沖合で漁獲されるサケ・マス (*Oncorhynchus*. sp.) の成長について

田 口 喜 三 郎

(1961 年 4 月 11 日受理)

ON THE GROWTH RATE OF CATCHABLE SALMON IN OFFSHORE WATERS

Kisaburo TAGUCHI

In the tagging experiment for salmon in the North Pacific, the body length of tagged salmon are being measured both at the time of its tagging and recovery. Then the differences between these body lengths are considered to be the growth in the period of their migration.

Assuming that the growth of salmon in the period be expressed as $l_t = l e^{Kt}$, the value of K (instantaneous growth rate) could be estimated by this formula. (l_t ; Body length at the time of recovery, l ; Body length at the time of tagging, t ; Period by number of day).

The data used here are the results of tagging experiments carried out in the waters of Aleutian Is. from 1956 to 1958 by U. S. And the calculated growth rate are shown in Table 1. and Figure 1. In this table it is noticeable that 1) the value of K of mature salmon is larger than that of immature, and 2) the K of pink salmon is larger than those of red salmon and chum salmon.

1. 前 言

北太平洋の沖合水域でサケ・マスに対し標識放流を行なうと、年内に沖合あるいは沿岸で再捕されるものと、翌年に沖合あるいは沿岸で再捕されるものとの2つがみられる。これらの標識魚は放流時および再捕時に体長が測定されているので、両者の間に生じた体長の差からこれらの魚の回游中の成長を知ることができる。

以下はこのような考えから標識放流試験によつて得られた資料を利用してサケ・マスの成長率について推定を試みたものである。

2. 資 料

資料はワシントン大学の漁業研究所がアリューシャン列島附近で行なつた標識放流結果と、水産庁が北太平洋およびベーリング水域で行なつた結果との2つで、アメリカの資料としては ALLAN, C. HARTT (1959)¹⁾の報告を利用し、日本の資料としては水産庁の報告 (1961 年 1 月)²⁾を利用した。

3. 考 察 方 法

一般に魚の成長 (体長) には Bertalanffy の $l_t = l_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$ が適用されている。この式は $l_{t+1} = l_{\infty} (1 - e^{-K}) + l_t e^{-K}$ と書き直すことができ、各年令別あるいは時期別の平均体長が明らかにされるならこの式を利用して成長を推定することができる。

しかしサケ・マスの成長にこの式を適用できるか否かは明らかでなく、またここに得られた資料ではサケ・マスの溯河 1 年前あるいは 2~3 カ月前から溯河までの短期間の成長が示されただけで、この式の適用

* 日魯漁業株式会社 (Nichiro Fisheries Co. Ltd.)

の可否をみることはできず、また適用できるだけの十分な資料となっていない。

しかし漁業上では溯河1年前から溯河直前までの魚群が漁獲の対象とされているので、資源の合理的利用という面からは、この短期間の成長状況を明らかにすることが特に重要となつている。そこでここではこの期間内だけに適用することを条件として、この期間内の成長率について考察を行なうことにした。その方法としては、放流時の体長を l 、再捕時の体長を l_t 、 t を再捕されるまでの期間(日数)とすると、上記期間内の成長は一応 $l_t = le^{Kt}$ によつて示すことができると考えられるので、 $l_t/l = e^{Kt}$ 、 $\log l_t/l = Kt \log e$ 、 $K = \frac{\log l_t/l}{t \log e}$ として K を求め、この K について考察することとした。ここで K は瞬間成長係数である。

次に K の値は Table 1 の再捕数で示すように多くの値が得られているが、これらの値は同一状態の魚では正規分布を示すと考えられるので、得られた値を正規分布における少数の標本とみなし、これから K の母平均の存在範囲を 0.95 の信頼度において求めることとした。

なお K の値を計算してみると、溯河1年前から溯河時まで一定ではなく、傾向としてはその年に溯河する成熟魚と、翌年溯河する未成熟魚とは相違するようにみられるため、同一状態にある魚に区分して観察するという観点から、次の4つに区分して K を求め、 K の値の時期的変化について観察することとした。

- 年内再捕……………1. 沖合再捕の場合
2. 沿岸再捕の場合
- 翌年再捕……………3. 沖合再捕の場合
4. 沿岸再捕の場合

4. 考 察

標識放流はベニサケ (*Oncorhynchus nerka*)、シロサケ (*O. keta*)、マス (*O. gorbusha*) の3魚種について行なわれ、その時期は例年5月下旬から8月中旬にかけて放流され、再捕は年内の6月から12月にかけて沖合または沿岸で行なわれるか、あるいは翌年の5月下旬から11月下旬にかけて沖合または沿岸で行なわれるかしているため、考察に当つてはまづ資料を魚種別にし、次いで前記のように再捕までの期間を4区分して考察することとした。それぞれについて K の標本平均・不偏分散・および 0.95 の信頼度における平均値の信頼区間を計算すると Table 1, Fig. 1 となる。

Table 1. Instantaneous growth rate of salmon in the period of spawning migration and a year before maturity assumed by $l_t = le^{Kt}$. Unit: 1/100,000

By the information of U. S.

Species	Chum salmon				Red salmon		Pink salmon
	Same year		Following year		Same year	Following year	Same year
Position Recovered	Offshore	Coastal	Offshore	Coastal	Offshore and Coastal	Offshore	Offshore and Coastal
No. Rec.	22	52	51	26	21	19	18
Sample mean	149.8	129.6	42.7	63.4	157.7	56.0	250.5
Unbiased variance	8274.5	5558.4	394.4	182.9	9147.3	331.8	35663.6
Confidential limit	109.6	108.8	37.1	57.8	114.2	46.4	156.6
	190.0	150.4	48.3	70.3	201.2	65.6	344.4

By the information of Japan.

No. Rec.		10	7			16	
Sample mean		91.3	28.1			44.2	
Unbiased variance		2612.9	105.3			237.9	
Confidential limit		54.8	18.6			36.0	
		127.8	37.6			52.4

Fig. 1. Seasonal change of instantaneous growth rate (K) of catchable salmon.
Bar-graphs show the confidential limit of K in 0.95 confidence.
The center of bar-graph shows the mean value of K in samples.

ここで日本側の資料から得られた結果と米国側の資料から得られた結果とを比較すると、日本側の資料はいずれも多少 K の値が小さくなっている。しかし傾向としては米側のものとはほとんど同様とみることができるので、日本側の資料は参考にするにとし、以下の考察は測定数の多い米側の資料に基づいて行なうこととした。

Table 1, Fig. 1 をみると全体的な傾向として次のことが推定される。

1. 魚種別の相違……成長系数 K はベニサケとシロサケとでは大差がない。マスはこれらより大きく成長の速いことを示している。

2. 期間別の相違……未成熟魚が成熟するまでの1年間と成熟魚が溯河するまでの半年以内とでは K に大きな相違がある。

これを数字でみると、

1. 未成熟魚が成熟年を迎えるまでの1年間の K はベニサケ・シロサケとも大体 0.0004~0.0006 程度と推察されるに対し、成熟魚が沖合に現われてから溯河するまでの間の K は両魚種ともそれ以前の K と比べ約3倍の 0.0015 程度と推察される。

2. マスでは 0.0025 程度を示しベニサケ・シロサケに比べ相当に大きい。

K の変動の巾についてみると、平均値の存在範囲から考えて、未成熟魚が成熟に向う1年間の K の値は変動が少ないが、成熟魚が溯河するまでの間の K は標本数の多少に基づく変動を考慮に入れても大きいと推定される。

上記の観察から、次のことが考えられる。

1. サケ・マスは溯河する最後の年には高い成長率を示す。

2. Bertalanffy の式は魚体が大きくなると成長率が小さくなることを示しているのに対し、サケ・マスは生涯を終る最後の年に成長率は増大する。したがってこの式はサケ・マスの成長を示す式としてはそのままでは利用することができない。

3. 成熟魚の K が未成熟魚の K に比べ大巾に変動していることから考えると、溯河する年の成長にはなん等かの特殊な事情が生ずるものと考えられる。

4. K の値が時期によつて変化する原因は不明であるが、溯河する年に増大することから考えると、生殖腺の発達と関係があるのではないと思われる。

5. 増 重 割 合

資源の合理的利用をはかるためには魚の増重率を明らかにする必要がある。今これについて考えると、一

般に体長と体重との関係は $W=aL^b$ となるから、増重割合 $W_t/W=aL^b \times e^{bKt}/aL^b=e^{bKt}$ となる。ここで W は放流時の体重、 W_t は t 期間後の体重である。

花村³⁾ は 45~60cm の体長の範囲内で適用されるサケ・マスの体長と体重との関係を次のように示している。この関係式から b の値を性別・魚種別に関係なく一応 3.6~3.7 と考えると、増重系数 $g=3.6K-3.7K$ となり、ある期間の増重割合 $e^{gt}=e^{3.6t} \sim e^{3.7t}$ となる。(ただし $W_t=We^{gt}$ とする)

ベニサケ	♀	$W=0.0007728 L^{3.687}$	♂	$W=0.0009601 L^{3.640}$
シロサケ	♀	$W=0.000863 L^{3.667}$	♂	$W=0.000761 L^{3.701}$

Table 2. Rate of growth in weight by period and by species.

Species	Chum salmon				Red salmon		Pink salmon	
	Same year		Following year		Same year	Following year	Same year	
Year Rec.								
Area Rec.	Offshore	Coastal	Offshore	Coastal	Offshore and Coastal	Offshore	Offshore	Coastal
Period Migration	30	90	365	455	30	365	30	60
K	0.001498	0.001296	0.000427	0.000634	0.001577	0.00056	0.002505	0.002505
$3.6 Kt$	0.1617	0.4199	0.5610	1.0385	0.1703	0.7358	0.2705	0.5411
$3.7 Kt$	0.1662	0.4315	0.5766	1.0673	0.1750	0.7562	0.2780	0.5561
e^{gt}	1.176	1.522	1.752	2.825	1.186	2.087	1.310	1.718
	1.181	1.540	1.780	2.908	1.191	2.130	1.320	1.744

今 K の値としては Table 1 に示した標本平均を用い、 t としては次の 5 つの場合を考えると、 e^{gt} は Table 2 となり、それぞれの場合について次のように推定される。

1. 沖合に現われたベニサケ・シロサケの成熟魚が海洋で 1 カ月間成育した場合には 18~19% 体重が増す。
2. シロサケの成熟魚が沖合漁場に現われてから 3 カ月後に沿岸水域に到達した場合には 52~54% 体重が増加する。
3. 沖合水域では溯河 1 年前のベニサケ・シロサケの未成熟魚が成熟魚と混獲されているが、これが成熟するまでの 1 年を海洋で生活した場合には 75~115% 体重が増す。
4. 溯河 1 年前のシロサケ未成熟魚が約 15 カ月海洋で生活し、成熟して沿岸水域に到達したばかりでは 282~290% の増加となる。
5. 溯河年を迎えたマスが溯河の 1 カ月あるいは 2 カ月前に沖合で漁獲されているが、これが沿岸に到達するまでの 1~2 カ月の間にそれぞれ 31~32% あるいは 72~74% 体重が増加する。

6. 総 括

標識放流魚の放流時の体長を l 、これが再捕された時の体長を l_t 、再捕されるまでの期間(日数)を t 、成長係数を K とし、これらの間には $l_t=le^{Kt}$ の関係がなりたつものとして、標識放流試験結果を利用してベニサケ・シロサケ・マスの 3 魚種について K の値を推定した。計算の結果は Table 1 の通りである。

この K を用いて増重割合を示したものが Table 2 である。

文 献

- 1) ALLAN, C. HARTT (1959). Movement of salmon in the North Pacific Ocean and Bering Sea as determined by Tagging (1956~1958). Fish. Research Inst. College of Fish. Univ. of Wash. Circular No. 106.
- 2) 水産庁 1961. 日本の放流によるサケ・マス再捕資料 (1960).
- 3) 花村宣彦 1960. 第 4 回日ソ漁業委員会科学技術委員会資料, (未発表).