

カタクチイワシの脊椎骨数の変異と若年魚の月成長について

渡 辺 和 春

Some notes on the variation in the number of vertebrae of Japanese anchovy, *Engraulis japonicus* and the monthly growth in its juveniles.

Kazuharu WATANABE

Some investigations were made concerning the variation in the number of vertebrae and the growth rate in the young stage of the anchovies which had been fished along the Japan Sea coast of Honshu, with the following results obtained.

1. The spawning season of this fish was determined to span the long term March to December from the examination on the growth curve that had been estimated and on the month of appearance of the fries.
2. A great range of variation in body length was observed on the fries and juveniles that were captured even in one occasion. This leads to the understanding that they formed almixed population of early as well as late hatches.
3. The growth of the Japan Sea anchovy that is hatched in spring was known to follow the under-given equation :

$$L=3.293 t^{0.4883}$$

where Y is the body length in centimeter t months after hatching. It is seen, from the above relation, that one-month old fries are 3.0cm. long, the 6-month-old and the 12-month-old, respectively, 8.0 and 10.5cm. long.

4. The growth curve that was obtained in the present study falls in fairly good conformity with those acquired by previous workers.
5. The variation in the number of vertebrae of the fishes was recognized as, irrespective of their body length, not to be of local nature, but to be of seasonal. Nor was found "between year" variation in that of the fishes which had been caught in the same season of the year.
6. There could not be seen "geographical cline" on the mean of vertebrae in the fishes arranged to body length groups.
7. It was concluded that the anchovies in the Japan Sea might be divided into "spring hatching population" and "fall hatching population", and that the seasonal variation in

the number of vertebrae might be caused probably through the different water temperature when oval development proceeded.

I 緒 言

カタクチイワシの研究については多くの報告があるが日本海産のものに関しては全く研究されたものはない。筆者は今回いわし資源調査の一環として極めて断片的ではあるが1950~1954年の資料に基づいて日本海のカタクチイワシの脊椎骨数の変異と、そして未だ本種の年令査定が確立されていないので一応若年魚の成長について考察を試みたのでここに報告する。報告に先立ち、御校閲を賜った日本海区水産研究所資源部長加藤源治氏、資料の一部をこころよく貸与下された同開発部長下村敏正氏、また、種々御助力をいただいた同資源部伊東祐方、西村三郎両氏、計測について常に協力を願った同資源部大久保美智子、吉原昌恵両嬢に対し深謝の意を表す。

II 従来報告された研究

相川 ('48) は本邦沿岸におけるカタクチイワシの漁獲は周年にわたり、漁獲物組成は4cm前後のシラス群、6~8cmの小型群、10cm以上の大型群の3群よりなり、平均脊椎骨数はシラス群と大型群とではほぼ均しく、小型群のみ異なること、シラスの漁獲は春秋2回の peak を示すこと、及び Urostyle を除いた脊椎骨数の平均値は春のシラス群では44.20以上、秋のこれでは44.20以下であることからカタクチイワシは春秋2回大きな発生を行い、満1年で大部分死亡するらしいと推論した。また、相川、林 ('50) は平均脊椎骨数の変異は地域的にも、また性別によつてもみられず、発生の季節的相違によつて認められることを報じた。

村上、真道 ('51) は天草近海で漁獲されるカタクチイワシの魚群には平均脊椎骨数の相違する二群があり、平均脊椎骨数には地域的な変異がみられるとした。横田、古川 ('52) は土々呂において漁獲されたカタクチイワシ稚魚の平均脊椎骨数と発生時の近海水温との間には、

$$y = 46.46 - 0.063t \quad (y; \text{平均脊椎骨数} \quad t; \text{水温})$$

なる関係があり、脊椎骨数の変異の原因は発生時の水温差であつて、したがつて、変異は季節的変異の範疇に入るものとした。

一方、カタクチイワシの平均脊椎骨数の変異要因として発生時期の相違が大きな意味をもつことから、この知見と体長組成の追跡から年令及び成長の推定が相川 ('48, '54); 横田、古川 ('52) によつて試みられ、また、体長組成の推移及び魚鱗による年令査定結果から成長を推定する研究は中井、林、近藤 ('53); 林、近藤 ('54) 等によつて行われた。其の他、前川、八柳 ('51); 井上 ('49); 田中 ('53) 等の体長組成の時期的推移から成長を論じた報告がある。

III 材料及び観察方法

材料はいわし資源調査要綱に基づいて、山口、島根、京都、石川、富山、青森各府県水産試験場で計測された資料及び一部は5~10%ホルマリン漬標本として送付されたものについて計測した資料を用い、また、体長2.2~4.0cmのシラスの標本は7月から12月に主として地曳網によつて採集されたも

ので、6cm 以上の魚体は殆んど周年にわたり定置網，焚入網，四張網，旋網，地曳網，猪口網等によつて採集されたものを用いた。成長についての考察に供試した材料は1950～1953年に採集された平均体長 11.0cm 以下の魚体（標本数99群，総個体数 5,264尾）の資料を使い，脊椎骨数の変異についての考察に供試した材料は 1952～1954 年に採集された魚体（標本数 101 群，総個体数 7,385尾）を用い，脊椎骨数の計測はすべて本研究所で実施した。その計測方法は，体長 6cm 以上の魚体のものでは体側片面の筋肉を除去し肉眼的観察を行い，体長 2.0～4.0cm のシラスについては Hollister's solution で染色した後 glycerin で魚体を透明にし解剖顕微鏡で観察を行った。計測は同じ個体を必ず 2 回算定し正確を期した。また，算定には尾部棒状骨 (Urostyle) を含めた。

IV 調査結果及び考察

(1) 成長

従来日本海区のいわし資源調査においてマイワシを主体に調査を進められたこと，及び日本海におけるカタクチイワシの漁業的価値が極めて低いことから資料も断片的にしか集められないのでやむを得ず1950～1953年の資料を一括して推定を試みた。したがつて，同一地域のものについて年級ごとに追究できなかつたところに種々問題があろう。この点については田中（'52）は伊勢湾及び遠州灘のカタクチイワシについて，1951年のもの及び1952年の春季発生群の成長を推定したところ年級による成長の差がないとみている。したがつて，今回は年級による成長の差はそれほど考慮する必要はないという前提にたつて観察を進めた。まず，日本海における主な採集海域すなわち，仙崎～浜田近海，若狭湾，富山湾，陸奥湾の4 海域に別け群

平均体長を採集時期に対して plot した結果を Fig. 1 に示した。図にみられるように，同一時期に採集された体長の変異は極めて大きい。たとえば5月に採集されたものでは 2.3～5.7cm，7月では 2.0～8.2cm，11月では 2.5～9.1cm の範囲にわたり，カタクチイワシの成長を追跡することがいかに大きな複雑性に逢着するかの一端を示している。試みに図から成長曲線を推定すると実に多数の曲線が描かれる，すなわち，A, B, C, D, …… のいくつかの曲線が描かれ，その中で A, B, C, D は大体一つの帯状を示している。E, F, G, H, I, J 等の曲線は資料が少なく不明瞭である。一応 A, B, C, D 曲線の上縁にあたる A 曲線をたどつて発生時期を推定すると大体3月頃発生

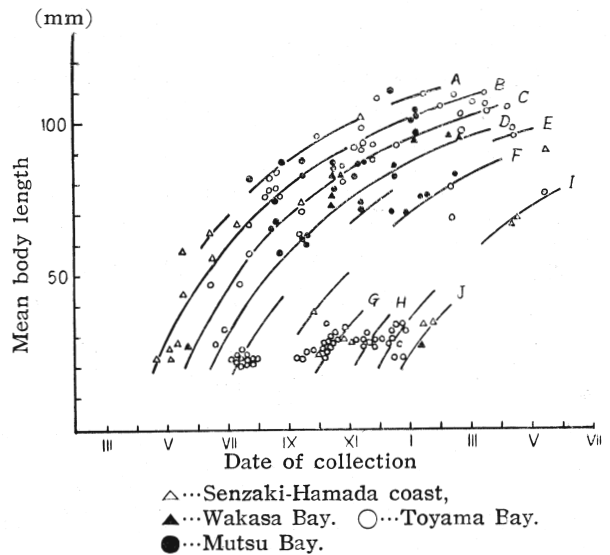


Fig. 1 Mean body length of anchovy fries sampled in respective areas along Japan Sea coast, plotted against the date of collection (1950-1954).

した群であることが窺われる。一方，2.2～3.5cm のシラスが8月を除き3～12月にわたり殆んど採集されている。採集された 2.2～3.5cm のシラス群は大体1カ月乃至1.5カ月前に発生したものと考えると，日本海のカタクチイワシの産卵期は3～12月の極めて長期にわたるものであることが推定され

る。これは1950～1953年にわたるいわし資源調査の一環として行われた産卵調査の卵の採集結果、並びに1953～1954年度対馬暖流調査の稚魚網採集におけるカタクチイワシの卵、稚仔の出現時期ともほぼ一致している。なお、これらの諸報告によれば日本海における卵、稚仔の出現時期は年により多少の相違があり、また、日本海各地でほとんど連続的にシラス及び卵の出現がみられるので明瞭に産卵盛期を区別することができないが、量的に最も多い時期からおよその産卵盛期の推定を試みると、山口～兵庫沿岸では5～7月、若狭湾では5、6月及び9月、富山湾以北日本海では5～7月及び10月頃と考えられる。したがって、山口～兵庫沿岸では明瞭に区別することは困難であるが、若狭湾以北日本海では産卵期が2期に分れることから5～7月に発生したものは春季発生群、10月頃発生したものは秋季発生群と区別できよう。以上の結果から北部日本海では5～7月及び10月頃の2期の産卵盛期があることが窺われる。さらに、図について検討すると8月にはシラスの出現が中断されており、また、9月から翌年3月では4～6cmの魚体が僅少で空白状態を示している。このことからこれらはE曲線を限界としてA, B, C, D, E曲線とG, H, I, J曲線との2群に大別されるようである。前と同様な方法によつて発生時期を推定すると、前者の曲線で示される魚群は3～7月上旬、後者は8月下旬から12月に発生した群であることが窺われ、前者は秋季発生群、後者は秋季発生群と大別されるのではないかと考えられる。このように推定してくると図に見られるように春季発生群に比し、秋季発生群と推定される中型群は少い、これに関連して興味あることは、1953～1954年対馬暖流調査の稚魚網に採集されたカタクチイワシの卵、稚仔の出現量を4～7月と8～12月に時期的に対比してみると8～12月にわたつて採集された量に比べて4～7月のものは量的に卵、稚仔とも遙かに多い。これらの資料の結果からただちに断定することは早計であろうが、おそらく日本海のカタクチイワシの資源は春季発生された群によつて主に維持されているように想像される。次に既に描かれた幾つかの成長曲線について地域ごとにみると、仙崎～浜田沿岸では、A, B, C及びF, G, H, I, J等の多数の曲線によるものであり、若狭湾ではC, D曲線で富山湾ではA, B, C, D, E, F及びF, G, H, I, J等の多数の曲線によつて描かれ、陸奥湾ではA, B, C, D, E, Fの6本の曲線で描かれている。このように地域ごとにみた場合、実に多数の成長曲線で描かれることは何かの要因がなければならぬ。一応地域ごとに描かれた曲線をたどつて前回の方法によつて各地の発生時期を推定すると、仙崎～浜田沿岸では3～4月の春季と9～11月の秋季の2回に発生したことになり、若狭湾ではC, D曲線によつて描かれていることから大体4～5月頃であり、富山湾では多数の曲線によつて描かれていることから春季は4～6月頃、秋季は8～10月頃に発生したことが窺われる。特に富山湾において多数の曲線によつて描かれることは北部日本海のカタクチイワシの主産卵場であること及び日本海における海流の流向状態と併せ考えると興味ある点であろう。次に、陸奥湾では春季は3～6月頃秋季は8月頃に発生したものと思われる。以上地域ごとに描かれた曲線をたどつて大略の発生時期を推定したが、しかし、資料の充実した春季発生群を主体に考察を進めた場合、春季の各地域の卵、稚仔の出現時期、漁期及び産卵生態等から推定した産卵時期を比較すると、両者の発生時期は必ずしも一致するとはいえない。すなわち、前者の成長曲線から地域的に推定した発生時期は後者から推定した時期より各地域ともやや早いようである。したがって、このことは伊東('53)が日本海のマイワシ当才魚の成長で論じているように、カタクチイワシの若年魚の場合も各地域とも地先海面付近で発生されたものによつて主に維持されているが少群は地先で発生した群よりも早期に発生したものによつて添加されたとみなければ説明できない。一般に日本海の高緯度海域はほぼ沿岸ぞえに北上しており、一方、カタクチイワシの産卵はごく沿岸に限られているようである。すなわち、日本海のカタクチイワシの産卵場は湾内、河口附近の比較的高温低鹹な海域に形成されているようであり、したがって、卵分

布もごく沿岸に限られており、卵、稚仔時代は殆んど移動力がないから海流によつて運ばれながら成長を続け途中漁獲されるとみれば同一時期及び同一地域で体長の異なる魚群が採集されることがあつてもよからう。また、春季発生群及び秋季発生群全体として考察を試みた場合、たとえば11月のように同一時期で体長2.5~10.1cmの如く極めて体長の変異が大きい。この事実は同一地域でもカタクチイワシの産卵が長期にわたり殆んど連続的に行われているため絶えず発生時期を異にする魚群の混合或いは交代が行われる結果としてこのような体長の大きな変異がみられるのであろう。この点さらに極言すると同一地域及び時期において大きくみた場合、極めて発生時期の相違する春季発生群と秋季発生群が互に混合され、さらに、その上にたとえば同じ春季発生群でも前述したように、ある任意の地域で漁獲される魚群でも地先海面附近で発生した群とそれ以前に南部海面で発生した群と添加混合されるかたちで絶えず発生時期を異にする魚群の混合或いは交代が行われているために極めてその複雑性を強めているわけである。

以上環境によつて成長は殆んど変らないとみて推論を進めてきたが、成長を支配するものとしての要因は水温、天然餌料、分布密度等があり、また生理的要因によつて成長が左右されることも当然考慮すべき点であり、否定するものではない。しかし、日本海のカタクチイワシの若年魚において同一地域及び時期に極めて体長の大きな変異を示す主因は既に論述したように、カタクチイワシの産卵期は同一地域でも長期にわたるため絶えず産卵期を異にする魚群の混合或いは交代が行われること、及び春季と秋季発生群と大別し時期的に考えた場合、地先海面附近で発生した群と南部海域で早期発生した群が対馬暖流によつて北流され成長を続けながら途中添加混合するためにこのような体長の大きな変異を示すものと考えられる。

次に、春季発生群と推定される比較的資料の充実した B, C, D 曲線に分布している群平均体長を一括して総平均体長を求め、経過日数に対する平均体長を描くと Fig. 2 となる。図に示すように

$$L = 3.293t^{0.4888} \quad (L; \text{体長}, t; \text{経過日数})$$

なる曲線で表わされる、こうして求めた成長方程式によつて表わされた推測値と計算値が Table 1 の上段に示すようによく一致することから大体日本海のカタクチイワシの若年魚はこの方程式で示されるような成長をするとみてよからう。これによると、日本海のカタクチイワシ若年魚の成長は発生後1カ月で3.0cm、6カ月で8.0cm、満1カ年で10.5cmに成長するものと思われる。比較的早く4月頃発生した

ものではその年の年末には、9.0cmおくれ6月頃発生したものでは7.5cmに夫々成長することになる。以上春季発生群について成長を論じてきたが成長は環境によつて多少異なるので春季発生群と秋季発生群との成長の相違ということが考えられようが残念ながら秋季発生群と思われる4cm以上の魚体は少いので比較できなかった。今後さらに資料を充実させ検討したいと思つている。

次に、春季発生した集団について、既往の著者の求めた成長と比較してみた (Table 1)。既往資料によると、カタクチイワシの経過日数に対する成長について詳しく記載されたものは少ないので既往の著者等の報告の結果から筆者は大体の発生した時期を推定しそれによつて経過日数に対する成長を Table 1 に載せた訳であり、したがつて、既往の著者等の求めた実際の経過日数に対する成長とは或いは多少の相違はあろうかとも考えられる。まず、筆者の求めた成長と横田、古川('52)のもの

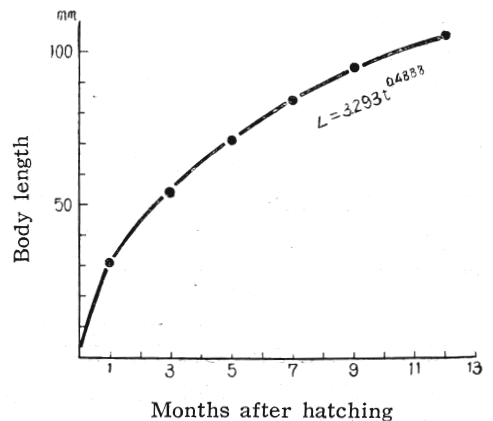


Fig. 2 Growth curve for young anchovies (spring hatches) in Japan Sea.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	14	18	20	34	Months after hatching	Author
(cm) 3.0	4.5	5.4	6.3	7.1	7.8	8.4	9.0	9.6	10.65	(Calculated)				WATANABE ('55)	
3.1	4.6	5.6	6.5	7.5	8.2	8.6	9.1	9.6	10.5	(Estimated)					
3.4	4.8	5.87	7.54				9.51	10.06	11.62	12.58	14.2			YOKOTA & FURUKAWA ('52)	
2.4	3.6	5.0	6.6	8.0	9.1	9.9	10.4							AIKAWA ('54)	
2.0~4.0			5.0~6.5				7.5~8.5	9.0				10.0	12.0~13.0	TANAKA ('53)	
							8.0~10.0					11.0~12.0	12.0<	NAKAI, HAYASHI & KONDO ('52)	
2.0~3.5			5.0~5.5				8.0~9.0					11.0~12.0	12.0~13.0	HAYASHI & KONDO ('54)	
						7.0			9.0					MAEKAWA & YATSUYANOI ('51)	
2.8~4.4					6.8~7.4									INOUE ('49)	

Table 1 Comparison of growth Pattern now of ained with those by previous authors.

比較すると発生9カ月までは約0.5~1.0cmの成長の相違がみられ、満1年で約1cmの差異があり、横田、古川('52)のものは筆者の求めた成長よりややよい。相川('54)のものとは発生3カ月まで筆者のものは約0.5cm位成長がよいが、発生8カ月で逆に相川('54)のものは約1.5cm成長がよい傾向を示している。田中('53)のものでは満1年において大体1.5cmの成長の相違がみられ筆者の方がややよい。次に、中井他('52); 林、近藤('54)の発生8,9カ月経過したと推定されるものと対比してみると0.5~1.0cm前後の相違があるが筆者のものとはほぼ一致しているようである。また、前川、八柳('51)及び井上('49)のものとは発生6カ月経過して1.0~1.5cmの相違がみられ筆者の求めた成長はややよい。以上既往資料と比較してきたのであるがその結果0.5~1.5cm前後の成長の差が認められるに過ぎないのでこのような成長の差から考えて既往の研究者の求めた地域のものとは日本海のカタクチイワシ若年魚とはほぼ一致した成長傾向を示しているとみてよからう。このようにカタクチイワシ若年魚の場合、各研究者の求めた成長を相互に比べてみるとその差は僅少に過ぎないが、中井他('52); 田中('53); 林、近藤('54)のものと横田、古川('52)の求めたものとは1年以上において成長の差が大きいようである。このことは横田、古川('52); 相川('48)はカタクチイワシの寿命を1.5年と推定しているのに対し中井他('52); 林('54)等は年令査定を試みた結果3才まで査定を行っている、このようにカタクチイワシの年令査定が確率していないため高年令群では、成長が著者により大きな差が認められるのであろう。

日本海のカタクチイワシの寿命については未だ年令査定法が確立されていないので断言できないが、地域別の体長組成及び日本海のカタクチイワシ大型魚の脊椎骨数の季節的変異の結果等から併せ考えると日本海のカタクチイワシもおそらく、3年位まで生存するものではなからうかと筆者は考えている。

(2) 脊椎骨数の変異について

脊椎骨数の考察に供試した1952~1954年にわたる日本海のカタクチイワシの標本は3個の体長群に分けられる。すなわち、平均体長2.0~4.0cmのものをシラス群或いは小型群とし、平均体長6.0~9.5cmのものを中型群とし、平均体長9.6cm以上のものを大型群とした。これらの体長群ごとについて脊椎骨数の季節的変異の考察を試みた。

まず、シラス群(小型群)については1952年においては10月及び12月の資料があり、1953年には7~12月の資料がある。季節的に連続して採集された群は夫々同一母集団とみなし各集団の平均脊椎骨

数を Table 2 に示した。

Season of hatching	Sampling period	Number of sample	Body length range (cm)	Number of vertebrae							
				43	44	45	46	47	n	$\bar{x} \pm S. D.$	
Spring	1953 7/13~7/24	12	1.7~3.5		23	717	285	3	1028	45.26 ± 0.55	
Autumn	1953, 9/13~9/14	6	1.8~3.3		20	423	117		560	45.17 ± 0.48	
	1952, 9/30~10/30	11	1.9~4.5	1	22	329	84	1	437	45.14 ± 0.48	
	1953, 10/14~10/27	5	2.5~3.7		1	176	33		210	45.15 ± 0.39	
	1952, 9/30~10/30	16	1.9~4.5	1	23	505	117	1	647	45.14 ± 0.46	
	1953, 10/14~10/27										
	1953, 11/14~11/19	8	2.5~3.7			311	69		380	45.18 ± 0.38	
	1952, 12/1~12/30	7	2.1~3.1	2	27	196	52	1	278	45.08 ± 0.56	
	1953, 12/13~12/16	2	2.1~3.1			67	13		80	45.16 ± 0.36	
	1952, 12/1~12/30	9	2.1~3.1	2	27	263	65	1	358	45.10 ± 0.52	
1953, 12/13~12/16											

Table 2. Frequency distributions and total sample means in vertebrae number of the anchovies caught in Toyama Bay in respective period.

Season of hatching	Sampling period	Number of sample	Body length range (cm)	Number of vertebrae							
				43	44	45	46	47	n	$\bar{x} \pm S. D.$	
Spring	1953, 7/13~7/24	12	1.7~3.5		23	717	285	3	1028	45.26 ± 0.55	
Autumn	1953, 9/13~12/16	21	2.1~3.7		21	977	232		1230	45.17 ± 0.44	
	1952, 9/30~12/30	18	1.9~4.5	3	49	525	136	2	715	45.12 ± 0.53	

Table 3. Comparison of vertebrae number between spring and autumn hatches caught in Toyama Bay.

Season	Spring, 1953	Autumn, 1953	Autumn, 1952
Spring, 1953	/	3.05	3.88
Autumn, 1953		/	1.54
Autumn, 1952			/

Note; $t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{W} \sqrt{\frac{N \cdot N}{M + N}}$, $n = M + N - 2$

$t_0 = 2.57$ ($\alpha = 0.01$, $n = \infty$)

1.96 ($\alpha = 0.05$, $n = \infty$)

Table 4. Test of significance of difference in mean vertbrae number between spring and autumn hatches.

表をみれば明らかのように 1953年7月に採集されたものは平均脊椎骨数 45.26の値を示し、他の群はいずれも 45.18 以下の値を示しやや低い。筆者が日本海のカタクチイワシ若年魚の成長で述べたよ

うに、一応7月に採集されたシラス群を約1カ月乃至1.5カ月前に発生したものと推定すると、大体6月頃発生したものであり春仔群とされ、9月以降採集されたシラス群は秋仔群と推定される。したがって両群を夫々年級ごとに一括し総平均値を求めると、Table 3 に示したようになる。一見して春仔群の平均値はやや高く、秋仔群は1952年及び1953年級ともやや低い値を示している。

試みにt-分布による平均値の差の検定を行つた結果 (Table 4), 危険率1%とすると、1953年の春仔群と1953年及び1952年の秋仔群との間に有意の差がみられた。また、同じ季節に採集された1953年の秋仔群と1952年秋仔群とでは危険率5%で有意の差がみられなかつた。

以上の結果から富山湾で採集された春仔群と秋仔群の平均脊椎骨数は季節的の変異によるものであると考えられる。また、同じ季節に出現したシラス群の平均脊椎骨数において年変異が小さい、したがって、同じ季節に採集されたシラス群では年が違つても似た特徴を保持していると思ふ。

次に、中型魚について考察を進めよう。資料は極めて少なく、かつ継続的に蒐集されなかつたので日本海全域にわたつて採集されたものを6月以前の漁期と8月以降に採集された二つの群に別け年度別の平均脊椎骨数の値を Table 5 に示した。興味あることは春季採集されたものでは一標本ごとの

Sampling period	Number of sample	Range of sample mean body length (cm)	Number of vertebrae						
			43	44	45	46	47	n	$\bar{x} \pm S. D.$
1953, 4/20 ~ 4/25	4	6.59 ~ 9.17		20	177	31		228	45.05 ± 0.46
1953, 8/ 6 ~ 10/15	7	7.5 ~ 8.38		13	163	106	2	284	45.34 ± 0.57
1954, 7/28 ~ 9/24	8	6.2 ~ 8.92		1	88	45	3	137	45.36 ± 0.54

Table 5. Frequency distributions and mean values of vertebrae number in total samples of middle-sized anchovies caught in Japan Sea in respective seasons.

Season	Spring, 1953	Summer-autumn 1953	Summer-autumn 1954
Spring, 1953		4.51	4.07
Summer-autumn, 1953			0.26
Summer-autumn, 1954			

$$\text{Note; } t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{W} \sqrt{\frac{MN}{M+N}}, n = M + N - 2$$

$$t = 2.57 \quad (\alpha = 0.01, n = \infty)$$

$$1.96 \quad (\alpha = 0.05, n = \infty)$$

Table 6. Test of significance of difference in mean vertebrae number between spring and summer-autumn catches of middle-sized fish.

群平均脊椎骨数の範囲は45.00~45.09で極めて低い。また夏、秋季に採集されたものでは1953年は45.07~45.54, 1954年では45.06~45.55であり、45.10以下の低い平均値を示す群は極めて少なく、殆んど45.25以上の高い平均値を示す群が多い。Table 5 に示すように一見してシラス群の春仔と秋仔の総平均脊椎骨数の差に比べてその差の変異は大きい。t-分布によつて6月以前の群と7月以降に採集された群の平均値の差の検定を試みた結果 (Table 6) 危険率1%で明らかに有意の差がみられ

た。一方、今回の中型魚の各標本の平均体長について、筆者の求めた若年魚の成長曲線からおよその発生時期を想定すると、春季採集された中型魚は大体前年の秋季発生したものと思われ、夏、秋季に採集されたものはその年の春季発生したものと推定される。したがって、春季発生したものは脊椎骨数は高く、秋季発生したものは脊椎骨数は低いという傾向が示されることになり、既往の相川（'48, '54）の研究結果と一致し、また、今回のシラス群の平均脊椎骨数の季節的変異とも一致している。したがって、中型魚においても明瞭な季節的変異を示すものと思われる。また、採集年度が違っているが、同じ夏、秋季に出現した1953年のものと1954年度の両群の平均値の差の検定を試みた結果、危険率5%で有意の差がみられず、極めてその変異は小さいことから採集年度が異つても同季に採集された中型魚の平均脊椎骨数の変異が認められないものと考えられる。

次に、大型魚についてであるが、この場合も中型魚と同様に6月以前に採集されたものと7月以降に採集されたものとの2群に別け、採集年度、季節及び地域別に求めた平均脊椎骨数の値を Table 7 に示した。なお資料の都合で同年に採集されたものを比較できなかったが、一応 t-分布によつて平均値の差の検定を試みた結果 (Table 8), まず、同じ地域である富山湾の1953年1~6月に採集さ

Sampling period	Localities	Number of samples	Range of sample mean body length (cm)	Number of vertebrae						
				43	44	45	46	47	n	$\bar{x} \pm S. D.$
1953, 1/26~6/9(I)	Toyama	13	10.6~11.81	6	163	869	361	16	1415	45.15 ± 0.64
1953, 4/30~5/20(II)	Kyôto	3	11.03~12.74		12	126	29		167	45.10 ± 0.48
1952, 8/5~9/10(III)	Toyama	4	11.13~12.23		23	327	189	1	540	45.31 ± 0.56
1952, 6/15~8/12(IV)	Kôyoto	5	9.64~13.47		4	123	52	1	180	45.28 ± 0.51
1952, 7/31~10/27(V)	Yamagata	6	10.71~11.62		12	301	138	10	461	45.32 ± 0.55

Table 7. Frequency distributions and means of vertebrae number in total samples of large-sized anchovies caught in Japan Sea in respective seasons.

Season	(I)	(II)	(III)	(IV)	(V)
Winter-spring, 1953 (I)		0.78	4.05	2.07	4.40
Spring, 1953 (II)			4.63	2.41	3.47
Summer-autumn, 1952 (III)				0.48	0.21
Summer, 1952 (IV)					0.56
Summer-autumn, 1952 (V)					

Note; $t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{W} \sqrt{\frac{MN}{M+N}}$, $n = M + N - 2$
 $t_0 = 2.57$ ($\alpha = 0.01$, $n = \infty$)

Table 8. Test of significance of difference in mean vertebrae number between seasons.

れたものと1952年8~9月に採集されたものでは危険率1%で顕著な有意の差がみられ、また、京都では1953年の4,5月に採集されたものと1952年6~8月に採集されたものでは危険率5%で有意の差

がみられた。次に、採集年度或いは地域等いずれも異つてゐるが一応季節的に大別して比較すると冬、春季に出現した各地域のものと夏、秋季に出現した群の平均脊椎骨数の間には危険率5%乃至1%で有意の差がみられた。また、同年、同季に採集された各地域間の脊椎骨数の変異は小さく、危険率5%でいずれも有意の差が認められなかつた。

このように採集年度は多少異つてゐるが大型魚群と同様に冬、春季に採集されたものは平均脊椎骨数は低く、夏、秋季に採集されたものは高く、季節的変異を示すものとするが中型魚群ほど季節的に大別した両群の平均値の差は大きくみられないようである。相川('48)は周年にわたり採集されるカタクテイワシの平均脊椎骨数はシラス群と大型群とは等しく、小型群(日本海の場合は今回の中型魚群が対照となる)は異ると報告しているが日本海の場合は必ずしも同時期に出現するシラス群と大型群の平均脊椎骨数は同様な傾向を示すとはいえず逆な傾向を示している。すなわち、冬季及び春季出現群を例にしてみる大型魚は富山湾では平均脊椎骨数 45.15 ± 0.64 、京都では 45.10 ± 0.48 、で低く、一方、シラス群では 45.26 ± 0.55 で高い値を示し、むしろ同季に出現した中型魚の平均脊椎骨数 45.05 ± 0.46 と大型魚群の平均値と似た値を示している。また、夏、秋季群の場合でもこのようなことがいえる。以上の事実から今回の筆者の小型、中型魚群についての脊椎骨数の季節的変異の吟味の結果、及び相川('48)が春仔群は45.20以上の高い平均値を示し、秋仔群は45.20以下の低いことを指摘していること、及び今回の大型魚群の各標本の群平均体長は9.14~13.40cmで10.5, 11.0, 11.5cmに夫々平均値の山がみられる群が多く、これらの体長分布等から総合して推定するならば、大型魚の冬季及び春季出現した群は前々年の秋季発生したものであり、また、夏季及び秋季に出現した群は前年の春、発生した群が漁獲されいづれも発生後1.5年以上経過したものではないかと思われる。この点についてはさらに今後詳細に検討してみたい。相川('48)は満1年で同一個体が春秋2回産卵をすませば大部分死亡するらしいと相像しているが、日本海の大魚の脊椎骨数の変異の結果、及び体長分布等から満1年以上経過しても相当産卵に参加し、3年位まで生存するものと相像されることから、相川('48)が指摘しているように同季に出現する大型魚とシラス群の平均脊椎骨数は必ずしも一致した傾向を示すとみなくてもよからう。また、相川('48)はカタクテイワシは半年で成熟し同一個体が年に2回産卵すると報告しているが、筆者はこの点について疑問に思つてゐる。日本海におけるカタクテイワシの発生後約半年にあたる中型魚群はいずれも生殖腺は未熟であることから発生後半年で産卵に参加するとは考えられず、たとえば春季発生群であれば満1年目にあたる翌年の春季に始めて産卵に参加するものと想像している。この点については現在までの資料が少ないのでさらに今後の問題として充分検討したい。

次に、地域的変異については、若干大型魚で前述した如く極めて変異が小さいのであるが、一応小型、中型、大型魚群の成長段階別及び時期、地域別に求めた平均値をTable 9に示した。(次表参照)

表をみれば明らかのように同じ季節に採集された小型、中型、大型魚群のいずれも採集年度が違つてもその変異は小さく、同季に採集されたものを成長段階別について、地域的に平均値の差の検定を試みた結果(Table 10)危険率5%で小型、中型、大型魚群いずれとも地域的に有意の差がみられず、極めてその変異は小さい。また、このTable 9をみれば小型、中型、大型魚群とも季節別にみた場合従来マイワシ脊椎骨数に関して論述されているような一連の北高南低の傾向は明瞭にみられず、ただ1952年の秋季出現した大型魚群にはある程度その傾向がみられるが、この資料を以てただちにclineの傾向があると断言することは早計であらう。

以上の如く脊椎骨数の地域的、季節的変異について成長段階別に考察を進めてきたがこれを総合してみると、日本海のカタクテイワシの脊椎骨数の変異は小型、中型、大型魚群いずれとも地域的変異の傾向はみられず、明らかに季節的変異によるものであるといえる。また、採集年度が違つても同季

a. Summer to autumn.

Group	Localities	Sampling period	Number of sample	Range of sample mean body length (cm)	Number of vertebrae							
					43	44	45	46	47	n	$\bar{x} \pm S. D.$	
Small	Yamaguchi	1953, 9/17~11/9	4	2.32~3.78		18	134	42		194	45.12 ± 0.55	
	Toyama	1953, 9/13~12/16	15	2.14~3.03		5	632	143		780	45.17 ± 0.43	
	Toyama	1952, 9/30~12/30	18	2.24~3.33	3	49	525	136	2	715	45.12 ± 0.53	
Middle	Kyōto	1953, 10/ 8~10/15	2	7.21~8.17			87	43		130	45.33 ± 0.46	
	Ishikawa	1953, 8/ 6~ 8/12	4	7.71~8.38		13	69	58	1	141	45.33 ± 0.64	
	Aomori	1954, 7/22~ 6/24	8	6.20~8.92		1	88	45	3	137	45.36 ± 0.54	
Large	Kyōto	1952, 6/15~ 8/12	5	9.64~13.47		4	123	52	1	180	45.28 ± 0.51	
	Toyama	1952, 8/ 5~ 9/10	4	11.13~12.23		23	327	189	1	540	45.31 ± 0.56	
	Yamagata	1952, 7/31~10/27	6	10.71~11.62		12	301	138	10	461	45.32 ± 0.55	

b. Winter to spring.

Group	Localities	Sampliag period	Number of sample	Range of sample mean body length (cm)	Number of vertebrae							
					43	44	45	46	47	n	$\bar{x} \pm S. D.$	
Middle	Shimane	1953, 4/20~ 4/27	2	6.59~6.94		5	80	7		92	45.02 ± 0.31	
	Toyama-Kyōto	1953, 5/10~ 5/20	2	7.76~9.17		15	97	24		136	45.06 ± 0.56	
Large	Toyama	1953, 1/25~ 6/9	13	10.60~11.81	6	163	869	361	16	1415	45.15 ± 0.44	
	Kyōto	1952, 4/30~ 5/20	3	11.03~12.74		12	126	29		167	45.10 ± 0.48	

Table 9. Frequency distributions and total sample mean in vertebrae number of Japan Sea anchovies by seasons, size groups and localities.

a. Summer to autumn.

Group	Localities	$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{W} \sqrt{\frac{MN}{M+N}}$
Small	Yamaguchi; Toyama (1953)	0.96
	Yamaguchi; Toyama (1952)	0
Middle	Kyōto; Isikawa	0
	Kyōto; Aomori	0.31
	Isikawa; Aomori	0.32
Large	Kyōto; Toyama	0.48
	Kyōto; Yamagata	0.56
	Toyama; Yamagata	0.21

b. Winter to spring.

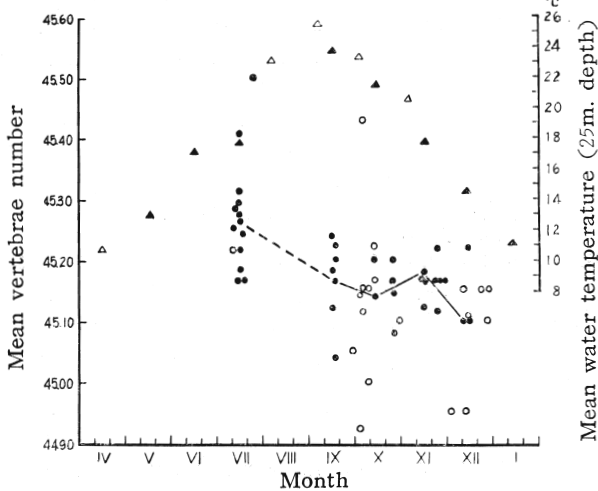
Group	Localities	$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{W} \sqrt{\frac{MN}{M+N}}$
Middle	Shimane; Kyōto; Toyama	0.42
Large	Kyōto; Toyama	0.78

$$t_0 = 1.96 \quad (n_1 = \infty, \alpha = 0.05)$$

Table 10. Test of significance of local difference in mean vertbrae number.

に採集されたものは極めてその変異は小さいことから季節的変異の傾向ということが強く影響していることを物語るものであろう。

このように成長段階別にみて季節的変異がみられるのは如何なる原因によるものであるか考察を進めた。脊椎骨数の変異の原因として Hubbs, C. L. ('22) は淡水魚において実験を行い、横田, 古川 ('52) は土々呂沿岸の水温とカタクチイワシのシラスの脊椎骨数の変異との関係を研究し発生時の水温によつて変異を生ずることを報告している。筆者もこの原因を追求する試みとして一応今回採集された富山湾のシラスについて、シラス標本の成長から1カ月乃至1.5カ月前に富山湾で産卵し成長したものとみなし、他方、対馬暖流水域調査の一環として実施された、富山湾の1952~1953年観測資料の各月観測点25m層平均水温をとつて大体の発生時期の水温とみなし、脊椎骨数の季節的変異との関係について考察してみた (Fig. 3)。まず、採集年度別に群平均脊椎骨数 (1953年7, 9月は1群



Mean water temperature (△.....1952, ▲.....1953).
Mean vertebrae number (○.....1952, ●.....1953).

Fig 3. Seasonal variations of mean vertebral number in anchovy fries and of mean water temperature at 25 m. depth in Toyama Bay. (1952-1953)

100尾, 他の月はすべて1群40尾)を季節別に plot してみると、図にみられるように1952年と1953年の同時期に採集された各群の平均脊椎骨数の間には明瞭な変異の傾向がみられず、また、年級が違つても同季に採集されたシラス群は似た特徴を保持している点は既に指摘してきたので、両年を一括して検討してみると、7月に採集したものは他の月に比して平均脊椎骨数は高く殆んど45.20以上の平均値に分布しているが、9~12月に採集されたものは明瞭に季節的変異がみられず、平均脊椎骨数は45.20以下の低い値を示している。したがつて、7月に採集された群と9月から12月につわて採集されたものとは明らかに差が認められるが9~12月の間では明瞭な季節的変異は

みられない。次に、1952~1953年の各月に採集した群を一括して月平均脊椎骨数の季節的変異についてみると、矢張り前述の結果とよく似た傾向を示し、7月に採集したものはやや高く、9月以降のものは一般に低い値を示し、9~11月にかけて明瞭な変異傾向はみられず、12月はやや低い。一方、富山湾の1952年及び1953年の各月の25m層平均水温についてみると、6月中旬から7月中旬までは17.5°C前後であり、8月上旬では急激に上昇して23.0°Cになり、9月中旬では25.5°Cで最高温を示す。10月中旬頃から水温が下降し始め11月中旬では再び17.5°C前後に下降する。以上のように富山湾の水温は季節的に顕著な変化をみせるが、水温の変化に比べて脊椎骨数の変異の傾向はそれほど明瞭とはいえないが大体両者が関係あるようにも考えられる。しかし、横田, 古川 ('52) が指摘しているように発生時水温と平均脊椎骨数とは、 $y = a + bt$ なる関係があるとすれば、高い水温で発生したものは平均脊椎骨数が低く、低水温で発生したものは高い値が示されることになり、富山湾の場合も急激な水温の変化をみせるため逆な相関がみられなければならないはずであるが、そのような顕著な傾向はみられない。したがつて、横田, 古川 ('52) の報告の如く発生時の急激な変化のみによつて顕著な脊椎骨数の変異をきたすとは説明しがたい。しかし、大略的にみて春季及び秋季発生期

間中の水温の差は相当みられ発生時の水温との関係を無視することはできない。

いずれにせよシラスに限らず中型、大型魚群とも脊椎骨数の季節的変異がみられることから日本海のカタクテイワシにおいても産卵期を異にする春季及び秋季発生集団の2群に大別されよう。しかし、このような季節的変異の原因は遺伝的及び環境要因の両者によつて生ずるわけであり、今回の結果から確定したことは断言できないが、既に論述した如く環境要素である水温は春季と秋季発生期間中には相当の差がみられ、それと相関して脊椎骨数の季節的変異が認められ、ある程度相関関係をもつような法則がみられることからカタクテイワシの脊椎骨数の変異の主因は発生時の水温によつて生ずるものであらうと考えられる。このような観点にたてば同一時期のシラス群の平均脊椎骨数に地域的変異がみられないことや同じ季節に発生したシラス群おいて年は違つても似た特徴を保持していることなどの事実は、発生区域の環境要因によつて影響される結果によるものであり、おそらく各地共、同一環境下において産卵するためであらうと解釈されるのである。

V 摘 要

日本海のカタクテイワシの脊椎骨数の変異と若年魚の成長について考察を試みた。

1. 日本海のカタクテイワシ若年魚の成長曲線及びシラスの出現時期から産卵期は3～12月の長期にわたるものと推定した。
2. カタクテイワシの若年魚の成長において同一時期に採集された魚体の体長は極めて変異が大きい。この主因は産卵期の相違する魚群の混合或いは交代が行われる結果によるものと解釈した。
3. 春季発生群を主体としたカタクテイワシの若年魚の月成長は、 $L = 3.2931^{0.4888}$ 一種の拋物線にて示され、発生1カ月で3.0cm、6カ月で8.0cm、満1年で10.5cmに夫々成長するものと推定される。
4. 既往の研究者の若年魚の成長と今回筆者の求めた成長とほぼ一致する。
5. 日本海のカタクテイワシの脊椎骨数の変異はシラス群及び中型、大型魚群いずれも地域的変異ではなく、季節的変異であり、年が違つても同じ季節で採集された魚群の平均脊椎骨数の差は小さく、変異が認められなかつた。
6. 日本海のカタクテイワシは成長段階別にみても脊椎骨数には cline の傾向は認めがたい。
7. 日本海のカタクテイワシは脊椎骨数の変異から産卵期を異にする春季及び秋季発生群に大別され、脊椎骨数の変異は環境要因、特に発生時の水温によつて生ずるものと推定した。

VI 文 献

相川広秋 ('48) 魚族の脊椎骨の変異と其の意義, 農学 Vol. 2, No. 6.

——— ('49) 水産資源学総論, P. 410, 東京

——— ('54) カタクテイワシの資源生物学的研究. (謄写)

AIKAWA, H. HAYASHI, T. FURUKAWA, Y. ('50) Vertebral count and growth of Japanese Anchovy. *Engraulis japonicus* TEMMINEK et SCHLEGEL. Jour. Fac. Kyosyu University, Vol. 9, No. 3.

村上子郎・真道重明 ('49) 天草周辺における重要生物の資源学的研究 第Ⅰ報カタクテイワシに関する研究, 日本水産学会誌, Vol. 15, No. 3.

- 横田滝雄・古川一郎（'52）日向灘に於けるイワシ類の資源学的研究 第Ⅲ報カタクチイワシの脊椎骨の変異と成長, 日本水産学会誌, Vol. 17 No. 819.
- 井上 明（'49）洲本附近のカタクチイワシの漁獲したものについて, 日本水産学会誌, Vol. 16, No. 2.
- 前川兼祐・八柳健郎（'51）山口県瀬戸内海における重要生物の資源学的研究第Ⅰ報 瀬戸内海のカタクチイワシについて, 日本水産学会誌, Vol. 16, No. 12.
- 中井甚二郎・林繁一・近藤恵一（'53）昭和27年（第2次）東海東北海区鯷資源調査経過概要. (謄写)
- 田中昌一（'53）東海東北海で水揚げされるカタクチイワシの体長組成, Ⅰ昭和26, 27年における伊勢湾及び遠州灘の体長組成. (謄写)
- 林繁一・近藤恵一（'54）昭和28年（第一次）東海東北海区鯷資源調査概要 カタクチイワシの成長 (謄写)
- 伊東祐方（'53）日本海のマイワシの成長, (1953年11月日本水産学会で発表)
- 日本海区水産研究所（'54）対馬暖流調査の稚魚網採集による卵稚仔査定結果 (謄写)