

## ベーリング海におけるアラスカメヌケの鱗相—Ⅲ.\*)

鱗読による年齢査定の客観性とたしからしさについて

千国史郎・若林 清  
(遠洋水産研究所)

### On the Scale Characters of the Pacific Ocean Perch in the Bering Sea-III.

### Objectivity and Accuracy of Age Determination by Scale Reading

Shiro CHIKUNI and Kiyoshi WAKABAYASHI  
(Far Seas Fisheries Research Laboratory)

#### Synopsis

The objectivity and the accuracy of age determination of the Pacific Ocean perch, *Sebastes alutus* GILBERT, by means of scale reading was studied for 279 samples collected in the Bering Sea during the period from December 1965 to April 1966 (Fig. 1).

The collation between the results of the two independent trials of scale reading carried out by the experienced reader (A) showed an agreement of 75.6% (Table 1-1). The rate of agreement declined in proportion to the number of resting zone (Table 1-2). Stochastic test for the deviation did not show any significance.

The results carried out by the inexperienced reader (B) greatly differ at first from the determination by the experienced reader (Tables 2-1 and 2-2), gradually gain higher agreement in the course of repeated trials and collations (Tables 3-1, 3-2, and 4-1). Though the second collation between the results of the two readers showed a high percentage agreement (Tables 3-1 and 3-2), the deviation caused by the tendency of over count was recognized in the results of the inexperienced reader. The tendency depended mainly upon the error of discrimination of simulated annulus. As the results determined under such tendency may distort the age frequency distribution, the determination procedures need not only universality, measured by high agreement but unbiasedness also.

The experienced reader corrected some results determined by himself after the discussion with the inexperienced reader (Table 4-1) but they were only small portion of the whole sample (Table 4-2). Then the collation between his determination and the final determination showed high agreement (Tables 5-1 and 5-2). The difference in this collation did not show any significance in the stochastic test.

According to the serial investigation in this study, the final determination was considered to be on the objective standard and almost near the limitation of man's visual faculty of scale reading. And it was supposed that the results determined by the experienced reader through the steps of reading twice had an accuracy of 90-100% to the limitation of the faculty for under the age of 15 and 75 % for over the age of 16.

Development of some photoelectric instrument must be effective for the age determination

\* ) 1969年12月1日受理 遠洋水産研究所業績 第32号

especially of the older fish. The findings described in this paper may be applicable to age determination of the *S. alutus* in the northeastern Pacific Ocean.

千国 (1968a, b)<sup>2,3)</sup> はさきにベーリング海におけるアラスカメヌケ *Sebastes alutus* GILBERT の鱗相について年令形質としての検討を行ない、成長線 (ridge) 間隔の密帯で構成される成長休止帯の輪紋を年輪として使用することの妥当性をたしかめた。しかし、その際、1人の熟練者による輪紋読みとりの個人的な偏りについて、なお論議の余地が残されていたので、今回は、年輪読みとり数の客観性とたしからしさについて検討した結果を報告する。

報告に当って、本文の御校閲をいただいた遠洋水産研究所底魚海獣資源部長三谷文夫博士、こゝに発表の機会を与えられた遠洋水産研究所長木部崎修博士に深く謝意を表する。

また、試料の採集に御協力をいただいた大洋漁業株式会社ならびに同社北洋部の方々に厚く御礼を申しあげる。

## 材 料 と 方 法

ベーリング海の東部において、1965年12月から1966年4月の間に大洋漁業株式会社天洋丸船団が漁獲し、船上で測定採鱗された279個体の鱗のうち、再生鱗や破損鱗を除いて250個体の鱗を試料とした (Fig. 1)。

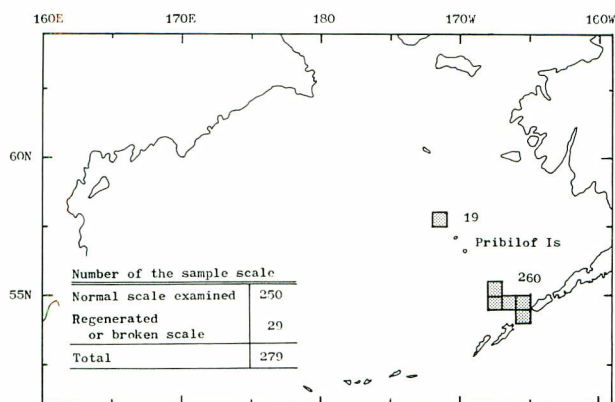


Fig. 1. Location of the fishing ground where the sample scales were collected. Numerals in the figure indicate the number of samples by fishing ground respectively.

鱗を弱アルカリ液で洗浄したのち、その表面像をカーバー試験用加圧機によって塩化ビニール板に押圧・成型させ、その押圧像を実体顕微鏡で10~15倍に拡大して観察し、年輪の読みとりを行なった。

読みとりの客観性をたしかめるために、アラスカメヌケの鱗読についての経験者<sup>\*</sup>(A)と未経験者(B)とが、次に述べるような手順に従って、読みとりと照合を重ねた。

まず(A)が2回の鱗読を行ない、その結果を照合した。2回の鱗読はそれぞれ独立して行ない、第2回目の読みの際には第1回目の結果を考慮することはしなかった。また、第2回目の結果を(A)の決定値とした。

つぎに(B)が、あらかじめ鱗相の概要や年輪読みとりの基準等についてごく一般的な学習を行なったのちに、試料の鱗について3回の読みを行なった。この場合には前回の読みとり値を参考にしながら読みを重ねていった。3回目の結果を(B)による第1次の決定値とし、(A)の決定値と第1次の照合を行なった。

<sup>\*</sup> (A)はアラスカメヌケの鱗相を年令形質として使用するための研究を実施してきたから、鱗相についての知見は豊富である。また、年輪読みとりのたしからしさについて予備的な検討を行なった上で、現在までに約5,000個体の鱗読を実施している。

(A) と (B) は第 1 次の照合結果について検討し、年輪判定の基準について読みの経験にもとづいた具体的な討議を行なった。その後 (B) は第 1 次の照合結果を参考にしながら更に 1 回の読みを行ない、その結果を (B) による第 2 次の決定値として (A) の決定値と第 2 次の照合を行なった。

第 2 次の照合結果で読みとり値が一致しなかった試料について、(A) と (B) は投影機による 20~50 倍拡大像により共同して逐一検討を行なった。その結果を最終的な判定値とした。

最終的な判定値に対する (A) の決定値の変動を分析し、年令査定のためしからしさについて検討した。

いずれの読みの場合にも魚体の大きさは知らしめなかった。

### 結 果

経験者 (A) による最初の 2 回の読みの結果の一致度は、全体としてみれば 75.6% であった (Table 1-1)。不一致であった読みとり数の差は -2 から +3 の範囲にあって、一側で 9.6%, +側で 14.8% である。これからみると 1 回目の読みとりではやゝ多く読みがちであった。しかし、両者の差について推測統計法による検定 (増山 1953) を行なうと、下記のように有意な差は見出されない。

$N$ : 試料数

$Z_i$ : 同一試料の読みとり値の差

$\bar{z}$ : 差の平均値

$S_z$ : 差の平方和

$u^2$ : 差の平均平方

$t_0$ :  $\bar{z} \cdot \sqrt{N/u}$

**Table 1-1.** Collation between the results of the two independent trials carried out by the reader (A) experienced in the scale reading.

Number of resting zone	Number of sample							Results of the second trial (Determination by A)
	Deviation of the first trial							
	Under count		Agreed	Over count				
-3	-2	-1	0	+1	+2		+3	
4				0	2			2
5				17	1			18
6				30				30
7		1		20	3			24
8			1	16	6			23
9			1	24	4	1		30
10			4	21	3	2		30
11		1	5	24	1	1	1	33
12		1	2	20	3			26
13			3	7	4	1		15
14			2	3				5
15		1		1			1	3
16				2			1	3
17			2	1				3
18				1	2			3
19				1				1
20								
21				1				1
Total	0	4	20	189	29	5	3	250
Ratio (%)	—	1.6	8.0	75.6	11.6	2.0	1.2	100

**Table 1-2.** Relationship between the number of resting zone and the rate of agreement in the collation shown in Table 1-1.

Number of resting zone \ Number of sample	Total	Agreed	Not agreed	Rate of agreement (%)
4~5	20	17	3	85.0
6~10	137	111	26	81.0
11~15	82	55	27	67.1
16<	11	6	5	54.5
Total	250	189	61	75.6

$$N=250 \quad \Sigma Z_i=20 \quad \bar{z}=0.08$$

$$S_z=110.4 \quad u^2=0.4434 \quad u=0.6659$$

$$t_0=1.900^{n.s.}$$

**Table 2-1.** The first collation of the results of the primary trials carried out by the reader (B) inexperienced in the scale reading to the determination by (A).

Number of resting zone	Number of sample							Determination by (A)
	Deviation of the (B)'s first results							
	Under count			Agreed	Over count			
	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	
4				0	1	1		2
5				8	7	3		18
6				14	14	2		30
7			1	9	10	2	1	23
8				11	4	5		20
9			1	15	8	2	2	28
10				11	9	5	3	28
11			4	13	12	1	2	32
12			6	11	3	3		23
13			1	6	4	4		15
14				2	3			5
15		1	1	0		1		3
16	1			1				2
17		1	1	0	1			3
18				1	1		1	3
19		1		0				1
20								
21				0	1			1
Total	1	3	15	102	78	29	9	237*)
Ratio (%)	0.4	1.3	6.3	43.0	32.9	12.2	3.8	100

\*) 13 samples were eliminated from the examination hereafter, which were not able to determine by (B) because of low readability.

**Table 2-2.** Relationship between the number of resting zone and the rate of agreement in the collation shown in Table 2-1.

Number of resting zone \ Number of sample	Total	Agreed	Not agreed	Rate of agreement (%)
4~5	20	8	12	40.0
6~10	129	60	69	46.5
11~15	78	32	46	41.0
16<	10	2	8	20.0
Total	237	102	135	43.0

輪数と一致性との関係を見ると、多輪になるほど一致度は低下している (Table 1-2)。これは、高令・多輪の鱗ほど縁辺部における輪紋の読みとりが困難で不正確となることを示している。16 輪以上になるとほぼ半数程度しか一致しない。しかし、5 輪以下でも若干ではあるが一致しなかった試料があった。特に取り扱った試料のうち、もっとも輪数の少なかった 4 輪の試料が 2 個体とも不一致であったことは、若令・少輪の鱗でも判定を誤らせる危険があることを示している。

未経験者 (B) による第 1 次の結果\*) は経験者 (A) による決定値とかなり異なり、全体で 43.0% しか一致しない (Table 2-1)。不一致であった試料の読みとり数の差は -3 から +3 と広範囲であり、かつその数は + 側に非常に多く全体の 48.9% に達している。特に 1 輪だけ多く読み過ぎた試料は 32.9% もあり、(B) は (A) よりも多めに読みとったという偏りを明瞭に示している。この差について推計学的な検定を行なうと、次のように 1% の水準で有意性を示す。

$$\begin{aligned}
 N &= 237 & \Sigma Z_i &= 139 & \bar{z} &= 0.5865 \\
 S_z &= 229.48 & u^2 &= 0.9724 & u &= 0.9861 \\
 t_0 &= 9.156^{**}
 \end{aligned}$$

輪数と一致性との関係をみると (Table 2-2)、16 輪以上の多輪試料では一致度が非常に低く (20.0%)、高令・多輪試料の読みとりが非常にむずかしいことを示している。しかし、15 輪以下の輪数階級においても一致度は 40% 程度と低く、また、輪数と一致度との間に明らかな関係が現われていない。これは多い目に読みとるという (B) の傾向的な癖が、全般的にかなり強く現われていることを示している。このような癖はのちに述べるように、(B) の年輪判定基準に誤りがあったために生じたものである。

年輪の判定基準について、第 1 次の照合結果にもとづいた具体的な討議と打合せをしたのちに、(B) の行なった第 2 次の結果は (A) の決定値とかなりよく一致し、全体では 83.1% に達した (Table 3-1)。第 1 次の照合結果に比べれば不一致であった読みとり数の差の範囲も -1 から +3 とせまくなり、その中でのばらつきも少なくなって一致性が高まったことを示している。しかし、不一致であった試料の割合は + 側に偏っており、さきに述べた (B) の癖がまだ多分に影響していることを表わしている。この差について推計学的な検定をすると、次のように 1% の水準で有意となり、帰無仮説は棄却される。

\*) 以後の取り扱いでは (B) が判定困難とした 13 個体の試料を除き、総数 237 個体の試料について検討した。

**Table 3-1.** The second collation between the results of successive trial by (B) and the determination by (A).

Number of resting zone	Number of sample							Determination by (A)
	Deviation of the (B)'s second trial							
	Under count			Agreed	Over count			
	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	
4				1	1			2
5				18				18
6				29	1			30
7				20	3			23
8				16	4			20
9			1	23	3	1		28
10				21	6	1		28
11				23	8		1	32
12			2	19	1	1		23
13				13	2			15
14				4	1			5
15				3				3
16				2				2
17			1	2				3
18				2	1			3
19				1				1
20								
21				0	1			1
Total	0	0	4	197	32	3	1	237
Ratio (%)	—	—	1.7	83.1	13.5	1.3	0.4	100

**Table 3-2.** Relationship between the number of resting zone and the rate of agreement in the collation shown in Table 3-1.

Number of resting zone \ Number of sample	Total	Agreed	Not agreed	Rate of agreement (%)
4~5	20	19	1	95.0
6~10	129	109	20	84.5
11~15	78	62	16	79.5
16<	10	7	3	70.0
Total	237	197	40	83.1

$$N = 237 \quad \Sigma Z_i = 37 \quad \varepsilon = 0.1561$$

$$S_z = 51.224 \quad u^2 = 0.2170 \quad u = 0.4658$$

$$t_0 = 5.159^{**}$$

輪数と一致性との関係を見ると、一致度は若令・少輪の試料で非常に高く、高令・多輪の試料になるほど低

下するという一般的な型を示している (Table 3-2)。どの階級における一致度も (A) によるくり返し試行の結果 (Table 1-2) より高い。

**Table 4-1.** Results of the final collation between (A) and (B) for the 40 samples, which were not agreed in the second collation.

Treatment	Number of sample
(B) corrected as (A)'s	31
(A) corrected as (B)'s	5
Both (A) and (B) corrected	4
Total	40

**Table 4-2.** Final results of the collation between (A) and (B).

Treatment	Number of sample	Ratio (%)
Agreed as (A)'s determination	228	96.2
(A) corrected as (B)'s	5	2.1
Both (A) and (B) corrected	4	1.7
Total	237	100

第2次の照合結果で不一致であった40個体の試料について、(A)と(B)が共同して逐一討議を行なった結果、その大部分は(A)の決定値に修正された(Table 4-1)。しかし、(A)の決定値に誤りがありそれを(B)の第2次の決定値に修正した試料や、(A)・(B)ともに新たな値に修正した試料もあった。最終的な判定結果としては(A)の決定値に一致した試料が96.2%、(A)の決定値を修正した試料が3.8%であった(Table 4-2)。

最終的な判定値と(A)の決定値との差異は軽微なものであって (Table 5-1)、推計学的な検定を行なっても有意性は認められない。

$$\begin{aligned}
 N &= 237 & \Sigma Z_i &= -3 & \bar{z} &= -0.0127 \\
 S_2 &= 10.962 & u^2 &= 0.0464 & u &= 0.2154 \\
 t_0 &= 0.907^{n.s.}
 \end{aligned}$$

輪数と一致性との関係を見ると、一致度は各階級とも非常に高い値を示し、高令・多輪の試料では若干低下している (Table 5-2)。

### 考 察

(A)によるくり返し試行の結果は全体的にみて約75%の試料しか一致せず、そのうちでも高令・多輪の試料では70%から55%程度の試料しか一致していない。このことはアラスカメヌケの鱗面上に記された年輪の読みとりが容易ではないことを示すと同時に、年令査定は熟練者によっても1回だけの読みでは充分ではないことを示している。しかし、読みとり数の傾向的な偏りは認められなかった。したがって読みとり数を年令組成に変換した場合にも、傾向的な偏りは生じないものと思われる。

GRITZENKO (1963)<sup>5)</sup>は、ベーリング海におけるアラスカメヌケの年令査定を輪紋の読みとりによって行なうことを検討したなかで、鱗の縁辺部における輪紋の識別がむずかしく、12~15才魚の年令を査定するときには1~2年の誤りはあり得る、と報告している。これは著者らの得た結果とかなり一致しているが、誤りを生じ得る年令の範囲や誤りの中が若干狭いようである。GRITZENKO (1963)<sup>5)</sup>はその誤りがどの程度の確率

**Table 5-1.** Collation of the determination by (A) to the final determination.

Number of resting zone	Number of sample							Final determination
	Deviation of the determination of (A)							
	Under count			Agreed	Over count			
	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	
4				2				2
5				18				18
6				30				30
7				23				23
8				21	1			22
9				26				26
10				26				26
11			2	31				33
12			1	22				23
13			1	15				16
14				4				4
15			1	3		1		5
16				2				2
17				2				2
18				2				2
19				1				1
20				0	1			1
21		1		0				1
Total	0	1	5	228	2	1	0	237
Ratio (%)	—	0.4	2.1	96.2	0.8	0.4	—	100

**Table 5-2.** Relationship between the number of resting zone and the rate of agreement in the collation shown in Table 5-1.

Number of resting zone \ Number of sample	Total	Agreed	Not agreed	Rate of agreement (%)
4~5	20	20	0	100
6~10	127	126	1	99.2
11~15	81	75	6	92.6
16<	9	7	2	77.8
Total	237	228	9	96.2

で生じ得るかについてはふれていない。

鱗読の未経験者 (B) は、第1次・第2次と読みを重ねるに従って、年輪判定の基準を確立していった。第1次の照合結果における (A) との差と多い方への偏りは非常に大きいものであったが、第2次の照合結果における一致性は (A) によるくり返し試行の結果よりも高い一致度を示した。しかし、(B) の第2次の結果には傾向的な偏りがまだ残されていることが明らかであった。そのような偏りをもった査定結果による年令組成はひずみをもったものとなるであろう。したがって、一致性が高いことのみをもって (B) の鱗読基準が



確立されたとはいへ、難しい、鱗読結果に客観性がそなわったものとすることもできない。

(A)と(B)とが共同して行なった最終的な判定作業の結果、(B)は不一致であった試料の大部分を修正した。この段階で(A)と(B)との鱗読基準がほぼ一致したことは、未経験者が判定能力を獲得したことと同時に、その基準が客観性をそなえていることを示したものと評価してよいであろう。

(B)が読みとりの初期の段階で示した傾向的な癖は、主として疑年輪(simulate annulus)の判定誤りと、縁辺部の読みとり誤りによるものであった。アラスカメヌケの鱗には疑年輪をもつものが多くある。GRITZENKO(1963)<sup>5)</sup>も、生活年数の初期の数年間の鱗にはしばしば副輪\*が存在する、と報告している。著者らの観察では疑年輪は若令部のみならず、中・高令部にも認められた。疑年輪は、成長帯の中間にごく狭い巾の成長線密帯が出現する場合と、ひとつの年輪の中間にごく巾の狭い成長線疎帯が存在してあたかも二重輪のような形状を呈するものがある。前者は若令部に多く、後者は中令部から高令部(まれには若令部)に出現する。疑年輪についての詳細な検討はあらためて別の機会にとりあげたいが、(B)はこれらの判定を誤ったために年令を多めに読みとるという偏りを生じた。

最終判定値は、一連の検討から考えて、ここで試料としたアラスカメヌケの、鱗読で求め得るたしからしさの最高限度に近いものと判断される。(A)による決定値はこの最終判定値によく一致し、それとの差異についても有意な偏りは生じていないから、(A)の決定値をもって鱗読によるアラスカメヌケの年令査定結果としてよいであろう。ベーリング海において日本の漁業によって漁獲されるアラスカメヌケの年令は、4才から20才余におよぶ広範囲なものであるが、その主体は8~14才である(千国1968c)\*\*)。したがって鱗読の熟練者が2回の読みとりを行なうことによって、漁獲物の年令査定はほぼ90%程度のたしからしさで行なうことができると考えてよい。しかし16才以上の個体については、今回でもほぼ25%の誤りをおかしているから、より慎重な査定作業を進める必要がある。高令魚の鱗の縁辺部における年輪の読みとりは、直接的な目視観察による方法では非常に難解であるから、そのたしからしさを向上させ査定作業を容易にするために、黒木ら(1965)<sup>6)</sup>が試作したような機械的な手法を開発することが有効であろう。

千国(1970)<sup>4)</sup>は、北東太平洋におけるアラスカメヌケの鱗相について検討し、その諸特性がベーリング海のそれとほとんど同質であることを報告した。したがって、ここで得られた結果は北東太平洋のアラスカメヌケについてもほぼ同様に適用できるであろう。ALVERSONとWESTRHEIM(1961)<sup>1)</sup>は、北東太平洋南部で漁獲されたアラスカメヌケの533個体の鱗を用いて鱗読のたしからしさについて検討している。その結果、鱗読の容易さは低く、同一査定者によるくり返し試行の一致度は70%であり、その度合は魚体の大きさと輪数の多さとに反比例して低下する、と報告している。これらは著者らが得た結果とよく一致している。しかし彼等は鱗読の客観性と偏りの生じ得る危険性についてはふれていない。

## 要 約

1965年12月から1966年4月の間にベーリング海で漁獲された279個体のアラスカメヌケの鱗を使用して、鱗読による年令査定の客観性とたしからしさについて検討した。

- 1) 鱗読の熟練者が行なった2回のくり返しでは約75%のものが一致した。一致度は高令魚になるほど低下し、16才以上の鱗では約55%にしか達しない。不一致であった読みとり数の差は-2から+3の範囲にあったが、傾向的な偏りは存在しなかった。
- 2) アラスカメヌケの鱗読の未経験者は当初には多く数え過ぎるという傾向的な誤りをおかしたが、読みと照合を重ねるごとに一致度を増し、熟練者との3回にわたる照合と検討によって熟練者と未経験者とはほぼ同一の読みとり基準を確立した。
- 3) 熟練者によるくり返し試行によって査定された年令は、目視的な手法による限界に対して、15才以下

\*) 用語上明確ではないが、いわゆる疑年輪をさすものと解してよいであろう。

\*\*\*) 千国史郎1968c: アラスカメヌケの年令と成長-I, 1965年ベーリング海におけるアラスカメヌケの年令と体長との関係, 昭和43年度日本水産学会年会において口頭発表。

では90%以上、16才以上ではほぼ75~70%程度一致した。

- 4) 以上のことを総合すると、熟練者による鱗読の基準はかなり合理的で、鱗読結果には十分な客観性とたしからしさがあることが明らかとなった。しかし、一方では、鱗読にはある程度の熟練を要すること、熟練者による鱗読にも若干の不たしさをともなう点注意すべきこと、なども明らかとなった。
- 5) この検討で得られた結果は、北東太平洋におけるアラスカメヌケについてもほぼ同様に適用できるであろう。

## 文 献

- 1) ALBERSON, D.L. and WESTRHEIM, S.J. 1961: A review of the taxonomy and biology of the Pacific Ocean Perch and its fishery, *Rapp. et Proc.-Verb. Cons. Int. Exp. Mer.*, **150**, 12-27.
- 2) 千国史郎 1968a: ベーリング海におけるアラスカメヌケの鱗相—I. 鱗相の概要と採鱗部位による変異, *日水誌*, **34** (8), 681-686.
- 3) 千国史郎 1968b: ベーリング海におけるアラスカメヌケの鱗相—II. 成長休止帯の形成時期とその周期, *日水誌*, **34** (9), 770-774.
- 4) 千国史郎 1970: 北東太平洋におけるアラスカメヌケの鱗相—I. 鱗相の概要と採鱗部位による変異, 成長休止帯の形成時期と周期, *遠水研報*, (3), 187-204.
- 5) GRITZENKO, O. F. 1963: ベーリング海の太平洋産メヌケの年令と成長速度 (木元謙二訳). *ソ連北洋漁業関係文献集*, **59**, 14-19.
- 6) 黒木敏郎・久新健一郎・川島利兵衛・佐藤修 1965: 輪紋自動計測記録装置の研究, *北大水産彙報*, **16** (2), 83-113.
- 7) 増山元三郎 1953: 少数例のまとめ方, 270p., 河出書房, 東京.