

## 鳥根県隠岐島周辺海域における ズワイガニの漁獲率

安 達 二 朗

(鳥根県水産試験場)

### はじめに

日本海におけるズワイガニ資源は、漁獲量の減少が示しているように、現在きわめて厳しい状況にある。このズワイガニ資源が減少した主な原因としては、乱獲にあると考えられるが、その対策は操業期間の短縮という消極的な方法がとられている。

近年、鳥取県、兵庫県、京都府、福井県、石川県においては、ズワイガニ用の人工魚礁が設置され、その効果調査が行われている。その結果はいずれも人工魚礁周辺海域での漁獲増が認められているようであるが、これは小型ガニを保護し、大きく成長した段階で漁獲していることと考えられ、資源の回復がなされているというよりも、その海域でのズワイガニ資源を有効に利用しているものであろう。もともと、資源の回復を図るためには資源の利用度を下げることが基本となる。

著者は1989年から現在まで、水産庁開発課の直轄事業である特定魚種漁場開発調査（ズワイガニ調査）の生物調査を担当しているが、この調査の一環として標本船調査を設けた。この目的はズワイガニ漁場を把握するとともに、漁獲記録をもとに、ズワイガニ雌雄の漁獲率を求めることにあり、資源の利用度を下げするための基礎資料とするものである。

ここではズワイガニ雌雄の漁獲率が、それぞれ異なっていることを明らかにし、その原因が何にあるのかを検討したので報告する。

### 資料と方法

標本漁船数は底曳網漁船について兵庫県10隻、鳥取県12隻であるが、両県船とも標本抽出率は約50%である。鳥根県のかご網漁船は現在13隻の許可があるが、解析の対象としたのは西郷港所屬船6隻である。標本漁船の調査表は、操業月日と1曳網ごとの場所（農林漁区）と雌雄の漁獲尾数あるいは漁獲箱数が記入されている。鳥根県のかご網漁船は操業日ごとの場所（農林漁区）と雄の漁獲尾数が記入されている。これらのデータは平成元年度漁期のものである。

これらの調査表をもとに漁場別に、漁法別に、また雌雄別に資源解析を行ったが、最初に漁期間を通して、旬ごとに使用した漁区数、曳網回数、雌雄別漁獲尾数に整理した。（表1, 5, 9）。整理されたデータに対する考え方として、資源に影響を与える漁獲の力は、魚群密度の低い場所での操業と魚群密度の高い場所での操業では、同じ漁獲努力量であっても、魚群密度の高い場所での操業の方が資源に与える影響は大きい。したがって魚群の密度分布と漁獲努力量の漁場配分を考慮した有効漁獲強度の概念が必要となる。

有効漁獲強度（ $f$ ）と全死亡係数（ $Z$ ）の関係はWIDRIG（1954）にしたがうと、 $Z = M + qf$ 、 $qf = F$ （ただし、 $M$ ：自然死亡係数、 $F$ ：漁獲係数、 $q$ ：漁獲能率）であるので、旬ごとの $Z$ と $f$ を求めることにより、 $M$ と $q$ が推定できる。すなわち $Z$ は各旬の前後の資源量指数（ $N'$ ）の比を生残率（ $S$ ）とし、その対数をとると、 $(Z = -\ln S)$   $Z$ が得られる。

一方、有効漁獲強度（ $f$ ）は次のように求めることができる。

すなわち

$i$ ：各漁区の番号、 $A_i$ ：各漁区の面積、 $X_i$ ：各漁区の漁獲努力量、 $\phi_i$ ：各漁区の魚群密度、 $C_i$ ：各漁区の漁獲尾数とすると、

$$\text{密度指数 } \phi' = \frac{C_i}{X_i}$$

$$\text{資源量指数 } N' = \sum A_i \frac{C_i}{X_i}$$

$$\text{平均密度指数 } \phi = \frac{\sum A_i \frac{C_i}{X_i}}{A}$$

$$\text{有効努力量 } X' = \frac{\sum C_i}{\phi}$$

$$\text{有効漁獲強度 } f = \frac{1}{A} \frac{\sum C_i}{\phi} = \frac{X'}{A}$$

$$\text{有効度 } r = \frac{X'}{\sum X_i} \text{ となる。}$$

有効度 $r$ は魚群密度が均一で、漁獲努力量が全漁場に配分される時 $r = 1$ となり、漁獲努力量が魚群密度の高い場所に多く、魚群密度の低い場所に少ない時 $r > 1$ 、この逆の場合 $r < 1$ となる。有効度が1.0より大きい時は資源に対する圧力は大きく、1.0より小さい時はそれほどでもないことを示す。

得られた各期（旬）の有効漁獲強度（ $f$ ）と全死亡係数（ $Z$ ）との回帰式を求め、回帰係数（ $q$ ）と有効漁獲強度（ $f$ ）との積を漁獲係数（ $F$ ）とし、漁獲率 $E = \frac{F}{Z} (1 - S)$ を計算した。

雌雄の漁獲率の相違についての検討は、特定魚種漁場整備開発調査事業の調査海域での試験船島根丸による1989年8月の分布調査結果を用い、分布の集中度を比較した。調査海域は農林漁区8593に含まれており、図1中にマークしてある。

## 結果と考察

### 1 ズワイガニの漁場

底曳網漁場（図1）は、全体として兵庫県、鳥取県、島根県の沖合、隠岐島の北方海域に形成されているが、曳網回数からみて主漁場は隠岐島北方海域と隠岐島西方の島根県沖合域にある。標本漁船の漁獲記録によると、隠岐島北方海域では鳥取県船操業もみられるが、主体は兵庫県の漁船である。また隠岐島西方の島根県沖合域では、主として鳥取県の漁船が操業している。

かご網漁場（図2）は西郷船、浦郷船、恵曇船、七類船のそれぞれの操業海域が決められており、  
 毎年の漁場位置に変化はない。

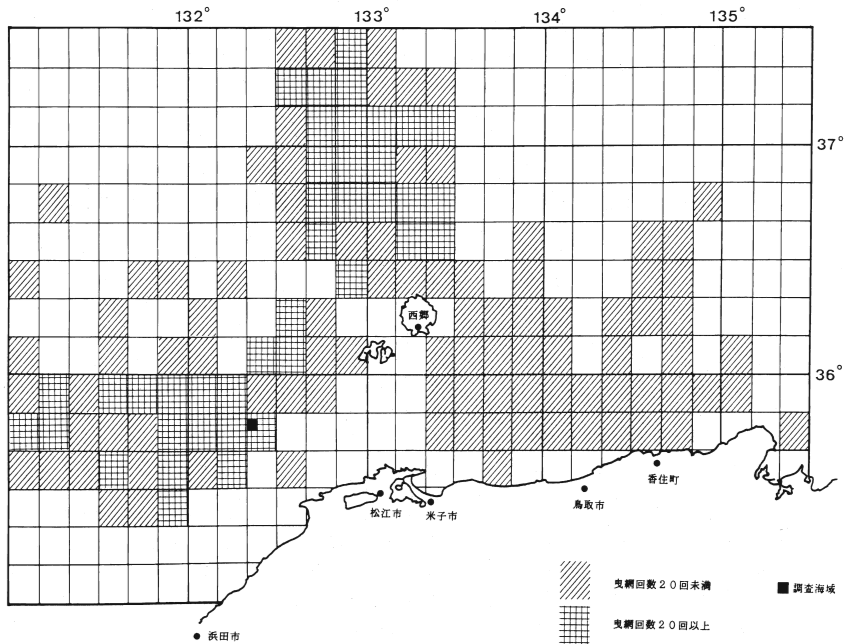


図1 標本船調査によるズワイガニ操業位置

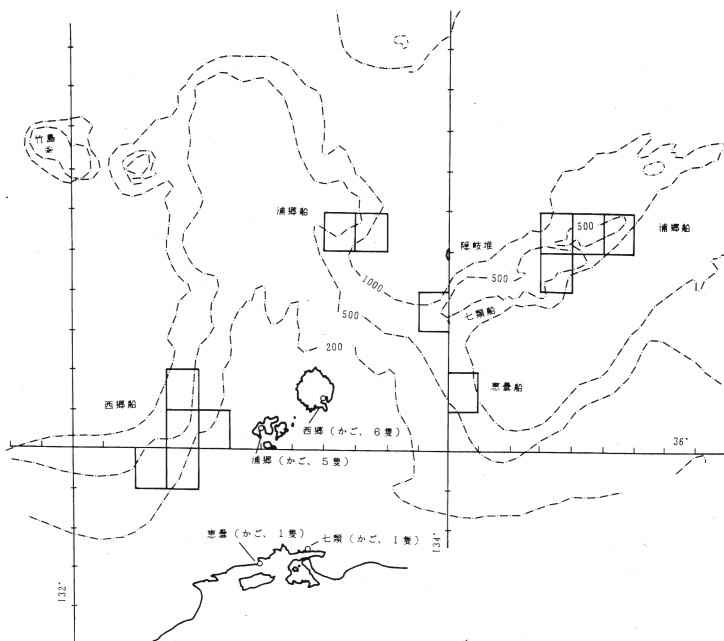


図2 かご網漁船の漁場

## 2 隠岐北方海域における解析

表1に兵庫県の本標漁船の調査表に基づいて計算した隠岐島北方海域におけるズワイガニの資源量指数と有効漁獲強度を示した。資源量指数をみると、雌雄とも漁期初めの1989年11月中旬に値が大きくなり、1990年1月上旬まで時間の経過とともに、しだいに小さくなっていく傾向がある。このことは解禁時に棲息していたズワイガニを漁獲によってまびいていることを示していると考えられる。

表1 隠岐北方海域におけるズワイガニの資源量指数と有効漁獲強度

年 月 旬	漁区数 A	曳網回数 X	漁獲尾数		資源量指数N'		平均密度指数φ		有効努力量X'		有効漁獲強度f		有効度r		
			♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
1989. 11. 上	5	208	1,376	11,160	32.7	454.0	6.5	90.8	211.7	122.9	42.3	24.6	1.0	0.6	
	中	17	548	3,181	19,000	97.7	529.8	5.7	31.2	558.1	608.9	32.8	35.8	1.0	1.1
	下	13	610	2,575	14,189	61.5	322.3	4.7	24.8	547.9	572.1	42.1	44.0	0.9	0.9
1989. 12. 上	15	533	1,467	3,378	46.8	131.6	3.1	8.8	473.2	383.9	31.5	25.6	0.9	0.7	
	中	15	635	1,883	3,177	41.4	81.6	2.8	5.4	672.5	588.3	44.8	39.2	1.1	0.9
	下	13	409	1,859	1,937	24.5	26.2	1.9	2.0	978.4	968.5	72.3	74.5	2.4	2.4
1990. 1. 上	6	323	952	1,823	20.9	31.9	3.5	5.3	272.0	343.9	45.3	57.3	0.8	1.1	
	中	14	638	3,602	9,595	104.1	247.9	7.4	17.7	486.8	542.1	34.8	38.7	0.7	0.8
	下	8	467	1,837	539	43.3	6.6	5.4	0.8	340.2	673.7	42.5	84.2	0.7	1.4
1990. 2. 上	9	451	1,428	496	54.6	12.5	6.0	1.4	238.0	354.3	26.4	39.4	0.5	0.8	
	中	9	321	1,580	250	87.9	40.1	9.8	4.4	161.0	56.8	17.9	6.3	0.5	0.2
	下	7	236	804	0	23.2	0	3.3	0	243.6	0	34.8	0	1.0	0
1990. 3. 上	16	330	7,998	552	335.9	50.1	20.9	3.1	382.7	178.1	23.9	11.1	1.2	0.5	
	中	13	346	8,951	690	239.9	108.1	18.5	8.3	483.8	83.1	33.8	6.4	1.3	0.2

1990年1月中旬には雌雄とも資源量指数が大きくなっているが、雌ガニの漁期が1月中旬までなので、この旬は漁獲努力量（曳網回数）を増し、漁場も拡大したためと思われる。これと同様の傾向は3月上、中旬にもみられ、この場合は3月20日が終漁ということが原因になっていると考えられる。

有効度が大きいのは1989年12月下旬で、これは漁獲開始後、まびかれて残り少なくなったズワイガニ資源に対し、強い漁獲圧力がかかったものと考えられ

表2 有効漁獲強度 (f) と全死亡係数 (Z) の関係  
 $Z = M + qf$  (F)

期	♂			♀		
	S	Z	f	S	Z	f
①	2.987	-1.094	32.8	1.166	-0.153	35.8
②	0.629	0.464	42.1	0.608	0.498	44.0
③	0.761	0.273	31.5	0.408	0.896	25.6
④	0.885	0.122	44.8	0.620	0.478	39.2
⑤	0.592	0.524	72.3	0.321	1.136	74.5
⑥	0.853	0.159	45.3	1.218	-0.197	57.3
⑦	4.980	-1.605	34.8	7.771	-2.050	38.7
⑧	0.415	0.879	42.5	0.026	3.649	84.2
⑨	1.261	-0.232	26.4	1.893	-0.638	39.4
⑩	1.609	-0.476	17.9	3.208	-1.167	6.3
⑪	0.264	1.332	34.8	0	-	0
⑫	14.478	-2.672	23.9	-	-	11.1
⑬	0.714	0.337	33.8	2.157	-0.769	6.4
	$Z = 0.234 + 0.00371f$			$Z = 0.380 + 0.00812f$		

$$-Z = (M - \alpha) + qf$$

α : 加入係数

る。漁獲量で特徴的なのは、雌の場合で漁期間中の漁獲量の約80%は11月と12月に漁獲されていることである。雌の漁獲が許されているのは1月中旬までなので、漁船は意識して雌を漁獲するのか、あるいは雌が漁獲されやすいのかが考えられるが、おそらく後者であろう。

次に13期間の生残率 (S) と全死亡係数 (Z) および有効漁獲強度 (f) を表2に示した。全死亡係数 (Z) がマイナスの値を示している期もあるが、Zがマイナスになるのは加入があったためと考え、加入係数を $\alpha$ として、 $\alpha$ がMよりもかなり大きい場合Zがマイナスになると仮定した。

また加入があったとしても、Mとqは一定として、Zがプラスの時だけの値を用いて回帰式を計算したものが、表2内の雌雄の回帰式である。回帰係数として漁獲能率qが求められるが、WIDRIG (1954) によると、漁獲能率qは底曳網の場合は、1回の操業で曳網される面積と、その面積内の全魚群量のうち、どれだけを漁獲するかという漁獲の効率との積で表わされるとしている。しかし曳網面積は機械的に決められても、漁獲効率は漁具の特性の他に、ズワイガニの生態形態との関係があり推定は困難であろう。

また次に得られた雌雄のqを用いて漁獲率を計算したのが表3、4である。表3は雄の漁獲率を示したが、雄の漁獲率は1990年3月上旬の7.6%から1989年12月下旬の21.1%まで、時期によって大きく変動している。特に1989年12月下旬の最大の漁獲率は、表1に示した有効度の値が2.4もあることから当然考えられることである。漁期間を通しての平均的な漁獲率は9.9%となる。先述したように求めるものは漁獲率であるが $\frac{C}{E}$ として各時期の資源尾数を計算して示した。

表4は雌の漁獲率を示したが、漁獲率が高いのは1989年12月下旬の38.5%で雄と同様である。漁期間を通しての平均的な漁獲率は19.6%となる。したがって雌の漁獲率は雄の約2倍となる。このような雌雄による漁獲率の相違は、雌の方が雄よりも漁獲されやすいことにあると考えられるが、このことについては後述する。またこのような雌雄の漁獲状況は、ズワイガニの性比は不明であるが、雌雄の資源尾数から考えて、もし1:1であるとすれば、ズワイガニの資源回復にとっては、きわめて不利なことで、まず資源の回復はあり得ないであろう。

表3 隠岐北方海域における資源量推定 (♂)

年 月 旬	漁獲尾数 C	漁獲強度 f	漁獲係数 F	漁獲率 E	資源尾数 N
1989. 11. 上	1,376	42.3	0.157	0.129	10,667
	3,181	32.8	0.122	0.103	30,883
	2,575	42.1	0.156	0.129	19,961
1989. 12. 上	1,467	31.5	0.117	0.099	14,818
	1,883	44.8	0.166	0.137	13,744
	1,859	72.3	0.268	0.211	8,810
1990. 1. 上	952	45.3	0.168	0.138	6,899
	3,602	34.8	0.129	0.108	33,352
	1,837	42.5	0.158	0.131	14,023
1990. 2. 上	1,428	26.4	0.098	0.083	17,205
	1,580	17.9	0.066	0.057	27,719
	804	34.8	0.129	0.108	7,444
1990. 3. 上	7,998	23.9	0.089	0.076	105,237
	8,951	33.8	0.125	0.105	85,248
計	39,493			0.099	396,010

表4 隠岐北方海域における資源量推定(♀)

年月旬	漁獲尾数C	漁獲強度f	漁獲係数F	漁獲率E	資源尾数N	
1989. 11.	上	11,160	24.6	0.199	0.151	73,907
	中	19,000	35.8	0.291	0.212	89,623
	下	14,189	44.0	0.357	0.253	56,083
1989. 12.	上	3,378	25.6	0.208	0.158	21,379
	中	3,177	39.2	0.318	0.229	13,873
	下	1,937	74.5	0.605	0.385	5,031
1990. 1.	上	1,823	57.3	0.465	0.314	5,806
	中	9,595	38.7	0.314	0.226	42,455
	下	539	84.2	0.683	0.421	1,280
1990. 2.	上	496	39.4	0.319	0.249	1,992
	中	250	6.3	0.051	0.041	6,098
	下	0	0	0	0	0
1990. 3.	上	552	11.1	0.090	0.071	7,775
	中	690	6.4	0.052	0.042	16,429
計	67,186			0.196	341,731	

### 3 隠岐西方海域における解析

鳥取県の標本漁船12隻の漁獲記録を整理したものが表5である。鳥取県船の操業の特徴は利用している漁区数の多さにくらべて曳網回数が少ないこと、言い換えれば漁場の移動が頻繁であることである。

表5 隠岐西方海域におけるズワイガニの資源量指数と有効漁獲強度

年月旬	漁区数 A	曳網回数 X	漁獲尾数C		資源量指数N'		平均密度指数φ		有効努力量X'		有効漁獲強度f		有効度r		
			♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
1989. 9.	上	17	223	711	47	55.7	9.4	3.3	0.6	215.5	78.3	12.7	4.6	1.0	0.4
	中	18	177	162	114	11.5	8.6	0.6	0.5	270.0	228.0	15.0	12.7	1.5	1.3
	下	23	294	219	44	20.7	3.6	0.9	0.2	243.3	220.0	10.6	9.6	0.8	0.7
1989. 10.	上	23	330	395	12	29.2	0.8	1.3	0.03	303.8	400.0	13.2	17.4	0.9	1.2
	中	23	229	401	34	40.8	2.4	1.8	0.1	222.8	340.0	9.7	14.8	1.0	1.5
	下	26	448	367	151	31.1	4.5	1.2	0.2	305.8	755.0	11.8	29.0	0.7	1.7
1989. 11.	上	16	185	659	6,571	39.0	350.7	2.4	21.9	274.6	300.0	17.1	18.8	1.5	1.6
	中	13	139	1,086	105	134.4	22.3	10.3	1.7	105.4	61.8	8.1	4.8	0.8	0.4
	下	13	113	1,172	1,336	131.8	105.4	10.1	8.1	116.0	164.9	8.9	12.7	1.0	1.5
1989. 12.	北	21	259	1,690	3,820	148.3	328.2	7.1	15.6	238.0	244.9	11.3	11.7	0.9	0.9
	中	14	229	1,005	1,357	63.5	85.8	4.5	6.1	223.3	222.4	15.9	15.9	1.0	1.0
	下	15	154	1,415	443	94.9	66.5	6.3	4.4	224.6	100.7	15.0	6.7	1.4	0.7
1990. 1.	上	19	152	2,552	1,564	393.7	236.1	20.9	12.4	122.1	126.1	6.4	6.6	0.8	0.8
	中	18	235	2,828	4,103	163.5	288.3	9.1	16.0	310.8	256.4	17.3	14.2	1.3	1.1
	下	18	265	1,473	869	137.1	46.8	7.6	2.6	193.8	334.2	10.8	18.6	0.7	1.2
1990. 2.	上	20	312	1,426	360	83.1	14.5	4.2	0.7	339.5	514.2	16.9	25.7	1.1	1.6
	中	18	318	865	90	88.3	4.5	4.9	0.25	176.5	360.0	9.8	20.0	0.6	1.1
	下	17	220	718	0	88.2	0	5.2	0	138.1	0	8.1	0	0.6	0
1990. 3.	上	19	236	608	67	134.9	10.6	7.1	0.6	85.6	111.7	4.5	5.9	0.4	0.5
	中	18	167	425	93	38.7	14.1	2.2	0.8	193.2	116.3	10.7	6.5	1.2	0.7
	下	13	92	54	3	6.7	0.3	0.5	0.02	108.0	150.0	8.3	11.5	1.2	1.6

標本漁船の調査表は9月上旬から3月下旬までの漁獲記録が記入されているが、その記録は雌の漁獲量が尾数で記されたり、箱数で記されたりしている。したがって解析にあたっては箱数を尾数に換算しなければならぬが、ここでは意識的に漁獲尾数が少なくなるように換算した。というのは鳥取県網代港での雌の銘柄には、50尾入、70尾入、90尾入、110尾入、140～150尾入というように5銘柄があり、標本漁船の調査表には箱数だけしか記入されていないので、正確な尾数変換が不可能であるからである。尾数換算にあたっては、1箱に50尾が入って

表6 有効漁獲強度 ( $f$ ) と全死亡係数 ( $Z$ ) の関係 (隠岐西方海域)

期	♂			♀		
	S	Z	f	S	Z	f
①	0.206	1.579	15.0	0.915	0.089	4.6
②	1.800	-0.588	10.6	0.419	0.870	12.7
③	1.411	-0.344	13.2	0.222	1.504	17.4
④	1.397	-0.335	9.7	3.000	-1.098	14.8
⑤	0.763	0.271	11.8	1.875	-0.628	29.0
⑥	1.273	-0.242	17.1	77.933	-4.356	18.8
⑦	3.394	-1.222	8.1	0.063	2.755	4.8
⑧	0.981	0.019	8.9	4.726	-1.553	12.7
⑨	1.125	-0.118	11.3	3.113	-1.136	11.7
⑩	0.428	0.849	15.9	0.261	1.342	15.9
⑪	1.494	-0.401	15.0	0.775	0.255	6.7
⑫	4.148	-1.423	6.4	3.550	-1.267	6.6
⑬	0.416	0.878	17.3	1.221	-0.199	14.2
⑭	0.838	0.176	10.8	0.162	1.818	18.6
⑮	0.606	0.501	16.9	0.309	1.172	25.7
⑯	1.062	-0.061	9.8	0.310	1.170	20.0
⑰	0.999	1.133	8.1	0	-	0
⑱	1.529	-0.425	4.5	-	-	5.9
⑲	0.287	-1.249	10.7	1.330	-0.285	6.5
⑳	0.173	1.753	8.3	0.021	3.850	11.5
	$Z = 0.651 + 0.01505f$			$Z = 0.991 + 0.01623f$		

いるとしたが、雌の漁獲尾数を過少評価して解析すると、求めている漁獲率は過少に現われてくるであろうという一種の実験を試みた。

鳥取県船は解禁前から、漁期後半の2月中旬以降と同程度のズワイガニを漁獲しているのが特徴的である。11月の漁期に入ってから、雄の漁獲が比較的安定していることが特徴で、これは兵庫県船の場合と大きく異なっている。雌の資源量指数は11月、12月と月間で比較すると、12月が小さくなっているが、旬で比較すると兵庫県船のような時間の経過とともに小さくなっていくという規則性がみられない。兵庫県船と共通しているのは、1990年1月中旬に雌の漁獲の多いことで、すなわち雌の漁獲時期が終了する直前に漁獲が多くなることである。

次に隠岐西方海域における各期の有効漁獲強度 ( $f$ ) と全死亡係数 ( $Z$ ) を示したのが表6である。兵庫県船の場合と同様に、 $Z$  がプラスのものだけを用いて回帰式を計算すると、雄が、 $Z = 0.651 + 0.01505f$ 、雌は、 $Z = 0.991 + 0.01623f$  が得られる。漁獲能率 $q$ の値は雌雄とも大きな相違はみられない。また有効漁獲強度 ( $f$ ) の値にも大きな違いはみられないので、漁獲係数 ( $F$ ) の値にもさらに漁獲率 ( $E$ ) にも大きな相違の表われないことが考えられる。

表7、8に雌と雄の漁獲率を示したが、漁期間を通しての漁獲率は、雌が12.4%、雄が11.0%で、大きな相違は認められない。表7の雌の漁獲率をみると、漁獲率が高いのは、1989年10月下旬の24.7%であるが、兵庫県の例と比較すると、全般に鳥取県の漁獲率が低い。もともと雌の漁獲尾数を過少に評価してあることから予想されたとおりである。もし雌の漁獲尾数が正確であるならば、

兵庫県船と同様に漁獲率は高くなるものと考えられる。

表7 隠岐西方海域における資源量推定 (♀)

年 月 旬	漁獲尾数C	漁獲強度 $f$	漁獲係数F	漁獲率E	資源尾数N	
1989. 9.	上	47	4.6	0.075	0.046	1,022
	中	114	12.7	0.206	0.120	950
	下	44	9.6	0.156	0.093	473
1989. 10.	上	12	17.4	0.282	0.062	194
	中	34	14.8	0.240	0.138	246
	下	151	29.0	0.471	0.247	611
1989. 11.	上	6,571	18.8	0.305	0.170	38,653
	中	105	4.8	0.078	0.048	2,188
	下	1,336	12.7	0.206	0.120	11,133
1989. 12.	上	3,820	11.7	0.189	0.111	34,414
	中	1,357	15.9	0.258	0.147	9,231
	下	443	6.7	0.109	0.066	6,712
1990. 1.	上	1,564	6.6	0.107	0.065	24,062
	中	4,103	14.2	0.230	0.133	30,849
	下	869	18.6	0.302	0.170	5,112
1990. 2.	上	360	25.7	0.417	0.224	1,607
	中	90	20.0	0.325	0.181	497
	下	0	0	0	0	0
1990. 3.	上	67	5.9	0.096	0.058	1,155
	中	93	6.5	0.105	0.064	1,453
	下	3	11.5	0.187	0.110	27
計	21,183			0.124	170,589	

表8 隠岐西方海域における資源量推定 (♂)

年 月 旬	漁獲尾数C	漁獲強度 $f$	漁獲係数F	漁獲率E	資源尾数N	
1989. 9.	上	711	12.7	0.191	0.129	5,512
	中	162	15.0	0.226	0.150	1,080
	下	219	10.6	0.159	0.109	2,009
1989. 10.	上	395	13.2	0.199	0.134	2,948
	中	401	9.7	0.146	0.101	3,970
	下	367	11.8	0.178	0.121	3,033
1989. 11.	上	659	17.1	0.257	0.168	3,923
	中	1,086	8.1	0.122	0.085	12,776
	下	1,172	8.9	0.134	0.093	12,602
1989. 12.	上	1,690	11.3	0.170	0.116	14,569
	中	1,005	15.9	0.239	0.192	5,234
	下	1,415	15.0	0.226	0.150	9,433
1990. 1.	北	2,552	6.4	0.096	0.068	37,529
	中	2,828	17.3	0.260	0.171	16,538
	下	1,473	10.8	0.163	0.112	13,152
1990. 2.	上	1,426	16.9	0.254	0.167	8,539
	中	865	9.8	0.147	0.101	8,564
	下	718	8.1	0.122	0.085	8,447
1990. 3.	上	608	4.5	0.068	0.049	12,408
	中	425	10.7	0.161	0.110	3,864
	下	54	8.3	0.125	0.087	621
計	20,231			0.110	183,751	



表8は雄の漁獲率を示したものであるが、その変動範囲は4.9~19.2%にある。漁期間を通しての漁獲率は11.0%であり、兵庫県船の漁獲率が9.9%であるので、底曳網漁船の雄に対する漁獲率はこの程度であろうか。漁獲尾数は雄が20,331尾、雌は21,183尾となっており、兵庫県船の場合に比較して漁獲尾数の差が小さい。このことは雌の漁獲尾数が過少に評価されていることに原因があり、鳥取県船の雌に対する漁獲率には真の意味はない。

これまで兵庫県、鳥取県の標本漁船の漁獲記録に基づいて漁獲率を計算したが、兵庫県船の例からみて、雌の漁獲率が高く、雄の漁獲率が低いという推定がなされた。しかし雌の漁獲率が20%で、雄の漁獲率が10%という値の持つ意味を考えてみると、はたして、その程度の漁獲率でズワイガニ資源が減少していくものであろうかという疑問がある。安達(1988)は日本海のベニズワイかご網漁業の管理方法についての提言をしているが、その中で、ベニズワイの漁獲率が30%台ならば適正な漁獲で、40%台であるならば乱獲であるとした。この報告は日本海のベニズワイ漁場(鳥取、島根県船が利用)において、1977~1988年までの年々の漁獲率を計算し、1977~1979年の漁獲率が30%台、1980~1988年が40~50%になっていることから、1980年以降は持続生産を上回る漁獲を続けていることを指摘したものである。

このようなベニズワイの漁獲率の値と、今回得られたズワイガニの漁獲率を比較すると、ズワイガニ資源の減少が明らかである現在、ズワイガニの漁獲率があまりにも低すぎると考えられる。この漁獲率の基となった標本漁船の記録には限界があろう。しかしズワイガニ雌雄の漁獲率の相対的な違いを検討することにおいては有効な方法であろうし、今後も継続して調査していく必要がある。

#### 4 かご網漁船の漁獲記録の解析

表9に西郷港所属漁船が操業している隠岐西方海域の資源量指数と有効漁獲強度を示した。資源量指数をみると、解禁の1989年11月下旬が大きく、12月下旬まで時間の経過とともに小さくなっている。この傾向は兵庫県の底曳網漁船の例とほぼ一致している。

有効度は0.9~1.1の範囲にあり、底曳網と比較して安定していることが特徴的である。この安定している原因は利用している漁区数が少なく、各漁区での魚群密度が均一で、漁獲努力量が全漁場

表9 隠岐西方海域におけるズワイガニ(♂)の資源量指数と有効漁獲強度(かご網漁船)

年 月 旬	漁区数 A	かご数 X	漁獲尾数 C	資源量指数 N'	平均密度指数 $\phi$	有効努力量 X'	有効漁獲強度 f	有効度 r	
1989. 11. 下	4	1,200	7,013	26.0	6.5	1078.9	269.7	0.9	
1989. 12. 上	4	1,800	7,740	17.2	4.3	1800.0	450.0	1.0	
	中	4	1,800	7,759	16.9	4.2	1847.1	461.8	1.0
	下	4	1,200	3,236	10.5	2.6	1244.6	311.2	1.1
1990. 1. 上	4	1,800	7,485	17.2	4.3	1740.7	435.2	1.0	
	中	3	1,000	5,021	15.1	5.0	1004.2	334.7	1.0
	下	3	1,200	8,468	22.0	7.3	1160.0	386.7	0.9
1990. 2. 上	3	1,800	16,303	26.6	8.9	1831.8	610.6	1.0	
	中	3	1,200	7,657	17.2	5.7	1343.3	447.8	1.1
	下	3	400	2,127	17.1	5.7	373.2	124.4	0.9

に均等に配分されていることにあり、かご網漁業の持つ一つの特性であろう。

底曳網の解析の例にならない、各期の有効漁獲強度 ( $f$ ) と全死亡係数 ( $Z$ ) を示したのが表10である。  $Z$  がプラスの数値を用いて  $f$  と  $Z$  の回帰式を計算すると、  $Z = 0.143 + 0.00093f$  が得られる。漁獲率  $q$  の値は  $0.00093$  で底曳網に比較してかなり小さくなっている。これは底曳網とかご網とは有効漁獲強度の単位が一桁違っている結果であろう。この  $q$  の値を用いて漁獲率を計算したものが表11である。

表10 有効漁獲強度 ( $f$ ) と全死亡係数 ( $Z$ ) の関係

期	S	Z	f
①	0.662	0.412	450.0
②	0.983	0.017	461.8
③	0.621	0.476	311.2
④	1.638	-0.494	435.2
⑤	0.878	0.130	334.7
⑥	1.456	-0.376	386.7
⑦	1.209	-0.189	610.6
⑧	0.647	0.436	447.8
⑨	0.994	0.006	124.4
$Z = 0.143 + 0.00093f$			

表11 隠岐西方海域における資源量推定 (♁)  
(かご網漁業)

年 月 旬	漁獲尾数C	漁獲強度f	漁獲係数F	漁獲率E	資源尾数N
1989. 11. 下	7,013	269.7	0.251	0.207	33,879
1989. 12. 上	7,740	450.0	0.418	0.319	24,263
	中	7,758	461.8	0.429	23,724
	下	3,236	311.2	0.289	13,770
1990. 1. 上	7,485	435.2	0.405	0.312	23,990
	中	5,021	334.7	0.311	20,165
	下	8,468	386.7	0.359	30,028
1990. 2. 上	16,303	610.6	0.568	0.407	40,057
	中	7,657	447.8	0.416	24,003
	下	2,127	124.4	0.116	20,853
計	72,808			0.286	254,732

漁獲率は1990年2月上旬に40%を越える時があり、全般に高くなっているのが特徴である。漁期間を通しての漁獲率は28.6%で、先述したベニズワイの例から判断すると適正な漁獲率であると判断される。このかご網の漁獲率が底曳網の漁獲率よりも高いことについては、かご網の漁獲効率が底曳網よりも高いことにあると考えられるが、漁獲効率の検討は面積を考慮する必要があるため、今後の研究に待ちたい。

## 5 分布の集中度の検討

図1内に分布調査をした海域をマークしてあるが、この調査海域の面積は2マイル平方である。ズワイガニの採集漁具はかご網で、東西2マイルの路離の間に、かご網100個を配置し北から南へ4回の操業を行った。かご網は網目の異なる4種類を用い、それを1組として100組のかご網を配置したことになる。

調査海域においてかご1組あたりの漁獲尾数をプロットしたものが図3である。それぞれのマークは雌雄とも1尾を示してあるが、北東寄りに雌が多く、中央部より南寄りに雄が多くなっている。このような雌雄の分布の相違が何に原因しているのかは、今のところ不明であるが、生態学的には興味のあるところである。もし同時に存在している雌雄が、同じ環境要因により影響を受けたり、あるいは好ましい環境にしろ、好ましくない環境にせよ、互いに影響を与えあう時は、それらの空間分布のパターンは独立しないであろう。

このズワイガニ雌雄の分布様式を検討したものが図4である。生物の空間分布には、ランダム分布と集中分布とがあるが、個体が独立し、かつランダムに棲息可能単位空間に割り当てられるならば、その分布をランダムであるとし、単位空間あたりの個体数がポアソン分布で示される。また単位空間あたりの個体数の分布が負の二項分布で示されるならば、その分布を集中分布としている(伊藤, 1968)。このような統計的モデルを適用するにあたっては、この調査の場合、かご1組で漁獲されたズワイガニを単位空間あたりの棲息数と仮定している。

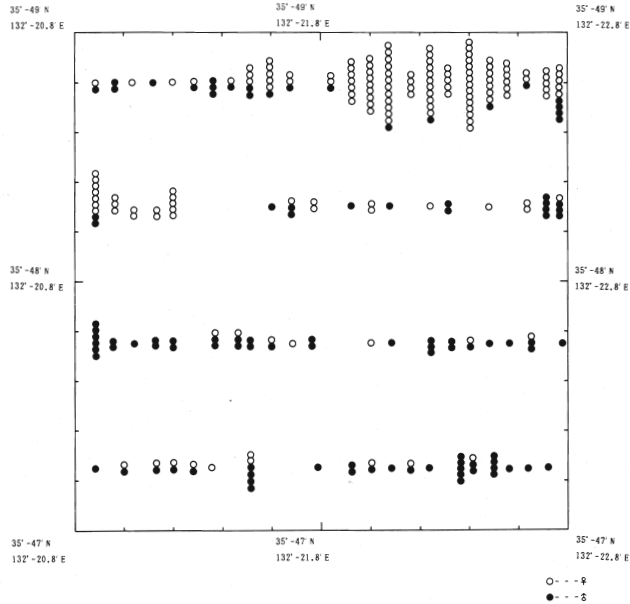


図3 A海域におけるズワイガニ分布の様式 (1989年8月)

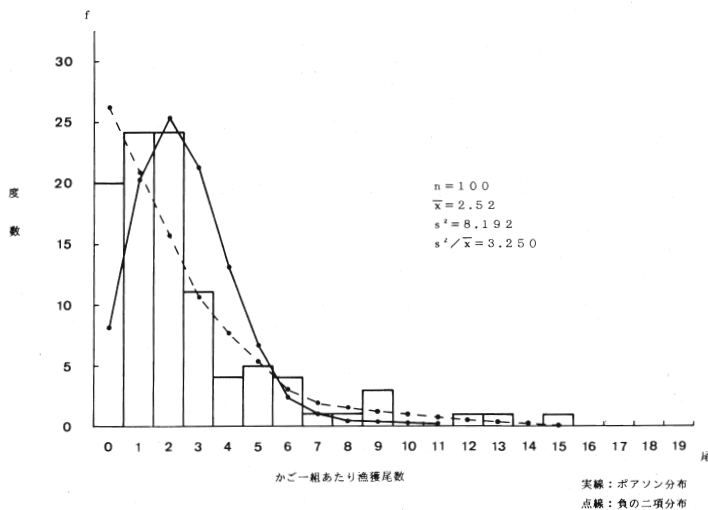


図4 かご一組あたり漁獲尾数の度数分布 (雌雄) (1989年8月)

図4において、かご1組あたりの漁獲尾数の分布は負の二項分布で示すことができる(表12)。調査海域におけるズワイガニ雌雄は集中的な分布をしていることになる。図4の中の平均値( $\bar{X}$ )は2.52であるが、この意味は調査海域におけるズワイガニの分布密度を示している。また同じ図中の分散指数( $S^2/\bar{X}$ )は、この値が1.0より大きい時集中分布、1.0に等しい時ランダム分布である(伊藤, 1968)が、分布の集中度を比較するためには、I<sub>0</sub>指数(MORISITA, 1959)が用いられている。このため表12にはI<sub>0</sub>指数も示したが、その値の評価は分散指数と同様である。すなわち調査時におけるズワイガニ雌雄は集中分布し、集中度は1.888である、

表12 ポアソン分布及び負の二項分布へのあてはめと検定(1989年8月)

X	f	雌 + 雄 $\bar{X}=2.52, S^2=8.192$			雌 $\bar{X}=1.51, S^2=7.502$			雄 $\bar{X}=1.01, S^2=1.486$		
		実測値	ポアソン分布の理論値	負の二項分布の理論値	実測値	ポアソン分布の理論値	負の二項分布の理論値	実測値	ポアソン分布の理論値	負の二項分布の理論値
0	20	8.0	26.7	50	21.9	53.9	42	36.4	43.7	
1	24	20.3	20.8	25	33.2	16.6	33	36.8	30.0	
2	24	25.5	15.3	9	25.3	9.3	16	18.6	15.1	
3	11	21.5	10.9	2	12.8	5.9	3	6.2	6.6	
4	4	13.5	7.9	1	4.9	3.9	4	1.6	2.8	
5	5	6.8	5.6	5	1.5	2.8	1	0.3	1.1	
6	4	2.8	3.9	1	0.3	2.0	1	0.1	0.4	
7	1	1.0	2.8	3	0.1	1.4	0	0	0.2	
8	1	0.4	1.9	0	0	1.2	0	0	0.1	
9	3	0.1	1.5	1	0	0.9	0	0	0	
10	0	0.02	0.9	0	0	0.7	0	0	0	
11	0	0.08	0.7	1	0	0.5	0	0	0	
12	1	0	0.5	1	0	0.4	0	0	0	
13	1	0	0.3	0	0	0.3	0	0	0	
14	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	
15	1	0	0.1	1	0	0	0	0	0	
計	100	100.0	100.0	100	100.0	100.0	100	100.0	100.0	
X <sup>2</sup>		43.702**	7.828		85.514**	6.242		12.015**	2.919	
集中度			1.888			3.588			1.486	
			k=1.119			k=0.386			k=2.143	

\*\*有意水準1%

図5, 6に雌と雄のかご1組あたりの漁獲尾数の分布を示した。いずれも負の二項分布に適合し(表12)、空間分布は集中分布である。分布密度( $\bar{X}$ )は雌が1.51で雄が1.01で雌の方が高い。集中度は雌が3.588、雄が1.486で雌の集中度が高い。小林(1989)はズワイガニの空間分布について、雌雄未成体および雌成体は集中的な分布を示すのに対し、雄成体は分散的な分布を示すとしており、この調査における雌雄の集中度の相違と一致している。2マイル平方というせまい空間においてさえ、雌が集中的に、雄が分散して分布することは生殖行動や交尾生態において、大きな特異性があるものと考えられる。

また2マイルという距離は底曳網の曳網距離を意味しているので、雌の漁獲率が雄よりも大きいことは、雌の集中度が高いことから、雌の方が雄よりも漁獲されやすいと推定しても良いであろう。すなわち底曳網による雌の漁獲率が雄よりも大きい理由は、雌の集中度が雄よりも高いことになる。

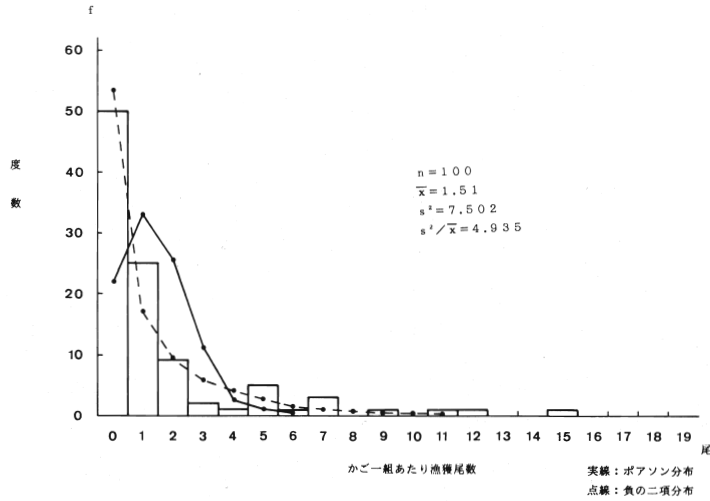


図5 かご一組あたり漁獲尾数の度数分布（雌）（1989年8月）

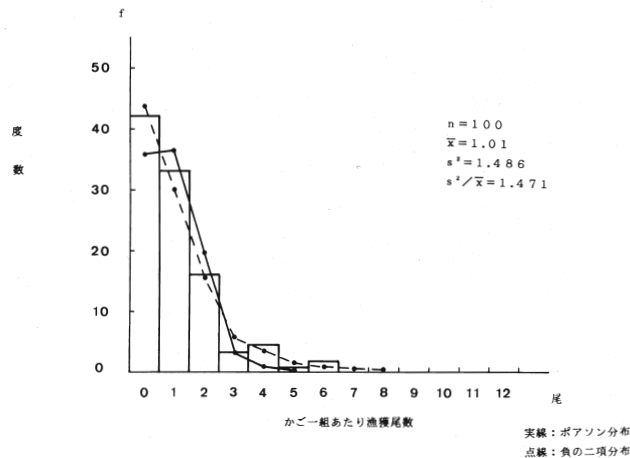


図6 かご一組あたり漁獲尾数の度数分布（雄）（1989年8月）

## 要 約

兵庫県・鳥取県の底曳網漁船と島根県のかご網漁船の標本船調査記録から漁場別、漁法別、雌雄別の漁獲率を計算し、また試験船の分布調査をもとに雌雄の漁獲率の相違の原因について検討した。

- (1) 隠岐島北方海域漁場は主として兵庫県船が操業している。
- (2) この海域での資源量指数は漁期初めの11月中旬に大きく、それ以後時間の経過とともに小さくなっていく。このことは解禁時に棲息していたズワイガニを漁業によってまびいていることを示している。

- (3) また資源量指数は1月中旬に雌雄とも大きくなるが、これは1月中旬に雌ガニの漁期が終るため、1月中旬に漁獲努力量を増し、漁場も拡大したためと考えられる。
- (4) 兵庫県船によるズワイガニの漁獲率は、雌が0.196、雄は0.099であり、雌の漁獲率が雄の約2倍になっている。
- (5) このような漁業の実態はズワイガニ資源回復にとって、きわめて不利なことである。
- (6) 隠岐島西方海域は主として鳥取県が操業している。
- (7) 鳥取県の標本漁船は、雌の漁獲尾数を正確に記入していないため漁獲率の推定は不可能である。
- (8) 雄の漁獲率は0.110と推定され、兵庫県船の値に近い。
- (9) 隠岐西郷港所属のかご網漁船6隻の操業記録は、兵庫県の標本船と同じ傾向にある。
- (10) かご網漁船の漁獲率（雄）は0.286と推定されたが、これは底曳網漁船の3倍弱の値である。
- (11) ズワイガニ雌雄の分布は集中分布し、雌の集中度が雄よりも高い。
- (12) 底曳船による雌雄の漁獲率の相違は、雌の集中度が雄より高いためであると推定される。

## 文 献

- 安達二郎（1988）ベニズワイかご網漁業の管理方法についての提言。ベニズワイの資源と生態に関する研究報告書，83-84。富山水試・鳥取水試・島根水試。
- 平成元年度特定魚種漁場整備開発調査報告書（1990）夏期（7～9月）におけるズワイガニの分布状況，90-96，全国沿岸漁業振興開発協会。
- 伊藤嘉昭（1968）動物生態学入門—個体群生態学編。1-394，古今書院。
- 小林啓二（1989）ズワイガニの増殖生態に関する研究。1-95，鳥取県水産試験場報告，第31号，鳥取県水産試験場。
- WIDRIG, T. M. (1954) Method of estimating fish populations, with application to Pacific Sardine. *U. S. Fish and Wild. ser., Fish. Bull.*, 141-146.