

日本海西部海域におけるスルメイカ,  
*Todarodes pacificus* STEENSTRUP,  
の漁業生物学的研究

安 達 二 朗

島根県水産試験場研究業績 No. 3

(昭和 62 年 12 月 25 日)

# 目 次

はじめに .....	1
1. 日本海西部海域における系群の分布構造 .....	3
1-1 資料と方法 .....	3
1-2 系群の分離 .....	7
1-3 3系群の時空的重複状態 .....	7
1-4 論議と考察 .....	13
2. 体成長に伴う生殖腺の発達 .....	15
2-1 資料と方法 .....	15
2-2 未熟期における体重と生殖腺重量の関係 .....	16
2-3 成熟期における体重と生殖腺重量の関係 .....	16
2-4 成熟生殖腺の重量組成 .....	18
2-5 体重の成長に伴う生殖腺の発達 .....	21
2-6 論議と考察 .....	23
3. 生殖器官の発達に伴う肝臓の役割 .....	24
3-1 資料と方法 .....	24
3-2 G. S. I と H. S. I の分布 .....	24
3-3 熟度と肝臓重量の関係 .....	32
3-4 卵巢重量と輸卵管重量の関係 .....	34
3-5 熟度と卵巢重量および輸卵管重量の関係 .....	34
3-6 卵巢重量および輸卵管重量と肝臓重量の関係 .....	34
3-7 精巣重量と精腺重量の関係 .....	38
3-8 熟度と精巣重量および精腺重量の関係 .....	38
3-9 精巣および精腺重量と肝臓重量の関係 .....	38
3-10 論議と考察 .....	38
4. 成熟イカと皮イカ .....	46
4-1 資料と方法 .....	46
4-2 成熟イカと皮イカの比較 .....	46
4-3 外套長および体重と各部位の関係 .....	51

4-4	皮イカの特徴	57
4-5	論議と考察	57
5	産卵様式と産卵数	64
5-1	資料と方法	64
5-2	熟度と卵径組成の関係	66
5-3	成熟個体の卵巣卵と輸卵管卵の卵径組成	66
5-4	成熟イカの輸卵管の熟卵収容量の推定	70
5-5	成熟イカの卵の増加様式	70
5-6	皮イカの卵の増加様式	74
5-7	2回目の産卵に要する時間の推定	76
5-8	産卵数の推定	78
5-9	論議と考察	78
6	秋生まれ群資源の解析	80
6-1	資料と方法	80
6-2	自然死亡係数 (M) の推定	80
6-3	全死亡係数 (Z) および漁獲係数 (F) の推定	82
6-4	資源の現状と漁業管理方策	82
6-5	論議と考察	85
要約		87
文献		91

## は じ め に

日本海におけるスルメイカ漁業は古くから釣漁業を主体として発達し、現在では沿岸から沖合にわたって行われ、日本海の漁業の中でも重要な地位を占めている。また、スルメイカ釣漁業はそれに依存する漁業者の数や漁獲量からみて、その動向は関連する産業全体に大きな影響を与えている。

日本海でのスルメイカ漁獲量は、1951～1966年までは年間およそ5～10万トンの範囲で変動していたが、沖合漁場開発後の1967年以降は急激に増大し、1970年には約20万トン、1972年には約29万トンを漁獲し、これまでの最大漁獲量を記録した。しかし、この年以降漁獲量は減少傾向をたどり始め、1985年には約14万トンにまで低下し、近年では沖合漁場での漁船の集中による過当競争の結果、1隻あたり漁獲量の低下や年間漁獲量の頭打ちなどが現われてきた。

日本海のスルメイカ漁業が沿岸漁場から沖合漁場への開発に向っていた1960年代後半に、日本海区水産研究所を中心として青森～山口県までの12府県水産試験場によるスルメイカ資源と漁場、海況などに関する組織的な調査が行なわれた(日水研, 1977)。その成果は当時の沖合漁場開発の指針となるとともに、漁況予測を充実させる上でも大きな役割を果たした。さらに、1971年からは漁況海況予報事業の一環として、スルメイカ漁場一斉調査(日水研, 1971)が開始され、日本海スルメイカの漁況予測の精度は飛躍的に向上した。

このような漁業および調査の展開を背景として、日本海スルメイカの漁業生物学的研究は加藤(1957, 1960, 1964)、浜部(1965)、浜部・清水(1966)などの生態学的知見をもとに発展し、伊東ほか(1965)、沖山(1965)、笠原(1967, 1972)、名角(1967)、笠原・伊東(1968, 1972)、林(1970, 1971a, 1971b)、村田ほか(1971, 1973)、田代ほか(1972)、深滝(1972)、鈴木・浜部(1976)、鈴木(1980)などの報告がなされた。これらの多くは生物測定記録や標識放流結果に基づく、日本海沖合域におけるスルメイカの生態に関する新たな知見であった。また、スルメイカの研究には比較的少なかった数量的研究の分野も発展し、伊藤(1952)、大槻・新谷(1958)、安達(1977)、村田(1978)などの外套長一体重関係に関する研究、笠原(1977)、安達(1978, 1985)の資源水準の推定、町中ほか(1980)、安達(1985)による漁獲率などの資源特性値の推定に関する研究、そのほか安達(1985)の産卵数に関する研究がなされた。

これら諸研究結果の多くは、日本海沖合域におけるスルメイカ資源の開発および漁況予測の精度向上という目的のためには大きな貢献をしたが、資源の診断、漁業の管理などに関する研究結果はほとんどみられない。その理由は、資源変動の基本単位であるスルメイカの秋生まれ、冬生まれ、夏生まれという3系群(浜部, 1965; 新谷, 1967)の分離が定量的に行われていないことと、再生産に関する研究がきわめて少なかったことにあると考えられる。

本研究は、適切なスルメイカ漁業管理の方策を見出すことを目的としたもので、内容は日本海

西部海域におけるスルメイカの系群について、主として、時空的な系群の重複状態および量的な混合割合の解析、生殖腺の発達とそれに伴う肝臓の役割、産卵回数、産卵数などの再生産に関する特性の検討、およびこれらの成果に基づいた資源解析と漁業管理方策の提案から成り立っている。

本報告の取りまとめに際して、御指導いただき御校閲いただいた北海道大学教授鈴木恒由博士、ならびに懇切丁寧な御指導と御校閲をいただいた北海道大学教授久新健一郎博士、格別の御指導と御校閲をいただいた北海道大学教授富士 昭博士に心からお礼申しあげる。さらに、本研究を進めるにあたっては、島根県水産試験場元場長児島俊平博士に御指導いただき、島根県水産試験場前場長山崎 繁氏には御指導をいただくとともに種々の便宜をはかっていただいた。ここに厚くお礼申しあげる。また、千葉県水産試験場海洋資源研究室長平本紀久雄博士ならびに東北区水産研究所海洋部第2研究室長小川嘉彦博士には暖かいご援助と数々の御教示いただいた、あわせて心から感謝の意を表す。最後に、島根県水産試験場試験船島根丸浅中正禄船長以下乗組員各位には、資料の収集等に御援助をいただいた、ここに記して謝意を表します。

なお、本報告は北海道大学審査学位論文である。

## 1. 日本海西部海域における系群の分布構造

日本海イカ類研究チーム(1984)によると、日本海に分布するスルメイカは発生時期の相違から、冬生まれ、秋生まれ、および夏生まれの3系群が想定されている。このうち秋生まれ群は日本海沖合域に分布回遊し、冬生まれ群は本州から北海道およびサハリンの沿岸域を中心に分布して南北回遊し、また、夏生まれ群は主として佐渡島以南の本州沿岸域に分布して地方群の性格が強いとされている。

しかし、これらのことは日本海全体を対象とした系群の概括的な傾向としては十分であろうが、日本海西部海域はスルメイカの北上の基点にあたるので、春季には日本海西部沿岸、あるいはそれ以西で越冬した前年生まれ、秋生まれ群、そして本年生まれた冬生まれ群が、それぞれ重複して分布している可能性が強く、極めて複雑な構造からなっている。さらに北上期には各系群は沿岸、沖合の区別なしに回遊し、季節を問わずどれかの群が時空的に重複することも考えられる。したがって、3系群が季節的にどのように分布し、どのような割合で混合しているのかを明らかにすることは、資源を解析するうえにおいて基本的に重要な事項である。

### 1-1 資料と方法

この章で用いた資料は1984年5～12月までの浜田港における銘柄別漁獲量(表1-1)と銘柄別外套長測定記録(表1-2)である。浜田港に水揚げするスルメイカ漁船は、長崎県、福岡県の19トン型で、その数は約120隻である。それらの漁船は漁期間中浜田港を基地として山口県、島根県の沿岸からウツリヨウ島、竹島、隠岐島、大和堆あたりまでを漁獲行動の範囲としている(図1-1)。これらの漁船の動きはそのまま魚群の北上、南下の様子を反映していることが知られている(安達, 1980)ので、これに基づくことにより魚群の性状を正確に把握することができる。浜田港の銘柄は5つあり、季節によって各銘柄の外套長組成は変化する(表1-2)。そこで、表1-2示した各銘柄の月別外套長組成の平均と標準偏差から計算した銘柄-外套長キー(個体数で表わした各銘柄の理論的外套長組成)に、表1-1の対応する銘柄ごとの漁獲箱数を乗じ、同一外套長階級のものを加算することにより、各月における漁獲物の外套長組成を推定した。得られた漁獲物外套長組成を正規確率紙に画くことにより、多峰性度数分布を構成する各正規分布のおおよその平均と標準偏差を読みとり、これを初期値として、観測度数と理論度数の残差が最小になるまでくり返し計算することで、理論化された平均値と標準偏差を得た。分離された正規分布は各系群を示すもので、その平均値の季節的推移が示す成長様式をALLEN(1966)の方法によりBertalanffyの成長式としてまとめた。

表1-1 1984年(5~12月)浜田港における月・旬別銘柄組成

単位：箱，( )内は%

月	銘柄旬	20尾		25尾		30尾		40尾		50尾	
		箱	(%)	箱	(%)	箱	(%)	箱	(%)	箱	(%)
5月	上	178	(5.7)	750	(23.9)	1,144	(36.4)	872	(27.8)	197	(6.3)
	中	250	(10.3)	824	(35.5)	944	(41.3)	296	(12.4)	12	(0.5)
	下	2,793	(17.9)	6,722	(43.0)	4,885	(31.3)	1,407	(7.1)	62	(0.7)
6月	上	5,652	(17.2)	14,170	(46.7)	9,631	(30.0)	1,904	(5.8)	107	(0.3)
	中	1,726	(11.8)	8,458	(57.5)	4,270	(29.0)	225	(1.5)	28	(0.2)
	下	8,899	(21.5)	19,474	(46.8)	10,404	(25.0)	2,017	(4.8)	769	(1.9)
7月	上	20,575	(37.5)	21,507	(39.2)	8,894	(16.3)	2,652	(4.8)	1,221	(2.2)
	中	8,935	(56.4)	2,879	(18.2)	2,553	(16.1)	1,215	(7.8)	265	(1.7)
	下	9,862	(47.3)	6,538	(31.4)	2,758	(13.2)	914	(4.4)	770	(3.7)
8月	上	7,884	(58.6)	3,998	(29.7)	899	(6.9)	437	(3.2)	230	(1.7)
	中	3,728	(97.2)	38	(1.0)	56	(1.5)	4	(0.1)	9	(0.2)
	下	831	(63.2)	385	(29.3)	75	(5.7)	7	(0.5)	17	(1.3)
9月	上	2,617	(68.0)	1,101	(28.6)	94	(2.4)	35	(0.9)	0	(0)
	中	2,061	(80.2)	429	(16.7)	59	(2.3)	20	(0.7)	0	(0)
	下	3,425	(78.5)	787	(18.0)	134	(3.1)	13	(0.3)	5	(0.1)
10月	上	3,998	(68.7)	943	(16.2)	782	(13.4)	81	(1.3)	17	(0.3)
	中	1,482	(97.5)	38	(2.5)	0	(0)	0	(0)	0	(0)
	下	388	(87.8)	39	(8.8)	15	(3.4)	0	(0)	0	(0)
11月	上	4,954	(86.9)	678	(11.8)	66	(1.2)	4	(0.1)	0	(0)
	中	393	(84.0)	72	(15.4)	3	(0.6)	0	(0)	0	(0)
	下	3,159	(72.3)	841	(19.3)	318	(7.4)	41	(0.9)	8	(0.1)
12月	上	1,634	(38.8)	1,409	(33.4)	990	(23.4)	178	(4.2)	12	(0.2)
	中	129	(30.3)	88	(20.7)	152	(35.7)	57	(13.4)	0	(0)
	下	1,653	(53.4)	380	(12.3)	711	(23.0)	351	(11.3)	0	(0)

表1-2 浜田港における銘柄一外套背長 Key

階級cm	銘柄 2 0 尾				2 5 尾				3 0 尾				4 0 尾				5 0 尾							
	5~6月	7~8月	9月	10月	11~12月	5~6月	7~8月	9月	10月	11~12月	5~6月	7~8月	9月	10月	11~12月	5~6月	7~8月	9月	10月	11~12月	5~6月	7~12月		
9.0 -																							0.50	
10.0 -																								0.40
11.0 -																								0.03 0.80
12.0 -																								0.17 2.00
13.0 -																								0.30 0.30 0.77 4.40 0.40
14.0 -																								0.27 0.60 0.30 0.60 2.42 6.80 2.80
15.0 -																								0.90 1.80 1.50 1.70 5.36 8.40 12.00 2.80
16.0 -																								0.04 2.26 3.80 4.80 0.30 3.80 8.40 7.60 16.00 19.60 10.00 12.37 2.00
17.0 -																								0.55 0.25 0.50 0.10 4.23 6.00 8.70 1.50 6.50 9.32 5.20 7.60 16.00 8.80 6.88 0.50
18.0 -																								0.20 2.70 1.00 2.00 0.25 1.15 6.00 6.90 8.70 3.60 7.10 7.32 2.80 1.20 1.60 4.90 2.35
19.0 -																								0.04 0.20 0.20 0.20 6.66 4.50 5.00 1.00 4.00 6.32 5.70 4.80 6.60 5.60 4.06 1.20 1.65 0.49
20.0 -																								1.18 1.00 0.60 0.80 8.20 8.50 7.00 2.25 7.25 5.02 3.20 1.50 7.80 2.90 1.60 0.40 0.40 0.06
21.0 -																								6.74 2.40 1.40 0.20 2.10 5.04 7.25 6.00 4.00 7.25 3.08 1.50 0.30 6.00 1.20 0.44
22.0 -																								9.00 4.40 2.40 0.40 3.40 1.55 3.00 3.25 5.25 4.00 1.35 0.30 3.00 0.30 0.09
23.0 -																								2.82 5.20 3.40 1.20 4.20 0.24 0.50 1.00 5.25 1.15 0.46 0.10 0.90 0.02
24.0 -																								0.21 4.00 3.80 2.80 4.00 0.02 0.25 4.00 0.10 0.11 0.30
25.0 -																								0.01 2.00 3.40 4.40 2.80 2.25
26.0 -																								0.60 2.40 4.80 1.40 1.00
27.0 -																								0.20 1.40 3.60 0.70 0.25
28.0 -																								0.60 1.80 0.20
29.0 -																								0.20 0.60
30.0 -																								0.20
標本 のタ	22.2	23.4	24.5	26.2	23.8	20.3	20.8	20.7	23.0	21.0	19.2	18.4	18.0	20.4	18.3	17.3	15.7	16.3	16.9	16.6	15.8	13.5		
本メ	S	0.83	1.54	2.10	1.64	1.82	1.20	1.12	1.42	1.84	1.27	1.87	1.73	1.27	1.54	1.66	1.70	1.95	0.97	0.70	1.57	1.43	1.51	
計	C.V	3.73	6.58	8.57	6.25	7.65	5.91	5.38	6.85	8.00	6.05	9.73	9.40	7.06	7.54	9.07	9.82	12.42	5.95	4.14	9.46	9.05	11.18	
計		20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	50.00	50.00	

151



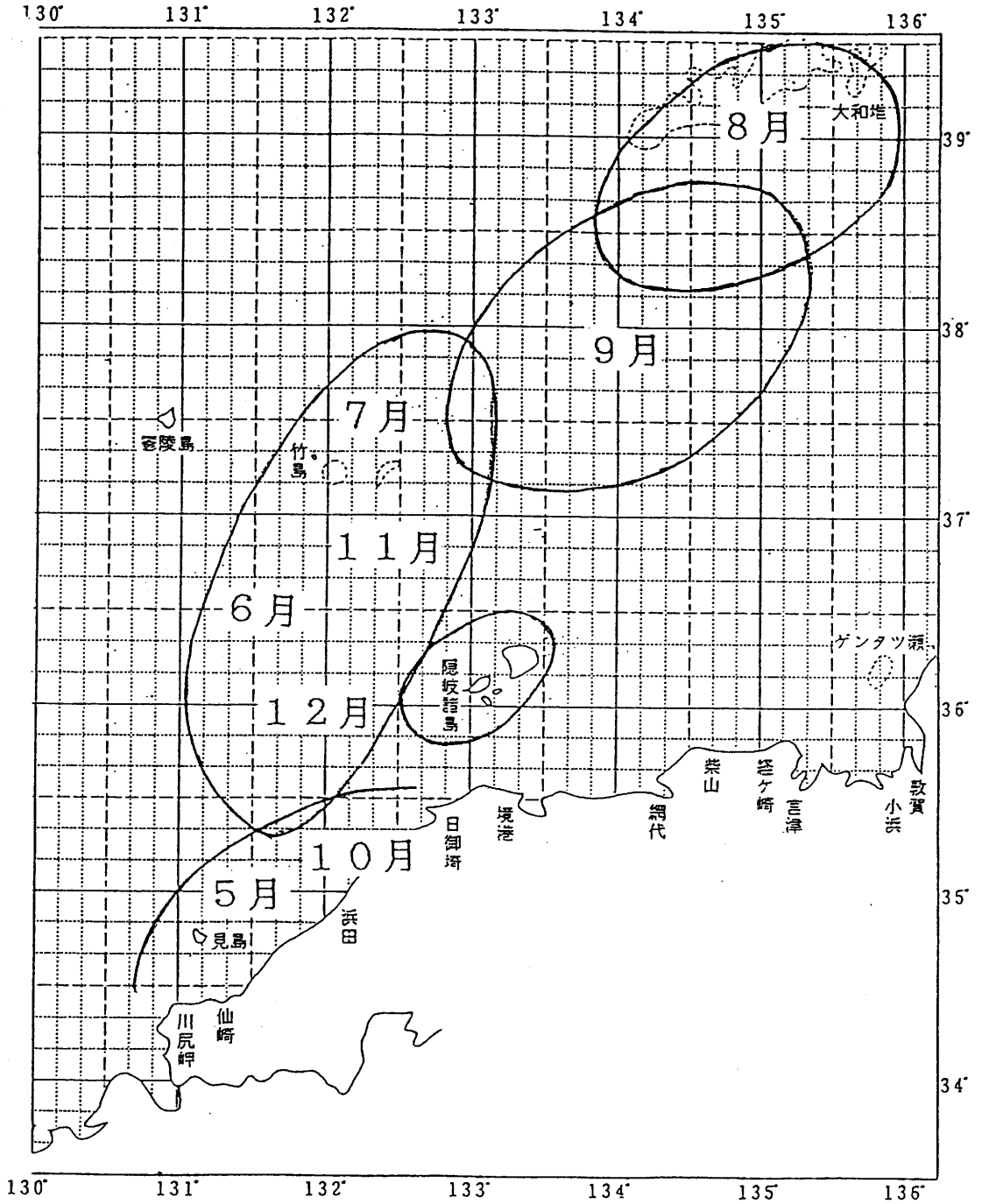


図1-1 日本海西部海域におけるスルメイカ漁場の月別推移 (1984年)

## 1-2 系群の分離

図1-2-1から図1-2-9に、1984年5~12月の浜田港における漁獲物の外套長組成を示した。5月上旬から下旬にかけての漁獲物外套長組成(図1-2-1)は正規分布を示す2群が得られ、平均外套長が20.8cmの群と18.2cmの群が混合していることを示している。前者は発生時期の早い夏生まれ群、後者はそれよりも遅い秋生まれ群と判断される。それぞれの正規分布曲線の占める面積は両系群の漁獲個体数を推定するための基礎数値となる。5月下旬から6月上旬(図1-2-2)では、秋生まれ群の占める割合は大きくなり、夏生まれ群は5月中旬までの組成より、さらにその占有割合を小さくしている。この傾向は6月においてさらに顕著となり(図1-2-3)、夏生まれ群は全組成の3%ほどにすぎなくなる。この夏生まれ群の減少傾向は産卵後の死亡(浜部, 1963)による減耗で、夏生まれ群が群としては消滅に近づいていることを示している。

7月の組成(図1-2-4)には、これまで主漁獲対象となっていた秋生まれ群のほかに、夏生まれ群に代って、新たに外套長17cmほどの平均をもつ冬生まれ群が加入している。しかし、この冬生まれ群は8月(図1-2-5)から9月(図1-2-6)にかけて全組成に占める割合を相対的に低くしている。このことは北方へ回遊する冬生まれ群が、浜田港を基地とする漁船の漁獲行動の範囲外に移動し、また、秋生まれ群の産卵期が近づいたために、漁船の操業範囲が8月よりも沿岸近くに形成され、冬生まれ群が漁獲対象外になったことに起因することは、月ごとの漁船の操業位置を示した図1-1からうかがわれる。

10月(図1-2-7)では、新たにその年生まれの夏生まれ群の加入がみられる。したがって1984年の10月は夏生まれ、冬生まれ、秋生まれの3系群が時間的にも空間的にも重複して分布していることになる。ここで夏生まれ群の占める割合が極めて低いことが注目されるが、図1-3に示した鳥根県水産試験場試験船、鳥根丸のトロール網で漁獲されたスルメイカの外套長組成で、外套長12.0~13.0cmの個体の占めて割合が、それほど低くはないことから、おそらく釣漁業の対象とならないことによると考えられる。

11月の漁獲物外套長組成(図1-2-8)は、秋生まれ群が10月で消滅し、冬生まれ群を主体に一部夏生まれ群が混在していることを示しており、12月(図1-2-9)には、この夏生まれ群の占有率が増大していることをあらわしている。この時期は冬生まれ群は産卵期に入り、夏生まれ群も越冬のため南下回遊しているため(新谷, 1967)漁場は沿岸寄りに形成されている。

## 1-3 3系群の時空的重複状態

表1-3は前節で得られた見島、ウツリョウ島、大和堆海域における3系群の時空的重複を各月の平均外套長、系群の混合割合および漁場位置として示してある。夏生まれ群は翌年6月には平均外套長22.5cmで消滅し、10月にはその年の夏生まれ群が新しく加入する。前年の秋生まれ群は夏生まれ群とともに5月頃から漁獲対象となり、10月には平均外套長25.4cmになって消滅している。一方、冬生まれ群は翌年の7月から漁獲対象となり、その年の夏生まれ群とともに12月まで漁獲され

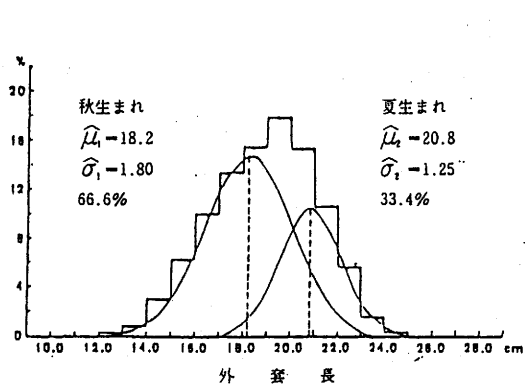


図1-2-1 浜田港における漁獲物外套長組成  
1984年(5月1日~5月22日)

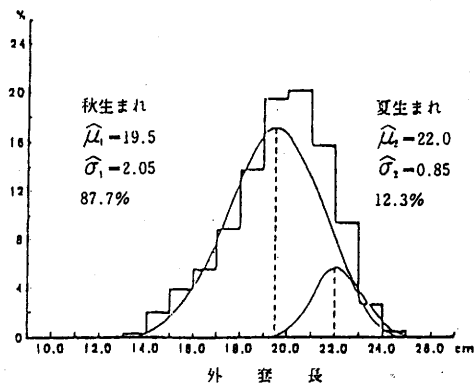


図1-2-2 浜田港における漁獲物外套長組成  
1984年(5月24日~6月5日)

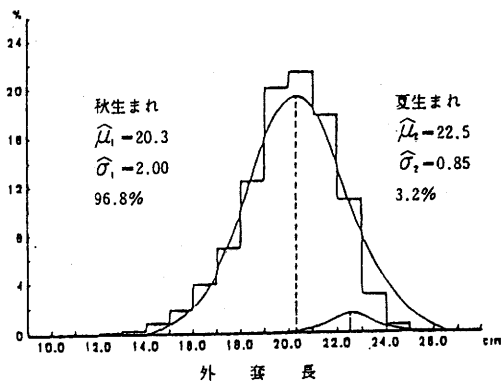


図1-2-3 浜田港における漁獲物外套長組成  
1984年(6月6日~6月30日)

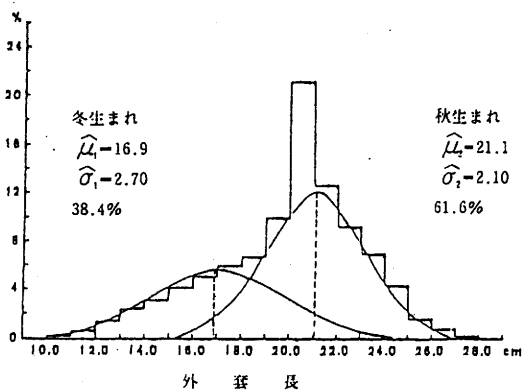


図1-2-4 浜田港における漁獲物外套長組成  
1984年(7月1日~7月31日)

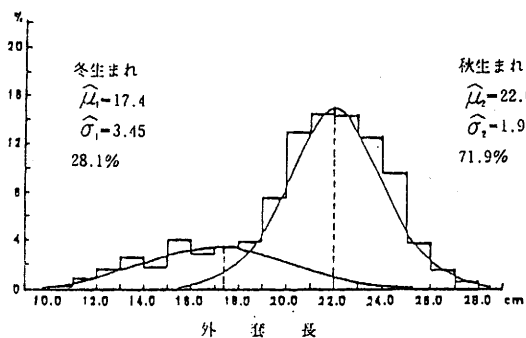


図1-2-5 浜田港における漁獲物外套長組成  
1984年(8月1日~8月31日)

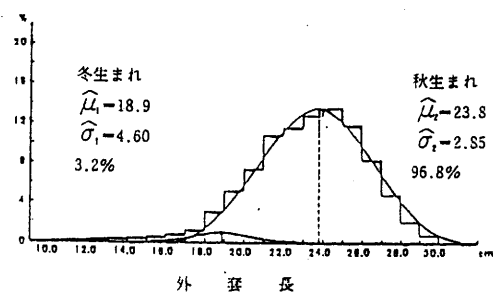
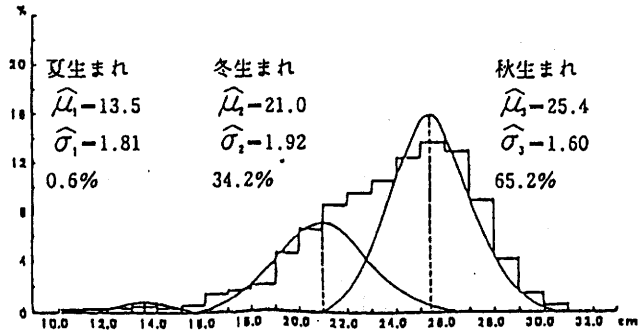


図1-2-6 浜田港における漁獲物外套長組成  
1984年(9月1日~9月30日)



外 殻 長

図1-2-7 浜田港における漁獲物外套長組成  
1984年(10月1日~10月25日)

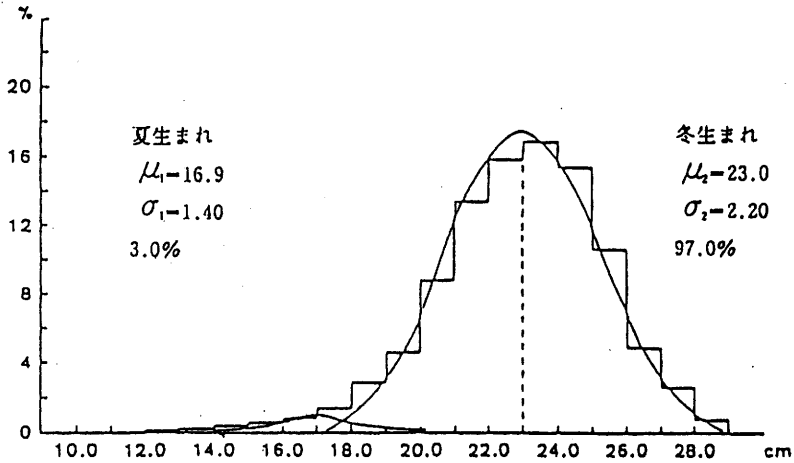


図1-2-8 浜田港における漁獲物外套長組成  
1984年(11月1日~11月30日)

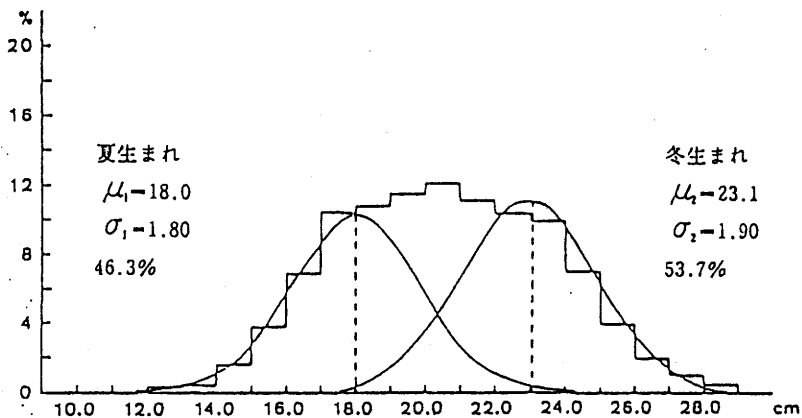


図1-2-9 浜田港における漁獲物外套長組成  
1984年(12月1日~12月19日)

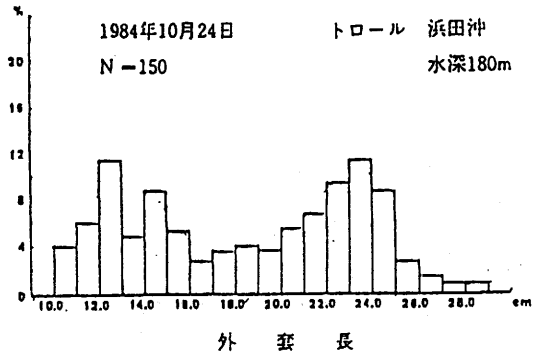


図1-3 トロールネット漁獲物外套長組成

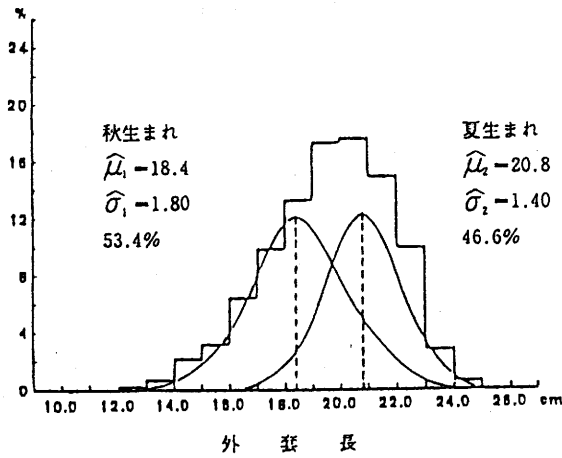


図1-4-1 浜田港における漁獲物外套長組成  
1983年5月

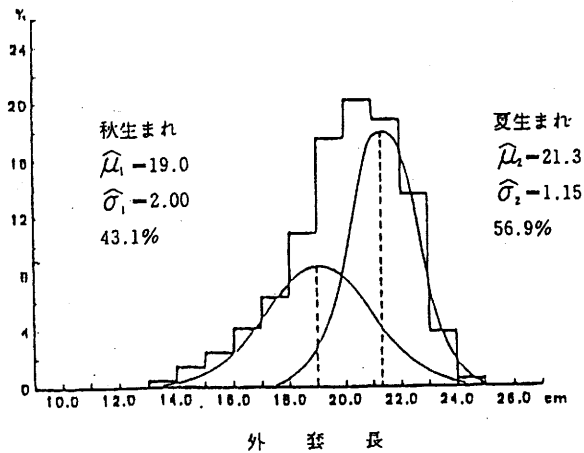


図1-4-2 浜田港における漁獲物外套長組成  
1983年6月

表1-3 1984年見島, ウツリョウ島, 大和堆海域における3系群の時空的重なり状態

系群	月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
夏生まれ群	産卵回遊		33.4	12.3	3.2	死亡		0.6	3.0	46.3	
	索餌回遊							13.5 cm	16.9 cm	18.0 cm	
		M. L 20.8 cm 22.0 cm 22.5 cm 旧発生群			M. L 13.5 cm 16.9 cm 18.0 cm 新発生群						
秋生まれ群	索餌回遊 (北上)		66.6	87.7	96.8	61.6	71.9	96.8	65.2	死亡	
	産卵回遊 (南下)										
		M. L 18.2 cm 19.5 cm 20.3 cm 21.1 cm 22.0 cm 23.8 cm 25.4 cm									
冬生まれ群	索餌回遊 (北上)				38.4	28.1	3.2	34.2	97.0	53.7	
	産卵回遊 (南下)										
		M. L 16.9 cm 17.4 cm 18.9 cm 21.0 cm 23.0 cm 23.1 cm									
漁場		距岸 15 ~ 20 マイル 以 内		N 36° ~ 38° E 131° - 30' ~ 137°			N 35° - 30' ~ 37° E 131° - 30' ~ 132° - 30'		N 38° ~ 38° - 30' E 131° ~ 133°	N 36° ~ 37° E 131° ~ 132°	

	N	E
見島	34° - 46'	131° - 08'
浜田	34° - 53'	132° - 03'
竹島	37° - 14'	131° - 52'
大和堆	38° - 59'	134° - 06'

○ 内は%

表1-4 3系群の Bertalanffy の成長式の母数

系 群	$l_{\infty}$ s	k s	$t_0$ s
夏生まれ群	223.2 0.93	0.413 0.1798	1.706 1.0751
秋生まれ群	243.1 1.93	0.484 0.2796	3.541 1.6983
冬生まれ群	230.1 5.07	0.494 0.6418	3.458 3.4254

$l_{\infty}$  : 極限外套長 (mm) ,  $k$  : 成長係数,  $t_0$  :  $l = 0$  の時の月齢,  $s$  : 標準偏差

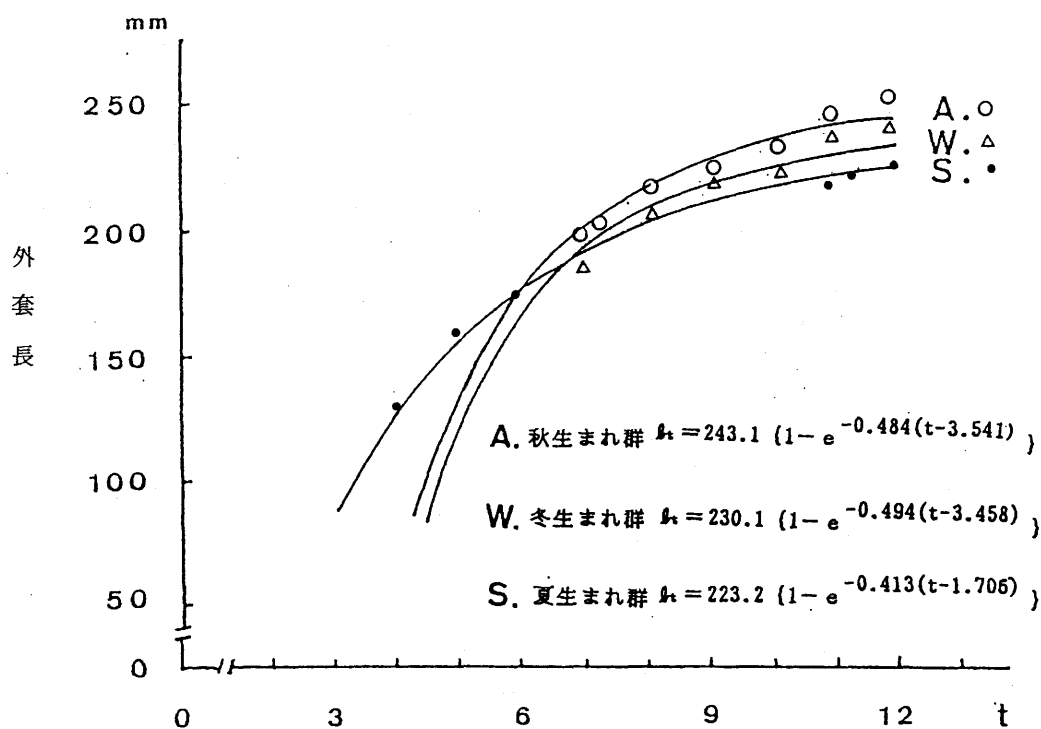


図1-5 3系群の Bertalanffy の成長曲線

ている。したがってどの季節においても、少なくとも異なる2系群が時空的に重複してこの海域に分布していることになり、このことが日本海西部海域におけるスルメイカの分布構造を示していることになろう。また、系群の混合割合は秋生まれ群が最大である。

表1-3に要約した3系群の平均外套長は時間の推移にともなって増大しており、成長過程を示している。寿命を12ヶ月（新谷，1967）として各系群の外套長による成長様式をBertalanffyの成長式に適合させたのが表1-4、図1-5の結果である。

#### 1-4 論議と考察

日本海におけるスルメイカの分布と回遊については、一般に沖合では秋生まれ群、沿岸では冬生まれ群が分布し、季節的に南北の大移動をすとされている（日本海イカ類研究チーム，1984）が、ここで得られた結果はそれほど単純な分布構造ではないことを示している。この事実は漁況予測においても、資源評価においても、単に沖合域と沿岸域の漁獲量およびそれぞれの漁獲努力量だけに基礎をおくにとまらず、あらかじめ系群を分離することにより、漁獲物の質的側面を十分に検討することが必要であることを示唆している。

また、系群の相違などの質的側面に加えて、系群の混合割合で表わされる量的側面の検討もきわめて重要である。現在の資源解析は指数モデルを基礎としているので、各系群の量を明らかにし、生残の様子を知ることは不可欠である。これまで量的側面の研究は安達（1985）の報告があるが、これは1984年だけの検討に終り、経年的には行われていないので、今後、継続して解析する必要がある。その解析が行われるならば、毎年の系群の混合割合は異なることも推察される。たとえば図1-4-1と図1-4-2に示した1983年5～6月は1984年5～6月（図1-1～3）よりも夏生まれ群の占める割合が高い。このことはスルメイカのように寿命が短く、浮魚の性格の強い種では、資源変動について水温などの環境条件の影響を受けるとされている（伊東，1972）ので、年による各系群の発生量の相違が現われていると考えられる。したがって、資源変動を予測するうえにおいて、毎年の漁獲物の質的、量的な解析が必要であると考えられる。



## 2. 体成長に伴う生殖腺の発達

スルメイカの成長と成熟の特徴として、雌雄による成長差が認められ、全般に雌が大型であること（浜部，1965；新谷，1967），雄性先熟であること（浜部，1965；新谷，1967；名角，1967；通山ほか，1972）があげられる。このうち雄性先熟については、季節的に採集された標本の生殖腺の観察結果に基づいているが、月齢に対応した生殖腺の発達や雄の成熟に達する時期が雌に比較してどの程度早いかなどについては具体性に乏しい。この章では未熟および成熟個体の体重と生殖腺重量の関係から雌雄の体成長に伴う生殖腺の発達の相違について検討する。

### 2-1 資料と方法

解析には1953年から1957年にわたり、隠岐島浦郷周辺において、主としてイカ定置、ブリ定置に入網したスルメイカを測定した浜部（1958）の資料を用いた。隠岐島では周年にわたり、未熟および成熟スルメイカが同時に出現するが、ここでは冬生まれ群を検討の対象としたので、この資料のうちの1955年5～7月に採集された未熟の82個体、11～12月および1956年1月に採集された成熟（産卵群）の182個体の体重（胃内容物除去）と生殖腺の測定値を採用した。測定値は図2-1の生殖器官の発達過程（林，1970）に示した未熟期から完熟期までの過程にみられる卵巢と精巢の重量である。また、この測定記録では熟度について、雌は未熟、成熟、完熟の3段階、雄は未熟、成熟の2段階に区分して記載してある。冬生まれ群の雌雄別外套長の成長式および体重と外套長との関係式については、通山ほか（1972）の結果を引用した。体重（Body Weight：B.W.）と生殖腺重量（Gonad Weight：G.W.）の関係は、魚体がある大きさに達してから生殖腺の発達が始まり、それ以後、ほぼ体重に比例して生殖腺重量が増加するとして雌雄とも次式で表し、回帰係数の有意性を検定した。

未熟個体については  $G.W. - b = a(B.W. - B.W_o)$

ここで、 $a$ 、 $B.W_o$  は定数であるが、 $B.W_o$  は生殖腺の発達の始まる時の体重である。

成熟個体について

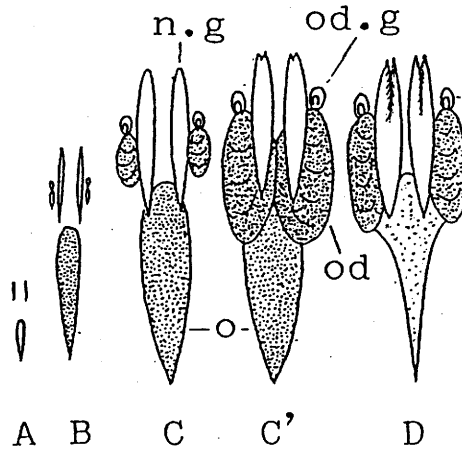
$$G.W. - b = a'(B.W. - B.W_m.)$$

$$G.W. = a'(B.W. - B.W_m.) + b$$

ここで、 $a'$ 、 $B.W_m.$ 、 $b$  は定数である。体重  $B.W_m.$  (g) は初成熟時の体重で、 $b$  (g) はその時の生殖腺重量である。

また、各月齢における体重の成長率とその最大成長時期を通山ら（1972）の成長式に基づき、次の(1)、(2)から計算した。

FEMALE



MALE

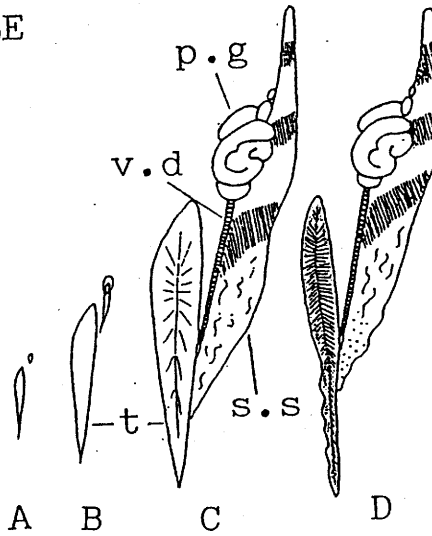


図2-1 生殖器官の発達過程の模式 (林, 1970)

A・B：未熟，C：成熟，C'：完熟，D：産卵後（皮イカ）  
 雌，o：卵巣，o.d：輸卵管，od.g：輸卵管腺，n.g：てん卵腺  
 雄，t：精巣，s.s：精莢のう，p.g：貯精のう，v.d：輸精管

$$W_t = W_{\infty} \cdot (1 - e^{-K(t-t_0)})^n$$

$$dw/dt = W_{\infty} \cdot K \cdot n \cdot (1 - e^{-K(t-t_0)})^{n-1} \cdot e^{-K(t-t_0)} \dots (1)$$

$$d^2w/dt^2 = W_{\infty} \cdot K^2 \cdot n \cdot e^{-K(t-t_0)} \cdot (1 - e^{-K(t-t_0)})^{n-2} \cdot$$

$$(ne^{-K(t-t_0)} - 1) \dots (2)$$

$$t_{max} = t_0 - \frac{1}{K} \ln \frac{1}{n}$$

(ただし、 $W_{\infty}$ は理論的極限体重、 $K$ は成長係数、 $t_0$ は体重が0( $g$ )である時の月齢、 $n$ は外套長・体重関係式における母数である。)

$dw/dt$ は時間  $t$  における体重の増加率を示し、それが最大になる時間  $t_{max}$  は  $d^2w/dt^2 = 0$  として、 $t$  について解いたものである。 $n > 1$  の時(1)式が成立する。

## 2-2 未熟期における体重と生殖腺重量の関係

雌雄の未熟期における体重 (B. W.) と生殖腺重量 (Ovary Weight : O. W. および Testis Weight : T. W.) の関係をそれぞれ図 2-2~3 に示した。体重が増加するにしたがって生殖腺重量も増加するという関係がみられる。雌雄について次の回帰式を求めた (ただし、単位は  $g$  である)。

$$O. W. = 0.021 (B. W. - 50.5)$$

$$T. W. = 0.038 (B. W. - 54.3)$$

体重に対する卵巣重量と精巣重量の関係では回帰係数はともにきわめて有意 ( $P > 0.005$ ) である。この回帰式の定数  $B. W_0$  は雌では  $50.5g$ 、雄では  $54.3g$  であり、この値は回帰直線と横軸との交点を示し、 $B. W. = B. W_0$  の時、 $G. W. = 0$  となり  $B. W. > B. W_0$  の時回帰式は成立する。また、定数  $B. W_0$  は生物学的には生殖腺の発達が始まる時の平均体重を意味する。

次に回帰係数をみると雄は  $0.038$ 、雌が  $0.021$  であり、雄の値は雌のそれよりも有意に大きい ( $P < 0.005$ )。しかし、スルメイカでは成熟する時の体重も生殖腺重量も雌雄同じであるとは限らないので、これが必ずしも雄性先熟の説明とはならない。

## 2-3 成熟期における体重と生殖腺重量の関係

図 2-4~5 に成熟期における雌雄の体重と生殖腺重量の関係を示した。未熟期と同じく、体重の増加にしたがって生殖腺重量も増加する傾向がみられる。生殖腺重量のばらつきは未熟期よりも小さいが卵巣重量の方がばらつきの大きいことが特徴的である。これは未熟期の雌雄と同様に、生殖腺発達の個体差が現われているものと考えられ、具体的には後述する卵巣重量組成 (図 2-6) によって示される。

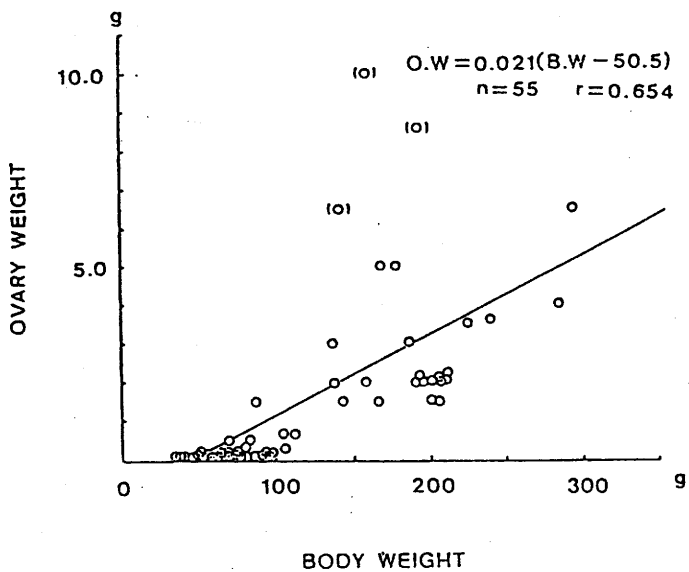


図2-2 未熟期における体重と卵巣重量の関係

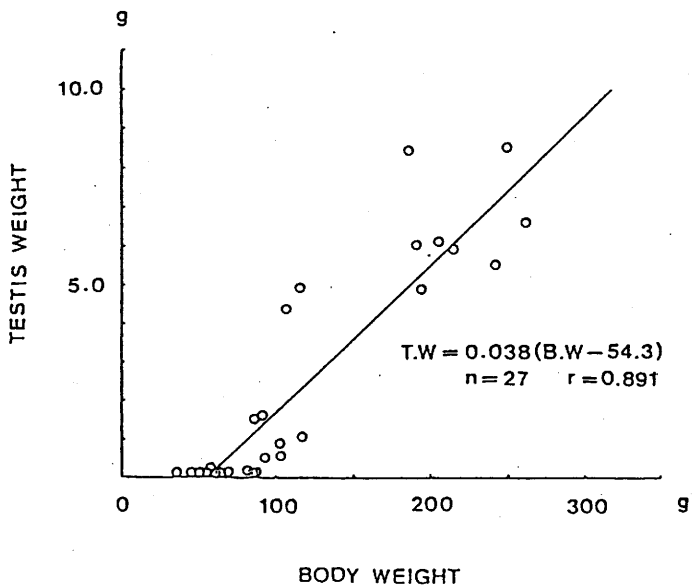


図2-3 未熟期における体重と精巣重量の関係

雌雄における回帰式を計算し次式を得た。この場合、成熟に達した時の体重（生物学的最小形）を表わす定数  $B.W_m$  の値としては図 2-4~5 における雌雄の体重最小値  $200.0(g)$ 、 $150.0(g)$  を用いた。

$$O.W. = 0.033 (B.W. - 200.0) + 5.785$$

$$T.W. = 0.021 (B.W. - 150.0) + 6.684$$

体重に対する卵巢重量と精巣重量の関係では回帰係数はともにきわめて有意 ( $P < 0.005$ ) である。このように体重と生殖腺重量の関係を前述の

$$G.W. = a'(B.W. - B.W_m) + b$$

という 1 次式で示すことができる。ここで回帰定数  $b$  は性成熟時の平均生殖腺重量であり、当てはめられた回帰式から推定できる。したがって、この研究に用いた標本においては、最も成長の早いもので、雌は体重  $200g$  で成熟し、その時の平均卵巢重量は  $5.785g$ 、雄は体重  $150g$  で成熟し、その時の平均精巣重量は  $6.684g$  と推定された。名角 (1967) は日本海スルメイカの測定記録から雌雄の成熟の目安として卵巢重量が  $5 \sim 6g$ 、精巣重量は  $6 \sim 7g$  と報告しているので、これらの推定値は成熟を示す生殖腺重量値として、ほぼ妥当なものと考えられる。

次に回帰係数をみると雌が  $0.033$ 、雄は  $0.021$  であり、雌の値は雄のそれよりも有意に大きい ( $P < 0.005$ )。すなわち成熟期では、未熟期とは逆に雌の回帰係数が大きい。これは成熟に達してからは、体重の増加に対して、精巣よりも卵巢の増重の割合が大きいことを示している。

## 2-4 成熟生殖腺の重量組成

図 2-6~7 に成熟期の卵巢重量と精巣重量の度数分布を示した。各図の中に算術平均、母平均の 95% 信頼区間、標準偏差を示してあるが、卵巢重量の分布は範囲が広く、ばらつきの大きいことが特徴である。これは卵巢の発達における個体差が現われているものと考えられ、未熟期から共通している現象である。精巣重量の分布は卵巢重量よりもばらつきが小さく、分布の型も単峰型である。しかし、両分布とも右に尾をひく分布型で大まかにみれば共通している。

スルメイカの生殖腺の成熟状態については、一般に未熟、成熟、完熟などの呼称で表現されているが、各研究者によって呼称や区別の基準も異なっている。厳密には各器官の計測値や、それぞれの形態の比較、生殖細胞の組織学的観察に基づく資料によって、総合的に判別の基準を検討統一する必要があろうが、浜部 (1965) は雌については生殖器官重量 (卵巢 + 輸卵管) が体重の 10% 以上の個体を完熟、同 2% 以下のものを未熟、その中間のものを成熟とし、雄については精莖のう内に精莖が形成されているものを成熟、未形成のものを未熟個体としてあつかっている。ここで、上述

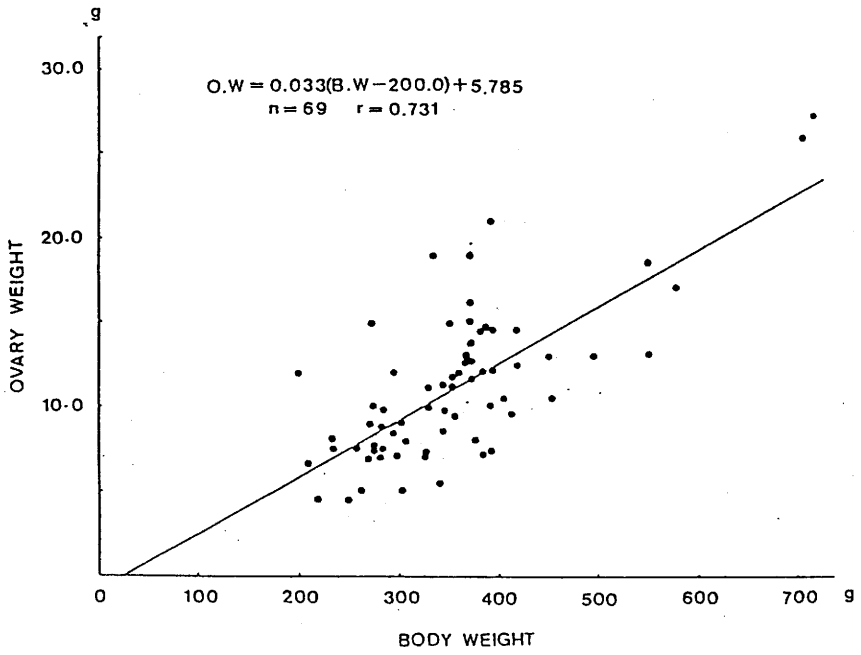


図2-4 成熟期における体重と卵巣重量の関係

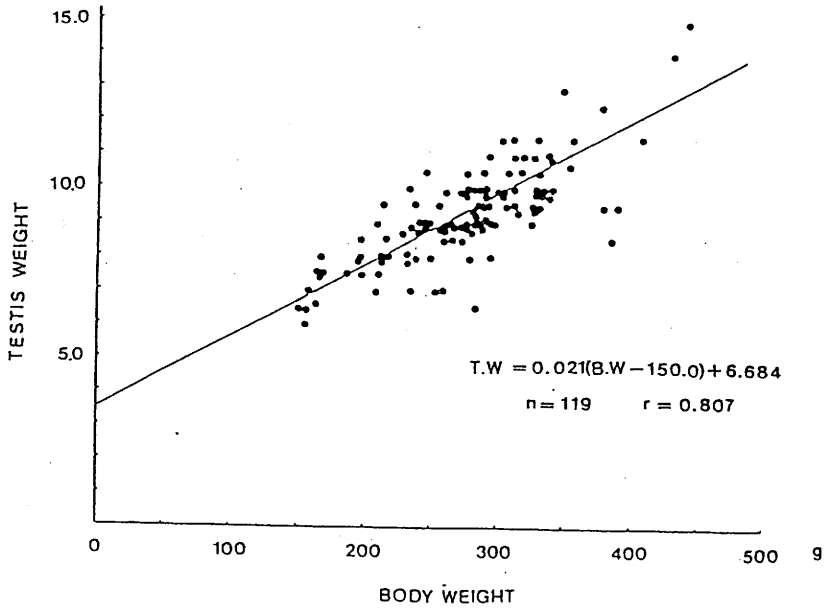


図2-5 成熟期における体重と精巣重量の関係

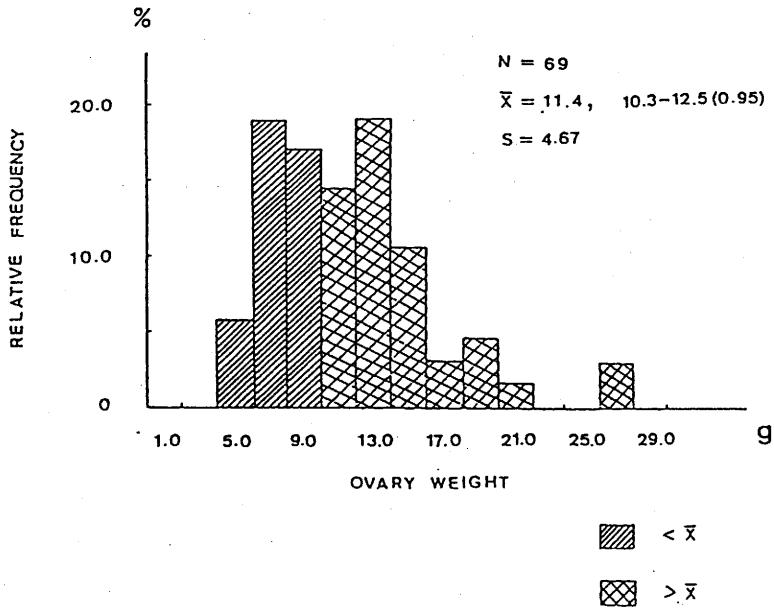


図2-6 成熟期における卵巢重量組成

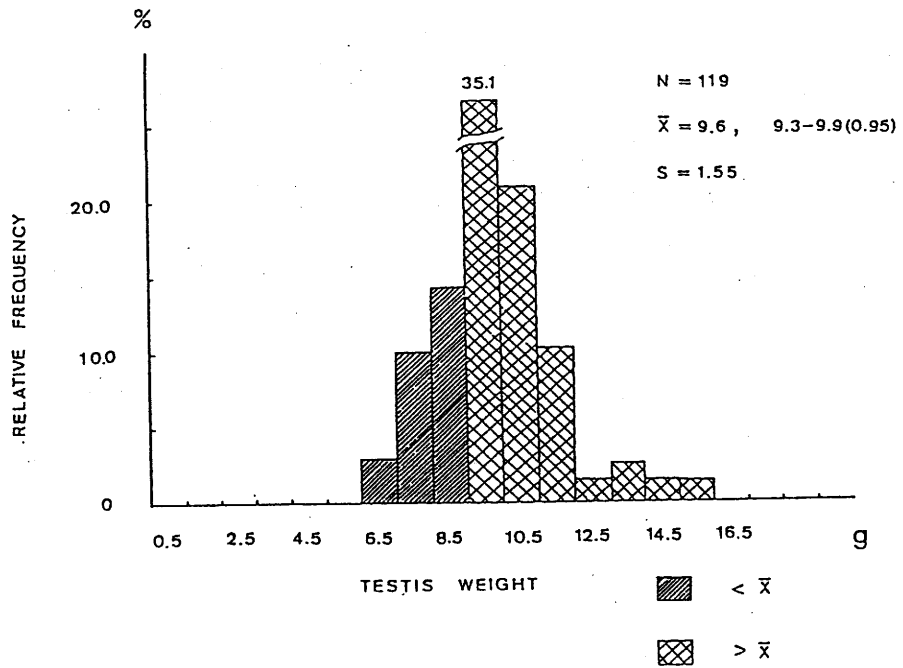


図2-7 成熟期における精巢重量組成

の生殖腺重量組成の算術平均 ( $\bar{x}$ ) を検討すると、卵巣重量の場合は用いた資料 (浜部, 1958) の記載に、( $\bar{x}$ ) 以上のものに完熟と表示されたものが多く、( $\bar{x}$ ) 以下のものは単に成熟と表示されていることから ( $\bar{x}$ ) は完熟の目安と考えてもさしつかえなからう。一方、精巣については完熟という表現がなく、成熟とだけ表示されているため説明できないが、便宜的に雌と同様に ( $\bar{x}$ ) 以上の重量を完熟と称し、卵巣、精巣とも ( $\bar{x}$ ) を完熟値と仮称し、以後の検討に用いた。

この節までにスルメイカの生殖腺の発達開始および成熟時の体重、また、完熟時の生殖腺重量が推定された。したがって、これらを雌雄の体重成長曲線に対応させるならば、体重の成長に伴う生殖腺の発達の相違を検討することが可能である。

## 2-5 体重の成長に伴う生殖腺の発達

スルメイカ雌雄の外套長の成長式および外套長と体長の関係式 (通山ほか, 1972) から各月齢の外套長に対する体重を、また、体重と生殖腺重量との回帰式から生殖腺重量を推定し、それぞれを図2-8~9に示した。ただし通山ほか (1972) の式は南西海域のスルメイカについて推定されたものなので、日本海のスルメイカとは成長式の母数  $K$ ,  $t_0$ ,  $n$  が若干異なると考えられる。しかし、成長様式は両海域ともほぼ同じであると仮定して検討した。

この図において生殖腺重量を示す柱状グラフのうち、白地のものは未熟期の回帰式から、それ以外は成熟期の回帰式から計算したものである。また、 $1/W_{\infty} \cdot dw/dt$  は(1)式から計算した各月齢における体重の相対的な成長率を示し、体重の成長に対して、成長率がどのように変化するかをみたものである。

図2-8から卵巣の発達を推定すると、卵巣の発達開始は発生後3ヶ月、成熟期に達するのが7ヶ月、完熟値 ( $\bar{x}$ ) に達するのが11ヶ月である。体重の最大成長時期は5ヶ月にあり、その2ヶ月後に成熟し、成熟に達した後、4ヶ月間で完熟値に達する。また、図2-9から精巣は発生後3ヶ月で発達を開始し、6ヶ月で成熟、11ヶ月で完熟値に達する。体重の最大成長時期は4ヶ月にあり、その2ヶ月後に成熟し、成熟後5ヶ月間で完熟値に達することが推定される。

これらの推定のうち、雌雄に共通していることは生殖腺の発達開始時期と完熟値に達する時期が同じであること、体重の最大成長時期の2ヶ月後に成熟に達することである。一方、雌雄によって異なっていることは、成熟時期と体重の最大成長時期が、いずれも雄が1ヶ月早いこと、また、生殖腺の発達開始から成熟に達するまでの時間は雄が1ヶ月間早く、成熟した後、完熟値に達するまでの時間は、逆に雌が1ヶ月間早いことである。この雌雄の時間の長短は体重に対する生殖腺重量の直線回帰における傾斜の差で説明される。すなわち、未熟期の卵巣の発達速度は成熟期よりも遅く、逆に未熟期の精巣の発達速度は成熟期よりも早いことを示していると考えられ、雌の場合は成熟した後、完熟に達するまでの時間が早くなり、雄の場合は生殖腺の発達が始まった後、成熟に達するまでの時間が相対的に早くなることを示している。以上のことから雄の成熟が雌に比較して1ヶ月早いことが推定された。



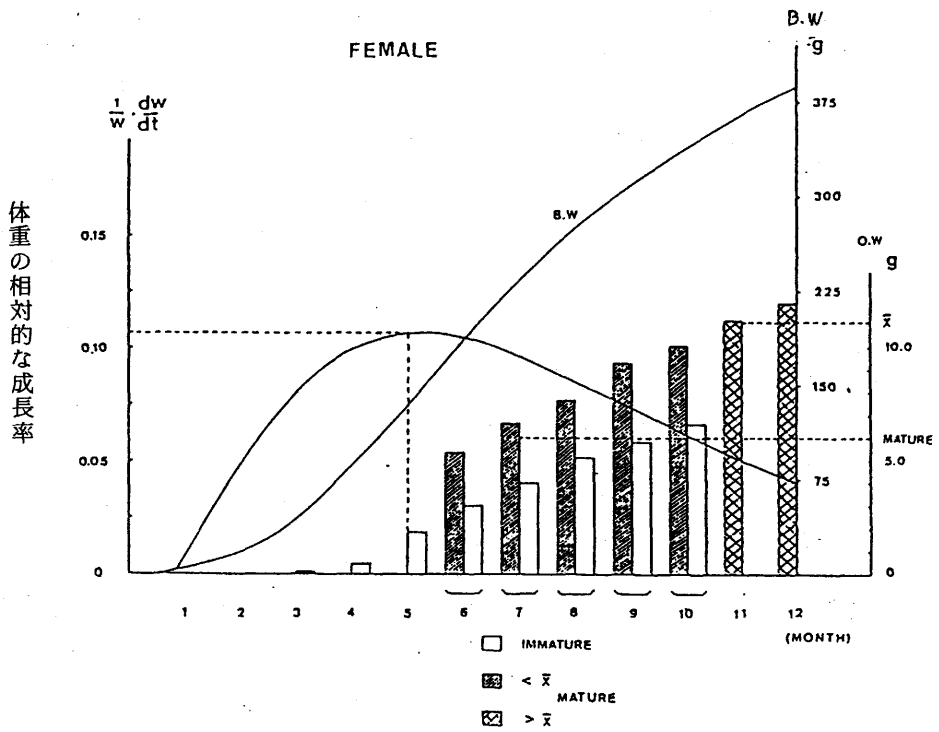


図2-8 体重の成長に伴う生殖腺の発達と体重の相対的な成長率の変化(雌)

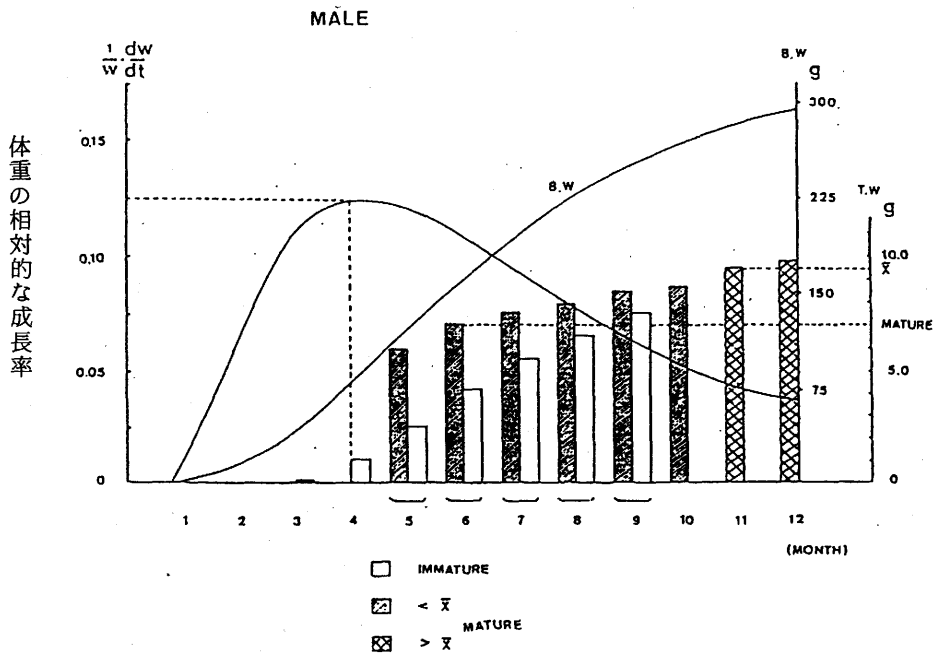


図2-9 体重の成長に伴う生殖腺の発達と体重の相対的な成長率の変化(雄)

## 2-6 論議と考察

スルメイカの雄性先熟について、浜部(1965)、新谷(1967)は長年の生体測定資料に基づいて、一般的に雌の成熟が雄に比較して遅いことを指摘した。名角(1967)は日本海沖合のスルメイカについて、1965年の資料から、雄は8月頃成熟し、雌は9月から10月にかけて熟度が著しく増大すると報告した。また、通山ほか(1972)は南西海域のスルメイカについて、1969年の資料から、8月に雄は群成熟率が50%を越えるのに対し、雌は1.0%、12月に雄は100%の成熟率に対し、雌は62.8%であることを示し、これを雄性先熟の現象であるとした。

名角(1967)は雌雄の季節的な生殖腺発達の様子を示しておらず、通山ほか(1972)は季節的な成熟率の変化は示しているが、雄の成熟が雌に比較してどの程度早いのかについてはふれていない。この名角(1967)、通山ほか(1972)の結果を浜部(1965)の熟度表示方法によって、雌雄の成熟に要する時間を比較すると、名角(1967)の報告では雄の成熟が雌に比較して1ヶ月、通山ほか(1972)の報告でも1ヶ月早いことになる。このことは、この章での結果と一致している。すなわち、雄の成熟が雌に比較して1ヶ月早いことが明らかになったが、これに対応する現象としては、スルメイカの体重の成長率の最大時期が、雌よりも雄が1ヶ月早いことである。このことはILES(1974)がNorth Seaのherringについて、成熟期に先だって体成長率の最大になる時期があると述べていることから、スルメイカについてもherringと同様に体成長と成熟との関係が現われ、雌雄の体成長率の最大時期の相違が雄性先熟の現象として現われているものと考えられる。

### 3. 生殖器官の発達に伴う肝臓の役割

スルメイカの肝臓が成熟するにしたがって変化していくことは浜部 (1965), 名角 (1967), 林 (1971b) の報告にみられる。浜部 (1965) は雌について, 名角 (1967) は雄について, それぞれの成熟段階を表示するうえで肝臓重量体重比を1つの指標としている。林 (1971b) はスルメイカの成熟に伴う内臓諸器官重量の変化を検討し, 肝臓重量が雌雄とも未熟初期を最大として, 熟度が進むにしたがって減少していくとしている。しかし, 林 (1971b) の報告は, 未熟初期において, 肝臓も他の内臓諸器官と同様に発達を続けていることを無視した分析結果であると考えられる。

この章ではスルメイカ雌雄の肝臓重量が, 未熟期から完熟期に至るまでにどのような変化の過程をたどるのか, また, その過程が生殖器官の発達に対してどのような役割を果しているのかを検討する。

#### 3-1 資料と方法

用いた資料は1978年6~10月に, 浜田沖から日本海中央部にかけての海域で, 島根県水産試験場試験船, 島根丸と島根県立浜田水産高等学校練習船, 若潮丸により釣獲されたスルメイカ12標本, 598個体である (表3-1)。測定項目は雌は, 外套長(mm), 体重(g), 卵巣重量(g), 輸卵管重量(g), 肝臓重量(g), 雄は外套長(mm), 体重(g), 精巣重量(g), 精莖のう重量(g), (貯精のう+輸精管)重量(g), 肝臓重量(g)である。

生殖器官重量の指数は体重(胃内容物除去)に対する生殖器官重量の占める割合 (Gonadosomatic Index: G.S.I) を, 肝臓重量の指数は体重に対する肝臓重量の占める割合 (Hepatosomatic Index: H.S.I) を用いた。それぞれの指数は次式によって算出した。

$$G.S.I = \frac{G.W.}{B.W.} \times 10^2, \quad H.S.I = \frac{L.W.}{B.W.} \times 10^2$$

(ただし, B.W.は体重(g), G.W.は生殖器官重量(g), L.W.は肝臓重量(g)である)。

計算によって得た各標本のG.S.IとH.S.Iの算術平均を用いて, 両者の関係を回帰分析した。なお, 各個体の成熟状態の判定は, 雌の場合, 輸卵管内に熟卵のみられたものを成熟, 同じく熟卵のみられないものを未熟, 雄の場合では, 精莖のう内に精莖の形成のみられたものを成熟, 精莖のうでかかっているもの, およびまったくみられないものを未熟とする日本海スルメイカ調査実施上の手引き(日水研, 1975)にしたがった。

#### 3-2 G.S.IとH.S.Iの度数分布

雌のG.S.IとH.S.Iの度数分布を図3-1に示した。G.S.Iの分布をみると標本No.1~6までとNo.9~10がよく似た分布をしており, No.7~8, No.11~12が前者とは異なった分布をしてい

表3-1 用いた資料

標 番	本 号	採 集 年 月 日	採 集 位 置	標 本 の 大 き さ (尾)	外 套 長 範 囲 (mm)
No. 1	1	1978. 6. 10	36° 13' N	♀ 27	136 ~ 198
			131° 59' E	♂ 23	158 ~ 185
No. 2	2	1978. 6. 16	38° 05' N	♀ 20	172 ~ 205
			131° 54' E	♂ 30	160 ~ 205
No. 3	3	1978. 6. 26	38° 16' N	♀ 21	159 ~ 211
			131° 15' E	♂ 29	158 ~ 218
No. 4	4	1978. 7. 5	38° 30' N	♀ 26	175 ~ 225
			131° 04' E	♂ 24	175 ~ 208
No. 5	5	1978. 7. 15	38° 17' N	♀ 23	178 ~ 221
			131° 07' E	♂ 27	168 ~ 216
No. 6	6	1978. 7. 26	38° 14' N	♀ 24	165 ~ 220
			131° 32' E	♂ 26	160 ~ 210
No. 7	7	1978. 8. 23	36° 00' N	♀ 32	198 ~ 275
			131° 40' E	♂ 18	196 ~ 243
No. 8	8	1978. 9. 8	36° 40' N	♀ 35	172 ~ 295
			132° 00' E	♂ 15	147 ~ 242
No. 9	9	1978. 9. 11	37° 40' N	♀ 25	157 ~ 241
			132° 10' E	♂ 24	176 ~ 242
No. 10	10	1978. 9. 19	40° 03' N	♀ 22	213 ~ 290
			132° 05' E	♂ 27	216 ~ 264
No. 11	11	1978. 9. 29	36° 25' N	♀ 19	252 ~ 310
			134° 39' E	♂ 31	194 ~ 245
No. 12	12	1978. 10. 7	36° 29' N	♀ 13	218 ~ 282
			134° 42' E	♂ 37	210 ~ 260
計	12			♀ 287 ♂ 311	
				598	

G. S. I

H. S. I

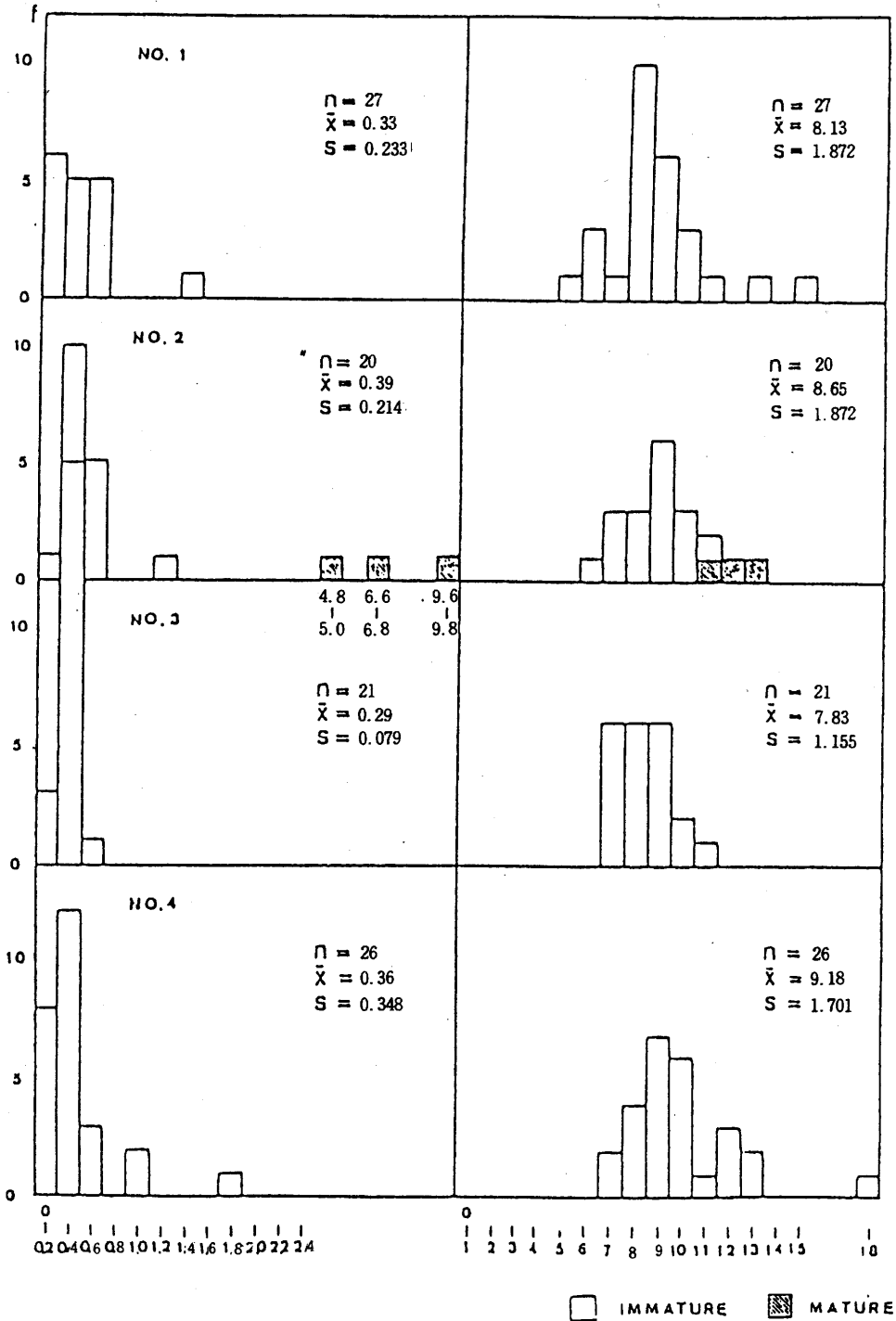


図3-1 G. S. I と H. S. I の度数分布 (雌)

G. S. I

H. S. I

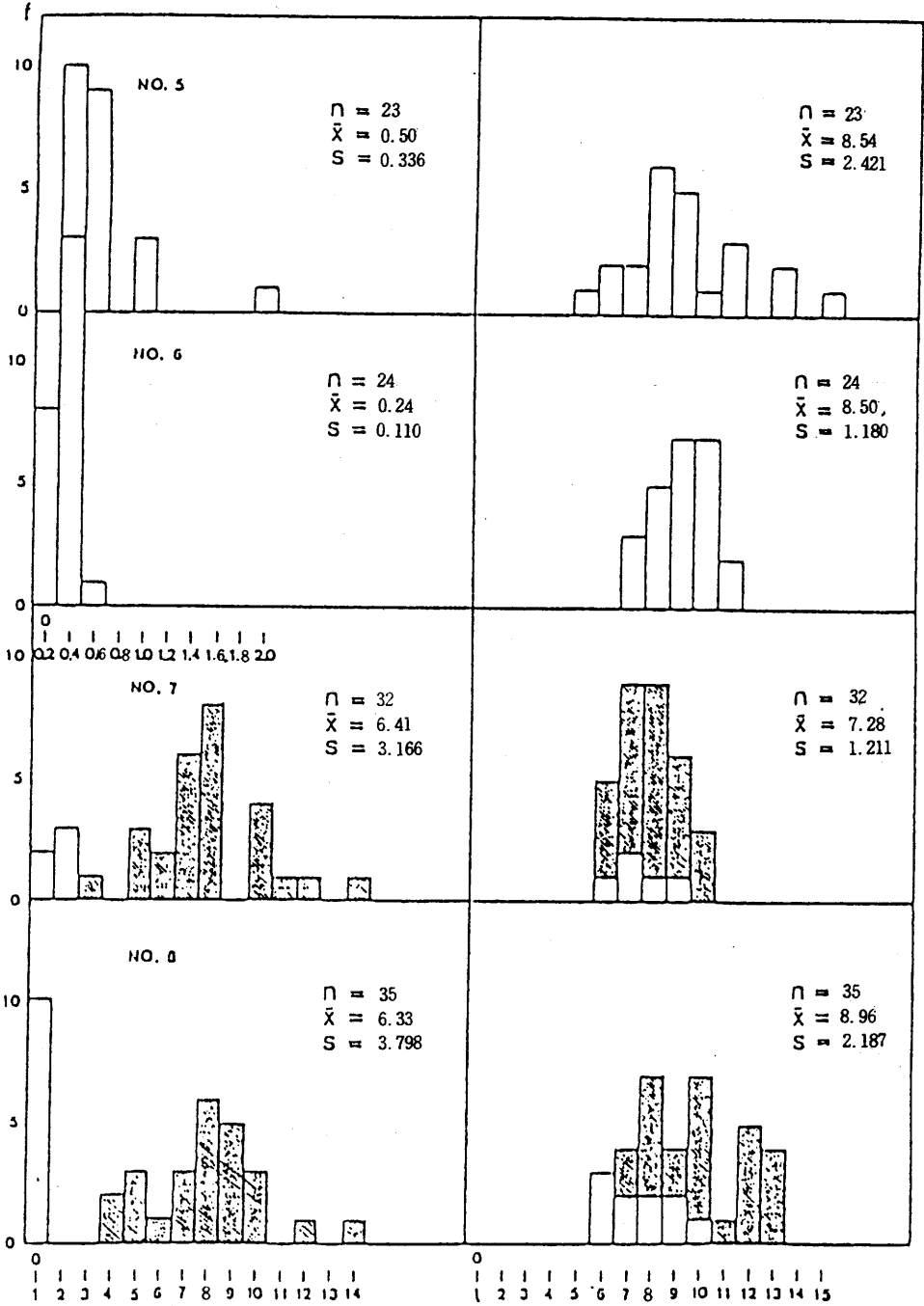


図3-1 続き

G. S. I

H. S. I

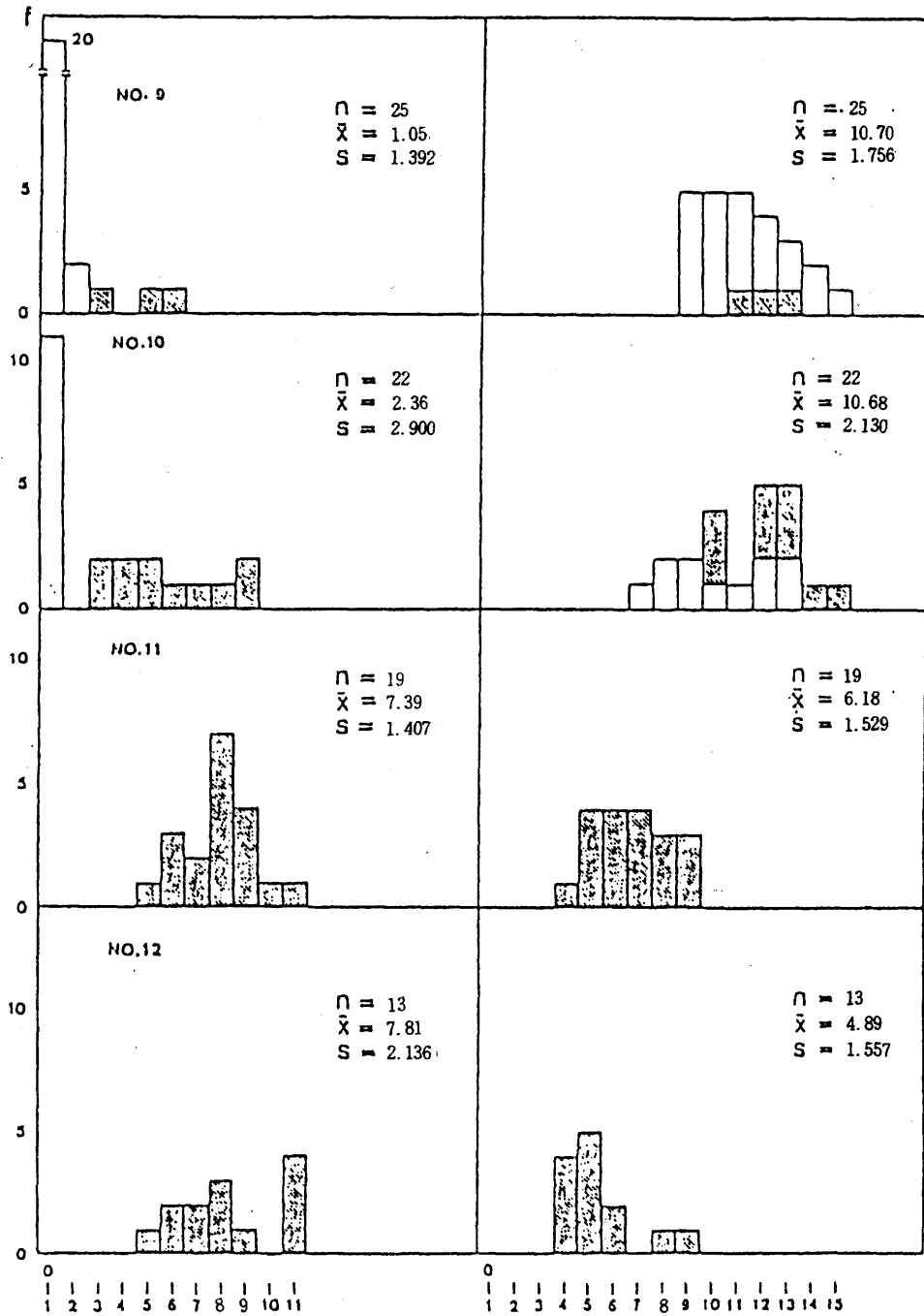


図3-1 続き