

スルメイカの資源学的研究 - II

日本海西南海域における系統群についての検討

安 達 二 朗

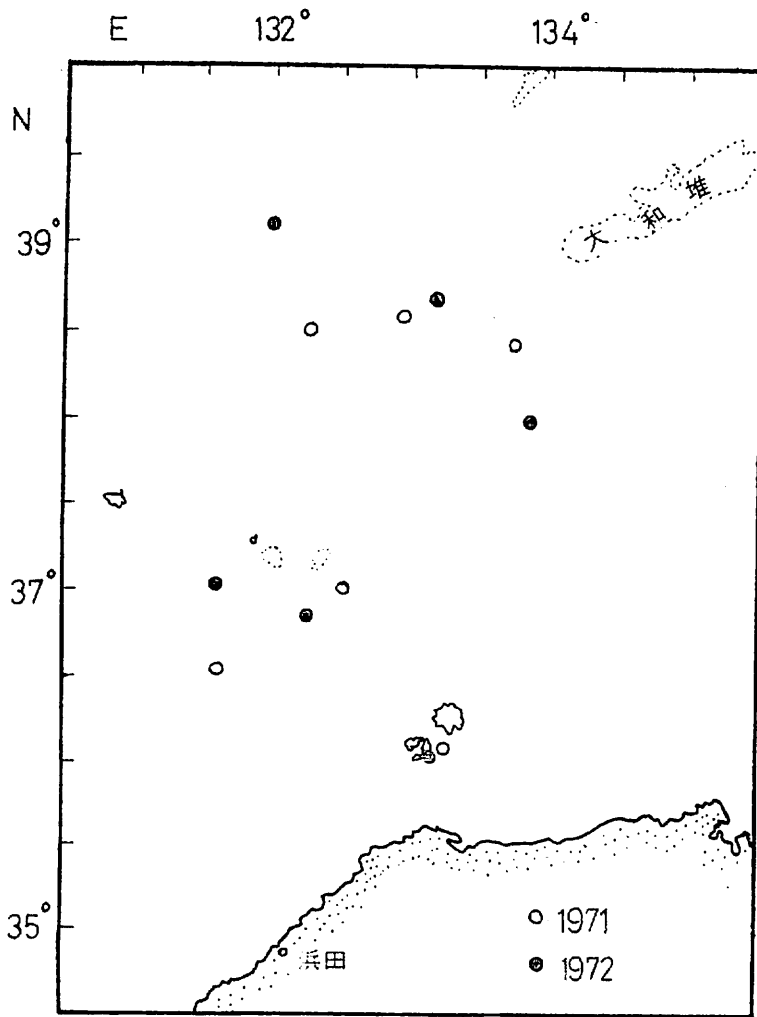
日本海西海海域におけるスルメイカの系統群についての論議は加藤(1964)、浜部(1966)、伊東(1972)により秋、冬、夏生れの3系統群説が提起されている。これらの研究はいずれも成長現象を物理的時間を基準とした絶対成長からとらえ、スルメイカの寿命を約1年と想定し、成長、成熟の差からの発生時期の推定によっている。一方、成長には体長と体重との関係といった相対成長の問題があり、両者とも生態学上において有効な手法として広く応用されている。著者は多くの魚類において分類学、形態学の分野で採用されている相対成長を考慮し、スルメイカの外套長-体重における相対成長係数の変動を利用して系統群の判別を試みた。あわせてこれに絶対成長を加味し、現に提起されている3系統群と結びつけ、この海域における系統群構成を検討したので、その結果について報告する。

1. 試 料

使用した試料は1971年および1972年の5~9月に浜田沖から大和堆にかけての海域で釣獲されたスルメイカについて、1標本につき70尾以上をランダムサンプリングしたものと、1971年および1972年の10月から翌年の3月にわたって隠岐島に設置された定置網に入網したスルメイカを同様に採集したものであり、合計21標本、2,403尾である。標本の採集は原則として採集間隔を一定とし、月1回としたが、1972年1月は隠岐島においてスルメイカの漁獲がなかったためその月にかぎり資料を欠いた。また、1972年9月は多項目測定を行なわなかったため雌雄に分類した測定資料を欠いている。標本の採集位置を第1図に示した。

2. 方 法

スルメイカの外套長 l と体重 w との関係式として $w = kl^n$ が適用され、 $\log w = \log k + n \log l$ と変換すると、相対成長係数 n は $L = \log l$ に対する $W = \log w$ の回帰直線の係数となる。この回帰係数 n の信頼限界 R はウイルクス(1955)から



第1図 標本の採集位置

$$R = n \pm t\alpha \cdot \left(\frac{\sum_{i=1}^N \left\{ (W_i - \bar{W}) - n(L_i - \bar{L})^2 \right\}}{(N-2) \sum_{i=1}^N (L_i - \bar{L})^2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

として求められる。得られた各標本の相対成長係数の信頼限界が重ならない場合には相対成長係長に差があるものとし、信頼区間を指標として系統群を分類した。また各標本の平均外套長と相対成長係長との間に直線関係が認められる場合、推定直線の信頼帯を落合(1952)の方法によって

作り、信頼帯に含まれる相対成長係数を持つ標本を同系統群、含まれないものを異系統群とみなした。計算にあたってはいずれの場合も危険率0.01とした。

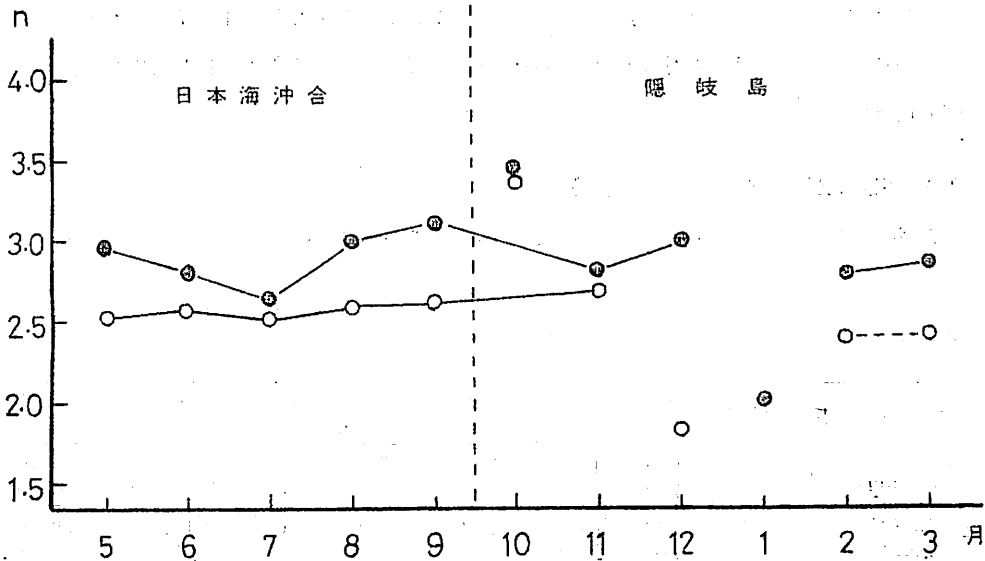
3. 結果および考察

1) 相対成長係数の信頼限界による系統群の判別

各標本の相対成長係数とその信頼区間および相対成長係数の季節的変動を示したのが第1表、第2図である。

第1表 スルメイカの相対成長係数とその信頼区間

採集場所	年月日	尾数	外套長範囲 cm	平均外套長 cm	体重範囲 g	平均体重 g	相対成長係数 n	相対成長係数の 信頼区間
日本海沖合	1971. 5. 15	94	14.0-19.0	16.9	50-155	99.4	2.5489	2.6028-2.4955
"	" 6. 15	99	18.2-25.2	21.2	120-370	208.1	2.6047	2.6812-2.5282
"	" 7. 26	123	19.8-26.7	22.9	180-385	258.5	2.5448	2.5859-2.5037
"	" 8. 21	138	20.5-29.7	25.1	160-605	353.1	2.6147	2.6562-2.5732
"	" 9. 18	96	22.2-30.0	25.7	200-615	367.5	2.6260	2.6874-2.5646
隠岐島	" 10. 18	80	21.0-27.0	23.2	170-420	239.1	3.3434	3.4920-3.1948
"	" 11. 18	197	21.3-29.3	25.1	170-680	316.5	2.7541	2.8302-2.6780
"	" 12. 19	89	21.3-27.6	24.4	200-420	298.0	1.8448	1.9257-1.7639
"	1972. 2. 10	79	17.3-27.5	23.7	100-410	269.0	2.4044	2.4666-2.3422
"	" 3. 22	100	21.5-26.8	24.3	170-400	274.3	2.4209	2.4921-2.0686
日本海沖合	1972. 5. 18	149	14.8-22.8	19.1	75-250	146.6	2.9954	3.0003-2.9905
"	" 6. 22	169	17.1-26.5	21.3	85-370	197.2	2.8058	2.9688-2.6433
"	" 7. 24	198	19.5-27.5	23.2	140-450	266.8	2.6646	2.6983-2.6309
"	" 8. 23	74	19.8-29.1	25.0	155-595	340.2	3.0077	3.0360-2.9794
"	" 9. 20	200	19.5-31.0	25.9	150-640	371.7	3.1782	3.1819-3.1745
隠岐島	" 10. 24	79	21.0-30.5	25.3	160-700	358.3	3.3838	3.4513-3.3163
"	" 11. 12	71	23.4-31.9	27.6	230-660	449.1	2.8395	3.0270-2.6520
"	" 12. 20	90	22.0-29.2	24.7	200-490	303.0	3.0310	3.1155-2.9465
"	1973. 1. 14	99	21.9-27.0	24.6	190-410	308.7	2.0223	2.2612-1.7834
"	" 2. 14	89	21.7-28.3	25.5	200-620	336.0	2.8140	2.8817-2.7463
"	" 3. 12	90	19.9-26.8	22.2	150-400	218.2	2.8704	2.9867-2.8041



第2図 スルメイカの相対成長係数の変動

- 1971~1972年 ———, - - - - - 同一信頼区間
- 1972~1973年

これによると1971年5月~1972年3月の相対成長係数は隠岐島の10月における3.8434から12月の1.8484までの範囲にある。信頼区間の重なり具合は、日本海沖合(5~9月)が隠岐島の11月につながり、10月と12そして2~3月とは相互に独立し4つの信頼区間となっている。1972年5月~1973年3月の相対成長係数は日本海沖合においては前年よりも変動が大きく、隠岐島でも10月の3.8888から1月の2.0223までの範囲で前年と同様傾向がみられる。信頼区間は日本海沖合では一部をのぞくと、すべてが重なりあうことはないが、5~9月までの平均外套長の増加を成長の連続とみなすと、その信頼限界は2.6309~8.1819となり、各月の相対成長係数は信頼限界内に含まれることになる。これと隠岐島との関連は11~12月と2~3月につながり、10月と1月とは相互に独立している。したがって3つの信頼区間に分類される。

この結果から日本海沖合から隠岐島にかけての海域に3~4つの系統群の存在することが推定されたが、このうち日本海沖合と隠岐島の11~12月のものはこれまでの報告(加藤, 1964; 浜部, 1966)にみられる隠岐島で秋イカとよばれている系統群と思われる。すなわち1971年の場合は沖合から隠岐島の11月に、1972年は11~12月に来遊してきたことになり、年

次によって来遊時期の異なることが考えられる。また冬イカと呼ばれているスルメイカ群は12月から翌年3月が漁期となっているが、結果からみると1971年12月と1972年2~3月とは異なった系統群となる。2~3月は採集月からみると浜部(1963)の報告した但馬沿岸の夏イカの構成員と思われる。

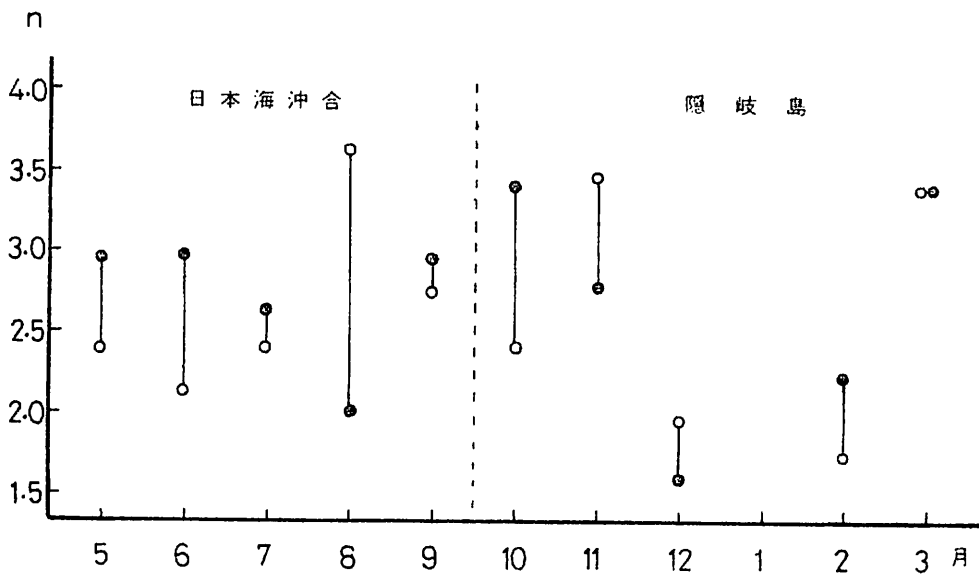
2) 相対成長係数の雌雄による差異

雄および雌の相対成長係数(第2表)の変動を示したのが第3図、第4図である。

第2表 雄と雌の相対成長係数

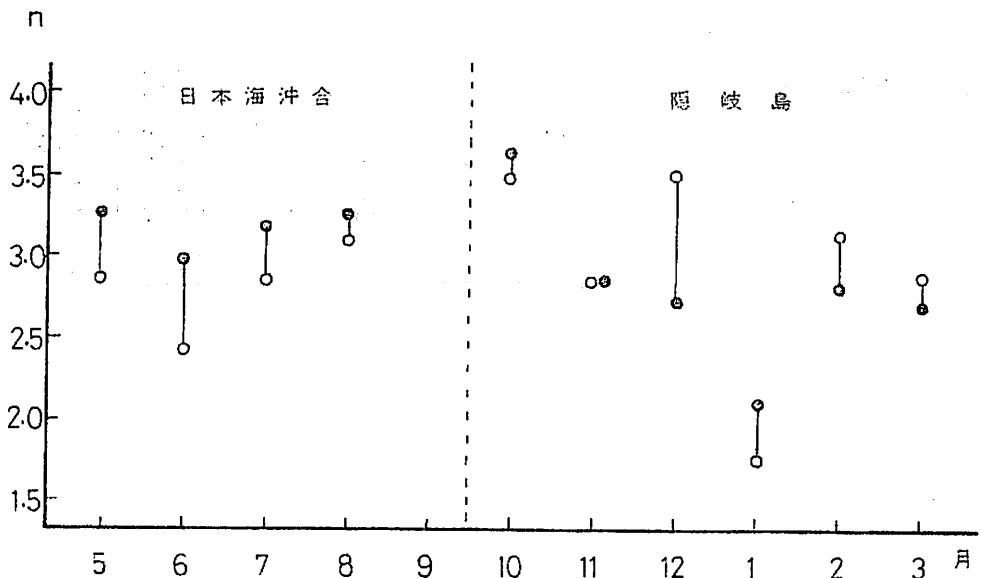
採集所	年月日	性別	外套長範囲 cm	平均外套長 cm	体重範囲 g	平均体重 g	相対成長係数 n
日本海 沖合	1971. 5. 15	♂	14.0 - 19.0	16.4	50 - 155	91.5	2.3485
		♀	15.0 - 19.0	17.4	50 - 150	105.4	2.9910
	" 6. 15	♂	18.2 - 24.0	21.0	120 - 320	204.8	2.3319
		♀	18.5 - 25.2	21.2	120 - 370	218.1	2.9832
	" 7. 26	♂	19.8 - 26.7	22.6	180 - 385	253.2	2.4041
		♀	20.5 - 26.6	23.1	180 - 365	265.0	2.6458
	" 8. 21	♂	20.5 - 27.8	24.4	160 - 470	332.2	3.6143
		♀	21.8 - 29.7	25.8	210 - 605	374.1	2.0826
	" 9. 18	♂	22.2 - 26.8	24.7	200 - 465	333.6	2.7551
		♀	23.5 - 30.0	26.7	250 - 615	398.9	2.9471
隠岐島	" 10. 18	♂	21.0 - 24.8	22.9	170 - 330	228.6	2.4234
		♀	22.8 - 27.0	24.2	228 - 420	265.2	3.4211
" 11. 18	♂	21.3 - 27.4	24.3	170 - 400	287.1	3.4545	
	♀	23.8 - 29.3	26.1	230 - 680	349.3	2.7039	
" 12. 19	♂	21.3 - 25.4	25.5	200 - 340	274.2	1.9942	
	♀	23.9 - 27.6	25.5	250 - 420	329.8	1.6164	
" 1972. 2. 10	♂	17.3 - 25.0	22.1	100 - 320	217.7	1.7852	
	♀	19.5 - 27.5	24.9	170 - 410	313.0	2.2680	
" 3. 22	♂	21.5 - 26.8	23.9	180 - 360	268.1	3.4206	
	♀	22.0 - 26.6	24.5	170 - 400	280.5	3.4211	
日本海 沖合	1972. 5. 18	♂	15.5 - 22.0	18.9	75 - 215	142.5	2.3435
		♀	14.8 - 22.8	19.5	85 - 250	152.3	3.3429
	" 6. 22	♂	18.1 - 25.0	20.9	105 - 370	189.1	2.4492
		♀	17.1 - 26.5	21.7	85 - 355	206.7	3.0034
	" 7. 24	♂	19.5 - 26.0	22.8	140 - 380	258.1	2.9017
♀		20.0 - 27.5	23.6	160 - 450	275.2	3.2258	
" 8. 23	♂	19.8 - 27.4	24.7	155 - 490	330.2	3.1579	
	♀	21.2 - 29.1	25.2	190 - 595	350.2	3.2853	
隠岐島	" 10. 24	♂	21.0 - 28.3	23.6	160 - 510	284.0	3.5040
		♀	22.7 - 30.5	26.9	260 - 700	446.7	3.6237
" 11. 12	♂	23.4 - 27.4	25.8	230 - 470	257.9	2.3558	
	♀	21.4 - 32.1	28.1	300 - 730	447.0	2.3584	

採集場所	年月日	性別	外套長範囲 cm	平均外套長 cm	体重範囲 g	平均体重 g	相对成長係数 n
隠岐島	1972. 12. 20	♂	228—26.0	24.2	200—420	282.5	3.5263
		♀	22.0—29.2	25.5	220—490	330.6	2.7865
"	1973. 1. 14	♂	22.1—25.0	23.9	230—340	292.5	1.7837
		♀	21.9—27.0	25.2	190—410	317.3	2.1694
"	" 2. 14	♂	21.9—25.4	25.5	220—340	295.6	3.1961
		♀	21.7—28.3	26.1	200—620	353.7	2.8255
"	" 3. 12	♂	19.9—24.0	21.6	160—300	198.8	2.9172
		♀	20.0—26.2	22.9	150—400	239.2	2.7603



第8図 1971～1972年
雄雌別の相对成長係数の変動

○-----♂
●-----♀



第4図 1972~1973年
雄雌別の相対成長係数の変動

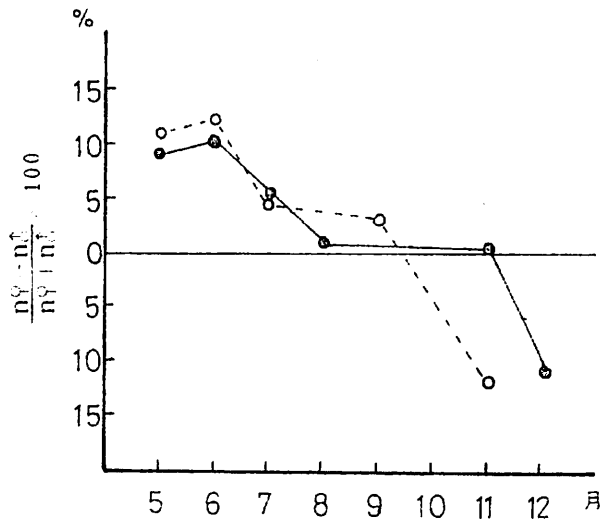
○-----♂
●-----♀

日本海沖合では1971年8月をのぞくと、いずれも雄よりも雌の相対成長係数が大きく、その差は6月以降しだいに小さくなる傾向がみられる。隠岐島では季節的に大きくて複雑な変動を示している。

前項で信頼区間が重なることにより日本海沖合(1972年5~9月)と隠岐島(1973年2~3月)とが重なっていることを述べたが、該当期間の日本海沖合の相対成長係数は雌が大きく、反対に隠岐島では雄が大きくなっている。また第1表に示した平均外套長も5~9月が2~3月に比べて大きい。このことはたとえ信頼区間が重なりあったとしても、質的に明瞭な相違のあることを示し、外套長の成長においても系統的連続のないことを示している。したがって隠岐島(1973年2~3月)と日本海沖合(1972年5~9月)とは異なった系統群であるといえる。

つきに同系統群と推定された日本海沖合(1971年および1972年5~9月)と隠岐島(1971年11月, 1972年11~12月)の雄雌の相対成長係数の相対差の変動を示したのが第5図である。

両年とも6月以降しだいに相対差が小さくなり、1971年は11月、1972年は12月に逆転している。この現象をスルメイカの成長から産卵にいたるまでの相対差の変動パターン、すなわち未成体期においては雌の相対成長係数が雄よりも大きく、成熟するにしたがって雌雄の差が小さくなり、完熟期あるいは産卵期に入ると逆に雄の相対成長係数が大きくなるという仮説（安達，1974）から産卵期は11～12月と推定され、これらは広く日本海沖合に分布している秋生れ系統群（新谷，1968；伊東，1972）と判定される。

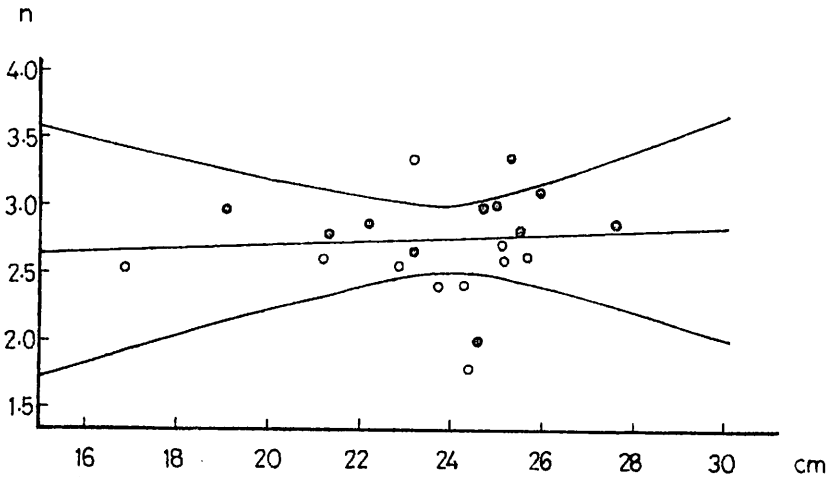


第5図 同一系統群の雄雌における相対成長係数の相対差の変動

○ 1971年，● 1972年

3) 相対成長係数と平均外套長の関係

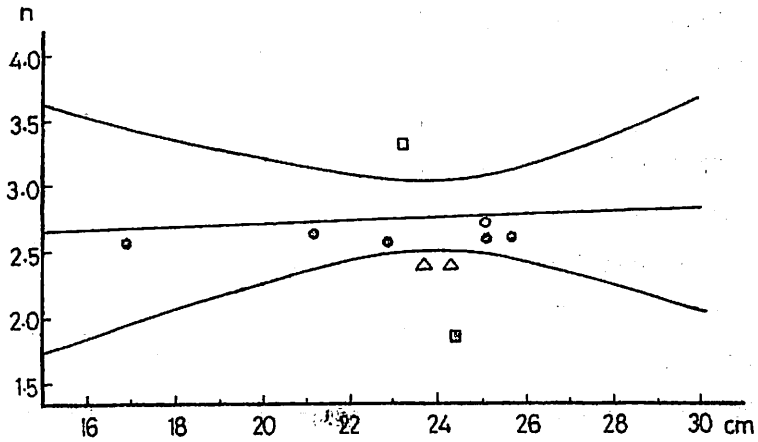
平均外套長の増加にしたがって相対成長係数も大きくなる傾向がみられ、両者の間に直線関係が認められるので、推定直線とその信頼帯を求めて第6図に示した。



第6図 相対成長係数と平均外套長との関係

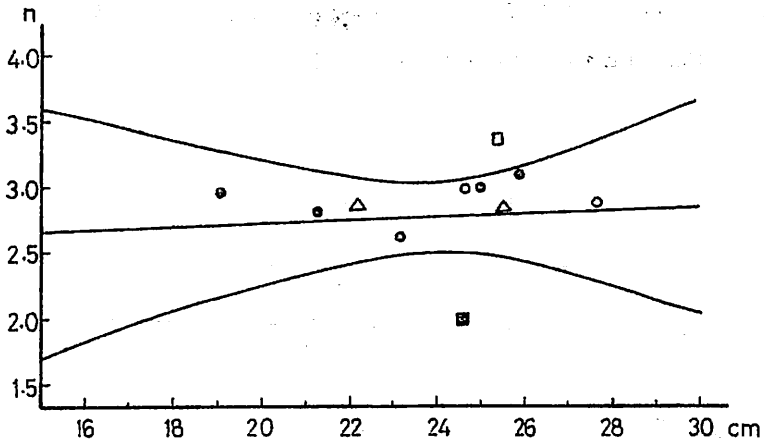
○ 1971～1972年，● 1972～1973年

信頼帯の上側と下側にはずれるもの2群と信頼帯に含まれる1群の合計3群の存在が推定される。これを年次ごとに分離し、1, 2項で分類した系統群をマークして図示すると第7図, 第8図となる。



第7図 系統群の判別 1971~1972年

- 5~9月 (日本海沖合)秋生れ群
- 10月 (隠岐島)
- 11月 (")秋生れ群
- 12月 (隠岐島)
- △ 2月, 8月 (")

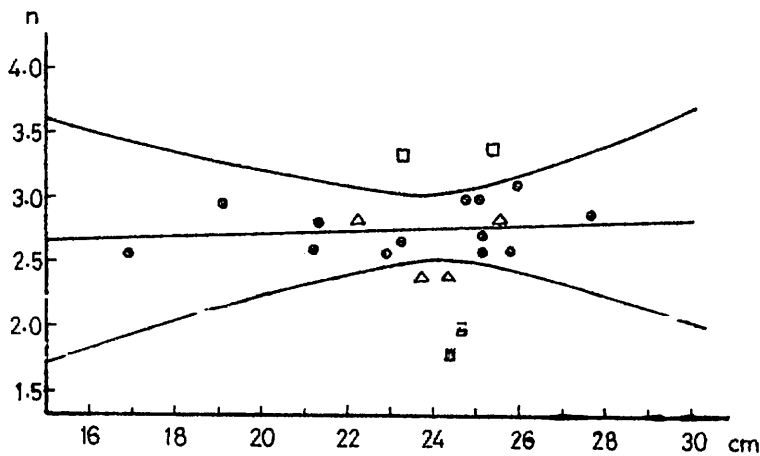


第8図 系統群の判別 1972~1973年

- 5~9月 (日本海沖合)秋生れ群
- 10月 (隠岐島)
- 11月, 12月 (隠岐島)秋生れ群
- 1月 (隠岐島)
- △ 2月, 8月 (")

これによると兩年とも信頼帯の上側にはずれているのは隠岐島の10月である。信頼帯に含まれるのは秋生れ群と隠岐島の1978年2~3月であるが、後者は前項で示したとおり秋生れ群とは異なる。信頼帯の下側にはずれるのは隠岐島の1971年12月と1973年1月および1972年2~3月である。このうち1972年2~3月は相対成長係数の信頼区間が独立しているので別系統群である。したがって兩年の隠岐島の2~3月は秋生れ群とも異なり信頼帯の下側にはずれている系統群とも異なることになるので、信頼帯によって推定された3群は実際には4系統群となる。

これらを整理したものが第9図であるが隠岐島の10月の標本をA群、日本海沖合と隠岐島の1971年11月、1972年11~12月をB群、隠岐島の1971年12月、1973年1月を



第9図 スルメイカ系統群

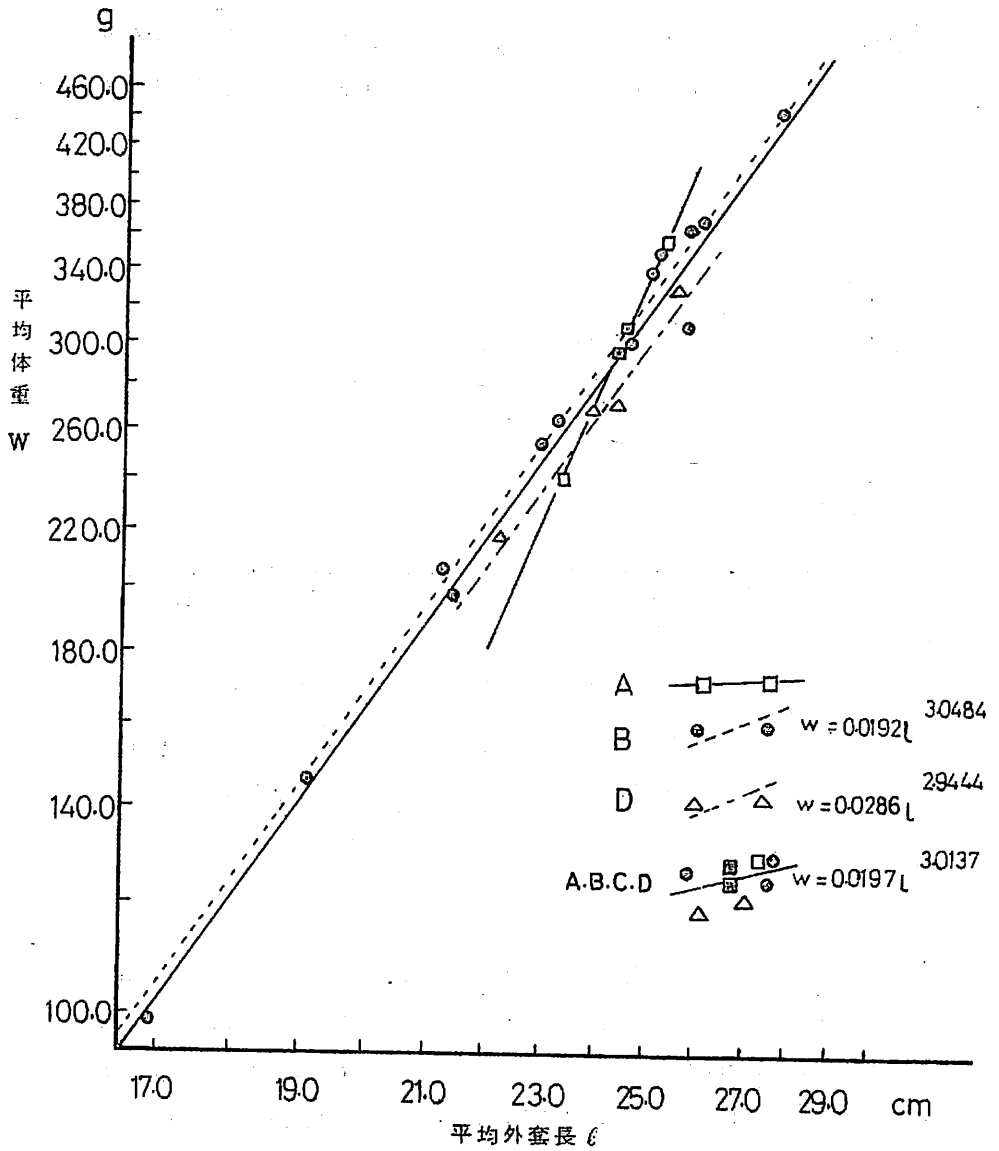
- A群 (1971年10月, 1972年10月)
- B群 ... 秋生れ群 (1971年5~9月 11月, 1972年5~9月 11~12月)
- C群 ... 冬生れ群 (1971年12月, 1973年1月)
- △ D群 ... 夏生れ群 (1972年2~3月, 1973年2~3月)

C群、隠岐島の2~3月をD群と仮称する。これらのうちB群はすでに秋生れ群と推定されたが残りを同様に発生時期を基準とした系統群に結びつけてみる。すなわち隠岐島海域に11~3月までの間に来遊するスルメイカ群の外套長の組成は漁期が進むにつれて見かけ上小型化するという現象がみられ(加藤, 1964), またスルメイカの系統群別の成長型として秋生れ群>冬生れ群>夏生れ群の傾向がある(伊東, 1972)ので、これを系統群の交替と考えると、第1表の11~3月(C, D群)の平均外套長は時期が進むにしたがってだいに小さくなる傾向があり、加藤(1

964)の報告とほぼ一致している。つまりC群は冬生れ群、D群は夏生れ群と推定される。A群は論拠となるものがないので、この段階では発生時期を推定することができない。

4) 系統群間における外套長-体重の相対成長

全標本の平均外套長と平均体重との関係式は $w = 0.0197l^{3.0187}$ となる(第10図)。



第10図 平均外套長と平均体重の関係

これは漁期，漁場，性別，系統群をこみにしたほぼ固定された関係式とみなされ，外套長16.0 cm以上の個体について適用され得るであろう。

前項1～3において系統群の差異を検討したが第10図についてその関係式を求めると，まず信頼帯に含まれるB群（秋生れ群）の関係式は $w = 0.0192l^{3.0484}$ となる。信頼帯の上側にはずれるA群は標本が2つなので2点を結んだが直線の傾斜はいくらか小さくなるであろう。D群（夏生れ群）は4標本から関係式を求めると $w = 0.0286l^{2.9444}$ となる。C群（冬生れ群）は標本の平均外套長がほぼ等しいので関係式を求めることができないが，いずれにしても明確にしなければならない課題である。これらの各系統群の平均外套長と平均体重との関係はそれが種内だけに限らないことを示していると考えられる。

5) A群の発生時期の推定

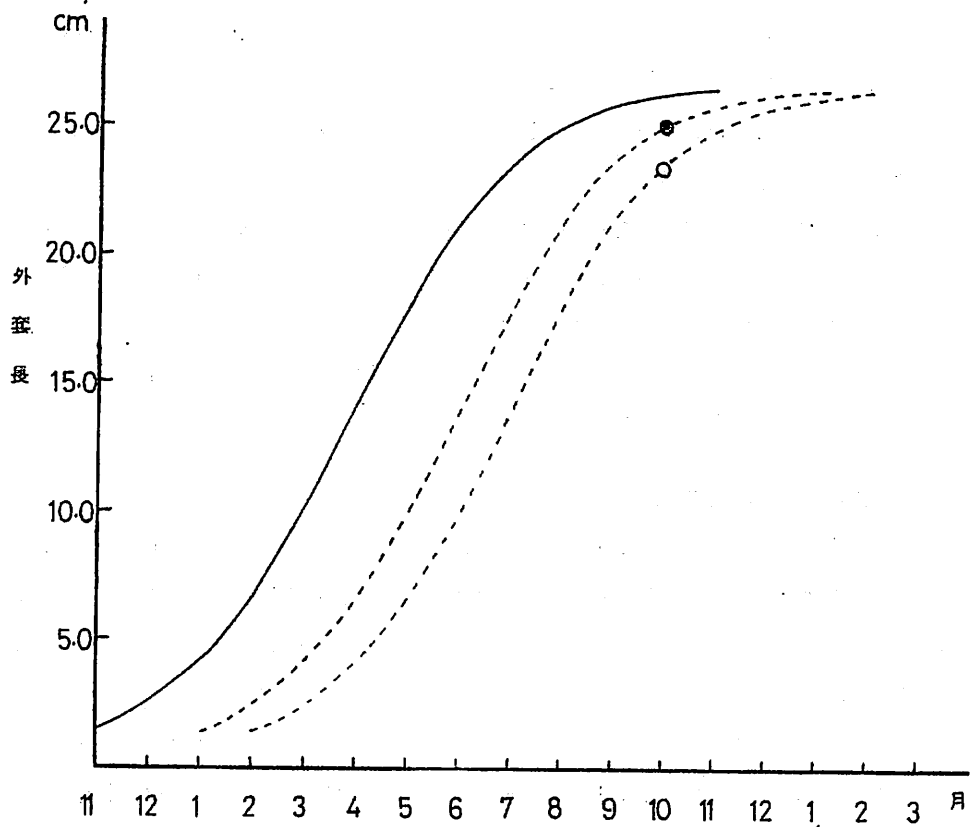
前項2で秋生れ群の発生時期を11～12月と推定したが，その時期を一応11月とし，2ケ年の平均外套長および平均体重から新谷（1972）にしたがって外套長と体重の理論成長を求めた（第3表，第11図，第4表，第12図）。成長式のLmaxとWmaxの値は定差図から求めた理論値である。

A群の外套長と体重はともにそれぞれの理論成長曲線に適合しないので秋生れ群でないと考えられる。ところが隠岐島の10月と11月に来遊するスルメイカ群は外套長からは大小を区別できない（加藤，1964；浜部，1966）ので，A群と秋生れ群の外套長の成長率はほぼ同じであることが推定される。したがって第11図において秋生れ群の理論成長曲線をA群に適合させると，1971年10月は秋生れ群よりも3ヶ月，1972年は2ヶ月遅れて発生していることになり，

第3表 秋生れ群の外套長の成長

月	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
標本 平均値							18.0	21.3	23.1	25.0	25.8		(26.9)
理論値 g_r	1.4	2.4	4.1	6.7	10.2	14.2	18.0	21.2	23.4	24.9	25.8	26.3	26.5

$$L_t = \frac{L_{\max}}{1 + e^{28996 - 0.6007 t}}$$



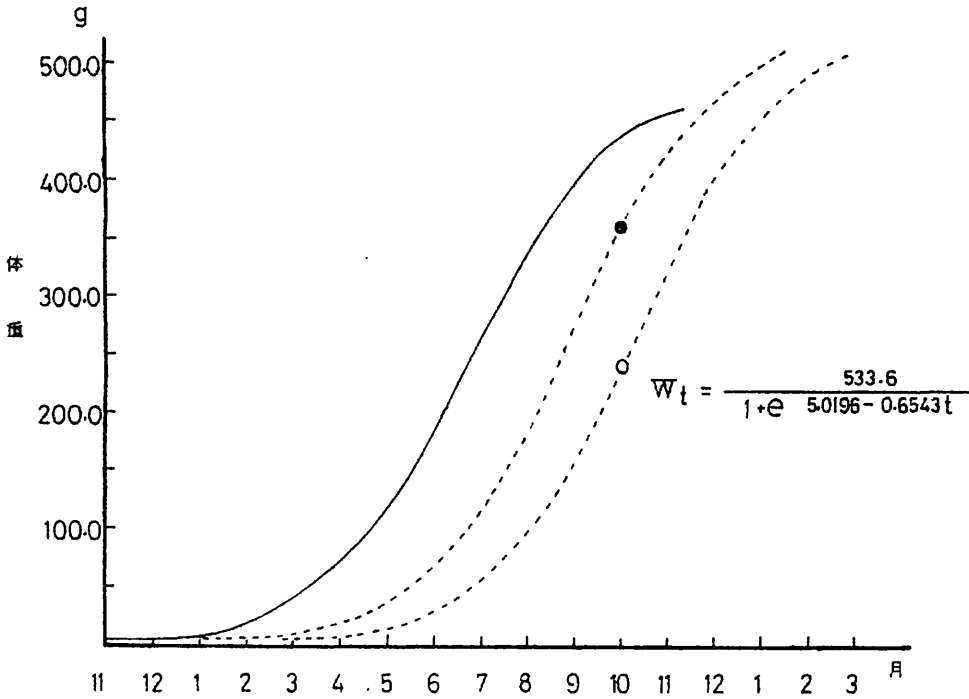
第11図 秋生れ群の外套長の理論成長曲線

- 1971年 A群
- 1972年

第4表 秋生れ群の体重の成長

月	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
標本 平均値							123.0	202.7	346.7	346.7	369.6		(480.6)
理論値 g_t	3.2	6.2	11.7	22.2	40.7	78.0	122.6	191.7	341.0	341.7	396.5	433.0	454.6

$$W_t = \frac{\bar{W}_{\max}}{1 + e^{4.9976 - 0.6651t}}$$



第12図 秋生れ群の体重の理論成長曲線

- 1971年
- 1972年
- A群

それぞれの発生時期は2月と1月になる。一方、秋生れ群の外殻長に対する体重の増加率（相対成長係数）は第10図から3.0484で、A群の外殻長に対する体重増加率の2ヶ年の平均値は3.8686である（第1表）。したがってA群の体重増加率は秋生れ群の約1.10倍となるが、上述のとおり外殻長の成長率は両系統群ともほぼ等しいから、同一時期におけるA群の体重は秋生れ群の体重の1.10倍となる。このような考え方にもとづいて算出したA群の体重理論値を第5表に示した。これよりA群の体重理論成長曲線を求め、第12図においてA群に適合させると、1971

第5表 A群の体重理論値

発生後の時間(月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
秋生れ群から算出した理論体重 g_t	6.8	12.9	24.5	44.9	80.5	135.3	211.5	296.8	377.0	487.5	477.8	501.6

年は2月、1972年は1月に発生したことになる。このように外套長と体重の成長曲線からA群の発生時期が共通して1~2月と推定された。すなわちA群は冬生れ群であるといえる。

ところで前項3においてC群を冬生れ群と推定したが、このA群との相違は相対成長係数値と出現時期である。A群の相対成長係数が3.3434~3.3838であるのに対して、C群は1.8448~2.0223で極端な違いがみられる。出現時期はA群が10月、C群が12月と1月であり、1972~1973年は10から1月までのA群からC群へという外套長の成長に系統的な連続が認められない(第1表)。また漁獲量といった量的変動においてC群がA群にくらべてはるかに多い(安達, 1972)ということも、A群がこれまでに報告されているC群(冬生れ群)の回遊経路、時期(新谷, 1968)とは異なっていることを示唆している。浜部(1966)は隠岐島の9~11月に来遊するスルメイカ群を一律に日本海沖合から南下してきた産卵群(秋生れ群)としているが、これは例年、同一時期に同一系統群が来遊するという仮定にもとづいて外套長の成長や成熟状態を検討した結果であろう。相対成長係数から判別された隠岐島の10月にのみ出現したA群という冬生れ群は成熟状態を検討していないため、これを論議するなにもものもないが、今後解明されなければならない問題である。

4. 結 言

これまでいくつかの項目にわけて論議を進めてきたが、それらの結果はスルメイカの系統群を相対成長から導かれた形態的特徴(相対成長係数)と絶対成長から観察された生態的特徴(発生時期の推定)とをあわせて検討したものである。現在、資源研究に用いられている系統群は漁業の実体に応じた漁況予測の単位であると思われ、この意味からの生態的特徴による系統群の分類は具体的な判別基準があまり客観性に乏しい。また、形態的特徴としての相対成長係数は、MARTIN(1949)が指摘しているように海洋環境の時間的変動がスルメイカの寿命という時間内において多様に働きかけ、それらの特徴を複雑にし解釈をむずかしくしている。しかし両者を比較した場合、相対成長係数を基準として判別した方がより具体的であり、形態的特徴と生態的特徴とが結びつけられるかぎり、非常に有効な方法であると思われる。

5. 要 約

- 1) 浜田沖から大和堆にかけての海域と隠岐島で採集したスルメイカについて、外套長と体重における相対成長係数から系統群を判別し、この海域における系統群構成を検討した。
- 2) 系統群は相対成長係数の信頼限界から3~4群、相対成長係数と平均外套長における推定直線の信頼帯から3群の存在が推定された。

3) 雄と雌の相対成長係数の相違を検討した結果、3群と推定された系統群は実際には4群が存在すると判定された。

4) 4群と判定された系統群の発生時期を推定し、秋生れ、冬生れ、夏生れの3系統群に結びつけたところ、冬生れ群の中に相対成長係数の大きい群と小さい群の2群の存在することが推定された。

5) 各系統群の相対成長係数はそれぞれ異なるものと考えられ、秋生れ群の外巻長と体重の関係式として、 $w = 0.0192l^{3.0484}$ が得られた。

6) 4), 5) から派生して秋生れ群の外巻長と体重の成長式としてそれぞれ次の式が得られた。

$$L_t = \frac{26.9}{1 + e^{2.8996 - 0.6007t}}$$

$$W_t = \frac{480.6}{1 + e^{4.9976 - 0.6651t}}$$

ただし $t = 0, 11$ 月

7) 相対成長係数の大きい冬生れ群は隠岐島の10月にのみ出現した。また秋生れ群、相対成長係数の小さい冬生れ群の隠岐島への来遊時期は年によって異なることがわかり、5~9月の日本海沖合に分布しているスルメイカ群は秋生れ群、隠岐島の2~3月に来遊するスルメイカ群は夏生れ群と推定された。

8) 系統群の判別にあたって、相対成長係数を基準とした方が発生時期を基準とするよりも具体的であり、両者が結びつけられるかぎり有効な方法であると思われる。

おわりに、この研究の機会を与えられ、ご指導いただいた島根県水産試験場新井都登司場長、山崎繁海洋科長、報告作成にあたり有益な助言をいただいた漁業科長児島俊平博士、また標本の採集に協力いただいた同場島根丸浅中正船長以下乗組員の方々、資料の整理作図にご協力いただいた和田美佐子氏に心から感謝する。

文 献

- 加藤源治(1964):生態面からみたスルメイカ系統群の追跡—Ⅲ。日水研報告, 13。
浜部基次(1966):日本海西南海域を主にしたスルメイカの生態学的研究。日水研報告, 16。
——(1968):スルメイカの生殖腺衰弱から斃死にいたる経過。日水研報告, 11。
伊東祐方(1972):スルメイカの漁況予測精度向上のため資源変動機構に関する研究。スルメイカの漁業, 生活史および資源の現状の概要。農林水産技術会議研究成果。

- S. S. ウイルクス (1955) : 初等統計解析. 林周二訳, 東京大学出版会.
- 落合 明 (1952) : ニギスの生態学的研究, 第2報, 体長と体重の成長係数について. 個体群生態学の研究, I.
- 新谷久男 (1968) : スルメイカの資源. 水産研究叢書, 16.
- (1972) : スルメイカの漁況予測精度向上のための資源変動機構に関する研究. 北海道周辺海域におけるスルメイカの系統群. 農林水産技術会議研究成果.
- 安達二郎 (1972) : 隠岐島におけるスルメイカ漁獲量と冬生れ群の関係について. 水産海洋研究会報, 第21号.
- (1974) : スルメイカにおける相対成長係数と性成熟の関係について. 未発表.
- W. R. MARTIN (1949) : The mechanics of environmental control of body form in fishes. Publications of the Ontario Fisheries Research Laboratory, No. 70.