

ISSN 0289-5226
Sept 1988

REPORT
OF
SHIMANE PREFECTURAL FISHERIES
EXPERIMENTAL STATION

No.5

島根県水産試験場
研究報告
第5号

島根県水産試験場

浜田市瀬戸ヶ島町

昭和63年9月

SHIMANE, JAPAN

目 次

日本海西部海域におけるスルメイカ, <i>Todarodes pacificus</i> STEENSTRUP, の 漁業生物学的研究	安達二郎	1
神戸川産ヤマトシジミの成長と宍道湖産ヤマトシジミ との形態の相違	川島隆寿・山根恭道・山本孝二	94
宍道湖におけるヤマトシジミD型幼生の 出現時期について	川島隆寿・後藤悦郎	103
島根県水産試験場刊行物発行要綱		113

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

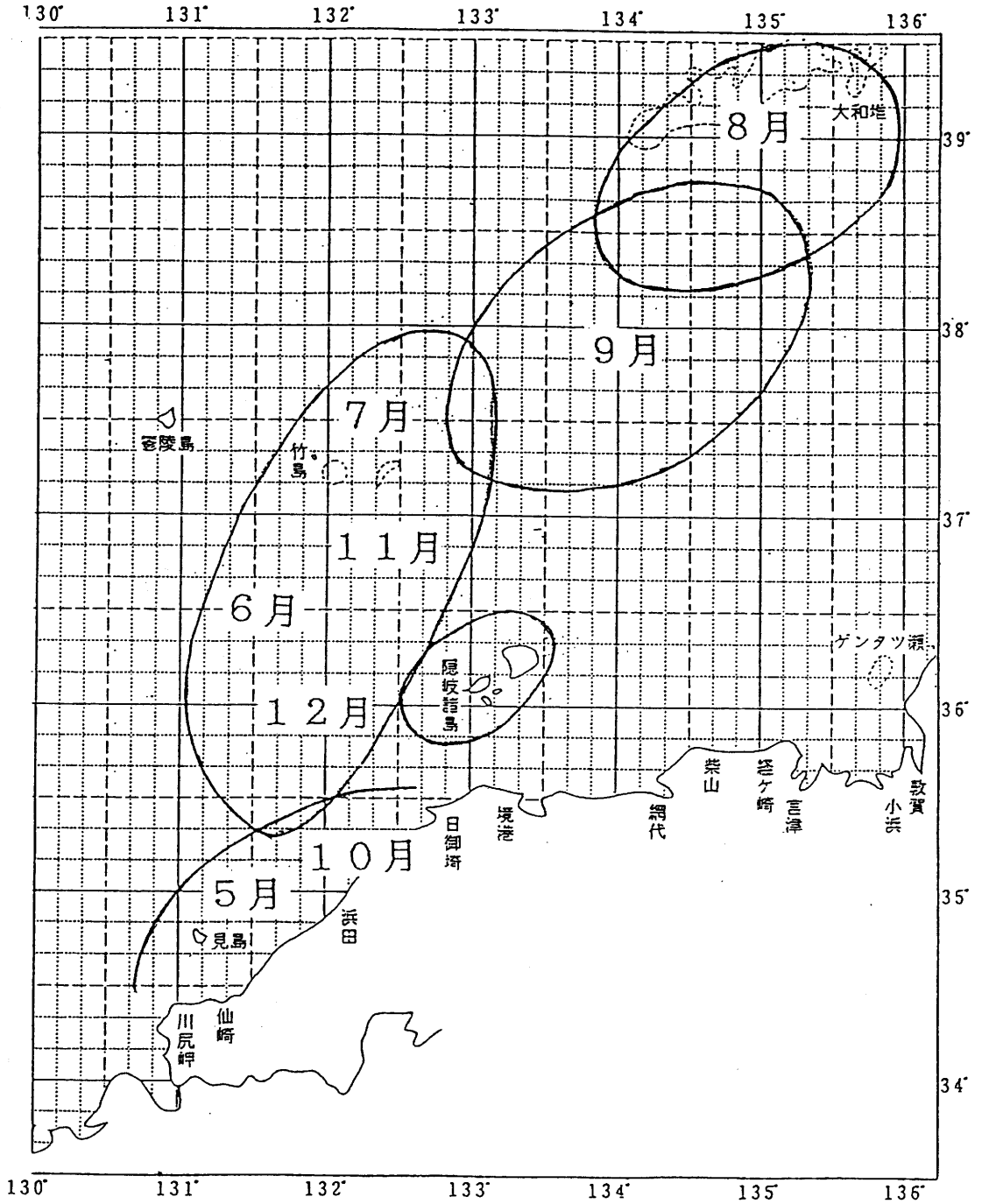


図1-1 日本海西部海域におけるスルメイカ漁場の月別推移 (1984年)

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

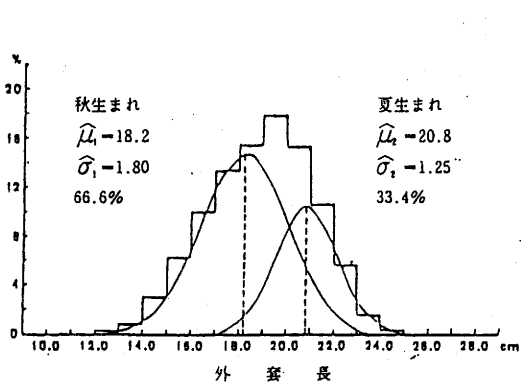


図1-2-1 浜田港における漁獲物外套長組成
1984年(5月1日~5月22日)

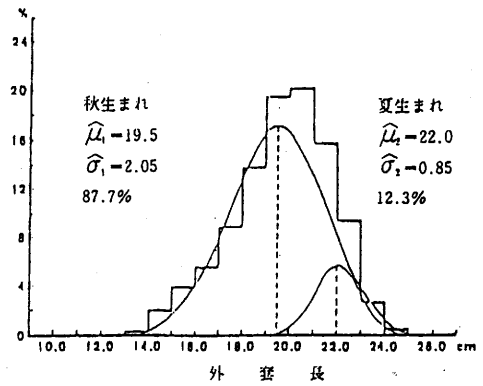


図1-2-2 浜田港における漁獲物外套長組成
1984年(5月24日~6月5日)

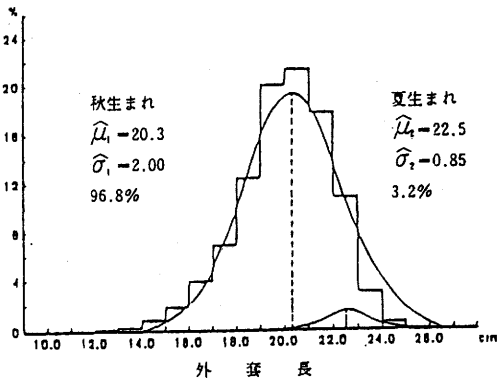


図1-2-3 浜田港における漁獲物外套長組成
1984年(6月6日~6月30日)

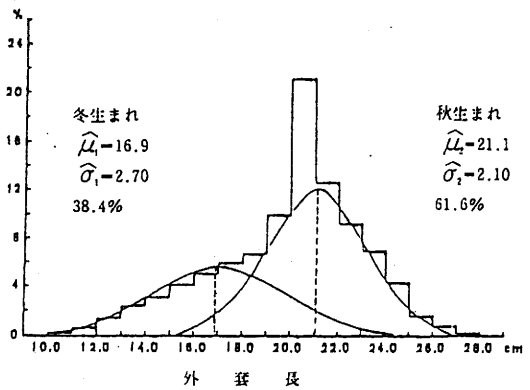


図1-2-4 浜田港における漁獲物外套長組成
1984年(7月1日~7月31日)

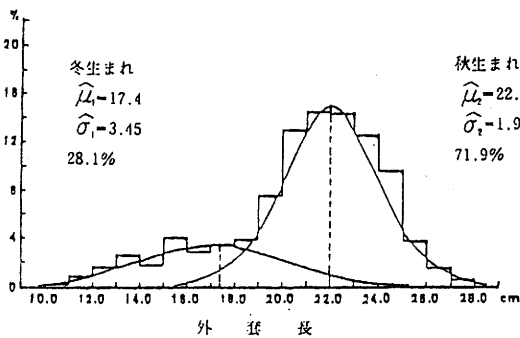


図1-2-5 浜田港における漁獲物外套長組成
1984年(8月1日~8月31日)

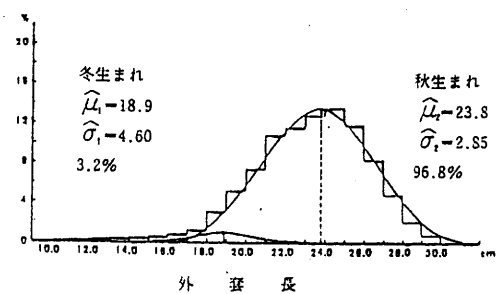
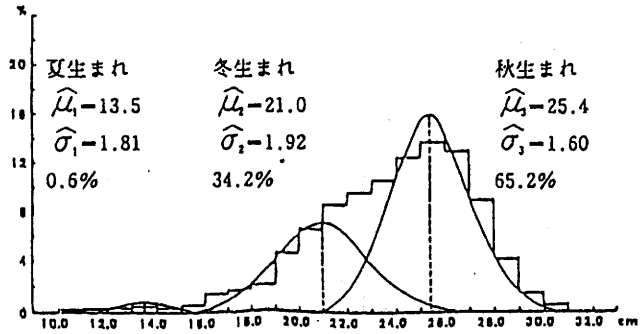


図1-2-6 浜田港における漁獲物外套長組成
1984年(9月1日~9月30日)



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)

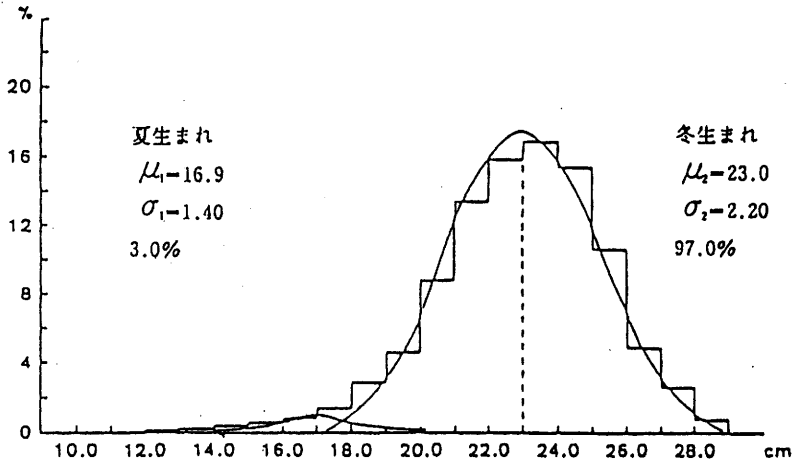


図1-2-8 浜田港における漁獲物外套長組成
1984年(11月1日~11月30日)

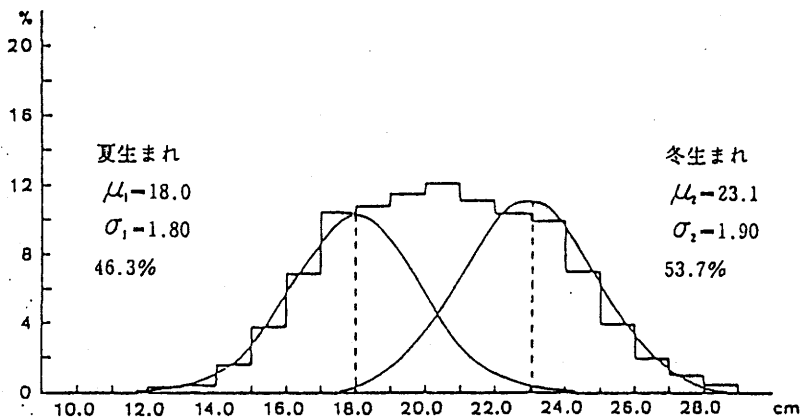


図1-2-9 浜田港における漁獲物外套長組成
1984年(12月1日~12月19日)

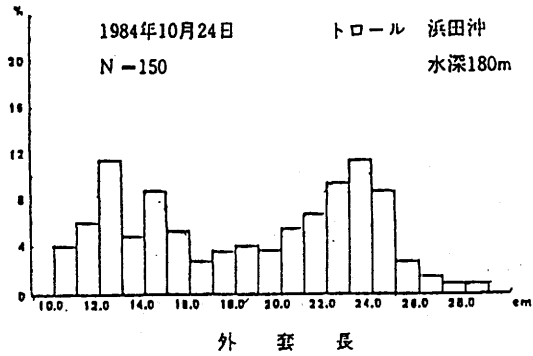


図1-3 トロールネット漁獲物外套長組成

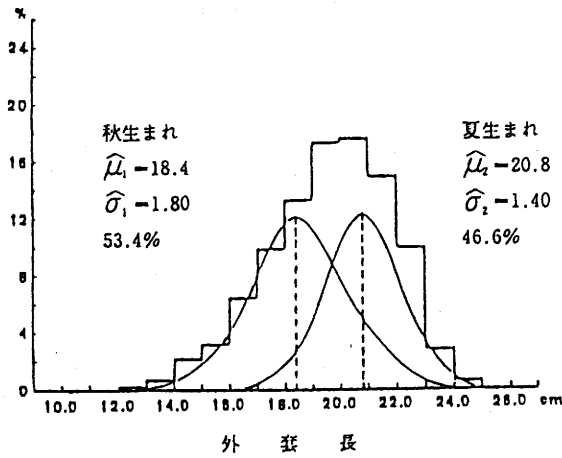


図1-4-1 浜田港における漁獲物外套長組成
1983年5月

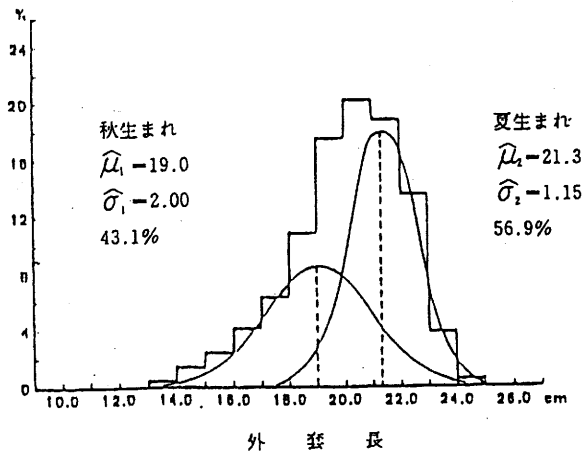


図1-4-2 浜田港における漁獲物外套長組成
1983年6月

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_{∞} 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_{∞} : 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

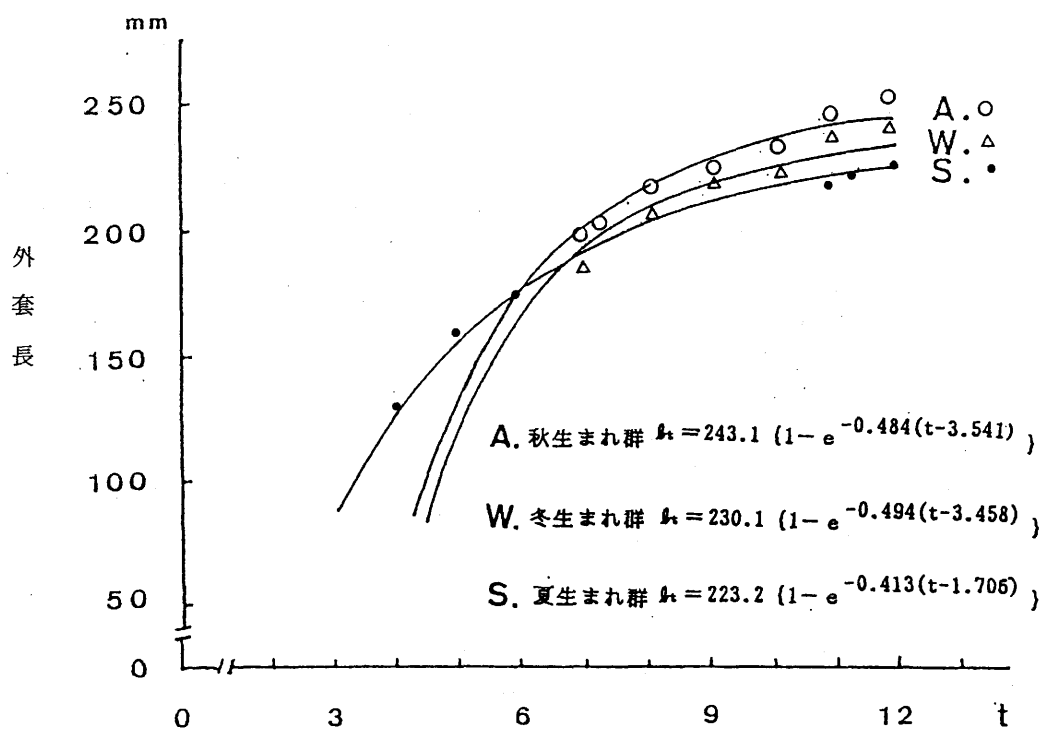


図1-5 3系群の Bertalanffy の成長曲線

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

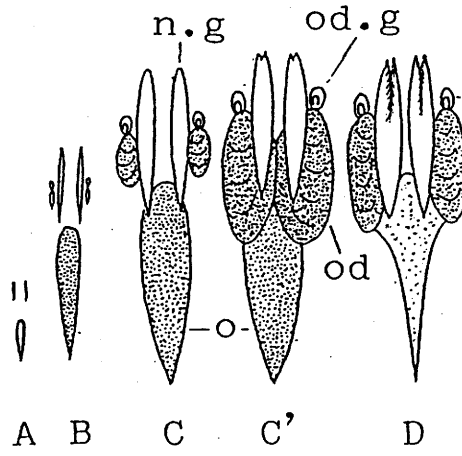
$$G.W. - b = a'(B.W. - B.W_m.)$$

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

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

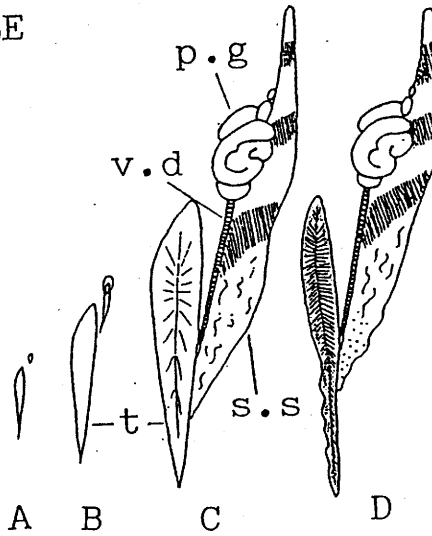


図2-1 生殖器官の発達過程の模式 (林, 1970)

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：精巢，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_{∞} 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、 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。

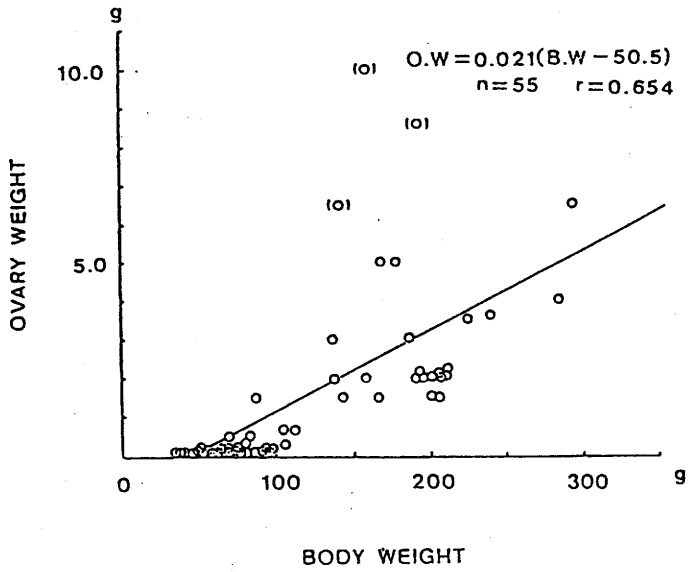


図2-2 未熟期における体重と卵巣重量の関係

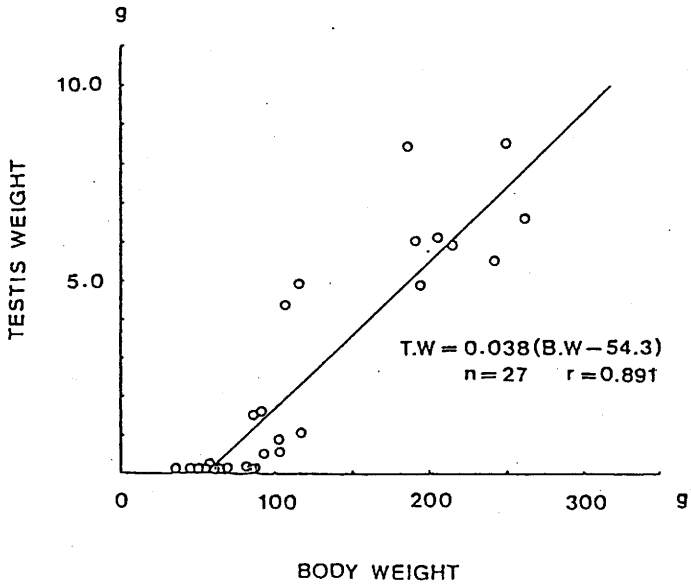


図2-3 未熟期における体重と精巣重量の関係

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

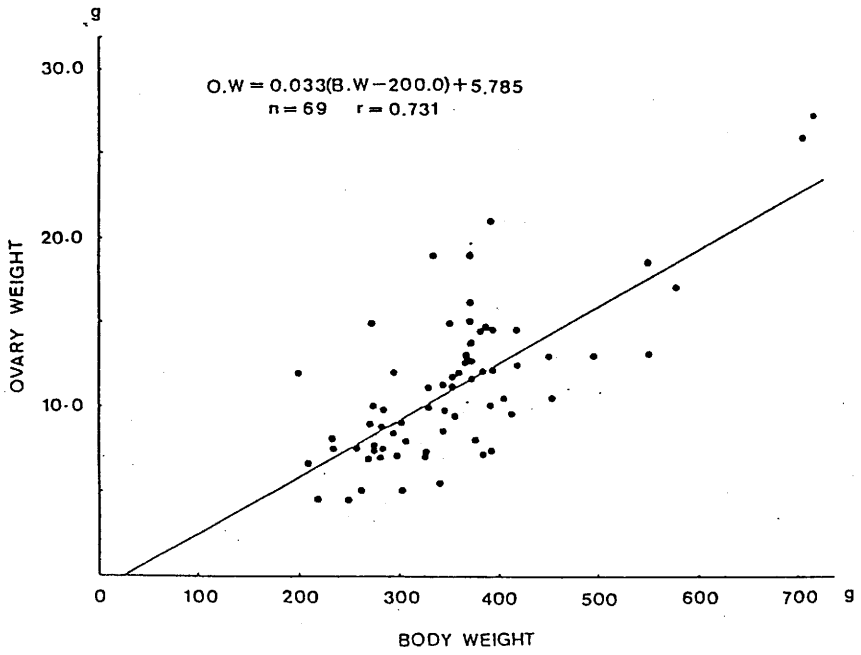


図2-4 成熟期における体重と卵巣重量の関係

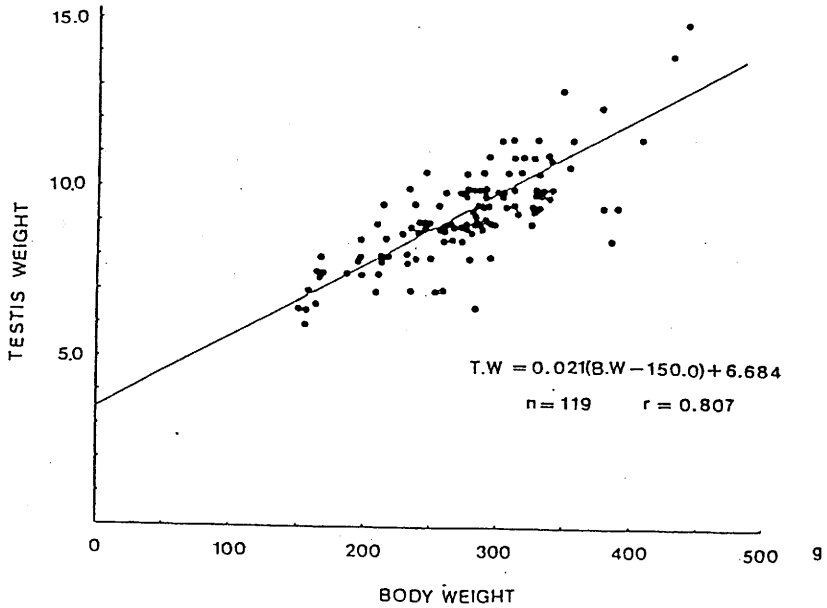


図2-5 成熟期における体重と精巣重量の関係

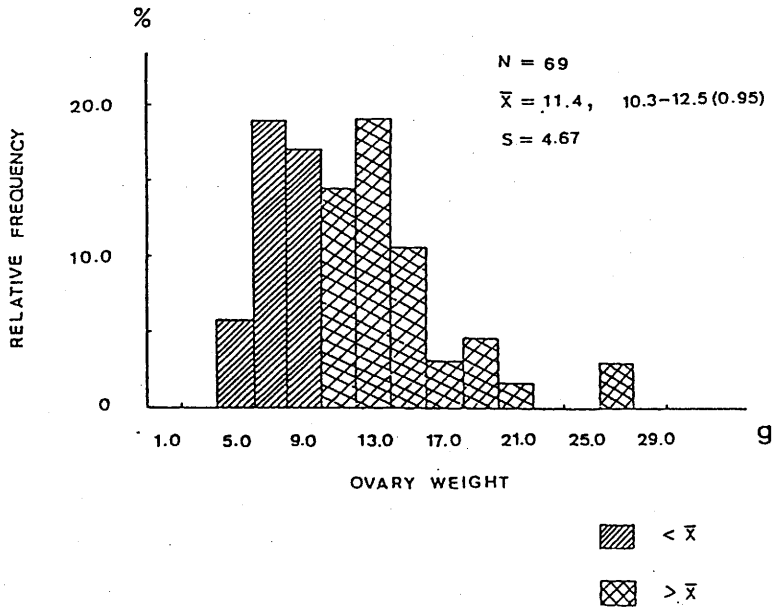


図2-6 成熟期における卵巢重量組成

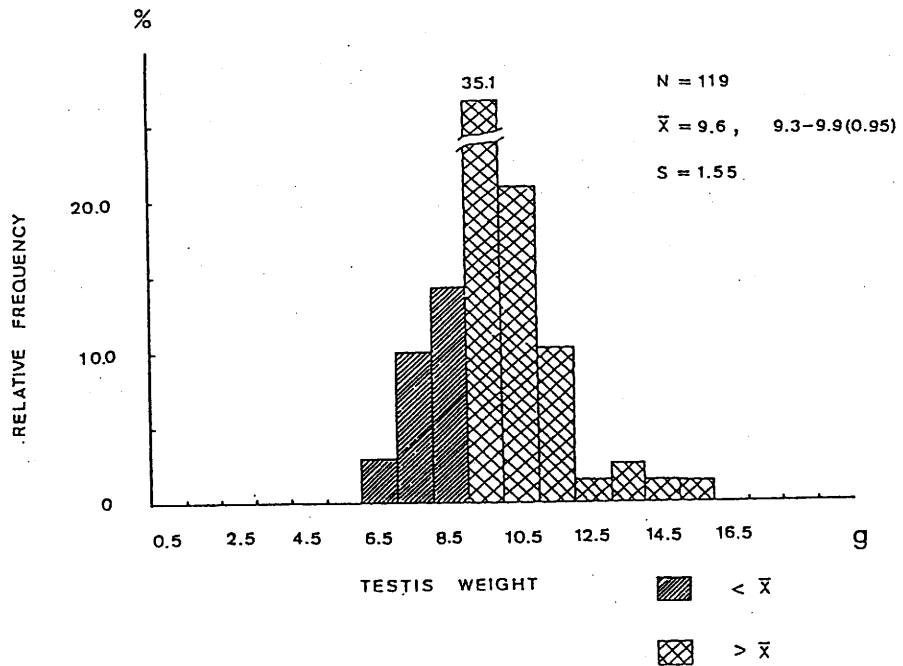


図2-7 成熟期における精巢重量組成

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。

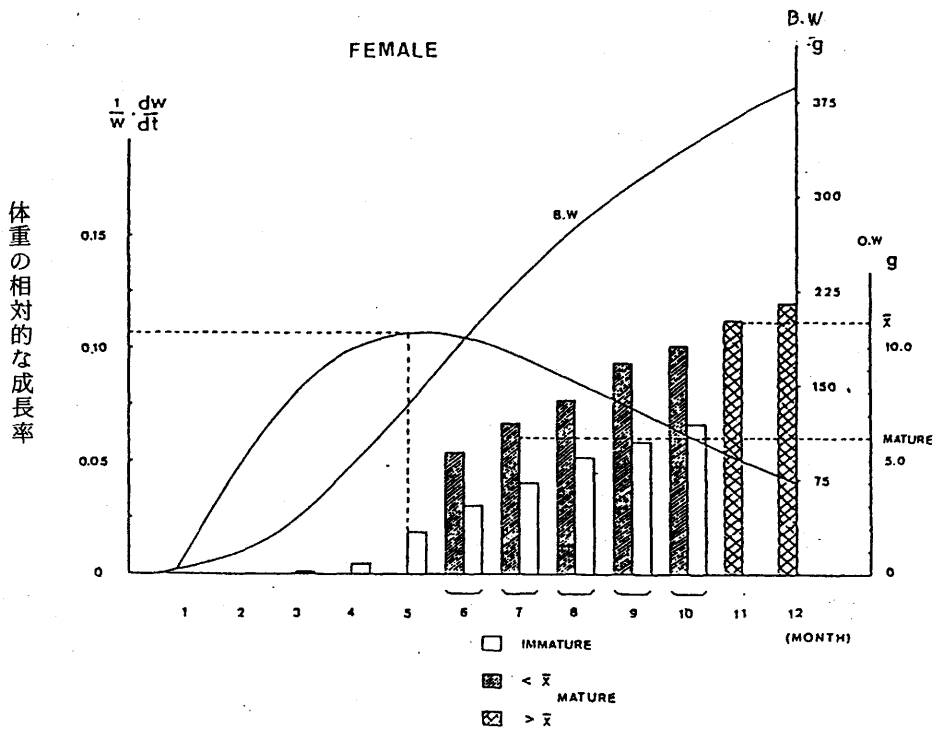


図2-8 体重の成長に伴う生殖腺の発達と体重の相対的な成長率の変化(雌)

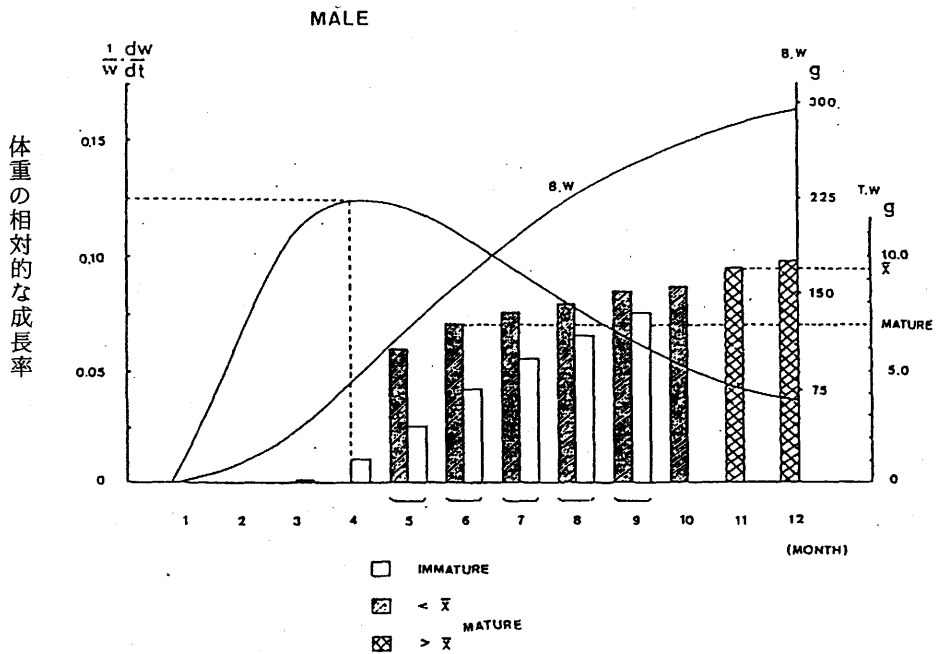


図2-9 体重の成長に伴う生殖腺の発達と体重の相対的な成長率の変化(雄)

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

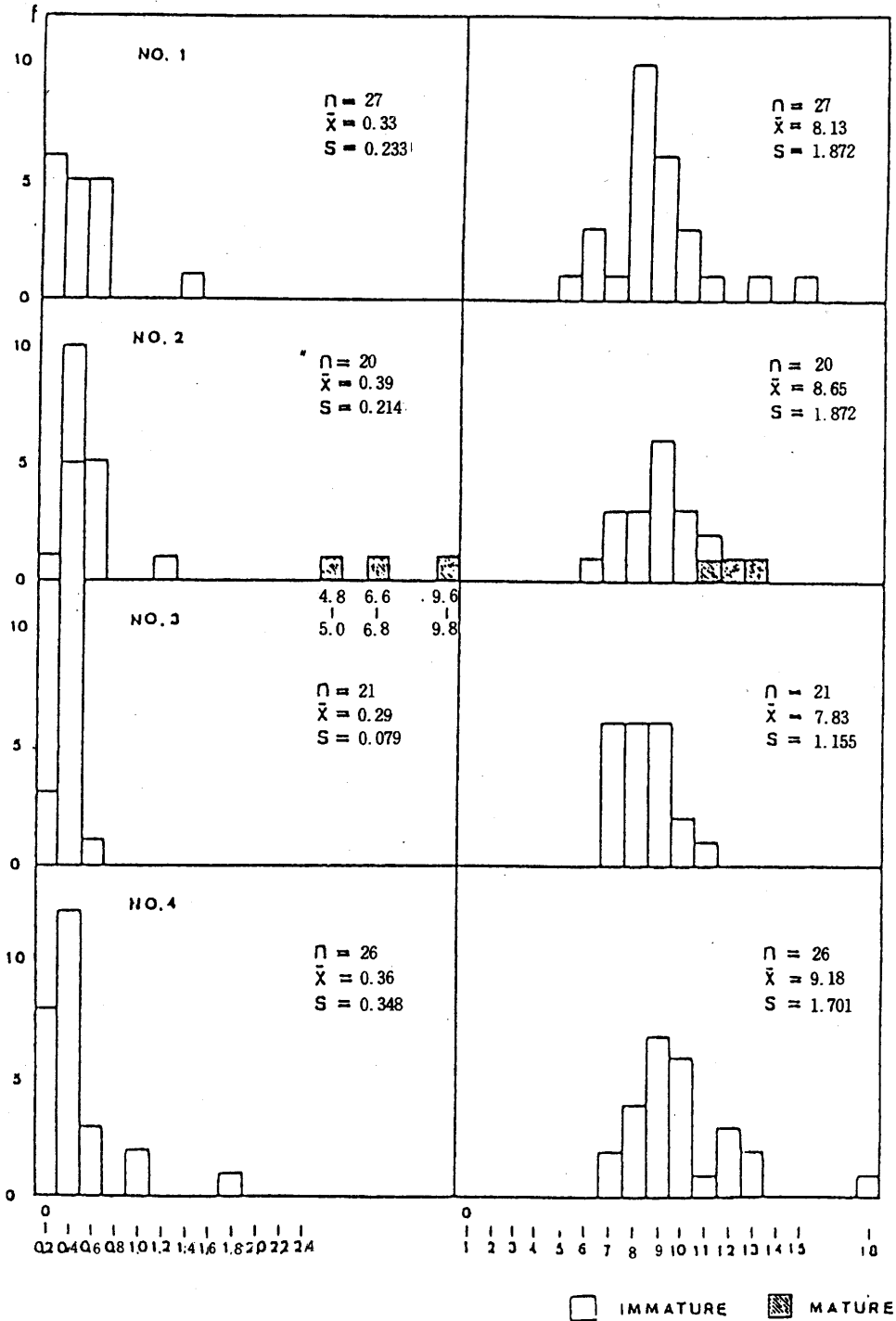


図3-1 G. S. I と H. S. I の度数分布 (雌)

G. S. I

H. S. I

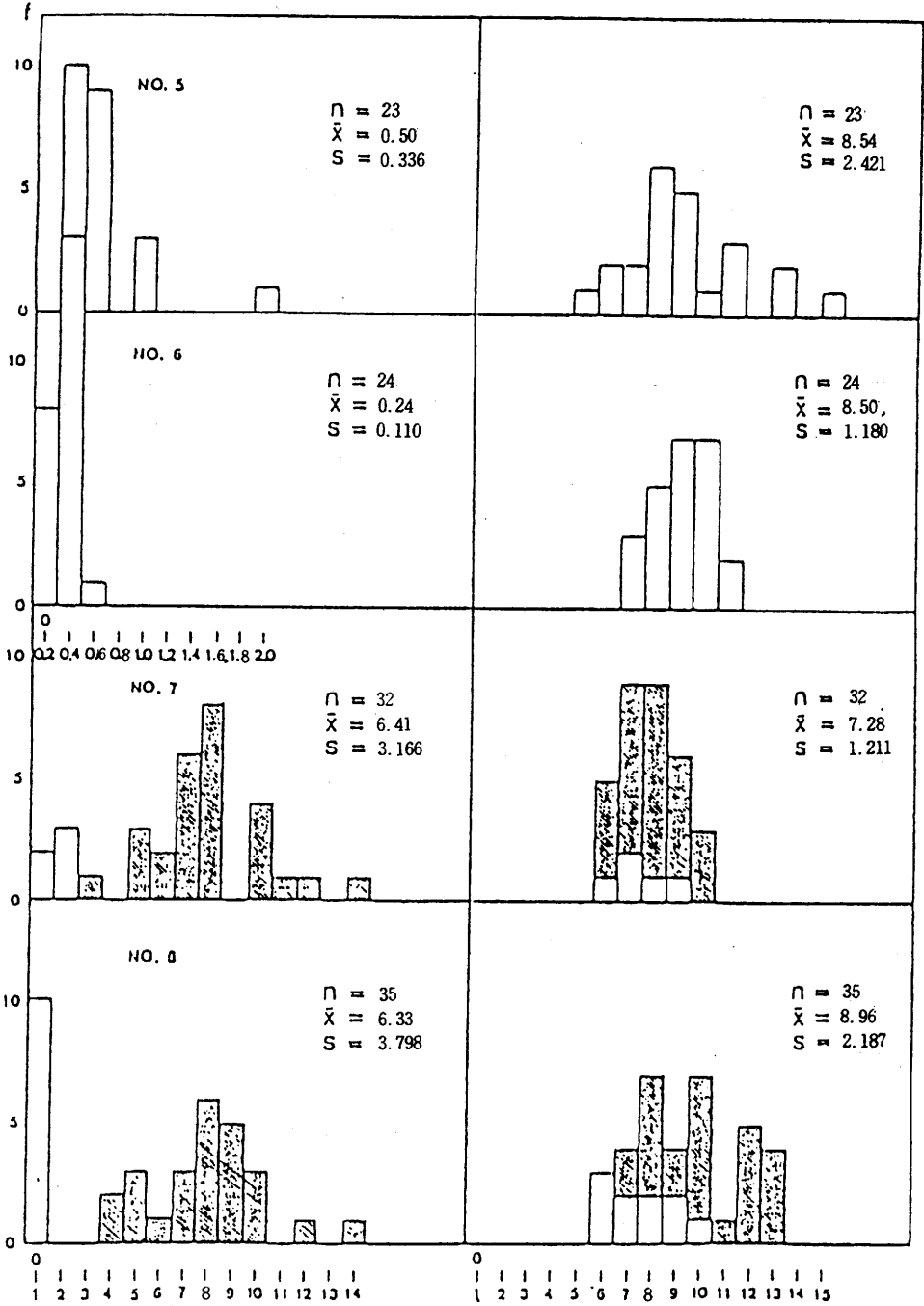


図3-1 続き

G. S. I

H. S. I

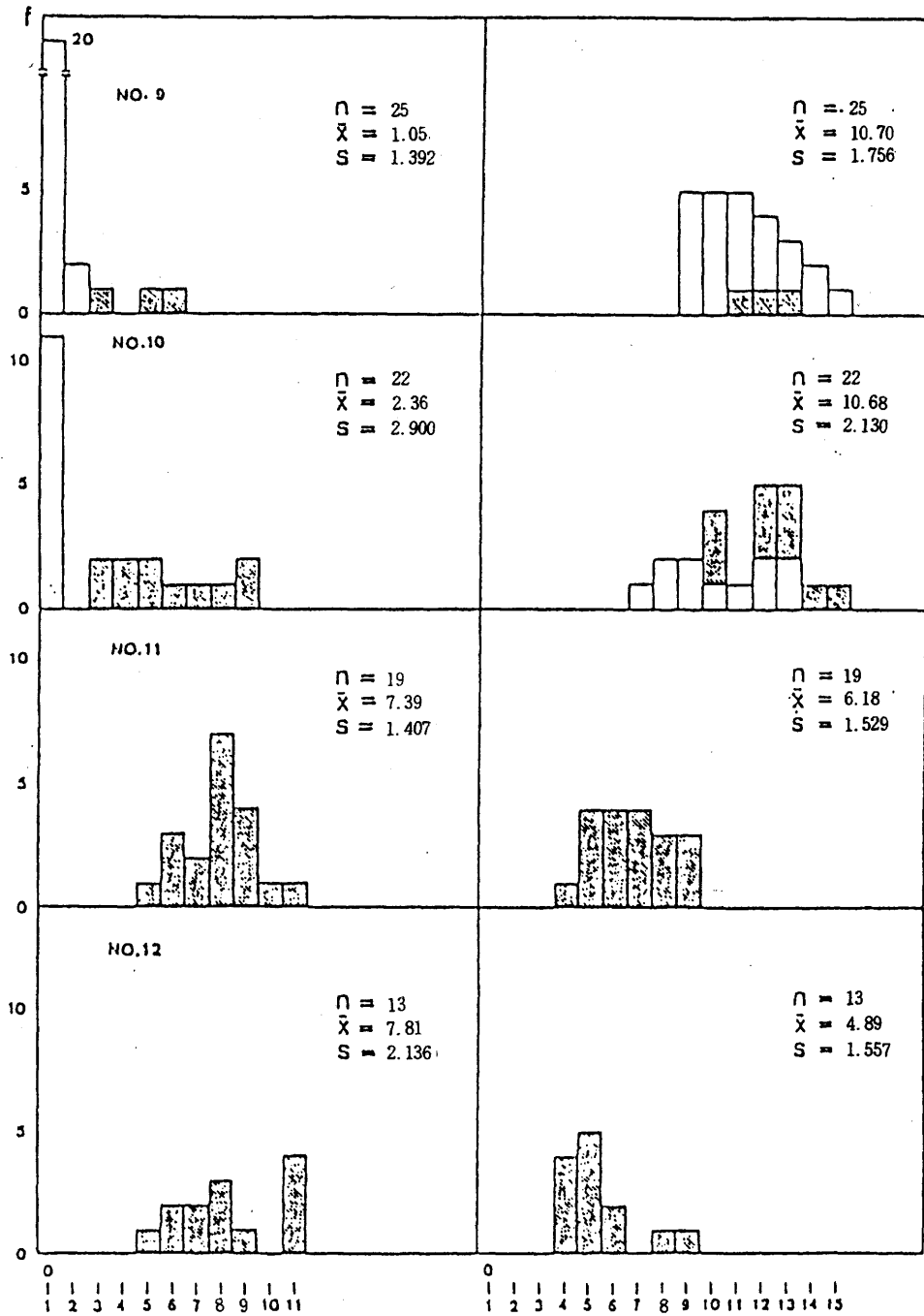


図3-1 続き

G. S. I

H. S. I

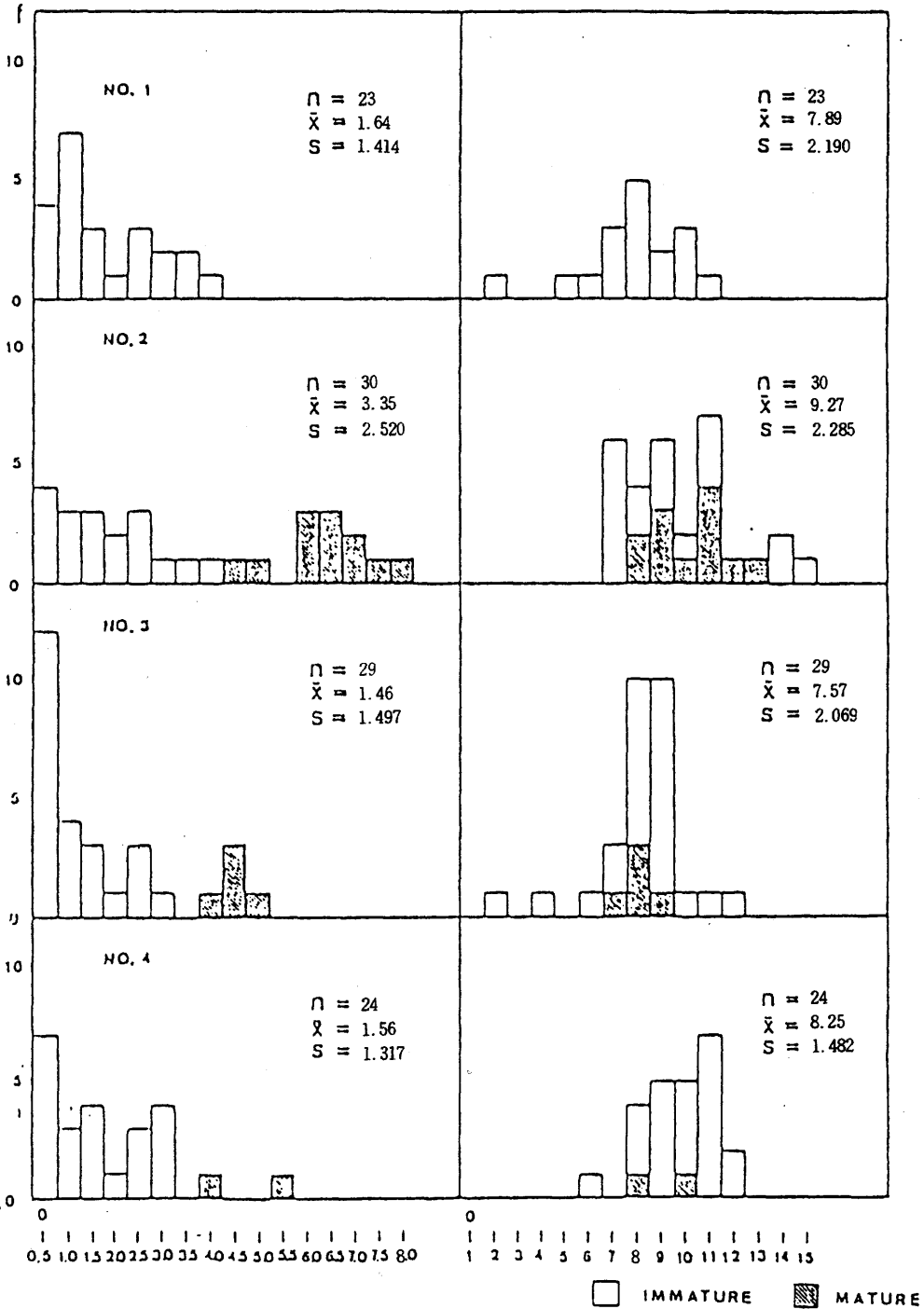


図3-2 G. S. IとH. S. Iの度数分布 (雄)

G. S. I

H. S. I

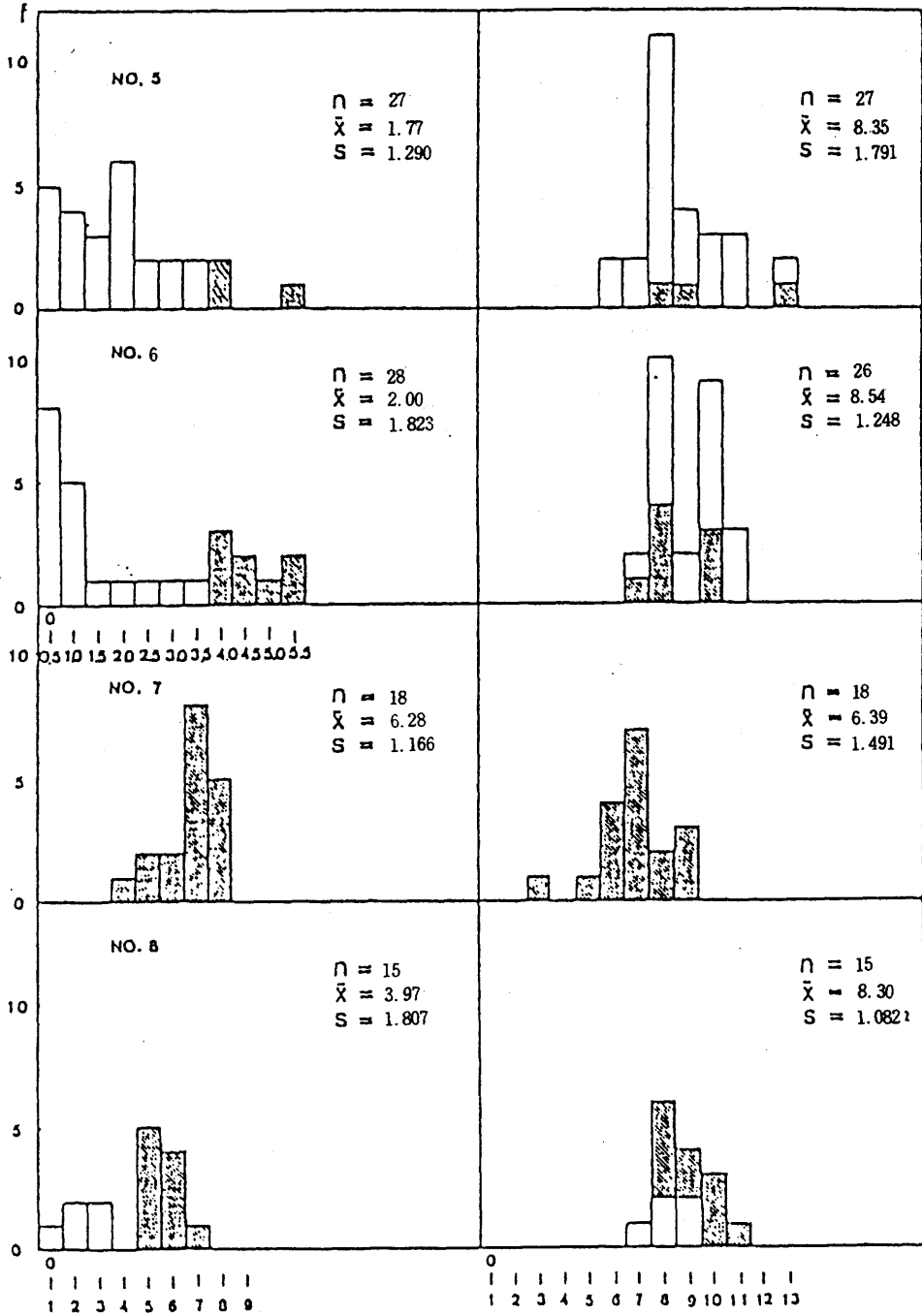


図3-2 続き

G. S. I

H. S. I

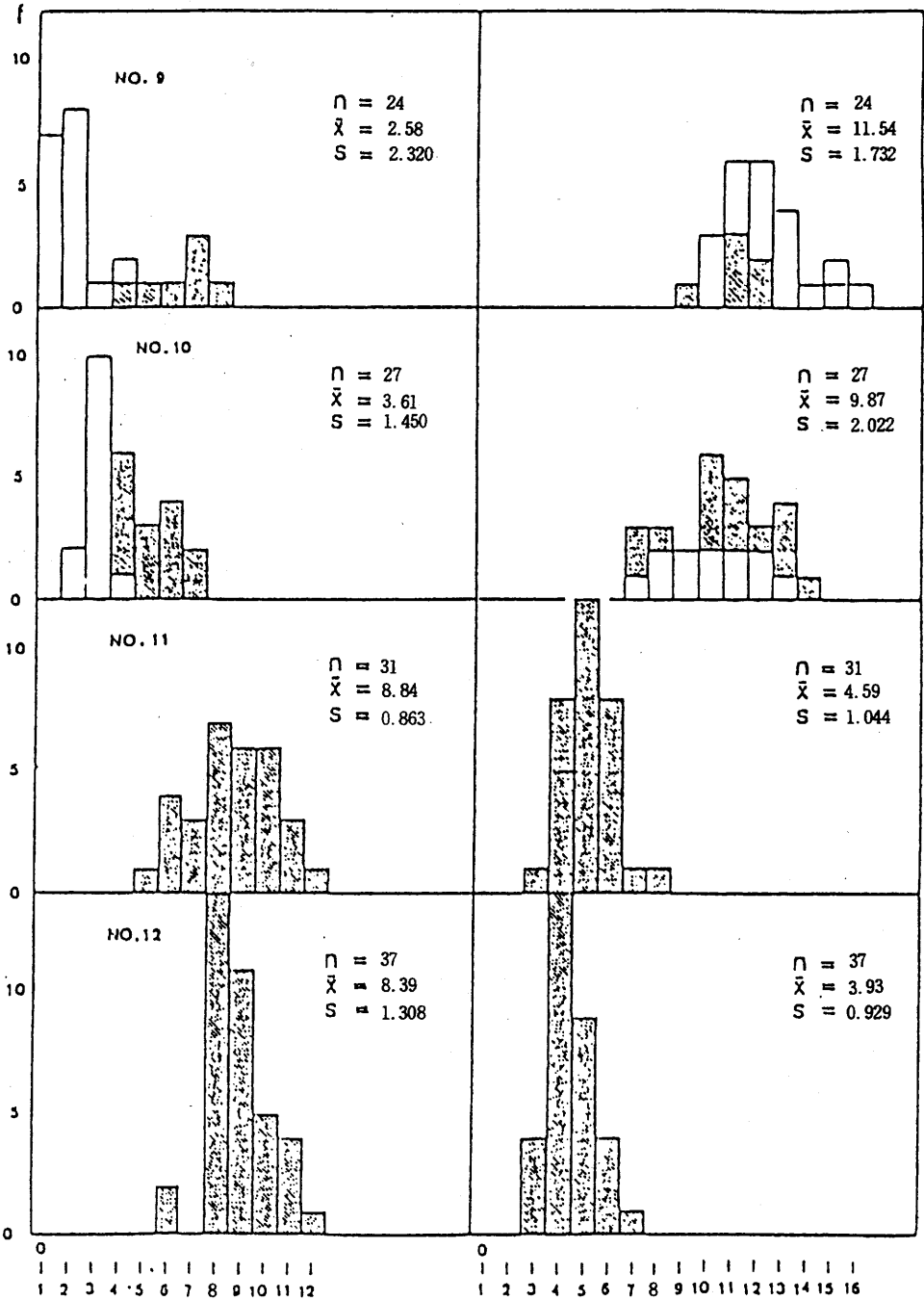


図3-2 続き

る。この分布の型の相違は各標本の群成熟状態からみて、未熟群と成熟群の相違を示していると考えられる。

また、この度数分布からは個体が成熟に達した時の指数 (G.S.I) を知ることができる。たとえば標本No.7, No.9, No.10をみると、G.S.Iが2.0~3.0の値で成熟に達し、言い換えれば生殖器官重量が体重の2.0~3.0%になれば、成熟に達することを示している。このことは浜部(1965)の報告した熟度表示と一致している。

H.S.Iの度数分布は未熟期、成熟期にかかわらず全標本がほぼ同じ型をしている。しかし、分布の型は変化しなくても、平均値は成熟するに伴って減少していく傾向がうかがわれる。

次に雄のG.S.IとH.S.Iの度数分布を示したものが図3-2である。G.S.Iの分布は雌と同様に右にスソを引く型が多いが、範囲の大きいことが雌とは異なっている。標本No.7~8, No.10~12の5標本が成熟群と考えられ、No.1~6とNo.9の7標本が未熟群と考えられる。このことは雌の群成熟状態とはほぼ一致し、スルメイカの雄性先熟(2章)とは異なっている。しかし2章では個体の成熟差をみたものであり、群成熟率で比較するならば、成熟初期の標本(No.7, No.10)では、雄の成熟率の方が高いので、雄性先熟についての矛盾はない。雄の個体が成熟に達するのは、標本No.3, No.4, No.7から判断すると、G.S.Iが3.5~4.0である。すなわち、雄の場合は生殖器官重量が体重の3.5%以上になれば成熟していることを示している。

H.S.Iの分布は雌と同じく、未熟、成熟にかかわらず、ほぼ同じ分布型をしている。雄の場合も成熟に伴ってH.S.Iの平均値がしだいに小さくなっていく傾向が認められる。

3-3 熟度と肝臓重量の関係

雌の各標本のG.S.IとH.S.Iの平均値を用いて、その関係をみたものが図3-3である。この図からG.S.IとH.S.Iとの間に2次曲線回帰が認められ(表3-2)、次の回帰式が得られた。

$$\hat{y} = 8.09319 + 1.64662x - 0.26510x^2$$

(yはH.S.I, xはG.S.I)

図3-3の中に破線で個体が成熟に達する時のG.S.Iの値を示してあるが、群の成熟値としてはいくらかの幅があるものと考えられる。たとえば、前節で標本No.10は成熟群と判断されるが、この時のG.S.Iの平均値は2.36で、その信頼区間(95%)を計算すると1.16~3.56となる。

図3-3から肝臓重量は未熟期には体重の8.0~10.0%、成熟に達した時には10.5%になり、成熟の後期には7.0~4.5%にまで減少していく。このことから肝臓重量は、未熟期から初めて成熟に達する時までには、熟度が進むにしたがって増加していき、成熟時を峰として、しだいに減少していくことが推定される。

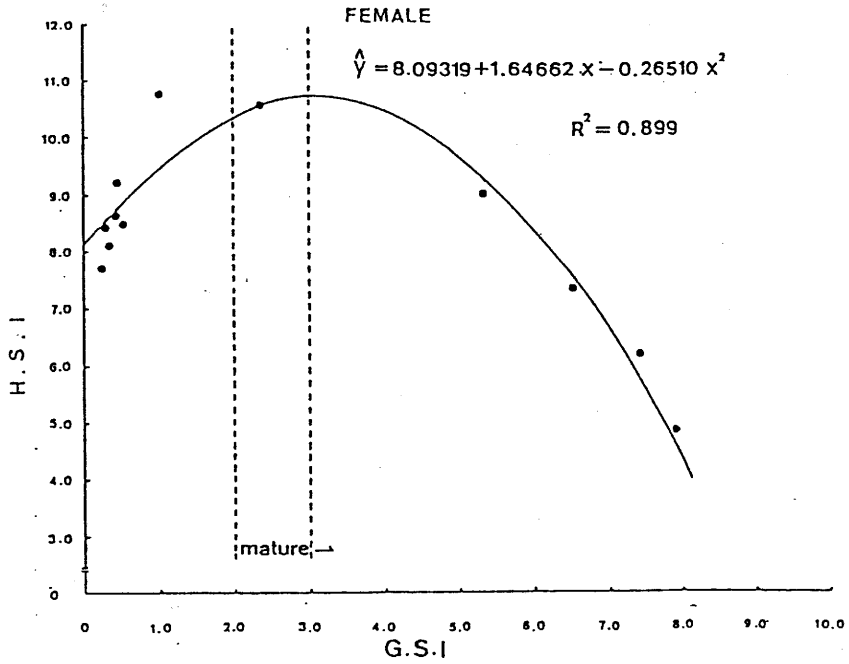


図3-3 G.S.IとH.S.Iの関係(雌)

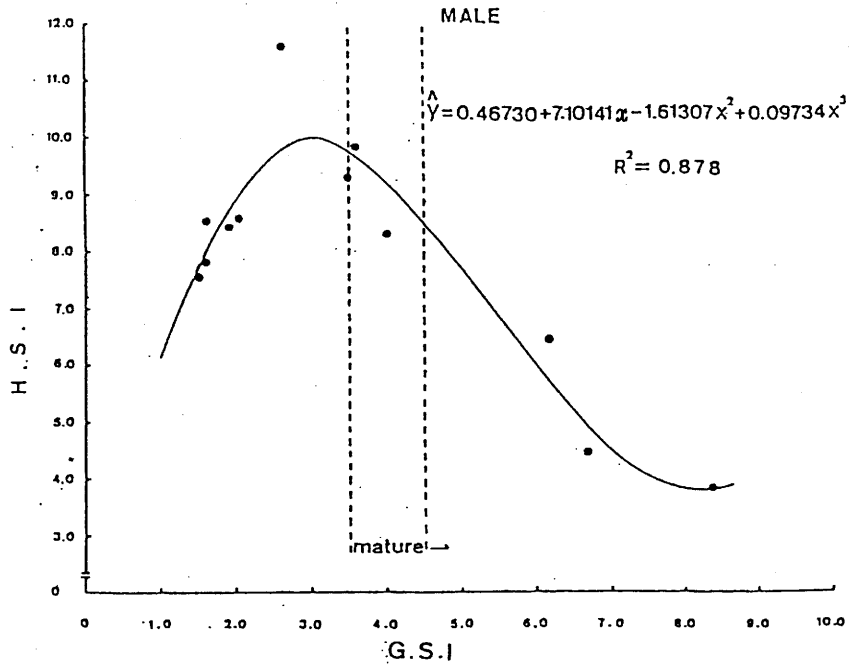


図3-4 G.S.IとH.S.Iの関係(雄)

次に雄のG.S.IとH.S.Iの関係をみたものが図3-4である。この図からG.S.IとH.S.Iとの間に3次曲線回帰が認められ(表3-3), 次式が得られた。

$$\hat{y} = 0.46730 + 7.10141x - 1.61307x^2 + 0.09734x^3$$

(y はH.S.I, x はG.S.I)

このようなG.S.IとH.S.Iの回帰関係からみて, 雄の肝臓重量は雌の場合と同様に熟度が進むにしたがって重くなり, G.S.Iが3.0を最大として, それ以後, 熟度が高くなるにしたがって減少していくことが推定される。また, 肝臓重量の峰は雌と異なり, 成熟直前にあると推定される。

3-4 卵巣重量と輸卵管重量の関係

図3-5に卵巣重量体重比と輸卵管重量体重比の関係を示した。両者の関係は表3-4に示されるように2次回帰曲線で表わされる。図中にその回帰式を示した。輸卵管重量は卵巣重量が体重の3.5%位を占めるまでは直線的に増加していくが, 卵巣重量が体重の約4%を越えてからは減少していく。この輸卵管重量の減少は単純には, 輸卵管内の卵が放出されたものと推察されるが明らかではない。

3-5 熟度と卵巣重量および輸卵管重量の関係

図3-6および図3-7に熟度指数(G.S.I)と卵巣重量体重比(OVARY INDEX)および輸卵管重量体重比(OVIDUCT INDEX)の関係を示した。これらの関係は表3-5~6に示したように2次式で表わすことが妥当である。図3-6をみると卵巣重量は熟度が進むにしたがって増加し, G.S.Iが5.0位から急激に増加していく。一方, 図3-7をみると輸卵管重量も熟度が進むにしたがって, しだいに増加していくが, 卵巣の増加に比較してその割合はゆるやかである。しかもG.S.Iが7.0位で最大となり, それ以後はゆるやかに減少していく。以上のように成熟に伴って, 卵巣重量と輸卵管重量は変化していくことが明らかになったが, その変化の型は異なっている。図3-7には輸卵管重量と肝臓重量との関係をみるためにH.S.Iの曲線も示した。

3-6 卵巣重量および輸卵管重量と肝臓重量の関係

成熟群の卵巣重量体重比(OVARY INDEX)とH.S.Iの関係を示したのが図3-8である。両者の関係は1次回帰式で表わされる(表3-7)。すなわち肝臓重量は卵巣重量が増加するにしたがって減少していくことになる。しかし, 輸卵管重量体重比(OVIDUCT INDEX)とH.S.Iの関係(図3-9)は回帰関係が認められない(表3-8)。したがって, スルメイカの雌の成熟後に関する肝臓は卵巣の発達に対して重要な役割を果していると推定される。また, 輸卵管はもともと熟卵を生殖孔まで運ぶ器官と考えられるが, スルメイカの場合は成熟期から産卵までの期間, 熟卵を

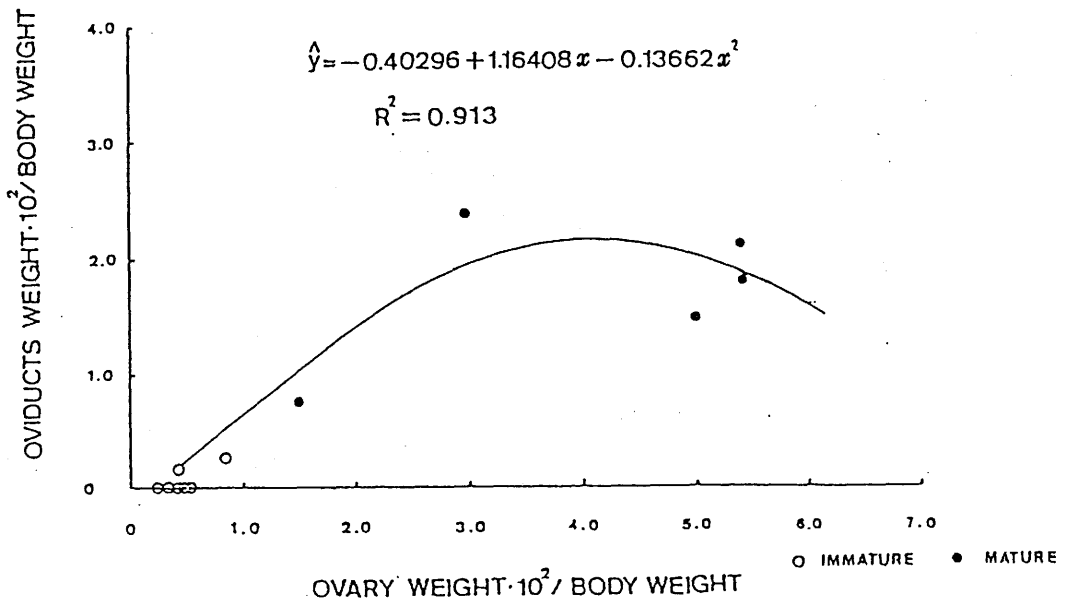


図3-5 卵巢重量体重比と輸卵管重量体重比の関係

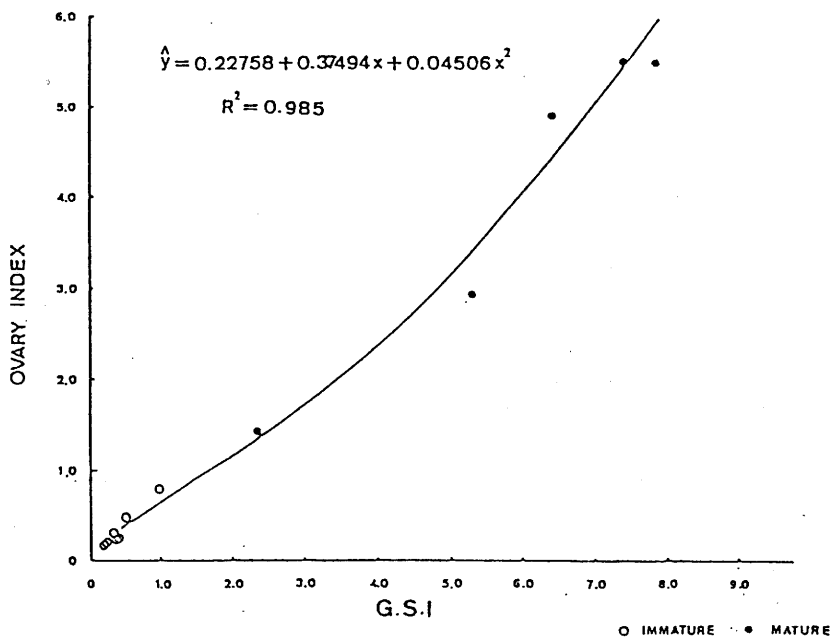


図3-6 G.S.Iと卵巣重量体重比の関係

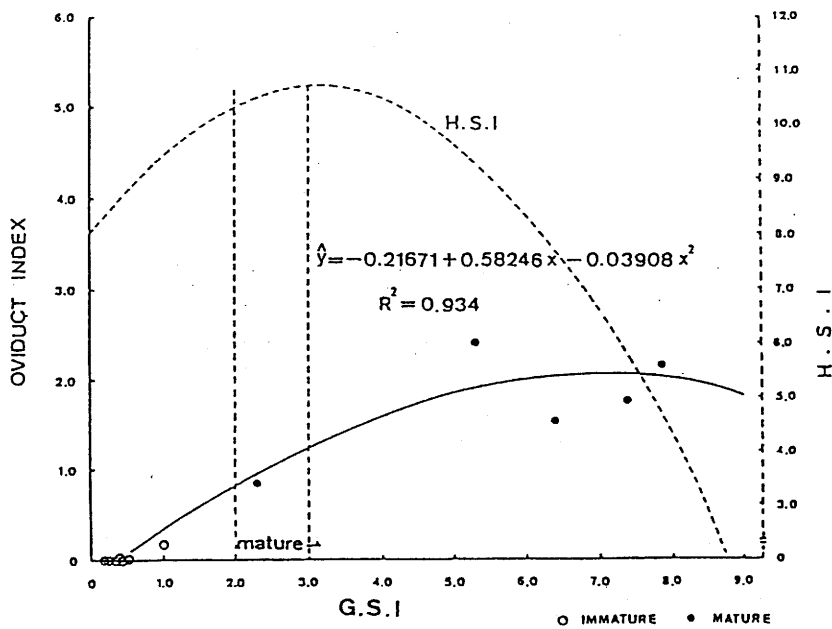


図3-7 G.S.I:輸卵管重量体重比の関係

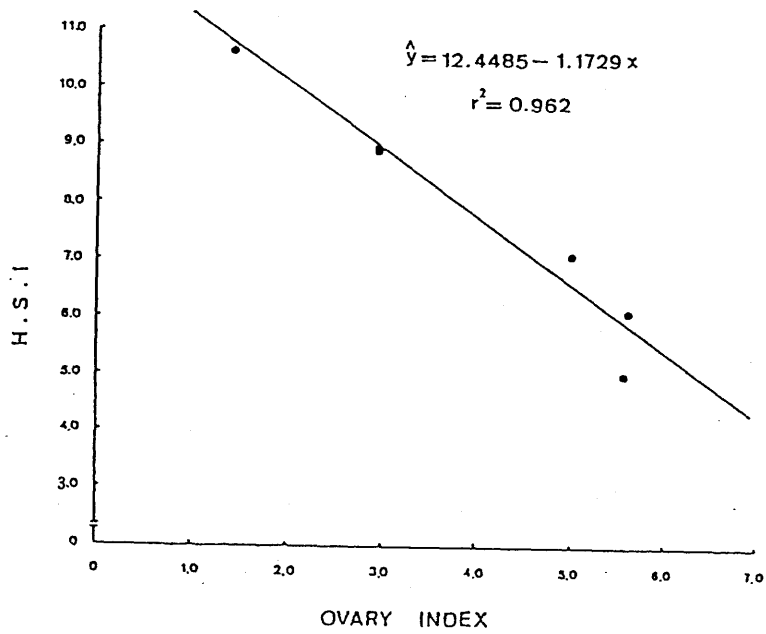


図3-8 卵巢重量体重比とH. S. I. の関係 (成熟群)

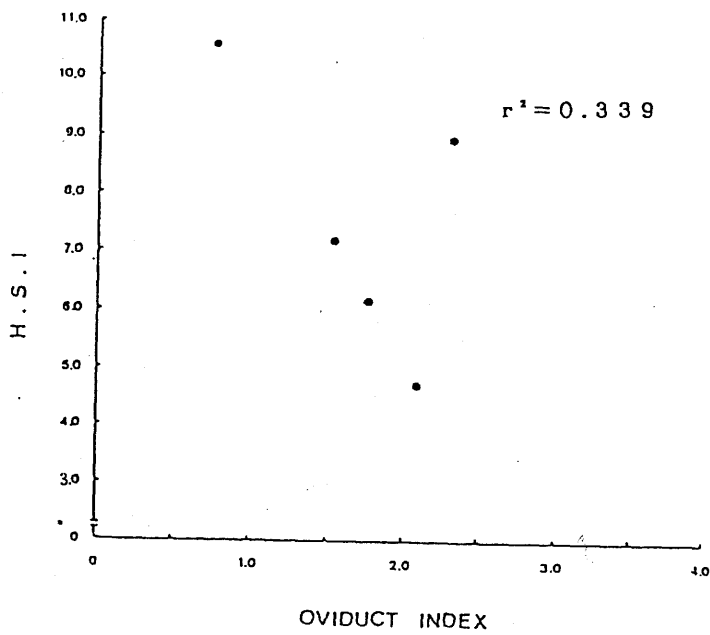


図3-9 輸卵管重量体重比とH. S. I. の関係 (成熟群)

収容する器官であるから、肝臓は輸卵管の発達に対しては無関係であると推定される。

3-7 精巣重量と精腺重量の関係

図3-10に精巣重量体重比と精腺重量体重比の関係を示した。両者の関係は2次式で表わされる(表3-9)。この曲線から精巣が初めに発達し、精腺が遅れて発達することがわかる。精腺は精腺重量が体重の2%を越えるあたりから急激に発達する。また両者の関係は未熟期には精巣の方が重く、成熟に達すると精腺の方が重くなる傾向がみられる。このことは林(1970)の報告と一致している。

3-8 熟度と精巣重量および精腺重量の関係

熟度指数(G. S. I)と精巣重量体重比(TESTIS INDEX)および精腺重量体重比(NEEHDANIS SAC MASS INDEX)の関係を図3-11と図3-12に示した。いずれの関係も2次式で表わされる(表3-10~11)。

図3-11では精巣重量は熟度が進むにつれて増加していくが、成熟に達してからの増加量は少なくなっている。図3-12の精腺重量も熟度が進むにしたがって増加していくが、成熟に達してからは精巣とは異なり、増加量が多くなっている。また、図3-12にはH. S. Iの曲線を示してあるが、精腺重量が増加するにしたがって肝臓重量は減少する傾向がうかがわれる。

3-9 精巣重量および精腺重量と肝臓重量の関係

成熟群の精巣重量体重比(TESTIS INDEX)とH. S. Iの関係を示したものが図3-13である。両者の関係は表3-12に示したように回帰関係は認められない。また精腺重量体重比(NEEHDANIS SAC MASS INDEX)とH. S. Iの関係を示したのが図3-14であるが、この場合は両者の関係を1次回帰式で表わすことができる(表3-13)。したがって、精腺重量が増加するにしたがって肝臓重量は減少していくことが推定される。これらの結果からスルメイカの雄の成熟後に関する肝臓は精腺の発達と密接な関係があるものと考えられる。

3-10 論議と考察

成熟に伴う肝臓重量の変化について、浜部(1963)は雌は産卵期に入ると肝臓重量が減じ、雄は精巣と精腺の重量が減ずる時、肝臓重量が減少するとし、林(1971b)は雌雄とも未熟初期に肝臓重量が最大で、熟度が進むにしたがって、ほぼ直線的に減少していくとしている。今回の研究結果によると浜部(1963)と林(1971b)とは異なり、雌の場合は未熟から成熟に達するまでは肝臓重量は増加し、成熟に達した時を最大として、それ以後熟度が進むにつれて減少する。雄の場合も雌と同様に成熟直前までは増加し、それ以後は減少していくことである。

浜部(1963)は成熟群を分析した結果であり、未熟群の分析は行っていない。また、林(1971b)

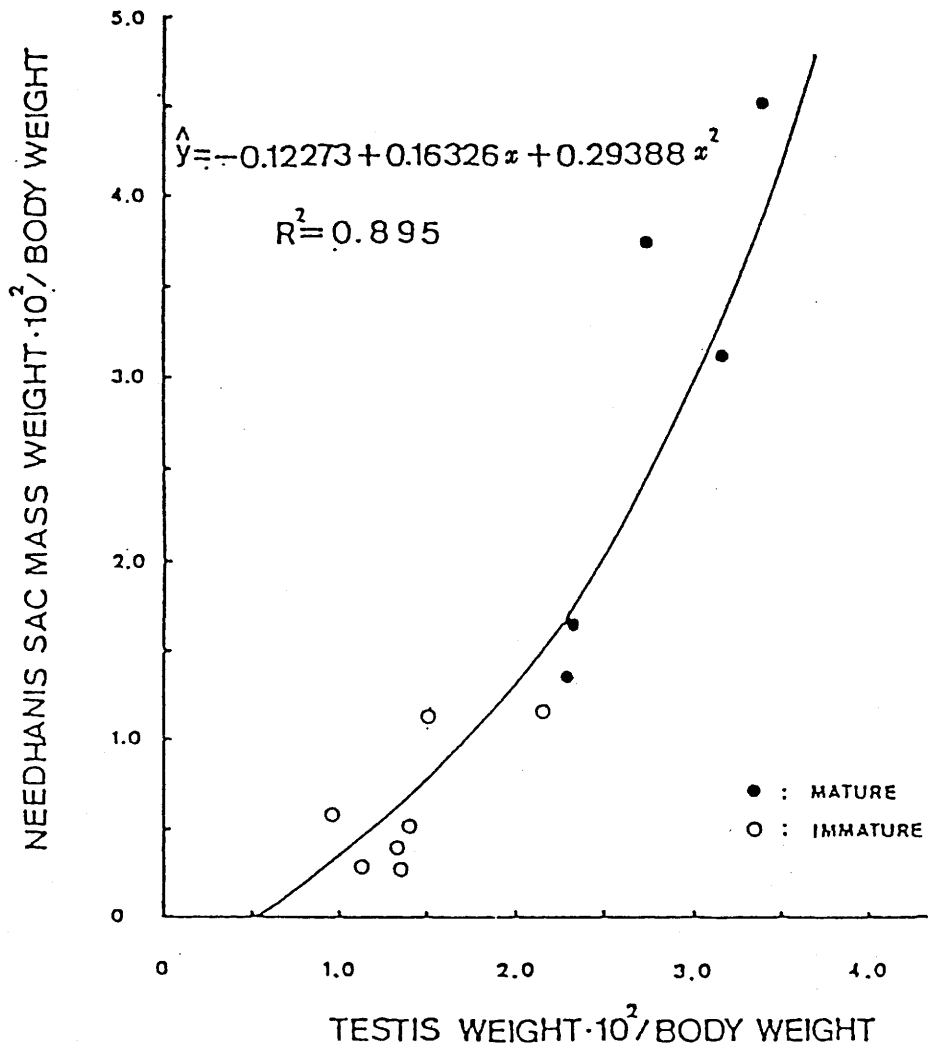


図3-10 精巣重量体重比と精腺重量体重比の関係

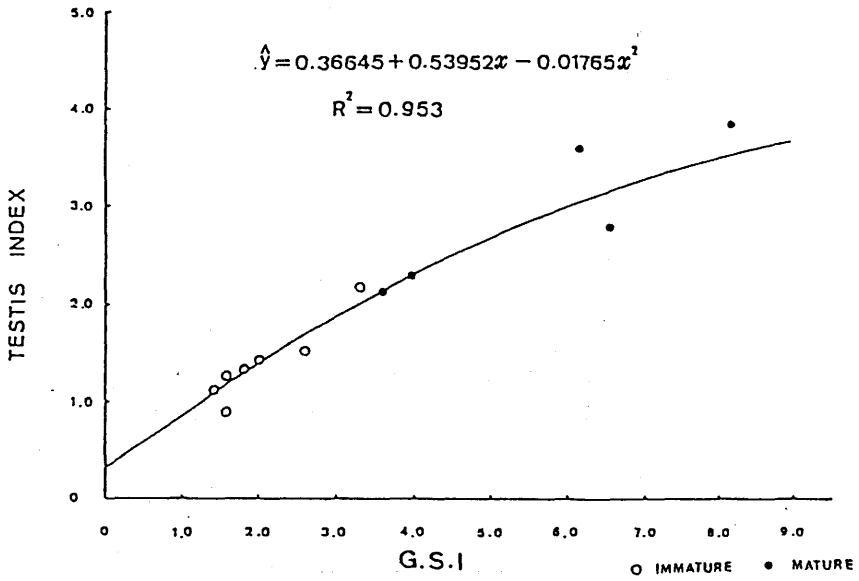


図3-11 G.S.Iと精巣重量体重比の関係

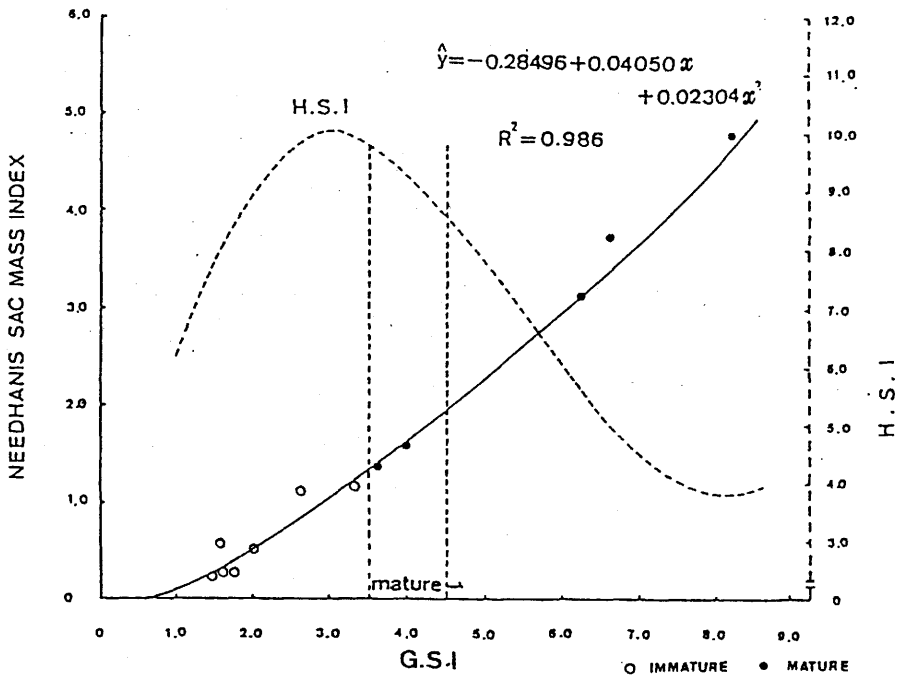


図3-12 G.S.Iと精腺重量体重比の関係

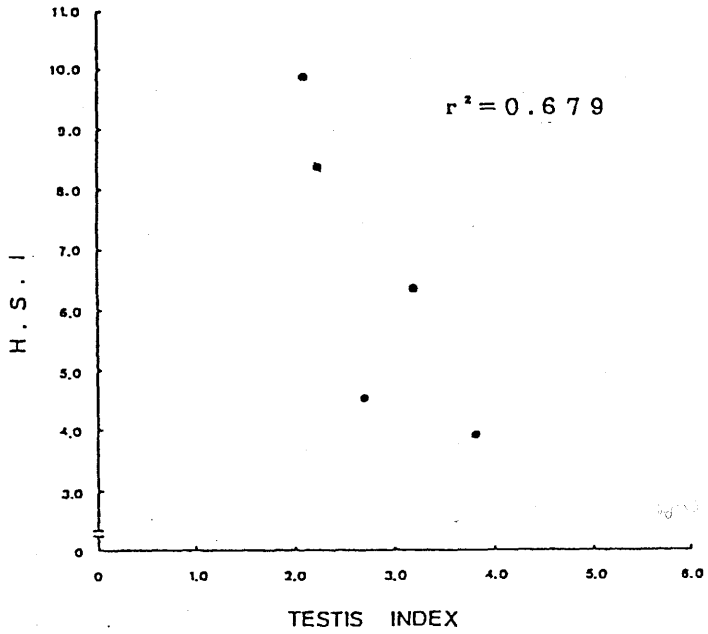


図3-13 精巢重量体重比とH.S.Iの関係(成熟群)

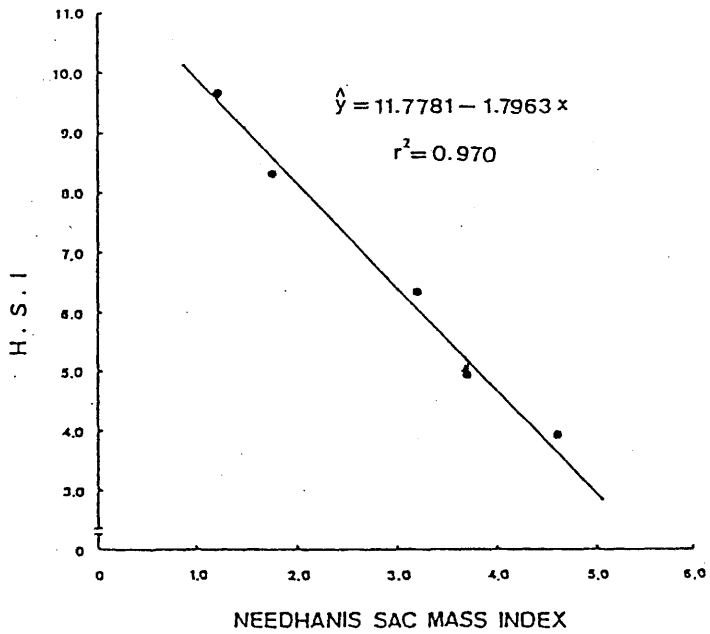


図3-14 精腺重量体重比とH.S.Iの関係(成熟群)

は林（1970）の熟度指数を基に分析を行っているため、この章での熟度表示方法（G.S.I）の結果とは比較が困難であるが、未熟期のスルメイカは外套長、体重、生殖器官、肝臓はそれぞれ発達過程にあるため、ある時期まではそれらの重量は増加していくはずである。それにもかかわらず肝臓重量だけが未熟初期に最大となることは不自然である。おそらく林（1970）の熟度表示方法に問題があるものと考えられる。

また、肝臓重量の減少原因として、浜部（1965）、林（1971b）が雌は交接行動と卵の形成および産卵活動によると推察し、雄について、名角（1967）は精腺の発達のために、林（1971b）は交接行動のためと推察している。スルメイカの場合、成熟という現象は卵巢、輸卵管の発達（図2-1）、精巣、精腺の発達（図2-1）、交接、産卵に至るまで、雌雄による時間的なズレがあると同時に、すべてが関連しあっているため、肝臓の役割を単純に考えることはできない。しかし、少なくとも雌は卵巢の発達、雄は精腺の発達に対して大きな影響を与えていることは明らかである。特に雌については次章で検討するように2回産卵が考えられるので肝臓の役割がきわめて重要であると考えられる。

表3-2 G. S. I に対する H. S. I の回帰の分散分析 (雌)

s · v	d · f	s · s	m · s	F
Linear Reg	1	12.744	12.744	7.274 *
Res	10	17.523	1.752	
Quadratic Reg	2	27.206	13.603	40.008 **
Res	9	3.061	0.340	
total	11	30.267		

$$r^2 = 0.421$$

$$R^2 = 0.899$$

* 有意水準 5%

** // 1%

表3-3 G. S. I に対する H. S. I の回帰の分散分析 (雄)

s · v	d · f	s · s	m · s	F
Linear Reg	1	25.536	25.536	10.885 **
Res	10	23.464	2.346	
Quadratic Reg	2	35.696	17.848	12.076 **
Res	9	13.304	1.478	
Cubic Reg	3	43.017	14.339	19.169 **
Res	8	5.983	0.748	
total	11	49.000		

$$r^2 = 0.521$$

$$R^2 (2次) = 0.728$$

$$R^2 (3次) = 0.878$$

** 有意水準 1%

表3-4 卵巣重量体重比に対する輸卵管重量体重比の回帰の分散分析

s · v	d · f	s · s	m · s	F
Linear Reg	1	7.695	7.695	39.260 **
Res	10	1.964	0.196	
Quadratic Reg	2	8.823	4.411	47.430 **
Res	9	0.836		
total	11	9.659		

$$r^2 = 0.797$$

$$R^2 = 0.913$$

** 有意水準 1%

表3-5 G. S. I に対する 卵巣重量体重比の回帰の分散分析

s · v	d · f	s · s	m · s	F
Quadratic Reg	2	53.966	26.983	306.625 **
Res	9	0.790	0.088	
total	11	54.756		

$$R^2 = 0.985$$

** 有意水準 1%

表3-6 G.S.I に対する輸卵管重量体重比の回帰の分散分析

s · v	d · f	s · s	m · s	F
Quadratic Reg	2	9.021	4.511	63.535 **
Res	9	0.638	0.071	
total	11	9.659		

$$R^2 = 0.934$$

** 有意水準 1%

表3-7 卵巣重量体重比に対するH.S.I の回帰の分散分析

s · v	d · f	s · s	m · s	F
Reg	1	19.248	19.248	37.230 **
Res	3	1.551	0.517	
total	4	20.799		

** 有意水準 1%

表3-8 輸卵管重量体重比に対するH.S.I の回帰の分散分析

s · v	d · f	s · s	m · s	F
Reg	1	7.036	7.036	1.534
Res	3	13.762	4.587	
total	4	20.798		

表3-9 精巣重量体重比に対する精腺重量体重比の回帰の分散分析

s · v	d · f	s · s	m · s	F
Linear Reg	1	20.050	20.050	68.197 **
Res	10	2.938	0.294	
Quadratic Reg	2	20.574	10.287	38.384 **
Res	9	2.414	0.268	
total	11	22.988		

$$r^2 = 0.872$$

$$R^2 = 0.895$$

** 有意水準 1%

表3-10 G.S.I に対する精巣重量体重比の回帰の分散分析

s · v	d · f	s · s	m · s	F
Quadratic Reg	2	8.443	4.221	93.8 **
Res	9	0.403	0.045	
total	11	8.846		

$$R^2 = 0.953$$

** 有意水準 1%

表3-11 G.S. I に対する精腺重量体重比の回帰の分散分析

s · v	d · f	s · s	m · s	F
Quadratic Reg	2	22.656	11.328	306.162 **
Res	9	0.332	0.037	
total	11	22.988		

$R^2 = 0.986$

** 有意水準 1%

表3-12 精巢重量体重比に対するH.S. I の回帰の分散分析

s · v	d · f	s · s	m · s	F
Reg	1	16.850	16.850	6.363
Res	3	7.944	2.648	
total	4	24.794		

表3-13 精腺重量体重比に対するH.S. I の回帰の分散分析

s · v	d · f	s · s	m · s	F
Reg	1	24.051	24.051	98.569 *
Res	3	0.743	0.244	
total	4	24.794		

** 有意水準 1%

4. 成熟イカと皮イカ

産卵期には成熟した産卵前のスルメイカ（成熟イカ）とともに、外套膜が薄くなった外見では外套膜の表面が白濁して、成熟個体とは明らかに識別できる個体が混獲される。この個体はいわゆる皮イカと呼ばれており、1度産卵を経験したスルメイカと考えられている（新谷，1957：浜部，1963；安達，1987）。この章では外套長，体重，外套膜肉重量，外套膜肉の厚さ，生殖器官重量，肝臓重量を成熟イカと比較し，皮イカの特徴を記述するとともに，成熟イカと皮イカの産卵について考察する。

4-1 資料と方法

この章で用いた資料は1984年9月21日，浜田沖NW40マイル附近の海域で，島根県立浜田水産高等学校練習船若潮丸が釣獲した皮イカ66個体（雌49個体，雄17個体）と，それと比較のための資料として，1984年8月19日に浜田沖N30マイル附近の海域で釣獲された成熟イカ50個体（雌27個体，雄23個体）である。

皮イカと成熟イカの多項目測定記録（外套長，体重，外套膜肉重量，外套膜肉の厚さ，肝臓重量，生殖器官重量，てん卵腺重量）は度数分布に整理した。外套膜肉の厚さは，外套長の先端から $\frac{3}{4}$ の長さの部位を測定したものである。外套長・体重および外套膜肉の厚さ，体重・外套膜肉重量および肝臓重量，体重・生殖器官重量およびてん卵腺重量の関係を回帰分析した。

4-2 成熟イカと皮イカの比較

図4-1-1から図4-1-4に各測定値の度数分布を示した。図4-1-1をみると，雌の外套長組成は成熟イカも皮イカも正規分布に近い。体重組成は成熟イカは右にスズを引く分布であるが，皮イカではその傾向が弱くなっている。平均体重は，成熟イカの方が皮イカよりも平均外套長が小さいにもかかわらず，成熟イカが重いので，皮イカは成熟イカよりも体重が軽いといえる。体重に関係する外套膜肉重量も成熟イカよりも皮イカが軽いようにみえる。外套膜肉の厚さも成熟イカよりも皮イカの方が薄い。また，肝臓重量も成熟イカに比較して皮イカは極端に軽くなっている。一方，雄の場合（図4-1-2）は平均外套長が成熟イカ，皮イカとも，あまり変わらないにもかかわらず，平均体重は成熟イカよりも皮イカの方が軽い。以下外套膜肉重量，外套膜肉の厚さ，肝臓重量も雌と同じ傾向である。

図4-1-3には雌の生殖器官とてん卵腺の測定値の度数分布を示した。卵巢重量と輸卵管重量では平均重量は，いずれも成熟イカよりも皮イカの方が軽い，てん卵腺は平均重量，平均の長さとも成熟イカよりも皮イカの方が重くて長い。このことは皮イカが1回産卵を経験したにもかかわらず

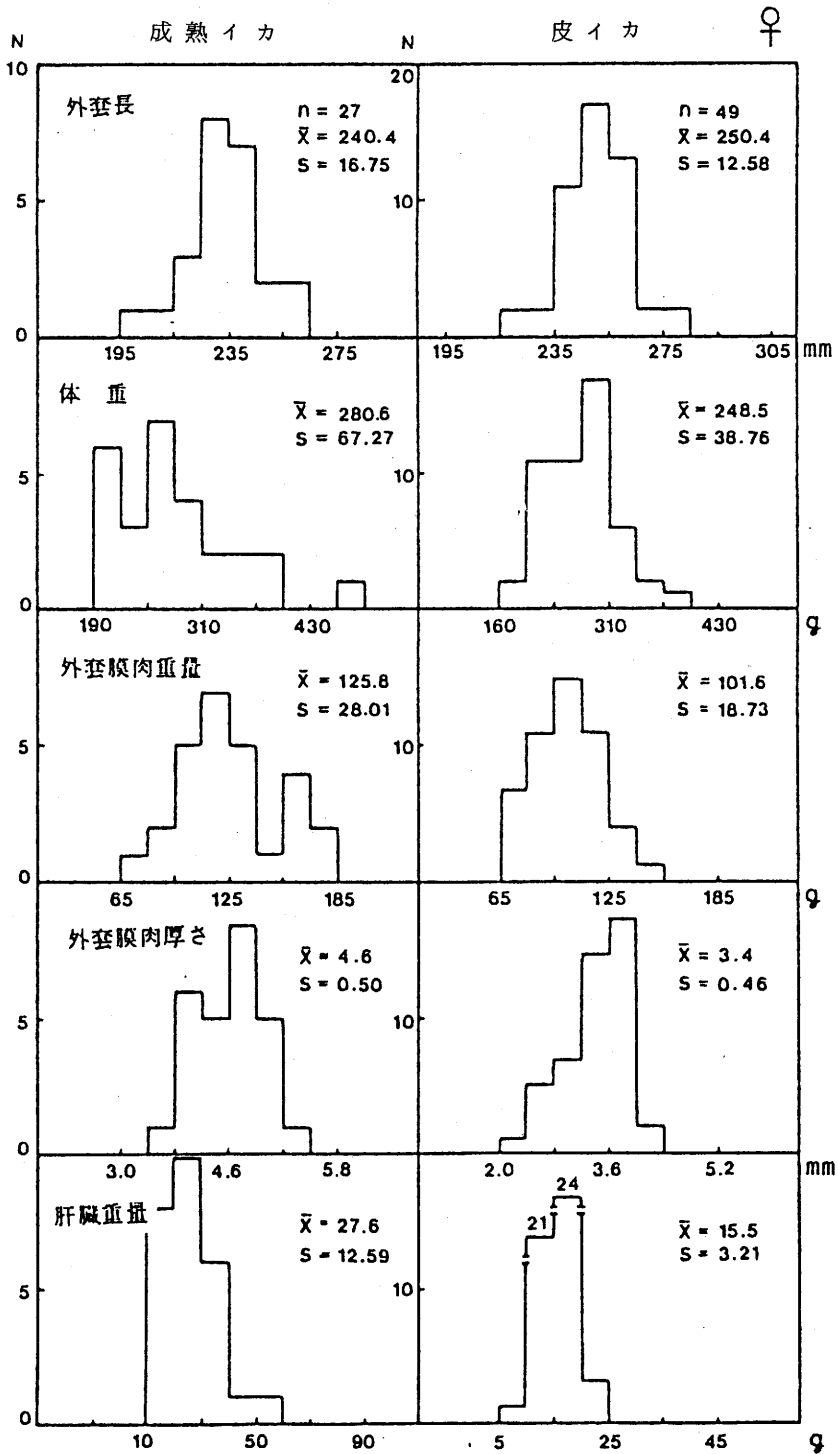


図4-1-1 各測定部位の度数分布

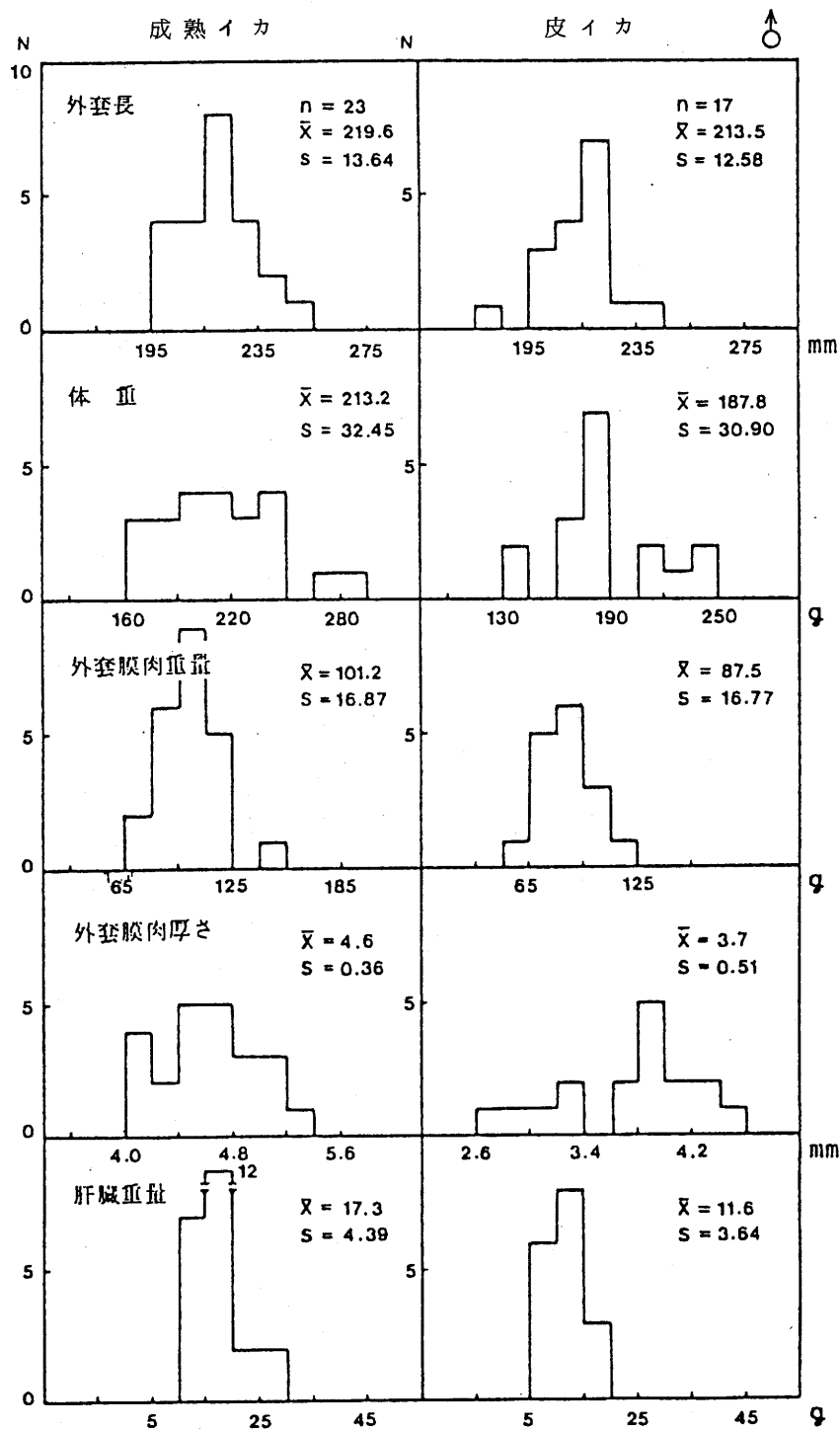


図4-1-2 各測定部位の度数分布

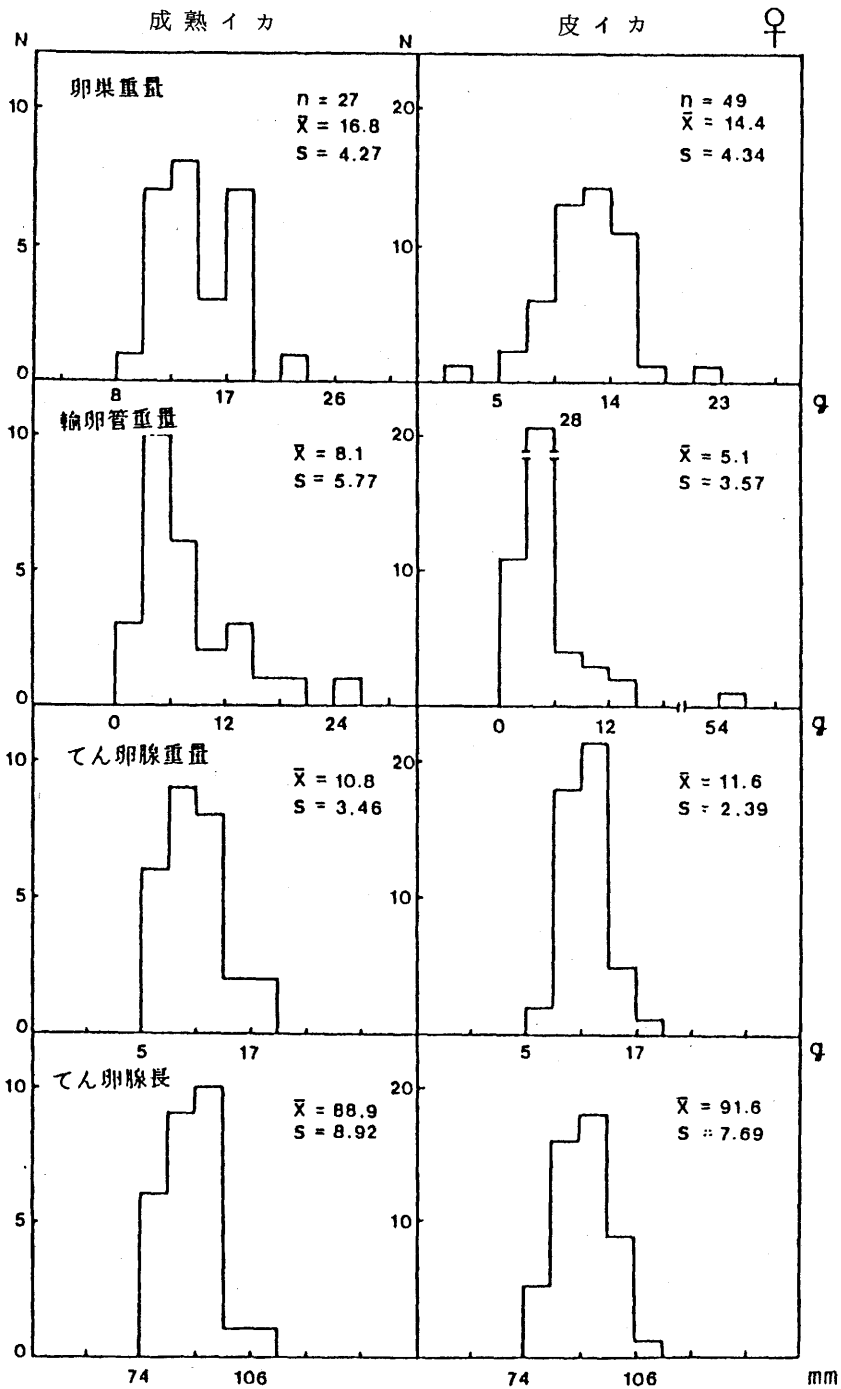


図4-1-3 各測定部位の度数分布

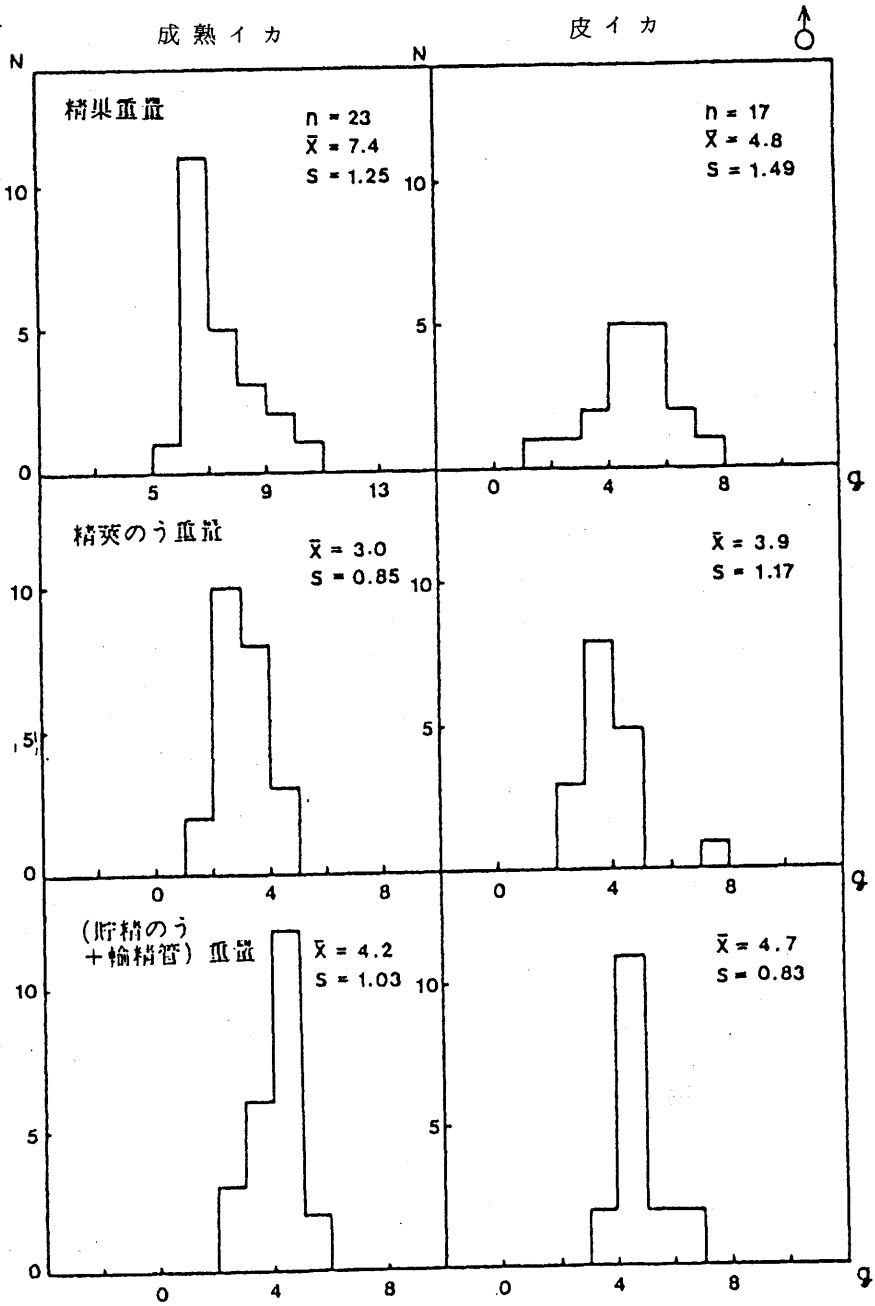


図4-1-4 各測定部位の度数分布

らず、さらにてん卵腺が発達していることを示しており、2回目の産卵を示唆している。一方、雄（図4-1-4）の場合、精巣重量は、その平均重量は成熟イカよりも皮イカの方が軽い、精莖の重量と貯精のうおよび輸精管の合計重量の平均重量は、成熟イカよりも皮イカの方が重い。このことは雌のてん卵腺と同様に皮イカになってからも精腺の発達が続いていることを示している。

4-3 外套長および体重と各部位の関係

この節では外套長と体重の関係をはじめとする2つの変量間関係を検討することにより、成熟イカと皮イカを比較した。

図4-2に雌雄の成熟イカと皮イカの外套長と体重の関係を示した。雌はべき曲線、雄は測定値のあてはまりがよい直線で関係式を求めた。各関係式の母数とその検定結果は表4-1、表4-2、表4-3に示した。外套長と体重の関係における回帰係数は有意である。雌の場合をみると、外套長が同じ大きさであるならば、明らかに皮イカの体重が軽い（表4-4）。雄の場合は外套長200mm以上では皮イカの体重が軽い（表4-4）。

図4-3には外套長と外套膜肉の厚さとの関係を示した。回帰係数は成熟イカでは有意、皮イカでは有意でない（表4-3）。このことは皮イカになると外套膜肉の厚みは外套長の大きさに関係なく一定となることを示している。外套膜肉の厚みは成熟イカよりも皮イカの方が明らかに薄いことがわかる。

図4-4には雌雄の体重と外套膜肉重量の関係を示した。各回帰式の回帰係数はすべて有意である（表4-3）。雌の成熟イカと皮イカの回帰直線をみると、皮イカの外套膜肉重量の方が同じ体重であるならば若干軽いと考えられるが、雄の場合は外套膜肉重量に雌ほどの差はないようである（表4-4）。

図4-5には体重と肝臓重量の関係を示した。各回帰係数はすべて有意である（表4-3）。雌をみると、皮イカの肝臓重量は成熟イカに比較してかなり軽い（表4-4）。3章で述べたように成熟に達してからの肝臓の役割は卵巣の増重に密接な関係があるので、皮イカの場合は卵巣の発達が終りに近づいているものと考えられる。一方、雄をみると、成熟イカと皮イカとで雌ほどの差はみられない（表4-4）ので、このことも3章で述べたように、雄の場合の肝臓の役割は精腺の増重に密接な関係があることから、皮イカになってからも精腺の発達が続いているものと考えられる。

次に雌の体重と生殖器官重量の関係を示したのが、図4-6である。体重と各器官重量との回帰関係は、皮イカにおける体重と輸卵管重量の回帰関係だけが有意でなく、他はすべて有意である（表4-3）。体重と卵巣重量の関係は成熟イカと皮イカの直線の傾斜に差があり（表4-4）、体重290g位以上では皮イカの卵巣重量が成熟イカのそれよりも重くなる。

体重と輸卵管重量の関係は、成熟イカでは直線関係にあり、皮イカでは無関係である。このことは、皮イカの場合、体重の範囲が190~350g位では輸卵管重量が平均的に5g位ではほぼ一定である

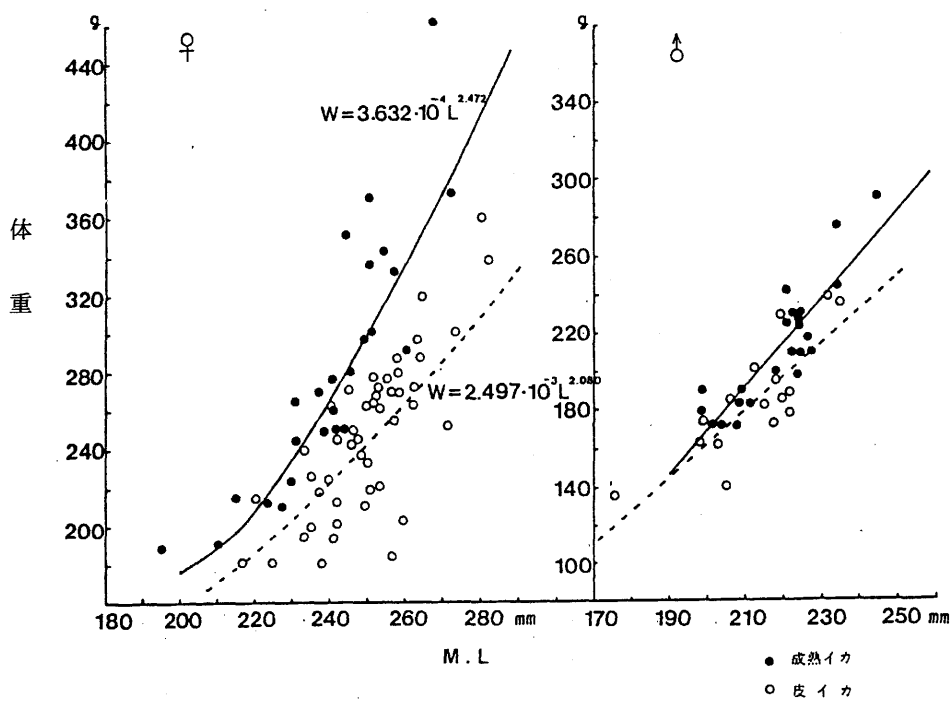


図4-2 外套長と体重の関係

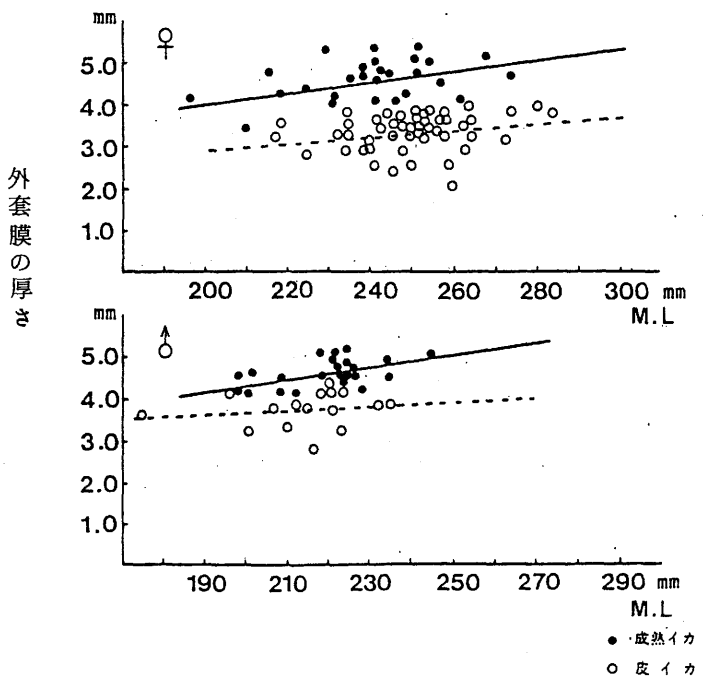


図4-3 外套長と外套膜肉厚の関係

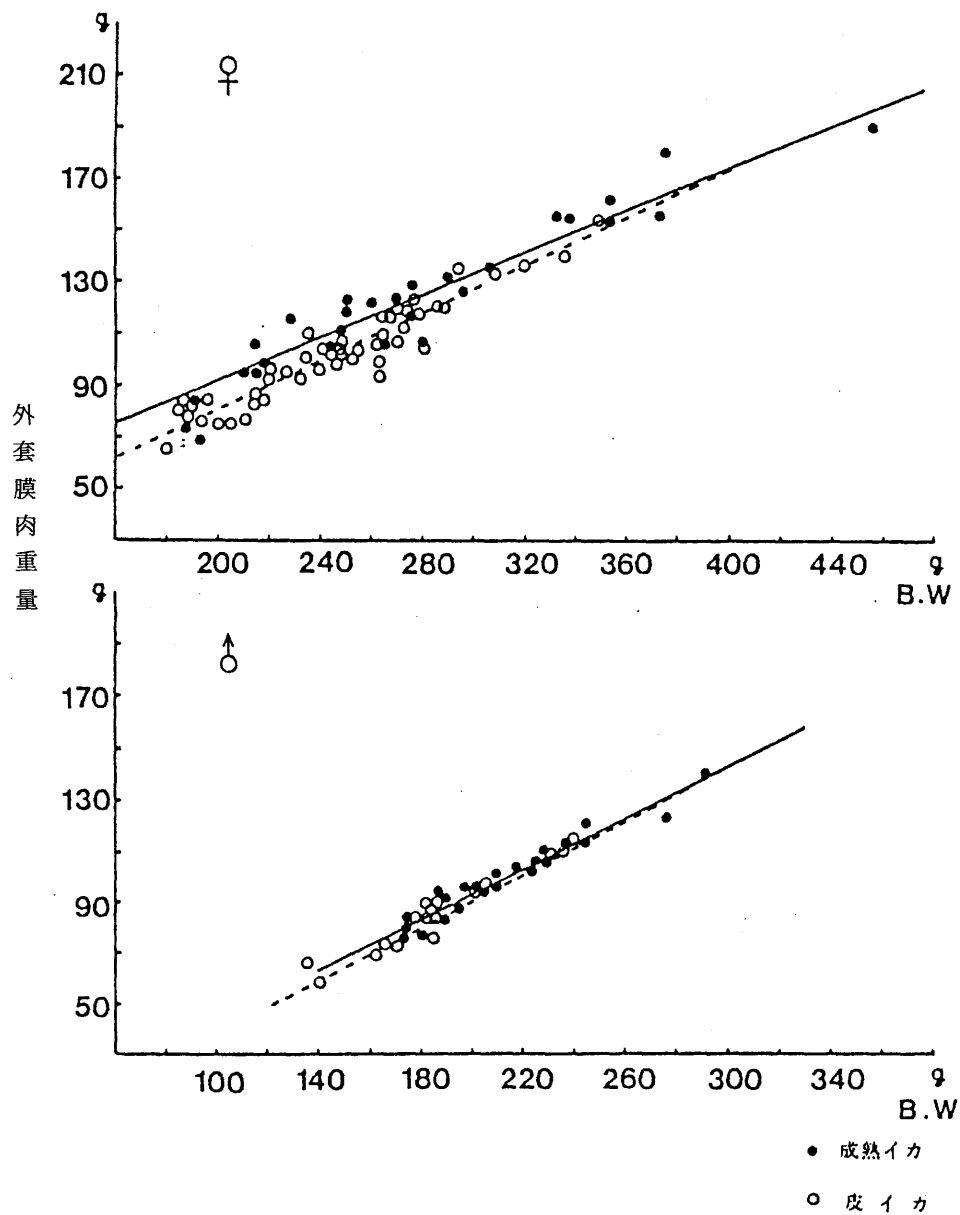


図4-4 体重と外套膜肉重量の関係

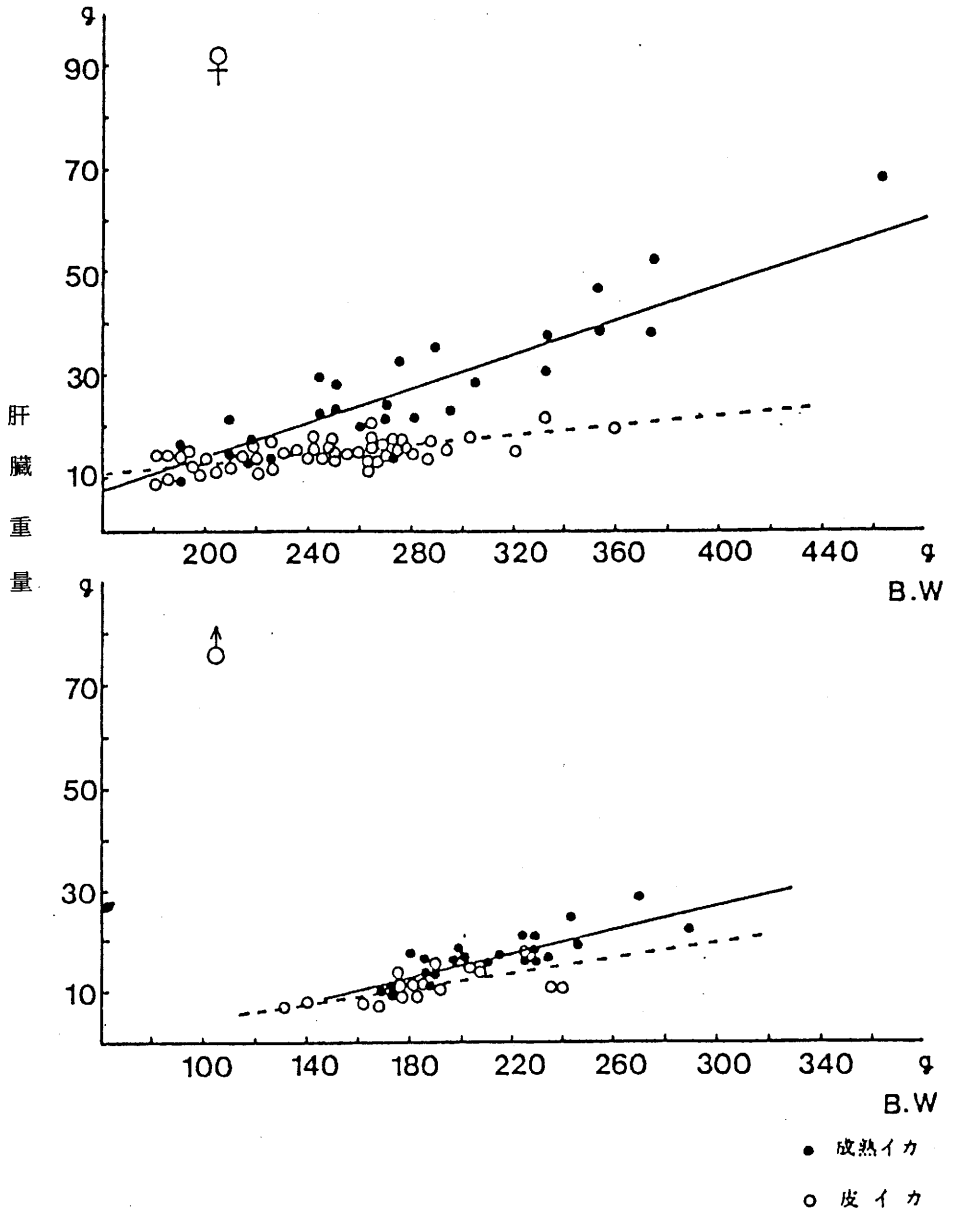


図4-5 体重と肝臓重量の関係

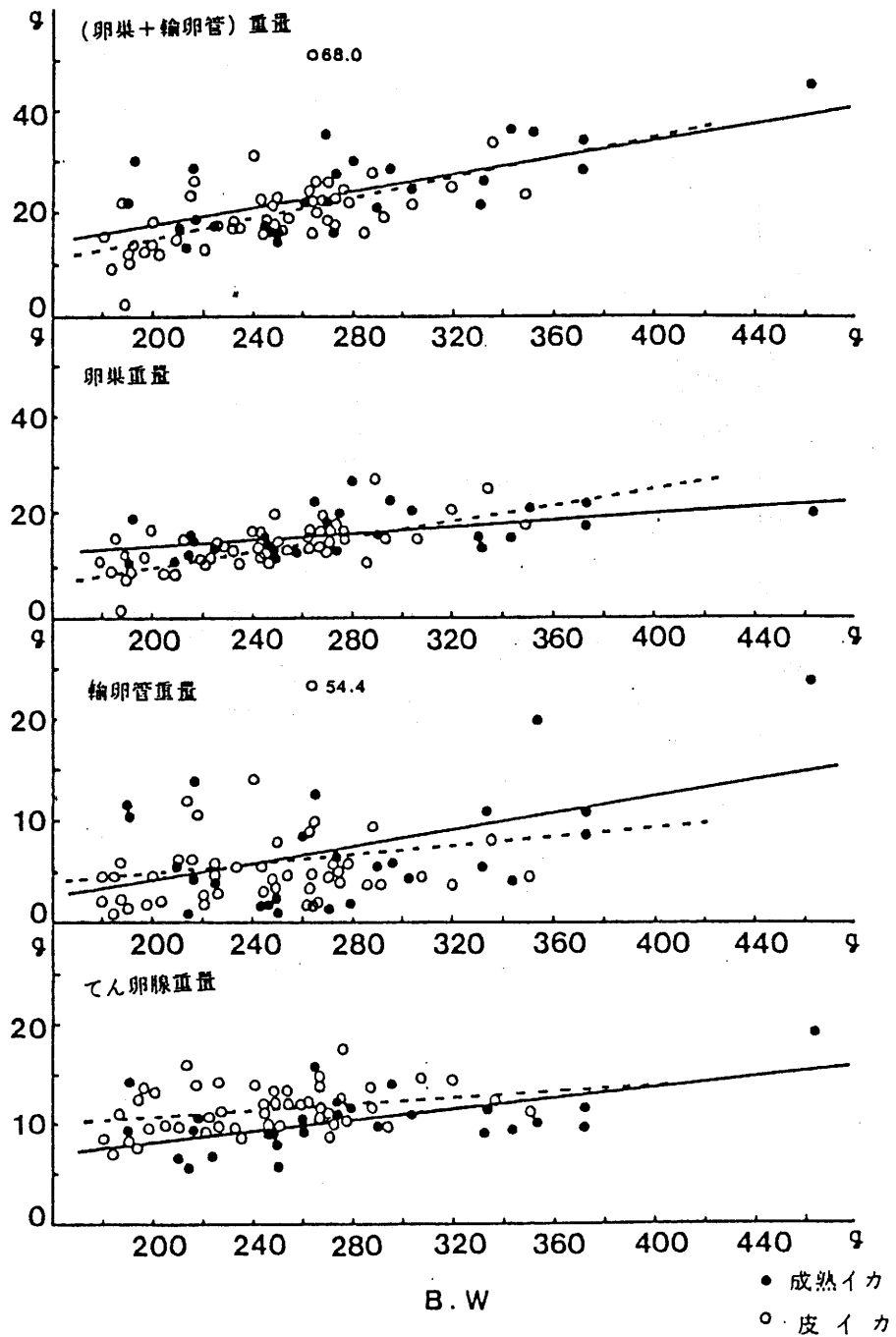


図4-6 体重と生殖器官重量の関係(雌)

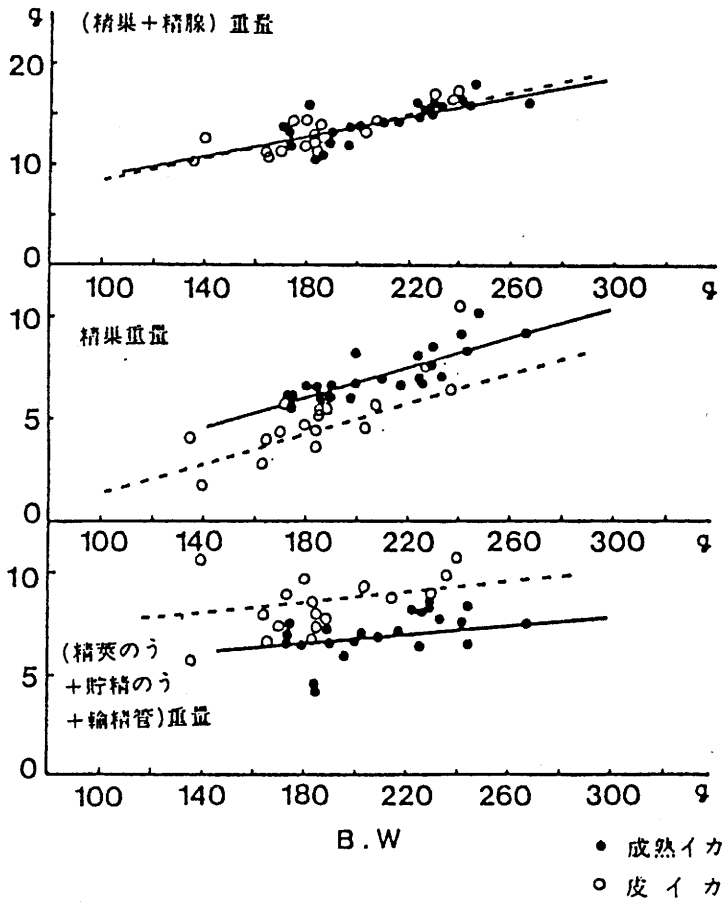


図4-7 体重と生殖器官重量の関係 (雄)

ことを示している。体重とてん卵腺重量の関係は成熟イカ、皮イカのいずれも直線関係にあり(表4-3)、成熟イカと皮イカとが同じ体重であるならば皮イカの方が重い(表4-4)。体重と卵巣および輸卵管の合計重量(生殖器官重量)の関係における成熟イカと皮イカの回帰直線の傾斜の差はなく(表4-4)、皮イカの産卵の可能性を示している。

また、雄の体重と生殖器官重量の関係を示したのが図4-7である。各回帰係数は体重と精線重量の関係だけが有意でなく、その他は有意である(表4-3)。体重と精巣重量の関係において、成熟イカと皮イカとが同じ体重であるならば成熟イカの精巣が重いことになる(表4-4)。このことは皮イカになると精巣の発達が終りに近づいたことを示している。

体重と精線重量の回帰関係は有意でないので、皮イカでは体重範囲130~240gでは平均的に精線重量が8g位、成熟イカでは体重範囲150~270gで平均的に6g位ではほぼ一定であることを示している。すなわち、体重に関係なく成熟イカよりも皮イカの精線重量が重いことになる。

また、体重と精線および精巣の合計重量(生殖器官重量)の関係における成熟イカと皮イカの回帰直線の傾斜と位置に有意な差がない(表4-4)。

4-4 皮イカの特徴

皮イカの特徴を以下に列記する。

- 1) 成熟イカに比較して体重が軽く、その傾向は雌の方が著しい。
- 2) 外套膜肉の厚みは雌雄とも成熟イカよりも薄く、体の大きさに関係なく一定である。厚みは平均的に3.6mm位である。
- 3) 外套膜肉重量は雌雄とも成熟イカよりも軽い、雄は雌ほどの差はない。
- 4) 肝臓重量は雌では成熟イカに比較して軽い。雄も雌と同じ傾向にあるが、雌ほどの差はない。
- 5) 生殖器官重量は体重との関係が雌雄とも成熟イカと同じ傾向にあり、皮イカの産卵の可能性を示している。
- 6) 卵巣重量は体重の重いものほど重くなる傾向がある。
- 7) 輸卵管重量はバラツキが大きく、体重との回帰関係は認められない。また、体重の範囲が190~350g位では平均的に5g位である。
- 8) てん卵腺重量は体重の重いものほど重くなる傾向があり、成熟イカよりも重い。このことは産卵の可能性を示唆している。
- 9) 精巣重量は成熟イカよりも軽い。
- 10) 精線重量は体重との回帰関係が認められず、成熟イカよりも重い。また、体重の範囲が130~240gで平均的に8g位である。

4-4 論議と考察

聞きとり調査によると皮イカは島根県ではミズイカ、鳥取県ではハタレイカと呼ばれることもあ

り、イカ釣のほか、底曳網などに、時に大量に入網することが知られている。その生物学的観察記録は新谷（1957）と浜部（1963）しかなく、いずれも生殖器官が衰弱した状態から産卵を経験し、その後斃死するものであると判定している。しかし、浜部（1963）は皮イカと呼ばれる個体群の中に、未熟に近い個体も混在していることを指摘し、他日あらためて報告するとしているが、その報告はされていない。安達（1987）は皮イカは1回産卵を経験したイカであるが、その中に熟度が低く、2回目の産卵に向うイカと、2回目の産卵を終えたイカの2種類があることを仮説した。

また、浜部（1963）は皮イカを観察した結果から、雌は肝臓重量を減じ、外套膜肉が薄くなり、一方では抱卵器官に膨大な熟卵を蓄積して、自己の達し得る体重の極限に至り産卵を行うと述べている。浜部（1963）のこの記述は、成熟イカが肝臓重量を減じ、外套膜肉を薄くし、皮イカとなった段階で抱卵器官に熟卵を蓄積して産卵するとの思考なのかもしれないが、この章における成熟イカと皮イカの雌の生殖器官重量の比較では、成熟イカの生殖器官重量の方が重いという結果であるので、その解釈は成り立たない。すなわち、皮イカが産卵することを示しているものである。

また、浜部（1962）は隠岐島において、スルメイカの産卵実験を行ない、産卵に成功したが、実験に用いた雌親イカ12個体の計測値をみると、生殖器官重量は、37.0～72.0 g、肝臓重量が15.0～40.0 gもあり、しかも、12個体のG.S.Iの範囲が11.0～19.0の完熟イカである。また、皮イカの特徴である外套膜の表面が白濁していることも記述されていない。このことから、その実験材料は生殖器官の衰弱している皮イカではなく、この章で検討した雌成熟イカ（図4-1-1、図4-1-3）と同質のものと考えられる。つまり浜部（1962, 1963）は成熟イカと皮イカが、それぞれ産卵するというスルメイカの2回産卵（安達, 1987）を意識しないで報告したものと思われる。

浜部（1963）は産卵を経験した皮イカと初めての産卵に向う成熟イカの生殖器官の状態を比較していないので、この章での結果の1つである皮イカの体重と生殖器官重量との関係が、成熟イカのそれと同じ傾向にあることに気づかず、そのために成熟イカと皮イカの産卵の区別ができなかったのであろう。また、浜部（1962, 1963）が2回産卵に注目できなかったのは、スルメイカが成熟と産卵の間に相当の日数を要し、隠岐島では産卵斃死に直結した皮イカが接岸して、漁期、漁場を形成するのではなく、産卵群ではあるが斃死には時期の早い成熟イカが接岸、集群し、この群が回遊群であるため、成熟イカと皮イカの産卵の経過を知るには、きわめて不利な事情にあったためと考えられる。

スルメイカは短命であり、寿命は1年前後で、一生に1回成熟産卵し、産卵を終えたスルメイカは衰弱して斃死するとの説（浜部, 1965; 新谷, 1967）が有力であるが、ここで検討したようにスルメイカは一生に2回産卵することが推定された。したがって、皮イカについても成熟イカと同様に成熟段階を記述し、それに基づいて2回目の産卵までの経過を示す必要がある。このことについては次章で検討する。

表4-1 外套長および体重に対する各部位の回帰式のパラメータ ($y = a + bx$)

回帰関係	♀			♂		
	パラメータ	a	b	パラメータ	a	b
外套長 - 体重 ♀: $y = ax^b$	成熟イカ	-7.920	2.472	成熟イカ	-278.769	2.241
	皮イカ	-5.993	2.080	皮イカ	-168.320	1.669
外套長 - 外套膜の厚さ	成熟イカ	1.671	0.012	成熟イカ	1.443	0.014
	皮イカ N・S	1.252	0.008	皮イカ N・S	2.793	0.042
体重 - 外套膜肉重量	成熟イカ	11.195	0.407	成熟イカ	-6.332	0.501
	皮イカ	-13.054	0.467	皮イカ	-14.236	0.533
体重 - 肝臓重量	成熟イカ	-19.093	0.165	成熟イカ	-8.374	0.118
	皮イカ	3.085	0.049	皮イカ	-1.794	0.073

表4-2 体重に対する各部位の回帰式のパラメータ ($y = a + bx$)

回帰関係	♀			回帰関係	♂		
	パラメータ	a	b		パラメータ	a	b
体重 - (卵巣+輸卵管)重量	成熟イカ	3.094	0.078	体重 - (精巣+精菜のう+貯精のう+輸精管)重量	成熟イカ	3.927	0.049
	皮イカ	-4.799	0.101		皮イカ	2.417	0.058
体重 - 卵巣重量	成熟イカ	8.385	0.030	体重 - 精巣重量	成熟イカ	-0.383	0.036
	皮イカ	-5.474	0.079		皮イカ	-2.399	0.039
体重 - 輸卵管重量	成熟イカ	-3.955	0.042	体重 - (精菜のう+貯精のう+輸精管)重量	成熟イカ N・S	4.387	0.013
	皮イカ N・S	0.674	0.022		皮イカ N・S	4.864	0.018
体重 - てんらん腺重量	成熟イカ	2.906	0.027				
	皮イカ	7.369	0.017				

表4-3 外套長および体重に対する各部位の回帰の分散分析表

回帰関係	s · v	d · f	s · s	m · s	F
外套長 - 体重 成熟イカ♀	Reg	1	0.872	0.872	54.500**
	Res	25	0.408	0.016	
	Total	26	1.280		
" " 皮イカ♀	Reg	1	0.617	0.617	44.071**
	Res	47	0.655	0.014	
	Total	48	1.272		
外套長 - 体重 成熟イカ♂	Reg	1	16,854.502	16,854.502	78.507**
	Res	21	4,508.455	214.688	
	Total	22	21,362.957		
" " 皮イカ♂	Reg	1	8,807.335	8,807.335	24.819**
	Res	15	5,322.900	354.860	
	Total	16	14,130.235		
外套長 - 外套膜の厚さ 成熟イカ♀	Reg	1	1.169	1.169	5.567*
	Res	25	5.238	0.210	
	Total	26	6.407		
" " 皮イカ♀	Reg	1	0.614	0.614	2.952
	Res	47	9.757	0.208	
	Total	48	10.371		
外套長 - 外套膜の厚さ 成熟イカ♂	Reg	1	0.690	0.690	6.832*
	Res	21	2.213	0.101	
	Total	22	2.813		
" " 皮イカ♂	Reg	1	0.056	0.056	0.211
	Res	15	3.982	0.265	
	Total	16	4.038		
体重 - 外套膜肉重量 成熟イカ♀	Reg	1	18,420,309	18,420.309	182.309**
	Res	25	2,525,987	101.039	
	Total	26	20,946,296		
" " 皮イカ♀	Reg	1	16,896.544	16,896.544	467.259**
	Res	47	1,699.578	36.161	
	Total	48	18,596.122		

** 有意水準 1%

* " 5%

表4-3 続き

回帰関係	s · v	d · f	s · s	m · s	F
体重-外套膜肉重量 成熟イカ♂	Reg	1	5,354.444	5,354.444	286.211**
	Res	21	392.860	18.708	
	Total	22	5,747.304		
" " 皮イカ♂	Reg	1	4,046.506	4,046.506	177.497**
	Res	15	341.964	22.798	
	Total	16	4,388.470		
体重-肝臓重量 成熟イカ♀	Reg	1	3,460.242	3,460.242	85.109**
	Res	25	1,016.407	40.656	
	Total	26	4,476.649		
" " 皮イカ♀	Reg	1	190.191	190.191	32.962**
	Res	47	271.180	5.770	
	Total	48	461.371		
体重-肝臓重量 成熟イカ♂	Reg	1	289.939	289.939	43.804**
	Res	21	138.999	6.619	
	Total	22	428.938		
" " 皮イカ♂	Reg	1	74.748	74.748	10.149**
	Res	15	110.477	7.365	
	Total	16	185.225		
体重-生殖器官重量 成熟イカ♀	Reg	1	679.405	679.405	16.177**
	Res	25	1,049.938	41.998	
	Total	26	1,729.343		
" " 皮イカ♀	Reg	1	798.353	798.353	11.882**
	Res	47	3,157.944	67.190	
	Total	48	3,956.297		
体重-卵巣重量 成熟イカ♀	Reg	1	100.815	100.815	6.889*
	Res	25	365.807	14.632	
	Total	26	466.622		
" " 皮イカ♀	Reg	1	493.814	493.814	65.702**
	Res	47	353.236	7.516	
	Total	48	847.050		

** 有意水準 1%

* " 5%

表4-3 続き

回 帰 関 係	s · v	d · f	s · s	m · s	F
体重 - 輸卵管重量 成熟イカ♀	Reg	1	196.945	196.945	7.375 **
	Res	25	667.660	26.706	
	Total	26	864.605		
" " 皮イカ♀	Reg	1	35.859	35.859	0.622
	Res	47	2,710.323	57.666	
	Total	48	2,746.182		
体重 - てらん腺重量 成熟イカ♀	Reg	1	3,460.242	3,460.242	85.109 **
	Res	25	1,016.407	40.656	
	Total	26	4,476.649		
" " 皮イカ♀	Reg	1	21.236	21.236	4.880 *
	Res	47	204.564	4.352	
	Total	48	225.800		
体重 - 生殖器官重量 成熟イカ♂	Reg	1	40.997	40.997	22.197 **
	Res	21	38.787	1.847	
	Total	22	79.784		
" " 皮イカ♂	Reg	1	47.351	47.351	25.471 **
	Res	15	27.884	1.859	
	Total	16	75.235		
体重 - 精巣重量 成熟イカ♂	Reg	1	21.635	21.635	58.159 **
	Res	21	7.802	0.372	
	Total	22	29.437		
" " 皮イカ♂	Reg	1	21.258	21.258	28.922 *
	Res	15	11.031	0.735	
	Total	16	32.289		
体重 - (精巣のう + 貯 精のう + 輸精管) 重量 成熟イカ♂	Reg	1	2.889	2.889	2.103
	Res	21	28.855	1.374	
	Total	22	31.744		
" " 皮イカ♂	Reg	1	5.102	5.102	2.608
	Res	15	29.347	1.956	
	Total	16	34.449		

* 有意水準 1%

* " 5%

表4-4 成熟イカと皮イカの回帰の差の検定

回 帰 関 係	♀		♂	
	t		t	
	a	b	a	b
外套長-体 重	4.754**	5.213**	5.180**	5.803**
体 重-外套膜 肉重量	14.144**	9.291**	3.414**	2.754**
体 重-肝 臓 重 量	22.790**	31.669**	6.673**	6.634**
体 重-生殖器 官重量	1.161	0.993	2.008	0.784
体 重-卵 巢 重 量	20.125**	18.889**		
体 重-てん卵 腺重量	8.213**	4.886**		
体 重-精 巢 重 量			5.021**	1.496

** 有意水準 1%

5. 産卵様式と産卵数

スルメイカの産卵回数は前章で2回であることが推定された。この推定をより明確にするため成熟イカの卵径分布を示し、さらに成熟イカと皮イカの卵の増加様式を検討する。

また、産卵数については新谷(1967)の30~50万粒、安達(1985)の2回産卵を仮定しての1回目の産卵数が10万粒、笠原・南(1985)の20万粒という報告があるが、新谷(1967)はその根拠を示しておらず、安達(1985)は2回目の産卵数を推定していない。また、笠原・南(1985)は産卵回数を1回として推定している。これらはいずれも信頼度が低いため、2回産卵に基づき、成熟イカの産卵数と皮イカの産卵数を推定する。

5-1 資料と方法

この章に用いた試料は1984年5~6月に浜田港の漁獲物から無作為に抽出した未熟雌イカ12個体、成熟雌イカ63個体および4章で用いた雌皮イカ49個体である。卵径測定に用いた標本スルメイカは外套長、体重、生殖器官重量、外套膜肉重量、肝臓重量、胃内容物重量を測定後、卵巢と輸卵管をとり出し、全卵を採取した。卵巢はそれを切断し、標本瓶にとり、また、輸卵管からは卵を直接しぼり出し、標本瓶にとった。標本瓶には最初水を入れ、強く攪拌後エチルアルコールを加え固定した(濃度約50%)。固定時間は24~30時間である。

卵径の測定は1個体につき約100粒の卵を無作為に抽出した卵について行なった。卵の形は卵巢卵は紡錘形、輸卵管卵は円に近い楕円形である。熟度の区分はスルメイカ調査要綱(日水研, 1971)によった。また、熟度の表示はG. S. Iを用いた。

成熟イカと皮イカの輸卵管内卵数の推定は次のようにした。多項目測定時に記載されている輸卵管重量は、輸卵管重量と輸卵管腺重量との合計値として求められている。そこで、まず測定値に対する輸卵管重量の回帰関係(図5-1)を求めることにより、輸卵管重量を推定し、ついで推定された輸卵管重量と輸卵管内卵数の回帰関係(図5-2)を利用して、各個体の輸卵管内卵数を推定することとした。推定のための回帰式は次のとおりである。

$$y_2 = -310.8 + 4788.3x_2 \dots\dots(1)$$

(ただし、 y_2 は輸卵管内卵数、 x_2 は輸卵管重量である)

同じく卵巢内卵数は次のようにした。まず、推定のための2つの仮定を設けた。1つは、卵巢卵および輸卵管卵は球状であること、2つは、卵の密度 a (g/cm^3) の値は両卵とも等しいことである。この仮定のもとで、今1粒の輸卵管卵の重量 WE_2 は、 $WE_2 = \frac{4}{3}\pi r^3 \cdot a$ で表わされる。ただし

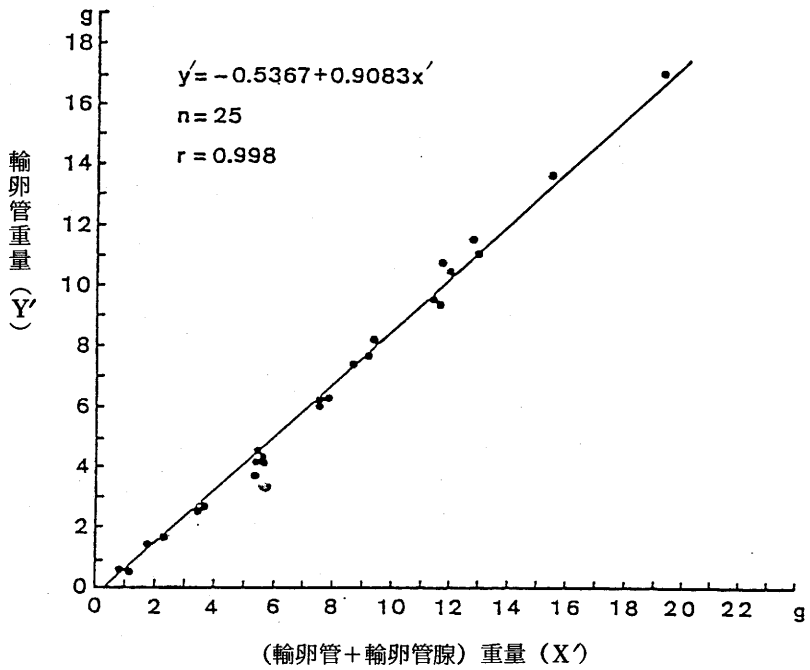


図5-1 輸卵管重量と輸卵管腺重量の合計値と輸卵管重量の関係

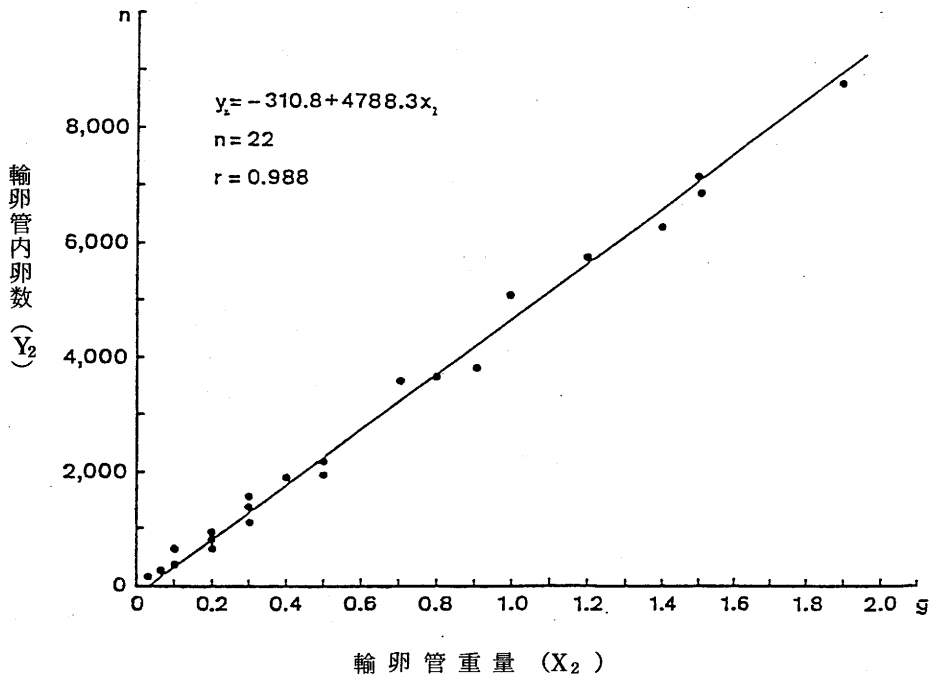


図5-2 輸卵管重量と輸卵管内卵数の関係

r_2 は輸卵管卵の平均半径 (cm) である。また、1粒の卵巣卵重量 W_{E1} は $W_{E1} = \frac{4}{3}\pi r_1^3 \cdot a$ で表わされる。ただし r_1 は卵巣卵の平均半径 (cm) である。

ここで $r_2 = \frac{0.1199}{2}$, $r_1 = \frac{0.0821}{2}$ (安達, 1985) なので, $W_{E2} = 0.0009026a$, $W_{E1} = 0.0002896a$ となる。比をとると $\frac{W_{E2}}{W_{E1}} = 3.11671 \dots (2)$ である。

次に輸卵管重量 x_2 , 輸卵管内卵数 y_2 , 卵巣重量 x_1 , 卵巣内卵数 y_1 とすると, 輸卵管重量 x_2 は, $x_2 = y_2 \cdot W_{E2}$, 卵巣重量 x_1 は, $x_1 = y_1 \cdot W_{E1}$ と表わされる。これより $W_{E2} = \frac{x_2}{y_2}$, $W_{E1} = \frac{x_1}{y_1}$, この比をとると $\frac{W_{E2}}{W_{E1}} = \frac{x_2}{x_1} \cdot \frac{y_1}{y_2}$ となり, (2)式より $\frac{x_2}{x_1} \cdot \frac{y_1}{y_2} = 3.11671$ となる。また, これより $y_1 = 3.11671 y_2 \cdot \frac{x_1}{x_2} \dots (3)$ が得られる。(1)式を(3)式に代入すると,

$$y_1 = 3.11671 (-310.8 + 4778.3 x_2) \cdot \frac{x_1}{x_2}$$

$$y_1 = 3.11671 (-310.8 \frac{x_1}{x_2} + 4778.3 x_1) \dots (4)$$

この関係式により各個体の卵巣内卵数を推定した。

5-2 熟度と卵径組成の関係

図5-3に未熟イカ12個体の卵径分布を示した。未熟卵の卵径分布は大まかには正規型の分布をするものと考えられる。熟度と平均卵径の関係をみると、熟度指数 (G.S.I) が大きくなるにしたがって平均卵径も大きくなるという関係がうかがわれ ($0.05 > P > 0.025$), 両者の間には回帰関係が認められる。このことはスルメイカの場合において, G.S.I を用いて熟度を表現することが妥当であることを示すものである。

次に成熟個体 (G.S.I = 2以上) の熟度指数 (G.S.I) と卵巣卵の平均卵径の関係を示したものが図5-4である。肉眼観察によると, 成熟個体の卵巣内には未熟卵を主体に一部成熟卵が混在している。図中の回帰直線および回帰式をみると直線に若干の傾斜がみられるが, 回帰係数は有意ではない ($0.25 > P > 0.10$)。すなわち, 成熟個体の卵巣卵径はほぼ一定であり, 卵巣重量の大小に関係なく, 平均卵径は0.8mm位であることを表わしている。したがって, 卵巣卵径は成熟状態に達するまでは増大し, 成熟に達するとほぼ一定になることがわかる。

一方, 輸卵管卵の場合(図5-5)は輸卵管内の卵のすべてが熟卵であり, 熟度指数 (G.S.I) と卵径の関係は有意ではない ($P > 0.50$), したがって, 輸卵管卵の卵径はほぼ一定であり, 平均卵径は1.2mm位であると判断される。図5-5の中の個体数が39であるのは, 24個体については固定に失敗し, それらを除いたためである。

5-3 成熟個体の卵巣卵と輸卵管卵の卵径組成

成熟個体では卵巣卵径も輸卵管卵径も, ほぼ一定であることが明らかになったので, 前述の39個体の卵巣卵径と輸卵管卵径の度数分布を求め, これを一括して図5-6に示した。分布は正規型の

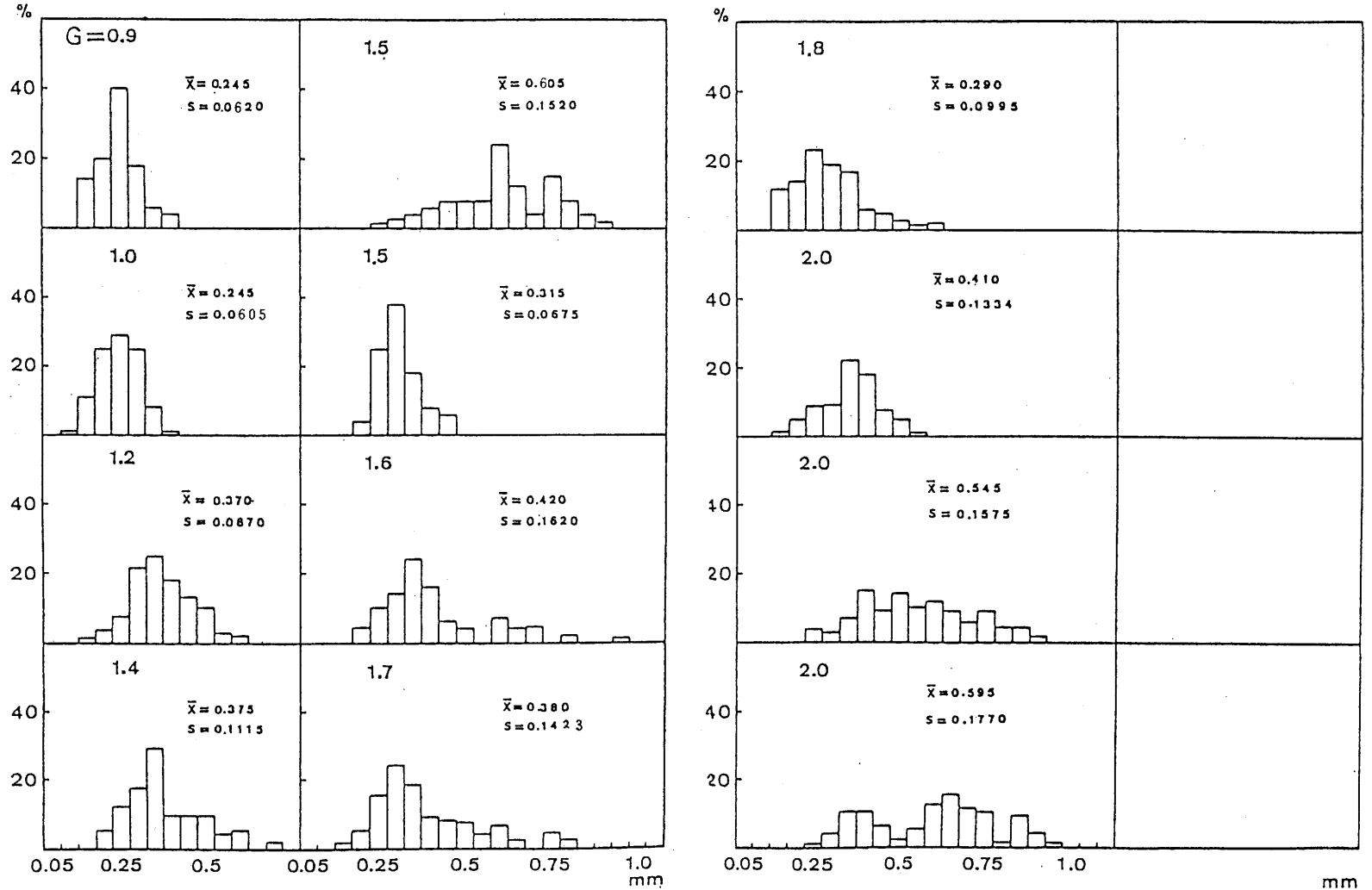


図5-3 未熟個体の卵巢卵径分布 (未熟卵)

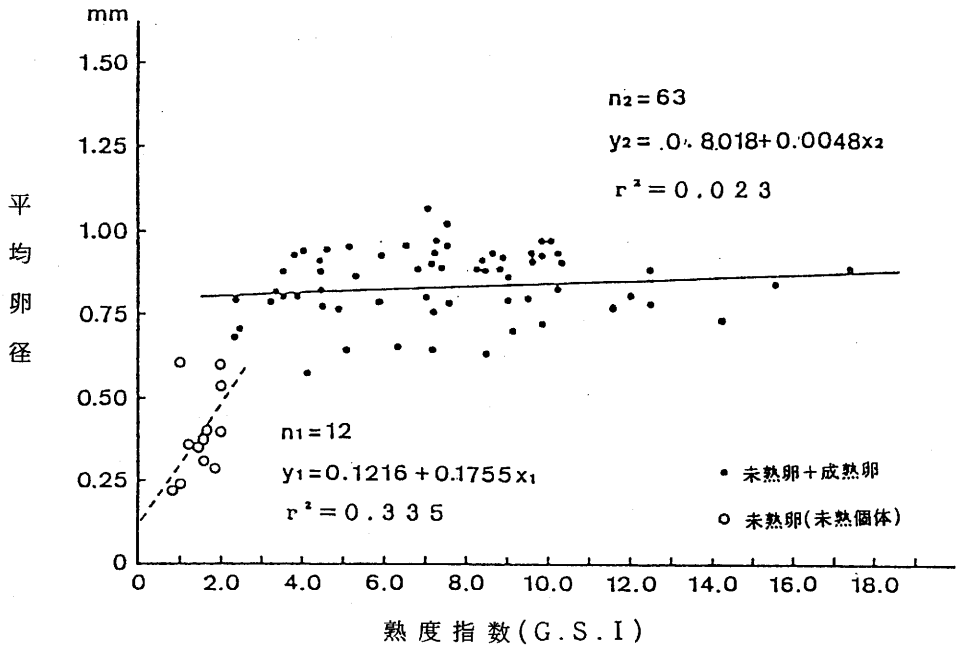


図5-4 熟度と平均卵径の関係(卵巣卵)

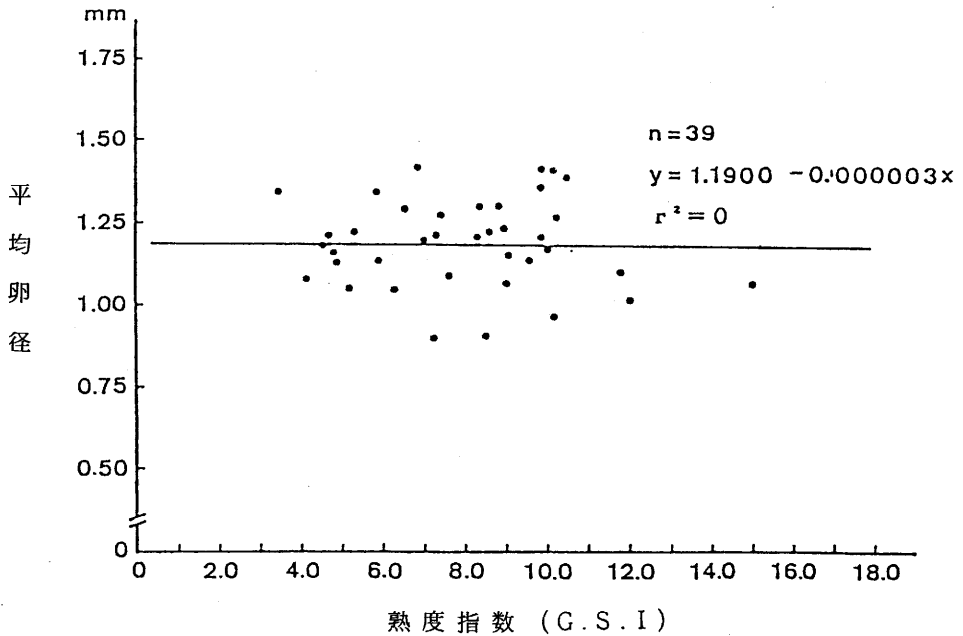
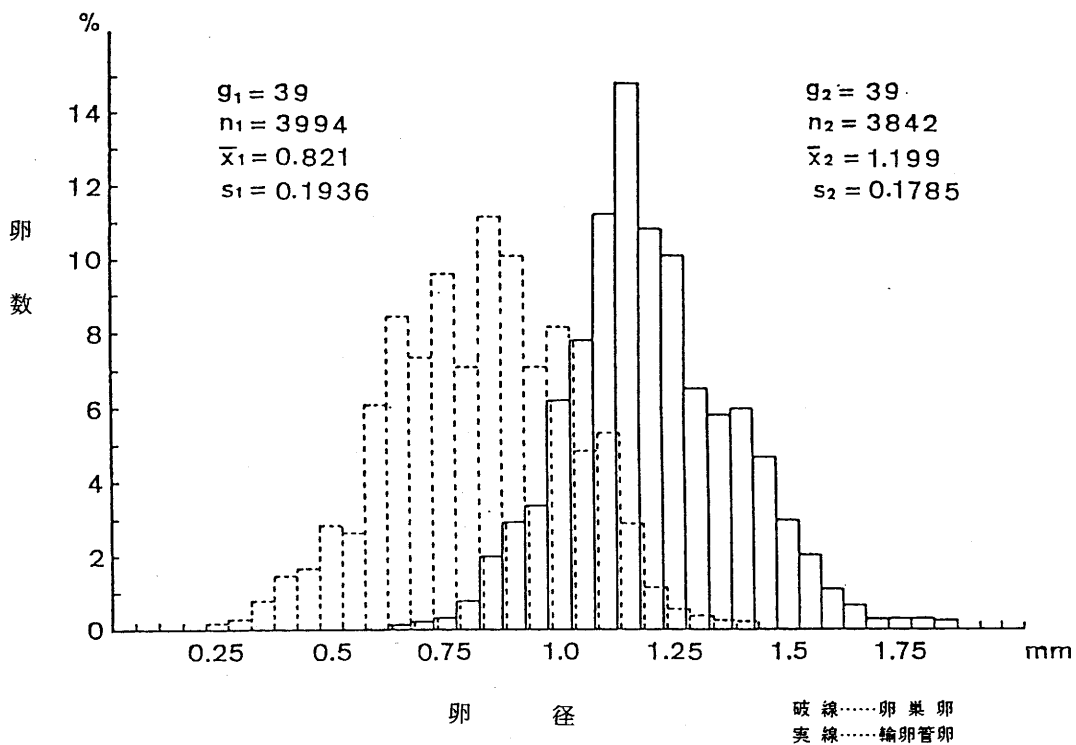


図5-5 熟度と平均卵径の関係(輸卵管卵)



g_1 : 標本数 (卵巣)

g_2 : 標本数 (輸卵管)

n_1 : 卵巣卵径の測定数

n_2 : 輸卵管卵径の測定数

\bar{x}_1 : 卵巣卵の平均卵径

\bar{x}_2 : 輸卵管卵の平均卵径

s_1 : 標準偏差

s_2 : 標準偏差

図5-6 成熟個体の卵巣卵と輸卵管卵の卵径分布

分布と考えられ、そのバラツキは輸卵管卵よりも卵巣卵の方が若干大きい。平均卵径は卵巣卵が0.82mm、輸卵管卵が1.20mmで図5-2~3に示した回帰式の定数とほぼ一致している。

輸卵管卵径の最小値は0.65mm位にあり、おそらく一部の卵はこの大きさと熟卵になるのであろう。また、卵巣内には若干の成熟卵が認められることから、成熟が進むにつれ、除々に卵巣から輸卵管へ卵が移行するものと考えられる。卵巣卵径の分布の最大値は1.4mm位にあり、この大きさの卵は熟卵である。

また、卵巣および輸卵管、それぞれの卵径が正規型の分布をすることから、成熟スルメイカ1個体のもつ、卵巣、輸卵管の卵径もまた正規型の分布をすることと考えられる。このことはかなり熟度の進んだ個体では、それぞれの平均卵径を異にする未熟卵と成熟卵の2つの卵群が存在することを示している。

5-4 成熟イカの輸卵管の熟卵収容量の推定

図5-7は熟度指数(G.S.I)と輸卵管内卵数の関係を示したものである。熟度指数(G.S.I)が大きくなるにしたがって、輸卵管内卵数は増加する。しかし、この関係から卵数が無限に増加していくことは現実的でなく、輸卵管に収容される卵数には限界があると考えられる。そこで図中に示したように、

$l_n y = 11.4340 \cdot 0.1384^{0.6977x}$ という実験式を求めた。(ただし、 x は熟度指数、 $l_n y$ は輸卵管内卵数である)。

この実験式の母数11.4340は熟度指数(G.S.I)が無限大になった時の値で、輸卵管内卵数の理論的極限值である。真数に変換すると極限值は約92,400となる。したがって、この極限值が輸卵管の熟卵収容能力であり、この極限值近くになって産卵を開始するものと考えられる。また、図5-8は体重と輸卵管内卵数の関係をみたものであるが、体重の重いものほど輸卵管内の卵数は多くなる(0.005>P)。

浜部(1963)は皮イカの産卵開始について自己の達し得る体重の極限に至った時と述べ、また、浜部(1962)が産卵実験に用い、産卵に成功した成熟イカの平均体重は約317gであった。図5-7をみると、体重317gでの輸卵管内卵数は約10万粒となり、輸卵管の熟卵収容能力に近い数となっている。このことからスルメイカは輸卵管の熟卵収容能力の限界に達した時、産卵を行ない、1回目の産卵では平均的に約10万粒を産卵すると推定される。

5-5 成熟イカの卵の増加様式

表5-1に成熟イカの熟度別に計算した平均的な卵巣内、輸卵管内卵数およびそれらを合計した総卵数を示した。これらの卵数はいずれも熟度が進むにしたがって増加している。このことはまだ

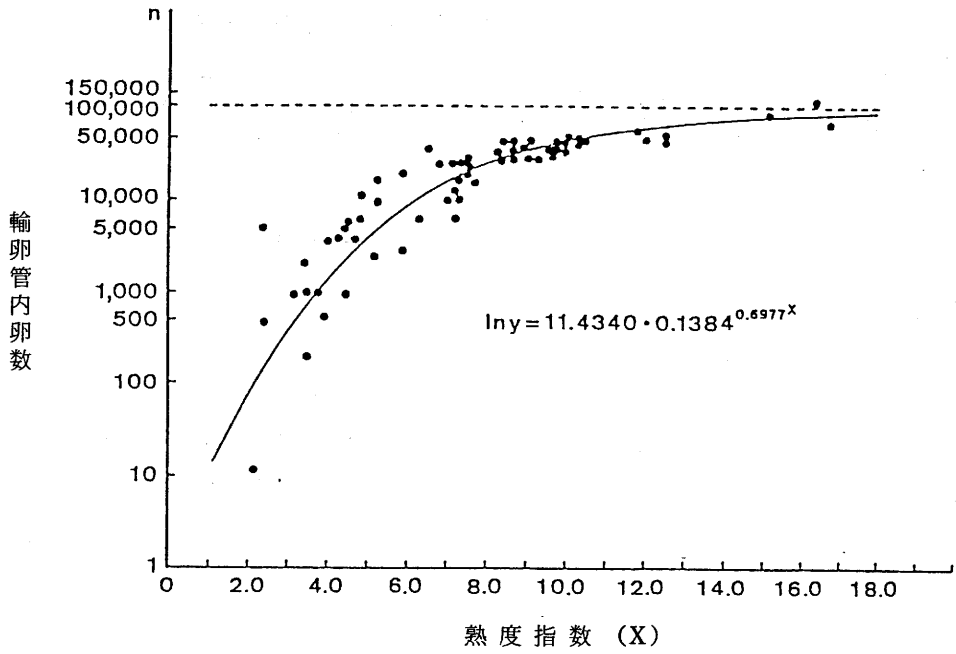


図5-7 熟度と輸卵管内卵数の関係

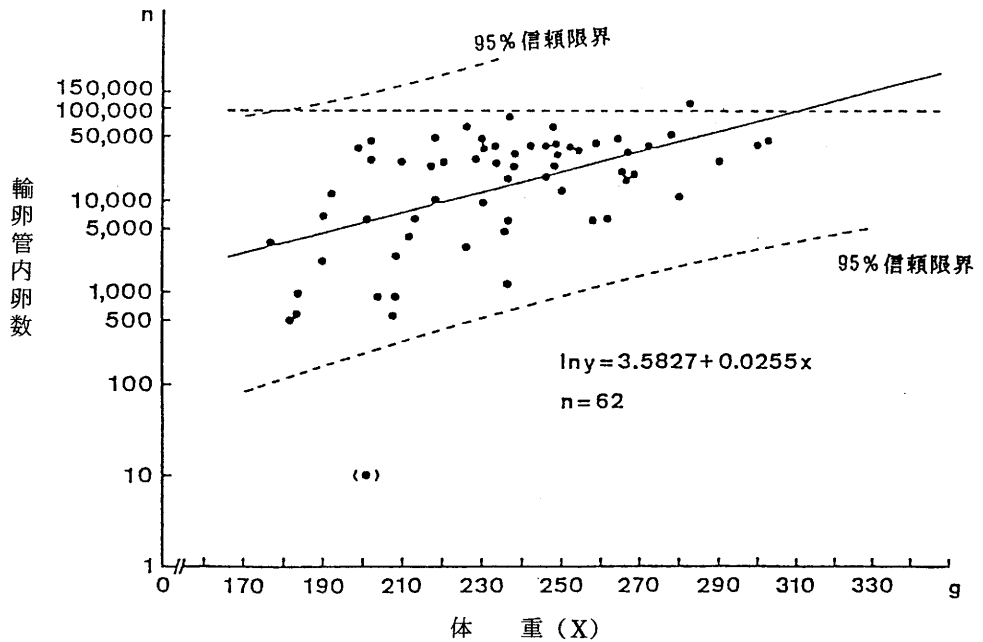


図5-8 体重と輸卵管内卵数の関係

表5-1 成熟イカの熟度別の卵巣内および輸卵管内卵数

G. S. I (G. W/B. W)	平均卵巣内卵数 E_1 および総卵数に対する比率(%)	平均輸卵管内卵数 E_2 および総卵数に対する比率(%)	総卵数 E_T 相対値(%)
2.0 — (成熟)	n = 10 $\bar{X}_1 = 78723.4$ $S_1 = 16561.64$ 97.9	n = 10 $\bar{X}_2 = 1670.8$ $S_2 = 1789.12$ 2.1	80394.2 100.0
4.0 — (成熟)	n = 12 $\bar{X}_1 = 130235.2$ $S_1 = 25242.09$ 94.3	n = 12 $\bar{X}_2 = 7846.9$ $S_2 = 6061.50$ 5.7	138082.1 100.0
6.0 — (成熟)	n = 14 $\bar{X}_1 = 187282.6$ $S_1 = 30522.00$ 90.6	n = 14 $\bar{X}_2 = 19517.3$ $S_2 = 8958.48$ 9.4	206799.9 100.0
8.0 — (成熟)	n = 17 $\bar{X}_1 = 189790.9$ $S_1 = 43192.60$ 83.4	n = 17 $\bar{X}_2 = 37694.6$ $S_2 = 5892.95$ 16.6	227485.5 100.0
10.0 — (完熟)	n = 5 $\bar{X}_1 = 198113.0$ $S_1 = 38144.85$ 79.9	n = 5 $\bar{X}_2 = 49744.4$ $S_2 = 8605.74$ 20.1	247857.4 100.0
12.0 — (完熟)	n = 5 $\bar{X}_1 = 249152.2$ $S_1 = 44479.12$ 76.5	n = 5 $\bar{X}_2 = 76709.4$ $S_2 = 34806.05$ 23.5	325861.6 100.0

\bar{X} : 平均, S : 標準偏差

表5-2 成熟イカの熟度別の卵巣内および輸卵管内卵数（相対値）と熟度に対応する発生後の経過時間

(G. S. I = 12.0 以上の総卵数を100とする)

G. S. I (G. W./B. W)	E ₁ 卵巣内卵数	E ₂ 輸卵管内卵数	ET 総卵数	t (月) 発生後の経過時間 (安達 1982)
2.0 — (成熟)	24.153	0.518	24.671	7
4.0 —	39.832	2.543	42.375	8 *
6.0 —	56.862	6.601	63.463	9 *
8.0 —	58.222	11.589	69.811	10 *
10.0 — (完熟)	60.773	15.289	76.062	11
12.0 —	76.459	23.541	100.000	12 *

$$*E_1 = -35.691 + 9.306t \quad (r = 0.956^{**})$$

$$*E_2 = -32.965 + 4.524t \quad (r = 0.983^{**})$$

$$*ET = -68.656 + 13.830t \quad (r = 0.981^{**})$$

$$ET = 14.325 + 6.915 \text{ G. S. I} \quad (r = 0.981^{**}) \quad ** \text{有意水準} 1\%$$

$$t = 6.0 + 0.5 \text{ G. S. I} \quad (r = 1.000)$$

$$dE_1/dt = 9.306 \quad dE_2/dt = 4.524$$

$$9.306 / 4.524 = 2.057$$

表5-3 完熟イカ (G. S. I = 10 以上) の産卵可能回数の推定

標本 番号	外套長 M. L mm	体重 B. W g	G. S. I		ET (卵巣+輸卵管) 内卵数	E ₂ 輸卵管内 卵数	ET/E ₂ 産卵可能 回数
			G. W B. W	× 100			
1	218	244	12.5		349620	40176	8.7
2	213	232	12.0		297259	44525	6.7
3	228	248	10.2		251491	48005	5.2
4	218	230	10.3		230972	45395	5.1
5	213	218	12.5		266533	54093	4.9
6	216	226	16.7		301000	69751	4.3
7	214	202	10.4		192605	45830	4.2
8	231	248	11.8		266960	64967	4.1
9	221	236	15.1		301139	90192	3.3*
10	235	284	17.4		411966	129335	3.2*

産卵の経験がなく、卵巢の発達が続いていることを示している。また、各成熟段階の総卵数に対する卵巢内卵数と輸卵管内卵数の割合をみると、成熟が進むにつれて輸卵管内卵数の占める割合が大きくなり、卵巢内卵数の占める割合が小さくなっている。このことは熟度が進むにしたがって熟卵が増加していくことを示している。

前節で検討したように輸卵管の熟卵収容量の限界に達した時、産卵を開始するのであれば、その限界は表5-1でいえばG.S.I=12.0以上の完熟状態にあるであろう。そこで表5-1のG.S.I=12.0以上の総卵数を100として、相対的な卵巢内卵数と輸卵管内卵数および総卵数を計算した(表5-2)。すなわち、成熟イカはこのような卵の増加を示しながら1回目の産卵に至ることになる。したがってもし、G.S.Iが12.0以上で産卵するのならば、卵巢内に残った未熟卵はある時間を経過した後、成熟し、輸卵管に移行して再び体外に産出されることになる。

また、表5-2の右端の欄に熟度に対応した発生後の経過時間を示してある。これは2章によるとスルメイカの雌は成熟に達するのが発生後7ヶ月、完熟になるのが発生後11ヶ月であることから、それぞれの熟度に対応した8, 9, 10ヶ月という時間を内挿し、12ヶ月を外挿したものである。もし、この発生後の経過時間と各器官内の卵数との関係が直線関係にあることを示すことができるならば、内挿、外挿した8, 9, 10, 12ヶ月という経過時間はほぼ妥当とみなしてもさしつかえないであろう。したがって、発生後の経過時間(t)と卵巢内卵数(E_1)、輸卵管内卵数(E_2)、総卵数(E_T)との関係式を計算し、相関係数を検定することにより直線性を確めた。表5-2の欄外に示したように、いずれの関係も有意水準1%で有意である。この結果から内挿、外挿した発生後の経過時間は妥当である。

次に成熟イカが完熟に達して、始めて産卵するのならば、前節で検討したとおり輸卵管の収容能力に対して完熟時の総卵数がどれ位であるのかを知れば、産卵可能回数の推定ができるはずである。このような考え方から表5-3にG.S.Iが10.0以上の完熟イカについて E_T/E_2 の値を示した。この値は8.7~3.2となるが、標本番号9, 10, では3.3, 3.2である。この章の初めに示した2つの仮定のために卵巢内卵数が過大評価されていると考えられ、実際には E_T/E_2 が2.0以下になった時初めて1回目の産卵を行うのであろう。

5-6 皮イカの卵の増加様式

成熟イカの輸卵管内卵が熟度段階に応じて、前節で述べたような卵の増加様式を示すのならば、2回目の産卵をすると考えられる皮イカについても、輸卵管内卵は同じ増加様式を示すはずである。このような考え方から、表5-4に皮イカの外套膜肉重量の消耗度合別の卵巢内および輸卵管内卵数の計算結果を示した。皮イカは外套膜の厚さが薄くなり、またその重量の軽くなったイカなので、外套膜肉重量の指数値を消耗度と仮称した。この消耗度($\frac{M.L.W.}{B.W.}$)を4段階に分類し、その分類した標本についてG.S.Iを計算した。また総卵数を100とした場合の各器官内の相対卵数も計算して表5-4に示した。

表5-4 皮イカの外套膜重量の消耗度合別卵巢内および輸卵管内卵数

消耗度 $\frac{M.L.W}{B.W}$	G. S. I \bar{X} S	平均卵巢内卵数 E_1 および総卵数に対する比率(%)	平均輸卵管内卵数 E_2 および総卵数に対する比率(%)	総卵数 E_T 相対値(%)
> 0.42	n = 23 \bar{X} = 6.98 S = 1.137	n = 23 \bar{X}_1 = 213283.2 S ₁ = 55551.93 94.4	n = 23 \bar{X}_2 = 12635.4 S ₂ = 5280.53 5.6	225918.6 100.0
0.42 ~ 0.40	n = 9 \bar{X} = 8.13 S = 1.534	n = 9 \bar{X}_1 = 241789.8 S ₁ = 71866.46 91.8	n = 9 \bar{X}_2 = 21477.6 S ₂ = 10298.68 8.2	263267.4 100.0
0.40 ~ 0.38	n = 9* \bar{X} = 10.00 S = 2.088	n = 10 \bar{X}_1 = 193337.0 S ₁ = 74209.1 85.8	n = 9* \bar{X}_2 = 32038.0 S ₂ = 15970.45 14.2	225375.0 100.0
< 0.38	n = 6* \bar{X} = 12.28 S = 7.244	n = 7 \bar{X}_1 = 179607.6 S ₁ = 40951.95 76.0	n = 6* \bar{X}_2 = 56584.1 S ₂ = 86799.35 24.0	236191.7 100.0

$$E_T = 223541.975 + 35365.5 \left(\frac{M.L.W}{B.W} \right) \quad r = 0.051$$

E_T の平均 = 237688.2

* 産卵後の個体があるため
 \bar{X} : 平均
 S : 標準偏差

表5-5 産卵直前と産卵したと推定される皮イカの多項目測定記録

	外套長体 mm	重 g	てんらん腺 長さ mm	重量 g	卵巢重量 g	輸卵管 重量 g	外套膜肉 重量 g	外套膜 の厚さ mm	肝臓重量 g	胃内容物 重量 g
産卵直前	240	262.0	95	8.9	13.6	54.4	92.0	3.1	10.2	0
産卵後①	245	190.0	100	13.4	1.5	2.1 (卵なし)	75.0	2.4	15.6	2.3
産卵後②	260	204.0	92	10.0	8.8	2.1 (卵なし)	75.0	2.0	10.9	0

表5-4をみると、消耗度が0.42以上では平均G.S.Iが6.98、0.42~0.40では8.13、0.40~0.38では10.00、0.38以下では12.28となっており、これは表5-2の成熟イカの場合のG.S.I=6.0以上の4段階とほぼ一致している。このことは成熟イカが1回産卵した後はG.S.Iが6.0台に下がり、ある時間を経過すると、再び12.0以上の完熟状態に達することである。さらに平均輸卵管内卵数の相対値をみると、これも表5-2の成熟イカの場合の値に近い。また、皮イカの総卵数は、成熟イカが輸卵管内の熟卵だけを産卵するのであるから、産卵後残された卵巣内の未熟卵は、それほど増加することもなく、ほぼ一定と考えられる。このことは3章での肝臓の役割が卵巣の発達のためであることと、4章での皮イカの特徴として、肝臓重量がほぼ一定であることから、皮イカの熟度が進んだとしても、卵巣卵の増加はあり得ないことが説明される。したがってスルメイカの産卵は個体が初めて完熟に達した時、1回目の産卵をし、皮イカとなって完熟状態になった時、さらに2回目の産卵を行なうことになる。このことをより明らかにするものとして、産卵直前、産卵後と推定される皮イカの多項目測定記録を表5-5に示した。産卵直前の皮イカの輸卵管重量は54.4gもあるが、産卵後の皮イカでは2個体とも輸卵管腺が残っているだけで卵はみられない。したがって皮イカには産卵前のものと、産卵後の2種類があると推定される。

5-7 2回目の産卵に要する時間の推定

スルメイカが2回産卵することを示したが、この節では1回目の産卵を終えた後どれ位の時間を経て2回目の産卵を行なうのかを皮イカの輸卵管卵の増加率を検討することにより推定した。

表5-6に成熟イカと皮イカの熟度段階別の卵巣内卵数、輸卵管内卵数、総卵数の相対値を示した。この表の左端の欄には成熟イカの熟度に対応した発生後の経過時間(月齢)も示してある。表5-6をみると、熟度が進むにしたがって卵が増加しているのは皮イカの場合は輸卵管だけ、成熟イカの場合は卵巣と輸卵管、つまり総卵数である。このことは成熟イカと皮イカの熟度の進行がほぼ同じであることから推して、成熟イカの総卵数の増加率と皮イカの輸卵管卵の増加率がほぼ等しいことを示していると考えられる。すなわち $\frac{dE_T}{dt} = \frac{dE_2}{dt}$ ……(1)である。また、成熟イカの総卵数の増加率 ($\frac{dE_T}{dt}$) と輸卵管卵の増加率 ($\frac{dE_2}{dt}$) の関係は $\frac{dE_T}{dt} = x \cdot \frac{dE_2}{dt}$ ……(2)で表わされる。表5-2より $\frac{dE_T}{dt} = 13.830$ 、 $\frac{dE_2}{dt} = 4.524$ となるから $x = 3.057$ ……(3)となる。(1)、(3)式を(2)式に代入すると $\frac{dE_2}{dt} = 3.057 \cdot \frac{dE_2}{dt}$ である。つまり皮イカの輸卵管卵の増加率は成熟イカの輸卵管卵の増加率の約3倍である。したがって皮イカは、成熟イカが輸卵管の熟卵収容量の限界に達する時間の約 $\frac{1}{3}$ で完熟状態に達することになる。成熟イカは月齢9~12ヶ月の3ヶ月間を要して完熟状態に達することから、皮イカでは1ヶ月間で同じ状態になると推定される。

このように1回産卵後から2回目の産卵までに要する時間が1ヶ月と推定されたので、皮イカの輸卵管卵の増加様式を表5-7に示した。1ヶ月間で3ヶ月間と同じ増加をするのならば、その増加様式は指数関数的になると考えられる。そこで月齢(t)と皮イカの輸卵管内卵数(E_2')を表中の実験式で表わし、直線回帰させた場合の相関係数 $r = 0.997$ を得た。すなわち皮イカの輸卵管

表5-6 成熟イカと皮イカの熟度段階別相対卵数

t 成熟イカ の月令	G.S.I.		卵巣内卵数		輸卵管内卵数		総卵数	
	成熟イカ	皮イカ	成熟イカE ₁	皮イカE' ₁	成熟イカE ₂	皮イカE' ₂	成熟イカE _T	皮イカE' _T
9	6.0 -	6.98	56.9	94.4	6.6	5.6	63.5	100.0
10	8.0 -	8.13	58.2	91.8	11.6	8.2	69.8	100.0
11	10.0 -	10.00	60.8	85.8	15.3	14.2	76.1	100.0
12	12.0 -	12.28	76.5	76.0	23.5	24.0	100.0	100.0

表5-7 皮イカの産卵に至るまでの時間と輸卵管内卵数の関係
(12.0 < t < 13.0)

t 月令	12.0	12.33	12.66	12.99	関係式および相関係数
輸卵管内卵数 E' ₂	5.6	8.2	14.2	24.0	E' ₂ = 9.256 · 10 ⁻⁸ e ^{1.489t} r = 0.997

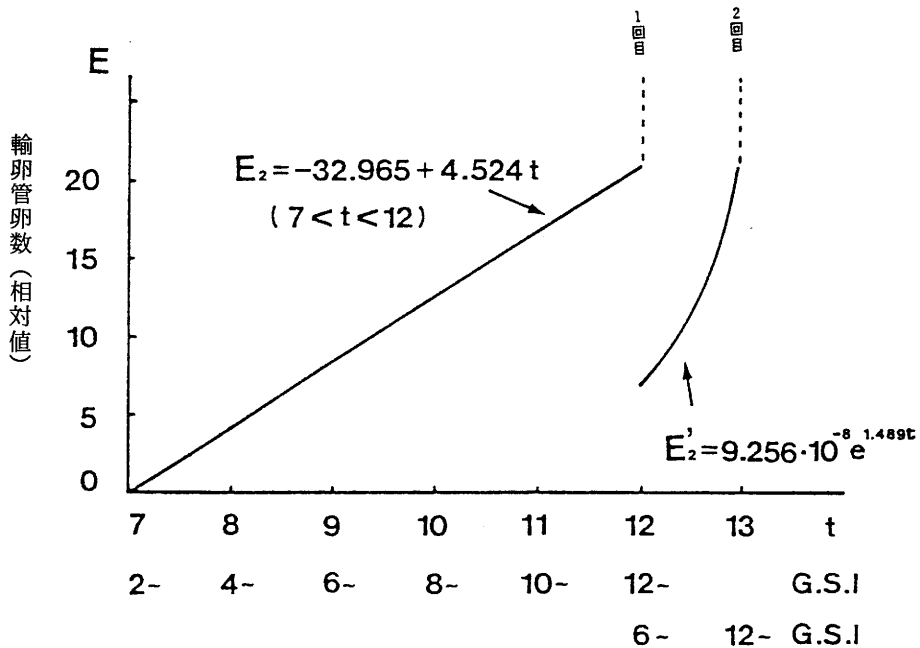


図5-9 2回産卵のパターン模式

卵の増加様式は指数関数で表わすことができる。

これまでのことを整理したものが図5-9の2回産卵の模式である。スルメイカは約12ヶ月で1回産卵し、その後1ヶ月でさらにもう1回、合計2回の産卵をし、2回目の産卵後、死亡すると推定される。

5-8 産卵数の推定

スルメイカは2回産卵なので、産卵数は単純には1回の産卵数を2倍することによって推定できることになる。しかし4章で述べたように皮イカの体重は成熟イカのそれよりも軽いため、産卵期のG.S.Iの値が1回目と2回目が同じであっても、生殖器官重量は軽く、皮イカの卵数は少ないはずである。このため1回目の産卵数は5-4節で推定した平均10万粒としても、2回目の産卵数はそれよりも少ないことになる。この節では2回目の産卵数を推定する。表5-1の成熟イカの平均輸卵管内卵数は、G.S.Iが12.0以上では76,709粒で、表5-4に示した皮イカの平均輸卵管内卵数は56,584粒である。これは1回目の産卵で76,709粒、2回目の産卵で56,584粒、合計133,293粒が平均的な産卵数ということになる。しかし、この値は成熟イカ5個体、皮イカ6個体の平均で、この大きさの資料では偏りが入っていると考えられる。このため成熟イカの産卵数と皮イカの産卵数の比をとり、先に推定した成熟イカの平均産卵数10万粒に対する皮イカの産卵数を求めるのがより良いと考えられる。その考え方によって計算した皮イカの産卵数は73,760粒となる。したがってスルメイカの平均的な産卵数は2回の産卵数の合計173,760粒となる。

5-9 論議と考察

成熟イカと皮イカの卵の増加様式から、スルメイカが一生に2回産卵することを示したが、松浦(1972)は海産魚類の産卵様式を卵巣卵の卵径分布における峰の数と一生殖期間中の産卵回数によって、1峰1回産卵型、2峰数回産卵型、多峰多回産卵型の3型に分類している。

この章においてスルメイカは卵巣卵群に1峰、輸卵管卵群に1峰をもつ2峰型であることを示したが、松浦(1972)の考え方にしたがつと、スルメイカの産卵様式は2峰2回産卵型となる。松浦(1972)は2峰数回産卵型を代表するものとして、インガレイをあげており、これは成熟期の卵巣卵群の中に未熟卵群と成熟卵群の2峰があり、卵径の大きい峰(熟卵)を1回産卵後も、残った未熟卵は増加を続け、ある時間の経過後、再び2峰型となって熟卵を産卵し、この様式を数回繰り返すと述べている。スルメイカが輸卵管の熟卵を1回産卵した後は、卵巣に残った未熟卵の増加はないのに対し、インガレイは熟卵を1回産卵した後も未熟卵の増加が続くことにスルメイカとの相違があり、このことが2回産卵と数回産卵の相違を表していると考えられる。

また、松浦(1972)は1峰1回産卵型として、マコガレイをあげているが、これは卵巣において、成熟卵群が未熟卵群から分離して、1つの峰をもつ成熟卵群の卵径がしだいに大きくなり、完全に達して、そのほとんどを産卵し、残った未熟卵は周年存在し、産卵期にのみ成熟するとしている。

スルメイカでは卵巣卵をみると、卵巣卵群（未熟卵）に1つの峰があり、成熟卵群が未熟卵群から分離して、輸卵管に蓄積され、完熟状態に達して、そのほとんどを産卵し、残った未熟卵は2回目の産卵に備えている。この点でスルメイカの1回目の産卵はマコガレイの1峰1回産卵に類似しているが、マコガレイの場合熟卵数が一定で、熟度の進行とともに卵径が大きくなっていくのに対し、スルメイカの場合は熟卵の卵径が一定で、熟度が進むにつれて熟卵数が増加していくという相違がある。

イカ類では産卵様式を検討したものがなく、浜部(1962)がスルメイカの産卵実験をしているが、これはスルメイカの産卵行動を観察し、得られた卵塊の性状を観察しただけである。

この章で検討したように、スルメイカの産卵回数現象的には2回と認められるが、このような生殖生態に関する問題は、本来、生殖細胞の形成過程を細胞組織学的に追求して結論を出すべきであるので、現段階では、スルメイカは2回産卵の可能性が極めて強いということにとどめたい。しかし、本研究の目的は適切な漁業管理の方策を見出すことにあり、そのためには土井(1972)が述べた再生産の概念を考慮した資源診断を行わなければならないと考えられる。したがって、次章では産卵回数をとりあえず2回とし、それに基づく産卵数を再生産力の指標(土井, 1977)としてとり扱うことにする。

6. 秋生まれ群資源の解析

この章ではこれまでに明らかにした生物学的諸特性に基づいて秋生まれ群を対象に資源の現状を解析し、漁業管理の方法を検討する。

6-1 資料と方法

資料は1984年5～10月の浜田港における月別漁獲尾数のうち、1章で推定した秋生まれ群の月別漁獲尾数である。

資源解析には土井(1977)の方法を適用した。まず、スルメイカの寿命を皮イカを含めて13ヶ月、産卵数 $E=17$ 万粒とし、卵から幼イカまでの生残率を S_0 、幼イカ以降の月間生残率を S 、性比を1:1(伊東ほか, 1965)とすると、雌1個体から産出された卵から産卵期までに生き残る雌親イカの数は次のように表わされる。

$$\frac{1}{2} \times E \times S_0 \times S_1 \times S_2 \times \dots \times S_{12} = \frac{E S_0 S^{12}}{2}$$

処女資源でしかも安定状態にあるならば $\frac{E S_0 S^{12}}{2} = 1$ となる。したがって S_0 と S^{12} の積は $S_0 \cdot S^{12} = \frac{2}{E}$ である。

スルメイカ雌1個体の産卵数は17万粒であるから、 $S_0 \cdot S^{12} = 1.17647 \times 10^{-5}$ となる。この関係式から処女資源における自然死亡係数(M)を見積るための要素である S_0 と S の理論値の範囲を推定することができる。

6-2 自然死亡係数(M)の推定

前節で示した $S_0 \cdot S^{12} = 1.17647 \times 10^{-5}$ においては S の値は $0 \sim 1.0$ の間の値しかとり得ないことと、 $S_0 < S$ という条件があることから、 S に 0.1 きざみで $0.1 \sim 0.9$ までの値を入れて S_0 の計算をすると、表6-1のようになる。先の条件を満たす S の値は 0.5 以上、 S_0 の値は 0.0482 以下となる。また、同じ条件でその極限の S の値を求めると、 $E \cdot S^{13} = 2$ より、 $S = \left(\frac{2}{E}\right)^{\frac{1}{13}} = 0.418$ となり、この値が S の最小極限值となる。すなわち、 S の値は 0.418 より大きく、 S_0 の値は 0.418 よりも小さいことになる。

このような資源に対して漁業が行われ、漁業の解禁が5月である場合、その時期の秋生まれ群は十分に成長し、生残率はすでに安定状態にあると考えられる。そこで、5月つまり発生後7ヶ月目の資源尾数を N_7 とし、その後の月間生残率を S とすると、生後7ヶ月の資源重量(P_t)は次の式で示される。

表6-1 SoとSの関係

S	So
0.1	11,764,000.0
0.2	2,872.0
0.3	22.14
0.4	0.701
0.5	0.0482
0.6	0.00540
0.7	0.000849
0.8	0.0001712
0.9	0.00004165

表6-2 月令別相対資源量の変化

月令	歴上の月	体重	S = 0.5		S = 0.6		S = 0.7		S = 0.8		S = 0.9	
			N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
7	5	129.6	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
8	6	163.1	5,000	6,292	6,000	7,551	7,000	8,809	8,000	10,068	9,000	11,000
9	7	183.2	2,500	3,534	3,600	5,089	4,900	6,927	6,400	9,047	8,100	11,450
10	8	207.6	1,250	2,002	2,160	3,460	3,430	5,494	5,120	8,201	7,290	11,677
11	9	262.9	625	1,267	1,296	2,692	2,401	4,871	4,096	8,309	6,561	13,307
12	10	319.5	312	769	778	1,918	1,681	4,144	3,277	8,079	5,905	14,557
13	11		156		467		1,177		2,622		5,315	

表6-3 秋生れ群の月令別漁獲尾数

(浜田港)

月令(t)	歴上の月	漁獲尾数(N)
7	5	462,486
8	6	2,246,408
9	7	1,428,034
10	8	304,219
11	9	225,282
12	10	129,630
13	11	0

$$\ln N = 20.655 - 0.755t \quad (r = 0.970)$$

$$Z = 0.755$$

$$F = 0.755 - 0.431 = 0.324$$

$$P_t = N_t \cdot S^{t-7} \cdot W_t$$

ただし、 W_t は体重であり、 t 齢での各月の平均外套長と秋生まれ群の外套長と体重の関係式(安達, 1977) から求められる。

ここで N_7 を10,000とし生残率を0.5~0.9まで変化させた場合の資源重量を計算すると、表6-2, 図6-1が得られる。表6-2で寿命にあたる月齢13ヶ月の皮イカは平均体重を推定することができないので、資源重量は計算できない。しかし、スルメイカは生後12ヶ月で1回目の産卵をすることから、その時の資源重量がわかれば、生残率の見積りは可能であると考えられる。ここでは、処女資源でしかも安定状態を考えているのであるが、生物学一般の常識として図6-1の相対資源重量の変化において寿命に近い月齢の資源重量は小さいはずである。図6-1をみると、 $S=0.9$, 0.8 では寿命近くでも資源重量が大きくて常識に反しているようにみえる。また、 $S=0.5$ では産卵に加わる高齢群が非常に小さくて種の維持が不可能である。このような推論より S は $0.6\sim 0.7$ の近傍であろうと推定しても、生物学的常識を逸脱していないであろう。そこで、ここでは $S=0.65$ を採用する。すなわち、漁獲対象になってからの秋生まれ群の自然死亡係数 M は、 $M = -\ln S = 0.431$ となる。時間単位は月単位である。

6-3 全死亡係数(Z)および漁獲係数(F)の推定

表6-3に浜田港における秋生まれ群の月齢別漁獲尾数(N)を示した。皮イカは漁獲されていないので表から除いた。5月の漁獲尾数が少ないのは秋生まれ群が完全加入していないためであるが、6月には加入が完了したものと考えられ、それ以後は指数関数的に減少している様子が見られる。1章で示したように漁獲量の峰が6月にあり、季節を通して秋生まれ群の占める割合が最大であること、また、漁場の季節的な推移(図1-1)で示される秋生まれ群の回遊状況からみて、6月以降の漁獲尾数の減少は秋生まれ群の生残状態を示している。したがって、6月以降の生残曲線は $N = N_0 e^{-Zt}$ で示すことができる(ただし、 N は月齢 t における資源尾数、 N_0 は初期資源尾数、 Z は全死亡係数である)。対数回帰法によって Z を推定すると、 $Z=0.755$ が得られる。また、前節で得られた自然死亡係数 $M=0.431$ を用いると、 $Z=M+F$ によって漁獲死亡係数 F は 0.324 と推定される。

これらの資源特性値を推定するにあたっては、本来、日本海全体の秋生まれ群の月別漁獲尾数が必要であると考えられるが、浜田港の漁獲量の季節変化が日本海全体のそれとよく似ていること、また、他の主要漁港たとえば境港の漁獲量の季節変化も日本海全体のそれとよく似ている(日本研, 1985)ことから、浜田港の漁獲記録が日本海全体の漁獲量という母集団からの標本になっていると考えられるので、上述の資源特性値はある精度をもって使用に耐え得るであろう。

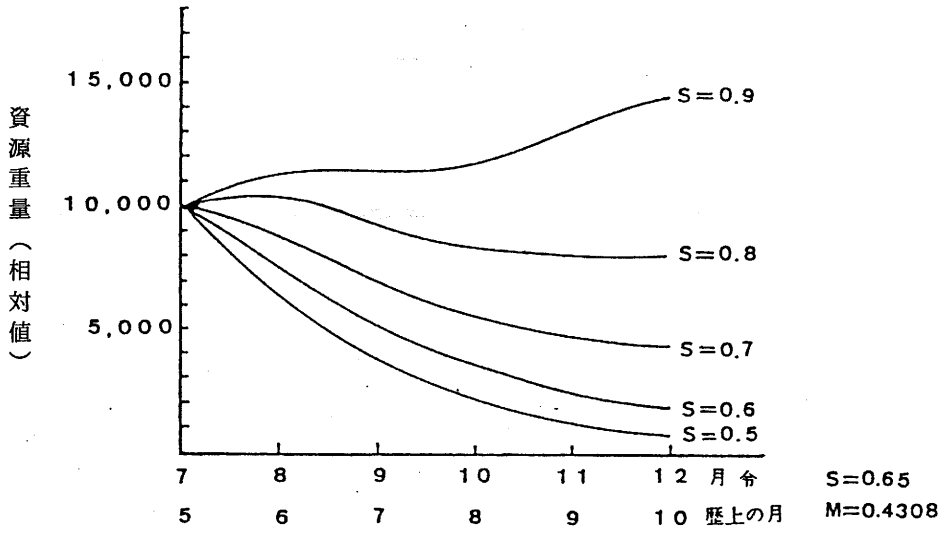


図6-1 月令別相対資源重量の変化

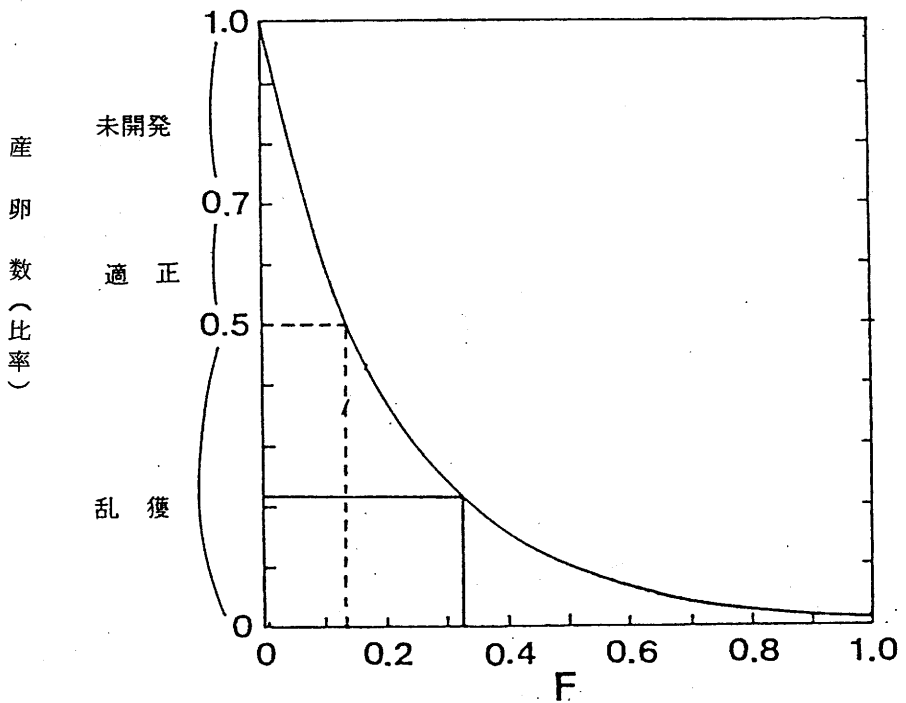


図6-2 秋生まれ群漁獲係数と産卵数の水準との関係

表6-4 漁獲の影響による資源尾数, 資源重量, 再生産力の計算

(M=0.4308)			F=0, M+F=0.4308		F=0.1, M+F=0.5308		F=0.2, M+F=0.6308		F=0.3, M+F=0.7308		F=0.4, M+F=0.8308		F=0.5, M+F=0.9308	
月令	歴上の月	(W) 体重	S=0.65, U=0		S=0.5881, U=0.0776		S=0.5322, U=0.1483		S=0.4815, U=0.2128		S=0.4357, U=0.2717		S=0.3942, U=0.3254	
			N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
7	5	129.6	10,000	1,296,000	10,000	1,296,000	10,000	1,296,000	10,000	1,296,000	10,000	1,296,000	10,000	1,296,000
8	6	163.1	6,500	1,060,150	5,881	959,191	5,322	868,018	4,815	785,327	4,357	710,627	3,942	642,940
9	7	183.2	4,225	774,020	3,459	633,689	2,832	518,822	2,319	424,841	1,898	347,714	1,554	284,693
10	8	207.6	2,746	370,070	2,034	422,258	1,507	312,853	1,116	231,682	827	171,685	613	127,259
11	9	262.9	1,785	469,277	1,196	314,428	802	210,846	538	141,440	360	94,644	242	63,622
12	10	319.5	1,160	370,620	704	224,928	429	137,066	259	82,751	157	50,161	95	30,353
13	11		754		458		279		168		102		62	
再生産力			1.00		0.61		0.37		0.22		0.14		0.08	
産卵数 × 10 ³			84,390		51,230		31,215		18,830		11,420		6,920	

(M=0.4308)			F=0.6, M+F=1.0308		F=0.7, M+F=1.1308		F=0.8, M+F=1.2308		F=0.9, M+F=1.3308		F=1.0, M+F=1.4308	
月令	歴上の月	(W) 体重	S=0.3567, U=0.3745		S=0.3228, U=0.4192		S=0.2921, U=0.4601		S=0.2643, U=0.4975		S=0.2391, U=0.5318	
			N	P	N	P	N	P	N	P	N	P
7	5	129.6	10,000	1,296,000	10,000	1,296,000	10,000	1,296,000	10,000	1,296,000	10,000	1,296,000
8	6	163.1	3,567	581,778	3,228	526,487	2,921	476,415	2,643	431,073	2,391	389,972
9	7	183.2	1,272	233,030	1,042	190,894	853	156,269	699	128,057	572	104,790
10	8	207.6	454	94,250	363	75,359	249	51,692	185	38,406	137	28,441
11	9	262.9	162	42,589	117	30,759	73	19,192	49	12,882	33	8,676
12	10	319.5	58	18,531	38	12,141	21	6,709	13	4,154	8	2,556
13	11		38		25		14		8		5	
再生産力			0.05		0.03		0.02		0.01		0.007	
産卵数 × 10 ³			4,230		2,775		1,540		930		575	

N…資源尾数

P…資源重量

6-4 資源の現状と漁業管理方策

日本海の沖合スルメイカ漁業は5月1日に解禁となる。秋生まれ群を対象に考えるならば、5月以降に秋生まれ群の漁獲が始まる。産卵は前年の10月頃と考えられるので、4月までの死亡は自然死亡係数 M だけが関与する。したがって、5月以降の月当りの漁獲率 U は、 $U = \frac{F}{M+F}(1-S)$ で計算される。このような考え方により、表6-4に漁獲係数 F の値を0から1.0まで、0.1きざみに変化させた場合の各月の資源尾数（5月を10,000尾とした相対値）、資源重量を示した。この表の場合も月齢13ヶ月にあたる皮イカの資源重量は平均体重が不明のため試算できないが、現実には皮イカはほとんど漁獲対象になっていないので問題にはならない。

表6-4の最下段に示した産卵数は1回目の産卵数が10万粒、2回目の産卵数が7万粒なので、産卵群の産卵数は $(\frac{N_{12}}{2} \times 10万 + \frac{N_{13}}{2} \times 7万)$ 粒となる。この数値は再生産力の指標となる。また、再生産力の指数は漁獲係数 $F=0$ の時の産卵数を1.00として求めた。それらを図示したものが図6-2であるが、これをみると漁獲係数 F が大きくなるにしたがって産卵数は指数曲線的に減少する。

次に、再生産力の低下割合から秋生まれ群の資源状態が健全であるのか乱獲であるのかを検討する。土井(1972)によると、他に判断基準がない場合、再生産力が処女資源の50~70%にあたる時は資源が適正な状態、70~100%ならば未開発の状態、50%以下ならば乱獲であるとされている。したがって、前節で推定した現在の漁獲係数 $F=0.324$ を図中を実線で示すと再生産力は0.20位になる。すなわち、現在の漁獲の力では乱獲状態にあると判断される。したがって、それを正常な状態にし、再生産力を50%以上にするためには（図中の破線以上）、漁獲係数 F の値を0.14以下にしなければならない。日本海の沖合イカ釣漁業における中型漁船（30~100トン）は日本海および北海道沿岸での操業は許されておらず、すべて日本海沖合域で操業している。したがって上述の結果から判断すると、現在の段階では中型イカ釣漁船の隻数約50%の削減が必要であろう。

6-5 論議と考察

日本海におけるスルメイカ秋生まれ群の資源水準は、この系群の主分布域が沖合域にあるとして、沖合水域の漁獲量、漁船の1日1隻あたりの平均漁獲量、漁場一斉調査による魚群量指数および稚子の発生状況などの経年変化からみて、現在は低水準にある（日本海イカ類研究チーム、1986）。このような資源水準の低下が乱獲によるものか、自然要因によるものなのかは、今までのところ明らかにされていないが、ここで初めて乱獲によるものと判断された。

スルメイカの寿命は1年前後（浜部 1965；新谷 1967）なので、親の量がある水準以上に保たれている時は、その早い世代の交代から、たとえ漁獲の圧力が強く働いたとしても、次の世代のスルメイカの量は減少することはなく、親の量がある水準以下に減少すると自然要因が働かなくなり、資源が急速に減少していく可能性が大きいと考えられる。このことを逆に考えると、漁獲の圧力が弱まれば、資源は急速に回復する可能性をもっているとも考えられ、その意味から早急な

漁船数の規制が必要である。

日本海では夏生まれ、秋生まれ、冬生まれの3群が時空的に重複して分布しているのであるが、その混合割合は秋生まれ群がもっとも大きいことから、秋生まれ群の資源が3系群の中では最大であると考えられ、秋生まれ群に対する漁獲努力を減少させることは、他の系群の資源回復にもつながることになる。

要 約

日本海における沖合スルメイカ漁業は1967年に開始され、順調に発展してきたが、1972年に約29万トン漁獲したのを峰として、衰退の道をたどり始め、現在では年間10万トン前後を漁獲するに止まり、完全な衰退期に入っている。これは、増大した漁獲努力量によって資源が乱獲に陥り、漁獲量が減少していったものであり、すでに漁業の管理が必要な時期に達していると考えられる。

このような漁業の発展期から衰退期にかけ、研究面では多くの漁業生物学的研究が行われた。本研究はその一部を含んでいるが、主として日本海西部海域における系群の分離、成熟、産卵、および秋生まれ群資源の現状を解析したものである。得られた結果は次のように要約される。

1. 日本海西部海域における系群の分布構造

浜田港における銘柄別漁獲量と銘柄別外套長組成から日本海西部海域における系群の分布構造を推定した。

- 1) スルメイカには夏生まれ、秋生まれ、冬生まれの3系群が存在するが1984年の5～12月では、どの季節においても、いずれかの系群が時空的に重複していた。
- 2) 秋生まれ、冬生まれ、夏生まれの3系群が時空的に重複していたのは1984年の10月であった。しかし、季節によっては漁獲対象になり得ない系群の存在も考えられ、長期間3系群が重複しているものと考えられる。
- 3) 時空的に重複する各系群の混合割合は、秋生まれ群の占める割合が最大であり、年によって混合割合は変化すると推察される。
- 4) 3系群を質、量的に分離したので、資源解析が可能である。
- 5) 分離した各系群の外套長の成長式は次のように推定される。

$$\text{夏生まれ群} \cdots \cdots l_t = 223.2 \{1 - e^{-0.413(t-1.706)}\}$$

$$\hat{S}(l_\infty) = 0.93$$

$$\hat{S}(K) = 0.1798$$

$$\hat{S}(t_0) = 1.0751$$

$$\text{秋生まれ群} \cdots \cdots l_t = 243.1 \{1 - e^{-0.484(t-3.5417)}\}$$

$$\hat{S}(l_\infty) = 1.93$$

$$\hat{S}(K) = 0.2796$$

$$\hat{S}(t_0) = 1.6983$$

$$\text{冬生まれ群} \cdots \cdots l_t = 230.1 \{1 - e^{-0.494(t-3.458)}\}$$

$$\hat{S}(l_\infty) = 5.07$$

$$\hat{S}(K) = 0.6418$$

$$\hat{S}(t_0) = 3.4254$$

(ただし, lt : 外套長, l_{∞} : 理論的極限外套長, K : 成長係数, t_0 : $l = 0$ の時の月齢,
 S : 標準偏差)

2. 体成長に伴う生殖腺の発達

スルメイカの体重と生殖腺重量の関係から雌雄の生殖腺発達の相違について検討した。

- 1) 体重 (B.W) と生殖腺重量 (O.W.T.W) の関係は直線回帰し, その関係式は次のように表わされた。

雌は未熟期について

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

成熟期について

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

雄は未熟期について

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

成熟期について

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

- 2) これらの回帰式から生殖腺の発達開始平均体重は雌が50.5g, 雄は54.3gと推定される。生物学的最小型は雌が200g, 雄は150gで, その時の平均生殖腺重量は卵巣が5.8g, 精巣は6.7gと推定される。

- 3) 雄の成熟時期は雌よりも, ほぼ1ヶ月早いことが推定される。これは, 雄の体重の最大成長時期が雌のそれよりも1ヶ月早いことにあるためと考えられる。

3. 生殖器官の発達に伴う肝臓の役割

スルメイカが成熟するにしたがって, 肝臓重量がどのように変化していくのか, また, 肝臓がどのような役割を果しているのかを検討した。

- 1) スルメイカの雌はG.S.I = 2.0以上で成熟し, 雄はG.S.I = 3.5以上で成熟に達する。
- 2) 雌の肝臓重量は未熟初期から初めて成熟に達する時までは, しだいに増加し, 成熟時を峰として減少していく。また, 肝臓重量の最大時期以降は, 卵巣重量の増加に伴って減少し, 輸卵管重量の増加とは無関係である。
- 3) 雄の肝臓重量は, 雌と同様に, 未熟初期からしだいに増加していくが, 最大になるのは成熟直前時で, その後しだいに減少していく。その最大時期以降は, 精腺の増加に伴って減少していき, 精巣重量の増加とは無関係である。
- 4) したがって, 雌雄が成熟に達してからの肝臓は, 雌は卵巣の発達, 雄は精腺の発達に密接な

関係があると考えられる。

4. 成熟イカと皮イカ

日本海西部海域で漁獲された1度産卵を経験したと考えられる皮イカと、これから産卵をすると考えられる成熟イカについて、体重、外套長、生殖器官重量等を比較し、成熟イカと皮イカの産卵について考察した。

- 1) 皮イカは成熟イカに比較して体重が軽く、その傾向は雌の方が著しい。
- 2) 皮イカの外套膜は、その厚みに関しては雌雄とも成熟イカよりも薄く、体重に関係なくほぼ一定である。厚みは平均的に3.6mm位である。外套膜肉重量は雌雄とも成熟イカよりも軽いが、雄は雌ほどの差がない。
- 3) 皮イカの肝臓重量は、雌では成熟イカよりも軽い。雄も雌と同様に成熟イカよりも軽いが、雌ほどの差はない。
- 4) 皮イカの生殖器官重量は体重との関係が雌雄とも直線関係にあり、成熟イカの雌雄と同じ傾向にある。このことは皮イカの産卵の可能性を示している。
- 5) 成熟イカが1回目、皮イカが2回目の産卵を行うことが、浜部(1962, 1963)の報告から推定された。

5. 産卵様式と産卵数

スルメイカの産卵様式と2回産卵を卵径組成と成熟イカおよび皮イカの卵の増加様式から示し、2回産卵に基づいて産卵数を推定した。

- 1) 未熟個体の卵巣卵の平均卵径は、熟度が進むにしたがって大きくなり、成熟個体の卵巣卵の平均卵径は、熟度に関係なく一定である。
- 2) 成熟個体における輸卵管卵の平均卵径は、熟度に関係なく一定である。
- 3) 成熟個体における卵巣卵と輸卵管卵の卵径分布は、それぞれ正規型の分布をし、平均卵径は0.82mmと1.20mmである。
- 4) 卵巣卵は未熟卵主体、輸卵管卵は熟卵であることと、卵径分布が2峰型であることから産卵様式は2峰2回産卵型である。
- 5) 成熟イカの卵の増加様式は、卵巣卵も輸卵管卵も熟度が進むにしたがって増加する。また、熟度と輸卵管内卵数の関係から、輸卵管の熟卵収容量の限界に達した時、産卵すると考えられ、1回目の産卵数は約10万粒と推定される。
- 6) 皮イカの卵の増加様式は熟度が進むにしたがって卵巣卵は減少し、輸卵管卵が増加する。また、輸卵管卵の増加は成熟イカの輸卵管卵と同じ様式をとり、2回目の産卵に至ると推定される。
- 7) 1回目の産卵から2回目の産卵に至るまでに要する時間は、1ヶ月と推定される。

- 8) 2回目の産卵数は、1回目の産卵数の73%位と推定される。したがって、スルメイカの産卵数は1回目と2回目の合計産卵数となり、平均的に17万粒と推定される。

6. 秋生まれ群資源の解析

秋生まれ群資源の現状を解析し、漁業管理の方法を検討した。

- 1) 1984年の資源特性値は、それぞれ次のように推定される。

月あたり自然死亡係数 $M=0.431$

全死亡係数 $Z=0.755$

生残率 $S=0.469$

漁獲係数 $F=0.324$

漁獲率 $U=0.226$

- 2) 秋生まれ群の資源水準は低く、現在の漁獲圧力のもとでは乱獲状態にある。
- 3) 秋生まれ群を正常な資源状態にするためには、現在の漁獲努力量を約半分以下にする必要がある。
- 4) 秋生まれ群に対する漁獲努力を減少させることは、冬生まれ群、夏生まれ群の資源回復にもつながることになると考えられる。

文 献

- 安達二郎 (1972): スルメイカの肥満度についての検討, 日本海ブロック漁況・海況連絡会議研究報告, 1, 57-69, 日本海区水産研究所
- 安達二郎 (1978): スルメイカの資源学的研究-Ⅲ, 日本海におけるスルメイカ秋生まれ群の資源水準の推定と予測の方法について, 水産海洋研究会報, 27, 15-28
- 安達二郎 (1980): 日本海西部海域におけるスルメイカ分布の集中度について, 昭和54年度イカ類資源漁海況検討会議研究報告, 日本海区水産研究所
- 安達二郎 (1982): スルメイカの生殖腺発達についての統計学的考察, 水産海洋研究会報, 40, 9-15
- 安達二郎 (1985): スルメイカの産卵様式と産卵数の推定, イカ類資源・漁海況検討会議研究報告 (昭和59年度), 7-13, 北海道区水産研究所
- 安達二郎 (1985): 日本海西部海域におけるスルメイカの資源構造および秋生まれ群の資源診断, イカ類資源・漁海況検討会議研究報告 (昭和59年度), 15-27, 北海道区水産研究所
- 安達二郎 (1987): スルメイカの皮イカについて, イカ類資源・漁海況検討会議研究報告 (昭和61年度) 8-16, 東北区水産研究所八戸支所
- Allen K.R. (1966): A Method of fitting Growth curves of von Bertalanffy type to Observed Data, J. Fish, Res, Bd. Ca., 23, 163-169
- 新谷久男 (1957): 日本海底曳網に混獲される斃死イカについて, 北水試月報, 14, 7, 27-29
- 新谷久男 (1967): スルメイカの資源, 水産研究叢書, 16, 1-66, 日本水産資源保護協会
- 土井長之 (1972): 実戦数理資源学概論, 第3部, 61-98, 東海区水産研究所
- 土井長之 (1977): メキシコ産アワビの資源診断, 日本水産資源保護協会月報, 154, 5-13
- 深滝 弘 (1972): 卵の採集結果からみた日本海におけるスルメイカの夏季産卵, 農林水産技術会議研究成果, 57, 50-60
- 浜部基次 (1958): 隠岐島におけるスルメイカの計測調査, 島根水試事業報告, 昭和29-31年度, 183-235
- 浜部基次 (1962): 日本海西南海域におけるスルメイカの発生学的研究, 日水研報, 10, 1-45
- 浜部基次 (1963): 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, 11, 53-56
- 浜部基次 (1965): 日本海産スルメイカの発生と生態に関する研究, 京都大学学位請求論文, 1-189
- 浜部基次・清水虎雄 (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, 16, 13-55
- 林 泰行 (1970): スルメイカの熟度に関する研究-I, 成熟状態数量化の一方法, 日水誌, 36 (10), 995-999
- 林 泰行 (1971a): 同上一II, 日本海における秋生まれ群の熟度, 日水誌, 37 (5), 387-390

- 林 泰行 (1971b): 同上一Ⅲ, 成熟と衰弱に伴う肥満度と内臓諸器官重量比の変化, 日本誌, 37 (10), 960-963
- Iles.T.D (1974): The tactics and strategy of growth in fishes. in Sea Fisheries Research (ed. Harden Jones. F. R) ,Elek Science, London, 331-345
- 伊藤勝千代(1952): 佐渡両津湾におけるスルメイカの測定学的観察, 日本水産学会創立3周年記念論文集, 43-50
- 伊東祐方・沖山宗雄・笠原昭吾 (1965): 日本海沖合におけるスルメイカについての2, 3の考察, 日本水産学会報, 15, 55-70
- 伊東祐方(1972): 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, 57, 4-9
- 笠原昭吾 (1967): 日本海におけるスルメイカ群の移動に関する研究-I, 1965年夏季に佐渡近海へ来遊した群の性状とその移動, 日本水産学会報, 17, 99-110
- 笠原昭吾・伊東祐方 (1968): 日本海におけるスルメイカ群の移動に関する研究-II, 1966・1967年秋季の沖合分布群の性状とその移動, 日本水産学会報, 20, 49-69
- 笠原昭吾・伊東祐方 (1972): 日本海沖合域におけるスルメイカの分布と回遊, 農林水産技術会議研究成果, 57, 115-143
- 笠原昭吾 (1972): 日本海沖合を中心としたスルメイカの生物特性, 水産海洋研究会報, 21, 48-57
- 笠原昭吾 (1977): 日本海スルメイカ秋生まれ群資源の現状と問題点, スルメイカ資源漁海況検討会議シンポジウム報告, 25-37, 日本海区水産研究所
- 笠原昭吾・南 卓志 (1985): 対馬暖流系スルメイカの孕卵数について, イカ類資源, 漁海況検討会議研究報告(昭和59年度), 37-41, 北海道区水産研究所
- 加藤源治 (1959): 生態面からみたスルメイカ系統群の追跡-I, 日本水産学会年報, 5, 1-17
- 加藤源治 (1960): 同上一Ⅱ, 同上, 6, 127-137
- 加藤源治 (1964): 同上一Ⅲ, 同上, 13, 31-42
- 町中 茂・宮下民部・宮島英雄・笠原昭吾 (1980): 1979日本海沖合水域におけるスルメイカの標識放流の再捕と資源特性値の推定, 石川水試研報, 3, 37-52
- 村田 守・小野田豊・田代征秋・山岸吉広 (1971): 北部日本海沖合域におけるスルメイカの生態学的研究 (1970), 北水研報, 37, 10-31
- 村田 守・小野田 豊・田代征秋・山岸吉広・鈴木孝行 (1973): 北部日本海沖合域におけるスルメイカの生態学的研究 (1971)北水研報, 39, 1-25
- 村田 守 (1978): スルメイカの体長・体重関係について, 北水研報, 43, 33-45
- 松浦修平 (1972): マダイ卵巣卵の成熟過程と産卵数, 九大農芸学誌, 26, 203-215
- 名角辰郎 (1967): スルメイカの南下機構に関する共同調査報告, 日本海沖合と兵庫県沿岸の秋スルメイカについての2, 3の考察, 72-95, 島根県ほか5水試

- 日本海区水産研究所 (1971): 昭和46年度漁況・海況予報事業調査指針 (日本海ブロック関係)
- 日本海区水産研究所 (1977): 日本海スルメイカ共同調査報告集, 1-292
- 日本海区水産研究所 (1977): スルメイカ調査実施の手引, 1-54
- 日本海区水産研究所 (1984): 昭和59年5~8月日本海スルメイカ漁況の経過, 昭和59年度日本海スルメイカ長期漁況海況予報に関する資料-Ⅱ
- 日本海イカ類研究チーム (1984): 1983年日本海のスルメイカ資源, 日本海区水産研究所
- 大槻俊秋・新谷久男 (1957): スルメイカに関する研究, 対馬暖流開発調査報告書, 4, 26-32
- 沖山宗雄 (1965): 日本海沖合におけるスルメイカ *Todarodes pacificus* (STEENSTRUP) の食性, 日本研報, 14, 31-41
- 鈴木弘毅・浜部基次 (1976): 日本海沖合に分布するスルメイカ *Todarodes pacificus* (STEENSTRUP) の生態に関する研究-I, 北上期の分布と群構造からみた対馬暖流前線越えの実態, 東海水研報, 86, 71-80
- 鈴木弘毅 (1980): 同上-II, カラフト西岸水域の分布と移動について, 神奈川水試研報, 1, 99-105
- 田代征秋・山岸吉弘・鈴木孝行 (1972): 1970年夏, 秋の北部日本海沖合におけるスルメイカの標識放流結果について, 北水試報告, 14, 1-16
- 通山正弘・花田藤雄・工藤晋二・浅見忠彦・浜部基次 (1972): スルメイカ漁況予測精度向上のための資源変動機構に関する研究, 南西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, 57, 154-167

神戸川産ヤマトシジミの成長と 宍道湖産ヤマトシジミとの形態の相違

川島隆寿・山根恭道・山本孝二*

結 言

ヤマトシジミ *Corbicula japonica* PRIME は北海道から九州に至る汽水域に生息する二枚貝であり、内水面漁業の重要な産業種である。本県におけるヤマトシジミ漁業は宍道湖・神西湖・神戸川で行われているが、特に宍道湖での漁獲量が多く年間12,000 t ~ 15,000 t と全国漁獲量の約50%を占めている。しかしその重要度の割には宍道湖における本種の生態学的研究は少なく¹⁾、特に成長に関する知見は乏しい。また神西湖及び神戸川において成長を報告したものは皆無である。

ヤマトシジミの成長については連続採集による殻長・殻高の頻度分布²⁾³⁾や殻表に見られる段差状の輪紋⁴⁾から推定した報告があるが、かなり大きな成長差が認められる。本報では神戸川産ヤマトシジミを用いて成長を再検討すると共に、宍道湖産ヤマトシジミとの形態差についても検討を加えたのでその結果を報告する。

材 料 及 び 方 法

用いた材料は1985年7月から1986年8月にかけて、神戸川河口から1.5 km 上流の崎屋橋付近(図1)で採集したヤマトシジミである。成貝標本の採集は幅35 cm, 網目1.5 cmのジョレンを用いた。標本の大きさは各調査時において約200個体である。稚貝標本は1986年5月及び8月にスコップを用いて底砂と共に採集した。稚貝と底砂の分離は2 mm目の篩で洗浄濾過する方法によった。採集した標本は全て10%ホルマリン溶液で固定し、測定に供した。測定項目は殻長, 殻高, 殻幅, 体重であり、殻表の段差状輪紋が明確に認められるものについては各年輪紋長を測定した。輪紋長の測定にあたっては、測定誤差をできるだけ小さくするため、標本を2~3日間10%水酸化ナトリウム溶

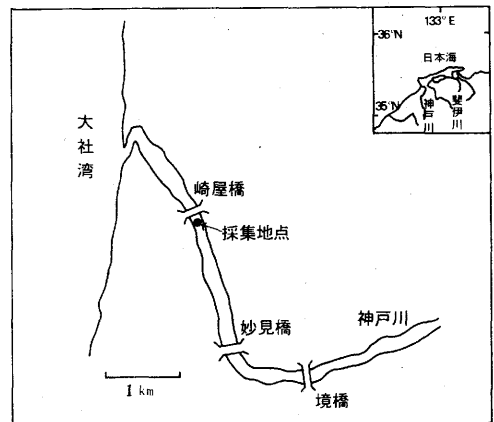


図1 ヤマトシジミ採集地点

* 島根県栽培漁業センター

液に浸漬して殻皮を取り除いた。

また神戸川産ヤマトシジミと宍道湖産ヤマトシジミとの形態比較をするため、1986年5月に宍道湖南岸中央部の玉湯町で標本を採集した。採集方法及びその後の処理、測定（輪紋長を除く）は神戸川産ヤマトシジミと同じである。比較方法は殻長・殻高関係、殻長・殻幅関係及び殻長・体重関係を回帰分析することによった。

結 果

1. 輪紋形成時期

神戸川産ヤマトシジミの輪紋形成時期を知るために、殻長と最終輪紋長との差の季節変化を図2に示した。

殻長と最終輪紋長との差が最も小さくなるのは4月から5月にかけてである。また、殻長と最終輪紋長との差が小さくなるのは1期間に限られ、しかも明瞭な季節変化を示していることから、殻表に見られる段差状の輪紋は年令形質と見なしてもさしつかえないと考えられる。

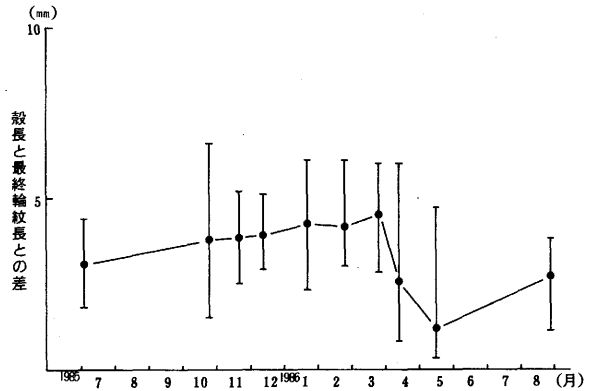


図2 殻長と最終輪紋長との差の季節変化
(平均値及び範囲)

2. 殻長の成長

殻長と最終輪紋長との差が最小となった1986年5月14日の標本を用いて、各年級群における各年輪紋長の測定結果を表1に示した。

各年級群の成長は5～7年目においてバラツキが見られるものの、比較的年変動は少ない。そこで1976年級から1983年級までを一括してVon Bertalanffyの成長式を求めることとした。各年輪紋長から求めたWalfordの定差図は非常に高い相関で直線回帰した(図3)。この直線式によって求めた神戸川産ヤマトシジミの成長式は次のようになった(図4)。

$$l_t = 50.9 (1 - e^{-0.115(t-0.035)}) \quad t: \text{年輪}$$

これによると神戸川産ヤマトシジミの成長は5月を基準として1年目で殻長5.4mm、2年目で10.4mm、3年目で14.7mm、以下18.6mm、22.2mm、25.3mm、28.1mm、30.5mm、32.8mm、34.7mmとなる。理論的極限殻長は50.9mmであるが、実際に採集したヤマトシジミで最大のものは殻長40.6mmであった。

次に各調査時における各年齢群の殻長測定結果から、成長の季節変化を図5に示した。これを見ると各年齢群共、成長は4月頃から12月までの間で著しいことがわかる。また冬季はほとんど成長が見られない。これを神戸川河口部の水温(図6)と照らし合わせると、ほぼ10℃以上の時に成長していることがわかる。田中⁵⁾によれば、ヤマトシジミ稚貝の成長は水温10℃以下で停止すると述

表1 各年級群の各年輪紋長測定結果 (上段: 平均値, 下段: 分散)

年級群	測定 個体数	各年輪紋長 (mm)									
		1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年
1976	2	5.4	10.9	14.9	18.3	22.0	25.5	27.2	30.4	32.9	35.4
		0.4	0.8	0	1.2	2.5	0.8	2.0	0.8	0.4	0.4
1977	4	4.9	10.1	15.1	18.3	22.1	26.1	28.8	31.0	33.3	
		1.5	1.3	1.3	2.3	2.2	0.8	0.6	0.5	0.5	
1978	6	5.4	11.1	15.6	18.7	23.6	25.8	28.5	31.1		
		1.0	1.5	1.2	1.3	1.0	0.6	1.0	0.7		
1979	16	5.5	10.3	14.7	18.8	22.4	25.3	28.5			
		1.3	1.2	1.2	0.8	0.8	0.7	1.2			
1980	46	5.1	10.0	14.4	18.1	21.3	24.0				
		1.1	1.0	1.5	0.9	0.9	1.0				
1981	72	5.4	10.3	14.6	18.3	21.1					
		1.3	1.3	1.5	0.8	1.0					
1982	52	5.6	10.4	14.7	17.8						
		1.2	1.5	1.3	1.2						
1983	10	5.5	10.5	15.9							
		1.1	1.0	1.0							

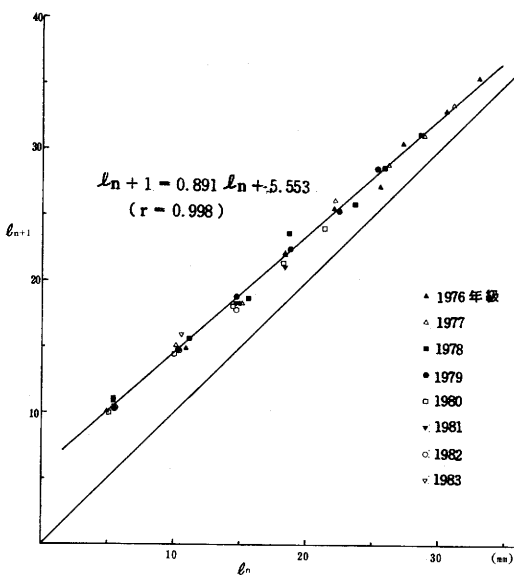


図3 神戸川産ヤマトシジミのWalford定差図

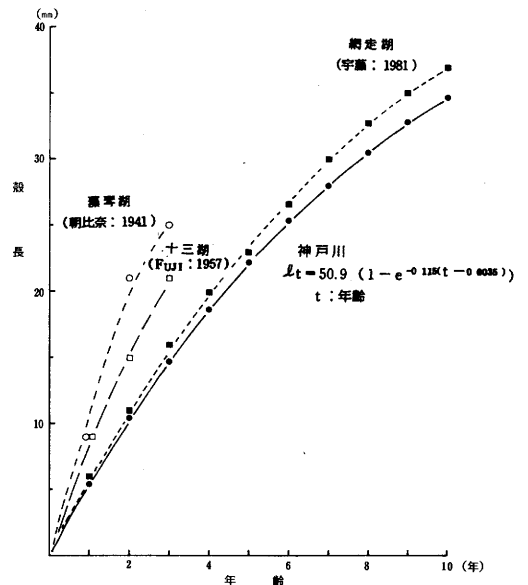


図4 神戸川産ヤマトシジミの成長曲線

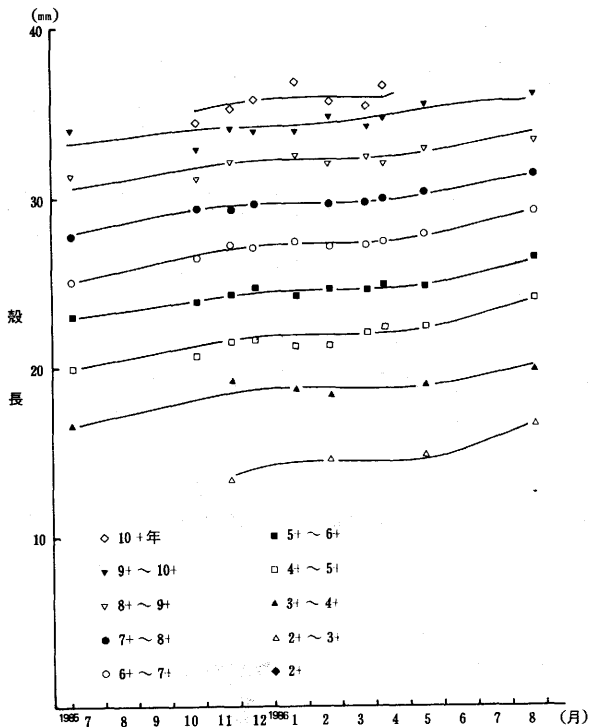


図5 各年齢群の成長の季節変化

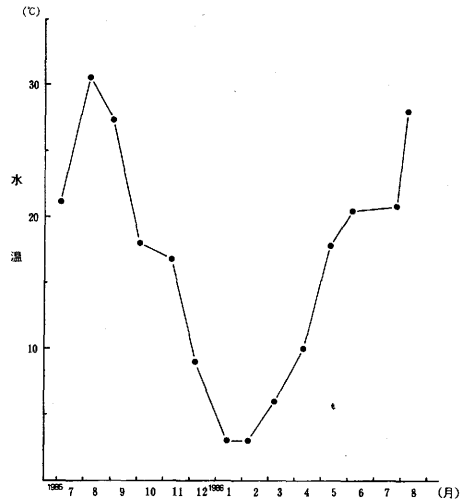


図6 神戸川河口域における水温の季節変化

べているが、今回の結果もそれと同じである。

3. 神戸川産及び宍道湖産ヤマトシジミの形態の比較

神戸川産及び宍道湖産ヤマトシジミの殻長・殻高関係、殻長・殻幅関係、殻長・体重関係をそれぞれ図7～9に示した。

殻長・殻高関係は、殻長 x 、殻高 y に対して、

$$\text{神戸川産ヤマトシジミ} : y = 0.217 + 0.902x \quad (r = 0.994, n = 118)$$

$$\text{宍道湖産ヤマトシジミ} : y = 3.756 + 0.690x \quad (r = 0.966, n = 104)$$

殻長・殻幅関係は、殻長 x 、殻幅 y に対して、

$$\text{神戸川産ヤマトシジミ} : y = 0.936 + 0.570x \quad (r = 0.985, n = 118)$$

$$\text{宍道湖産ヤマトシジミ} : y = 2.115 + 0.522x \quad (r = 0.957, n = 104)$$

殻長・体重関係は、殻長 x 、体重 y に対して、

$$\text{神戸川産ヤマトシジミ} : \log y = -3.191 + 2.837 \log x \quad (r = 0.994, n = 113)$$

$$\text{宍道湖産ヤマトシジミ} : \log y = -2.947 + 2.631 \log x \quad (r = 0.986, n = 104)$$

である。これらの回帰の有意性について検定した結果を表2～4に示したが、いずれの回帰直線も有意なものと判断される。

次に、得られた直線回帰式の傾斜と位置の差を統計的比較をすることにより、宍道湖産ヤマトシジミと神戸川産ヤマトシジミの殻長・殻高関係、殻長・殻幅関係、殻長・体重関係に有意な差があ

るのかどうかを検討した。検定結果を表5に示した。その結果、殻長・殻高関係、殻長・殻幅関係では有意差が認められたが、殻長・体重関係では差が認められなかった。

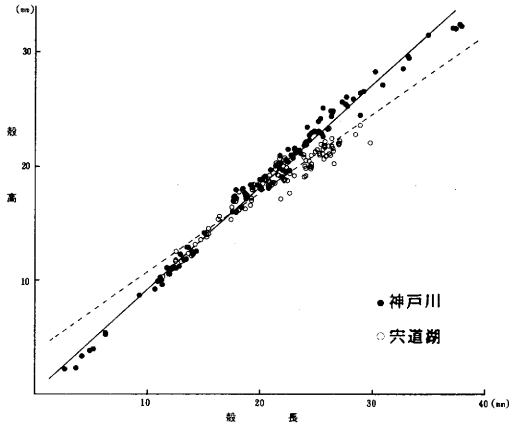


図7 殻長と殻高の関係

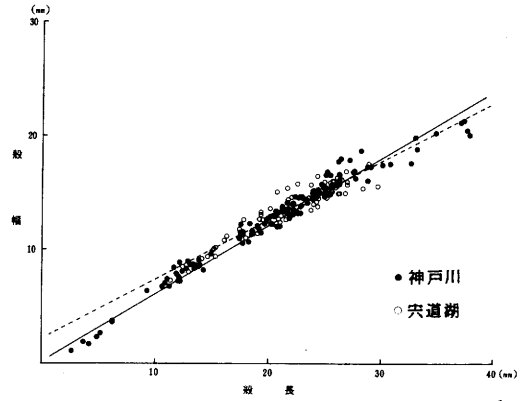


図8 殻長と殻幅の関係

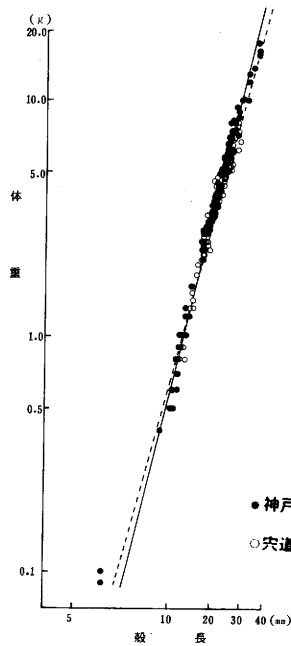


図9 殻長と体重の関係

表2 殻長の殻高に対する回帰の分散分析表

産地	要因	平方和	自由度	分散	分散比
神戸川	全体	5,326.476	117		
	直線回帰	5,263.882	1	5,263.882	9,755.156**
	誤差	62.594	116	0.540	
穴道湖	全体	1,027.389	103		
	直線回帰	959.231	1	959.231	1,435.544**
	誤差	68.158	102	0.668	

** 有意水準 1%

表3 殻長の殻幅に対する回帰の分散分析表

産地	要因	平方和	自由度	分散	分散比
神戸川	全体	2,173.103	117		
	直線回帰	2,105.337	1	2,105.337	3,603.796**
	誤差	67.766	116	0.584	
穴道湖	全体	600.314	103		
	直線回帰	550.172	1	550.172	1,119.146**
	誤差	50.142	102	0.492	

** 有意水準 1%

表4 殻長の体重に対する回帰の分散分析表

産地	要因	平方和	自由度	分散	分散比
神戸川	全体	21.234	112		
	直線回帰	21.024	1	21.024	11,065.316**
	誤差	0.210	111	0.002	
穴道湖	全体	36.916	103		
	直線回帰	6.945	1	6.945	23.637**
	誤差	29.972	102	0.294	

** 有意水準 1%

表5 宍道湖産及び神戸川産ヤマトシジミの殻長・殻高、殻長・殻幅、殻長・体重に対する回帰の傾斜と位置の差のt検定結果

	傾斜の差	位置の差
殻長・殻高	10.715**	
殻長・殻幅	2.545*	
殻長・体重	0.466	0.566

** 有意水準 1% * 有意水準 5%

考 察

1. 輪紋形成時期

網走湖産ヤマトシジミの輪紋形成時期について宇藤⁴⁾は、若齢貝では冬季に、高齢貝では夏もしくは秋季から冬季を通じて輪紋が形成され、いずれも殻の成長が停滞あるいは緩慢な時期と一致すると報告している。本研究において殻長と最終輪紋長との差が最小の時期は4月から5月にかけての春季であり、これは網走湖産ヤマトシジミとは異なっている。しかし、輪紋は殻の成長が小さい時期に形成されること及び殻縁辺部に生じた輪紋は読みとり難いこと等を考慮すると、神戸川産ヤマトシジミにおいても輪紋は冬季に形成されると考えた方が妥当であろう。その場合、春季に殻長と最終輪紋長との差が最小になった現象は、この時期の成長が顕著であるため冬季に生じた最終輪紋の読みとりが初めて可能になったことを示しているものと推察される。

2. 殻長の成長

ヤマトシジミの成長についてはいくつかの報告があるものの、産地により成長に大きな相違が見られる。朝比奈⁶⁾は藻琴湖のヤマトシジミの成長について、生活第1年目の冬までに殻長7~11mmになり、2年目に20~22mm、3年目に25mm以上になると述べているFUJI²⁾は十三湖のヤマトシジミが満1年で殻高9mm、2年で15mm、3年で21mmに達すると述べている。宇藤⁴⁾は網走湖産ヤマトシジミについて、年級群による成長の差が大きいがFUJI²⁾の述べた成長とはほぼ同様、あるいはやや劣ると報告している。また、小林³⁾は酒沼におけるヤマトシジミについて満1年で成長の良いものは漁獲サイズ(約15mm)に達するものと推測している。これらの研究結果と比較すると、本研究における神戸川産ヤマトシジミの成長はそれらよりも幾分劣っているが、本論と同じ輪紋長から成長を推定した宇藤⁴⁾の報告とはほぼ同様な結果が得られた。

3. 神戸川産及び宍道湖産ヤマトシジミの形態の比較

石田・石井⁷⁾は利根川の河口から淡水に至る水域から採集したヤマトシジミの殻形を比較して、殻長・殻高関係には大差がないが殻長・殻幅関係は地域差が見られ、淡水域及び海水の影響を受ける地域のヤマトシジミは汽水域のヤマトシジミに比べて殻幅が厚くなる傾向にあると述べている。

今回、調査を実施した神戸川河口域及び宍道湖南部域の塩分濃度は、神戸川河口域では測定データはないが感潮域であるので潮の干満に応じて淡水から海水までの範囲で塩分濃度が変化しているものと推察され、また宍道湖南部域では塩素イオン濃度は $430\sim 2,230\text{ppm}^8)$ である。このことから、神戸川河口域は石田・石井⁷⁾の言う海水の影響を受ける地域、宍道湖南部域は汽水域に相当するものと思われ、今回の調査結果は殻長・殻幅関係では石田・石井⁷⁾の報告とはほぼ一致している。しかし、殻長・殻幅関係よりもむしろ殻長・殻高関係において大きな形態的地域差が認められたことは、ヤマトシジミ貝殻の形態的変異は一様なものではなく生息水域により異なっている可能性があり、同一河川あるいは同一湖沼内においても局地的な形態差が認められる可能性のあることを示唆している。このような形態差が生じる原因については不明であるが、生息地の底質や水温といった物理・化学的環境あるいは餌料の種類や量、ヤマトシジミの成長量や成熟、生息密度といった生物的環境が複雑に作用して引き起こされるものと考えられる。猪野他⁹⁾は東京湾でバカガイの殻形変異を論じ、生息密度の過度の増大に伴う物理・化学的条件の不均衡が成長を抑制し、畸型を生じさせたものと推察している。本研究を実施した神戸川河口域と宍道湖南部域はヤマトシジミの生息密度が著しく異なり、神戸川河口域は $10\sim 40\text{個}/\text{m}^{20)}$ であるのに対し、宍道湖南部域では $551\sim 3,832\text{個}/\text{m}^{21)}$ である。このような生息密度の相違も大きな要因であると考えられるが、殻形変異の原因については今後の研究に待ちたい。

また、本研究において神戸川産ヤマトシジミと宍道湖産ヤマトシジミとは殻形、特に殻長・殻高関係に大きな違いがあることが判明したが、殻長・体重関係には差が認められなかった。このことは、一般に貝類の体重が殻重量と軟体部重量から成り立っており、前者が成長に対応して増加していくのに対して後者は成長のみならず成熟状況にも左右されることにある。すなわち、産卵(放精)時期には生殖巣が発達するため軟体部重量は重くなり、逆に産卵(放精)後には軟体部重量は軽くなる。神戸川産ヤマトシジミは宍道湖産ヤマトシジミに比べて相対的に軟体部重量が軽く、また季節変化も明瞭でないことが知られており¹⁾、このことが殻長・体重関係に差の認められない原因かもしれない。今後、貝殻の厚みや軟体部重量の季節変化、生殖巣の組織学的研究を補足することにより、殻長と重量の関係について詳細な検討が可能になると考えられる。また、貝殻の形態や体重はヤマトシジミの生理・生態上の習性と関連性が大きいので、体重の変化や殻形変異の適応的意義を解明することはヤマトシジミの生息地としての適性を評価する一つの指標になり得るものと考えられる。

要 約

1. 1985年7月から1986年8月にかけて採集した標本を用いて、神戸川産ヤマトシジミの成長を推定した。また、1986年5月の標本を用いて、神戸川産及び宍道湖産ヤマトシジミの殻形比較を行った。

2. 殻表に見られる段差状の輪紋は冬季に形成され、年令形質と見なしてもさしつかえないと考えられる。

3. 輪紋から推定した神戸川産ヤマトシジミの成長は以下の式で表わすことができる。

$$l_t = 50.9 (1 - e^{-0.115(t-0.035)}) \quad t: \text{年齢} \quad l_t: t \text{ 齡の殻長}$$

4. 成長は4月頃から12月までの間で顕著であり、冬季はほとんど成長が見られない。

5. 神戸川産及び宍道湖産ヤマトシジミ共、殻長・殻高関係、殻長・殻幅関係、殻長・体重関係には回帰性が認められた。この内、殻長・殻高関係、殻長・殻幅関係においては、神戸川産及び宍道湖産ヤマトシジミとの間で有意差が認められたが、殻長・体重関係では差が認められなかった。

6. 貝殻の形態や体重はヤマトシジミの生理・生態上の習性と深く関連しているため、体重の変化や殻形変異の適応的意義を解明することはヤマトシジミの生息地としての適性を評価する一つの指標となり得る。

文 献

- 1) 島根県水産試験場：昭和58年度赤潮対策技術開発試験報告書，1-87 (1984)
- 2) FUJI, A. : Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 8(3), 178-184 (1957)
- 3) 小林 稔：茨城内水試研報23, 27-37 (1986)
- 4) 宇藤 均：北水試報23, 65-81 (1981)
- 5) 田中彌太郎：養殖研報6, 23-27 (1984)
- 6) 朝比奈英三：日水試10(3), 143-152 (1941)
- 7) 石田修・石井俊雄：水産増殖19(4), 167-182 (1971)
- 8) 山本孝二・後藤悦郎・川島隆寿・小川絹代：島根水試事報，昭和60年度，167-184 (1985)
- 9) 猪野 峻他5名：東水研，謄写印刷 (1959)
- 10) 島根県水産試験場：神戸川自然環境調査報告，1-48 (1980)

宍道湖におけるヤマトシジミD型幼生の出現時期について

川島隆寿・後藤悦郎

ヤマトシジミ *Corbicula japonica* PRIME は汽水湖や河川の下流域に産する二枚貝であって、内水面漁業における重要産業種の一つである。本種の幼生期の生態については飼育実験結果から得た知見があるものの¹⁾、天然に出現する幼生を観察した例はほとんど見当たらない。そこで宍道湖において定期的な動物プランクトン調査を行なった結果、ヤマトシジミのD型幼生の生態について若干の知見を得たので報告する。

材料および方法

1986年4月から9月にかけて、宍道湖南岸玉湯町地先で動物プランクトンの採集を原則として週に一度行なった(図1)。調査地点は湖岸から伸びた堤防上であり、沖合約200m地点である。現場の水深は1.7~2.5mであり降水や潮汐により変化した。湖底は一面細かい砂で覆われている。動物プランクトンの採集には開口部面積 0.05m^2 、目合 $\times\times-13$ (95μ)のプランクトンネットを使用し、 0.5m/s の速度で1~3回の沿直曳を行なった。標本は10%中性ホルマリン溶液で固定し、後日、プランクトン沈澱量(24時間後)、プランクトン組成、ヤマトシジミD型幼生数を調べた。なお、プランクトン組成については標本を適量ガラスシャーレに移し実体顕微鏡下で種の同定を行ない、併せて種ごとの個体数比率を推定した。ヤマトシジミD型幼生数については万能投影機を用いて全標本中の実数を測定した。出現したヤマトシジミD型幼生は殻長の測定を行なったが、20個体以上出現したものは無作為に20個体を測定、20個体以下のものはその全数を測定した。

その他、調査時の水質環境として水温、pH、塩素イオン濃度を測定した。これら環境要因は北原式採水器で底層水(底から 0.5m)を採水して測定を行なった。水温の測定には棒状水銀温度計、pHは携帯用デジタルpHメーターを使用し、塩素イオン濃度は実験室でウィンクラ法により分析した。

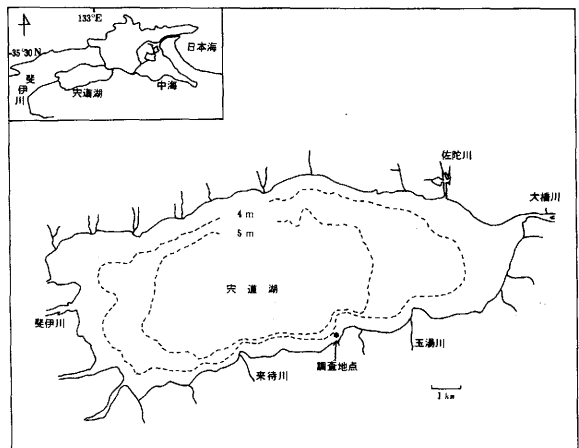


図1 調査地点

結 果

1. 水質環境

調査期間中の水温, pH, 塩素イオン濃度の変化を示した(図2)。水温は緩やかに推移しており, 8月13日及び22日に最高29.4°Cを示した。pHは7.1から8.3の間で推移したが, 変化が激しく周期性は認められない。塩素イオン濃度は6月25日まで850~1,700ppmで推移した後, 7月2日に3,050ppmを示した。7月10日から8月22日にかけては500~960ppmと低値で推移したが, その後徐々に高くなり調査終了日の11月19日には3,190ppmを示した。

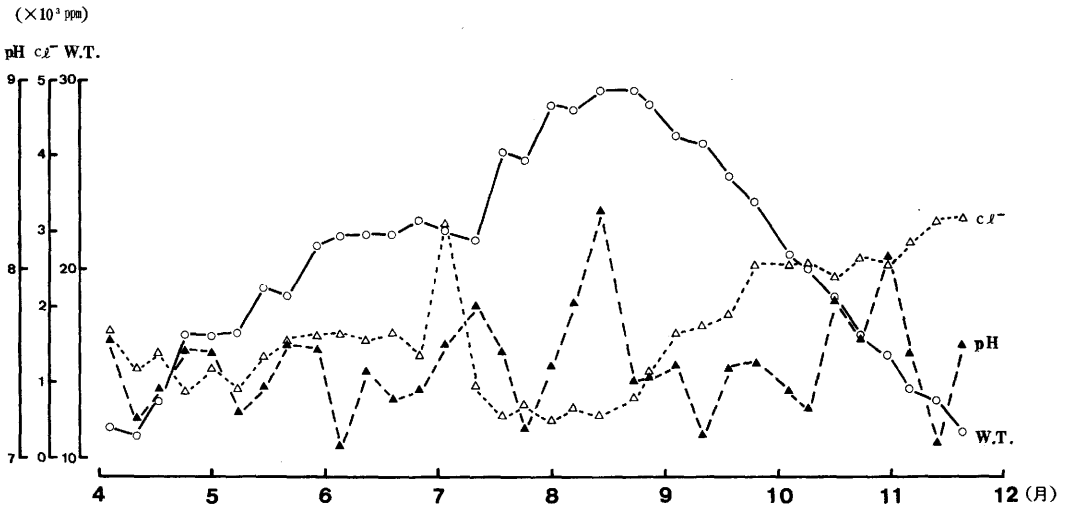


図2 水温, pH, 塩素イオン濃度の変化

2. 動物プランクトン

調査期間中に出現した種は幼体類を除くと10種類であった(表1)。

1) 輪虫類

Brachionus calyciflorus, *Brachionus angularis* var. *bidens*, *Keratella valga*, *Keratella cruciformis* の4種類が確認された。*Keratella valga* 輪虫類の中では最も出現し, 7月中旬から10月上旬にかけて連続的に認められた。特に8月26日には全プランクトン個体数の70%を占めた。その他4月10日, 6月25日にも少量認められているので, 調査期間中は常に出現していたものと思われる。*Keratella cruciformis* 5月から7月を中心に出現しており, *Keratella valga* ほど量的に多くないが, 5月28日, 6月11日には全プランクトン個体数の10%程度を占めた。*Brachionus calyciflorus*, *Brachionus angularis* var. *bidens* の出現量は少なく, 7月から9月に少量見られた。

2) 枝角類

Diaphanosoma brachyurum と *Moina macrocopa* の2種類が確認された。*Diaphanosoma brac-*

表1 プラントン調査結果

(その1)

調 査 月 日		4月3日	4月10日	4月16日	4月23日	4月30日	5月7日	5月14日	5月21日	5月28日	
時 刻		8:10	8:07	8:05	17:57	9:50	8:00	8:06	8:10	13:00	
水 深 (m)		1.9	1.9	1.8	1.9	1.9	1.7	2.2	1.9	1.8	
水 温 (°C)		11.6	11.2	13.1	16.5	16.3	16.5	19.0	18.6	21.2	
pH		7.7	7.2	7.4	7.6	7.6	7.2	7.4	7.6	7.6	
塩素イオン濃度 (ppm)		1,700	1,210	1,380	850	1,210	920	1,350	1,560	1,630	
プランクトン沈澱量 (ml/m ²)		17.7	16.3	8.1	7.5	6.1	4.8	19.6	10.2	2.2	
プ ラ ン ク ト ン 組 成	輪 虫 類	<i>Brachionus calyciflorus</i> <i>B. anglaris</i> var. <i>bidens</i> <i>Keratella valga</i> <i>K. cruciformis</i>									
	枝 角 類	+ <i>Diaphanosoma brachyurum</i> <i>Moina macrocopa</i>									
	橈 脚 類	90 <i>Oithona brevicornis</i> <i>Pseudodiaptomus inopinis</i> 不明 <i>Copepoda nauplius</i>									
	幼 体 類	10 <i>Polychaeta larva</i> <i>Bivalvia larva</i> <i>Gastropoda larva</i> <i>Balanus nauplius</i> <i>Balanus cypris</i>									
	ヤマトシジミ幼生実数 (個)		35	5	3	0	0	2	9	5	0
	ヤマトシジミ幼生数 (個/m ²)		238	34	22	0	0	16	50	34	0

(その2)

調 査 月 日		6月4日	6月11日	6月18日	6月25日	7月2日	7月10日	7月17日	7月23日	8月1日		
時 刻		8 : 10	8 : 06	8 : 02	7 : 50	8 : 08	11 : 30	14 : 10	8 : 28	8 : 20		
水 深 深 (m)		1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	2.5	2.2	2.3	2.0		
水 温 (°C)		21.7	21.8	21.8	22.5	22.0	21.5	26.1	25.7	28.6		
pH		7.1	7.5	7.3	7.4	7.6	7.8	7.6	7.2	7.5		
塩 素 イ オン 濃 度 (ppm)		1,630	1,560	1,630	1,350	3,050	960	570	710	500		
プ ラ ン ク ト ン 沈 澱 量 (ml/m ²)		3.7	8.0	4.4	3.8	3.2	4.3	3.4	11.1	14.0		
成 組 ト ン ク ラ ン プ	輪 虫 類	Brachionus calyciflorus										
									+			
		B. angularis var. bidens										
		Keratella valga				+		+		20	20	+
	K. cruciformis			10	+	+	+	+	+			
	枝 角 類	Diaphanosoma brachyurum					+	+				
		Moina macrocopa										
	機 脚 類	Sinocalanus tenellus		100	60	30	20	60	+	+	50	50
		Oithona brevicornis			20	20	40	10	20	+	+	+
		Pseudodiaptomus inopinis								10	20	
		不 明				+		+	+	+		
		Copepoda nauplius			10	30	20	30	60	50	10	20
	幼 体 類	Polychaeta larva										
		Bivalvia larva			+	+	10	+				
		Gastropoda larva				+		+	+	+		
Balanus nauplius				20	+							
Balanus cypris							+	+	+			
ヤマトシジミ 幼生実数 (個)		0	8	0	1,041	13	18	2	9	0		
ヤマトシジミ 幼生数 (個/m ²)		0	59	0	6,610	83	86	11	48	0		

(その3)

調 査 月 日		8月 6日	8月13日	8月22日	8月26日	9月 3日	9月10日	9月17日	9月24日	10月 3日		
時 刻		8 : 10	8 : 06	15 : 09	13 : 45	7 : 55	10 : 11	10 : 53	8 : 10	17 : 36		
水 深 (m)		2.1	2.0	2.1	2.0	2.1	2.3	2.2	2.0	2.0		
水 温 (°C)		28.4	29.4	29.4	28.7	27.0	26.6	24.9	23.5	20.7		
pH		7.8	8.3	7.4	7.4	7.5	7.1	7.5	7.5	7.4		
塩素イオン濃度 (ppm)		640	570	780	1,130	1,630	1,770	1,910	2,550	2,550		
プランクトン沈澱量 (ml/m ²)		29.5	29.5	32.1	17.1	8.9	12.7	19.6	10.8	21.6		
プ ラ ン ク ト ン 組 成	輪 虫 類	Brachionus calyciflorus				10				+	+	
		B. anglaris var. bidens										
		Keratella valga	10	+	10	70	+	+	10	+	+	
		K. cruciformis										
	枝 角 類	Diaphanosoma brachyurum		70	30	60	10	10	30	10	+	+
		Moina macrocopa										
	橈 脚 類	Sinocalanus tenellus		10	40	30	10	40	50	50	20	20
		Oithona brevicornis						+	+	+		+
		Pseudodiaptomus inopinis		+	+		+	20	10	+		10
		不 明				+	+	+	+		+	+
		Copepoda nauplius		+	10			+	+	+	40	50
	幼 体 類	Polychaeta larva								+		+
		Bivalvia larva						20	+	20	30	
		Gastropoda larva								+	+	+
		Balanus nauplius						+		+	+	+
Balanus cypris		+	10		+							
ヤマトシジミ 幼体実数 (個)		37	15	7	18	614	13	3,155	2,289	11		
ヤマトシジミ 幼生数 (個/m ²)		330	143	50	171	3,655	69	17,675	14,533	70		

(その4)

調 査 月 日		10月 8日	10月15日	10月22日	10月29日	11月 5日	11月12日	11月19日
時 刻		8 : 10	10 : 45	8 : 10	8 : 15	8 : 30	17 : 35	10 : 53
水 深 (m)		2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.8	1.9
水 温 (°C)		20.0	18.5	16.5	15.4	13.7	13.0	11.5
pH		7.3	7.9	7.7	8.1	7.6	7.1	7.6
塩素イオン濃度 (ppm)		2,550	2,410	2,660	2,550	2,840	3,120	3,120
プランクトン沈澱量 (ml/m ²)		19.0	7.0	21.9	22.9	20.4	13.9	5.4
輪 虫 類 プ ラ ン ク ト ン 組 成	輪虫類	<i>Brachionus calyciflorus</i> <i>B. anglaris</i> var. <i>bidens</i> <i>Keratella valga</i> + <i>K. cruciformis</i> + +						
	枝角類	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> + <i>Moina macrocopa</i>						
	橈脚類	60	10	80	70	90	80	30
	橈脚類	+	10	10	+	+	10	10
	橈脚類	10	+	+	+		+	
	不明類	+	+	+	+	+	+	+
	橈脚類	20	70	+	20	+	+	50
	多毛類		+	+		+		+
	幼体類							
	幼体類	+	+	+		+		
	幼体類	+	+			+	+	
	幼体類							
	幼体類							
	幼体類							
	幼体類							
	ヤマトシジミ幼生実数 (個)	2	2	2	3	0	1	0
	ヤマトシジミ幼生数 (個/m ²)	19	13	19	19	0	7	0

*hyurum*は7月上旬から10月下旬まではほぼ連続的に出現した。特に8月には個体数も多く、全プランクトン個体数の60~70%を占めた。*Moina macrocopa* は4月下旬に少量認められた。

3) 橈脚類

Sinocalanus tenellus, *Oithona brevicornis*, *Pseudodiaptomus inopinis*, 不明種の4種類が確認された。*Sinocalanus tenellus* は毎年宍道湖で大量に採集され、動物プランクトンの最優占種となっている。²⁾³⁾ 本調査期間中も全ての調査時において認められ、多い時には全プランクトン個体数の90~100%を占めた。*Copepoda nauplius* も多く50%以上の比率を占めることもあるが、その大部分は *Sinocalanus tenellus* であると考えられる。*Oithona brevicornis* は中海での最優占種であるが²⁾ 本調査時では長期間に渡り少量認められた。この種にはForma minorとForma typicalaの2タイプが知られているが⁴⁾ 今回確認されたのは全てForma minorであった。*Pseudodiaptomus inopinis* は7月下旬から10月下旬にかけて多く出現した。その他、5月14日、5月28日、11月12日に少量認められているので、調査期間中常に出現していたものと思われる。

4) 幼体類

幼体類としてはPolychaeta, Bivalvia, Gastropoda, Balanusが出現した。Polychaeta larvaは9月中旬から11月中旬にかけて、Gastropoda larvaは6月中旬から11月上旬にかけていずれも少量ずつ認められた。Balanus naupliusは5月上旬から11月中旬にかけて認められたが、特に6月18日には全プランクトン個体数の20%を占めた。Balanus cyprisは7月上旬から8月下旬にかけての短期間に出現した。Bivalvia larvaは6月中旬から7月上旬までと9月上旬から9月下旬にかけて認められた。特に9月にはその量も多く、全プランクトン個体数の20~30%を占めた。

3. ヤマトシジミD型幼生の出現時期

採集した全標本を観察したところ、4月3日から11月12日にかけてヤマトシジミD型幼生が確認された(図3)。しかしその出現量には大きな変動が認められ、9月17日の17,675個/ m^2 、9月24日14,533個/ m^2 、6月25日6,610個/ m^2 、9月3日3,655個/ m^2 と4回のピークがあった以外は330個/ m^2 以下の出現量であった。また10月以後の出現量は極めて少なく19個/ m^2 以下であった。

出現したヤマトシジミD型幼生の殻長範囲は120~185 μ であり(図4)、172~198 μ で変態期を迎え着底するという従来¹⁾の知見とほぼ一致したものとなった。殻長範囲及び殻長平均値に明確な季節変化は認められないが、6月25日以後はほぼ2週間周期で殻長平均値の大小移行が見られた。

考 察

一般に二枚貝のD型幼生の形態は類似しており、採集したD型幼生の種を同定することは困難である。今回採集したD型幼生も種まで同定することが不可能であったため、宍道湖周辺に生息する二枚貝の種及び量を検討して出現したD型幼生の種を推定した。宍道湖内及び流入河川河口付近に

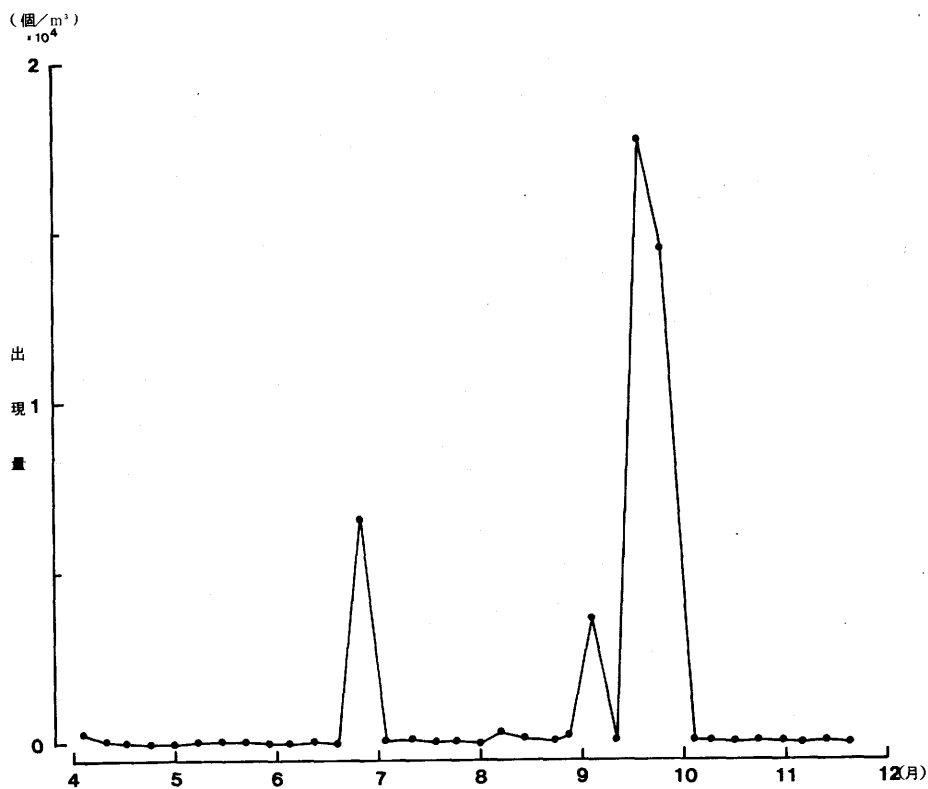


図3 ヤマトシジミD型幼生出現量の季節変化

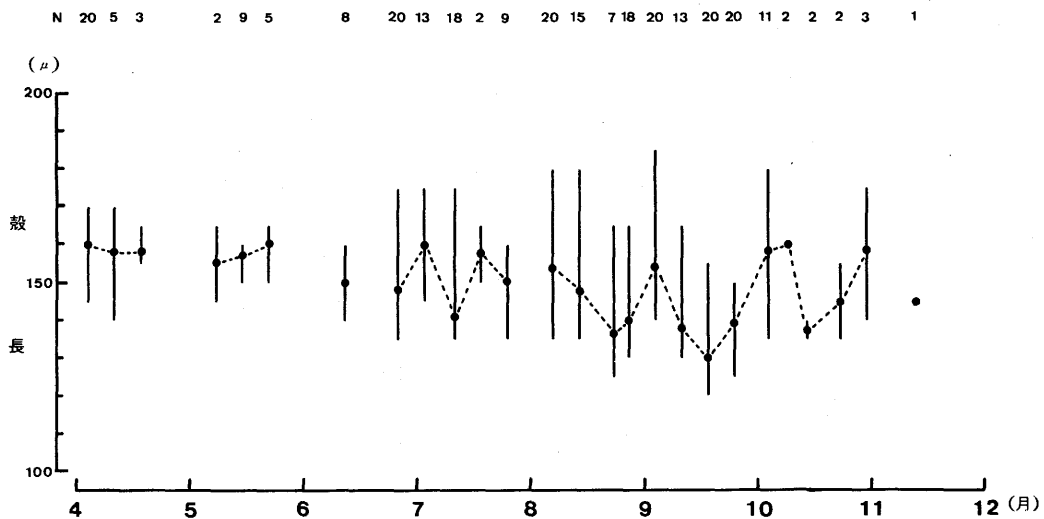


図4 ヤマトシジミD型幼生殻長の季節変化 (平均値及び範囲, N:測定個体数)

生息する二枚貝としては、ヤマトシジミ以外にカラスガイ *Cristaria plicata* , ドブガイ *Anodonta woodiana* , イシガイ *Unio douglasiae* , マツカサガイ *Inversidens japonensis* , マンジミ *Corbicula leana* , ウネナシトマヤガイ *Trapezium liratum* 等があり、宍道湖から大橋川にかけて生息している二枚貝としてマガキ *Crassostrea gigas* , ホトトギス *Musculus senhousia* , オキナガイ *Laternula flexuosa* 等がある⁵⁾ この内宍道湖内で最も個体数が多いのはヤマトシジミであって、4 m 以浅の湖内全域に最高5,030個/ m^2 の密度で生息している⁶⁾ ウネナシトマヤガイ、オキナガイは宍道湖内での個体密度は非常に低い。カラスガイ、ドブガイ、イシガイ、マツカサガイ、マンジミは流入河川河口域には生息が認められるものの、宍道湖内での生息量は極めて少ない。それに加えてカラスガイ、ドブガイ、イシガイ、マツカサガイはD型幼生の形態をとらず、マンジミのD型幼生は浮遊しない。⁷⁾一方、マガキ、ホトトギスは宍道湖より中海での生息量が多く、D型幼生が潮流に運ばれ宍道湖内に入ってくる可能性は十分にあるものの量的には多くないと推察される。以上のことから、今回採集したD型幼生は大部分がヤマトシジミとみなしてさしつかえないと考えられる。

ヤマトシジミD型幼生の出現期間は非常に長く4月3日から11月12日に及んだ。ヤマトシジミ幼生の浮遊期間については、21.2~22°Cで5日間、24~25°Cでは54時間⁸⁾、26~30°Cでは6日間¹⁾であることが報告されている。これらを考慮すると、今回の調査でヤマトシジミD型幼生が採集された最低水温11.2°Cにおいてはかなり長い浮遊期間が必要だと考えられる。従って宍道湖におけるヤマトシジミの産卵期は3月下旬から11月上旬に及んでいると推定される。これまでに報告されたヤマトシジミの産卵期については、藻琴湖で7月中旬から9月上旬⁸⁾、網走湖で7月中旬から9月下旬⁹⁾、十三湖で7月上旬から8月下旬¹⁰⁾であるが、今回の調査結果からヤマトシジミの産卵期はさらに長いことが示唆された。また産卵盛期はヤマトシジミD型幼生の出現状況から6月中旬から9月下旬であると推定される。ヤマトシジミD型幼生の出現量と環境要因については顕著な関連性は認められず、水温が22.5~27°Cの時に大量のD型幼生が出現したにとどまった。しかし、D型幼生の出現量に時期的なピークがあったことはヤマトシジミの産卵が何かの刺激によって一斉に行なわれたことを示唆しており、この要因を解明することは今後の重要な課題である。

要 約

1. 1986年4月から11月にかけて、ヤマトシジミの産卵期を推定するため定期的な動物プランクトン採集を行なった。
2. 出現した動物プランクトンは10種類であり、橈脚類の *Sinocalanus tenellus* が最優占種であった。その他、多毛類、二枚貝類、巻貝類、フジツボ類の幼体類が認められた。
3. ヤマトシジミD型幼生は4月3日から11月12日にかけて最高17,675個/ m^2 の密度で出現した。殻長 範囲は120~185 μ であり、2週間周期で殻長平均値の大小移行が見られた。

4. ヤマトシジミD型幼生の出現時期及び浮遊期間から、宍道湖における本種の産卵期は3月下旬～11月上旬、産卵盛期は6月中旬～9月下旬であると推定される。
5. ヤマトシジミD型幼生の出現量に時期的なピークが認められることから、本種の産卵は何かの刺激によって一斉に行なわれることが示唆された。

文 献

- 1) 田中彌太郎：養殖研報6, 23-27 (1984)
- 2) 山本孝二・後藤悦郎・川島隆寿・小川絹代：島根水試事報, 昭和60年度, 167-184 (1985)
- 3) HARADA, E.M.NISHINO, T.NARITA : *Physiol. Ecol. Japan*, 22, 37-57 (1985)
- 4) 西田周平・田中於菟彦・大森 信：日本プランクトン学会報, 24(2), 43-82 (1977)
- 5) 川尻 稔：日水試14(1), 17-22 (1948)
- 6) 島根県水産試験場：昭和58年度赤潮対策技術開発試験報告書, 1-87 (1984)
- 7) 佐藤仁志編：宍道湖の自然, 山陰中央新報社, 131-132 (1985)
- 8) 朝比奈英三：日水試10(3), 143-152 (1941)
- 9) 丸 邦義：北水試報23, 83-95 (1981)
- 10) FUJI, A : *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ*, 8, 178-184 (1957)

島根県水産試験場刊行物発刊要綱

(昭和56年3月 制定)
(昭和57年7月一部改正)

1. 事業報告 島根県水産試験場事業報告 BULLETIN OF SHIMANE PREFECTURAL FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

- (1) 原則として事業年度終了後一年以内に刊行する。
- (2) 事業年度に実施した全事業（県単，国補，委託）の遂行結果を収録する。
- (3) 報告書の構成は下記のとおりとする。
 - I 組織・機構の部……………人員配置，担当事業，予算など
 - II 事業実施概要の部……………全事業の経過概要
 - III 調査試験報告の部……………報告書としてまとめたもの
 - IV 調査資料の部……………基礎資料の収録
 - V 既刊研究業績の部……………事業年度における業績の目録
- (4) 原稿は毎年度 1月末日までにとりまとめる。
- (5) 原稿の校閲および編集は編集委員によって行う。
- (6) 編集委員は次長，科長，分場長とする（59年7月改正）

2. 研究報告書 島根県水産試験場研究報告 REPORT OF SHIMANE PREFECTURAL FISHERIES EXPERIMENTAL STATION

- (1) 刊行は不定期とする。
- (2) 事業遂行の過程において得た成果・知見について，学問的視点から解析した報告を対象とする。
- (3) 投稿は随意とし，原稿は担当科長・分場長の校閲を受ける。
- (4) 学術誌等で発表した報告は抄録とする。
- (5) 原稿の審査および編集は，事業報告編集委員が兼ねて行う。

3. 事業別報告書

- (1) 刊行に当っては，事前に事業報告編集委員に報告し，刊行物として登録する。
- (2) 報告書の表紙右上部に登録番号をつける。
- (3) 余部を図書室に保管する。
- (4) 事業報告書への再録は原則として抄録とするが，基礎資料については全資料の再録を認める。

編 集 委 員

服部守男・鈴木博也・高橋伊武

岩本宗昭・安達二郎

昭和 63 年 9 月 日印刷 昭和 63 年 9 月 31 日発行

発行者 島根県水産試験場

〒 697 島根県浜田市瀬戸ヶ島町 25 - 1

電話 浜田 (0855) 22 - 1720 (代)

印刷所 弘文タイプ印刷所

住所 浜田市片庭町 254 (合庁横)