

スルメイカの資源学的研究—Ⅲ

スルメイカの肥満度についての検討

安 達 二 朗

I は し が き

魚類の肥満度は生理状態、系群の相違等の指標として利用されているが、これは体長 L と体重 W の関係において近似的に $W=KL^3$ の関係式が成りたつことを前提にしている。ところが多くの魚類では体長—体重の関係式として $W=kL^n$ が適用されても、必ずしも n の値は3、あるいは3に近似するとは限らない(久保・吉原, 1969)。したがって、成長係数 n が3でない場合には体長の異なる魚群間に肥満度を用いて比較することはできない。このことはスルメイカにおいても外套長 L と体重 W の関係式として $W=kL^n$ が適用されているため同じことがいえる。ここでは九州沿岸と日本海西部海域で採集されたスルメイカについて外套長と体重における関係式の推定と肥満度の適用性についての検討を試み、あわせて相対成長係数が3でない場合、また3と認められても肥満度が成長段階によって変動する場合の外套長の異なるスルメイカ群間での比較方法を検討したので報告する。

II 資 料

この報告に用いた資料は1974～1975年に採集されたものであるが、スルメイカには秋生まれ、冬生まれ、夏生まれの3系統群が仮説されているため、各系統群ごとに測定資料を整理した(第1～4表)。すなわち秋生まれ群の資料は5～10月に浜田沖から日本海中央部にかけての海域で釣獲されたスルメイカで、合計32標本、1,542尾である。冬生まれ群は3～5月に長崎県五島、対馬、下松、奄岐、佐賀県唐津湾、島根県小浜、仁万に設置された定置網に入網したもので9標本、566尾、また、夏生まれ群は島根県恵曇港を根拠とする一本釣漁船によって恵曇沖で釣獲されたスルメイカで8標本、460尾である。いづれの標本もランダムサンプリングされたもので全体として49標本、2,568尾が検討対象となった。

III 方 法

各標本について外套長 L と体重 W との関係式として $W=kL^n$ が適用されるとして $l = \log L$,

$w = \log W$ と対数変換を行ない、 $w = n\ell + \log h$ という直線式に変換して相対成長係数 n と始原成長指数 h を(1)、(2)式によって推定した。

$$n = r \cdot \frac{Sw}{Sl} \dots\dots(1) \quad \log h = \bar{w} - r \cdot \frac{Sw}{Sl} \cdot \bar{\ell} \dots\dots(2)$$

また、 $K = \frac{W}{L^3}$ から $\log K = \bar{w} - 3\bar{\ell} \dots\dots(3)$ と変型し、真数 K を求めて平均肥満度とした。

次に $n = 3$ 、 $h = K$ を検定するために n 、 h の信頼限界を(4)、(5)式(デミング, 1952)によって求めた。 $t_{0.05}$ は危険率 0.05 に対する t 分布の値である。

$$n \text{ の信頼限界} = n \pm t_{0.05} \sqrt{Vn} \dots\dots(4)$$

$$Vn = \frac{1-r^2}{N-2} \cdot \frac{Sw^2}{Sl^2}$$

$$h \text{ の信頼限界} = n \pm t_{0.05} \sqrt{Vh} \dots\dots(5)$$

$$Vh = \frac{1-r^2}{N-2} \cdot Sw^2 \left(1 + \frac{\bar{\ell}^2}{Sl^2} \right)$$

ただし、(1)~(5)式において、

$$r = \frac{N}{\sum_{i=1}^N} \frac{(\ell_i - \bar{\ell})(w_i - \bar{w})}{N \cdot Sl \cdot Sw}$$

$$Sl^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\ell_i - \bar{\ell})^2, \quad Sw^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (w_i - \bar{w})^2$$

$$\bar{\ell} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \ell_i, \quad \bar{w} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N w_i$$

$n = 3$ が n の信頼限界内に含まれ、平均肥満度 K も h の信頼限界内に含まれる時、対象標本の成長係数が 3 と認められ、 K によって標本群を比較できる可能性がある。

また、次に各標本について $n = 3$ 、 $h = K$ が認められない時、また、認められても標本群において K が成長段階によって変動する場合には、外套長の K に対する影響を除くため肥満率 K' を求めて比較した。

$$K' = \frac{W}{WE} \dots\dots(6)$$

ただし、 W …… 標本の平均体重

$$WE \dots\dots W = h L^n$$

から推定された理論体重である。

IV 結果ならびに考察

1. 外套長と体重の関係

各系統群ごとに外套長-体重の関係式を第1~4表に示した。これらの表には標本の大きさ、外套長-体重における相対成長係数 n 、始原成長指数 h 、 l と w との相関係数 r 、外套長と体重の範囲等を示してある。冬生まれ群(第1表)の平均外套長は4.7~14.5cmで時間の経過にもなつて増大していく傾向のみられるのは外套長の成長を示しているものと考えられる。相関係数は0.9027~0.9832ときわめて高く、 l と w との直線へのあてはまりの良さをよくあらわしている。相対成長係数は2.3071~2.9646で標本間での変動の大きいことがうかがわれる。冬生まれ群の全資料を用いて外套長-体重の関係式を求めると $W=0.0479L^{2.6621}$ となり、冬生まれ群の相対成長係数の値は安達(1975)の報告のとおり3より小さいことを示唆している。

また、夏生まれ群(第2表)については l と w との相関係数が0.809~0.9532で冬生まれ群にはおよばないが直線へのあてはまりはかなりよいことを示している。相対成長係数は1.8542~3.2492と標本間での変動は大きい、全資料についてみると3.0881となり、その分散も0.0038と小さく、かつて報告された(安達, 1975)とあり夏生まれ群の相対成長係数はほぼ3に近似することを示している。

次に秋生まれ群(第3~4表)について2ケ年を一括して検討すると、平均外套長は5~10月までに19.1~25.8cmを示し、この期間における外套長の成長の様子を示している。また、 l と w における相関係数は0.6605~0.9686を示し、冬生まれ群、夏生まれ群に比較して変動が大きくなっている。しかし、各年ごとに全資料を用いたものは、1974年が0.9355、1975年は0.9374で、2ケ年全体としては、0.9288を示して直線へのあてはまりがよくなっている。相対成長係数は2.4687~3.9998と標本間での変動がきわめて大きいことがうかがわれるが、この場合にも全資料を用いて外套長-体重の関係式を算出すると、1974年が $W=0.0191L^{3.0272}$ 、1975年は $W=0.0163L^{3.0561}$ 、2ケ年では $W=0.0199L^{3.0033}$ となり、いずれも相対成長係数はほぼ3に近似することがわかる。

第1表 冬生まれ群の外套長 - 体重関係表

標本 番号	年月日	採集場所	尾数	平均外套長 cm 体重 gr	外套長 cm 範囲 体重 gr	相関係数 r	成長係数 n	n の分散 Vn	n の信頼区間	始原成長 指数 k	k の信頼区間	平均肥 満度 K	肥満率 K'
1	1975 3. 6	北浜 (長崎)	55	4.7 3.4	2.9 ~ 9.0 1.1 ~ 14.8	0.9547	2.4828	0.0089	2.2941 ※ ~ 2.6715	0.0715	0.0507 ※ ~ 0.1010	0.0320	1.1333
2	3.12	五島 (長崎)	99	8.4 12.5	6.8 ~ 10.6 7.0 ~ 23.7	0.9511	2.6049	0.0072	2.4352 ※ ~ 2.7746	0.0493	0.0486 ※ ~ 0.0707	0.0213	0.9058
3	3.17	対馬 (長崎)	53	5.5 4.3	3.5 ~ 6.9 1.5 ~ 8.1	0.9142	2.4453	0.0231	2.1413 ※ ~ 2.7493	0.0672	0.0653 ※ ~ 0.1130	0.0261	0.9556
4	3.18	対馬 (長崎)	65	4.8 2.9	3.8 ~ 6.6 1.8 ~ 7.5	0.9669	2.5766	0.0073	2.4057 ※ ~ 2.7475	0.0511	0.0391 ※ ~ 0.0669	0.0263	0.9355
5	3.19	壱岐 (長崎)	71	6.8 7.7	5.5 ~ 9.7 4.6 ~ 16.7	0.9243	2.3449	0.0139	2.1115 ※ ~ 2.5783	0.0847	0.0542 ※ ~ 0.1329	0.0240	0.9872
6	4. 4	唐津 (佐賀)	63	8.4 15.3	5.8 ~ 10.0 6.2 ~ 26.3	0.9027	2.3071	0.0196	2.0271 ※ ~ 2.5871	0.1131	0.0624 ※ ~ 0.4875	0.0259	1.1087
7	5.15	小浜 (島根)	50	13.5 51.1	10.5 ~ 18.2 37.0 ~ 115.0	0.9367	2.7744	0.0224	2.4751 ~ 3.0737	0.0372	0.0170 ~ 0.0851	0.0206	1.0450
8	1974 5 7	小浜 (島根)	50	14.5 63.1	9.5 ~ 17.6 20.0 ~ 120.0	0.9832	2.8755	0.0058	2.7232 ~ 3.0278	0.0291	0.0193 ~ 0.0472	0.0208	1.0659
9	5.31	仁万 (島根)	60	13.0 44.1	9.3 ~ 15.8 14.8 ~ 85.1	0.9661	2.9646	0.0107	2.7577 ~ 3.1715	0.0219	0.0128 ~ 0.0372	0.0200	0.9955
			566	8.0 12.1	2.9 ~ 18.2 1.1 ~ 120.0	0.9884	2.6621	0.0003		0.0479			

第2表 夏生まれ群の外殻長—体重関係表

標本 番号	年月日	採集場所	尾数	平均 外套長 cm 体重 gr	外套長 cm 範囲 体重 gr	相関係数 r	成長係数 n	nの分散 Vn	nの信頼区間	始原成長 指数 k	kの信頼区間	平均肥 満度 K	肥満率 K'
1	1974 5.18	恵曇 (島根)	58	21.0 201.2	18.3~28.9 184.9~319.9	0.8674	3.1135	0.0622	2.6147 ~3.6123	0.0158	0.0038 ~0.0702	0.0216	1.0045
2	5.28	仁万 (島根)	39	22.2 254.6	17.5~26.6 110.0~449.9	0.9532	3.2492	0.0275	2.9141 ~3.5843	0.0107	0.0037 ~0.0304	0.0232	1.0711
3	1975 4.16	恵曇 (島根)	60	21.2 205.1	18.1~24.6 147.9~367.9	0.9102	2.9884	0.0317	2.5823 ~3.2945	0.0259	0.0087 ~0.0771	0.0215	0.9947
4	5.8	"	62	21.6 208.9	19.1~23.0 129.8~269.9	0.8888	2.8049	0.0344	2.4339 ~3.1759	0.0379	0.0121 ~1.1874	0.0208	0.9565
5	5.20	"	76	22.3 255.4	18.6~24.5 143.9~327.9	0.9184	2.7150	0.0177	2.4519※ ~2.9781	0.0554	0.0244※ ~1.2551	0.0228	1.0593
6	6.1	"	50	21.6 224.6	19.5~23.4 159.9~325.8	0.8093	2.1275	0.0490	1.6848※ ~2.5702	0.3259	0.0835※ ~1.2720	0.0234	1.0284
7	6.11	"	60	22.2 227.3	19.5~24.7 147.9~329.9	0.8430	2.4095	0.0438	1.9909※ ~2.8281	0.1300	0.0350※ ~0.4765	0.0208	0.9562
8	7.2	"	60	22.5 238.4	20.3~25.0 191.9~300.0	0.8247	1.8542	0.0256	1.5342※ ~2.1742	0.7394	0.2721※ ~2.0001	0.0208	0.9628
			460	21.8 226.2	17.5~26.6 110.0~449.9	0.9268	3.0881	0.0033		0.0165			

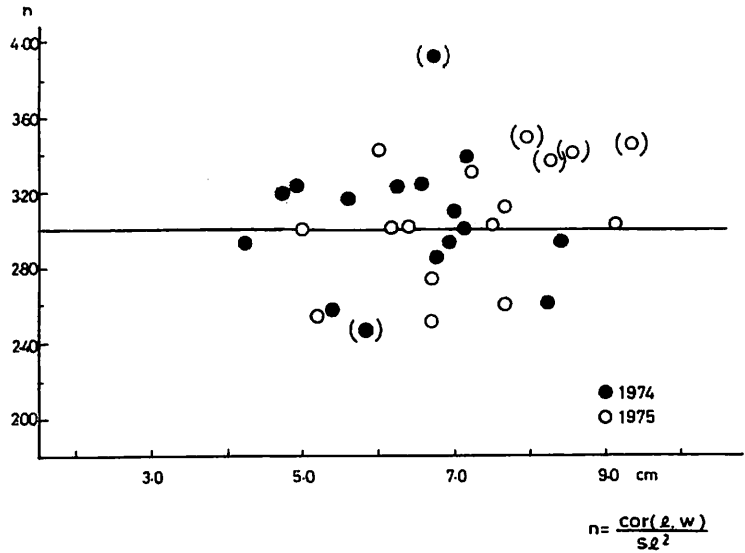
第3表 秋生まれ群の外套長-体重関係表 I

標本 番号	年月日	採集場所	尾数	平均 外套長 cm 体重 g	外套長 cm 範囲 体重 g	相関係数 r	成長係数 n	nの分散 Vn	nの信頼区間	始原成長 指数 k	kの信頼区間	平均肥 満度 K	肥満率 K'
1	1974 6.13	38-01N 132-15E	51	20.2 164.7	17.6~23.2 101.9~250.6	0.9335	3.1731	0.0321	2.8148 ~3.5313	0.0118	0.0040 ~0.0347	0.0199	0.9921
2	6.24	37-43 131-56	50	21.3 196.6	17.4~24.5 99.9~320.9	0.9397	2.9383	0.0229	2.6356 ~3.2410	0.0245	0.0098 ~0.0619	0.0203	0.9962
3	6.29	38-57 132-00	40	22.2 216.2	18.9~25.5 129.9~339.9	0.9627	3.2558	0.0213	2.9639 ~3.5477	0.0034	0.0036 ~0.0222	0.0198	0.9918
4	7. 1	39-05 132-07	50	20.4 206.4	17.8~23.6 139.9~299.9	0.9006	2.4712	0.0299	2.1254※ ~2.8170	0.1193	0.0420※ ~0.2953	0.0241	1.0298
5	7.10	39-23 132-01	50	21.5 217.1	18.4~23.8 139.9~289.9	0.8105	2.5761	0.0724	2.0379 ~3.1143	0.0806	0.0154 ~0.4201	0.0219	1.0107
6	7.18	40-46 131-25	55	22.2 222.5	18.9~25.6 119.9~359.9	0.9645	3.9998	0.0225	3.6998※ ~4.2998	0.0009	0.0003※ ~0.0023	0.0202	0.9943
7	7.20	39-22 131-57	50	22.3 224.6	19.4~25.7 147.9~354.9	0.9504	3.2313	0.0241	2.9208 ~3.5418	0.0099	0.0033 ~0.0260	0.0203	0.9961
8	7.26	37-30 131-40	50	22.1 221.1	19.9~24.6 159.9~349.9	0.8828	3.2288	0.0566	2.7530 ~3.7046	0.0109	0.0023 ~0.0440	0.0204	0.9974
9	8. 1	39-29 131-25	50	22.2 204.3	18.4~26.6 121.9~305.9	0.8103	2.5963	0.0734	2.0544 ~3.1882	0.0655	0.0122 ~0.3517	0.0178	0.9814
10	8.26	40-20 132-10	51	24.3 279.4	21.4~28.5 173.9~431.3	0.8953	3.4017	0.0615	2.9057 ~3.8977	0.0053	0.0011 ~0.0262	0.0194	0.9876
11	9. 6	39-11 132-01	49	23.4 334.3	21.4~28.5 134.9~509.9	0.8867	3.0174	0.0545	2.5505 ~3.4843	0.0204	0.0045 ~0.0916	0.0215	1.0060
12	9. 6	39-16 131-56	49	25.0 328.6	21.6~26.5 195.9~429.9	0.8814	3.2425	0.0692	2.7164 ~3.7686	0.0096	0.0017 ~0.0523	0.0209	1.0010
13	9.14	40-15 131-24	50	23.8 286.7	19.9~26.7 169.8~461.9	0.9167	2.8511	0.0312	2.4978 ~3.2044	0.0339	0.0110 ~0.1041	0.0211	1.0023
14	9.23	38-49 132-06	50	25.6 361.8	20.9~29.3 179.9~529.9	0.9552	2.9270	0.0173	2.6640 ~3.1900	0.0274	0.0117 ~0.0645	0.0216	1.0067
15	10. 7	38-24 131-41	50	24.9 331.8	20.6~27.6 164.9~469.8	0.9280	3.1341	0.0318	2.7774 ~3.4908	0.0139	0.0044 ~0.0438	0.0214	1.0050
			745	22.8 246.4	17.4~29.3 99.9~529.9	0.9355	3.0272	0.0017		0.0191			

第4表 秋生まれ群の外套長-体重関係表 II

標本 番号	年月日	採集場所	尾数	平均	外套長 cm	外套長 cm	相関係数 r	成長係数 n	n の分散 Vn	n の信頼区間	始原成長	λ の信頼区間	平均肥	肥満率
				体重 g	範囲	体重 g					指数 λ	満度 K	K'	
1	1975 5.23	37-15N	50	19.1	15.9~	23.4	0.9636	3.0818	0.0155	2.8328 ~ 3.3308	0.0171	0.0081 ~ 0.0357	0.0217	1.0244
		131-50E		152.1	97.9~	275.9								
2	6.5	39-24	50	21.7	19.1~	24.3	0.8304	2.5249	0.0621	2.0935 ~ 3.0233	0.0816	0.0175 ~ 0.3794	0.0189	0.9947
		133-24		194.1	143.9~	293.9								
3	6.12	38-53	50	21.1	19.3~	23.6	0.9218	2.9426	0.0312	2.5893 ~ 3.2959	0.0219	0.0081 ~ 0.0588	0.0184	0.9900
		133-12		172.9	111.9~	245.9								
4	6.21	39-30	48	20.8	17.2~	91.9	0.8939	3.1209	0.0533	2.6591 ~ 3.5827	0.0132	0.0032 ~ 0.0534	0.0190	0.9963
		133-25		171.0	91.9~	281.6								
5	6.30	39-20	50	21.9	18.0~	24.4	0.8471	3.0501	0.0730	2.5097 ~ 3.5905	0.0160	0.0030 ~ 0.0858	0.0187	0.9932
		132-57		196.1	100.0~	319.9								
6	7.7	39-28	50	22.0	19.4~	25.6	0.9322	3.0495	0.0300	2.7031 ~ 3.3959	0.0164	0.0056 ~ 0.0480	0.0191	0.9970
		133-11		204.8	129.9~	369.9								
7	7.13	38-43	50	24.9	21.4~	29.3	0.9594	3.4680	0.0211	3.1775 * ~ 3.7585	0.0043	0.0017 * ~ 0.0110	0.0196	1.0000
		131-43		304.7	95.9~	577.9								
8	7.14	41-00	50	23.9	21.1~	27.1	0.8594	3.5224	0.0966	2.9007 ~ 4.1441	0.0035	0.0004 ~ 0.0255	0.0186	0.9911
		132-12		253.0	129.9~	379.9								
9	7.18	39-31	50	22.4	19.6~	24.6	0.7839	3.0005	0.1220	2.3047 ~ 3.9691	0.0184	0.0021 ~ 0.1621	0.0185	0.9904
		133-35		207.0	129.9~	289.9								
10	7.31	40-58	50	23.4	21.0~	27.7	0.6605	2.4687	0.1605	1.6674 ~ 3.2700	0.1002	0.0080 ~ 1.2557	0.0187	0.9926
		132-41		241.3	144.9~	343.4								
11	8.2	39-05	50	22.2	19.2~	25.9	0.9035	2.7589	0.0344	2.3879 ~ 3.1299	0.0456	0.0144 ~ 0.1037	0.0216	1.0194
		132-22		236.2	151.9~	369.9								
12	8.26	40-20	50	24.3	21.4~	28.6	0.8902	3.3133	0.0579	2.6517 ~ 3.7946	0.0070	0.0015 ~ 0.0334	0.0192	0.9969
		133-10		277.0	173.9~	424.0								
13	9.6	39-38	50	25.6	20.9~	29.1	0.9352	3.3813	0.0341	3.0120 * ~ 3.7506	0.0054	0.0060 * ~ 0.0182	0.0189	0.9937
		132-50		317.8	153.9~	451.9								
14	9.20	39-08	50	25.8	21.9~	29.6	0.7861	2.6631	0.0947	2.0476 ~ 3.2786	0.0624	0.0084 ~ 0.4623	0.0208	1.0102
		132-43		359.9	217.9~	553.2								
15	9.23	39-09	50	23.7	19.1~	28.2	0.9260	3.0909	0.0335	2.7141 ~ 3.4677	0.0157	0.0049 ~ 0.0502	0.0209	1.0127
		132-42		280.9	149.9~	474.8								
16	9.25	38-45	50	25.3	19.6~	28.1	0.9497	3.5601	0.0276	3.2278 * ~ 3.8924	0.0031	0.0010 * ~ 0.0093	0.0194	0.9933
		132-23		314.6	109.9~	464.9								
17	10.1	39-28	49	25.8	20.6~	29.9	0.9586	3.4363	0.0219	3.1403 * ~ 3.7323	0.0046	0.0017 * ~ 0.0123	0.0194	0.9974
		132-23		334.6	149.9~	563.6								
			847	23.2	15.9~	29.9	0.9374	3.0561	0.0016		0.0163			
			1,542	242.9	91.9~	563.6	0.9288	3.0033	0.0009		0.0199			
	1974			22.9	15.9~	29.9								
	1975			244.6	91.9~	563.6								

第1図に秋生まれ群の相対成長係数が3であることを図示してある。相対成長係数 n は l と w の共分散と l の分散との比であらわされるので、 n は共分散あるいは l の標準偏差がどのように変動しようとも、常に3という一定の値をとることが考えられる。 l の分散は l の標準偏

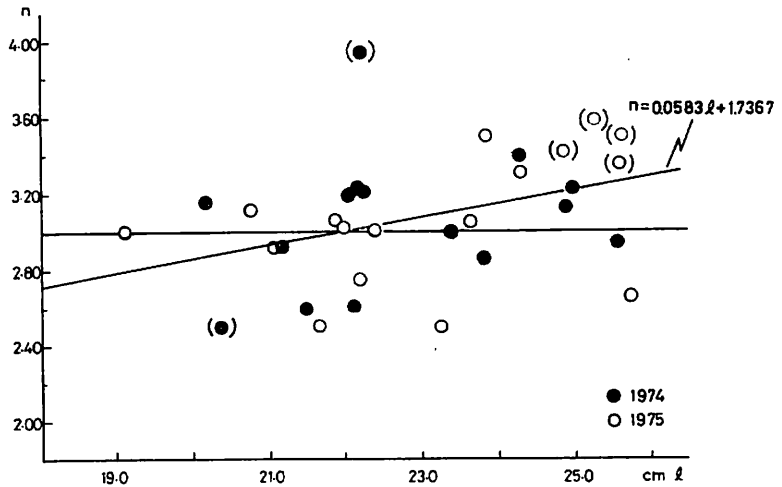


第1図 n と外套長範囲との関係

差あるいは標本における外套長の範囲で代用できるので、ここでは標本の性質を理解しやすいことから標本における外套長範囲を横軸に用いた。第1図の中でマークされた標本は後述する $n=3$ と認められないものであり、それら6標本をのぞいた26標本について、 n と外套長範囲との関係を見ると、 n は3に収束する。すなわち、秋生まれ群の相対成長係数は第1図から重ねてほぼ3であることがいえよ

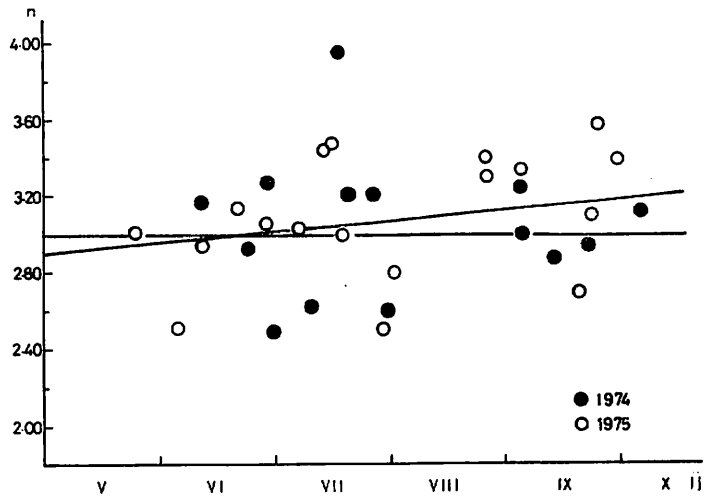
う。

次に平均外套長と相対成長係数との関係を示したのが第2図であるが、全標本についてみると平均外套長が大きくなるにしたがって相対成長係数の値も増加する傾向があ



第2図 平均外套長と n の関係

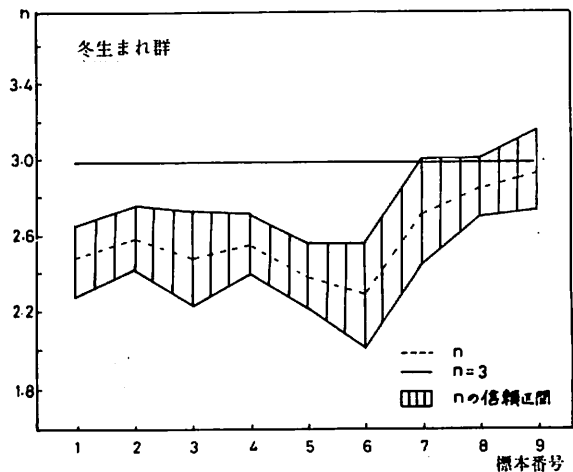
る。(危険率5%)。これは安達(1975)の報告と一致し、スルメイカ自身の持つ特性と考えられる。また、第8図に相対成長係数の季節変化を示したが、時間の経過にともなって相対成長係数が大きくなることは上述の理由から当然のことであろう。



第8図 秋生まれ群成長係数の季節変化

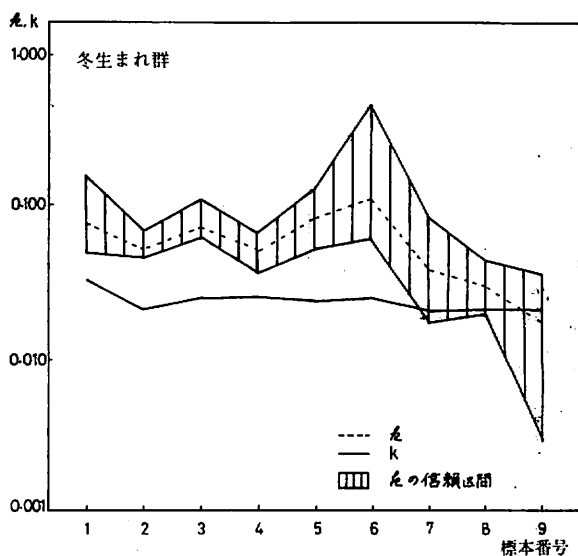
2. 肥満度と肥満率

平均肥満度 K と肥満率 K' を各系統群の標本ごとに求めた(第1~4表)。また、(4)、(5)式から相対成長係数と始原成長指数の信頼限界を推定し第1~4表に示した。(1)、(2)式から外套長に対する体重の相対成長係数が3でない場合には外套長の異なる魚群間において肥満度 K を用いて比較できないことがわかる。この意味から冬生まれ群は前項で検討したとおり相対成長係数が3ではないので肥満度の使用はできず、しかも9標本の中で $n=3$, $k=K$ の認められるものは標本番号7~9の3標本(第1表, 第4図, 第5図)であ

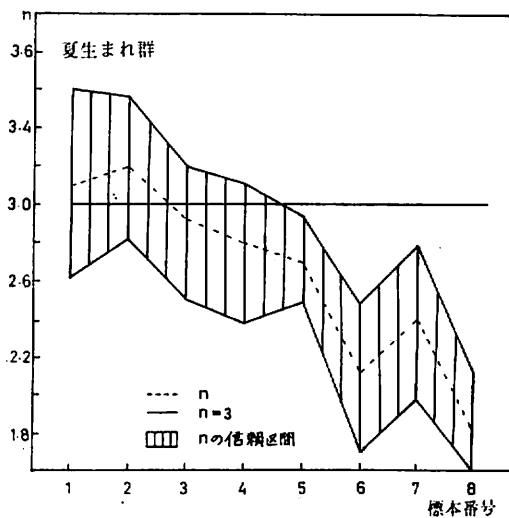


第4図 n の信頼区間と $n=3$ の検定(a)

る。夏生まれ群は相対成長係数がほぼ3に近似しているので、肥満度を用いて比較のできる可能性がある。しかし、危険率5%で $n=3$, $k=K$ が認められる標本は1~4の4標本(第2表, 第6図, 第7図)なので、必ずしも肥満度を用いて比較ができることを断定することはできない。また、秋生まれ群は相対成長係数がほぼ3であることを示し、各標本についても危険率5%で $n=3$, $k=K$ が認められない標本は1974年が標本番号4, 6, 1975年は標本番号7, 13, 16, 17の合計6標本である(第3~4表)ので、肥満度 K を用いて外套長の異なるスルメイカ群を比較できる可能性がある。しかし、肥満度 K が成長段階によって変動するかどうかは明らかでないので検討する必要がある。一方、各系統群ごとに算出した肥満率 K' の目的は冬生まれ群における肥満度の不適用性、秋生まれ群における成長段階による変動の可能性という問題をとりぞこうとするものである。すなわち、肥満率は標本重量 W と理論重量 W_E との偏差をあらわす尺度として用いられる。つまり偏差を a とすると肥満率は $W/W_E = 1.0 + a$

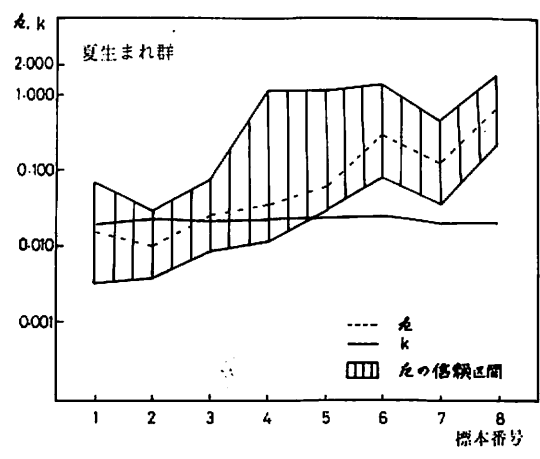


第5図 k の信頼区間と K の検定(a)

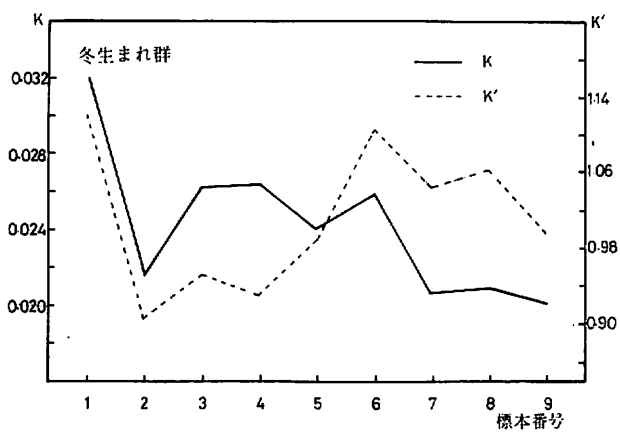


第6図 n の信頼区間と $n=3$ の検定

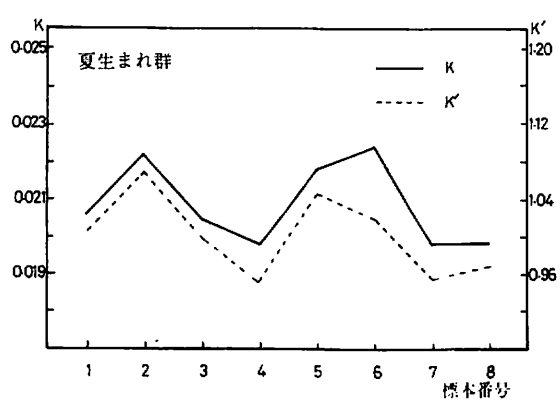
$\pm \frac{a}{W_E}$ とあらわされ、標本の比較において肥満率が1より大きいか小さいかによって明瞭な相違を知ることができる。第8～9図に示した冬生まれ群、夏生まれ群の肥満度Kと肥満率K'の比較は肥満状態の相対的な相違を示すとともに、外套長の異なる魚群間での肥満度Kの使用が標本間の相対的な差異をみのがす危険性を含んでいることをも示していると思われる。また、肥満率K'は外套長-体重の関係式から導かれたものであり、多くの魚体についての測定という条件さえ満たされれば、ある程度の精度を持って用いることができるのではなからうか。この意味から秋生まれ群の1974年と1975年の肥満度の比較を第5表に示した。これから1974年の肥満度が高く、肥満度Kが成長段階によって変動していることがうかがわれる。



第7図 kの信頼区間とKの検定



第8図 KとK'の比較(ア)



第9図 KとK'の比較(イ)

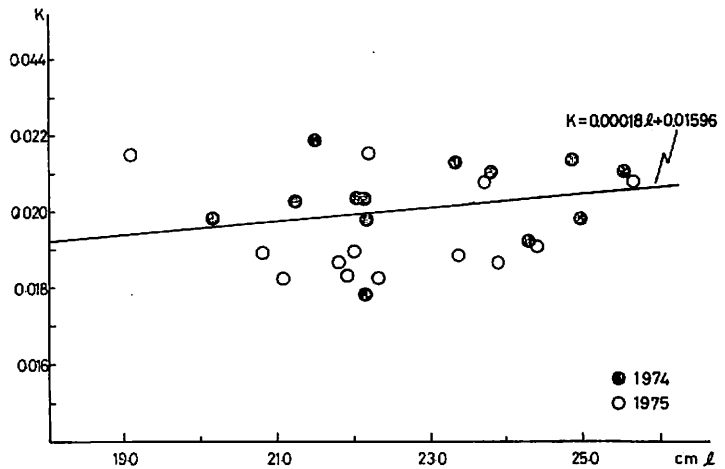
第5表 秋生まれ群年別肥満度の比較

	外套長 cm	15.0	17.0	19.0	21.0	23.0	25.0	27.0	29.0	31.0
	年									
理論 体重 g_r	1974	69.3	101.3	141.8	192.1	252.9	325.6	410.9	510.0	624.3
	1975	64.3	94.2	132.5	179.9	237.5	306.5	387.6	482.2	608.6

3. 肥満度 K および肥満率 K' と平均外套長の関係

第5表から肥満度

K が成長段階によって変動している様子をうかがったが、第10図に秋生まれ群の肥満度と平均外套長との関係を示した。この図から明らかのように平均外套長が大きくなるにしたがって肥満度も高くなる傾向がある。すなわち、図中に示した



第10図 平均外套長と K の関係(秋生まれ群)

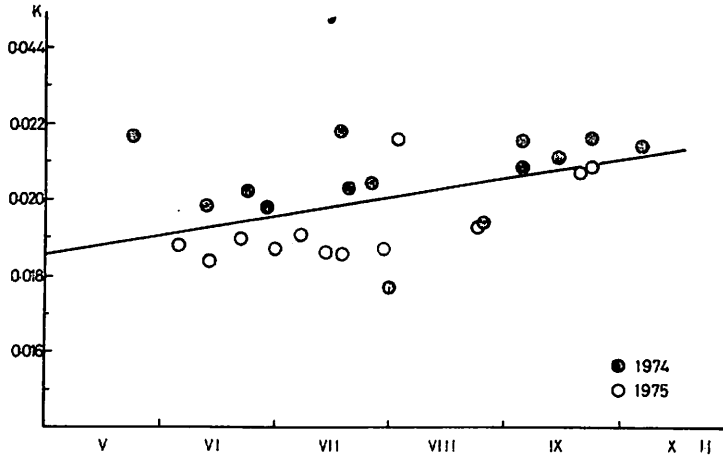
各標本群の肥満度は前項で $n = 3$, $k = K$ と認められた26標本であるが、たとえ相対成長係数が3であっても秋生まれ群の肥満度は平均外套長への依存性のあることを示している。したがって、この場合にも標本を比較するにあたっては外套長の等しい標本というきびしい条件を持たせなければならない。これまで肥満度の使用については相対成長係数の値が3であるという制約を問題としていたが、ここではさらに肥満度の平均外套長への依存性の検討という制約が加わってくる。このことはおそらく冬生まれ群、夏生まれ群についても適用されると思われ、スルメイカにおいて肥満度の使用はきびしい制約と不十分性の存在していることが考えられる。この原因はスルメイカの魚体が成長段階によって体形の異なることが考えられ、つまり一見同じ体形に見えても正確には相似形ではないことであろう。もしスルメイカの魚体が相似形であるならば第10図に示した標本群はある一定の肥満度に収束するはずである。木村(1937)は肥満度が成長段階や季節によって変

動する機構を数学的に分析し、体重を魚体密度と魚体体積との積であらわすと、肥満度は魚体密度に依存するのではなく、魚体体積（近似的に体断面積と体長の関係）に依存すると結論した。この結論は魚種を問わず一般的になりたつことを示唆しているのので、スルメイカにおいても魚体密度を一定とみると体重は魚体体積によって決定され、また、魚体体積は外套長に関係するので、肥満度が外套長に依存

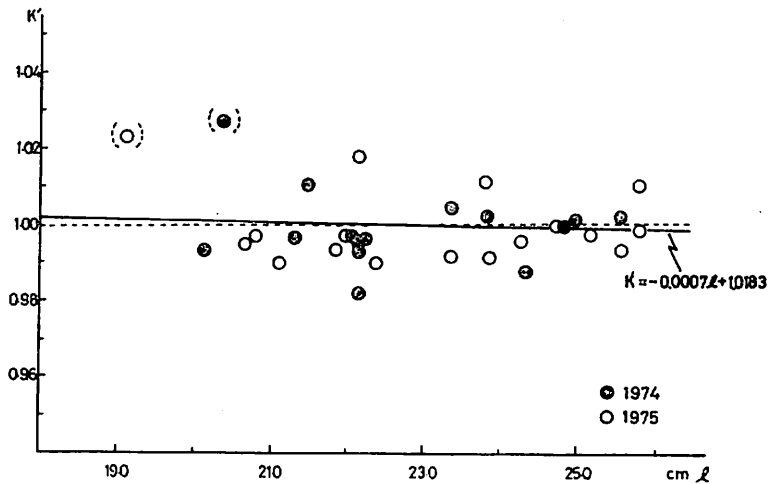
することは明らかである。第11図に肥満度の季節変化を示したが5～10月までの秋生まれ群の成長を示すとおり、時間の経過とともに肥満度も大きくなっていく傾向がみられ、外套長の異なる標本

群を肥満度を用いて比較することの無意味さを示している。

次に第12図に肥満率と平均外套長の関係を示した。平均外套長が大きくなるにしたがって肥満率はわずかながら小さくなる傾向がある。



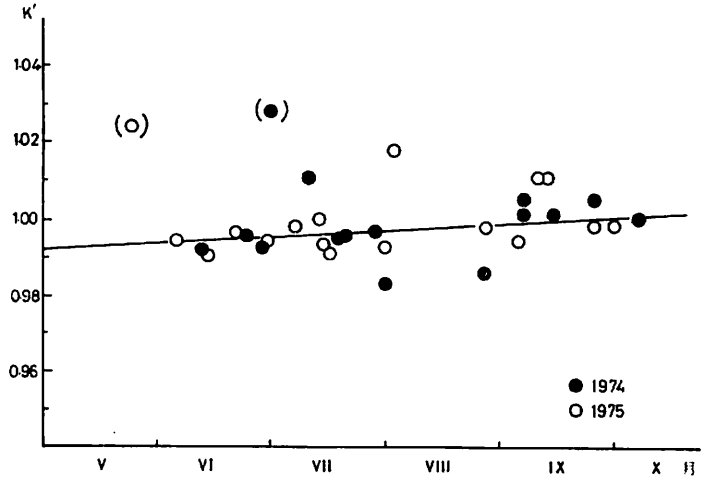
第11図 肥満度Kの季節変化



第12図 平均外套長とK'の関係

もともと肥満率は外套長の影響をとり除く目的であるから通常ならば $K = 1.0$ に収束しなければならぬ。そこで図中のマークした2標本を肥満状態の著しく良い異常標本とみなして除外すると、残りの標本群と平均外套長の関係は $K' = 1.0$ という直線に収束する。すなわち、肥満率は外套長の影響を受けることなく標本間での比較が可能となろう。この肥満率の季節変化を示したのが第13図であるが、肥満率は時間の経過にもなって高くなっている。この変動は肥満度と同じ傾向であるが、本質的に異なる

っていることはこれまで述べてきたとおりである。肥満率はこれまでの肥満度の持つ欠点をとり除き、外套長によって変化することなく、同じ系統群のみならず、異なった系統群との比較をも可能としよう。



第13図 肥満率 K' の季節変化

V 要 約

1) 1974~1975年の3~10月にわたって長崎県より島根県にいたる沿岸域の定置網、一本釣漁船によって漁獲され、また島根県沖合から日本海中央部にかけての海域で釣獲されたスルメイカ49標本、2,568尾について外套長と体重の関係、肥満度および肥満率について検討した。

2) 外套長と体重における相対成長係数は夏生まれ群、秋生まれ群についてはほぼ3と推定され、冬生まれ群については3より小さいと推定された。

3) 2ケ年の資料から各系統群の外套長と体重の関係式を求めると、それぞれ次の式となる。

$$\text{冬生まれ群 } W = 0.0479 L^{2.6621}$$

$$\text{夏生まれ群 } W = 0.0165 L^{3.0881}$$

$$\text{秋生まれ群 } W = 0.0199 L^{3.0032}$$

4) 相対成長係数は平均外套長が増加するにしたがって大きくなる傾向がみられ、スルメイカの持つ特性と考えられる。

5) 肥満度は成長段階によって変動するため、使用にあたっては不十分性ときびしい制約が存在

する。すなわち、標本間の比較において相対的な差異を見のがす危険性があり、外套長の異なる標本間での比較は無意味である。

6) 肥満率は標本重量と理論重量との偏差を示すメジャーとしてあらわされ、外套長の影響を受けることなく標本間の比較ができる。

おわりに、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、また資料の一部を快く提供して下さった長崎県水産試験場田代征秋氏、島根県立浜田水産高等学校川本俊夫氏、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。

引用文献

安達二郎(1975). スルメイカの資源学的研究-1. 日本海西南海域における系統群についての検討. 水産研究会報, 第27号.

木村喜之助(1987). 魚体の肥満度と密度. 日水会誌, 6(2).

久保伊津男・吉原友吉(1969). 水産資源学. 共立出版.

W. E. デミング(1952). 推計学によるデータのまとめ方. 林繁一訳. 岩波書店.