魚梯に於ける鮎の溯上に及ぼす水量、 水溫等の影響

三 善 清 旭

(水 産 講 習 所)

Influences of the Quantity of Flow, the Temperature of Water etc.
upon the Ascent of Fish-way by *Plecoglossus altivelis* (T. & S.).

Kiyohide MIYOSI

SYNOPSIS

In order to know the influences of the quantity of flow, the temperature of water, etc. upon the ascent of fish-way by *Plecoglossus altivelis*, the values of probability of accidental coincidence and of probability of actual coincidence between several pairs of cases were calculated from the records of the number of ascent for unit time and those of the quantity of flow, the temperature, the transparency of water and the meteorological conditions at each o'clock in daytime. Namely to know, for example, the influence of temperature, between:—

- I the case in which the number of ascent is larger than the mean and the case in which the temperature is higher than the mean;
- II the case in which the number of ascent is smaller than the mean and the case in which the temperature is lower than the mean;
- III the case in which the number of ascent is smaller than the mean and the case in which the temperature is higher than the mean;
- IV the case in which the number of ascent is larger than the mean and the case in which the temperature is lower than the mean.

Fairly systematic influences of the quantity of flow, the temperature of water, etc. upon the ascent of fish-way by *Plecoglossus altivelis* are recognizable, when the probabilities of actual coincidences are compared with those of accidental ones.

本研究は新潟縣阿賀野川鹿瀬發電所魚梯¹⁾及び豐實發電所魚梯²⁾に於ける鮎の溯上數、魚梯を流れる水量、水溫、透明度及び天候の記載(第1圖)を基として、魚梯に於ける鮎の溯上に及ぼす魚梯を流れる水量、水溫等の影響を大要寺田博士³⁾の方法に倣つて統計的に調べたものである。

鮎の溯上が時期と時刻とに由つて異なることが考へられるから、鮎の溯上に及ぼす水溫水量の影響を見るには鮎の溯上數、水量及び水溫の或適當なる期間(N 日)の時刻別の平均を求め、其の期間(N 日)に付き時刻別に鮎の溯上數が平均より多い場合の回數 M_f 、平均より少ない場合の回數 m_f 及び水溫(水量)が平均より高い(多い)場合の回數 M_s 、平均より低い(少い)場合の回數 m_s を求め、それ等から

-
- 1) 東信電氣株式會社調査によるもので、調査の結果を提供せられた同社に對し茲に謝意を表す。
 - 2) 新潟縣水産試験場事業概要(昭和五年度)
 - 3) TERADA, T.: Earthquakes and fisheries. Proc. Imp. Acad., 6(3), 1932.

第 1 圖

昭和五年夏期阿賀野川鹿瀬・豊実兩發電所、魚梯に於ける
鮎湖上尾數並びに水温、水量、透明度、天候。

全く偶然に鮎の溯上数が平均より多い場合が水温（水量）が平均より高い（多い）場合と一致する確率 $P_1 = \frac{M_f M_s}{N^2}$

全く偶然に鮎の溯上数が平均より少ない場合が水温（水量）が平均より低い（少ない）場合と一致する確率 $P_2 = \frac{m_f m_s}{N^2}$

全く偶然に鮎の溯上数が平均より少ない場合が水温（水量）が平均より高い（多い）場合と一致する確率 $P_3 = \frac{m_f M_s}{N^2}$

全く偶然に鮎の溯上数が平均より多い場合が水温（水量）が平均より低い（少ない）場合と一致する確率 $P_4 = \frac{M_f m_s}{N^2}$

を計算し、別に溯上数が平均より多い場合、少ない場合が水温（水量）の高い（多い）場合、低い（少ない）場合と実際に上記各場合に於て一致した回数を出し N で除し実際に一致する確率 Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 を計算する。鮎の溯上に及ぼす透明度の影響を見るには、時刻に拘らず晴・曇・雨の場合に分けて透明度の平均を求め、晴・曇・雨の各の場合について鮎の溯上数が對應する時刻の N 日間の平均より多い場合、少ない場合が透明度の平均より大きい場合、小さい場合と前記の各場合に於て全く偶然に一致する確率 P_1, P_2, P_3, P_4 と実際に一致する確率 Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 を計算する。鮎の溯上に及ぼす天候の影響を見るには、時刻別に鮎の溯上数が對應する時刻の N 日間の平均から多い場合の回数 M'_f 、平均より少ない場合の回数 m'_f 及び晴の場合の回数 n' 、曇の場合の回数 n'' 、雨の場合の回数 n''' を求め、それ等から

全く偶然に鮎の溯上数が平均より多い場合が晴の場合と一致する確率 $P'_1 = \frac{M'_f n'}{N^2}$

全く偶然に鮎の溯上数が平均より少ない場合が晴の場合と一致する確率 $P'_2 = \frac{m'_f n'}{N^2}$

全く偶然に鮎の溯上数が平均より多い場合が曇の場合と一致する確率 $P''_1 = \frac{M'_f n''}{N^2}$

全く偶然に鮎の溯上数が平均より少ない場合が曇の場合と一致する確率 $P''_2 = \frac{m'_f n''}{N^2}$

全く偶然に鮎の溯上数が平均より多い場合が雨の場合と一致する確率 $P'''_1 = \frac{M'_f n'''}{N^2}$

全く偶然に鮎の溯上数が平均より少ない場合が雨の場合と一致する確率 $P'''_2 = \frac{m'_f n'''}{N^2}$

第 1 表 水温と溯上数

鹿瀬発電所魚梯（昭和五年六月二十四日～七月九日）

	平均水温	P_1 Q_1	P_2 Q_2	P_3 Q_3	P_4 Q_4
午前 7-8 時	20.1	.094 .063	.469 .437	.281 .313	.156 .187
	8-9	.098 .063	.473 .437	.215 .250	.215 .250
	9-10	.117 .187	.430 .500	.258 .187	.195 .125
	10-11	.109 .187	.422 .500	.328 .250	.141 .063
	11-12	.109 .187	.422 .500	.328 .250	.141 .063
午後 0-1	20.3	.109 .187	.422 .500	.328 .250	.141 .063
	1-2	.137 .250	.387 .500	.301 .188	.176 .063
	2-3	.109 .187	.422 .500	.328 .250	.141 .063
	3-4	.156 .312	.343 .500	.343 .187	.156 .000
	4-5	.125 .250	.375 .500	.375 .250	.125 .000
平均	20.2	.117 .187	.417 .487	.308 .237	.167 .088

豐實發電所魚梯 (昭和五年七月十二日～七月二十二日)

	平均水温	P_1	Q_1	P_2	Q_2	P_3	Q_3	P_4	Q_4
午前 5-7 時	20.9	.182	.273	.318	.409	.318	.227	.182	.091
	7-9	.250	.400	.250	.400	.250	.100	.250	.100
	9-11	.124	.182	.397	.454	.331	.273	.149	.091
	11-1	.165	.364	.347	.546	.289	.091	.198	.000
午後 1-3	21.3	.207	.454	.298	.546	.248	.000	.248	.000
	3-5	.207	.364	.298	.454	.248	.091	.248	.091
	5-7	.080	.200	.480	.600	.320	.200	.120	.000
平 均	21.1	.172	.320	.339	.487	.288	.142	.202	.053

鹿瀬發電所魚梯 (昭和五年七月二十三日～八月十日)

午前 7-8 時	22.1	.174	.053	.332	.210	.194	.316	.299	.421
	22.5	.197	.105	.303	.210	.197	.289	.303	.395
	9-10	.22.5	.184	.053	.314	.184	.314	.447	.184
	10-11	22.6	.349	.210	.263	.000	.237	.263	.388
	11-12	22.8	.155	.105	.366	.316	.213	.263	.266
午後 0-1	22.9	.274	.158	.221	.105	.199	.316	.305	.421
	1-2	22.8	.125	.053	.388	.316	.349	.421	.138
	2-3	22.7	.111	.053	.427	.368	.310	.368	.152
	3-4	22.3	.083	.000	.503	.421	.231	.316	.180
	4-5	22.3	.097	.053	.465	.421	.272	.316	.166
平 均	22.6	.172	.084	.343	.255	.244	.331	.241	.329

第 2 表 水量と溯上数

鹿瀬發電所魚梯 (昭和五年六月二十四日～七月九日)

	平均水量	P_1	Q_1	P_2	Q_2	P_3	Q_3	P_4	Q_4
午前 7-8 時	4.7	.203	.125	.140	.063	.610	.687	.047	.125
	8-9	4.5	.187	.125	.187	.563	.625	.063	.125
	9-10	4.1	.195	.126	.258	.187	.429	.500	.117
	10-11	4.1	.156	.187	.281	.312	.468	.437	.094
	11-12	4.4	.109	.187	.421	.437	.328	.313	.140
午後 0-1	4.3	.140	.187	.328	.375	.421	.375	.109	.063
	1-2	3.9	.156	.187	.343	.375	.344	.311	.156
	2-3	3.8	.125	.187	.375	.437	.375	.312	.125
	3-4	4.0	.166	.218	.322	.375	.365	.312	.146
	4-5	3.9	.125	.125	.375	.375	.375	.375	.125
平 均	4.2	.162	.166	.297	.306	.428	.425	.199	.103

豐實發電所魚梯 (昭和五年七月十二日～七月二十二日)

午前 5-7 時	5.3	.116	.273	.434	.591	.223	.045	.248	.091
	5.9	.250	.400	.250	.400	.256	.100	.250	.100
	9-11	5.6	.099	.092	.462	.455	.256	.273	.174
	11-1	6.0	.231	.364	.231	.364	.405	.273	.132
午後 1-3	5.8	.269	.318	.223	.273	.322	.273	.205	.136
	3-5	5.9	.207	.182	.297	.273	.243	.273	.248
	5-7	5.2	.080	.182	.480	.545	.320	.182	.120
平 均	5.7	.174	.260	.334	.420	.293	.207	.199	.113

鹿瀬發電所魚梯（昭和五年七月二十三日～八月十日）

	平均水量	P_1 Q_1	P_2 Q_2	P_3 Q_3	P_4 Q_4
午前 7-8 時	4.4	.155 .263	.366 .473	.213 .105	.266 .158
8-9	4.4	.175 .158	.333 .316	.194 .210	.299 .316
9-10	4.4	.136 .105	.399 .369	.233 .263	.233 .263
10-11	4.4	.252 .263	.199 .210	.116 .105	.432 .421
11-12	4.4	.155 .158	.366 .368	.213 .210	.266 .263
午後 0-1	4.2	.224 .263	.277 .316	.249 .210	.249 .210
1-2	4.3	.069 .105	.543 .579	.194 .158	.194 .158
2-3	4.3	.097 .105	.466 .473	.271 .263	.166 .158
3-4	4.3	.097 .053	.466 .421	.271 .316	.166 .210
4-5	4.3	.097 .105	.466 .473	.271 .263	.166 .158
平 均	4.3	.143 .158	.386 .400	.225 .210	.246 .231

第 3 表 天 候 と 測 上 数

鹿瀬發電所魚梯（昭和五年六月二十四日～七月九日）

	晴		曇		雨	
	P_1' Q_1'	P_2' Q_2'	P_1'' Q_1''	P_2'' Q_2''	P_1''' Q_1'''	P_2''' Q_2'''
午前 7-8 時	.063 .125	.187 .125	.140 .000	.421 .562	.047 .125	.140 .063
8-9	.098 .125	.215 .187	.176 .125	.386 .437	.039 .063	.086 .063
9-10	.137 .187	.300 .250	.117 .063	.258 .312	.059 .063	.129 .125
10-11	.156 .187	.468 .437	.063 .000	.187 .250	.031 .063	.094 .063
11-12	.156 .187	.468 .437	.078 .000	.234 .312	.016 .063	.047 .000
午後 0-1	.156 .187	.468 .437	.063 .000	.187 .250	.031 .063	.094 .063
1-2	.137 .187	.300 .250	.117 .063	.258 .311	.059 .063	.129 .125
2-3	.109 .187	.324 .250	.094 .000	.281 .375	.047 .000	.140 .187
3-4	.156 .250	.344 .250	.098 .063	.215 .250	.059 .000	.129 .187
4-5	.094 .187	.281 .187	.125 .063	.375 .437	.031 .000	.094 .125
平 均	.127 .187	.335 .287	.107 .038	.281 .350	.041 .050	.104 .100

豐實發電所魚梯（昭和五年七月十二日～七月二十二日）

	晴		曇		雨	
	P_1' Q_1'	P_2' Q_2'	P_1'' Q_1''	P_2'' Q_2''	P_1''' Q_1'''	P_2''' Q_2'''
午前 5-7 時	.099 .000	.182 .273	.132 .364	.231 .000	.132 .000	.231 .364
7-9	.150 .260	.150 .100	.250 .200	.250 .300	.100 .100	.100 .100
9-11	.099 .000	.264 .364	.050 .091	.132 .091	.124 .182	.331 .273
11-1	.200 .100	.355 .400	.160 .300	.280 .100	.084 .000	.140 .200
午後 1-3	.289 .182	.347 .454	.124 .273	.149 .000	.041 .000	.050 .091
3-5	.289 .182	.347 .454	.083 .182	.099 .000	.083 .091	.099 .091
5-7	.140 .100	.560 .600	.040 .100	.160 .100	.020 .000	.080 .100
平 均	.184 .108	.309 .379	.112 .216	.189 .081	.087 .054	.146 .176

鹿瀬発電所魚梯（昭和五年七月二十三日～八月十日）

	晴				曇				雨			
	P_1'	Q_1'	P_2'	Q_2'	P_1''	Q_1''	P_2''	Q_2''	P_1'''	Q_1'''	P_2'''	Q_2'''
午前 7-8 時	.221	.158	.305	.368	.155	.210	.213	.158	.044	.053	.061	.053
8-9	.324	.263	.360	.445	.100	.158	.111	.053	.050	.053	.055	.053
9-10	.251	.210	.431	.473	.078	.158	.133	.053	.039	.000	.067	.105
10-11	.468	.421	.216	.263	.124	.210	.083	.053	.036	.053	.017	.000
11-12	.311	.210	.426	.526	.044	.105	.061	.000	.067	.105	.091	.053
午後 0-1 時	.324	.263	.360	.421	.100	.156	.110	.053	.050	.053	.056	.053
1-2	.180	.105	.503	.580	.069	.105	.194	.158	.014	.053	.039	.000
2-3	.216	.105	.468	.580	.050	.105	.108	.053	.050	.105	.108	.053
3-4	.194	.158	.544	.579	.055	.053	.155	.158	.014	.053	.039	.000
4-5	.194	.210	.543	.526	.042	.053	.116	.105	.028	.000	.078	.105
平 均	.270	.210	.413	.473	.085	.132	.131	.084	.037	.053	.061	.047

第 4 表 透 明 度 と 溯 上 数

鹿瀬発電所魚梯（昭和五年六月二十四日～七月九日）

	平均透明度	P_1	Q_1	P_2	Q_2	P_3	Q_3	P_4	Q_4
晴	4.9	.224	.293	.264	.333	.336	.267	.176	.107
曇	4.8	.065	.083	.311	.328	.591	.574	.033	.016
雨	5.3	.215	.208	.236	.229	.431	.438	.118	.125

豊實発電所魚梯（昭和五年七月十二日～七月二十二日）

晴	3.9	.014	.047	.681	.715	.272	.238	.340	.000
曇	3.2	.420	.600	.120	.300	.180	.000	.230	.100
雨	3.1	.123	.214	.408	.500	.306	.214	.163	.072

鹿瀬発電所魚梯（昭和五年七月二十三日～八月十日）

晴	2.3	.167	.092	.320	.244	.367	.442	.146	.221
曇	1.8	.261	.293	.224	.256	.166	.134	.350	.317
雨	1.4	.374	.445	.125	.194	.374	.306	.125	.056

を計算し、別に溯上数が平均より多い場合、少ない場合が晴の場合、曇の場合、及び雨の場合と実際に上記各場合に於て一致した回数を出し N で除して 實際に一致する確率 $Q_1', Q_2', Q_1'', Q_2'', Q_1''', Q_2'''$ を計算する。斯様に計算した結果を第 1～4 表に示す。

斯様に計算された全く偶然に一致する確率 (P) 實際に一致する確率 (Q) に於て、鮎の溯上数と水温、水量及び透明度については $P_1 < Q_1, P_2 < Q_2, P_3 > Q_3, P_4 > Q_4$ ならば¹⁾——例へば水温について云へば——水温が平均より高い（低い）場合に鮎の溯上数が平均より多い（少ない）場合の多く現はれることを示し、 $P_1 > Q_1, P_2 > Q_2, P_3 < Q_3, P_4 < Q_4$ ならば水温が平均より高い（低い）場合に鮎の溯上数が平均より少ない（多い）場合の多く現はれることを示す。鮎

1) $P_1 < Q_1$ ならば $P_2 < Q_2, P_3 > Q_3, P_4 > Q_4$ なることが證明される。

の溯上數と天候については $P_1 < Q_1, P_2 > Q_2$ ならば或る天候では鮎の溯上數が平均より多い場合が多く現はれることを示し、 $P_1 > Q_1, P_2 < Q_2$ ならば鮎の溯上數が平均より少ない場合が多く現はれることを示す。第 1~4 表から鮎の溯上數が平均より多い場合の多く現れる場合を摘出して第 5 表を得た。

第 5 表

		鹿瀬發電所魚梯 昭和五年六月二十四日 ～七月九日	豐實發電所魚梯 昭和五年七月十二日 ～七月二十二日	鹿瀬發電所魚梯 昭和五年七月二十三日 ～八月十日
水 溫 の 影 響		＋ (20.2℃)	＋ (21.1℃)	－ (22.6℃)
水 量 の 影 響		＋ (4.2 寸)	＋ (5.7 寸)	＋ (4.3 寸)
透 明 度 の 影 響	晴	＋ (4.9 尺)	＋ (3.9 尺)	－ (2.3 尺)
	曇	＋ (4.8 尺)	＋ (3.2 尺)	＋ (1.8 尺)
	雨	－ (5.3 尺)	＋ (3.1 尺)	＋ (1.4 尺)
天 候 の 影 響		晴	曇	曇・雨

+ は平均より高い(多い)場合、- は低い(少い)場合を示す。

括弧内は平均値を示す。

これによると、水温の影響は 20.2~21.1°C では水温がこれより高ければ鮎の溯上數が平均より多い場合が多く現はれ、22.6°C では水温がこれより高ければ却つて鮎の溯上數が平均より少ない場合が多く現はれる。水量の影響は魚梯隔壁溢流高 4.2~5.7 寸では水量がこれより多ければ鮎の溯上數が平均より多い場合が多く現はれる。透明度の影響は一二の例外あれども此の範囲では透明度がこれより大きければ鮎の溯上數が平均より多い場合が多く現はれる。天候の影響は 六月下旬乃至七月上旬では晴の場合に、七月中旬では曇の場合に、七月下旬乃至八月上旬では曇・雨の場合に 鮎の溯上數が平均より 多い場合が多く現れる。即ち鮎の溯上が水温・水量・透明度及び天候に可成りに影響されることが窺はれる。

終りに終始熱心なる御指導を賜つた田内森三郎博士に厚く感謝する。