

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、ズワイガニの産卵期を推定した。

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、設置した人工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。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2に調査海域における分布密度の経年変化を示した。分布密度は雌雄とも1990年12月が最高で、その値は雌が7.60、雄は8.32となっている。最低は1990年9月である。全体の傾向としては、密度は冬季に高く、夏季に低くなっている。このことはズワイガニが季節的に深淺移動をしていることを示していると考えられる。つまりズワイガニは冬季には水深300m以浅の海域に生息し、夏季にはそれよりも深い水深の海域に分布しているのであろう。京都府立海洋センター(1988)は、京都府経ヶ岬北沖28kmの海域にズワイガニ保護礁を設置し、同様の調査を実施しているが、保護礁内の分布密度の経年変化は、本調査と同じ傾向にある。

本調査の目的の1つとした人工魚礁の蛸集効果については分布密度の経年変動からは読みとれないが、京都府立海洋センター(1988)の調査結果と同様の傾向が得られたことは、京都府立海洋センター(1988)の報告において、保護区内の分布密度が保護区外のそれよりも高くなっているとされていることから、おそらく本調査海域およびその周辺海域においても、同じ現象が起こっているものと推察される。本調査海域に設置された人工魚礁は半永久的に存在するので、ある一定時間後に、調査海域内と調査海域外において漁獲試験を実施し、比較を試みる予定である。

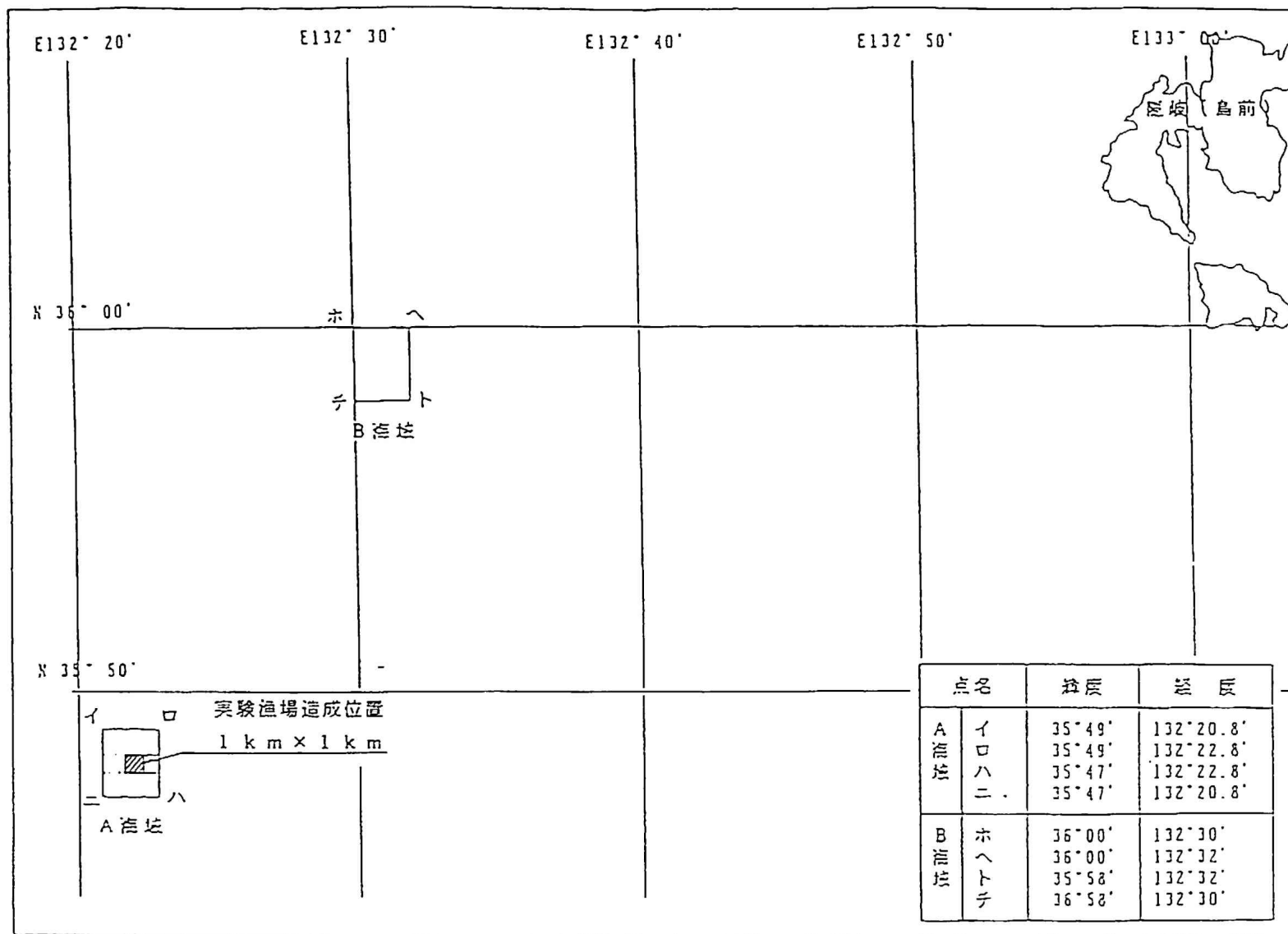


図1 実験漁場造成位置図

また本調査では1990年10月に海洋科学技術センター潜水船「しんかい2000」による人工魚礁周辺におけるズワイガニの目視観察を行ったが、魚礁周辺では甲幅範囲20～40mmの小型カニが多数目視された（安達、1993）。この現象は、人工魚礁設置前の「しんかい2000」による潜水調査（安達、1991）では、大型カニが多く、小型カニはほとんど目視されなかったため、魚礁周辺に小型カニが蝟集していることを示していると考えられる。小型カニはほとんど移動しない（今、1980）ので、小型カニは魚礁設置海域内に定着し、成長していくことは容易に考えられることである。

2. スワイガニの産卵期の再検討

ズワイガニの産卵期については、伊藤（1967）、今（1980）、小林（1989）の仮説がある。すなわち、ズワイガニの初産卵は夏季にあり、その1年半後の冬季に2回目の産卵を行い、それ以後1年の周期で5～6回の産卵をするというものである。安達（1994）は本調査の生態調査において、ズワイガニの産卵数と孵出数を推定したが、その推定課程において、経産卵カニの産卵期が冬季にだけにあるという仮説に対して疑問を提起した。この項ではその疑問をもとに産卵期について再検討した。

用いた材料は1989年8月～1991年9月にかけて採集した雌カニ893個体と1991年12月に底引網漁船が鳥取県網代港に水揚げした漁獲物からランダムに抽出した雌カニ61個体である（表1）。

表1 解析に用いた銘柄別雌カニの個体数

標本番号	採集年月	マンジュウ	アカコ	クロコ	計
1	1989. 8	6	163	0	169
2	1990. 2	72	55	8	135 *
3	1990. 5	35	49	0	84
4	1990. 8	1	54	0	55 *
5	1990. 12	39	63	9	111
6	1991. 3	25	43	1	69 *
7	1991. 5	11	25	0	36
8	1991. 7	71	111	5	187 *
9	1991. 9	5	42	0	47
10	1991. 12	0	3	58	61 *
	計	265	608	81	954

* 体重と卵巣重量の関係を図示

本調査で採集した雌カニは、採集個体が少ない時には全数を測定に供し、採集個体が多い時には100個体以上をランダムに抽出した。測定項目は甲幅、体重、卵巣重量、外仔卵重量であるが、卵巣と外仔卵については色調を記録した。雌カニにはマンジュウ、アカコ、クロコという銘柄がある。マンジュウは小林（1989）によると、夏季に最終回の脱皮が行われ、直ちに交尾、産卵が行われる個体で、その性状は未成年ではあるが、卵巣が成熟し、色調は黄赤色を呈し、初回の産卵を行う個体である。アカコとクロコは経産卵カニである。

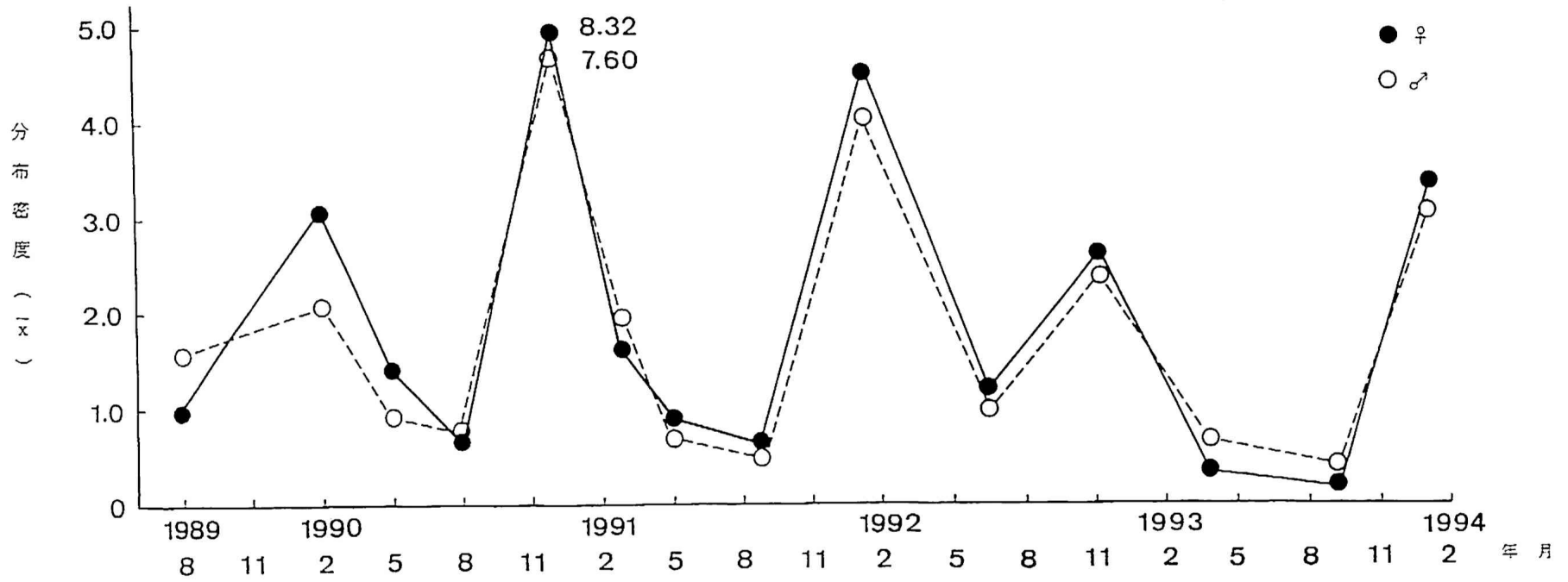


図2 調査海域における分布密度 (\bar{x}) の季節変化

方法として、産卵期の推定は夏季と冬季の採集個体の測定記録を検討した。またこれまでの報告（伊藤、1967；今、1980；小林、1989）では、産卵期の推定をMI（ $100 \cdot \text{卵巣重量} / \text{体重} - \text{外仔卵重量}$ ）の季節変化を追跡することによっている。MIやGSI（ $100 \cdot \text{卵巣重量} / \text{体重}$ ）は数学的には卵巣重量が体重に比例することを意味するので、ここでは冬季と夏季に採集した個体について体重と卵巣重量の関係を回帰分析した。

表2 1990年2月に採集された産卵直前と推定されるマンジュウの測定記録

甲幅 mm	体重 g	卵巣重量 g	卵巣の 色調	外仔卵重量 g	G S I
71	107.5	7.6	紅色	0	7.07
78	147.9	9.7	紅色	0	6.56
74	132.7	8.9	紅色	0	6.70
67	101.9	5.3	紅色	0	5.20
70	110.5	5.6	紅色	0	5.07

表3 1991年7月に採集された産卵直前と推定されるクロコの測定記録

甲幅 mm	体重 g	卵巣重量 g	卵巣の 色調	外仔卵重量 g	外仔卵の 色調	G S I
77	131.5	6.3	鮮紅色	17.8	黒色	4.79
71	121.6	8.1	鮮紅色	14.9	黒色	6.67
80	157.3	6.5	鮮紅色	17.6	黒色	4.13
65	100.2	7.3	鮮紅色	7.8	黒色	7.23
77	154.9	5.7	鮮紅色	19.7	黒色	3.63

表2～5に産卵直前と推定される個体の測定記録を示した。表2は1990年2月のマンジュウ（成熟未成体）であるが、卵巣重量、卵巣の色調から判断して完熟状態にあり、GSIも5.07～7.07の範囲にある。すなわち冬季に初回の産卵を行う個体と推定される。表3は1991年7月のクロコであるが、卵巣重量、外仔卵重量、それぞれの色調、GSIから判断して、2回目以降の産卵を行う個体と推定される。

以上のことはこれまでの仮説と一致しない。

一方、これまでの仮説と一致するのは表4、5に示した個体である。表4は1990年2月のクロコの測定記録であり、表5は1991年7月のマンジュウの測定記録である。すなわち冬季に2回目以上の産卵する個体と夏季に初産卵をする個体である。

したがって表2～5の結果から得られる結論は、初産卵を行う個体が夏季にも冬季にも存在し、2回目以上の産卵を行う個体も、初産卵同様に夏季にも冬季にも存在することである。このことからズワイガニには夏季に産卵するグループと冬季に産卵するグループの2群が存在するというまぎれのない事実が指摘できる。また夏季に産卵するグループよりも冬季に産卵するグループの方が魚体は大型であることも表2～5によってわかる。

表4 1990年2月に採集された産卵直前と推定されるクロコの測定記録

甲幅 mm	体重 g	卵巣重量 g	卵巣の 色調	外仔卵重量 g	外仔卵の 色調	G S I
89	244.3	19.8	鮮紅色	22.0	黒色	8.10
93	285.3	23.0	鮮紅色	24.7	黒色	8.06
91	279.6	22.9	鮮紅色	43.8	黒色	8.19
84	213.3	15.9	鮮紅色	17.6	黒色	7.45
81	185.7	13.8	鮮紅色	20.2	黒色	7.43

表5 1991年7月に採集された産卵直前と推定されるマンジュウの測定記録

甲幅 mm	体重 g	卵巣重量 g	卵巣の 色調	外仔卵重量 g	G S I
68	74.0	7.1	紅色	0	9.59
68	96.8	5.2	紅色	0	5.37
62	77.1	5.9	紅色	0	7.65
67	81.3	5.0	紅色	0	6.15
65	81.2	4.7	紅色	0	5.78

このような大型個体（冬季産卵）と小型個体（夏季産卵）の形態的な相違を見出すことは困難であるため、次に体重と卵巣重量の関係を回帰分析し、冬季産卵群と夏季産卵群のそれぞれの回帰式を求め、回帰係数に相違がみられるかどうかを検討した。

図3は1990年2月に採集した個体について、体重に対して卵巣重量をプロットしたものである。全体としてみるとバラツキが大きく規則性は認められないが、産卵直前であるクロコについては、 $y = -3.543 + 0.094x$ という回帰式が得られる（ただし、 x は体重、 y は卵巣重量）。すなわち冬季に産卵する経産卵個体については、体重と卵巣重量との間に回帰関係が成立する。また、その回帰直線を下方に延長すると（点線）、表2に示した初回の産卵を行う個体を含む多数のマンジュウが直線のまわりにバラついている。このことは産卵直前の個体を除いたマンジュウは、卵巣重量から判断すると、時間が経過し、春季に入ると産卵可能になると考えられる。このような考え方により、回帰直線およびその延長線のまわりにバラつく個体を冬～春産卵群と仮称する。

図4は1991年7月の採集個体について示したものである。全体としてみるとバラつきが大きく規則性は認められないが、初回の産卵を行うマンジュウについて回帰式を求めると、 $y = 0.706 + 0.063x$ （ただし、 x は体重、 y は卵巣重量）が得られる。この回帰直線とその延長線（点線）のまわりにはアカコとクロコがバラついている。マンジュウが初回の産卵、クロコが2回目以上の産卵を行う個体であるから、上に示した回帰式は夏季に産卵を行うグループの体重と卵巣重量の関係を示したものになる。この回帰直線およびその延長線のまわりにバラついているアカコは、その卵巣重量から判断して、時間が経過し、秋季になるとクロコとなって産卵可能になると考えられる。これらのことから回帰直線およびその延長線のまわりにバラつく個体を夏～秋産卵群と仮称する。

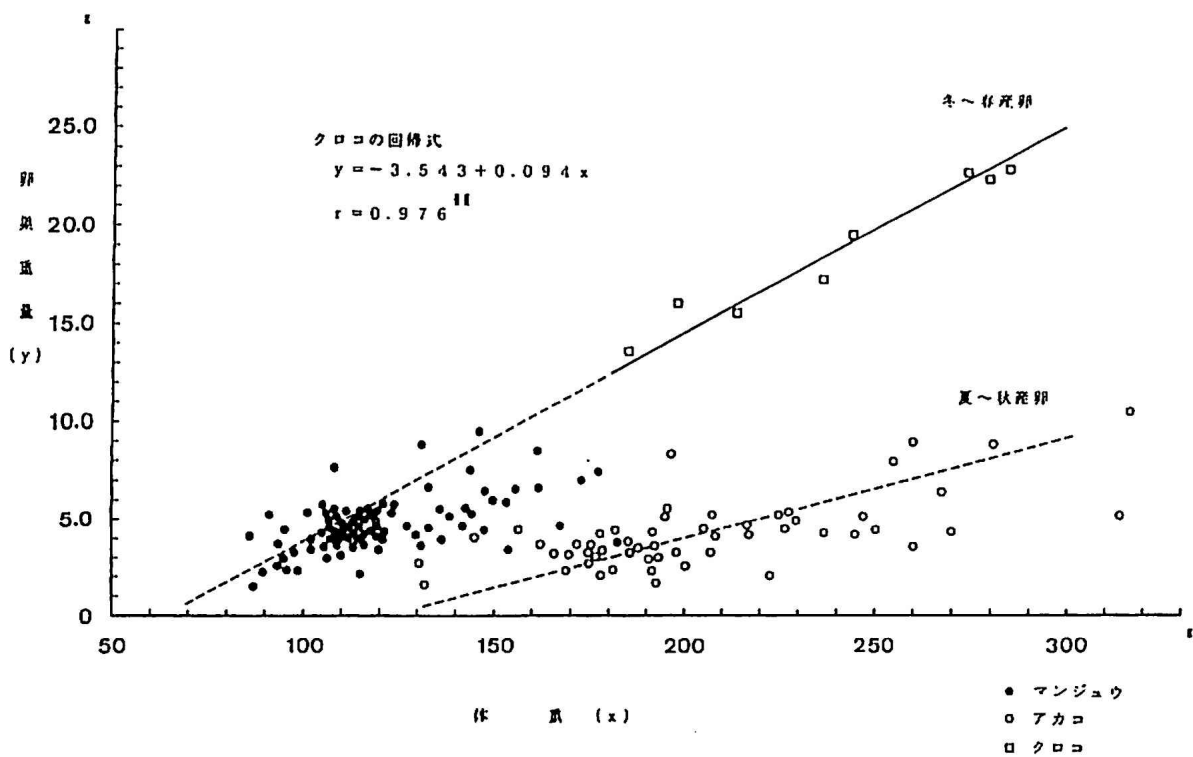


図3 1990年2月における体重と卵巣重量の関係

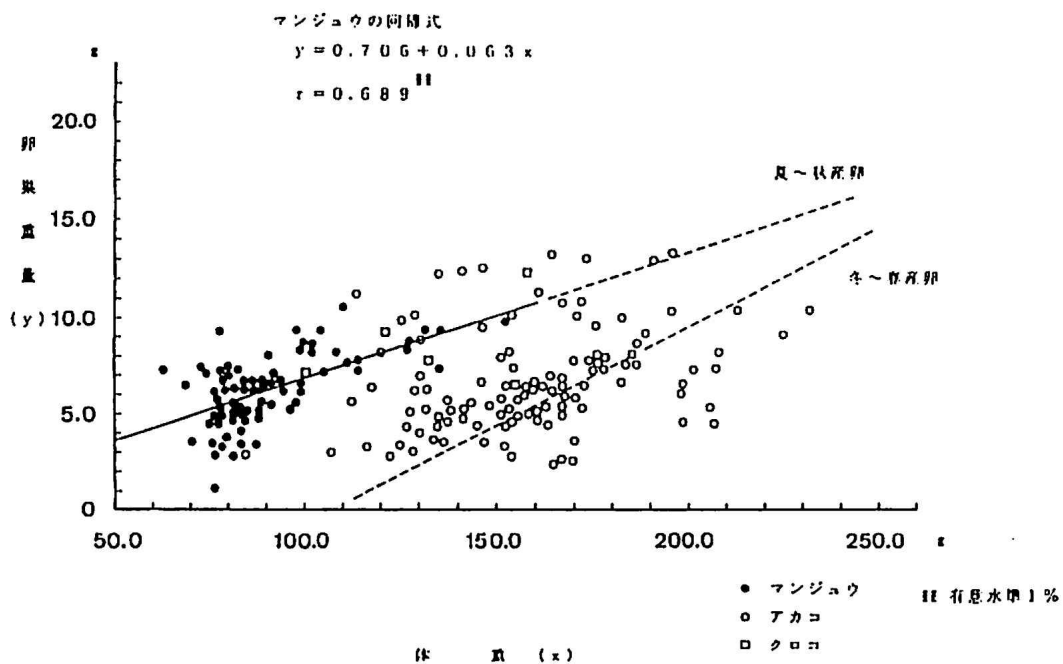


図4 1991年7月における体重と卵巣重量の関係

以上のように冬～春産卵群と夏～秋産卵群の2つの回帰直線が得られたが、それぞれの回帰係数を比較すると、冬～春産卵群の回帰係数が大きい(有意水準1%)。この意味は回帰直線の傾斜が体重に対する卵巣重量の割合を示すことから、実際には夏～秋産卵群が冬～春産卵群よりも、相対的に軽い卵巣重量で産卵可能になることである。これらのことはズワイガニのもつ、それぞれの属性であると考えられ、同時にズワイガニの体重と卵巣重量の関係における生物学的特性であろう。冬～春産卵群および夏～秋産卵群の回帰直線がそれぞれの属性であるとしたら、2つの回帰直線はどのような標本に対しても普遍性をもたずである。このような考え方から図3には図4に示した夏～秋産卵群の回帰直線をアカコのバラつきの中心になるよう平行移動して示した。図3からわかるように同じ1つの標本の中に冬～春産卵群と夏～秋産卵群が混在している。同様に図4には図3に示した冬～春産卵群の回帰直線を同じように移動させ、2つの群に分離してある。図3と同じく同一標本の中に2群の混在していることがわかる。

さらに表1の標本番号4、6、10の3標本について、同様の操作をしたものが図5、6、7である。いずれの図も冬～春産卵群と夏～秋産卵群に分離されている。また紙面の関係から図示していない標本番号1、3、5、7、9の5標本についても同様の結果が得られている。このことは上述の2つの回帰直線がどのような標本に対しても普遍性をもっていることを示していると考えられる。これまで述べてきたことを根拠に、各調査時の標本を夏～秋産卵群と冬～春産卵群の2つに分離し、それぞれについてGSI組成を求めたものが図8である。2群の分離にあたっては図3～5のように正確に分離できない場合もみられるが、その時には重複している部分の2つの母回帰直線に対する信頼限界と2つの回帰直線のデータのバラつきの傾向を検討することにより分離した。

以上の作業に基づいて産卵期を推定するのであるが、そのためには夏～秋産卵群と冬～春産卵群の産卵可能GSIの値を推定する必要がある。冬～春産卵群については全振協(1992)が産卵直前個体(クロコ)のGSIが5.0以上であることから、その値を産卵を可能とする基準とした。夏～秋産卵群については、夏～秋産卵群の回帰係数が0.063、冬～春産卵群のそれが0.094であることから、夏～秋産卵群の産卵可能GSIは、冬～春産卵群の約67%の値となるので、計算上のGSIは、3.35であるが、夏～秋産卵群の産卵可能GSIが冬～春産卵群よりも小さいことを示す意味で、便宜的に4.0以上と仮定した。

図8をみると夏～秋産卵群のGSIが4.0以上を示すのは、1990年2月と1990年12月を除く各調査月であるが、初産卵が可能なのは1989年8月、1990年5月、1990年8月、1991年3月、1991年5月、1991年7月、1991年9月で、2回目以上の産卵が可能なのは1991年7月である。一方、冬～春産卵群の初産卵が可能なのは1990年2月、1990年12月、1991年3月である。2回目以降の産卵が可能なのは1990年2月、1990年12月、1991年3月、1991年12月である。1991年3月は2群とも初産卵が可能となるが、夏～秋産卵群はGSI値の低いものも含まれていることから、時間が経過するとともに、GSI値が大きくなり、夏季になって産卵するものと推察される。

以上の10標本の例では、夏季に初産卵可能が6例、夏季に2回目以上の産卵可能が1例、冬季に初産卵が可能3例、冬季に2回目以上の産卵可能が4例となり、夏季に初産卵、冬季に2回目以上の産卵を行うという傾向が強い。しかし現実には夏季に2回目以上の産卵を行うこと、冬季に初産卵を行うことも認められるので、ズワイガニの産卵期および産卵周期については、今後の検討が必要であろう。

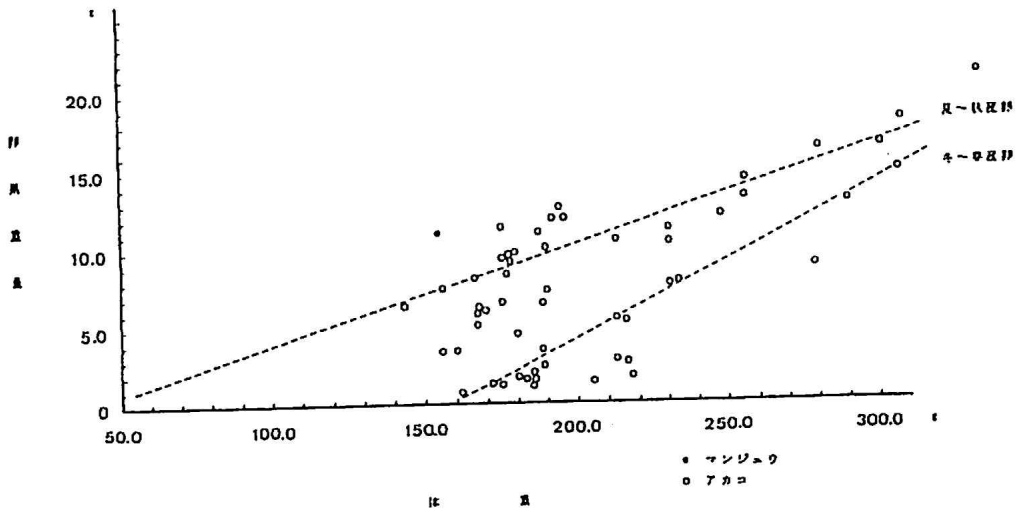


図5 1990年8月における体重と卵巣重量の関係

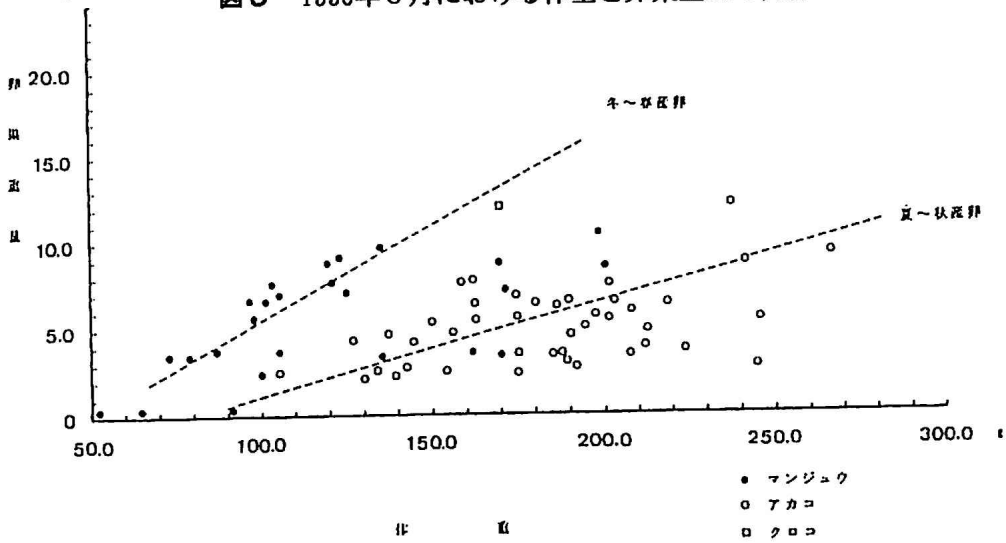


図6 1991年3月における体重と卵巣重量の関係

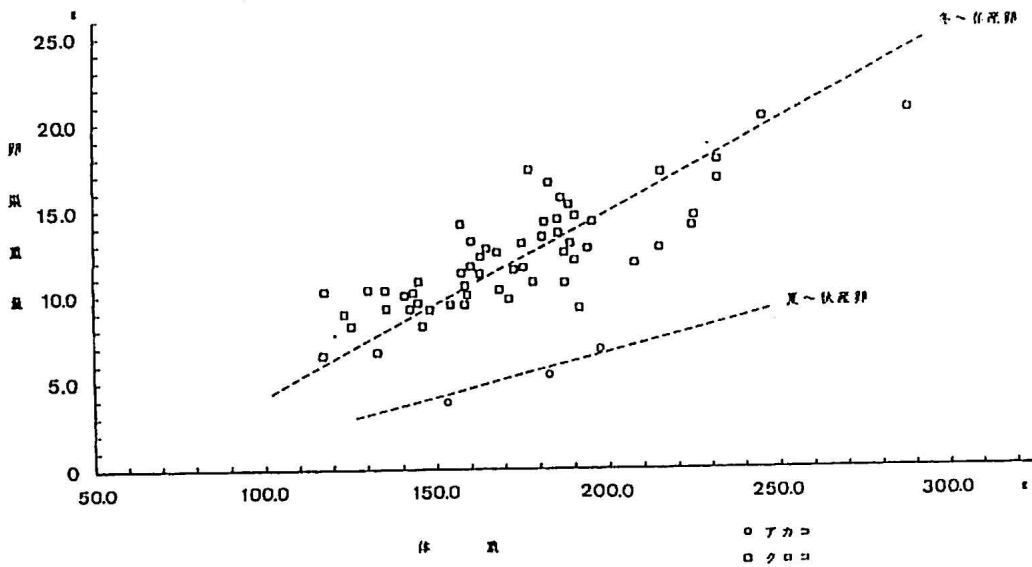


図7 1991年12月における体重と卵巣重量の関係（網代港の漁獲物）

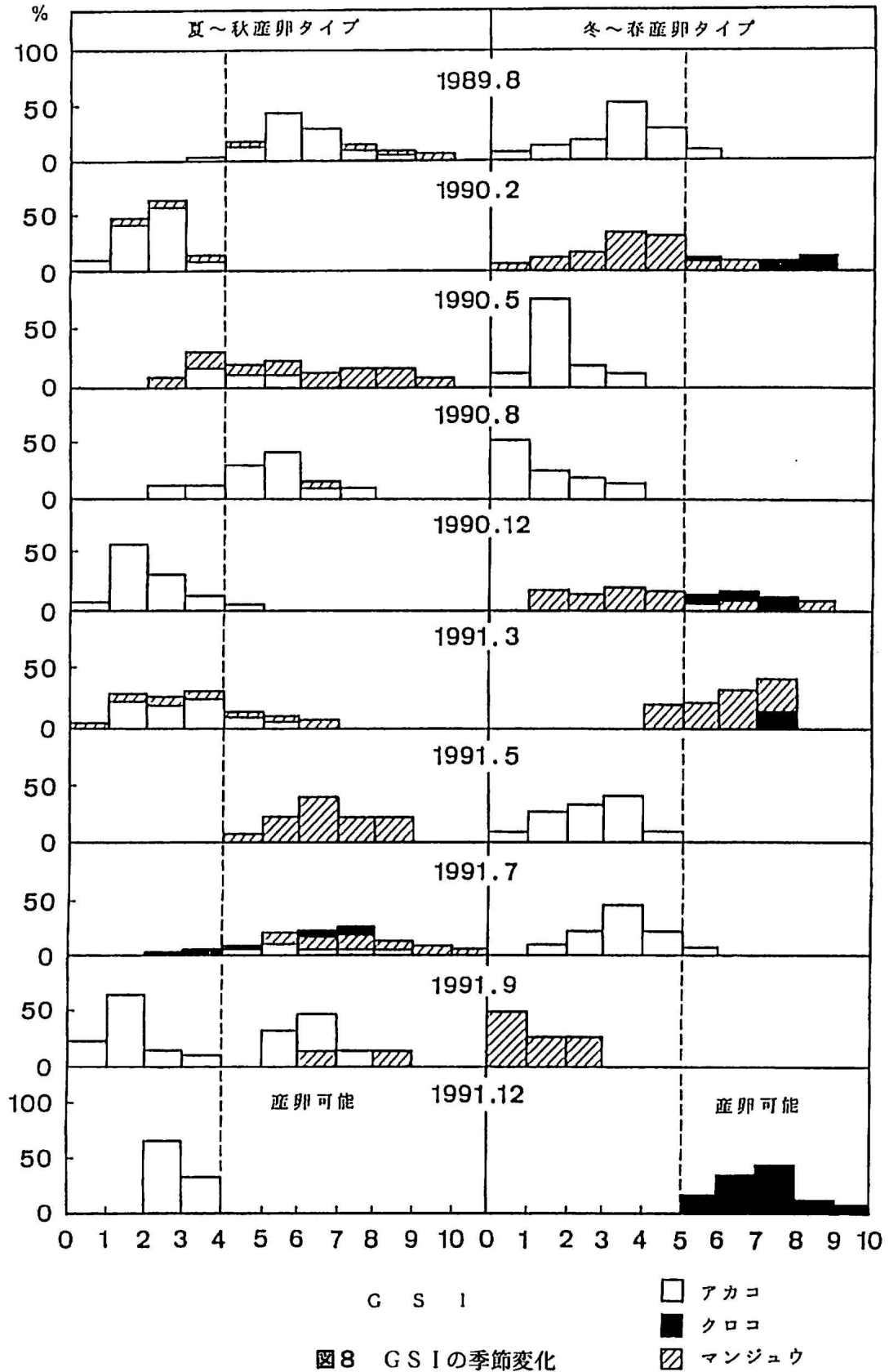


図8 GSIの季節変化

文 献

- 安達二郎（1991）：島根県日御碕沖ズワイガニ保護礁設置海域におけるズワイガニの分布、海洋科学技術センター試験研究報告、259-266.
- 安達二郎（1993）：島根県日御碕沖ズワイガニ保護礁設置海域におけるズワイガニの分布密度と集中度の関係、第9回しんかいシンポジウム報告書、海洋科学技術センター、367-376.
- 安達二郎（1994）：日本海南西部海域におけるズワイガニの産卵数と孵出数、栽培漁業技術開発研究、23（1）、25~29
- 伊藤勝千代（1967）：日本海におけるズワイガニの生態に関する研究-I 初産卵時期と初産群から経産群への添加過程について、日本海区水産研究所研究報告、（17）、67-84.
- 今 攸（1980）：ズワイガニ *Chionoecetes opilio* の生活史に関する研究、新潟大学理学部附属佐渡臨海実験所特別報告、第2集；1-64.
- 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、1-96. 京都府立海洋センター（1988）：日本海産重要カニ類の資源と生態に関する研究（ズワイガニ）、京都府立海洋センター、1-47.