

# 鮭の人工ふ化における卵数及び稚魚数の 推定とその精度について

坂 野 栄 市

## Estimation and its Accuracy of the Number of Eggs and Fry of Chum Salmon in Artificial Hatching

Ei-ichi SAKANO

The sampling method was applied to the estimation of the number of eggs and fry of chum salmon produced by artificial hatching in Nijibetsu and Satsunai stations.

The number of total stripped eggs, collected eggs and dead eggs were estimated by this method using a tray for the sampling unit. The number was obtained by counting the fry contained in one kilogram every time. In this case, the frequency of weighing was chosen as the sampling unit. Furthermore, the precision or accuracy was calculated from the estimated values in the case of eggs as well as of fry.

The results obtained in this examination will be applicable to any practical use in the future.

### ま え が き

人工ふ化による鮭卵のふ化過程で、減耗してゆく卵数の割合と、卵数の算定についての部分的な試験についてはさきに報じた(坂野, 1954)。その後、卵から稚魚までの全ふ化工程中での、卵及び稚魚の、一連の減耗状態を調査出来たが、その際の卵数及び稚魚数の算定に、標本調査の方法を入れ、その総数の推定値の精度を、実験的に算出してみた。

卵及び稚魚の減耗調査にあたっては、供試卵(稚魚)数を一応約50万に限定し、卵については、ふ化盆単位に死卵、生卵別に、また放流稚魚数については、1kg当りの稚魚数として、夫々全数\*を算えたものの記録の中から、机上で標本抽出を行い、この標本値によつて、精度を計算した。

試験にあたっては、虹別事業場、札内事業場の方々及び根室支場、十勝支場の方々には、色々御配慮をいただいた。とくに、根室支場の米田技師、虹別事業場の辻技官、札内事業場の臼井技官及び長沢技官には、卵及び稚魚の管理と、記録の採取に多大の御尽力をいただいた。ここに記して、厚く謝意を表する。

### 試験の場所及び方法

試験は、虹別事業場と、札内事業場の2カ所で行つた。他の目的もあつて、卵数及び稚魚数の記録事項のうち、卵及び稚魚の総数の推定のためには、直接必要でない事項(例えば全数を算えることなど)もある。しかし、標本抽出の背景となる、この試験全体について説明する要もあると考え、また、標本の抽出法が、両所で多少違う点もあるので、重複するようではあるが、試験の場所別の方法と、標本の抽出方法について以下にのべる。

北海道さけ・ます・ふ化場研究業績 第143号

\* 卵(稚魚)を1粒(尾)宛全部算えた数という意味。本文中以下同様。

#### 虹別事業場での方法

1) 卵；14 線捕獲場（西別川）で、32 年 12 月 17 日に採取した鮭卵を、虹別事業場のふ化室に収容し、このうちの約 50 万（使用した雌親魚 239 尾分）を、卵及びそれから孵出する稚魚数算定のための供試卵とした。供試卵といつても、他の一般事業卵と、何等区別することなく管理し、死卵の算定及び摘出も同様に行つた。

収容前死卵、淘汰前死卵は、すべて盆毎に全数を算えた。淘汰は、ふ化槽毎に行い、淘汰死卵数と、これを除去したあと、卵を養魚池に散布するまでに生ずる死卵数は、槽毎に算えた。

淘汰直前に、淘汰前死卵を含めて、一盆当りの卵数を、全部の盆について記録した。供試卵は盆にして 200 枚。この 200 枚の中から、机上で 20 枚の盆を任意抽出し、これによつて、淘汰時までの前記の死卵（収容前死卵、淘汰前死卵）、採卵数（収容前死卵数、淘汰前死卵数、及び生卵数の合計）及び収容卵数（淘汰前死卵数、生卵数の合計）の総数を推定すると同時に、その精度を求めた。

2) 稚魚；供試卵を、孵出直前に養魚池に散布し、これから孵出した稚魚を、放流時に全数を算えた。その際、毎回、稚魚 1 kg（容器の日方を含めて、水を入れた重量を 2 kg とし、これに、タモで掬つた稚魚を、日盛りが 3 kg になるまで加える）当りの尾数として算えた（稚魚が少なくなつてからはこの方法は使はなかつた）。この 1 kg 当りの尾数として記録された 152 回の中から、同じく机上で 15 回分を標本として系統抽出し、この方法による総数を推定し、その精度を求めた。

#### 札内事業場での方法

1) 卵；面川捕獲場（十勝川支流）で、32 年 10 月 9 日から同 21 日までの間に採取した約 80 万の供試卵（使用した雌親魚 300 尾分）を、札内事業場のふ化室に収容した。これは盆にして 344 枚。このものの収容前死卵及び淘汰前死卵は、その全数を、盆毎に算えた。

淘汰直前に、50 枚の標本盆を系統抽出し、この標本盆だけについて、その時の生卵の全数を算え、この盆によつて、虹別事業場の場合と同様に、死卵数、採卵数及び収容卵数の総数を推定すると同時に、その精度を求めた。

淘汰後の卵については、放流稚魚数の算定のために、前記の卵とは別に、10 月 31 日及び 11 月 1 日に、面川捕獲場で採取した卵（使用した雌親魚 135 尾分、盆にして 264 枚）について、淘汰死卵、淘汰後死卵及び生卵（即ち散布卵）の全数を、盆毎に算えた。夫々の総数の推定及びその精度の計算のためには、その中から 30 枚の盆を任意抽出した。

2) 稚魚；前述のように、放流稚魚数の算定のためには、卵数の算定に使用したものと別の卵からの、孵遊稚魚を用いた。放流稚魚数の算定に当つては、虹別の場合と同様に、1 kg 当りの稚魚数として求めた（稚魚が少なくなつてからは、この方法は使わなかつた）。ただし、ここでは、算定日毎に 2 回、その 1 kg 当りの全数を算え、この平均に、その日の秤量回数を乗じた。このようにして稚魚の算定は、33 年 3 月 24 日から、4 月 23 日におよんだ。

放流稚魚数の推定には、4 月分の算定記録だけを 1 例として用いた。4 月中の算定日数は 7 日。即ち、1 kg 当りの全数として算えた回数 14 回。これを含めて、稚魚 1 kg 当りとしての秤量回数は 121 回。前記の 14 回分の全数の算定値を、この 121 回の秤量分からの標本値と仮定し、この場合の総数を推定し、その精度を求めた。

## 結果（推定の統計値）

### I 卵数の推定

#### 1. 淘汰時までの卵数の推定とその精度

盆に盛つた卵は、一定の時期に死卵が除かれる。一般に、卵の収容直後と、淘汰の前後である。採卵した卵数（採卵数）から、収容直後に摘出される死卵（収容前死卵）数を除いたものを「収容卵数」と云つてゐる。以後淘汰時までに生ずる死卵を「淘汰前死卵」とよぶことにする。この 4 つの種類の卵について、20 枚の標本盆から計算した統計値は Table 1 の通りである。この表の最終欄に、参考までに、推定の対象となつた卵の全数をあげた。

鮭の人工ふ化における卵数及び稚魚数の推定とその精度について

**Table 1.** Statistics on the number of eggs prior to artificial selection.

1) Item	2) Localities	Number of eggs per tray ( $\bar{x}$ )	Standard deviation (Sx)	Coefficient of variation (Cx)	Sample estimate of total eggs (T)	Confidence limits of T (95%) (T $\pm$ )	Precision of T (CV)	Number of total eggs which counted individually (T')
A	Nijibetsu	431.3	116.19	0.27	86,250	10,344	0.057	86,599
	Satsunai	115.7	51.48	0.44	39,794	4,658	0.058	38,745
B	Nijibetsu	67.9	46.56	0.69	13,580	4,145	0.146	12,821
	Satsunai	56.0	15.51	0.28	19,264	1,404	0.036	13,487
C	Nijibetsu	2,868.7	167.66	0.06	573,730	14,926	0.012	573,327
	Satsunai	2,432.0	123.32	0.05	836,615	11,159	0.007	-
D	Nijibetsu	2,437.3	179.69	0.07	487,460	15,997	0.016	486,728
	Satsunai	2,316.7	124.68	0.05	796,959	11,282	0.007	-

- 1) A: Eggs died during the time from stripping until the time of taking in hatchery trough.  
 B: Eggs died during incubation in hatchery trough up to the time of artificial selection.  
 Excluding the eggs of A.  
 C: Eggs stripped.  
 D: Eggs collected. (Subtracted A from C)
- 2) At Nijibetsu ; 20 trays samples drawn at random out of 200 trays which submitted to this examination.  
 At Satsunai ; 50 trays samples from 344 trays.

2. 淘汰後の卵数の推定とその精度

前述のように、淘汰後、卵を養魚池に散布するまでの間に生ずる死卵と、それを差引いた散布卵の総数の推定には、札内事業場での資料を用いた。264枚の供試盆(卵)の中から、30枚を机上で任意抽出した。この標本盆から計算した統計値は Table 2 の通りである。最終欄には Table 1 の場合と同様に、全数をあげた。

**Table 2.** Statistics on the number of eggs after artificial selection. (The data were obtained from Satsunai ; 30 trays drawn at random from 264 trays which submitted to this examination)

* Item	Number of eggs per tray ( $\bar{x}$ )	Standard deviation (Sx)	Coefficient of variation (Cx)	Sample estimate of total eggs (T)	Confidence limits of T (95%) (T $\pm$ )	Precision of T (CV)	Number of total eggs which counted individually (T')
E	30.1	6.91	0.23	7,938	619	0.040	8,311
F	5.0	2.55	0.51	1,329	229	0.087	1,246
G	2,185.4	117.30	0.05	576,946	10,506	0.009	574,699
H	2,220.4	134.60	0.06	586,177	12,056	0.001	584,256

- \* E: Eggs died during the time of artificial selection.  
 F: Eggs died during incubation after artificial selection in hatchery trough.  
 G: Alive eggs transferred into the fry rearing pond.  
 H: Total of eggs defined above.

II 稚魚数の推定

稚魚数の推定には、前述のように、1kg 当りの尾数として算えた資料だけを用いた。虹別では15回分、札内では14回分の標本から計算した統計値は Table 3 の通りである。最終欄には、虹別の場合だけについて、卵の場合と同様に、推定の対象となった稚魚(152回の秤量分)の全数をあげた。

Table 3. Statistics on the number of fry computed from the counting of 1 kilogram eggs.

Localities *	Number of fry per weighing ( $\bar{x}$ )	Standard deviation (Sx)	Coefficient of variation (Cx)	Sample estimate of total eggs (T)	Confidence limits of T (95%) (T $\pm$ )	Precision of T (CV)	Number of total fry which counted individually (T')
Nijibetsu	2,647	113.59	0.04	402,344	9,108	0.011	399,260
Satsunai	2,156	89.33	0.04	260,833	5,892	0.011	-

\* At Nijibetsu; 15 cases of weighed samples drawn at random from all of 152 weighing.  
At Satsunai; 14 cases of weighed samples from 121 weighing.

## 考 察

### 1. 卵数の推定について

卵数の標本調査による推定にあつては、標本の抽出単位として、この実験のように、ふ化盆が最も適当であると思われる。この場合、卵の収容時に、出来るだけ、盆に均一になるように盛ることが必要である。現在のところ、ふ化室の収容能力の点から、卵は、盆に1段に盛らずに、1段半位の割合で、人手で盛られているので1盆当りの卵数のバラツキが、まずここで現われる。

次に、ふ化過程で、死卵が出ることはさげられない。しかも、この死卵が、何等かの原因で、部分的に大量に生ずることがある。これは予測出来ない場合が多いだけに、これも盆当りの死卵数の、バラツキの大きくなる原因の1つである。

次に、標本数であるが、本来これは、労力と費用の問題である。しかし、ふ化場の場合、死卵だけについて云えばこれは問題ないと云える。即ち、ふ化過程で生ずる死卵は、他の生卵への悪影響を考慮して、一定の時期に全部の盆について摘出される慣習になつているからである。生卵については衝撃に最も強いとされている、発眼期以後に算えれば、機械的な算定操作が工夫される余地は充分にある。例えば、この実験の場合、簡単な穿孔板を使用しただけで、その算定能率が著しく高まつたばかりでなく、間違も非常に少くすることが出来た。

最後に、標本調査にあつて、実際問題として、卵は一度に収容される訳ではなく、毎日連続して、或は数日おきに入ってくるものであるから、卵の収容が全部終つてからでなければ、統計値を算出出来ない。したがつてある精度を目標にして卵数を推定する場合、この実験のような、過去の統計値が必要になつてくる。

### 2. 稚魚数の推定について

稚魚数の算定は、卵数のそれにくらべて面倒である。稚魚数の推定のために標本調査の方法を適用するについても、まず、標本の抽出単位として、なにを選ぶかが問題となる。これは稚魚の算定方法によつて違つてくる訳であるが、算定の方法自身も、池の状態などもからんで、各地各所で、最も適当と思われる方法が工夫されなければならない。

ここでは、重量法による実験例をのべたが、これも測定誤差が大きくなる可能性がある。例えば、稚魚を掬つたときの水の切りかた、掬う回数。秤の感度。稚魚以外のもの(例えば、木片、木の葉、水藻など)の混入。稚魚の大きさの違いなどである。これらに対する配慮の有無は、推定の精度に大きく影響してくる。

これらのうち、どうしてもさげられないところの、稚魚の大きさの不揃い(ふ出日のずれ、成長度の違いなどによる)と云う問題だけを、虹別の稚魚について検討してみた。即ち、秤量の際、稚魚以外のものの混入を防ぎ前記の秤量条件を一定にする点で、細心の注意がはらわれているので、稚魚の大きさの不揃い以外の条件を毎回一定と見做し得ると仮定して、算定日毎(4月7日から16日までの10日間)の、1kg当りの稚魚数に差があるかどうかを分散分析によつて検定した。その結果は Table 4 の通りである。

このように、この実験の期間に関する限り、算定日毎の平均値の差はないものと見做される。しかし、実際に大量の稚魚をこの方法で算定する場合、毎回の秤量条件を一定にするということは容易ではなく、むしろ、稚魚の大小は小さな問題となるだろう。そして、実際にこの方法で稚魚数を推定する場合、この程度の精度(Table 3)を維持するためには卵数の推定の場合と違つて、非常な注意力と労力と時間を要するものと思われる。

鮭の人工ふ化における卵数及び稚魚数の推定とその精度について

**Table 4.** Analysis of variance on the number of fry computed from the counting of 1 kilogram eggs at different days.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean square
Total	151	1,428,075.3	
Within days	7	179,974.1	25,710.59
Between days	144	1,248,101.2	8,667.37

F = 2.97

$F_{(0.05)} = 3.27$        $n_1 = 144$ ,     $n_2 = 7$

摘 要

人工ふ化で生産された、鮭の卵及び稚魚数の推定に、標本調査の方法を、実験的に応用した。卵については死卵数、採卵数及び収容卵数の総数を、また、稚魚については、1 kg 当りの稚魚数として算えたものについて、その総数を推定し、それぞれの精度を求めた。また稚魚の1 kg 当りの平均数に、算定日毎の差があるかどうかを分散分析で検定した。

現在までのところ、この種の資料はないので、この実験的な統計値でも、今後の卵数及び稚魚数の推定の実際にあたって、有用な資料となるであろう。しかし、放流稚魚数の推定については、卵の場合と違って、実際問題としてこの方法を応用するにあたって、稚魚の算定方法自身が、まず検討されなければならない。

文 献

- 斎藤金一郎・浅井 晃：「標本調査の設計」，培風館（昭和26年）  
 坂野栄市：孵化場試験報告，9（1・2），133～136（1954）  
 スネデカー：「統計的方法」，岩波書店（昭和27年）  
 山本 忠：「漁獲統計標本調査法」，農林統計協会（昭和29年）