

ベニズワイガニの生息密度推定法とズワイガニ類に対する 調査用トロール網の採集効率の推定

渡部 俊広(水産工学研究所)

我が国におけるズワイガニ類の資源調査では、トロール網や籠による調査を行い、その漁獲結果から生息密度を推定して、面積密度法によって現存量を推定している(南, 1998, ; 北川・服部, 1998)。しかし、一般に資源調査に用いられている漁具の採集効率が把握されていないため(南, 1998 ; Okutani, 1969), 現時点ではかならずしも精度の高い定量的サンプリングは行われていない(橋本・堀田, 1985)。このような従来の調査漁具による手法を補完するものとして、表在性メガロベントスについては潜水艇や曳航式深海TVシステムを用いた生息密度推定法の有効性が報告された(橋本・堀田, 1985 ; Uzman, 1977)。そして、これらの深海用の潜水艇や有索式テレビカメラ(自航式および曳航式)は、ズワイガニの生息密度を推定するために利用されてきた。(橋本・堀田, 1985 ; 領家, 1991, 1995 ; 金丸・安達, 1992 ; 大橋, 1993 ; 粕谷, 1993 ; Miller, 1975)。有人潜水艇による観察は、対象とする生物の詳細な観察をするのに最も有効な方法である。しかし、支援船とオペレーターが必要となり莫大な費用がかかり、調査の実施が天候に左右されやすい。(Uzman, 1977 ; Gilbert and Myriam, 1983)。有索テレビカメラは、その運用に大規模な支援設備をほとんど要せず、主として人手のみで扱うことがで

きるため、比較的容易に海中の観察ができる(浦・高川, 1997)。しかし、ズワイガニ類が生息する水深約200m~2,700mの深海において使用する場合は、専用のウインチが必要となり、使用できる調査船が限定される。また、自航式有索テレビカメラでは、アンビリカルケーブルのために運動の自由が制約され、海水の流れの影響も受けやすく(浦・高川, 1997), 潜水艇ほどコストがかからないものの装備するには相当の費用が必要となる。資源調査では、調査船をできるかぎり多数用いて同時に多くの調査点を調査することが望ましい。このためには、実用上コストのかからないことも大きな条件となる。これらの問題点を解決するために、曳航式深海用ビデオカメラを開発した(渡部・山崎, 1999 ; 渡部・廣瀬, 2001 ; Watanabe, 2002a, 2002b ; 渡部ら, 2003 ; Watanabe *et al.*, 2004)。曳航式深海用ビデオカメラによって、あらゆる調査船で比較的簡単にズワイガニの生息密度の推定が可能となった(渡部・山崎, 1999 ; 渡部・廣瀬, 2001 ; Watanabe, 2002a, 2002b)。本研究では、この曳航式深海用ビデオカメラを改良することによって、ベニズワイガニの生息下限水深に近い水深2,600mまで観察できるようになった。また、その応用としてズワイガニ類の現存量の推定精度を高めるために、

ズワイガニ類を対象に資源調査で使われている調査用トロール網の採集効率の推定を行ったのでその概要について報告する。

ベニズワイガニの生息密度の推定

タイマー録画方式の曳航式深海用ビデオカメラ（渡部・山崎，1999；渡部・廣瀬，2001；Watanabe，2002a，2002b）を用いて、ズワイガニ *Chionoecetes opilio* の分布観察を行い、生息密度推定法としての有効性について報告した（渡部・廣瀬，2001；Watanabe，2002a，2002b）。また、ベニズワイガニについても同様に生息密度推定法としての有効性について報告した（渡部・山崎，1999）。しかしながら、ベニズワイガニは生息水深（日本海では水深 500m～2,700m）が深いため、従来の曳航式深海用ビデオカメラ（渡部・山崎，1999；渡部・廣瀬，2001；Watanabe，2002a，2002b）では水中ビデオカメラと水中ライトの容器の耐圧性が充分でなかった（水深約 1100m まで観察可能）ため、生息水深帯すべてを観察することができなかった。

本研究では、ベニズワイガニの定量的な生息密度推定手法として利用するため、ベニズワイガニの生息水深帯すべてを観察できるように、曳航式深海用ビデオカメラ（図1）の水中ビデオカメラと水中ライトを深度 3,000m まで使用できるように耐圧性を高めた。そして、第七開洋丸（499ton 用船）を用いて 2003 年 9 月 23 日～9 月 28 日に、日本海隠岐諸島北東の水深約 600m～2,600m の 11 箇所の調査



図1 改良した曳航式深海用ビデオカメラ

点においてベニズワイガニの生息密度を観測した。ベニズワイガニの生息密度は、曳航式深海用ビデオカメラの観察面積とベニズワイガニの観察個体数から求めた。

11 箇所の調査点における観察個体数は 0 個体から 168 個体であった。1,000 m²あたりの水深別生息密度は、水深約 600m で 1 個体、水深約 800m で 13 個体、水深約 1,000m で 25 個体、水深約 1,200m で 24 個体、水深約 1,400m で 22 個体、水深約 1,600m で 43.1 個体、水深約 1,800m で 53.3 個体、水深約 2,000m で 50.9 個体、水深約 2,200m で 4 個体であった。水深約 2,400m と水深約 2,600m の調査点では、ベニズワイガニは観察されなかった。ただし、観察個体数が 10 個体未満の調査海域では有効数字が 1 桁となるため、1,000 m²あたりの観察個体数も 1 桁で表示した。ベニズワイガニの生息密度は、水深 1,600～2,000m における調査点で 40 個体/1,000 m²以上と、水深 1,400m より浅い調査点と較べると高かった。しかし、水深 2,400m 以上の海域ではベニズワイガニは観察されなかった。水深 1,400m より浅い調査点で密度が低かった理由は、籠漁業による漁獲によるものと推

測する。本観察試験から、曳航式深海用ビデオカメラを用いて、ベニズワイガニのほぼ全生息水深帯において生息密度を推定できるようになった。

ズワイガニ類に対する調査用とロール網の採集効率の推定

底魚類を対象とした資源調査では、採集具として一般にトロール網が使われ、これらの調査用トロール網の漁獲から、現存量が推定されている (Alverson and Pereyra, 1969 ; Walsh, 1992 ; Dickson, 1993)。この際、採集効率を1として現存量を算出することが多い (Walsh, 1992 ; Dickson, 1993 ; Sormerton and Otto, 1999 ; 北川・服部, 1998 ; Wakabayashi *et al.*, 1985)。しかしながら、実際には大型の雄のズワイガニ類でも、しばしばグランドロープの下側から抜けることが報告されている (Sormerton and Otto, 1999)。また、底魚類を対象とした調査用トロール網の採集効率は、底魚類の体長が大きくなるにしたがって高くなり (Engås and Godø, 1989), ある大きさ以上になると遊泳力が増加し網を回避できるようになるため、採集効率が小さくなることが報告されている (Walsh, 1992 ; Dickson, 1993)。したがって、これらの研究から (Walsh, 1992 ; Dickson, 1993 ; Sormerton and Otto, 1999 ; Engås and Godø, 1989), 一般に調査用トロール網の採集効率が1にならないことは明らかである。調査用トロール網の漁獲から正しく現存量を推定するためには、適切な調査用トロール網の採集効率を用いる必要がある。

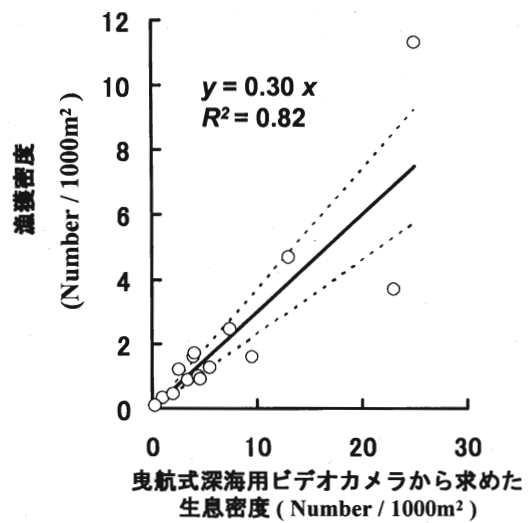


図2 曳航式深海用ビデオカメラを用いて推定した生息密度とトロール網の漁獲から求めた漁獲密度との関係

R^2 , 決定係数; y , 漁獲密度; x , 生息密度.

点線は回帰係数 (0.30)の95%信頼区間

(0.23~0.37)を示す

調査用トロール網の漁獲から算出されるズワイガニ類 (ベニズワイガニとズワイガニ) の現存量推定精度を高めるために、袖先間隔を基準とした調査用トロール網の採集効率を推定した。調査は、太平洋東北沖において、2000年の6月上旬に、曳航式深海用ビデオカメラを用いてズワイガニ類の生息密度を観測後、調査用トロール網による操業を行った。トロール網の採集効率は、曳航式深海用ビデオカメラで推定した生息密度に対する調査用トロール網の掃過面積と漁獲個体数から求めた密度との関係を回帰分析して求めた (図2)。調査用トロール網の採集効率を0.30, その95%信頼区間を0.23~0.37と推定した (渡部, 2004)。

参考文献

- Alverson DL, Pereyra WT. Demersal fish explorations in the northeastern pacific ocean -an evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecasts. *J. Fish. Res. Board Canada* 1969; **26**: 1985-2001.
- Dickson W. Estimation of the capture efficiency of trawl gear. I : Development of a theoretical model. *Fish. Res.* 1993; **16**: 239-253.
- Engås A, Godø OR. Escape of fishing line of a Norwegian sampling trawl and its influence on survey results. *J. Cons. Int. Explor Mer.* 1989; **45**: 269-276.
- Gilbert TR, Myriam S. Deep-sea biology vol. 8. John Wiley & Sons, Inc., New York. 1983; 81-95.
- 橋本惇, 堀田宏. 曳航式深海 TV システムおよび潜水調査船「しんかい 2000」による表在性メガロベントス分布密度推定の試み. 「第 1 回「しんかい 2000」シンポジウム報告書」海洋科学技術センター, 神奈川. 1985; 23-35.
- 金丸信一, 安達二郎. 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蟬集状況の観察-(1). 「第 8 回「しんかい 2000」シンポジウム報告書」海洋科学技術センター, 神奈川. 1992; 305-312.
- 粕谷芳夫. 若狭湾沖の耕うんされた海底の形状とホッコクアカエビ *Pandalus borealis* 及びズワイガニ *Chionoecetes opilio* の生息密度について. 「第 9 回「しんかい 2000」シンポジウム報告書」海洋科学技術センター, 神奈川. 1993; 361-366.
- 北川大二, 服部努. 調査船による底魚の資源評価とモニタリング. *水産海洋研究* 1998; **62**: 32-36.
- Miller RJ. Density of commercial spider crab, *Chionoecetes opilio*, and calibration of effective area fished per trap using bottom photography. *J. Fish. Res. Board Can.* 1975; **32**: 761-768.
- 南卓志. かに籠によるズワイガニ資源一斉調査について. 「日本海区 水産試験研究連絡ニュース No.383」日本海区水産研究所, 新潟. 1998; 1-4.
- Okutani T. Synopsis of bathyal and abyssal megalo-invertebrates from Sagami Bay and the south off Boso Peninsula trawled by the R/V Soyo-Maru. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* 1969; **57**: 1-61.
- 大橋洋一. 石川県加賀沖のズワイガニ保護魚礁周辺海域における底生生物の観察. 「第 9 回「しんかい 2000」シンポジウム報告書」海洋科学技術センター, 神奈川. 1993; 351-359.
- 領家一博. 「しんかい 2000」による若狭湾の保護区周辺におけるズワイガニ *Chionoecetes opilio* の生態観察. 「第 7 回「しんかい 2000」シンポジウム報告書」海洋科学技術センター, 神奈川. 1991; 277-282.
- 領家一博. 若狭湾沖の耕うんされた海底における底生生物の観察. *JAMSTEC 深海研究* 1995; **11**: 415-420.
- Sormerton DA, Otto RS. Net efficiency of a survey trawl for snow crab, *Chionoecetes opilio*, and tanner crab, *C. bairdi*. *Fish. Bull* 1999; **97**: 617-625.

- 浦環, 高川真一. 海中ロボット. 成山堂書店, 東京. 1997; 54-57.
- Uzmann JR, Cooper RA, Theroux RB, Wigley RL. Synoptic comparison of three sampling techniques for estimating abundance and distribution of selected megafauna: Submersible VS Camera Sled VS Otter Trawl. *Marine Fisheries Review*. 1977; **1273**: 11-19.
- Wakabayashi K, Bakkala RG, Alton MA. Methods of the US-Japan demersal trawl surveys. In: Bakkala RG, Wakabayashi K. (eds) Results of cooperative US-Japan groundfish investigations in the Bering Sea during May-August 1979. *Int. North Pac. Fish. Mgmt.* 1985; **12**: 7-26.
- Walsh SJ. Size-dependent selection at the footgear of a groundfish survey trawl. *N. Am. J. Fish. Man.* 1992; **12**: 625-633.
- 渡部俊広, 山崎慎太郎. 曳航式深海用ビデオカメラによるベニズワイガニの分布観察. *日水誌* 1999; **65**: 503-504.
- 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* 2001; **67**: 640-646.
- 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*. *Fish. Sci.* 2002a; **68** (supplement I): 101-104.
- 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* 2002b; **36**: 51-57.
- 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* 2003; **69**: 620-623.
- 渡部俊広, 北川大二. 曳航式深海用ビデオカメラを用いたズワイガニ類に対する調査用トロール網の採集効率の推定. *日水誌* 2004; **70**: 297-303.
- Watanabe T, Watanabe K, Kitagawa D. Density and Spatial Distribution of Kichiji Rockfish *Sebastolobus macrochir* Estimated with a Deep-Sea Video Monitoring System on a Towed Sledge. *JARQ* 2004; **38**: 129-135.