

沿整事業調査委託事業

増殖場造成事業調査

安達 二郎

調査の目的

近年、資源減少が著しいズワイガニを対象に、資源分布、生息環境、生理、生態等の調査を行い、好適環境条件を解析するとともに、大水深海域における漁場造成手法の検討を行う。また、ズワイガニ資源を対象とした漁場開発の合理的かつ効果的な推進に資することを目的とする。

調査内容及び方法

1990年8月、図1に示した実験漁場を造成し、実験漁場内において、ズワイガニの分布密度、分布の集中度の季節的変動を追跡した。方法は島根県水産試験場試験船島根丸で、かご網（底部の直径130cm、上部の直径90cm、高さ70cm）100個を用い、調査海域（図1のA海域）の北から南へ4つのラインを設け、かご網合計400個の漁獲試験を行った。それらの結果をもとに分布密度と分布の集中度を推定した。同時に漁獲された雌カニを材料とし、ズワイガニの有効産卵数を推定した。

なお、環境調査結果および漁場造成手法の検討結果については、平成3年度特定魚種漁場整備開発調査ズワイガニ調査報告書に示してある。

調査結果と考察

1) 分布密度の季節変化

調査海域におけるズワイガニ個体数の変動が、設置した人口構造物による蛸集効果なのか、あるいはズワイガニの深淺移動であるのかを判定することは、なかなか困難であるが、この調査では調査海域のズワイガニ分布密度と後述する分布の集中度を追跡することにより効果判定を試みようとしている。もし蛸集効果があるのならば、分布密度は高くなるであろうし、分布の集中度にも変化が現れてくるであろう。人工構造物は1990年8月に設置されたので、設置以前の事前調査と設置以後の追跡調査の結果を比較することになる。

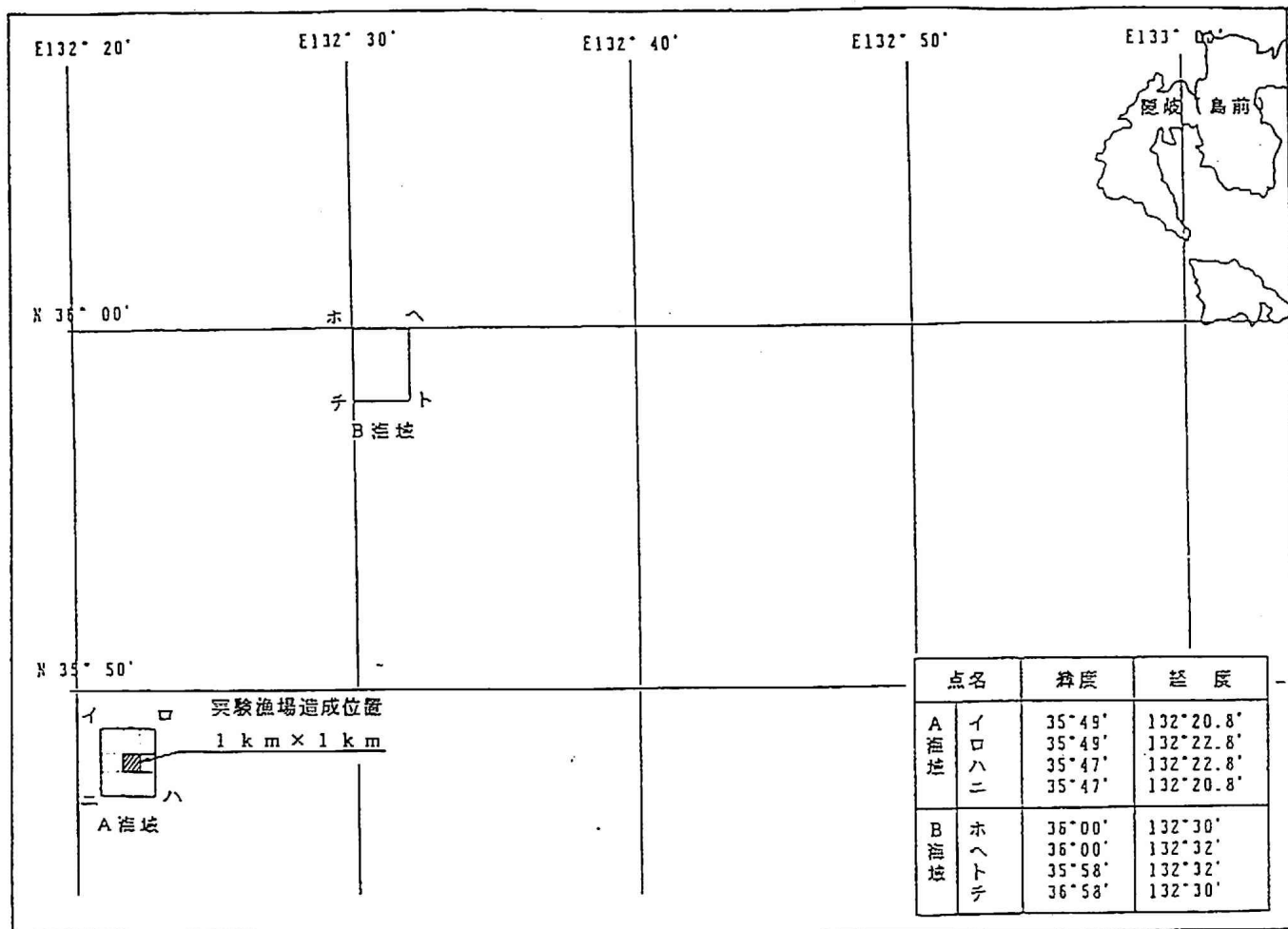


図1 実験漁場造成位置図

図2に調査海域における分布密度の季節変化を示した。分布密度は雌雄とも1990年12月が最高で、1991年8月が最低となっている。全体的に冬季に高く、夏季に低くなっている。この現象はズワイガニの深淺移動を示しているとともに、人工構造物にズワイガニが蝟集していることを示しているのかもしれない。なぜならば人工構造物を設置する前の1990年2月よりも1990年12月、1992年1月の方が、分布密度が高くなっているからである。夏季に分布密度が低く、冬季に高いという臭気が3回認められたことは、今後調査を続けていくことにより、さらに周期が明確になるものと考えられる。

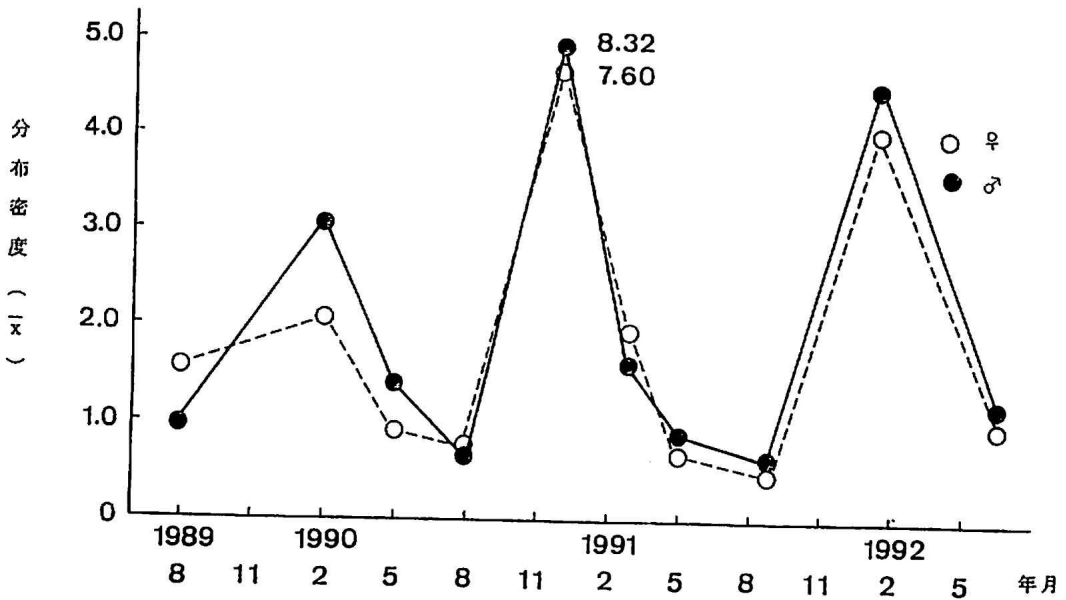


図2 調査海域における分布密度 (\bar{x}) の季節変化

2) 分布の集中度の季節変化

図3に集中度の季節変化を示した。全体的に雌の方が雄よりも高い傾向がみられる。一般に生物の空間分布は集中分布することが多いが、ここでは1990年12月に、雄がランダムに分布していることが特徴的である。

図2の分布密度の季節変化と集中度の季節変化を比較すると、分布密度が低い時、集中度が高く、分布密度が高いとき、集中度が低くなる傾向がうかがわれる。このことから両者関係を示したのが図4～5である。図4の雌の分布密度と集中度の関係は、分布密度が低くなるにつれ、集中度が低くなるという関係がうかがわれる。図中の曲線はフリーハンドで画いたものであるが、それは双曲線的、あるいは指数関数的である。しかし、ここで用いた12個のデータでは、いずれも統計的には有意ではない。分布密度が5.3以上のデータはB海域のものなので、A海域のデータだけに限れば、分布密度と集中度の関係は直線で表すことができると考えられる。

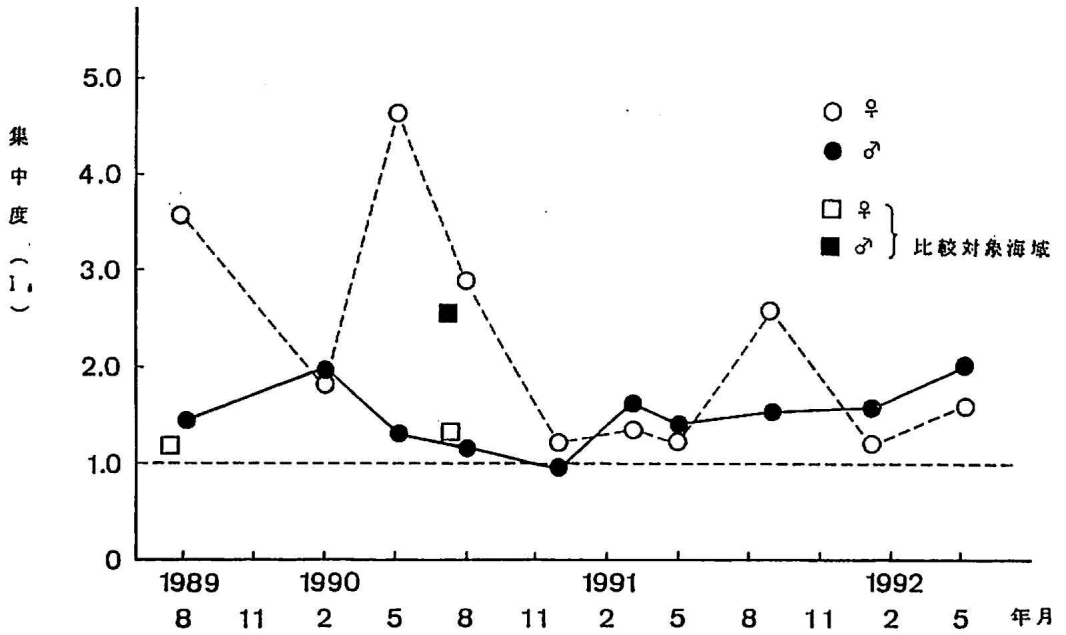


図3 調査海域における集中度 (I) の季節変化

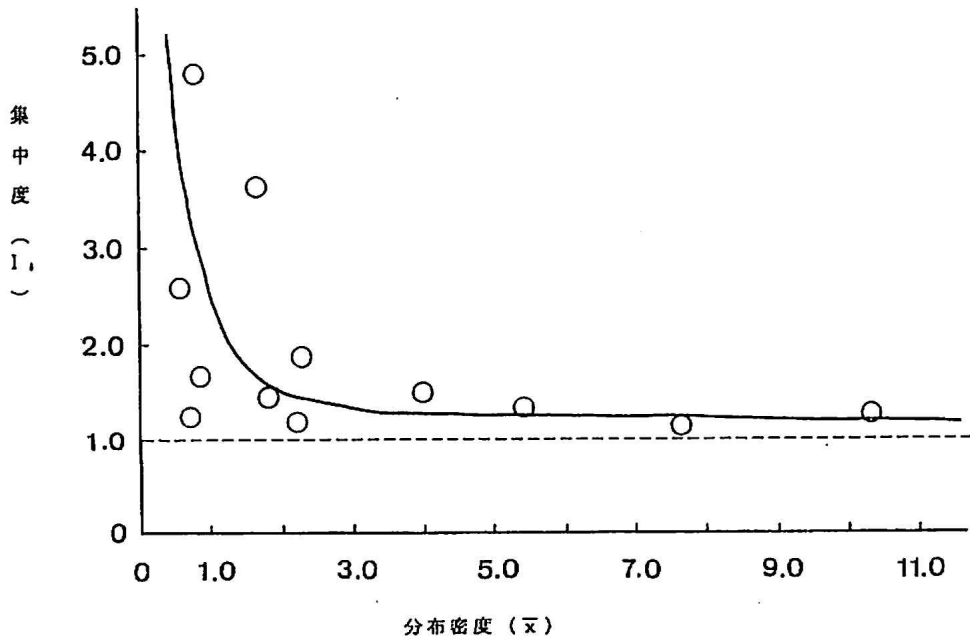


図4 調査海域における分布密度と集中度の関係 (雌)

これらの関係からズワイガニの雌は分布密度が高くなるにつれ、ランダム分布に近くなると考えられ、雌ズワイガニの分布生態に関する一つの特徴であろう。

図5は雄の場合を示したものであるが、雌のような明瞭な関係は認められない。右さがりの直線で関係を示すことができると考えられるが、実際には分布密度と集中度とは無関係であろうと思われ、雄ズワイガニのもつ分布生態の特徴かもしれない。小林(1989)によると、雄は雌よりも分散的な分布をするとしていることから、分布密度と集中度の関係ははっきりとは現れないであろう。

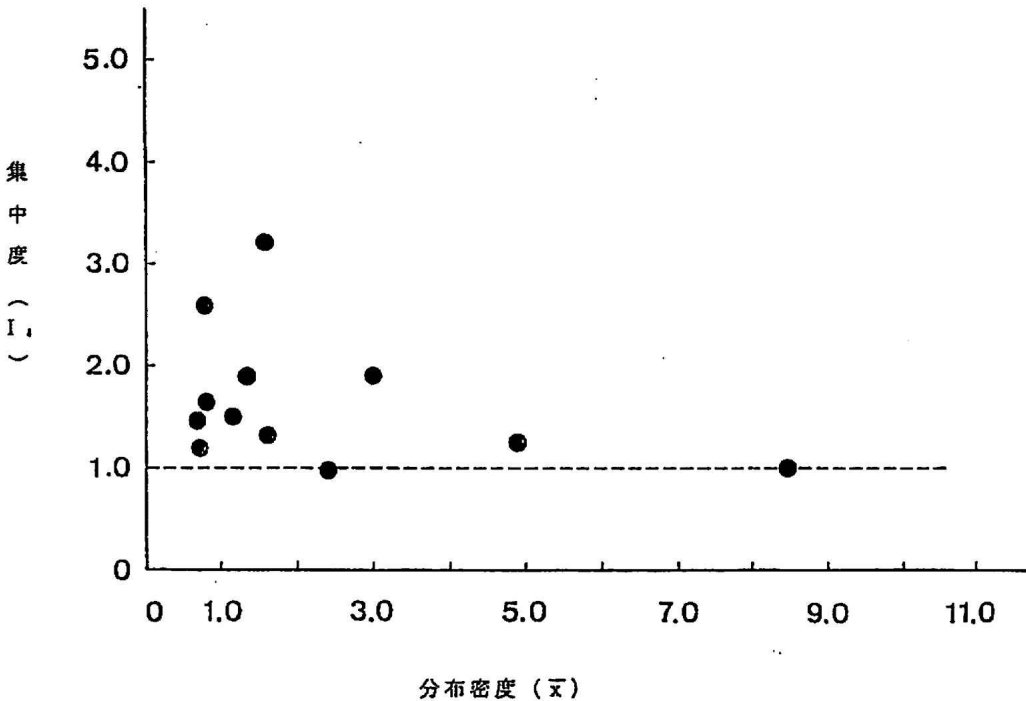
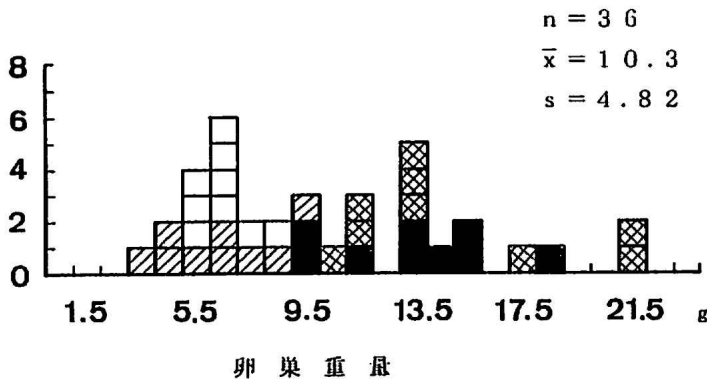
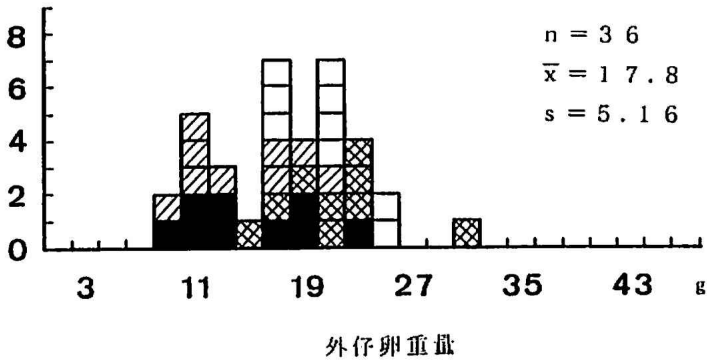
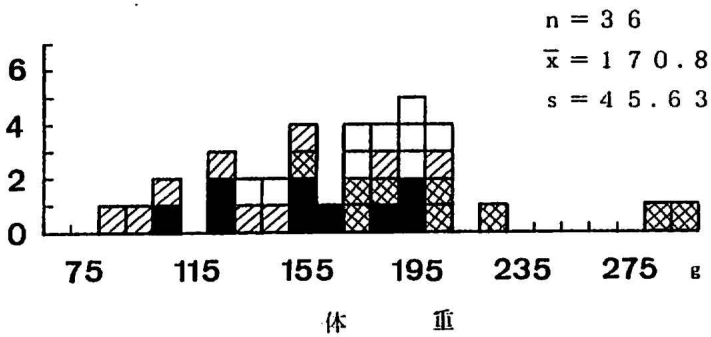
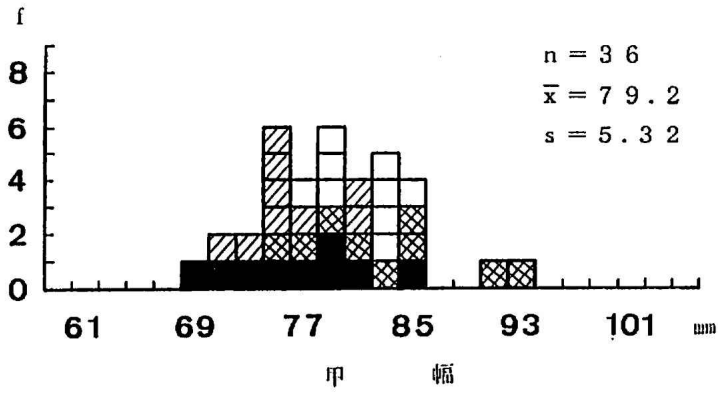


図5 調査海域における分布密度と集中度の関係(雄)

3) ズワイガニの有効産卵数

ズワイガニの抱卵数については、伊藤(1963)、SINODA(1970)、山本(1970)、今(1974)および小林(1989)の報告があり、平均抱卵数は35,000~77,000粒(甲幅52~92mm)とされている。しかし、ズワイガニの外仔卵は胚発生が進行するにしたがって卵径が増大し、色調も黄色、赤色、茶色、黒色と変化する(小林, 1989)。したがってズワイガニ腹部の抱卵空間が一定であるならば、外仔卵の胚発生が進にしたがって卵数は少なくなるはずである。外仔卵の色調を上部の4段階に分類した場合、各色調を持つ個体の抱卵数は、それぞれ異なり、



- 黄色系
- ▨ 赤色系
- ▩ 茶色系
- 黒色系

図6 用いた標本の各測定値の分布

表1 用いた標本の各統計量
(甲幅, 体重, 外仔卵重量, 卵巣重量, G. S. I)

外仔卵の色調	標本の大きさ	平均甲幅	平均体重	平均外仔卵重量	平均卵巣重量	平均 G. S. I
		標準偏差mm	標準偏差 g	標準偏差 g	標準偏差 g	標準偏差
黄色	9	80.5	178.2	20.4	6.3	3.57
		3.09	25.53	3.12	1.01	0.439
赤色	9	75.3	136.6	14.6	6.9	5.06
		3.46	39.14	4.69	2.13	0.575
茶色	9	82.7	211.9	20.9	14.9	6.96
		5.60	45.87	5.25	4.23	0.665
黒色	9	75.9	155.7	14.9	13.3	8.30
		4.83	29.52	4.71	2.98	0.807

表 2 色調別外仔卵の卵径組成

卵径 (μ)	黄色系	赤色系	茶色系	黒色系
420~				
440~	2			
460~	10			
480~	15	1		
500~	17	10	3	
520~	18	9	5	
540~	26	26	14	
560~	23	18	17	5
580~	47	62	46	13
600~	178	226	179	74
620~	44	30	27	48
640~	23	25	33	32
660~	9	3	12	26
680~	5	9	28	62
700~	3	1	48	113
720~			3	18
740~			3	6
760~			1	6
780~			1	7
800~				6
820~				2
840~				2
860~				
合 計	420	420	420	420
\bar{x}	593.2	603.4	628.1	674.9
s	47.07	32.09	47.53	52.69

黄色の段階の外仔卵数と黒色の段階の外仔卵数とは異なると考えられる。

それ故にズワイガニの抱卵数という表現は胚発生のいつれの段階を表すのかは明らかでなく外仔卵が黄色の段階での抱卵数を産卵数、黒色で孵出前の段階での抱卵数を有効産卵数と定義し、た方が適切であろう。このような考え方にしたがって、有効産卵数を推定した。材料は1991年12月に、実験漁場で採集した雌ズワイガニ280個体のうち、外仔卵が黄色、赤色、茶色、黒色を有する各々9個体、合計36個体である(図6)。各色調グループから外仔卵重量0.1~1.0gの範囲で、外仔卵数を計数するとともに、各グループの卵径(420個)を測定した。表2に色調別外仔卵数の卵径組成を示した。

卵径は全体として440~840 μ mの範囲にあるが、色調別にみると、胚発生の進む順序どおりに卵径範囲が大きくなる傾向が認められる。これを平均卵径で比較すると、黄色系が593.2 μ m、赤色系が603.4 μ m、茶色系が628.1 μ m、黒色系が674.9 μ mと胚発生が進むにしたがって、平均卵径が大きくなっている。したがって雌ズワイガニの抱卵空間が一定であるとする、卵径が大きくなると抱卵空間に外仔卵が収容できなくなる可能性がある。しかし、実際には一部の黒色系の個体を除けば、他はすべて外仔卵が抱卵空間に収まっている。ということは胚発生が進むにしたがって外仔卵数は減少するものと考えられる。また、もし減少しているのであるならば、色調別の外仔卵が同じ重量であるならば、色調別の外仔卵数は胚発生が進行するにしたがって少なくなると考えられる。

このことを明らかにするために、図7に色調別の外仔卵重量と外仔卵数の関係を示した。いずれのグループも直線回帰関係が成り立ち、回帰定数は黄色系から黒色系に進むにしたがって小さくなっていくことがわかる。すなわち上述の外仔卵重量が同じであるならば、胚発生が進むにしたがって卵数が減少するということを示している。

表3 外仔卵重量と外仔卵数の関係式から推定した

外仔卵の色調	平均卵数	体重あたり平均卵数(指数)
黄色	91,059	512
赤色	60,799	445
茶色	84,914	401
黒色	55,992	360

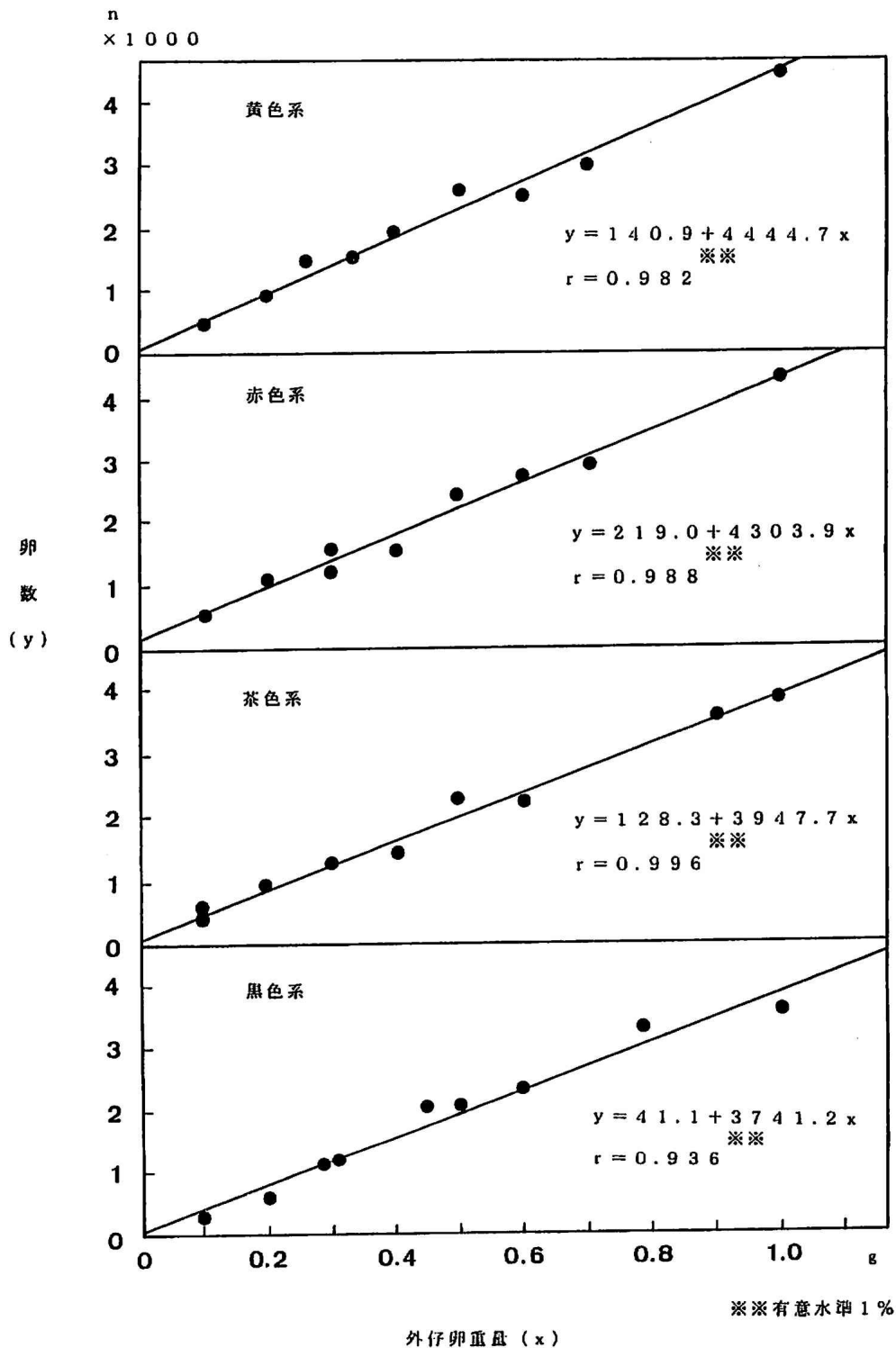


図7 色調別外仔卵重量と卵数の関係

この各回帰式を用いて計算した色調別の平均外卵数と体重あたり平均卵数を示したのが表3である。これによると平均卵数は、黄色系が91,059粒、赤色系が60,799粒、茶色系が84,914粒、黒色系が55,992粒となっているが、これは用いた材料での数値なので、卵数の比較のためには、体の大きさに対応した数値、いわゆる標準化した数値が必要である。そのため色調別の平均卵数を平均体重で除した体重あたり平均卵数を示した。色調が黄、赤、茶、黒色と変化するにしたがって卵数は少なくなっていることがわかる。このことは外仔卵の胚発生が進むにしたがって、卵数は少なくなっていくことを示している。したがって先に仮定した黄色系の外仔卵数を産卵数、黒色系の外仔卵数を有効産卵数と考えることは妥当であろう。

次に有効産卵数の推定であるが、これは産卵数の減少が指数関数的であるとし、産卵から孵出までの時間を12ヶ月（小林，1989）として、数学モデルを用いた。このモデルは $E_t = E_0 e^{-Zt}$ で表現できるが、ここで、 E_0 は産卵数、 Z は卵の減少係数、 t は時間（月）である。外仔卵の1ヶ月あたり生残率を S とすると、12ヶ月後の卵数は、 $E_{12} = E_0 \cdot S^{12}$ である。表3より $S^{12} = 360/512 = 0.703$ となる。すなわち産卵された卵は、12ヶ月後の孵出時には約70%に減少することになる。また1ヶ月あたりの生残率 S は、 $S = 0.971 = e^{-Z}$ となり、卵の減少係数 Z は、 $Z = 0.0294$ となる。この外仔卵の減少モードを示したものが図8である。図8によると赤色系の外仔卵は産卵後4.8ヶ月を経過したもの、茶色系の外仔卵は産卵後8.3ヶ月の時間を経過したものと推定される。ズワイガニの産卵期は冬季にあたと推定されている（今，1974：小林，1989）が、こ

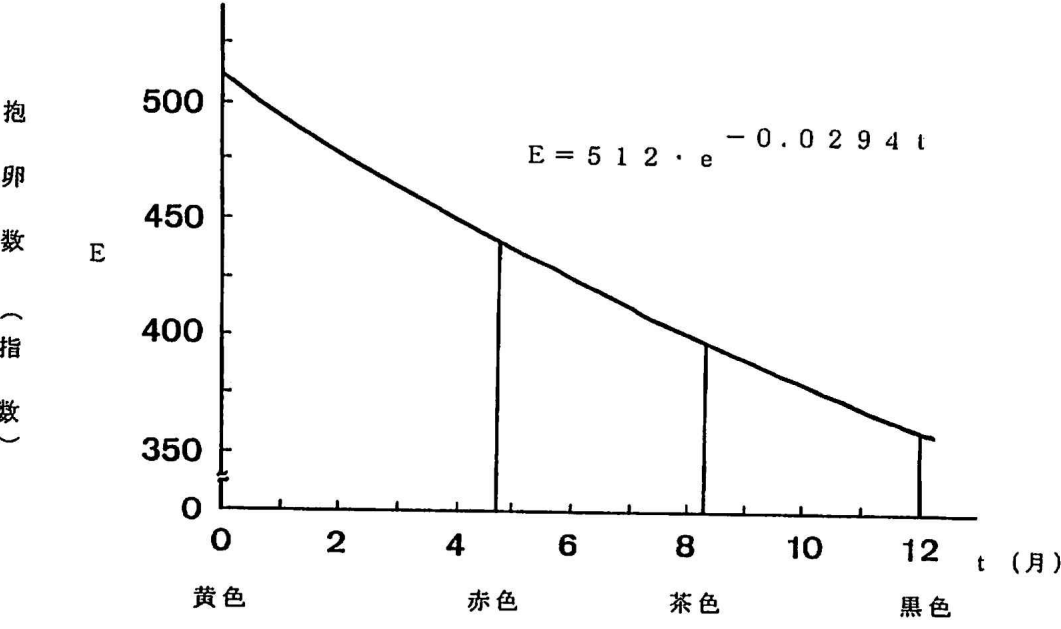


図8 外仔卵数の減少モード

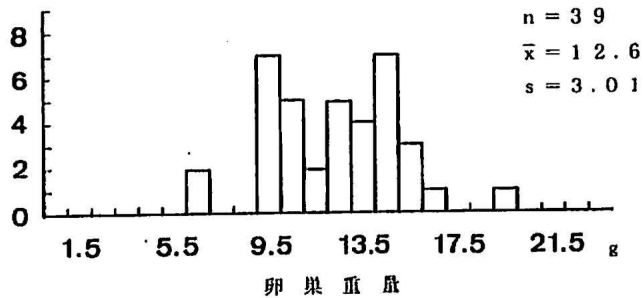
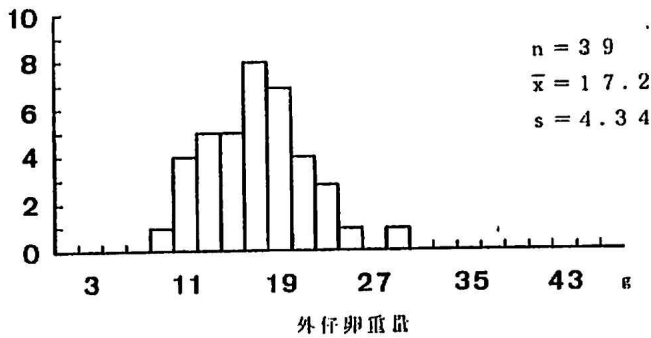
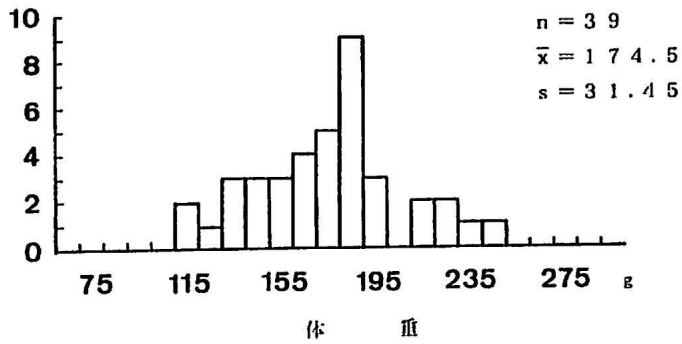
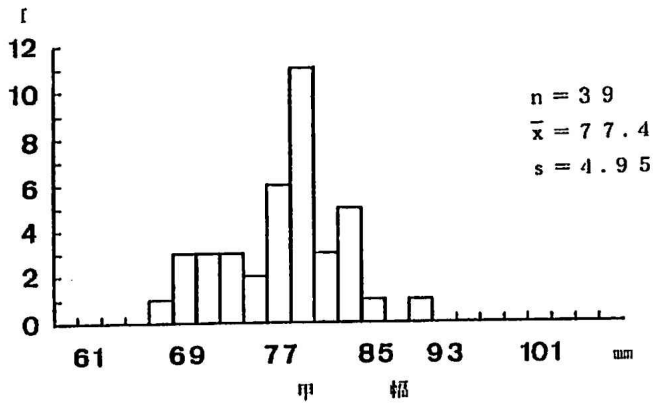


図9 クロコの各測定値の分布 (網代港)

ここで用いた色調別の標本は1991年12月に採集されたものであり、同一時期に赤色系、茶色系が採集されることは、産卵期が必ずしも冬季だけにあるとは限らないことを示している。たとえば図8の茶色系は約4ヶ月後の4月に産卵、赤色系は約7ヶ月後の7月に産卵することになる。すなわちズワイガニは周年産卵をしており、そのピークが冬にあるものと考えられるが、このことについては今後の研究に待ちたい。

また次に実際の有効産卵数を推定する。材料は1991年12月に鳥取県網代港に水揚げされた漁獲物から外仔卵が完全に黒くなっている個体（クロコ）を39個体抽出したものである（図9）。図7に示した黒色系の外仔卵重量と外仔卵数の回帰式から39個体の抱卵数を計算し、図示したものが図10である。卵数の範囲は30,000～110,000粒の範囲にあるが、平均卵数では62,436粒となっている。また95%の信頼区間を図中に示したが、ズワイガニの有効産卵数はその範囲にあるものと推定される。また平均産卵数は88,798粒と計算される。

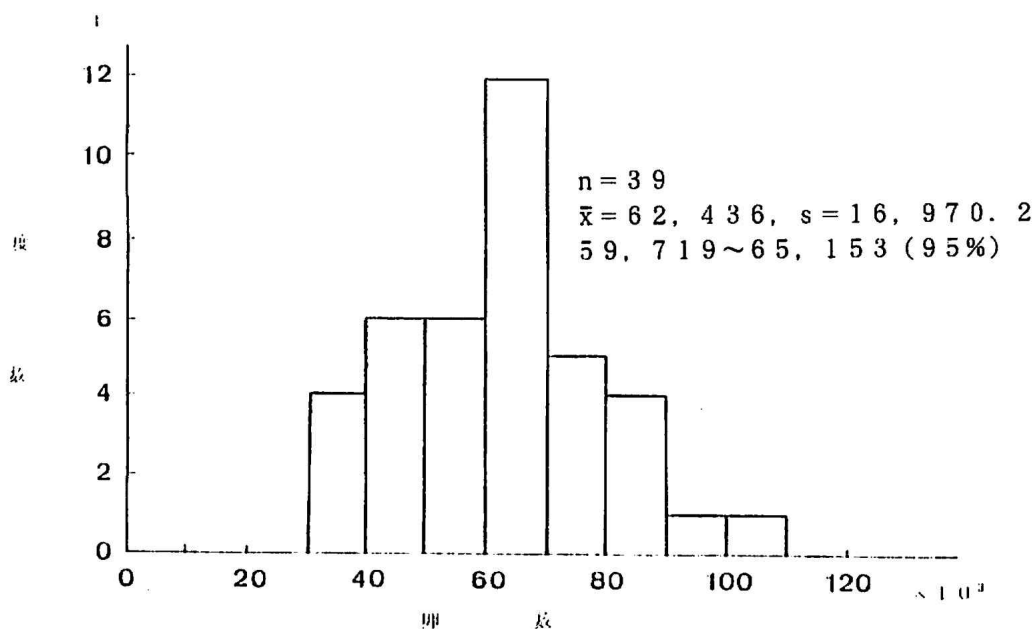


図10 クロコの抱卵数の分布

参 考 文 献

- 伊藤勝千代(1963) :ズワイガニの卵の熟度についての2, 3の考察. 日本海区水産研究所報告, (11), 56-76.
- 今 俊(1974) :ズワイガニに関する漁業生物学的研究-IV. 卵巣内卵数および抱卵数. 日本水産学会誌, 40(5), 465-469.
- 小林 啓二(1989) :ズワイガニの増殖生態に関する研究. 鳥取県水産試験場報告, 31, 1-95.
- SINODA, M (1970) : Non-frustrtive Predation of Zuwai crab in Southwest Japan Sea. (A Doctor's Thesis, Kyoto Univ.), 1-137.
- 山本正義・管野泰次(1970) : 沖合漁業資源および漁場調査研究, カニ類資源調査(昭和41年度). 北海道網走水産試験場事業報告, 昭和45年度, 27-28.