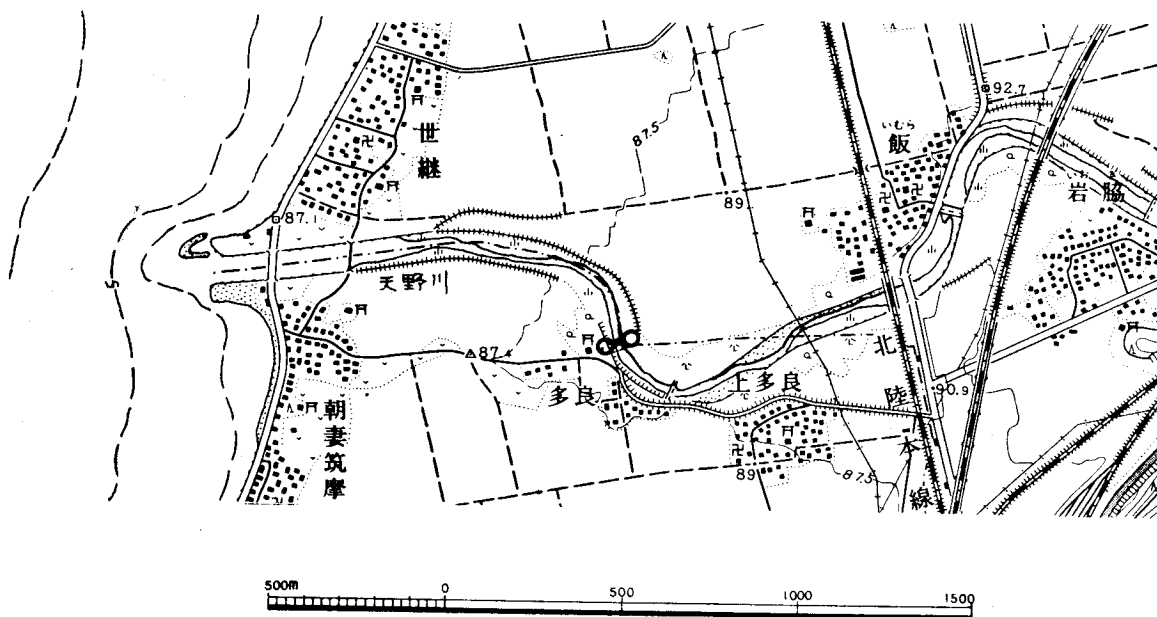


図41. 天野川調査地点附近

○●…… 採集地点

最小 5.6cm/sec であった。調査定点の設定は、犬上川の場合と同様、右岸より 3 m 間隔に杭を打ち、杭と杭との中間を定点とし、右岸より定点番号を付した。

調査結果および考察

a) 採集記録および採集地点の断面図 9月7

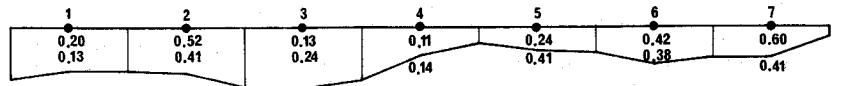
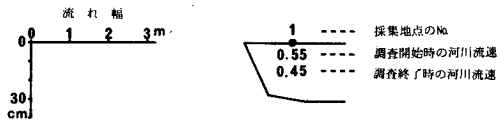
日から11月18日までの19回にわたる調査結果を、調査日時別・定点別に流速 (m/sec) , 断面積 (m²) 流量 (m³/sec) , ネットの濾水量 (m³/sec) , 流下仔アユ (nos/min) , 流下卵 (nos/min) を取り纏め、一括して、図一表10, に示した。

天野川の河川流量と水温を、各調査日の17時のデータを取り纏め、図42, に示した。流量は3峰型

図表一10. 天野川の採集記録と河川断面図

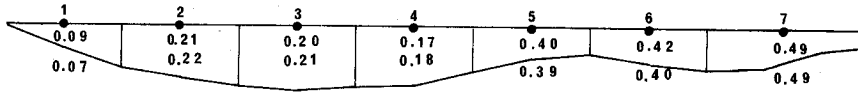
1977 9.7		st. 1						st. 2						st. 3						st. 4					
採集時間	水温℃	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット濾水量 m ³ /s	仔アユ nos/min	アユ卵 nos/min	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット濾水量 m ³ /s	仔アユ nos/min	アユ卵 nos/min	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット濾水量 m ³ /s	仔アユ nos/min	アユ卵 nos/min	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット濾水量 m ³ /s	仔アユ nos/min	アユ卵 nos/min
17:00	25.5	0.196	0.7200	0.1411	0.0069	0	0	0.523	0.7688	0.4021	0.0184	0	2	0.132	0.9263	0.1223	0.0047	0	1	0.106	0.4988	0.0529	0.0037	0	0
18:00		0.186	0.7313	0.1358	0.0065	0	1	0.504	0.7769	0.3913	0.0178	0	0	0.150	0.9381	0.1405	0.0053	0	0	0.112	0.5031	0.0565	0.0040	0	0
19:00		0.175	0.7425	0.1299	0.0062	6	0	0.484	0.7850	0.3803	0.0171	35	2	0.168	0.9500	0.1583	0.0059	4	0	0.118	0.5075	0.0600	0.0042	2	0
20:00	24.4	0.165	0.7538	0.1240	0.0058	6	3	0.465	0.7931	0.3689	0.0164	48	8	0.186	0.9619	0.1784	0.0065	10	1	0.125	0.5119	0.0637	0.0044	7	1
21:00	24.0	0.154	0.7650	0.1178	0.0054	11	0	0.446	0.8013	0.3572	0.0157	22	21	0.203	0.9738	0.1980	0.0072	3	3	0.131	0.5163	0.0675	0.0046	11	0
22:00		0.144	0.7763	0.1114	0.0051	4	4	0.427	0.8094	0.3452	0.0150	16	25	0.221	0.9856	0.2180	0.0078	0	3	0.137	0.5206	0.0712	0.0048	0	1
23:00	23.7	0.133	0.7875	0.1047	0.0047	2	6	0.407	0.8175	0.3327	0.0143	3	29	0.239	0.9875	0.2384	0.0084	1	3	0.143	0.5250	0.0751	0.0050	0	0

st. 5		st. 6						st. 7						計						
流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット濾水量 m ³ /s	仔アユ nos/min	アユ卵 nos/min	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット濾水量 m ³ /s	仔アユ nos/min	アユ卵 nos/min	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット濾水量 m ³ /s	仔アユ nos/min	アユ卵 nos/min	1時間の流下量 m ³	河川流量 m ³ /s	
0.239	0.3413	0.0816	0.0070	0	0	0.419	0.5025	0.2106	0.0148	0	0	0.599	0.3975	0.2381	0.0211	0	0	0	3	1.2487
0.288	0.3569	0.0956	0.0085	0	0	0.413	0.5125	0.2115	0.0145	0	0	0.568	0.4075	0.2670	0.0200	0	1	0	2	1.2982
0.297	0.3725	0.1106	0.0105	9	3	0.406	0.5225	0.2123	0.0143	6	0	0.536	0.4175	0.2238	0.0137	7	0	69	5	1.2762
0.326	0.3881	0.1265	0.0103	14	5	0.400	0.5325	0.2130	0.0141	14	1	0.505	0.4275	0.2517	0.0153	12	0	111	19	1.3262
0.355	0.4038	0.1433	0.0112	18	0	0.394	0.5425	0.2136	0.0139	12	1	0.473	0.4375	0.2069	0.0144	16	1	98	26	1.3043
0.384	0.4194	0.1610	0.0121	6	9	0.387	0.5525	0.2140	0.0137	0	3	0.442	0.4475	0.1976	0.0139	5	3	31	48	1.3184
0.413	0.4350	0.1797	0.0130	0	13	0.381	0.5625	0.2143	0.0134	2	5	0.410	0.4575	0.1876	0.0130	4	4	12	60	1.3325



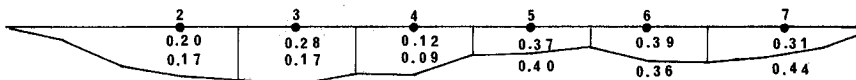
1977 9.11		st. 1						st. 2						st. 3						st. 4					
採集時間	水温℃	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット濾水量 m ³ /s	仔アユ nos/min	アユ卵 nos/min	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット濾水量 m ³ /s	仔アユ nos/min	アユ卵 nos/min	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット濾水量 m ³ /s	仔アユ nos/min	アユ卵 nos/min	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット濾水量 m ³ /s	仔アユ nos/min	アユ卵 nos/min
11:00	22.9	0.100	0.9675	0.0968	0.0035	0	0	0.550	1.3688	0.7528	0.0194	0	0	0.670	1.5488	1.0377	0.0236	0	2	0.650	1.4438	0.9384	0.0229	1	0
13:00	24.1	0.097	0.9613	0.0920	0.0034	0	1	0.556	1.3569	0.7542	0.0196	0	1	0.660	1.5341	1.0125	0.0233	0	1	0.636	1.4280	0.9067	0.0224	0	0
15:00	24.9	0.093	0.9350	0.0872	0.0033	0	0	0.562	1.3451	0.7555	0.0198	0	0	0.650	1.5194	0.9876	0.0229	0	0	0.622	1.4082	0.8755	0.0219	0	0
17:00	24.1	0.090	0.9188	0.0827	0.0032	0	0	0.568	1.3332	0.7566	0.0200	0	1	0.640	1.5047	0.9630	0.0226	0	0	0.608	1.3904	0.8447	0.0214	0	0
18:00	24.3	0.088	0.9106	0.0804	0.0031	0	0	0.570	1.3272	0.7570	0.0201	2	0	0.635	1.4974	0.9505	0.0224	0	2	0.600	1.3814	0.8294	0.0213	0	0
19:00	23.9	0.087	0.9025	0.0783	0.0031	1	0	0.573	1.3213	0.7575	0.0202	12	32	0.630	1.4900	0.9387	0.0222	2	6	0.593	1.3725	0.8143	0.0209	2	5
20:00	23.6	0.085	0.8944	0.0760	0.0030	0	3	0.576	1.3154	0.7579	0.0203	9	38	0.625	1.4827	0.9267	0.0220	0	0	0.586	1.3636	0.7996	0.0207	3	8
21:00	23.2	0.083	0.8863	0.0738	0.0029	1	2	0.579	1.3094	0.7584	0.0204	14	70	0.620	1.4753	0.9147	0.0219	0	7	0.579	1.3547	0.7846	0.0204	3	20
22:00	23.1	0.082	0.8781	0.0717	0.0029	2	1	0.582	1.3035	0.7588	0.0205	9	88	0.615	1.4680	0.9028	0.0217	2	19	0.572	1.3458	0.7699	0.0202	0	23
23:00	22.6	0.080	0.8700	0.0696	0.0028	2	2	0.585	1.2976	0.7591	0.0206	2	51	0.610	1.4607	0.8910	0.0215	0	16	0.565	1.3369	0.7554	0.0199	0	51
1:00	22.3	0.077	0.8538	0.0654	0.0027	0	2	0.591	1.2857	0.7596	0.0208	4	118	0.600	1.4460	0.8676	0.0211	0	33	0.551	1.3191	0.7266	0.0194	0	78
3:00	21.8	0.073	0.8375	0.0614	0.0026	0	4	0.597	1.2738	0.7601	0.0210	2	72	0.590	1.4313	0.8445	0.0208	2	20	0.537	1.3013	0.6984	0.0189	1	43
5:00	21.0	0.070	0.8213	0.0575	0.0025	0	1	0.603	1.2619	0.7603	0.0212	1	36	0.580	1.4166	0.8216	0.0204	0	21	0.523	1.2835	0.6705	0.0184	1	19
7:00	21.9	0.067	0.8050	0.0537	0.0024	1	0	0.608	1.2501	0.7604	0.0214	1	5	0.570	1.4019	0.7991	0.0201	0	0	0.508	1.2656	0.6433	0.0179	0	4
9:00	21.7	0.063	0.7888	0.0499	0.0022	0	0	0.614	1.2382	0.7605	0.0216	0	1	0.560	1.3872	0.7768	0.0197	0	4	0.494	1.2478	0.6167	0.0174	0	3
11:00	23.2	0.061	0.7725	0.0435	0.0021	0	0	0.620	1.2263	0.7603	0.0218	2	3	0.550	1.3725	0.7549	0.0194	0	0	0.480	1.2300	0.5904	0.0169	1	4

st 5						st 6						st 7						計		
流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット 濾水量 m ³ /s	仔アユ nos	アユ卵 nos/min	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット 濾水量 m ³ /s	仔アユ nos	アユ卵 nos/min	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット 濾水量 m ³ /s	仔アユ nos	アユ卵 nos/min	1分間の流下数 仔アユ	アユ卵	河川流量 m ³ /s
0.404	0.4800	0.1941	0.0143	0	0	0.416	0.4950	0.2059	0.0147	0	0	0.486	0.6000	0.2914	0.0171	1	0	1	0	1.2116
0.403	0.4931	0.1988	0.0142	0	0	0.415	0.5013	0.2080	0.0146	0	0	0.486	0.6050	0.2942	0.0171	0	0	2	0	1.2233
0.402	0.5062	0.2035	0.0142	0	0	0.414	0.5075	0.2102	0.0146	0	0	0.487	0.6100	0.2971	0.0172	0	0	0	0	1.2352
0.401	0.5194	0.2082	0.0141	0	0	0.413	0.5134	0.2121	0.0146	0	0	0.488	0.6150	0.3000	0.0172	0	0	0	0	1.2467
0.400	0.5269	0.2105	0.0141	2	0	0.413	0.5169	0.2133	0.0145	2	0	0.488	0.6175	0.3014	0.0172	3	0	9	0	1.2521
0.400	0.5325	0.2128	0.0141	2	0	0.412	0.5200	0.2143	0.0145	2	0	0.489	0.6200	0.3029	0.0172	14	0	25	0	1.2586
0.399	0.5391	0.2151	0.0141	3	0	0.412	0.5231	0.2154	0.0145	6	0	0.489	0.6225	0.3043	0.0172	19	0	34	0	1.2643
0.398	0.5456	0.2174	0.0140	5	1	0.411	0.5263	0.2164	0.0145	7	0	0.489	0.6250	0.3058	0.0172	12	0	32	1	1.2703
0.398	0.5522	0.2197	0.0140	0	0	0.411	0.5294	0.2172	0.0145	0	0	0.490	0.6275	0.3072	0.0173	3	0	4	0	1.2759
0.397	0.5587	0.2219	0.0140	0	1	0.410	0.5325	0.2184	0.0145	0	0	0.490	0.6300	0.3087	0.0173	0	0	0	1	1.2818
0.396	0.5779	0.2264	0.0140	0	0	0.409	0.5388	0.2205	0.0144	0	0	0.491	0.6350	0.3116	0.0173	0	0	0	0	1.2936
0.395	0.5850	0.2309	0.0139	0	0	0.408	0.5450	0.2225	0.0144	0	0	0.491	0.6400	0.3145	0.0173	1	0	2	0	1.3050
0.394	0.5961	0.2354	0.0139	0	0	0.407	0.5513	0.2245	0.0144	0	0	0.492	0.6450	0.3174	0.0173	0	0	0	0	1.3165
0.392	0.6112	0.2398	0.0138	0	0	0.406	0.5575	0.2265	0.0143	1	0	0.493	0.6500	0.3204	0.0174	0	0	1	0	1.3282
0.391	0.6244	0.2442	0.0138	0	0	0.405	0.5638	0.2286	0.0143	0	0	0.494	0.6550	0.3233	0.0174	0	0	0	0	1.3397
0.390	0.6375	0.2485	0.0137	0	0	0.404	0.5700	0.2305	0.0143	0	0	0.494	0.6600	0.3262	0.0174	0	0	0	0	1.3509

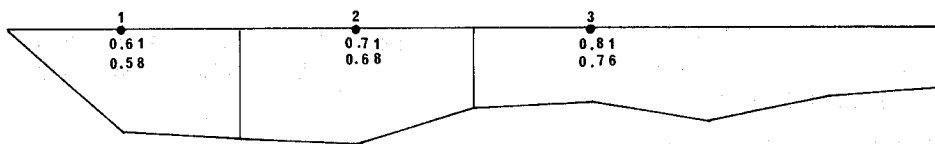


		st 2						st 3						st 4						st 5					
採集時間	水温	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット 濾水量 m ³ /s	仔アユ nos	アユ卵 nos/min	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット 濾水量 m ³ /s	仔アユ nos	アユ卵 nos/min	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット 濾水量 m ³ /s	仔アユ nos	アユ卵 nos/min	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット 濾水量 m ³ /s	仔アユ nos	アユ卵 nos/min
17:00	16.0	0.199	0.7275	0.1444	0.0070	0	0	0.283	0.8325	0.2353	0.0100	0	0	0.117	0.6600	0.0774	0.0041	1	0	0.373	0.3750	0.1397	0.0072	0	0
18:00	16.0	0.194	0.7050	0.1371	0.0069	0	0	0.263	0.8025	0.2111	0.0093	2	0	0.112	0.6688	0.0750	0.0040	3	0	0.377	0.3688	0.1392	0.0073	0	0
19:00	16.0	0.190	0.6825	0.1299	0.0067	2	0	0.243	0.7725	0.1880	0.0086	0	0	0.107	0.6775	0.0724	0.0038	4	0	0.382	0.3625	0.1386	0.0074	1	0
20:00	15.6	0.186	0.6600	0.1229	0.0066	3	0	0.224	0.7425	0.1663	0.0079	2	0	0.102	0.6853	0.0697	0.0036	13	0	0.387	0.3563	0.1379	0.0075	27	0
21:00	15.5	0.182	0.6375	0.1160	0.0064	2	0	0.204	0.7125	0.1456	0.0072	2	0	0.096	0.6950	0.0668	0.0034	0	0	0.392	0.3500	0.1371	0.0076	10	0
22:00	15.4	0.178	0.6150	0.1084	0.0063	1	0	0.185	0.6825	0.1261	0.0065	1	0	0.091	0.7038	0.0639	0.0032	3	0	0.397	0.3438	0.1364	0.0077	3	0
23:00	15.2	0.174	0.5925	0.1030	0.0061	2	0	0.165	0.6525	0.1077	0.0058	1	0	0.085	0.7125	0.0609	0.0030	0	0	0.402	0.3375	0.1355	0.0078	1	0

st 6						st 7						計		
流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット 濾水量 m ³ /s	仔アユ nos	アユ卵 nos/min	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット 濾水量 m ³ /s	仔アユ nos	アユ卵 nos/min	1分間の流下数 仔アユ	アユ卵	河川流量 m ³ /s
0.393	0.4650	0.1827	0.0105	2	0	0.312	0.5000	0.1558	0.0110	0	0	3	0	0.9353
0.387	0.4613	0.1785	0.0103	0	0	0.332	0.5038	0.1675	0.0117	4	0	9	0	0.9084
0.381	0.4575	0.1744	0.0120	17	0	0.353	0.5075	0.1793	0.0125	12	0	36	0	0.8826
0.375	0.4538	0.1704	0.0110	26	0	0.374	0.5113	0.1912	0.0132	46	0	117	0	0.8584
0.370	0.4500	0.1663	0.0108	10	0	0.395	0.5150	0.2033	0.0139	13	0	37	0	0.8351
0.364	0.4463	0.1624	0.0115	1	0	0.416	0.5188	0.2156	0.0146	5	0	15	1	0.8138
0.358	0.4425	0.1584	0.0122	1	0	0.436	0.5225	0.2280	0.0154	3	0	8	0	0.7935



		st 1						st 2						st 3						計			
採集時間	水温	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット 濾水量 m ³ /s	仔アユ nos	アユ卵 nos/min	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット 濾水量 m ³ /s	仔アユ nos	アユ卵 nos/min	流速 m/s	断面積 m ²	流量 m ³ /s	ネット 濾水量 m ³ /s	仔アユ nos	アユ卵 nos/min	1分間の流下数 仔アユ	アユ卵	河川流量 m ³ /s	
17:00	16.4	0.610	4.2000	2.5633	0.0215	0	0	0.712	3.9450	2.8081	0.0251	0	0	0.806	2.3100	1.8619	0.0284	0	0	0	0	0	7.2333
18:00	16.3	0.605	4.1600	2.5168	0.0213	0	0	0.707	3.9330	2.7806	0.0249	0	0	0.798	2.2950	1.8329	0.0281	0	0	0	0	0	7.1303
19:00	16.1	0.600	4.1200	2.4708	0.0211	9	1	0.702	3.9200	2.7522	0.0247	0	0	0.791	2.2830	1.8047	0.0279	0	0	9	1	7.0277	
20:00	16.0	0.594	4.0800	2.4252	0.0210	11	0	0.697	3.9080	2.7251	0.0246	0	0	0.783	2.2690	1.7762	0.0276	0	0	11	0	6.9255	
21:00	15.8	0.589	4.0400	2.3796	0.0208	2	0	0.693	3.8960	2.6973	0.0244	0	0	0.775	2.2550	1.7479	0.0273	0	0	2	0	6.8248	
22:00	15.6	0.584	4.0000	2.3348	0.0206	3	0	0.688	3.8830	2.6700	0.0242	0	0	0.767	2.2420	1.7203	0.0270	0	0	3	0	6.7251	
23:00	15.5	0.578	3.9600	2.2905	0.0204	0	0	0.683	3.8700	2.6424	0.0241	0	0	0.760	2.2280	1.6924	0.0268	0	0	0	0	0	6.6253



となり9月11日の5.3 m³/sec, 10月5日4.7 m³/sec, 11月18日7.2 m³/secが大きい。水温は9月7日の調査開始時には24.7℃であったが, 調査終了時の11月18日には16.2℃と低下した。

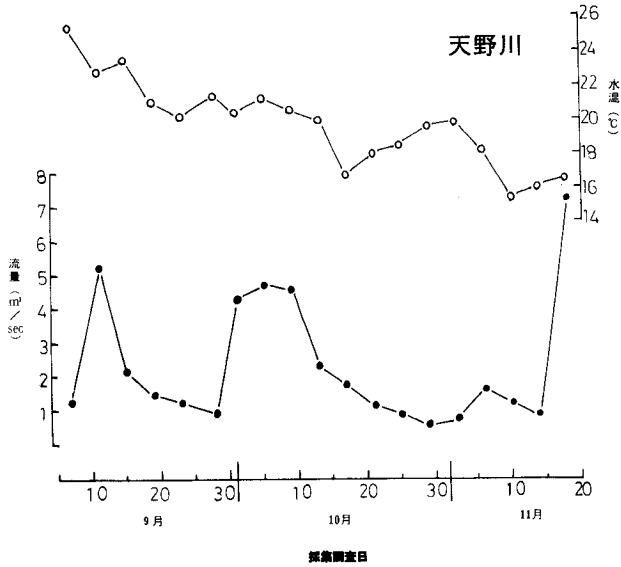


図 42. 調査期間中の河川流量と水温変化

b) 流下の日周変化・単位時間(1分間)当りの仔アユ・卵の流下量が, 調査時刻によってどのように変化するかを明らかにするため, 24時間調査と時間帯調査の結果を調査日ごとに纏め, 図43, 図44, 図45, に示した。

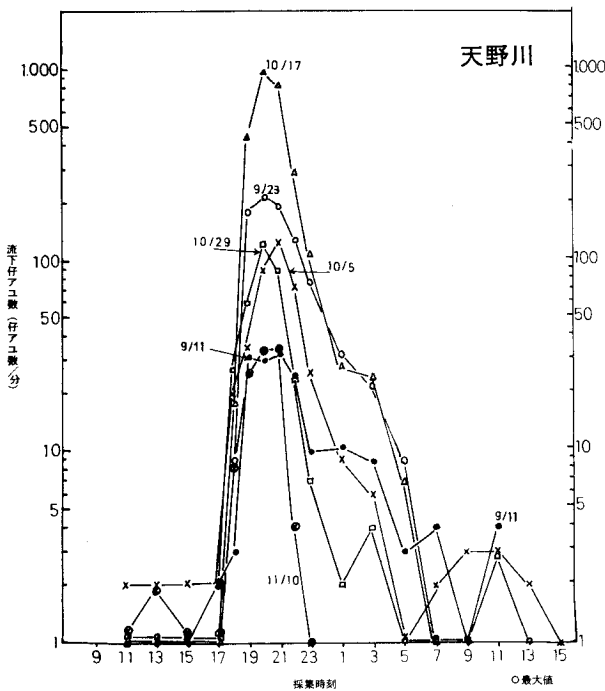


図 43. 流下仔アユの日周変化

仔アユ数は毎調査時1分間の流下数を示す。図中の数字は調査月・日を表す

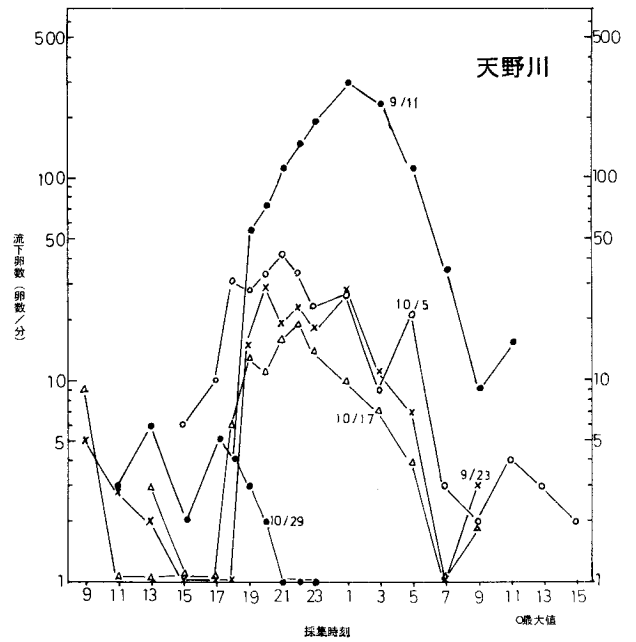


図 44. 流下卵の日周変化

卵数は毎調査時1分間の流下卵数を示す

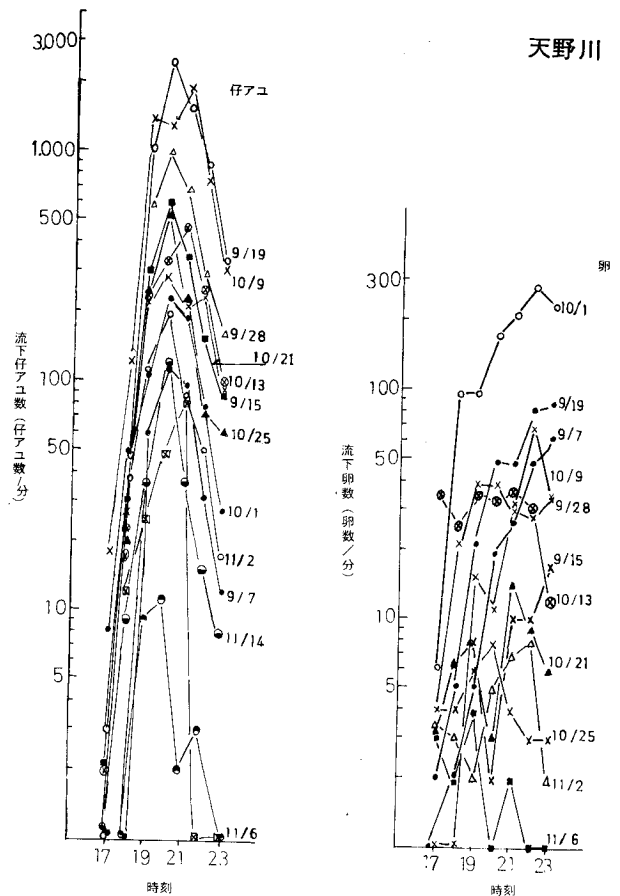


図 45. 流下仔アユ(左)・流下卵(右)の時間帯(17時~23時)変化

流下仔アユの日周変化の傾向は、昼間の流下量が著しく少ないのに対して、17時以降に急激に増え、とくに21時から23時の流下量が著しく多く、この傾向は犬上川の調査結果と類似する。23時以降には減少するが、この減少傾向は、増加の時ほど顕著でない。流下仔アユのもっとも多いのは9月19日であって、その量は2,453尾/分(20時)であった。

卵の流下傾向は、仔アユの場合と同様に夜間の流下量が多くなる傾向があるが、仔アユほど顕著な増減はなく、変動も大きい。図44. に示したように、日周変化の傾向としては、17時以降に増加し、とくに9月11日の調査結果では、17時以降、時間の経過とともに増え、9月12日、01時の流下

量は283粒/分の最大であった。その後は漸減の傾向がある。他の調査日の流下卵の日周変化は、夜間増加するが9月11日ほど顕著でない。また23時から早朝7時にわたる流下量もかなりあり、流下時間帯が仔アユよりも広い傾向がある。

c) アユのふ化仔魚の流下密度(尾/㎡)と、その定点間、時刻間の差の有意性の検討 9月7日から11月14日にわたる18回の17時~23時の時間帯の調査において、調査点数6-8で調査したふ化仔アユの流下密度(尾/㎡)と、流下仔アユ密度の調査定点間、および時刻間の差の有意性を、分散分析法(analysis of variance)により解析し、表22に示した。

表22 天野川におけるアユ仔魚の流下密度とその観測点・時刻間の差の有意性(1)

月日	時刻(t)	観測点(s)								平均	備考
		1	2	3	4	5	6	7	8		
S.52 9-7	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	F _{0(s)} =266* F _{0(t)} =16.13**
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	19	16	34	11	8	14	7	9	14.1		
	20	17	49	25	27	23	17	13	24.4		
	21	34	23	7	40	29	14	19	23.7		
	22	13	18	0	0	10	0	6	6.7		
	23	7	3	2	0	0	0	5	2.7		
平均	12.4	18.1	6.4	10.7	10.9	5.7	7.4	10.25			
S.52 9-11	17	0	0	0	0	0	1	0	1	0.3	F _{0(s)} =398** F _{0(t)} =342**
	18	0	2	0	0	0	0	0	1	0.4	
	19	5	10	2	2	2	4	3	2	3.8	
	20	0	7	0	2	3	4	7	0	2.9	
	21	6	11	0	2	4	5	1	3	4.0	
	22	12	7	2	0	2	2	4	2	3.9	
	23	12	2	0	0	2	1	2	0	2.4	
平均	5.0	5.6	0.6	0.9	1.9	2.4	2.4	1.3	2.50		
S.52 9-15	17	0	2	0	2	0	0	1	0	0.7	F _{0(s)} =407** F _{0(t)} =90.2**
	18	0	6	0	13	2	1	1	3.3		
	19	59	92	13	22	24	18	28	36.6		
	20	134	106	32	37	15	30	26	54.3		
	21	43	45	31	53	47	29	31	39.9		
	22	87	68	40	44	42	24	24	47.0		
	23	18	22	6	18	15	13	13	15.7		
平均	48.7	48.7	17.4	27.0	21.1	16.7	17.7	28.20			
S.52 9-19	17		1	0	0	2	1	0	0	0.7	F _{0(s)} =73.8** F _{0(t)} =16.68**
	18		14	9	6	21	7	6	10.5		
	19		435	95	211	181	173	161	209.3		
	20		1035	199	431	442	539	300	491.0		
	21		633	159	380	287	183	241	313.8		
	22		419	90	130	139	160	76	169.0		
	23		174	33	58	30	43	32	61.7		
平均		387.3	83.6	173.7	157.4	158.0	116.6	179.43			
S.52 9-23	17		0	0	0	0	0	0	0	0	F _{0(s)} =34.2* F _{0(t)} =23.44**
	18		0	0	3	5	4	1	2.2		
	19		32	71	53	62	43	20	46.8		
	20		47	42	71	82	50	36	54.7		
	21		32	46	78	40	49	47	48.7		
	22		28	23	64	28	28	30	33.5		
	23		12	31	27	20	15	17	20.3		
平均		21.6	30.4	42.3	33.9	27.0	21.6	29.45			

月日	時刻(t)	観測点(s)								平均	備考	
		1	2	3	4	5	6	7	8			
S.52 9-28	17		0	0	0	0	0	1	0	0.2	F _{0(s)} =321* F _{0(t)} =35.03**	
	18		11	16	20	6	6	5	10.7			
	19		129	145	277	217	232	183	197.2			
	20		433	331	628	270	324	229	369.2			
	21		223	195	311	285	213	201	238.0			
	22		55	117	189	117	114	65	109.5			
	23		34	47	61	78	71	32	53.8			
平均		126.4	121.6	212.3	139.0	137.3	102.1	139.79				
S.52 10-1	17		5	2	0	0	1	2	1	0.4	F _{0(s)} =344** F _{0(t)} =14.75**	
	18		3	13	2	1	12	8	6	5.6		
	19		11	16	9	19	19	17	8	5		
	20		17	10	15	61	37	38	24	14		
	21		20	16	24	47	29	26	16	10		
	22		6	15	9	15	8	12	6	5		
	23		0	4	3	5	3	7	1	3		
平均		8.9	10.9	8.9	21.1	15.6	15.7	8.9	5.3	11.89		
S.52 10-5	17		0	0	0	1	1	0	0	0.3	F _{0(s)} =42.2** F _{0(t)} =58.3**	
	18		0	4	0	1	1	5	6	1		
	19		0	1	0	7	4	8	6	5		
	20		0	4	0	33	9	18	10	5		
	21		14	6	1	47	14	16	20	7		
	22		0	1	0	14	7	12	18	14		
	23		7	1	0	3	1	6	7	4		
平均		3.0	2.4	0.1	15.1	5.3	9.3	9.6	5.1	6.25		
S.52 10-9	17		0	1	3	3	1	4	2	2	2.0	F _{0(s)} =65.1** F _{0(t)} =133.6**
	18		5	27	20	14	11	12	13	6		
	19		21	71	336	192	143	188	143	99		
	20		25	116	298	205	144	181	116	155		
	21		30	116	593	269	199	280	125	121		
	22		12	95	199	125	88	98	55	44		
	23		14	67	103	26	18	49	7	17		
平均		15.3	70.4	221.7	119.1	86.3	116.0	65.9	63.4	94.77		
S.52 10-13	17		0	1	0	0	1	0	1	0	0.3	F _{0(s)} =92.1** F _{0(t)} =86.0**
	18		11	16	9	2	8	1	7	7.7		
	19		160	109	33	37	20	25	26	58.6		
	20		129	158	37	57	55	23	45	72.0		
	21		275	169	83	87	98	38	66	116.6		
	22		245	58	38	35	87	23	41	75.3		
	23		151	20	17	7	36	10	17	36.9		
平均		138.7	75.9	31.0	32.1	43.4	17.3	28.9	52.47			

月 日	時刻 (1)	観 測 点 (s)								備 考	
		1	2	3	4	5	6	7	8		平均
S.52 10-17	17	0	0	0	0	1	0	1		0.3	F _{o(s)} = 688** F _{o(t)} = 255*
	18		24	1	0	1	0	0		4.3	
	19	494	13	66	21	33	16			107.2	
	20	981	103	87	67	73	45			226.0	
	21	663	106	92	78	103	65			184.5	
	22	281	50	17	17	22	11			66.3	
	23	107	14	9	6	10	1			24.5	
平均		364.3	41.0	38.7	27.3	34.4	19.9			87.60	
S.52 10-21	17	2	0	0	0	1	0	0		0.5	F _{o(s)} = 758** F _{o(t)} = 250*
	18		40	9	3	0	1	2		9.2	
	19	463	91	3	9	9	2			96.2	
	20	774	105	91	30	91	36			187.8	
	21	340	114	54	24	54	43			104.8	
	22	202	56	29	9	13	8			52.8	
	23	162	9	9	3	3	9			32.5	
平均		283.3	54.9	27.0	10.9	24.4	14.3			69.12	
S.52 10-25	17	0	0	0	0	1	0	0		0.2	F _{o(s)} = 383** F _{o(t)} = 3.19*
	18		22	8	7	2	3	3		7.5	
	19	548	109	40	6	21	14			123.0	
	20	692	268	111	36	91	65			210.5	
	21	137	97	60	27	64	33			69.7	
	22	67	20	27	9	17	12			25.3	
	23	62	26	16	6	10	9			21.5	
平均		218.3	75.4	37.2	12.3	29.6	19.4			65.38	
S.52 10-29	17	0	0	0	0	0	0	0		0	F _{o(s)} = 468** F _{o(t)} = 582**
	18		105	37	30	4	10	19		34.2	
	19	229	93	22	19	34	16			68.8	
	20	380	288	64	41	128	34			155.8	
	21	137	158	49	96	54	15			84.8	
	22	41	20	28	26	19	5			23.2	
	23	20	13	0	5	10	11			9.8	
平均		130.3	87.0	27.6	27.3	36.4	14.3			53.81	
S.52 11-2	17	0	0	0	0	0	0	0		0	F _{o(s)} = 766** F _{o(t)} = 815**
	18		20	42	16	2	6	4		15.0	
	19	107	212	32	2	27	24			67.3	
	20	125	213	95	33	78	45			98.2	
	21	50	93	39	22	46	12			43.7	
	22	46	72	31	12	9	11			30.2	
	23	15	29	0	0	9	3			9.3	
平均		51.9	94.4	30.4	10.1	25.0	14.1			37.67	
S.52 11-6	17	0	0	0	0	0	1			0.2	F _{o(s)} = 199 F _{o(t)} = 3096**
	18		3	6	0	0	3	4		2.7	
	19	8	0	5	1	8	10			5.3	
	20	11	6	16	7	15	13			11.3	
	21	15	13	14	22	20	30			19.0	
	22	0	0	0	0	0	0			0	
	23	0	0	0	0	0	0			0	
平均		5.3	3.6	5.0	4.3	6.6	8.3			5.50	
S.52 11-10	17	0	0	0	0	0	0			0	F _{o(s)} = 238 F _{o(t)} = 472**
	18		0	0	6	2	2	3		2.2	
	19	0	16	0	2	2	14			5.7	
	20	4	0	8	4	7	18			6.8	
	21	2	5	14	6	8	12			7.8	
	22	0	0	3	0	0	3			1.0	
	23	0	0	0	0	0	0			0	
平均		0.9	3.0	4.4	2.0	2.7	7.1			3.36	
S.52 11-14	17	0	0	4	0	3	0			1.2	F _{o(s)} = 205 F _{o(t)} = 874**
	18		0	4	13	0	0	6		3.8	
	19	5	0	18	2	24	16			10.8	
	20	8	4	61	60	40	58			38.5	
	21	5	5	0	22	15	16			10.5	
	22	3	3	16	6	1	7			6.0	
	23	5	3	0	2	1	3			2.3	
平均		3.7	2.7	16.0	13.1	12.0	15.1			10.45	

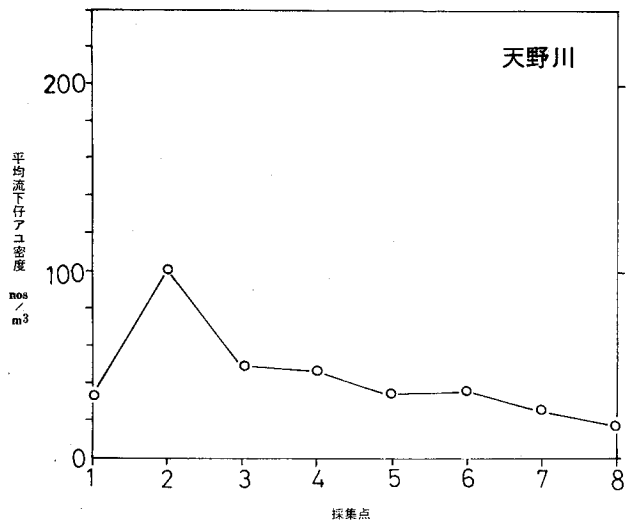


図 46. 調査定点別の平均流下仔アユ密度

図46. に示したように、右岸寄りのst.2に最大密度がみられ、それから左岸に向い、次第に密度は低下している。つぎに、時刻間の流下仔アユ密度の差の有意性は、18回のすべての調査資料に明らかに認められる。平均流下仔アユ密度の時間的変化は、総括して図47. に示した。

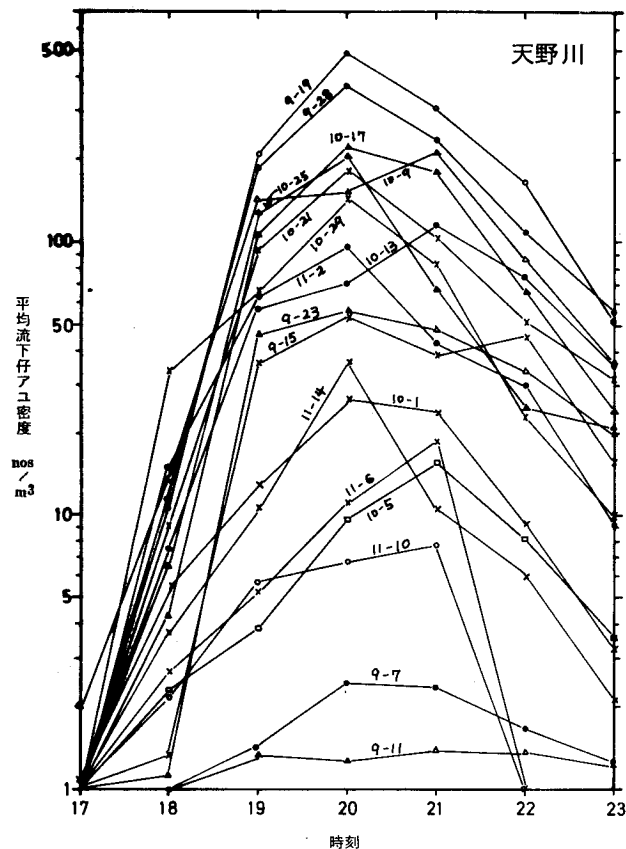


図 47. 平均流下仔アユ密度の時刻別変化
図中の数字は月・日を表す

まず、調査定点間の流下仔アユ密度の差の有意性は、流下密度がきわめて小さくなった11月6日、11月10日、11月14日の3回には認められない。しかし他の15回については、明らかに差の有意性が認められる。調査定点別の平均流下仔アユ密度は、

d) 調査日の流下量と17時～23時の時間帯の流下率
 図一表10.に示した1分間当りの流下仔アユ・卵数の資料から、1時間当りの流下数を算出して表23. 表24. に示した。この表の24時間調査のデータから、17時～23時の時間帯の流下仔アユ数の、日間総流下量に占める割合(流下率)を算出し、表の右端に示した。流下率の最大は10月17日

の93.8%, ついで10月29日の91.8%で、9月および11月は、いずれも90%以下であった。流下卵の時間帯に占める割合は、仔アユほど高い割合でなく、最大は80%(11月10日)、流下卵の多い9月下旬から11月初めには、最大62.2%, 最小29.8%である。したがって、17時～23時の時間帯以外の流下卵の割合が、仔アユよりも高いといえよう。

表 23. 天野川の各時刻間の流下仔アユ数および17時～23時の時間帯の流下率

**引伸し係数を乗じた24時間の流下数
 →調査開始時刻

月日	時 刻														17-23時の 流下数(A)	24時間の 流下数(B)	(A)/(B) %		
	9-11	11-13	13-15	15-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-1	1-3	3-5	5-7				7-9	
9. 7					0	0	80,480	128,100	98,910	37,200	13,950						368,640	524,251	
9.11	1,430	1,550	0	0	3,870	6,290	64,420	59,960	65,190	48,040	18,050	20,470	17,880	6,210	6,820		265,820	368,556	68.41
9.15					5,840	23,950	291,700	370,930	268,630	297,960	101,020						1,360,030	1,799,219	
9.19					10,970	56,090	1,224,020	2,911,200	1,873,340	1,082,280	414,530						7,572,430	10,017,767	
9.23	0	1,540	870	1,520	0	8,070	193,780	222,670	201,540	134,380	84,020	32,480	22,020	8,530	0		844,460	1,020,385	82.76
9.28					920	29,760	604,700	1,094,990	733,420	306,150	162,080						2,931,690	3,522,819	
10. 1					14,310	92,600	202,280	427,520	370,310	153,990	53,560						1,314,570	1,579,632	
10. 5	5,140	5,670	3,880	3,960	4,280	40,960	71,080	190,540	267,580	145,420	50,560	17,220	11,200	2,300	3,530		770,320	920,655	83.67
10. 9					36,150	253,220	2,837,890	2,650,530	3,971,430	1,553,560	637,970						11,940,750	13,460,433	
10.13					2,890	59,390	349,220	496,150	686,490	350,460	133,790						2,078,390	2,342,904	
10.17	0	2,200	1,540	3,230	2,170	26,600	637,000	1,377,690	1,133,280	411,830	149,960	39,260	31,280	9,650	0		3,738,530	3,987,919	93.75
10.21					2,200	42,050	422,980	764,450	420,140	196,860	11,920						1,960,600	2,113,171	
10.25					650	19,570	259,430	515,540	195,510	66,240	54,070						1,111,010	1,197,467	
10.29	866	2,160	780	850	0	47,970	93,420	230,260	139,510	39,330	21,490	4,480	8,960	1,510	780		571,980	623,058	91.80
11. 2					0	25,830	124,130	200,490	87,540	55,830	18,120						511,970	563,405	
11. 6					1,410	17,200	32,860	62,420	112,160	0	0						226,050	248,762	
11.10	0	1,020	2,200	0	0	9,540	29,420	35,790	35,300	4,630	0	0	2,530	0	950		114,690	127,537	89.98
11.14					3,210	9,580	33,180	115,100	36,060	15,040	7,620						219,790	244,401	
11.18					0	0	63,150	76,390	13,790	20,420	0						173,750	193,206	

表 24. 天野川の各時刻間の流下卵数および17時～23時の時間帯の流下率

**引伸し係数を乗じた24時間の流下数
 →調査開始時刻

月日	時 刻														17-23時の 流下数(A)	24時間の 流下数(B)	(A)/(B) %		
	9-11	11-13	13-15	15-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-1	1-3	3-5	5-7				7-9	
9. 7					4,200	2,040	4,570	21,750	35,410	51,320	75,380						194,670	652,596	
9.11	26,070	11,440	12,940	2,130	10,150	18,670	127,530	140,480	253,220	351,950	393,070	671,150	441,240	228,010	21,060		1,295,070	4,341,357	29.83
9.15					960	930	10,500	4,410	11,420	12,450	18,200						58,870	147,655	
9.19					1,740	5,640	25,430	53,280	48,500	87,250	97,030						318,870	799,774	
9.23	5,050	3,120	1,740	0	0	950	14,910	30,090	19,920	23,880	18,920	22,620	11,840	6,000	0		108,670	217,726	49.91
9.28					1,020	3,450	16,260	12,840	35,060	37,160	39,210						145,000	270,724	
10. 1					10,560	197,960	296,370	355,110	440,120	574,420	465,950						2,340,490	4,369,847	
10. 5	3,350	7,200	6,540	11,270	22,910	72,420	67,380	77,140	92,540	75,620	51,310	54,590	20,460	46,360	5,660		459,320	802,948	57.20
10. 9					6,060	45,130	85,210	76,870	58,920	137,900	71,530						481,620	806,734	
10.13					58,780	40,720	53,860	51,500	52,460	41,770	20,850						319,940	535,913	
10.17	13,390	1,950	1,740	0	0	8,490	39,330	13,750	21,990	27,640	16,080	9,890	7,510	3,690	1,180		127,280	204,672	62.19
10.21					3,190	5,170	9,540	3,410	12,920	8,790	5,130						48,150	101,539	
10.25					3,320	3,290	4,570	6,690	4,040	2,270	1,990						26,170	55,188	
10.29	2,150	760	2,410	850	0	3,540	2,800	1,640	830	0	0	750	1,010	750	760		8,810	26,985	32.65
11. 2					1,300	2,700	1,640	4,070	6,150	7,860	2,600						26,320	46,741	
11. 6					0	1,050	2,470	5,120	0	2,530	0						11,170	19,837	
11.10	0	0	0	0	0	0	0	0	930	0	950	0	0	0	0		1,880	2,351	79.97
11.14					0	0	0	0	0	1,200	0						1,200	1,501	
11.18					0	0	7,030	0	0	0	0						7,030	8,791	

つぎに流下率の算出資料から、時間帯調査のみ実施した日の日間流下仔アユ総数および流下卵総数を算出し、同表23, 24に示した。

e) 調査期間中の流下量変化 犬上川調査結果の取纏めと同様に、欠測日の流下量は、直線的に増減するものとして調査日から次の調査日までの欠測日の流下仔アユ・流下卵数を計算し、実測日を含めて附表15, 附表16および図48. に示した。図に明らかのように、9月7日の調査開始時にはすでに流下仔アユ・流下卵いずれも採集され、仔アユは52万尾、卵は65万粒であった。日間流下仔アユ数の最大は、10月8日、1,346万尾であり、ついで9月19日の1,002万尾であった。10月17日以降には次第に減少の傾向があり、調査終了の11月18日は20万尾であった。

一方、流下卵の最大は10月1日において、437万粒、ついで9月11日の434万粒であった。仔アユの経日変化とよく似ており、いずれも2峰型といえよう。図48. に明らかのように、流下仔アユ流下卵の経日変化の傾向はよく似ているが、流下卵のピークは流下仔アユのピークよりも約7日早く出現している。第2のピークについても、ほぼ同様の関係にある。

f) 調査期間中の総流下量 流下仔アユ総数は1億7,815万尾、流下卵総数は5,058万粒と推定される。月別割合は、流下仔アユでは9月40%、10月58%、11月3%となり、9・10月の2か月で98%が流下する。一方、流下卵は9月58%、10月42%となり、9・10の2か月で99.5%が流下することとなる。

要 約

a) 天野川におけるアユのふ化仔魚、アユ卵の流下状態を把握するため、昭和52年9月7日から11月18日にわたって現地調査を行なった。

b) 調査定点(7-8)と、時刻別に採集した流下仔アユの密度(尾/㎡)に、調査定点間・時刻間に有意な差があるか否かを分散分析法によって検定した。その結果、流下仔アユ密度の差の有意性は、密度の小さかった3回を除いて他のすべてに認められる。また流下仔アユ密度の時刻間の差の有意性は、すべてに認められる。

c) 流下仔アユの日周変化は、夕刻から夜間に増加し、とくに17時から23時の流下量が多い。この時間帯の流下率は、最大93.8%、最小68.4%

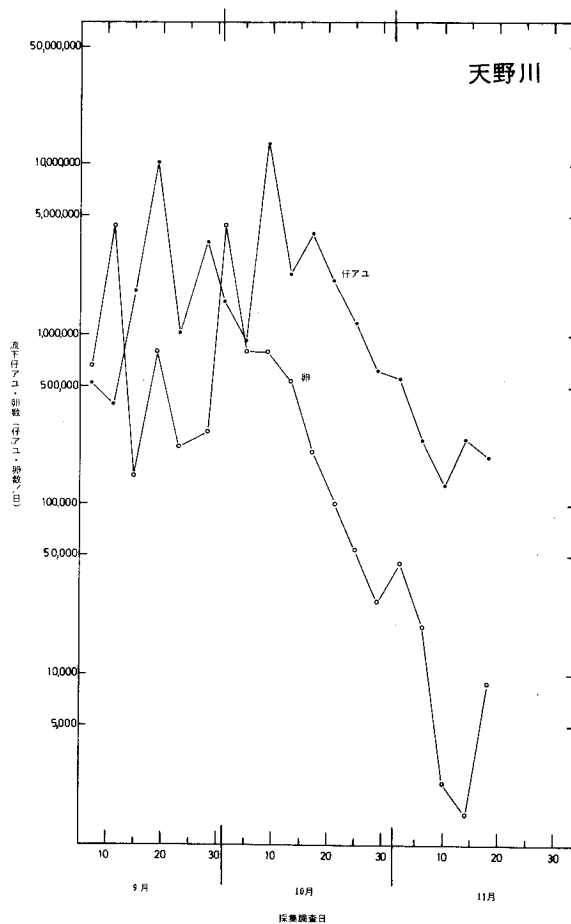


図 48. 流下仔アユ・卵の調査期間中の流下量変化

である。

d) 流下生卵の日周変化は、仔アユの日周変化とよく似ているが、23時以降の流下量は仔アユほど急激な減少はない。17時から23時の時間帯の流下率は、最大80.0%、最小29.8%であって、23時以降に流下する割合が大きい。

e) 流下仔アユの経日変化は、9月中旬と10月上旬に流下のピークがみられる2峰型である。この2か月に流下仔アユ総数のほぼ98%が流下する。一方、流下生卵では9月初めと10月初旬に流下のピークがみられ、この経日変化の傾向は仔アユの変化傾向と類似する。しかし、流下生卵のピークは、仔アユの流下のピークよりも約1週間早く出現する。

f) 天野川における流下仔アユと流下生卵の総数は、流下仔アユは1億7,815万尾、流下生卵では5,058万粒と推定される。

附表 15. 天野川における流下仔アユ数の経日変化

年月日	流下仔アユ数	年月日	流下仔アユ数	年月日	流下仔アユ数
1977.9.7	524,251	10	10,681,051	12	185,969
8	490,327	11	7,901,669	13	215,185
9	456,403	12	5,122,287	14	244,401
10	422,479	13	2,342,904	15	231,602
11	388,556	14	2,754,158	16	218,803
12	741,222	15	3,165,412	17	206,004
13	1,093,888	16	3,576,666	18	193,206
14	1,446,554	17	3,987,919		
15	1,799,219	18	3,519,232	計	178,146,403
16	3,853,856	19	3,050,545		
17	5,908,493	20	2,581,858		
18	7,963,130	21	2,113,171		
19	10,017,767	22	1,884,245		
20	7,768,421	23	1,655,319		
21	5,519,075	24	1,426,393		
22	3,269,729	25	1,197,467		
23	1,020,385	26	1,053,865		
24	1,520,872	27	910,263		
25	2,021,359	28	766,661		
26	2,521,846	29	623,058		
27	3,022,333	30	608,146		
28	3,522,819	31	593,234		
29	2,875,090	11. 1	578,322		
30	2,227,361	2	563,409		
10. 1	1,579,632	3	484,747		
2	1,414,888	4	406,085		
3	1,250,144	5	327,423		
4	1,085,400	6	248,762		
5	920,655	7	218,456		
6	4,055,600	8	188,150		
7	7,190,545	9	157,844		
8	10,325,490	10	127,537		
9	13,460,433	11	156,753		

附表 16. 天野川における流下卵数の経日変化

年月日	流下卵数	年月日	流下卵数	年月日	流下卵数
1977.9.7	652,598	10	739,029	12	1,925
8	1,574,788	11	671,324	13	1,712
9	2,496,978	12	603,619	14	1,501
10	3,419,168	13	535,913	15	3,324
11	4,341,357	14	453,103	16	5,147
12	3,292,931	15	370,293	17	6,970
13	2,244,505	16	287,483	18	8,791
14	1,196,079	17	204,672		
15	147,655	18	178,889	計	50,583,383
16	310,685	19	153,106		
17	473,715	20	127,323		
18	636,745	21	101,539		
19	799,774	22	89,951		
20	654,262	23	78,363		
21	508,750	24	66,775		
22	363,238	25	55,188		
23	217,726	26	48,137		
24	228,326	27	41,086		
25	238,926	28	34,035		
26	249,526	29	26,985		
27	260,126	30	31,924		
28	270,724	31	36,863		
29	1,637,098	11. 1	41,802		
30	3,003,472	2	46,741		
10. 1	4,369,847	3	40,015		
2	3,478,122	4	33,289		
3	2,586,397	5	26,563		
4	1,694,672	6	19,837		
5	802,948	7	15,465		
6	803,895	8	11,093		
7	804,842	9	6,721		
8	805,789	10	2,351		
9	806,734	11	2,138		