

## ズワイガニの資源管理に向けて

山 崎 淳

(京都府立海洋センター)

## はじめに

日本海の底曳網漁業の最重要資源であるズワイガニの漁獲量は著しい減少傾向にあり、近年のそれは最盛時の10%も期待できない状況にある。このような不漁が続く中、資源保護を目的に水産行政や関係漁業者は省令および自主規制により漁期の設定、漁獲サイズの設定、漁獲量の制限、操業禁止区域の設定等を行っている。しかし、このような規制を実施しているにもかかわらず、資源は依然回復していないのが現状である。これは、種々の規制内要が漁業の実態やズワイガニの生態と良くあっていなかったためと考えられる。

したがって、ズワイガニの資源管理に向けて、少なくとも以上のような漁業の実態やカニの生態などについて、現時点で再検討しておく必要があると考える。

## 底曳網によるズワイガニ漁業の実態と問題点

日本海西区においてズワイガニは一部の地域でカゴにより漁獲されているが、大部分は沖合及び小型底曳網により漁獲されている。当海区のズワイガニ漁業は資源保護を目的に省令及び自主規制により、表1のように漁期、漁獲サイズ及び漁獲量が決まっている。しかし、例えば漁獲の対象となる大きさは雄ガニでは甲幅9cm以上となっているが、底曳網で資源を利用する以上、その漁具特性により漁獲対象サイズだけを選択的に漁獲するのは不可能である。また、カニ漁期外であっても、カ

表1 ズワイガニ漁業に関する規制(平成元年度現在)

		規 制 の 内 容			
漁 期	雄ガニ	3月21日から11月5日までは採捕禁止			
	雌ガニ	1月21日から11月5日までは採捕禁止			
	水ガニ <sup>*1</sup>	3月21日から12月20日までは採捕禁止			
漁獲規制サイズ	雄ガニ	甲幅9cm未満			
	雌ガニ	未成体ガニと腹部纏絡卵が未発眼な成体ガニ(アカコ)			
	水ガニ	甲幅9cm未満			
漁 獲 量 (箱数 <sup>*2</sup> )	日帰り船 <sup>*3</sup>	雌ガニ	14箱以内	水ガニ	15箱以内
	1晩泊船 <sup>*4</sup>	雌ガニ	23箱以内	水ガニ	30箱以内
	1航海船 <sup>*5</sup>	雌ガニ	54箱以内	水ガニ	70箱以内

※1 脱皮後間もない雄ガニで、身入りがあまり良くない

※2 5寸箱

※3 出港から帰航まで24時間未満

※4 出港から帰航まで24時間以上48時間未満

※5 出港から帰航まで48時間以上

ニ漁場内（水深200～400m）でカレイ類等を対象に操業が行われているが、この場合についてもカレイ類だけを選択的に漁獲するのは不可能である。したがって、どちらの場合においても、水揚げすることができないカニが入網し、海上投棄されている（以下、このようなカニを“投棄ガニ”と呼ぶ）。そこで、まず始めに以上のような底曳網漁業が現在抱えている問題点について述べてみたい。

### 1 投棄ガニの量と大きさ

京都府沖合のカニ漁場内における月別水深別の投棄ガニの量を表2に示した。投棄ガニの個体数は全て一曳網当たりであるが、これは底曳網船に乗船して計測を行ったり、漁業者に一曳網分の投棄ガニを持ち帰ってもらい計測したものである。月別に投棄ガニの量を見ると、3～5月、11月では一曳網当たり平均600個体以上であり、他の月と比較すると多くなっていた。水深別にみると、水深220m～240m、270m域では平均500個体以上であり、他の水深帯と比較すると多くなっていた。とくに、水深230m～240mでは周年多い傾向がうかがわれ、1,000個体以上の場合も認められた。このように全体的に投棄ガニの量は多く、例えば、カニ漁期中においては1回の操業で漁獲サイズである甲幅9cm以上の雄ガニが10個体獲れたとすると、投棄ガニはトロ箱10箱以上（約500個体）である場合も少なくない。また、4～5月のアカガレイ漁では1回の操業でアカガレイがトロ箱に2～3箱（100尾前後）であるのに対し、投棄ガニの量はトロ箱20箱以上（約1,000個体）もあることが多い。

表2 京都府沖合における月別・水深別の投棄ガニの個体数（単位：一曳網当りの入網数）

水深	4月			5月			10月			11月			12月		
	雄	雌	計	雄	雌	計	雄	雌	計	雄	雌	計	雄	雌	計
220m							318	273	591						
230m	777	896	1,673	244	150	394									
240m	205	550	755	796	736	1,532									
250m	50	122	172	85	295	380									
260m													18	50	68
270m										238	602	840	41	169	210
300m							103	20	123						
平均	344	522	866	375	393	768	210	146	356	238	602	840	29	109	138

水深	1月			2月			3月			平均		
	雄	雌	計	雄	雌	計	雄	雌	計	雄	雌	計
220m										318	273	591
230m				346	267	613	489	465	954	464	444	908
240m							148	470	618	383	585	968
250m							54	277	331	63	231	294
260m	21	90	111	28	75	103				22	71	93
270m										139	385	524
300m										103	20	123
平均	21	90	111	187	171	358	203	404	607			

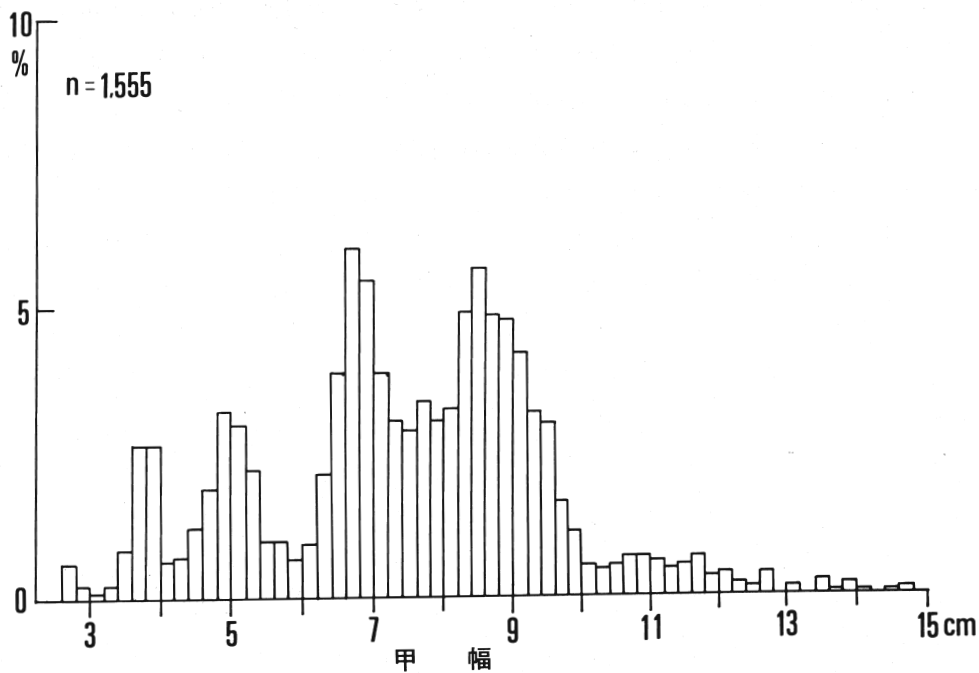


図1 投棄ガニ（雄）の甲幅組成

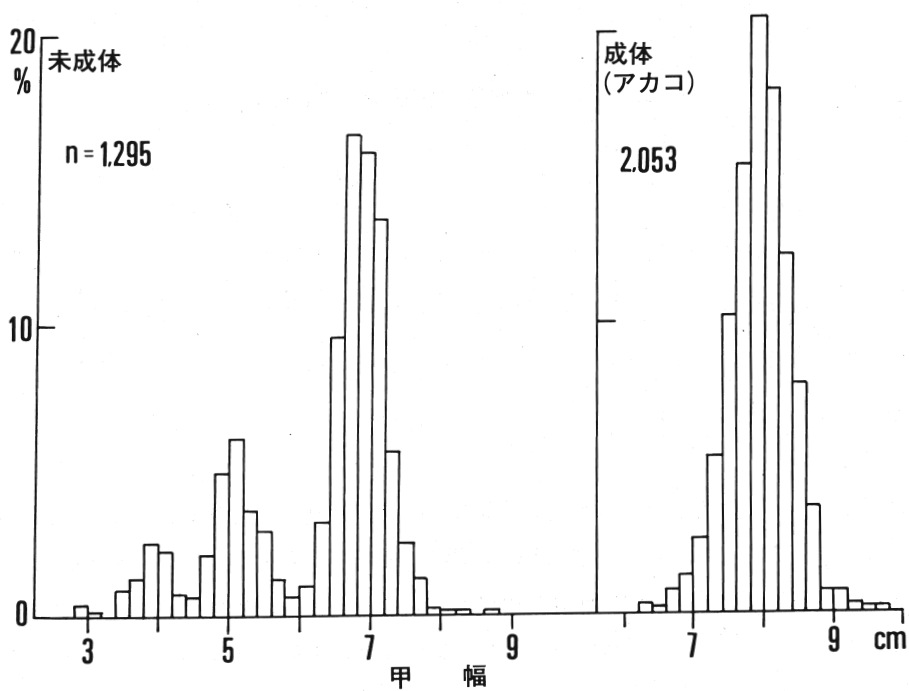


図2 投棄ガニ（雌）の甲幅組成

次に、投棄ガニの大きさ（甲幅）について述べてみたい。雌雄別の投棄ガニの甲幅組成を図1、2に示した。雄ガニでは甲幅3～15cmのものが海上で投棄されていた（図1）。なお、甲幅9cm以上の個体は漁獲の対象となるが、カニ漁期以外の月ではズワイガニの採捕が禁止されているため投棄されているし、漁期中であっても脱皮直後で商品価値のないものは投棄されている。投棄ガニの主体は甲幅7cmと8.5cm前後にモードをもつ群であり、これらは漁獲の対象となる直前の群であった。雌ガニでは甲幅3～9cmのものが海上で投棄されていた（図2）。その主体は甲幅7cm前後にモードをもつ未成体群（マンジュウ）と8cm前後にモードをもつ成体群（アカコ）であり、雄ガニと同様に漁獲の対象となる直前のものであった。

以上のことから、底曳網の操業中には雌雄とも漁獲対象の直前の大きさのカニを主体に、かなりの量が海上で投棄されていることが明らかになった。このようないわゆる「資源の不合理漁獲」は、ズワイガニ資源を底曳網で利用すること、また、漁獲対象となるサイズのカニやアカガレイと漁獲対象以下の小型のカニがほぼ同一海域に生息していることなどから、現状では避けられない問題となっている。

## 2 投棄直後のカニの生残率

ズワイガニ資源の保護という意味において、投棄された後のカニの生残率が100%であれば、大きな問題は生じない。しかし、この生残率が極端に低いものであれば、投棄ガニの量が多だけに資源は急速に減少の一途をたどることになりかねない。そこで、投棄された後のカニの生残率を推定した（表3）。この生残率の推定方法は、底曳網の操業中に混獲された投棄ガニをカゴに入れ、海底に降ろして5時間沈漬した後に船上に回収し、カニの生死を判定して行った。

表3 月別・雌雄別の投棄直後の生残率と調査時の水温、気温

	雄ガニ %	雌ガニ (成体) %	雌ガニ (未成体) %	気温 ℃	水温 (表層) ℃	水温 (底層) ℃
3月	99.3 (149/150)*	71.4 ( 5/7 )	100.0 (137/137)	8.5	12.0	1.1
4月	96.5 ( 55/57 )	98.6 ( 72/73 )	95.5 ( 42/44 )	14.5	15.1	3.6
5月	86.9 (113/130)	87.0 ( 20/23 )	96.6 (114/118)	17.6	17.5	1.3
10月	0.0 ( 0/93 )	2.9 ( 3/102)	14.9 ( 10/67 )	21.5	21.4	3.2
12月	100.0 ( 24/24 )	100.0 ( 37/37 )	100.0 ( 13/13 )	14.0	16.8	1.9

※ (生残個体数/調査個体数)

全体的に投棄直後の生残率をみると、3～5月、12月では高く、10月では極端に低かった。生残率が高かった3～5月、12月において、12月の場合（100%）を除いた月の生残状況は、多くのものは生き残っているようであるが、底曳網の操業により何個体かは死んでいる。10月の生残率では極端に低い結果であったが、これは脱皮直後で甲羅が非常に柔らかかったこと、海底の水温に比べ表面水温及び気温が高かったことなどによるためと考えられた。脱皮直後のカニでは底曳網に入網した際に、他の漁獲物の圧力が大きなダメージになるものと思われ、船上に揚げられた時点で大部

分のもが死んでいた。たとえ、船上で生きていたとしても脱皮直後のカニは投棄後、海底に沈まず、海面を浮遊しておりやがて死んでしまう。また、3～5月においても何個体かのカニが死んでいたが、これは底曳網に入網した際の漁獲物による圧力と表面水温及び気温が多少高かったためと考えられた。ズワイガニが生息する水深200m以深の水温は周年0～5℃と低いため、水温や気温の高い場所に長時間さらされることもダメージとなるのであろう。

表3に示した投棄直後の生残率の推定方法では上述のとおり、通常海上投棄されているカニをカゴに入れ海底まで降ろした。投棄されてから海底に到達するまでの時間は、カゴを使って行う場合の方が漁業者による通常の場合よりもかなり早いと思われる。また、船上に揚げられてから投棄されるまでの時間は、今回の調査の場合の方が漁業者による通常の場合よりも短かった。これらのことから判断すると、表3に示した生残率は実際の場合に比べ、多少過大評価していることが考えられる。つまり、通常の操業で投棄されているカニの投棄直後の生残率は、表3に示した数値よりも低いといえる。

### 3 投棄ガニの死亡による資源の減耗

底曳網の1回の操業で死亡するカニの個体数 ( $C_1$ ) は、漁場内 (漁場面積;  $S$ ) の初期資源個体数を  $N$  とすると、次のように計算できる。

$$C_1 = N \cdot S^{-1} \cdot s \cdot k \cdot (1 - e^{-F}) \quad (1)$$

ここで、 $s$  は一曳網当りの掃過面積、 $K$  は漁獲効率、 $F$  は一曳網当りの減耗係数である。つまり、 $(1 - e^{-F})$  とは一曳網当りの投棄されたカニの死亡率を意味する。投棄された後に生き残ったカニは、再び底曳網に入り船上に揚げられ再度投棄される可能性があることから、同じカニが何回も投棄される場合がある。このことを考慮すると、 $n$  回目の操業における死亡個体数 ( $C_n$ ) は、 $S^{-1} \cdot s \cdot k \cdot (1 - e^{-F})$  を  $A$  とすると、

$$C_n = N \cdot \left\{ A - (n-1) \cdot A^2 + \frac{(n-1)(n-2)}{2} \cdot A^3 - \dots \right. \\ \left. - (-1)^n \cdot \frac{(n-1)(n-2) \dots (n-(n-1))}{(n-1)!} \cdot A^n \right\} \quad (2)$$

と表わせる。したがって、ある時期に  $n$  回の操業を行ったときの  $n$  回目までの全死亡個体数 ( $\sum_{i=1}^n C_i$ ) は、

$$\sum_{i=1}^n C_i = N \cdot \left\{ nA - \frac{n(n-1)}{2} A^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{6} A^3 - \dots \right. \\ \left. - (-1)^n \cdot \frac{(n-1)(n-2) \dots (n-(n-1))}{(n-1)!} \cdot A^n \right\} \quad (3)$$

となる。また、 $n$  回の操業を行った後の初期資源個体数に対する生残率  $S_n$  は、次式で与えられる。

$$S_n = \left[ N - N \left\{ nA - \frac{n(n-1)}{2} A^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{6} A^3 - \dots - (-1)^n \cdot \frac{(n-1)(n-2) \dots (n-(n-1))}{(n-1)!} A^n \right\} \right] / N \quad (4)$$

但し、この場合には逸散や自然死亡による資源の減耗はないものと仮定している。また、逸散や自然死亡が無視できるだけの短期間に、集中的にn回の操作が行われた後の  $S_n$  は、次式で近似的に計算することができる。

$$S_n = \{ N - N \cdot S^{-1} \cdot s \cdot k \cdot (1 - e^{-F \cdot n}) \} / N \quad (5)$$

(4)式をもとにして、ある期間における投棄直後の生残率と操作回数とその期間内の資源の生残率の関係を計算し図3に示した。ここで、Sは京都府沖合の水深230m～250m域の約250km<sup>2</sup>、sは1.756km<sup>2</sup> (山崎他, 1990)、kは0.29 (Sinoda, 1968) とした。

ここで、ある期間に1,000回の操作が行われる場合を例にして資源の減耗状況を見ると、投棄直後の生残率が比較的高いと考えられた3～4月では約10% (生残率90%)、極端に低いと考えられた10月では約90% (生残率10%) の資源が死亡することが分かる。いま仮に、資源の減耗を10%程度 (生残率90%) にとどめようとするならば、3～4月では1,000回程度の操作を行っても差し支えないが、10月では100回以下にしなければならない。すなわち、投棄直後の生残率が高い時期では多少操作回数が多くても問題はないが、低い時期では極力操作回数を減らすことが必要となる。

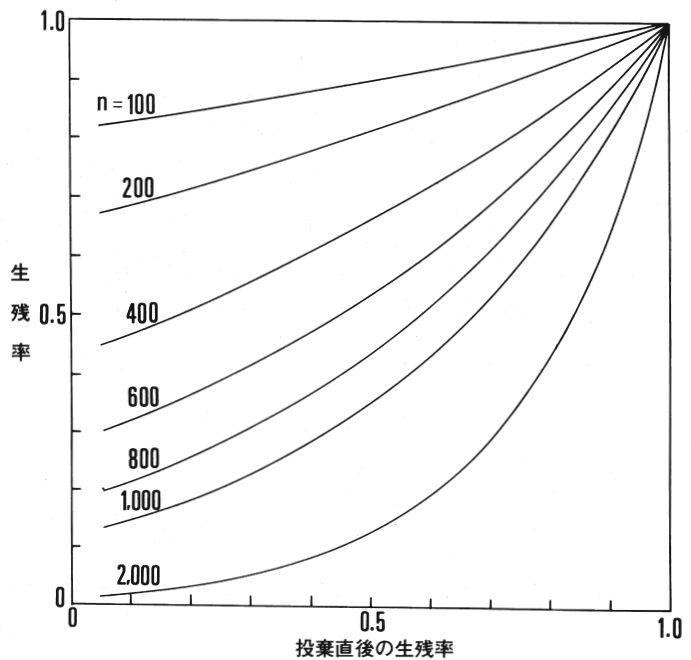


図3 投棄ガニの死亡による資源の減耗状況。ある期間内における操作回数、投棄直後の生残率と初期資源に対する生残率の関係

## 雄ガニの最終脱皮と生残率の推定\*

ズワイガニでは雌ガニには生涯の最終脱皮が存在することがすでに報告されている（吉田，1951）。しかし、同じ種であっても雄ガニには存在しない！？果たして本当であろうか？

最近、カナダ北大西洋のセントローレンス湾のズワイガニについて、Conan and Comeau（1986）が雄ガニにも最終脱皮が存在するという大変ショッキングな報告を行った。この報告によると、甲羅に対して鉗脚（ハサミ脚）の大きい個体では最終脱皮をすでに終えており、鉗脚が小さい個体では最終脱皮を終えていないと指摘し、このように両者は外部形態の違いにより識別することができるかと指摘した。雄ガニに最終脱皮が存在するかしらないかは、今後資源管理を進めていく上で大変重要なことである。そこで、日本海産の雄ガニにも最終脱皮がみられるかどうか調べてみた。

### 1 雄ガニにも最終脱皮が存在する！

京都府沖合で採捕した（1989年8月から1990年10月）甲幅6 cm以上の雄ガニを使って、相対的に鉗脚の大きい個体と小さい個体を分けて、月別の脱皮ステージの出現状況に注目した。脱皮ステージは第2小顎（2nd-maxilla）を採集して、第2小顎の基節（basipodite）の縁辺部分の新旧の表皮（epidermis）及び剛毛（seta）の形成もしくは分離の程度を光学顕微鏡で観察し、特徴的な次の4つのステージに区分した。

Aステージ：基節の縁辺部分の厚さは薄くて非常に柔らかく、白色もしくは乳白色を呈している。脱皮を行って間もないステージ。

Bステージ：基節の縁辺部分は厚くて硬く、茶黒色を呈している。脱皮を行ってある程度月日が経過したステージで、次の脱皮の準備は行っていない。

Cステージ：縁辺部分の内側には新しい基節の表皮や剛毛が形成されている。しかし、古い表皮と新しいそれとの間は狭く、両者は完全には分離していない。次の脱皮の準備を始めたステージ。

Dステージ：新しい基節の表皮と剛毛は古い基節のそれらから完全に分離している。脱皮直前のステージ。

図4に示すように、鉗脚の大きい個体では脱皮前であるC、Dステージの出現は全くみられなかった。仮に、鉗脚の大きい個体が2～3年に1回脱皮を行うのであれば、CステージやDステージは確立的には30～50%、約80～130個体は出現するはずである。しかし、1個体も出現しなかったということは、最終脱皮が存在していることを意味する。さらに、9、10月にみられたAステージの個体は、鉗脚の小さい個体が脱皮を行い、鉗脚が大きくなったものである。日本海でのこれまでの雄ガニの標識放流結果をみると、放流から再捕までの期間が2年以上であったにもかかわらず、その間脱皮を行っていなかった事例が報告されている（伊藤，1956；Yamasaki et al., 1990）。これらは、すでに最終脱皮を終えた個体に標識を付けて放流された事例と考える。

一方、鉗脚の小さい個体では6～7月頃にCステージが、9～10月頃にはDステージとAステー

\* 日本水産学会誌に投稿中

ジがみられたことから、脱皮の時期はおよそ9～10月頃と考えられた。この結果は、従来の日本海における報告（伊藤，1970）と概ね一致している。脱皮の周期については、脱皮の時期に当たる9～10月にはほとんど全ての個体が脱皮前もしくは脱皮直後であったことから、1年に1回脱皮を行うものと考えられた。従来、大型の雄ガニでは2～3年に1回脱皮を行っている可能性が高いという報告がなされていたが、これはすでに最終脱皮を終えた個体を含めた標識放流の再捕期間をもとに推測されたためと思われる。

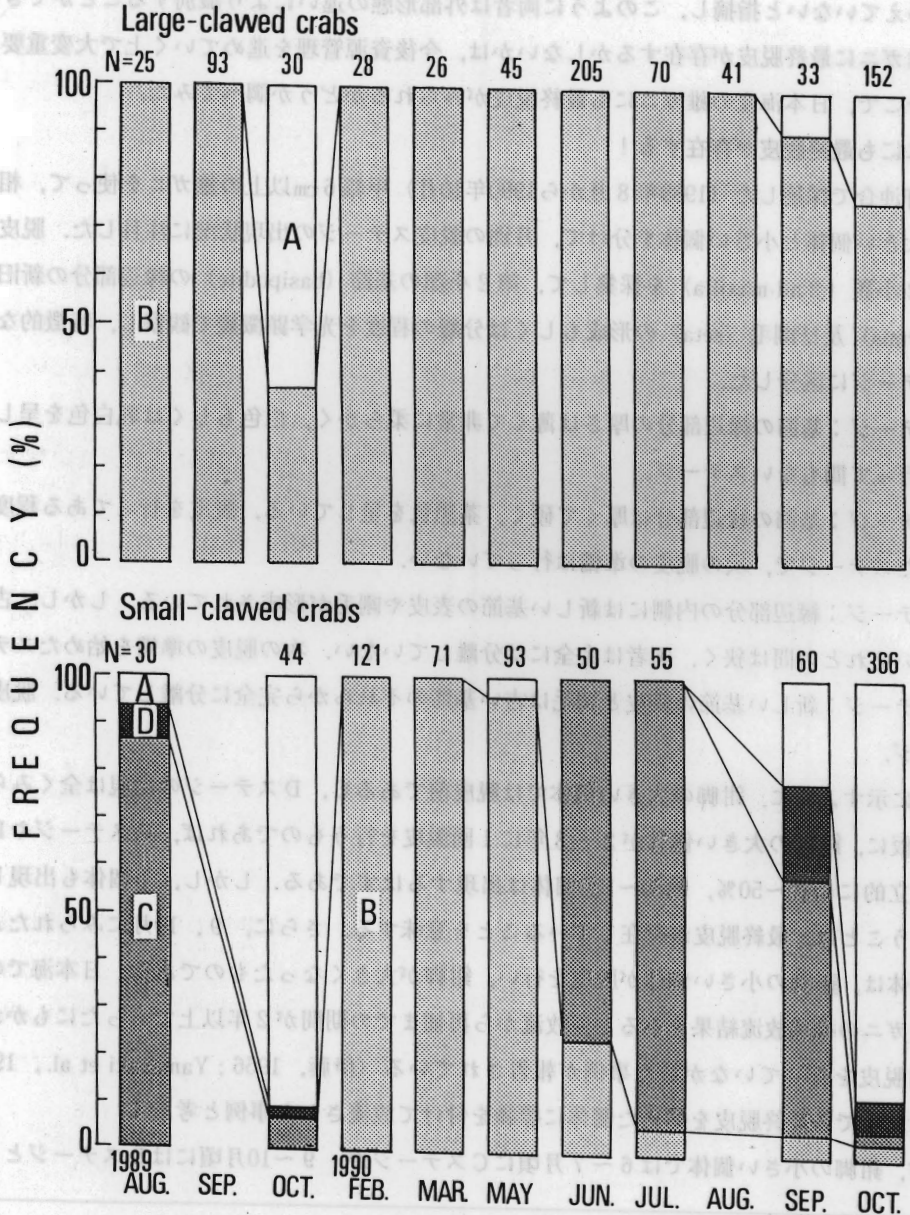


図4 鉗脚の大きい個体と小さい個体の脱皮ステージの月別出現割合



## 2 脱皮・成長パターン

上述したように、最終脱皮を終えた個体と終えていない個体は、甲羅に対する鉗脚の大ききで区別することができる。図5に京都府沖合で採捕した雄ガニの甲幅と鉗脚高の相対関係を示した。図中の直線よりも上側の個体は最終脱皮を終えており、下側の個体はまだ最終脱皮を終えていない。図5から、甲幅7cm以下では最終脱皮を終えていない個体、12cm以上では最終脱皮を終えた個体だけで構成されており、7~12cmのところでは両方の個体で構成されていることが明らかになった。これをもとに、甲幅毎の両方の個体の割合を計算してみた(表4)。最終脱皮個体の占める割合は甲幅8cmと9cmの場合を除くと、甲幅が大きくなるほど高くなる傾向がみられた。

次に、最終脱皮の存在を考慮するとともに、各令期群の頻度分布が正規分布するものと仮定し、堤・田中(1988)にしたがい各令期群の平均甲幅と標準偏差を推定した(表5、図6)。ところで、雄ガニにも最終脱皮が存在するのであるから、ひとつの令期群は単一年級群ではなく複数年級群により構成されている。標識放流の結果から推測するかぎり、最終脱皮を終えてからの寿命はおよそ4年と考えられる(但し、この寿命とは漁獲による死亡も含める)。また、各令期群の中に存在する鉗脚の小さい個体群は、毎年脱皮を行うわけであるから単一年級群である。以上のことから、雄ガニの脱皮・成長パターンは図7のようになる。図中の $n_a \sim n_c$ 、 $n'_a \sim n'_d$ は単一年級群である。 $r'_b$ と $r_b$ 、 $r'_c$ と $r_c$ とはA群がB群に、B群がC群にそれぞれ加入した際における最終脱皮個体とそうで

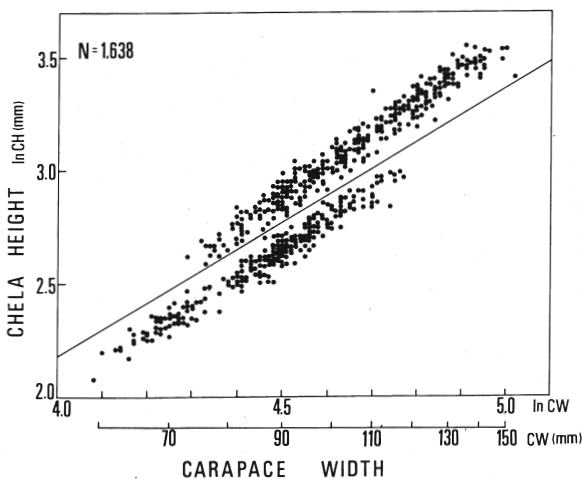


図5 甲幅と鉗脚高の相対関係

表4 甲幅毎の鉗脚の大きい個体と小さい個体の出現割合

甲幅 (mm)	鉗脚の大きい 個体 (%)	鉗脚の小さい 個体 (%)
60~69	0.3	99.7
70~79	11.8	88.2
80~89	29.4	70.6
90~99	25.9	74.1
100~109	56.9	43.1
110~119	73.6	26.4
120~129	95.1	4.9
130~	100.0	0.0

表5 令期毎の平均甲幅、標準偏差及び出現割合

令期	平均甲幅 (cm)	標準偏差 (cm)	出現割合 (%)
A	6.7	0.5	17.0
B	9.1	0.6	52.3
C	11.1	0.6	22.3
D	13.0	0.6	7.5

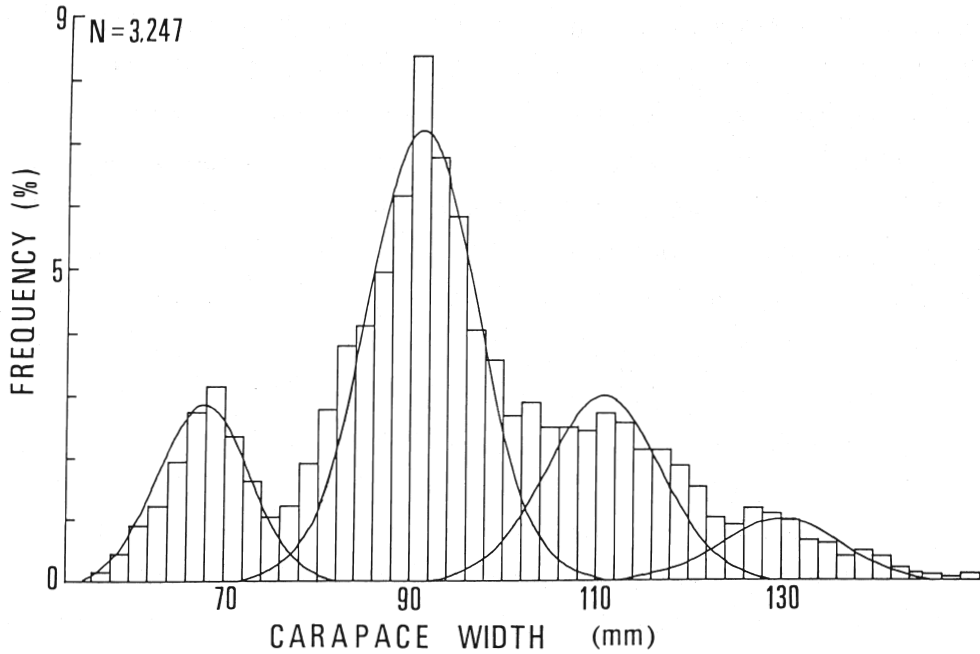
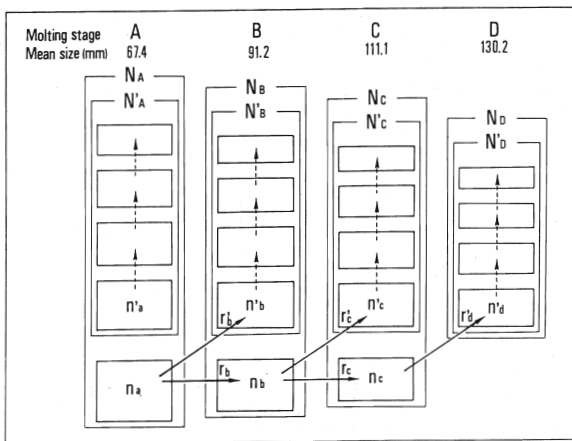


図6 雄ガニの甲幅組成と令期群毎の正規分布曲線



$N_A \sim N_D$ : A ~ D 群の全体の個体  
 $N'_A \sim N'_D$ : A ~ D 群の中の鉗脚の大きい個体  
 $n_a \sim n_c$ : A ~ C 群の中の鉗脚の小さい個体  
 $n'_a \sim n'_d$ : A ~ D 群に加入して1年以内の鉗脚の大きい個体  
 $r'_b \sim r'_d$ : 最終脱皮を行った個体  
 $r_b \sim r_c$ : 最終脱皮とならなかった個体  
 →: 脱皮    ---: 脱皮は行わない

図7 雄ガニの脱皮・成長パターン

ない個体との割合で、これらのパラメータは脱皮直後の個体の最終脱皮を終えたものと終えていないものの比から、容易に推定することができる。また、各令期群の  $n'$  と  $n$  の生残率が同じとすれば、 $r'_b / r_b = n'_b / n_b$ ,  $r'_c / r_c = n'_c / n_c$  となる。

### 3 生残率の推定方法

このように、各令期群が複数年級群により構成されているような場合では、単に令期群全体の個体数から生残率 (year<sup>-1</sup>) を推定することができない。Shinoda and Kobayashi (1968) はすでに最終脱皮の存在が報告されていた雌ガニを例にして、ひとつの令期群の中に複数年級群が累積されている場合の最終脱皮を終えた群の生残率の推定方法を報告した。

この方法をもとに、各令期群全体の個体数の比から、脱皮後1年以内の生残率 (P) と最終脱皮を終えてから1年以上経過した個体の生残率 (S) は、図7のパラメータを使って次のように表わせる。

$$\frac{N_C}{N_B} = \frac{P}{1 + N'_B/n_b} \cdot (r_c + r'_c \cdot \frac{1 - S^{\Delta t}}{1 - S}) \quad (6)$$

$$\frac{N_D}{N_C} = \frac{P}{1 + N'_c/n_c} \cdot \frac{1 - S^{\Delta t}}{1 - S} \quad (7)$$

ここで、 $\Delta t$ とは最終脱皮を終えてからの寿命である。(6)式はB、C群の個体数の比からC群のPとSを、(7)式はC、D群の個体数の比からD群のPとSを推定するものである。両式の個体数の比とP、Sの関係を図8、9に示した。Pとは脱皮による自然死亡や「水ガニ」として漁獲されることによる減耗や、投棄されることによる減耗を差し引いた生残率である。上述したように、脱皮後間もない個体の投棄後の生残率は極端に低いこと、また、近年では漁獲量の減少を補うため「水ガニ」に対する努力量も強くなっていることから、 $P < S$ の相対関係が成り立つものと考えられる。

また、Sは各令期群の最終脱皮を終えた個体と終えていない個体の割合 ( $N'/n, r'/r$ ) から、次式により近似的に推定することができる (図10)。

$$\frac{N'}{n} = \frac{r'}{r} \frac{1 - S^{\Delta t}}{1 - S} \quad (8)$$

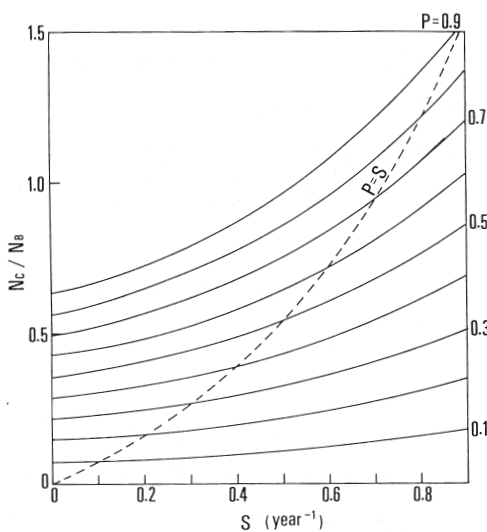


図8  $N_C/N_B$ とS, Pの関係

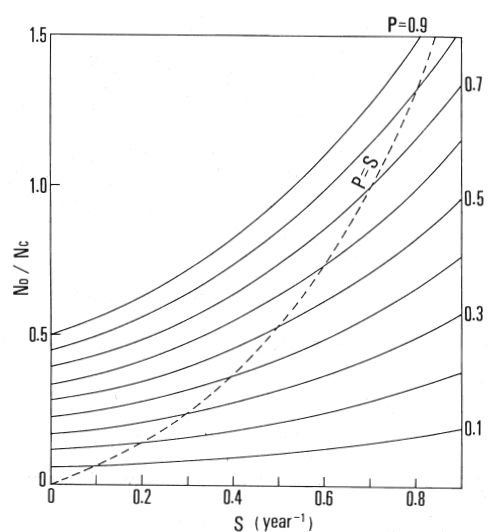


図9  $N_D/N_C$ とS, Pの関係

各令期群は複数年級群により構成されているわけであるから、1年のデータだけで定常状態を仮定して生残率を推定することは大きな誤差が生じる危険性がある。△t=4とするならば、少なくとも4年分のデータを蓄積して推定することが望まれる。

## おわりに

資源管理の目標として、どれ位の資源を保護すればよいのかを生物の再生産能力から判断するのは、現時点では困難なことと考える。しかし、資源の有効利用という側面からみると、少なくとも投棄ガニの実態に代表されるような「資源の不合理漁獲」は極力軽減する必要がある、漁獲の対象となる資源の

加入量を増大させることが不可欠であろう。それには、投棄ガニを積極的に保護する必要がある。特に、脱皮後間もない個体では、底曳網に入網することだけで減耗してしまうから、図3に示したように努力量を大幅に軽減しなければならない。現在の投棄直後のカニの生残率は平均的にみると50%程度といわれているが、シミュレーションの結果ではこの生残率を60%に引き上げることにより、5年後の漁獲量は生残率50%のままの場合の約1.5倍に増加する(石川・福井・京都・兵庫・鳥取・島根・山口, 1991)。投棄直後の生残率を引き上げる方法としては、投棄直後の生残率が極めて低い9、10月では、特に脱皮直後のカニが多く分布する海域は操業禁止にすることが望まれる。また、底曳網でカニを獲るかぎり投棄ガニは多かれ少なかれ生じるわけであるから、投棄に際しては極力早く、丁寧に行うことが必要であろう。

一方、現在雄ガニの漁獲サイズは甲幅9cm以上とされている。このサイズはIsopleth Diagramにより決定されたようであるが、これは雄ガニが死亡しないかぎり脱皮を繰り返し、成長し続けるという条件のもとに計算されている。最終脱皮が存在することが生物学的にどのような意味をもつのか、現在のところ明確な答えは得られていないが、少なくとも最終脱皮を考慮したかたちで漁獲サイズを再度検討することも必要となろう。

いずれにしても、今後底曳網によるズワイガニ漁業の実態やカニの生態に良くあった型の資源保護方策(漁業規制)を検討する必要があると考える。

## 文 献

Conan, G. Y and M. Comeau (1986) Functional maturity and terminal molt of male snow crab *Chionoecetes opilio*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, (43), 1710-1719.

石川・福井・京都・兵庫・鳥取・島根・山口 (1991) 広域型資源培養管理対策推進事業報告書, 印刷

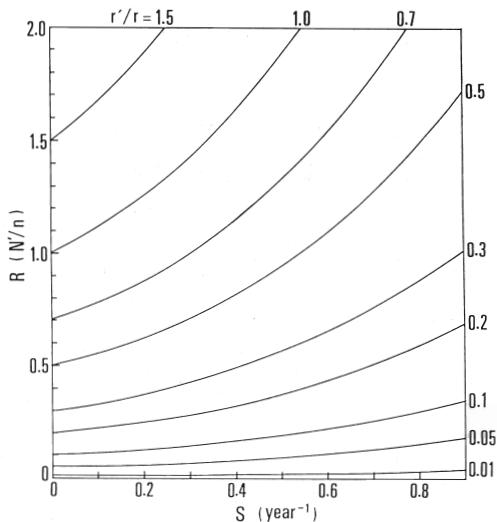


図10 R(N'/n)とS, r'/rの関係

中.

- 伊藤勝千代 (1956) 日本海の底魚漁業とその資源, 重要魚族の漁業生物学的研究 (ズワイガニ). 日水研報告, (4), 293-305.
- 伊藤勝千代 (1970) 日本海におけるズワイガニの生態に関する研究-Ⅲ, 甲幅組成および甲殻硬度の季節変化から推測される年齢と成長について. 日水研報告, (22), 81-116.
- Shinoda, M. (1968) Studies on fishery of zuwai crab in the Japan Sea-Ⅱ, Rate of exploitation and efficiency of seining operation. *Nippon Suisan Gakkaishi*, (34), 391-394.
- Shinoda, M. and Kobayashi, T. (1968) Studies on the fishery of zuwai crab in the Japan Sea-Ⅳ. Survival rate of female crab. *Nippon Suisan Gakkaishi*, (34), 695-698.
- 堤 裕昭・田中雅生 (1988) 体長頻度分布データからの世代解析, パソコンによる資源解析プログラム集, 東海区水産研究所, 189-207.
- 山崎 淳・桑原昭彦・浜中雄一・傍島直樹 (1990) 京都府沖合海域におけるズワイガニの生態に関する研究-V, 底曳網とカニカゴの漁具特性に関する一考察. 海洋センター研報, (13), 35-40.
- Yamasaki, J. Shinoda, M. and Kuwahara, A. (1990) A method for estimating survival rate of male zuwai crab (*Chionoecetes opilio*) in the west Japan Sea. *Proc. Int. Symp. King & Tanner crabs, Alaska Sea Grant College Program Report*, (90-04), 575-585.
- 吉田 裕 (1951) 有用カニ類の雌雄に見られる大きさとその原因に就いて. 日水誌, (16), 90-92.