

日本研年報 (4): 33-41, 1958.

Ann. Rept. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab. (4): 33-41, 1958.

## プランクトン・ネットによる卵・稚仔採集量の信頼性

伊 東 祐 方

### Variability of Catches in the Vertical Net Haul of Fish Eggs and Larvae

BY

SUKEKATA ITO

#### Abstract

1. The variability of catches of the eggs and larvae of some fishes (*Sardinops melanosticta*, *Etrumeus microopus* and *Engraulis japonica*) by vertical hauls with a standard Maruoku net is calculated from the results of repeated samplings made on the spawning area of sardine and its related species off Noto Peninsula, Japan Sea.

2. The percentage standard deviation of a single haul is calculated to range from 12 to 33% in sardine, round herring and anchovy eggs and to be from to 94% in sardine and anchovy larvae.

3. A major part of the variability of catches of eggs and larvae is due to differences in micro-concentration (statistically non-random distribution) of the organisms. It is then indicated that the micro-distribution of eggs was more random than of that larvae and macro-plankton such as Copepoda.

4. A single haul catch may be considered significantly different from another if is less than two thirds or more than one and half times the other as concerns fish eggs, and if it is less than one third or more than three times the other as concerns fish larvae.

#### I. は し が き

プランクトンの定量採集法としてネットによる採集がひろく一般に用いられていて、それらネットの採集量の信頼性の問題についてはすでに数多くの研究結果が報告されている。

現在イワシ資源調査において、卵・稚仔の量的問題は罾ネットと呼ばれるプランクトンネットの垂直採集資料に基づいて検討がなされている。罾ネットの垂直採集資料の信頼性については MOTODA & ANRAEU (1955) によつてマクロプランクトンについて検討がなされているが、卵・稚仔については報告されていない。卵・稚仔の採集量の検討は SILLIMAN (1946) がカリホルニヤ・サーデンについて行つているのみである。

筆者は能登近海でイワシの卵・稚仔の分布調査のため、昭和27年以來例日採集調査を続けてきているが、今回は1955年春の資料に基づいて卵・稚仔採集量の変異について検討を行つたので報告したい。

なお、調査に際し種々の助言と協力を賜った日本海区水産研究所の西村三郎、渡辺和春、笠原昭吾の諸氏に感謝するとともに、調査の労をとられた第二旭丸の船長綱市三郎氏ほか船員各位に対して御礼を申し上げます。また、統計的処理に助言を賜った東海区水産研究所田中昌一氏に謝意を表わすものである。

## II. 方 法

1953年4～5月にかけて能登沿海で樹目状調査(定線4本、定線間隔5裡、定線5点、測定間隔2.5裡)を行つた際、一点で罾ネット(口径45cm、布地長15cm、網地長75cm、網目GG 54に相当)の50mから表面までの垂直採集を3回繰返し実施し、その採集資料のうち、マイワシ卵、前期稚仔及び後期稚仔、ウルメイワシ卵、カタクチイワシ卵及び稚仔について分散分析法によつて検討した。

曳網は電動によつたが、その速度は大抵毎秒1mになるよう調節した。この調査は下記のごとく4月20日から5月17日まで4回行われたが、調査時の海上は静穏であつたため、曳網の際の傾角は特別に考慮する必要は認められなかつた。

調 査 月 日	時 刻	観 測 点 数	3 回 曳 網 点 数	波 浪	備 考
1953. IV. 20	8: 22~20: 05	20	20	2 ~ 3	{ウルメ、カタクチ卵 ・稚仔殆んど採集さ れた}
V. 9	6: 29~17: 55	20	5	0 ~ 1	
V. 14	6: 48~17: 14	16	4	1 ~ 2	
V. 17	7: 15~17: 32	20	4	0 ~ 2	

## III. 結 果

分散分析に際して同一地点と繰返しの曳網を独立処理とみなすかどうかについては問題は残るが、今回は同一地点と各曳網はいずれも独立処理として、両者の変動について分散分析を行つたものである。

また、採集量の頻度分布はJ-shapeに近いので、SILLIMAN (1946) にならつて対数変換し、採集物の0の場合の処理はこれを除外して取扱つた。

### I) マ イ ワ シ

#### (a) 卵

1953年4月20日の資料についての分散分析の結果を Table 1 に示した。交互作用項を基準として曳網及び地点間の変動を検定すると危険率0.01で曳網間の変動は有意とは認められなかつたが地点間の差は有意と認められた。それで、1回の曳網の対数値の標準偏差として  $\sqrt{\frac{0.0099+0.6022}{2+38}}=0.1236$  がえられ、これを百分率で示すと33%となる。これの95%の信頼限界を求めると大略57~176%となる。

5月9日の結果 (Table 2) でも前回同様、危険率0.01で地点間は有意、各曳網間で有意とは認められない。そして、百分率標準偏差25%、95%信頼限界63~157%をえた。

5月14日の結果 (Table 3) では標準偏差12%、信頼限界80~124%、5月17日 (Table 4) では12%、79~125%をうる。

4回の実験の平均値として (Table 5) では百分率標準偏差28%、95%信頼限界として62~163%をえた。

#### (b) 前 期 稚 仔

前期稚仔すなわち孵化後から卵黄吸取し終るまでの stage について求めてみると下記に示す通りである。

月	日	百分率標準偏差	95% 信 頼 限 界
IV.	20	55%	42~241% (Table 6)
V.	9	94	27~377 ( " 7)
V.	14	71	34~293 ( " 8)
V.	17	53	43~234 ( " 9)
平 均		63	38~265 ( " 10)

(c) 後期稚仔

罾ネットで採集可能な大きさは全長20mm前後までであるが、多くは15mm以下のものである。資料が少ないため全調査を通じての結果 (Table 11) だけを記すると、百分率標準偏差65%、95%信頼限界37~270%の値をえた。

(2) ウルメイワシ卵

次の値をえた。

月	日	百分率標準偏差	95% 信頼限界
V.	9	29%	60~167% (Table 12)
V.	14	15	75~132 ( " 13)
V.	17	15	75~132 ( " 14)
平均		23	68~147 ( " 15)

(3) カタクチイワシ卵・稚仔

卵・稚仔の結果は下記の通りである。

月	日	百分率標準偏差	95% 信頼限界
卵	V. 9	22%	67~149% (Table 16)
	V. 14	9	84~118 ( " 17)
	平均	17	73~137 ( " 18)
稚仔		63	37~266 ( " 19)

(4) マイワシ、ウルメイワシ、及びカタクチイワシ卵の総計

3種卵を合計したものの平均値では、百分率標準偏差として25%、95%信頼限界として64~156%の値をえた (Table 20)。

Table 1. Analysis of variance

Sardine egg (April 20, 1955)

Source of variation	Degree of freedom	Sum of squares	Mean square
Stations (S)	19	22.3672	1.1772
Hauls (H)	2	0.0099	0.0049
Residual (S×H)	38	0.6022	0.0158
Total	59	22.9793	-

Table 2.

Sardine egg (May 9, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	4	4.7119	1.1780
H	2	0.0046	0.0023
S×H	8	0.0871	0.0108
Total	14	4.8036	-

Table 3.

Sardine egg (May 14, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	3	1.0121	0.3374
H	2	0.0019	0.0009
S×H	6	0.0161	0.0026
Total	11	1.0301	-

Table 4.

Sardine egg (May 17, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	3	0.1630	0.0543
H	2	0.0029	0.0014
S×H	6	0.0167	0.0027
Total	11	0.1826	-

Table 5.

Sardine egg (Total)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	32	39.7619	1.2425
H	2	0.0061	0.0030
S×H	64	0.7353	0.0115
Total	98	40.5033	-

Table 6.

Sardine pre-larva (April 20, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	17	8.6015	0.5060
H	2	0.0131	0.0065
S×H	34	1.2970	0.0381
Total	43	9.9116	-

Table 7.

Sardine pre-larva (May 9, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	3	0.0325	0.0275
H	2	0.1334	0.0667
S×H	6	0.5301	0.0883
Total	11	0.7460	-

Table 8.

Sardine pre-larva (May 14, 1955)			
S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	3	0.6660	0.2220
H	2	0.4074	0.2037
S×H	6	0.0304	0.0050
Total	11	1.1038	-

Table 9.

Sardine pre-larva (May 17, 1955)			
S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	3	0.3136	0.1045
H	2	0.0026	0.0048
S×H	6	0.2629	0.0433
Total	11	0.5861	-

Table 10.

Sardine pre-larva (Total)			
S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	29	13.7007	0.4724
H	2	0.0319	0.0159
S×H	58	2.6520	0.0457
Total	89	16.3846	-

Table 11.

Sardine post-larva (Total)			
S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	25	2.9036	0.1163
H	2	0.0758	0.0379
S×H	50	2.3562	0.0471
Total	77	5.3406	-

Table 12.

Round herring egg (May 9, 1955)			
S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	4	1.7473	0.4368
H	2	0.0394	0.0197
S×H	8	0.0858	0.0007
Total	14	1.8725	-

Table 13.

Round herring egg (May 14, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	3	0.6831	0.2277
H	2	0.0020	0.0010
S×H	6	0.0284	0.0047
Total	11	0.7135	-

Table 14.

Round herring (May 17, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	3	0.1336	0.0445
H	2	0.0199	0.0079
S×H	6	0.0105	0.0017
Total	11	0.1640	-

Table 15.

Round herring (Total)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	12	5.9756	0.4980
H	2	0.0098	0.0049
S×H	24	0.1762	0.0073
Total	38	6.1616	-

Table 16.

Anchovy egg (May 9, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	4	0.2637	0.0659
H	2	0.0098	0.0049
S×H	8	0.0659	0.0082
Total	14	0.3394	-

Table 17.

Anchovy egg (May 14, 1955)

S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	3	0.7201	0.2400
H	2	0.0066	0.0033
S×H	6	0.0042	0.0007
Total	11	0.7309	-

Table 18.

Anchovy egg (Total)			
S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	8	1.1310	0.1414
H	2	0.0013	0.0006
S×H	16	0.0351	0.0053
Total	26	1.2174	-

Table 19.

Anchovy larva (Total)			
S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	12	5.9691	0.4974
H	2	0.0217	0.0455
S×H	24	1.0331	0.0451
Total	38	7.1439	-

Table 20.

Sardine, Round herring and Anchovy egg (Total)			
S. V.	D. F.	S. S.	M. S.
S	54	52.8384	0.9785
H	2	0.0004	0.0002
S×H	108	1.0134	0.0093
Total	164	53.8522	-

#### Ⅳ. 考 察

今回の実験はマイワシ卵・稚仔の分布調査の際に附随的に行つたもので、実験計画そのものに不備の点はあるが、一応総合して考察を加えることにする。

当然予想されるように地点間の変動は各実験とも有意な差が認められた。これは今回実験した海域では卵・稚仔の分布が集中的であり、不均一的に分布していることを示すものである。また、繰返し曳網間の変動の差は有意とは認められない結果をえている。それで上述の百分率標準偏差及びその95%信頼限界を一覧表として Table 21 に示した。

百分率標準偏差はマイワシ卵についてみると12~33%の範囲であり、平均値として28%をえており、ウルマイワシ卵でも12~29%、平均22%、また、カタクチイワシ卵では9~22%、平均17%で予想外の低い値を示している。これを他の研究者の求めた値と比較すると、非常に小さい値となつている。すなわち、MOTODA & ANRAKU (1955) は罾ネットの0~150m 垂直曳でマクロプランクトンについて47%、また元田・安楽 (1958) はマクロプランクトンについて30~102% (平均69%) をえており、SILLIMAN (1946) は斜行曳でカリホルニヤ・サーデン卵で50%、WINSOR & CLARKE (1940) はマクロプランクトンについて53%の値をえている。

しかし、一方稚仔についてみると、マイワシ前期稚仔で百分率標準偏差として53~94%、平均63%、後期稚仔で65%、カタクチイワシ稚仔で63%といずれも卵の場合に比して極度に大きい値を示し、前述の他の研

Table 21. The percentage standard deviations and 95% fiducial limits of a single vertical haul for egg and larva sampling in each series.

Date		Species	Sardine			Round herring	Anchovy		All species
			Egg	Pre-larva	Post-larva	Egg	Egg	Larva	Egg
April	20	A	33%	55	-	-	-	-	-
		B	57-176%	42-241	-	-	-	-	-
May	9	A	25	94	-	29	22	-	-
		B	63-157	27-377	-	60-167	67-149	-	-
May	14	A	12	71	-	15	9	-	-
		B	50-124	34-294	-	75-132	51-118	-	-
May	17	A	12	53	-	15	-	-	-
		B	79-125	43-234	-	75-133	-	-	-
Total		A	25	63	65	22	17	63	25
		B	62-163	38-265	37-270	68-147	73-137	37-266	61-156

A: Percentage standard deviation  
 B: 95% fiducial limit

究者がえている値より大きい場合が多い。

いま、それぞれの種の卵と稚仔の総計についての標準偏差の差を F-検定によって検討してみると Table 22に示したようになる。これによれば各種の卵と稚仔では標準偏差に相違が認められるようである。その差

Table 22. Test of significance of difference in standard deviation between egg and larva of some fishes.

	Sardine egg	Round herring egg	Anchovy egg	Sardine pre-larva	Sardine post-larva
Roud herring egg	○				
Anchovy egg	○	○			
Sardine pre-larva	●	●	●		
Sardine post-larva	●	●	●	○	
Anchovy larva	●	●	●	○	○

○ Insignificant with 5% probable error  
 ● Significant with 5% probable error

を生ずる原因として両者の分布状態の差異が大きく影響していよう、すなわち、繰返し採集が行われる時間内の空間海域内では、卵は比較的均一的分布をしているが、稚仔では卵に比してはるかに不均一的分布をしているとみることができよう。その他に、卵自身は自己游泳力をもたないのに反し、稚仔では多少なりとも自己游泳力をもつようになり、ネットの揚網の際に生ずる刺激に対して逃避行動をおこす可能性もあることも関係しているかも知れない。しかし、卵・稚仔の偏差の差の生ずる原因は両者の分布状態の差に基因しているのではあるまいか。

つぎに、各調査日の各種の卵・稚仔の百分率標準偏差を通覧すると、マイワシ前稚、ウルメイワシ、カタクチイワシ卵の場合5月9日の偏差がもつとも大きい。ただ、マイワシ卵の場合は4月20日の偏差が大きかった。



いま、マイワシ卵の偏差を  $F$ -検定してみると、4月20日と5月9日、5月14日と17日とは差は有意でないが、他は危険率0.05でいずれも有意であり、ウルメイワシ卵の場合、5月17日と5月9日は有意、他は有意でない、また、カタクチイワシの場合はいずれも有意と認められる。このようにみると、調査日による相違があるように思われる。

また、調査期日による偏差の変化傾向は仄ているようで、4月に偏差が大きく、時期が進むにつれて小さくなるようにも推定できる。

かように偏差に日による差がみられそうなこと、さらに、変化傾向に時期的の影響もみられそうなことは、採集技術、卵の分布、その他の問題も影響しているのが、濾水率の問題がより大きく関係しているものとみたい。濾水率の変化に影響する要因として、プランクトン組成及び密度、曳網スピード、曳網水深、ネットの新旧などがあるが（伊東・西村、1958）、今回の場合、ネットの新旧、曳網スピードはほとんど考慮する必要がないと思われる。すると、プランクトン組成及び密度がより大きく関係しているものと考えられる。

今回調査の能登近海の場合、4月中は植物性の *Coccinodiscus gigas* が卓越しており、5月に入つて *Noctiluca scintellans* が多くなり、さらに時期が進むにつれて動物性の *Copepoda*, *Setifera fusiformis* などになり、また、量的には4月中がもつとも多く、時期が進むにつれて順次減少する。そして、*Coccinodiscus*, *Noctiluca* 両種ともネットの網目を閉鎖することが多い。したがって、プランクトン組成及び密度の変化が濾水率の変動に関係するとともに、それらの分布状況が曳網間の濾水率により大きく影響する、すなわち、濾水率が卵・稚仔採集量に大きく変動を与えたものと推定する。

つぎに、Table 22 に示したように、マイワシ、ウルメイワシ、カタクチイワシ卵のそれぞれの総計の標準偏差には差は認められない、また、マイワシの前期稚仔、後期稚仔およびカタクチイワシ稚仔の標準偏差の間でも差は認められない。このことは、魚種が異つても卵あるいは稚仔の分布型にはあまり相違がないことを示すように思われる。

総じて、卵・稚仔の採集量の変動に影響する要因として、それらの分布の均一性、ネットの濾水率（これには曳網スピード、ネットの使用順位、新旧、プランクトンの組成及び密度などが関係する）及び査定誤差などが考えられるが、卵と稚仔さらにプランクトンとで偏差に大きな差が認められ、各種の卵あるいは稚仔の間では差が認められない事実は、採集量変動の主要因は分布の均一性の問題がもつとも強く影響するものと推定される。また、ごく狭い海域内では卵がマクロプランクトンや稚仔よりはるかに均一的な分布を示していることを示す。

つぎに、罾ネットの *Single haul* の採集量から卵あるいは稚仔の採集量の差の有無を判定する場合、マイワシ、ウルメイワシ、カタクチイワシ卵で95%の信頼限界としてそれぞれ62~163%, 68~147%, 73~137%の値をえているので、大略3倍あるいは1.5倍をもつて目安としてよいだろう。また、稚仔の場合は大略4倍あるいは3倍を目安とする必要がある。

とにかく、卵・稚仔の量的問題を取扱う場合、現在ひろく使用している罾ネットの垂直曳網によるときは、卵については調査定点の設定を合理的に行えば比較的高い程度で量を推定できようが、稚仔の場合は精度も劣り問題が残ろう。

## 文 献

- 伊東直方・西村三郎 (1958). プランクトンネットの濾水率に関する実験. 日本研年報 No. 4.  
 MOTODA, S. & ANRAKU, M. (1955). The variability of catches in vertical plankton hauls.  
*Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.* Vol. 6, No. 2.  
 元田 茂・安楽正照 (1958). プラクトンに関する研究. 対馬暖流開発調査報告書 第二輯.  
 SILLIMAN, R. P. (1946). A study of variability in plankton tow-net catches of Pacific pilchard (*Sardinops caerulea*) eggs. *Jour. Mar. Res.* Vol. 6, No. 1.  
 WINSOR, C. P. & CLARKE, G. L. (1940). A statistical study of variation in the catch of plankton net. *Ibid.* Vol. 3, No. 1.