マイワシ及びカタクチイワシの経年漁獲量の推算 —イワシ加工品生産高を利用して—

栗田 晋・田中千代子
(東海区水産研究所)

Estimation of Annual Catches of Sardine and Anchovy in Japan, 1926-50
—Using the Amounts of Processed *Iwashi* Products—
Susumu KURITA and Chiyoko TANAKA

In the statistical yearbook compiled by Japanese Ministry of Agriculture and Forestry—called “Norin Tokei” for short— the annual catch of *iwashi* for the period of 1926 to 1950 are not broken down by species such as sardine, *Sardinops melanosticta* (T. & S.) and anchovy, *Engraulis japonica* (HOUGHTON). For the purpose of estimating the catch during the above period we assumed that a multiple regression equation (2) might represent the relation between the annual catches of anchovy (Y), *iwashi* (G), and the output of processed *iwashi* products ($P_1, P_2, \dots$), statistics of which are available in “Norin Tokei”. For the statistics of Y during the period under study we modified and made use of anchovy catch in “Norin Tokei” for the years of 1915 to 1925, and of data from investigations conducted by the Imperial Fisheries Experimental Station in 1932, 1949 and 1950 in collaboration with prefectural fisheries agencies (Table 3). The statistics of $G, P_1, P_2, \dots$ were obtained from “Norin Tokei” with no modification (Tables 2 & 3). Applying these statistics in equation (2), we estimated the value of the coefficient of partial regression for each item by method of least squares and then tested the significance of the coefficients.

The results of the present study have revealed that of all combinations one combining G (catch of *iwashi*) and P_1 (boiled-dried *iwashi*) and one for P_1 and P_2 (dried-salted *iwashi*) show the highest coefficient of correlation between observed catches of anchovy and the estimate with significant (5% level) coefficients of partial regression. The equations of regression (6) and (8) were introduced therefrom.

With help of equation (6) and $G=X+Y$, the annual catches of anchovy and sardine including round herring, *Etrumeus micropus* (T. & S.), were estimated for 1905-53 and the errors of the estimation were discussed from several points (Section VII and Table 4). Shown in Figures 1 and 2 are confidence intervals of the expected values of anchovy catch, and comparison of estimated catches of sardine with observed catches of sardine and *iwashi*. In Table 5 the annual catches of sardine and anchovy were tabulated for 1915-50, as intended for the present research, in unit 1,000 metric tons, including observed catches which were modified by the authors as in Table 3, and estimated ones for years when not observed.

Coefficients of multiple correlation between estimated and observed catches are 0.998 for sardine and 0.89 for anchovy (Table 6). The estimated values for sardine in Table 5 may be as much reliable as “Norin Tokei”, but those of anchovy are supposed to be useful only for tracing the annual trend of catch.

I. は し が き

イワシ類に関して、農林統計では、これをマイワシ *Sardinops melanosticta* (T. & S.), カタクチイワシ *Engraulis japonica* (HOUGHTON) (セグロイワシ, 以下カタクチと略称する) 等の魚種別に分けた

全国漁獲量が、大正 15 年より昭和 25 年までの 25 年間は調査されていないので、水産資源の研究その他に支障がある。例えば、昭和年代に入ってからのカタクチ漁獲量の全国的消長は、マイワシの大変動の陰にかくれて、概況すらもわからないし、また当時のマイワシ激減の様子は、イワシ類の総漁獲量によって見る外はなかったが、これがどの程度に確かであるか疑問である。この時期におけるイワシ類の魚種別漁獲量の推算を試みた所以である。

さいわい、農林統計は大正 15 年以前には長年にわたって魚種別になつていし、その他の機関で魚種別に調べた年もその後にあるので、もし他の統計資料—長年引続いて全国的に調査した—で、これらマイワシやカタクチの漁獲量と関係の深そうなものがあるならば、その間の関係を多重回帰式として求め、次にこの式を使つて、他の年の魚種別漁獲量をそれぞれ推定する方法が考えられるわけである。ただし、この関係が深いかどうか、つまり推定の精度がよいが否かは、回帰式中の係数の有意性の検定その他の方法によつて後から判断するのである。推算の方式はこれ以外にもあろうが、ここではそれは論じない。

回帰式の基礎にする統計資料として上記の条件に適うものは、イワシ加工品の生産高で、その外には一寸見当らない。或る県の或る年について、イワシの魚種別漁獲量を計算した例はあるし*、また一般に、加工品の生産高とその歩留りとから加工原料の漁獲量の推定を行い、漁獲量統計の検討をすることは加工利用の研究者によつて行われている**ので、加工品生産高の統計を利用することは別に目新しいことでもないのである。

II. イワシ魚種別漁獲量及び加工品生産高の統計資料

全国的なイワシ類の魚種別漁獲量を発表しているのはまず農林統計であるが、その魚種の分け方には時代によつて Table 1 の如く変遷がある。農林統計以外では、昭和 7 年度について全国各水産試験場が農林省水産試験場を中心として連絡調査を行つた結果、マイワシ・セグロ・ウルメ別の漁獲量（東京、神奈川、高知、佐賀の各府県は未報告で含まぬ）を発表し¹⁾、昭和 24、25 両年については同じく農林省水産試験場（途中で海区水産研究所と名称が変る）が、全国の地方庁水産関係機関に委託して、マイワシ・ウルメ・カタクチ・シラス別の漁獲量（瀬戸内海各府県、和歌山県、東京都は調査に加わっていない）を調査している²⁾³⁾。

Table 1. Period of year in which catches of various species of *iwashi* are or are not shown in "Norin Tokei", statistical yearbook of Ministry of Agriculture and Forestry

Period	Number of years	Species classified of <i>iwashi</i> catch
1905~1921	17	S, A
1922~1925	4	S, A, R
1926~1950	25	Not classified
1951 and 1952	2	S, A, R
Since 1953	—	S, A, R, L*

S=Sardine, A=Anchovy, R=Round herring, L=Larval fish.

*Chiefly consisting of *iwashi* larva.

また農林統計の昭和 26 年以降の魚種別漁獲量は、それ以前のものとは全く異なつた方法—標本調査法—によつていふのに対して、加工品の方は従来通りの表式調査によつていふので、この研究では使わぬことにした。上述の昭和 7、24、25 年の分は農林統計ではないが、やはり表式調査で方法が似通つていふから、そこで得られた漁獲量の魚種別の比率で、同じ年の農林統計のイワシ類漁獲量を按分したものならば、農林統計と同様に扱つて差支えないと考えた。それからウルメは Table 1 及び上述の通り資料が僅か 7 年で少いし、漁獲量も僅かであるから、マイワシに含めて扱うことにした。

イワシ加工品生産高の方は、農林統計では明治 38 年から田作（素乾）、塩乾、煮乾、塩蔵、粕、干鰯の 6 種が水産製造高として掲上され、魚種の区分は明治 42 年からはこの中で塩乾、煮乾、塩蔵品がマイワシ・

* 発表はないが中井甚二郎氏、** 東秀雄氏が計算された由である。

カタクチ（セグロ）別，大正 11～14 年は更に塩乾品がウルメまで分けられているが，大正 15 年以降は魚種の区分はなく全部イワシとして一括され，現在に至っている（Table 2）。

Table 2. Production of processed *iwashi* in Japan, 1915-50

(Unit: 10,000 kans 37.5 metric tons)

Year			P_1			P_2			P_3	P_4			P_5	P_6	
			S	A	Total	S	A	Total		S	A	Total			
Taisyō	4	1915	124	350	474	155	58	213	44	108	30	138	726	458	
	5	1916	157	421	578	226	33	259	44	187	16	203	909	325	
	6	1917	228	323	556	362	31	393	32	292	13	305	1096	593	
	7	1918	267	372	639	288	56	344	33	208	15	223	736	280	
	8	1919	301	444	745	215	39	254	36	430	33	463	791	449	
	9	1920	329	445	774	253	50	303	45	258	17	275	1003	336	
	10	1921	257	479	736	289	38	327	58	219	11	230	761	205	
						S	A	R	Total						
	11	1922	309	405	714	244	105	42	391	69	255	27	282	701	196
	12	1923	383	434	817	295	63	48	406	50	478	25	503	1260	175
13	1924	447	384	831	367	58	53	478	54	445	33	478	1529	200	
14	1925	388	368	756	294	47	68	409	45	399	23	422	1821	189	
Syowa	1	1926		833			483		29		281		1508	290	
	2	1927		821			457		22		329		1897	114	
	3	1928		1098			681		30		348		1655	609	
	4	1929		1058			810		24		514		2487	434	
	5	1930		1194			754		35		374		2965	213	
	6	1931		1250			770		33		422		3633	387	
	7	1932		1163			684		32		398		4940	665	
	8	1933		1386			870		36		563		7030	577	
	9	1934		1315			815		29		375		7223	533	
	10	1935		1597			838		27		355		6050	581	
	11	1936		1512			866		21		354		8174	365	
	12	1937		1239			541		21		350		5614	125	
	13	1938		1544			868		33		425		4017	153	
	14	1939		1510			858		35		475		4505	347	
	15	1940		1497			998		27		382		2817	271	
	16	1941		1931			2236		38		591		1772	357	
	17	1942		2462			1474		35		213		492	20	
	18	1943		1320			762		15		124		184	16	
	19	1944		956			311		14		175		147	16	
	20	1945		559			314		2		49		75	2	
	21	1946		894			237		2		169		221	9	
	22	1947		742			307		7		336		227	33	
	23	1948		1056			302		36		193		117	8	
	24	1949		1724			259		60		307		141	20	
	25	1950		1851			399		94		95		305	57	

P_1 =Boiled and dried煮乾イワシ
 P_2 =Dried and salted塩乾イワシ
 P_3 =Dried anchovy.....田 作
 P_4 =Salted.....塩蔵イワシ
 P_5 =Fish guano from *iwashi*.....イワシ 粕

P_6 =Dried sardine干 鰯
 S=Sardineマイワシ
 A=Anchovy.....カタクチ
 R=Round herringウルメ

Source: "Norin Tokai",

Figures prior to 1941 include products consumed by fisherman, while these after 1940 indicate only products for marketing.

Ⅲ. 統計資料の補正

推定の目的が昭和年代のところにあるので，回帰式を求めるのに統計技術の幼稚な，あまり古い時代の資料を用いては，かえって精度を落すことになる。その意味で内地沖合遠洋漁獲高が統計に載り初めた大正 4 年より前の統計は使わぬこととした。その頃は漁撈の技術も幼稚で，漁業や加工業に関係のある諸産業や交

通機関の状態も、昭和年代とはかなり異なっていたと思われる。

さて、農林統計の大正4~14年のイワシ漁獲量は沿岸漁獲物（高）と内地沖合遠洋漁業漁獲高との二本立となっており、後者は魚種別になっていないので、分ける必要がある。そこで後者の内訳を県別に見ると、千葉、茨城等で全国の8~9割を占め（沿岸と沖合の区別があいまいで、他の県では沿岸に入れるものをこれらの県では沖合に多く入れたものと思われる）、その数量も全国の沿岸漁獲高とくらべて少いので、これらの県のイワシ年漁獲量の魚種別比率は沿岸と沖合であまり変わらないと見て、それぞれ沿岸における比率を使って沖合の魚種別漁獲量を出し、これを上述の主な数県のみで加えた比率で、沖合の全国漁獲量を魚種別に按分し、それぞれ沿岸漁獲高に加えた。次に前述の昭和7年の調査結果から、朝鮮、樺太、台湾、関東州を除いた内地の分のみをまとめた。この場合未報告の府県は何れも漁獲量が僅かであるから、全国の魚種別比率を出すにはこれらを省いても差支えないであろう。昭和24、25年の委託調査には瀬戸内海沿岸、和歌山県、東京都の調査がないが、当時瀬戸内海区はカタクチが圧倒的に多かつたらしい*、和歌山県と東京都のイワシ漁獲量は極めて少いので、前者の農林統計のイワシ漁獲量は全部カタクチとして加え、和歌山、東京の分は省いた。この分の全国中に占める比率が多くないので、上述の便法による誤差は僅かと思われる。かくして得た昭和7、24、25年の全国のマイワシ及びカタクチ漁獲量の、魚種別の比率を使って、それぞれ同じ年の農林統計のイワシ漁獲量を按分した。以上の補正を施した結果をまとめたものがTable 3である。

Table 3. Catch of sardine and anchovy landed in Japan, 1915-25, 1932, 1949-50

Year	Catch 10 ⁴ kans=37.5 metric tons				
	Sardine (X)	Anchovy (Y)	<i>iwashi</i> (G)		
Taisyō	4	6160	2540	8699	
	5	6270	3250	9523	
	6	9870	2350	12221	
	7	6720	2250	8963	
	8	7020	3250	10275	
	9	9200	3000	12202	
	10	7860	2410	10263	
	11	8360	2380	10741	
	12	10820	2660	13486	
	13	11270	2510	13780	
	14	13000	2440	15435	
	Syowa	7	26160	1600	30755
		24	8760	3840	12597
		25	10150	4860	15008
Mean	10330	2810	13140		

1. Excludes landings on the former colonies and oversea territories.
2. Catches of *iwashi* are the total of coastal and offshore fisheries as indicated in "Norin Tokei."
3. Catches of sardine and anchovy are rounded up, as they are modified from figures in "Norin Tokei" by the authors' method explained in sections II and III of this paper.
4. Sardine here includes round herring.

次に加工品であるが、粕や干鰯のような肥料は昔は重要であつたが、昭和年代に入つてからは、金肥の普及、輸送機関の発達、一般加工製造設備の漸増と共にその生産高や需要度の減じた地方が多く、これらの生産高と漁獲量との関係が著しく変つたらしいので、肥料は割愛して、食料品の4種のみを取扱うことにした。

IV. 推 算 の 方 式

推定の基となる式を一般的に次のように表わす。

$$E(Y) = f(G, P_1, P_2, \dots; \alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots) \quad (1)$$

* この海区のカタクチ漁獲量は昭和26年に1340万貫、同海区イワシ類の86%で、この率はその後、年を逐うて増大している。

ただし、

Y ——魚種別年漁獲量

G ——イワシ類の年総漁獲量（マイワシ・ウルメ・カタクチの和）

$P_1, P_2, \dots$ ——各イワシ加工品年生産高（重量）

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots$ ——母数

$E(\)$ ——期望値

$Y, G, P_1, \dots$ の単位は同じとする。

ここで、 $G, P_1, \dots$ は推定の基となるもので確定変数、 Y は確率変数と考える。つまり、 G や $P_1, \dots$ がきまっても Y は一義的にきまらず、 $E(Y)$ を中心に確率変動をすると仮定する。そこで、もし f の形が $\alpha_0, \alpha_1, \dots$ の一次形式で ($G, P_1, P_2, \dots$ に対してはどのような関数でもよい)、 Y が正規分布をし、その分散が $G, P_1, \dots$ にかかわらず一定ならば、 $\alpha_0, \alpha_1, \dots$ は偏回帰係数で、所要の統計値の判っている年について普通の最小自乗法を使えば、その不偏推定量を計算することが出来、その有意性の検定も可能である。

実際には $G, P_1, \dots$ の値にも誤差が含まれている筈であるが、その程度が相対的にも不明であるから* DEMING の新しい最小自乗法⁴⁾は使えない。

f の形としては計算の労力を少なくする為と、統計値のばらつきがかなり大きいことから、複雑を避けて、次のように最も簡単な、 $G, P_1, \dots$ の一次式を使うことにした。

$$E(Y) = \alpha_0 + \alpha_1 G + \alpha_2 P_1 + \alpha_3 P_2 + \alpha_4 P_3 \quad (2)$$

今、 $\bar{Y}, \bar{G}, \bar{P}_1, \dots$ でそれぞれ平均値を表わし、

$$Y - \bar{Y} \equiv y, \quad G - \bar{G} \equiv g, \quad P_1 - \bar{P}_1 \equiv p_1, \dots \quad (3)$$

と書けば、(2) は

$$E(y) = \alpha_0 g + \alpha_1 p_1 + \alpha_2 p_2 + \alpha_3 p_3 + \alpha_4 p_4 \quad (4)$$

となる。

Y としてはマイワシ（ウルメを含む）でもカタクチでもよいわけであるが、考えている期間では前者が後者に比べてはるかに多い。そこで、前者の変動はイワシ類全体の変動に似ており、変動係数を考えると推定の精度も後者より高くなるから、 Y としてカタクチをとり、その精度を上げることを考えた方が有効である。

Ⅴ. 計算の結果

Tabl 2 の各加工食料品の生産高 (P_1, P_2, P_3, P_4) の中、大正 4~14 年、昭和 7, 24, 25 年の分と、Table 3 のイワシ類 (G) 及びカタクチ (Y) の漁獲量を (3) 及び (4) 式に入れ、普通の最小自乗法で偏回帰係数 $\alpha_0, \alpha_1, \dots$ の推定値 $a_0, a_1, \dots$ を求めた。そしてその有意性を検定すると**、煮乾に対する係数 a_1 の外は全部、有意 (5% 水準) とならない。しかし、 G, P_1, P_2, P_3, P_4 の中で色々な組合せを作つて同様な計算を行い、計算の労力と精度より見て最も有効なものを求めると、 G と煮乾 (P_1) の組と煮乾 (P_1) と塩乾 (P_2) の組の 2 組を得る。これらは何れも偏回帰係数が有意 (5% 水準) となり、 Y の推定値と統計値の相関係数、つまり Y と G, P_1, Y と P_1, P_2 の重相関係数は何れも 0.89 である。この

* 尤も、誤差の程度が判つても今の場合には点のばらつきが小さくないので、DEMING の方法における線型化の過程で計算誤差が大き過ぎたり、計算の労力が過重でやはり実用になるまい。

** 有意性の検定は $F = a_i^2(n-j-1)/S^2 C_{ii}$ による。ここに、

a_i ——偏回帰係数の推定値

n ——統計の年数（この場合は 14）

j ——確定変数の数

$S^2 = \sum (\hat{Y} - Y)^2$, $\hat{Y}$ ——推定漁獲量

C_{ii} —— $a_1, a_2, \dots$ を求める際の正規方程式の、係数の行列に対する逆行列の、 i 行 i 列の要素。

F の自由度は $n_1=1, n_2=n-j-1$ 。

程度ならば何れも実用になりそうであるが、 G と P_1 を使う式の方が加工品が 1 種類であるし、またイワシ類の総漁獲量が使われているので、好都合と思われる。

ここに得られた回帰式は

$$y = -0.09184g + 1.7546P_1 \quad (5)$$

書き直して

$$\hat{Y} = 2468 - 0.09184G + 1.7546P_1 \quad (6)$$

単位は万貫である。また、マイワシの推定漁獲量 $\hat{X}$ は $\hat{X} = G - \hat{Y}$ であるから

$$\hat{X} = -2468 + 1.0918G - 1.7546P_1 \quad (7)$$

煮乾 (P_1) と塩乾 (P_2) を使った場合の回帰式は

$$\hat{Y} = 2944 + 1.524P_1 - 4.053P_2 \quad (8)$$

(6) 又は (7) 式を使つて、マイワシ及びカタクチ漁獲量の推定値を明治 38 年から昭和 28 年まで求め、これを屯の単位に換算した。その中実測統計値のある年 (著者等によつて補正されたもの、ただし大正 3 年以前と昭和 26 年以降は統計値そのまま) について、それぞれ対比して推定誤差を出したのが Table 4 である。しかして、大正 4 年～昭和 25 年の間、実測値のない年は推定値を入れて補い、魚種別漁獲量の揃った統計表としてまとめたものが Table 5 であつて、これが本研究の目的とするものである。

Table 4. Comparison of estimated catch with observed one

(Unit: 1,000 metric tons)

Catch			Sardine		Anchovy		Error of estimation	Sum of sardine and anchovy
Year			O	E	O	E	O-E	
Meizi	38	1905	119	49	32	102	-70	151
	39	1906	116	39	26	103	-77	142
	40	1907	125	54	34	105	-71	159
	41	1908	112	54	48	106	-58	160
	42	1909	123	68	49	104	-55	172
	43	1910	132	78	54	108	-54	186
	44	1911	128	79	59	108	-49	187
Taisyō	1	1912	146	139	105	113	-8	251
	2	1913	172	164	97	104	-7	269
	3	1914	210	217	107	100	7	317
	4	1915	231	232	95	94	1	326
	5	1916	235	259	122	98	24	357
	6	1917	370	371	88	87	1	458
	7	1918	252	232	84	104	-20	336
	8	1919	264	279	122	106	16	386
	9	1920	345	356	113	101	12	458
	10	1921	294	279	90	106	-16	384
	11	1922	314	300	89	103	-14	403
	12	1923	406	406	100	100	0	506
	13	1924	423	417	94	100	-6	517
	14	1925	488	490	92	89	3	580
Syowa	7	1932	1094	1091	60	63	-3	1154
	24	1949	329	310	144	163	-19	473
	25	1950	381	400	182	163	19	563
	26	1951	478	579	282	181	101	760
	27	1952	348	480	290	158	132	638
	28	1953	396	454	243	185	58	639

O—Catch observed.

E—Catch estimated by the authors' method and equation (6).

The period from 1915 to 1950 are available of the authors' method.

Table 5. Catch of sardine and anchovy landed in Japan, 1915-50
(Unit: 1,000 metric tons)

Year				Catch		Year				Catch		
				Sardine	Anchovy					Total <i>iwashi</i>	Sardine	Anchovy
Taisyō	4	1915	231	95	326*	Syowa	8	1933	1481	44	1525*	
	5	1916	235	122	357*		9	1934	1385	82	1467*	
	6	1917	370	88	458*		10	1935	1307	71	1378*	
	7	1918	252	84	336*		11	1936	1586	42	1628*	
	8	1919	264	122	386*		12	1937	1145	63	1208*	
	9	1920	345	113	458*		13	1938	989	95	1084*	
	10	1921	294	90	385*		14	1939	999	92	1091*	
	11	1922	314	89	403*		15	1940	754	112	866*	
	12	1923	406	100	506*		16	1941	1089	110	1199*	
	13	1924	423	94	517*		17	1942	685	176	861*	
	14	1925	488	92	580*		18	1943	461	126	587*	
	Syowa	1	1926	429	99		528*	19	1944	250	121	371*
		2	1927	517	91		608*	20	1945	155	105	260*
		3	1928	573	103		676*	21	1946	241	118	359*
4		1929	675	92	767*	22	1947	240	109	349*		
5		1930	690	99	789*	23	1948	247	128	375*		
6		1931	954	81	1026*	24	1949	329	144	473*		
7		1932	1094	60	1154*	25	1950	381	182	563*		

1. Excludes landings on the former colonies and oversea territories.
2. Figures in heavy type are the catch estimated by the authors.
3. Figures with an asterisk have been converted from those indicated in kans in "Norin Tokei."
4. Figures without asterisk are slightly modified by the authors from those tabulated in "Norin Tokei." See sections II and III of this paper for explanation.
5. Sardine here includes round herring.

VI. 結果の吟味

前節でカタクチ漁獲量を推定するのに、(1) イワシ類漁獲量と煮乾イワシ生産高、(2) 煮乾イワシと塩乾イワシの生産高の2組が有効であることを知った。本研究では実用が主眼で、これらの理由を究めるのが目的ではないから、深入りはしないことにするが、たゞ、全国的に見れば煮乾イワシにするには小型魚を使うのが適当であること等の為にカタクチが主に用いられ、一方その生産高も多く、イワシ加工食料品中第1位で、過去現在を通じて安定しているので、これがカタクチ漁獲量と関係が深いことは肯ける。従つて、前節の結果は決して偶然ではないと思われる。また、塩乾イワシには煮乾とは逆に主としてマイワシやウルメを使い、生産高は煮乾に次いで第2位を占め、安定しているので、マイワシ漁獲量とは正の相関、カタクチとは負の相関があることが予想され、ここで統計的にそれを裏付けていると言えるのである。

次に(6)式を使った推定の精度を吟味しよう。まず推定方式(IV)で種々の仮定を設けているのでこれを調べて見る。第一に $G, P_1, \dots$ を確定変数と見る点であるが、実際には勿論これらに誤差が含まれているであろう。しかし、前に述べたようにその場合の適当な方式がないし、またもともとこれらは推定の基礎であるから、このように見ることは常識的でもあり、無理ではあるまい。次に、 Y が正規分布をし、その分散が $G, P_1, P_2, \dots$ の値にかかわらず一定であると仮定した点については、遺憾ながら吟味の資料がない。それから、使った統計値——漁獲量や加工品生産高——は適当に分布せず、偏りがある。例えば、大正年代のものは変動の範囲が比較的少くまとまっているが、このような経済統計では計画的に集め得るものではなく、やむを得ないことと言えるであろう。たゞ実用上には精密な推定値を要求されてはいないであろうから、以上のことは何れもさほどの支障とはならないと思う。要するに著者等の推定方式には、数学的厳密さという点から見るとこの程度に不満があり、精度の限界があることを念頭に置くべきである。

推定値を実際の統計値と比較して精度を当つて見ると (Table 4)、カタクチの推定値が明治時代には多い

方に、昭和 26 年以降では少い方に、それぞれ著しく偏っていることが判る。これは (6), (7) 式がこれらの年代に適用出来ないことを示し、先に、これらの年代の資料を、回帰式を求める際に特に除外して用いなかったことを是認させる。それに反し、大正 4~14 年、昭和 7, 24, 25 年については何れも偏りが見られず、(6), (7) 式をこの期間に内挿して使うことが許されることを示しているようである。

(6), (7) 式を使つて計算した $E(Y)$ の信頼範囲 (95%)* と、推定漁獲量 $\hat{X}$ 及び実際の漁獲量をそれぞれ図示した (Fig. 1 & 2)。なお、Fig. 2 には (6), (7) 式を適用するのが妥当でない時期(大正 3

Fig. 1. Confidence intervals of the expected value of the annual catch of anchovy compared with the observed one.

Fig. 2. Observed catch of *iwashi* and sardine (including round herring), and estimated catch of sardine.

$$* \quad t = |\hat{Y} - E(Y)| / \sqrt{n-3} \cdot S / \sqrt{\frac{1}{n} + C_{11}g^2 + 2C_{12}gp_1 + C_{22}p_2^2}$$

による。ただし、 $n=14$, S , C_{11} , ... は前掲。 g , p_1 , p_2 の値が変れば信頼範囲は変るのである。

年以前及び昭和 26 年以降)を点線で区別してある。ただし Y は $E(Y)$ の信頼範囲の中央点であつて、図中には示されていない。実際の漁獲量と推定値との相関係数を知る為に G , P_1 , P_2 に対する Y や X の相関係数をそれぞれ求めると Table 6 の通りで、重相関係数 R は何れもかなり大きく、特にマイワシに対する G と P_1 の R は 0.998 で非常に大きい。なお、ここに同じ 0.89 が 3 ヶ所に現われているが、丸めたための全くの偶然である。

また標準推定誤差 S は 444 万貫、変動係数(普通の C.V. とは少し意味が異なる)はマイワシが 4.3 %, カタクチが 15.8%, $\bar{X}$ は 10,330 万貫、 $\bar{Y}$ は 2,810 万貫である。

以上を総合して、(7)式(或いは(6)式と $X=G-Y$)を使つて求めたマイワシの推定漁獲量は非常に精度がよく、殆んど農林統計の値と同様に扱えるが、(6)式によるカタクチのそれはかなり精度が低いと言える。

X と Y との相関係数が大きければ加工品を持ち出すまでもなく、魚種別漁獲量の有効な推定が出来ようが Table 6 に示す如くこれは -0.39 で無理と分る。

Table 6. Coefficients of simple and multiple correlation among catch of sardine, anchovy and production of boiled-dried *iwashi* and salted-dried *iwashi*.

	Coefficients of simple correlation				Coefficients of multiple correlation			
	X	G	P_1	P_2	$Y \cdot \overline{GP_1}$	$Y \cdot \overline{P_1P_2}$	$X \cdot \overline{GP_1}$	$X \cdot \overline{P_1P_2}$
Y	-0.393	-0.279	0.668	-0.440	0.89	0.89		
X	1	0.994	0.324	0.882			0.998	0.89
G		1	0.386	0.876				
P_1			1	0.206				

X = Catch of sardine (including round herring).

Y = Catch of anchovy.

G = Catch of *iwashi* (sum of sardine, anchovy and round herring).

P_1 = Production of boiled-dried *iwashi*.

P_2 = Production of salted-dried *iwashi*.

なお、加工品として煮乾、塩乾以外のものの生産高を併せて使えば重相関係数は多少増すが、偏回帰係数の有意でないことよりわかるように、その増加は僅かで、計算労力が非常に多くなることを考えあわせると効果はなからう。

Ⅶ. 要約及び結び

大正 15 年～昭和 23 年間のイワシ類の年々の全国漁獲量が、今まで魚種別には判つていなかったため、これを推算する為に、多重回帰の方式を使うこととし、農林統計に掲げられている全国イワシ類の年漁獲量(G)及び各種のイワシ加工食料品年生産高(P_1 , P_2 , ...)に対する、カタクチ年漁獲量(Y)の関係が(2)の多重回帰式で、確率的に表わされるものと仮定した。そして、 Y としては、大正 4～14 年の農林統計及び昭和 7, 24, 25 年の地方庁水産関係機関による連絡調査の資料を著者等が補正したものを、 G , P_1 , P_2 , ... としては、農林統計そのままを (Table 2 & 3), (2)式に適用して、普通の最小自乗法でそれぞれの偏回帰係数を推定し、有意性を検定した。その結果、諸種の組合せの中、有意(5%水準)な偏回帰係数を与えて、しかもカタクチ漁獲量に対する推定値の相関係数の最も大きい組は、1) G と P_1 (煮乾イワシ), 2) P_1 と P_2 (塩乾イワシ)の 2 組であることを知り、その回帰式(6)及び(8)を得た。

次に、(6)式を使つて明治 38 年以降各年のカタクチ漁獲量を推算し、これとイワシ類総漁獲量とからマイワシのそれを求め、これら推定の精度を各方面より吟味し、信頼範囲その他を図示した (Table 4, Figs. 1 & 2)。最後に、大正 4 年～昭和 25 年のマイワシ(ウルメイワシを含む)及びカタクチ漁獲量を、Table 3 の資料とここに推算したものとを合せて、屯の単位で表示した (Table 5)。これがこの研究の目的としたものである。

ここに重相関係数 (Table 6) はカタクチに対しては 0.89 で、推定の精度から言えば不満足であるが、マ

イワシに対しては 0.998 でまず満足出来よう。従つて、とにかく従来 3 年しか知り得なかつた昭和年代のマイワシ及びカタクチの全国漁獲量の推定値がそれぞれ逐年求められ、マイワシについては農林統計に準じて使い得る資料を、カタクチに対しては漁獲量変動の概況を、新しく提供したと言えるであろう。

なお、曾つての農林統計の信頼性には問題があるが、著者等は絶対量はともかく、変動の傾向について農林統計の示すものは相当に参考となり、扱い方を工夫すれば、有用であると考え。従つて、ここに推定、表示した漁獲量の資料 (Table 5) はその様に使うべきものと思う。たゞし、農林統計が昭和 26 年以降、漁獲量の調査方法に飛躍的改善を見せ、信頼度を高めたことは周知の通りで、その後も改良を怠らないが、慶ばしいことである。

終りに臨み、有益な助言を寄せられた田中昌一技官、並びに計算その他に助力された嶺山美和子氏に、厚く謝意を表する。

文 献

- 1) 高山伊太郎・酒井森三郎：いわし漁業連絡調査，水試報告，7，(1936)。
 - 2) 東海区水産研究所鯷資源科：昭和 24 年度全国鯷漁獲量統計，昭和 25 年 12 月，(1950)。
 - 3) " : " 25 " , 昭和 26 年 11 月，(1951)。
 - 4) DEMING, W.E. : "Statistical Adjustment of Data," John Wiley & Sons, Inc. New York (1943)。
- 邦訳，森口 繁一："推計学によるデータのまとめ方"，第 1 刷，岩波，東京 (1950)。