

曳航式深海用ビデオカメラを用いたベニズワイガニに対する 籠漁具の有効漁獲面積推定に関する予備試験

渡部俊広*・前田経雄**・養松郁子***・白井 滋***

Preliminary Experiment to Estimate the Effective Area Fished per Commercial Trap for Red Queen Crab Using a Deep-sea Video Monitoring System on a Towed Sledge

Toshihiro WATANABE, Tuneo MAEDA, Ikuko YOSHO and Shigeru SHIRAI

Abstract: The relative level of stock abundance for the red queen crab *Chionoecetes japonicus* has been estimated based primarily on fishing reports which fishermen are obliged to address. To ensure long-term sustainable use of this resource, it is necessary to promote a better management strategy based on its stock abundance. To investigate the crab stock abundance estimate derived from the fishing effort obtained from the fishing reports, the effective fishing area per commercial trap was estimated using a deep-sea video monitoring system on a towed sledge. The observations by this system and trap fishing operations were performed in Yamato-tai (bank) in the Sea of Japan in August, 2002. The effective fishing area per commercial trap was estimated to be between 400m²/ trap and 6,500m²/ trap and greatly fluctuated. It is necessary for this experiment to perform in the sea area where legal male crabs (carapace width > 9 cm) occur more abundant.

Keywords: Deep-sea video monitoring system on a towed sledge, Red queen crab *Chionoecetes japonicus*, Crab trap, Effective Fishing Area Per Commercial Trap

1. はじめに

日本海におけるベニズワイガニ *Chionoecetes japonicus* の漁獲量は、1970年に5,000トン台にのり、その後急激に増加して1983年から1984年に約52,000～53,000トンのピークに達した。しかし、それ以降減少し1989年に30,000トンを割り、1991年以降は22,000～28,000トン台で推移した。しかし、漁獲量は2001年に約18,000トン、2002年に約16,000トンと再び減少し、資源状態の悪化が懸念されている。¹⁾ 甲殻類としては我が国では最も漁獲量が多く、日本海における重要な水産資源である。この資源を保護するために、現在「指定漁業の許可及び取締り等に関する省令」では、雌及び甲幅90mm以下の雄のベニズワイガニを採捕してはならないことになって

いる。このため、甲幅90mmを超える雄ガニだけを漁獲しているため、水揚げされた漁獲物から漁獲加入前の小型個体に関する資源情報を得ることができない。また、日本海では水深500m～2700mの海底に広く分布し、²⁻⁴⁾ その一部が利用されているにすぎないため、資源量を推定するための有効な手法がない。これらの理由から、現在ベニズワイガニの資源状態は、漁獲成績報告書を用いて漁獲量と漁場別CPUE（1籠当たりの漁獲量）を算出し、CPUEの経年変化から資源水準の高低を判断しているにとどまっている。¹⁾

漁獲成績報告書から、ベニズワイガニ籠漁業における漁獲量と漁獲努力量（1年間に使われる総籠数）を推定することができる。また、甲幅90mmを超える雄ガニに対する実操業で使用されている籠の有効漁獲面積（Effective Fishing Area

Per Commercial Trap : EFAPCT) ⁵⁾ から、籠漁具の漁具能率を推定することができる。この3つのパラメータを使って、すなわち漁獲量、漁獲努力量と漁具能率から資源量を推定することができる。しかしながら、有効漁獲面積を推定するには、籠を操業した水域におけるベニズワイガニの密度を推定しなくてはならない。本研究では、曳航式深海用ビデオカメラ^{6・9)}を用いてベニズワイガニの密度を観測後、実操業で使用されている籠による操業を行い、甲幅90mmを超える雄ガニに対する籠の有効漁獲面積の推定を試みた。

2. 方法

2.1 籠漁具の有効漁獲面積

籠漁具の有効漁獲面積は、以下の式から求めることができる。⁵⁾

$$EFAPCT (m^2 / trap) = \frac{catch (crabs / trap)}{crab density (crabs / m^2)} \quad (1)$$

ベニズワイガニの密度 (crab density) と1籠当たりのベニズワイガニの漁獲尾数 (catch, 以下CPUE) との比が一定であれば、1籠当たりの漁獲尾数からベニズワイガニの密度を推定することができる。ただし、有効漁獲面積は、採集効率 (1つの籠がベニズワイガニを罫集できるある面積内にいたカニを漁獲した割合) ではなく、籠の採集効率を理論上1と考えた場合に、その面積内にいる全ての採集対象生物が採集される面積を表す。^{9, 10)}

2.2 漁具能率、採集効率と有効漁獲面積との関係

漁具能率と採集効率および有効漁獲面積との関係については、東海¹⁰⁾が詳しく述べている。ここでは籠漁具について、さらにこれらの関係を整理する。

面積Aの閉鎖海域に尾数Noの生物がランダムに分布していたとする。1個の籠漁具にある餌料によって採集対象生物を罫集できる範囲の面積をSとすると、この餌料によって籠漁具へ誘引される生物数は、 $S No / A$ となる。このうち籠によって採集された尾数をCとすると、採集効率は

$$= CA / SNo \quad (2)$$

となる。一方、ある努力量Eに対する漁具能率qとすると、採集尾数Cは、

$$C = q No E \quad (3)$$

で表される (したがって、Cを漁獲量、Eを漁獲努力量とすると漁具能率が既知であれば、資源量が推定できる)。ここでは1個の籠漁具について考えているので努力量は $E = 1$ となるので $C = q No$ となり、これを (2) に代入すると、採集効率はqと面積比 A / S により

$$= q A / S \quad (4)$$

と表される。漁具能率は (3) 式から $q = (C / E) \cdot (1 / No)$ となり、CPUE / 資源量 となる。生息密度は $P = No / A$ (資源量 / 漁場面積) と表せるので、 $q = (C / E) \cdot (1 / AP)$ となり

$$q A = (C / E) \cdot (1 / P) \quad (5)$$

となる。したがって、右辺はCPUE / 密度となり、(1) 式の右辺すなわち有効漁獲面積と等しくなる。漁具能率に漁場の面積を乗じると、有効漁獲面積となる。本論の有効漁獲面積には籠の網目による漁獲サイズの選択性も含まれることになる。

2.3 曳航式深海用ビデオカメラによる生息密度推定と籠の操業

調査は、ベニズワイガニ籠漁業の主漁場である日本海の大和堆周辺の水深800mから1080mの海域 (Fig. 1) に4か所の調査点を設けて2002年の8月に行った。曳航式深海用ビデオカメラ^{3・6)} (Fig. 2) による観察を行った後に、この観察



Fig. 1 Map showing the survey water area



Fig. 2 Photograph of the deep-sea video monitoring system on a towed sledge on the R/V No.7-Kaiyo-maru.

Table 1 Location observed with the deep-sea video monitoring system on a towed sledge and operated traps

St. no.	Operation (Camera or Trap)	Date in 2002	Operation position			Water depth (m)	Observation duration or soak time
			Time	Latitude (N)	Longitude (E)		
YA3-1	Camera	August 22	7:50	39-38.663	135-43.143	800	55min
YA3-2	Camera	August 22	10:15	39-38.738	135-43.187	803	55min
YA3-3	Camera	August 22	12:45	39-38.624	135-43.174	799	55min
	Trap	August 23	12:24	39-38.736	135-43.437	819	21hours
YA4-1	Camera	August 17	9:05	39-39.622	135-40.385	912	55min
YA4-2	Camera	August 17	11:50	39-39.712	135-40.502	932	55min
YA4-3	Camera	August 17	14:40	39-39.620	135-40.562	913	55min
	Trap	August 22	10:30	39-39.699	135-40.527	957	24hours
YA5-1	Camera	August 16	9:03	39-45.806	135-30.304	1008	52min
YA5-2	Camera	August 16	12:00	39-45.936	135-30.506	1007	55min
YA5-3	Camera	August 16	14:50	39-45.752	135-30.480	1007	55min
	Trap	August 23	9:04	39-45.854	135-30.668	1027	21hours
YA6-1	Camera	August 15	9:10	39-48.151	135-22.209	1063	55min
YA6-2	Camera	August 15	12:05	39-48.483	135-22.063	1077	55min
YA6-3	Camera	August 15	15:00	39-48.323	135-22.305	1062	55min
	Trap	August 22	8:15	39-47.639	135-22.200	1080	22hours

を行った曳航ラインに沿って籠を設置した。曳航式深海用ビデオカメラの観察日時、観察時間、水深と籠の操業位置等をTable 1に示した。

第7開洋丸（総トン数499トン）を用いて8月15日から22日にかけて、曳航式深海用ビデオカメラによる観察を1つの調査点に対してそれぞれ3回行った。曳航式深海用ビデオカメラによって最初に観察を行った曳航ラインの両側200m以内に、2回目と3回目の曳航ラインが平行になるようにした。ベニズワイガニの生息密度（1,000m²当たりの観察个体数）は、渡部・廣瀬⁶⁾と同様に曳航式深海用ビデオカメラの観察面積と観察个体数から算出した。

籠の操業は8月22日から24日に立山丸（総トン数160トン、富山県水産試験場）を用いて4つの調査点に対してそれぞれ1回行った（Table 1）。商業漁業用の目合15cmの籠（以下、商業漁業用籠）を合計20個、籠間隔50mで幹縄に取り付けた（漁具の詳細は渡部・山崎（1999）を参照¹¹⁾）。浸漬時間を21～24時間とし、餌にはサバを4尾（尾又長約25cm）を用いた。漁獲したカニは籠毎に雌雄別に計数し、ノギスを用いて甲幅を0.1mm単位で測定した。

本研究では商業漁業用籠の甲幅90mmを超える雄ガニに対する有効漁獲面積を求めることが目的であることから、水中ビデオカメラの映像からベニズワイガニの甲幅を次項で述べる方法により測定し、甲幅が90mmを超える個体の密度を推定した。次に籠によって漁獲されたベニズワイガニのうち甲幅90mmを超える個体数を操業毎に計数して、1籠当たりの漁獲尾数を求め、(1)式により有効漁獲面積を算出した。

2.4 曳航式深海用ビデオカメラによって観察したベニズワイガニの甲幅測定法

曳航式深海用ビデオカメラは海底面に接した状態で曳航され、ベニズワイガニは海底面に接地していることから、海底面を平面とみなし、単眼視による計測を行った。はじめに、

カメラ座標系（画像上の位置）と、甲幅測定のための物体座標系（カメラに対する相対位置）との対応関係を求め、これを利用して映像から甲幅を求めた。¹²⁾

3. 結果および考察

4カ所の調査点において、それぞれ3回行った曳航式深海用ビデオカメラによる観察結果と籠の操業結果ならびに商業漁業用籠の有効漁獲面積をTable 2に示した。各調査点における甲幅が90mmより大きい個体の密度と甲幅が90mmより大きい個体の1籠当たり漁獲個体数から求めた商業漁業用籠の有効漁獲面積は、YA-3では1500m²/trap、YA-4では4800m²/trap、YA-5では6500m²/trap、YA-6では400m²/trap、であった。本調査で求めた有効漁獲面積は400m²/trap～6500m²/trapと調査点によって変動が極めて大きかった。この変動の大きさは主に以下の理由によるものと考えられる。

1籠当たりの雄の漁獲重量をTable 3に示した（甲幅90mm以下の個体も含まれる）。雄の1籠当たりの漁獲重量は0.3～1.1kgであった。一方、我が国周辺水域の漁業資源評価に掲載されている日本海における1籠当たりの漁獲重量は2001年で9.5kgであった¹⁾。したがって、本調査海域はベニズワイガニの密度が極めて低いと推定できる。次に、籠で漁獲されたベニズワイガニの雌雄の甲幅組成をFig. 3に示した。雄の平均甲幅は87.2mm、標準偏差は9.2mm、雌の平均甲幅は64.6mm、標準偏差は3.4mmであった。浸漬時間2日以下でおこなった渡部・山崎¹¹⁾の結果と比較すると、本調査では甲幅85mm以下の小型個体が多く漁獲されていた。したがって、本調査海域では甲幅の小さいベニズワイガニが分布していたと言える。また、調査海域が深いため、曳航式深海用ビデオカメラによる観察位置と籠漁具の設置位置にずれが生じた可能性がある。本調査では、曳航式深海用ビデオカメラによって最初に観察を行った曳航ラインの両側200m以内に、2回目と3回目の曳航ラインが平行になるように設定した。4つ

Table 2 Effective fishing area per commercial trap estimated from observations of the deep-sea video monitoring system on a towed sledge and pot operations

St. no.	Deep-sea video monitoring system on a towed sledge						trap operation			Effective fishing area per commercial trap (m ² /pot)
	Observed distance (m)	Observed area (m ²)	Number of club	Number of crab (> 90mm)	Density of crab (Number/1000m ²)	Density of crab (> 90mm) (Number/1000m ²)	Number of used trap	Catch number	Catch number (> 90mm)	
YA3-1	1760	2920	32	1	11					
YA3-2	1820	3020	28	2	9.3		20	37	9	0.45
YA3-3	1890	3140	37	0	12					
Total	5470	9080	97	3	11	0.3				
YA4-1	1890	3140	55	2	18					
YA4-2	1890	3140	36	1	11		20	108	38	1.9
YA4-3	2010	3340	49	1	15					
Total	5790	9620	140	4	14.6	0.4				
YA5-1	1810	3000	130	0	4.3					
YA5-2	1890	3140	16	1	5.1		20	44	13	0.65
YA5-3	1930	3200	15	0	4.7					
Total	5630	9340	44	1	4.7	0.1				
YA6-1	1920	3190	7	0	2					
YA6-2	2000	3320	20	4	6.0		20	30	5	0.25
YA6-3	1910	3170	14	2	4.4					
Total	5830	9680	41	6	4.2	0.6				

Table 3 Catch amount of traps and male catch weight per trap.

Station no.	Number of used trap	Catch number		Catch weight (kg)		Male catch weight per trap (kg)
		Male	Female	Male	Female	
YA3	20	27	10	6.2	1.0	0.3
YA4	20	100	8	21.1	0.9	1.1
YA5	20	44	0	10.0	0.9	0.5
YA6	20	28	2	5.7	0.2	0.3

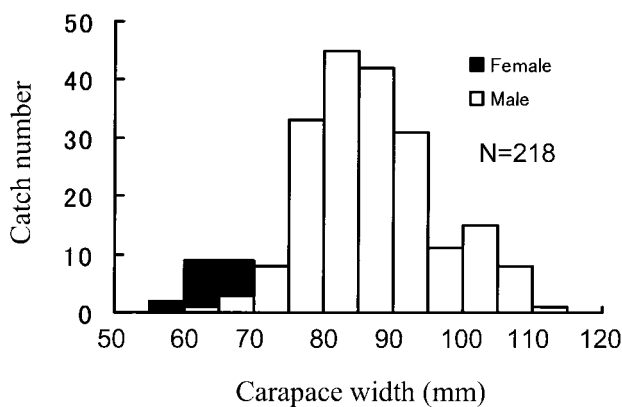


Fig. 3 Size compositions of male and female red queen crab caught with traps.

の調査点の密度とそれぞれの調査点毎に3回観測を行ったベニズワイガニの密度に差があるかどうか分散分析を行った。調査点毎に密度が異なった ($p < 0.01$) ものと同じ調査点では密度に差はなかった。したがって、ベニズワイガニの密度の観測は1回行えば、その観測ライン近傍の密度を推定でき

ることになる。このため、最初に観測を行った曳航ラインに対して本調査よりさらに離れた位置において2回目と3回目に観測することによって、その密度の違いから曳航式深海用ビデオカメラによる観測位置と籠漁具の設置位置のずれが生じたかどうか吟味できると考える。

以上のことから、商業漁業用籠の有効漁獲面積を求めるには、漁獲サイズの雄の密度の高い漁場で調査を行うとともに、籠を設置する海域におけるベニズワイガニの密度の観測方法、すなわち曳航式深海用ビデオカメラの曳航ラインの設定についても検討する必要がある。

謝 辞

本研究に御協力頂いた漁業調査船第七開洋丸長野広明船長ならびに乗組員各位、漁業調査船立山丸中孝世船長ならびに乗組員各位に厚く御礼申し上げます。本研究は、水産庁の我が国周辺水域漁業資源調査等推進対策委託事業の一環として行った。

参考文献

- 1) 水産庁：我が国周辺水域の漁業資源評価，東京，pp.304-310，2002。
- 2) 桑原昭彦：日本海西部海域におけるズワイガニの資源管理．水産研究業書44，日本水産資源保護協会，東京，pp.2-51，1995。
- 3) 富山県水産試験場・島根県水産試験場・鳥取県水産試験場：ベニズワイガニの資源と生態に関する研究報告書．pp.1-98，1988。
- 4) Yoshio, I. and I. Hayashi : The bathymetric distribution of *Chionoecetes opilio* and *C. japonicus* (Najidae:Brachyura) in the western and northern areas of the Sea of Japan. *Bull. Japan Sea Natl. Fish. Res. Inst.* **44**, 59-71, 1993.
- 5) Miller R. J : Density of commercial spider crab, *Chionoecetes opilio*, and calibration of effective area fished per trap using bottom photography. *J. Fish. Res. Board Can.* **32**, 761-768, 1975.

- 6) 渡部俊広・廣瀬太郎：曳航式深海用ビデオカメラによるズワイガニの生息密度の推定．日水誌，**67**，640-646，2001.
- 7) Watanabe T. : Method to Estimate the Population Density of the Snow Crab *Chionoecetes opilio* Using a Deep-sea Video Monitoring System on a Towed Sledge. *JARQ*, **36**, 51-57, 2002 .
- 8) 渡部俊広・渡辺一俊・北川大二：曳航式深海用ビデオカメラを用いたキチジの生息密度推定法．日水誌，**69**，620-623，2003.
- 9) Watanabe T. : Development of the deep-sea video monitoring system on a towed sledge to estimate the population density of the snow crab *chionoecetes opilio*, *Fisheries Science*, **68** (supplement I), 101-104, 2002.
- 10) 東海正：標本採集具の効率「TAC管理下における直接推定法その意義と課題」(浅野謙治編)，恒星社厚生閣,東京．pp.81-91，2000.
- 11) 渡部俊広・山崎慎太郎：ベニズワイガニ籠漁業における漁具の浸漬時間と漁獲．日水誌，**65**，642-649，1999.
- 12) 高橋秀行・渡部俊広・北川大二：曳航式深海用ビデオカメラによって観察したベニズワイガニの甲幅測定法 - 誤差の補正に関する検討 - ．平成13年度日本水産学会春期大会講演要旨集，p8，2001 .