

大村湾における海底底質によるナマコ桁網の漁具能率の变化

誌名	水産工学
ISSN	09167617
著者	石川, 敦士 垣内, 貴志 山口, 恭弘
巻/号	47巻1号
掲載ページ	p. 7-12
発行年月	2010年7月

【研究論文】

大村湾における海底底質によるナマコ桁網の漁具能率の変化

石川 敦士^{1*}・垣内 貴志²・山口 恭弘³

Catchability of Sea Cucumber Dredge Varied by Sea Bottom Sediment in Ohmura Bay

Atsushi ISHIKAWA^{1*}, Takashi KAKIUCHI² and Yasuhiro YAMAGUCHI³

Abstract

In the present study, the sea cucumber dredge area in Ohmura Bay, Nagasaki Prefecture (off the Fisheries Cooperative of Ohmura Bay) were partitioned in 10 seconds lat/long mesh and still images of 37 site covering the entire area were taken. The sea bottom substrate material and the density of gravel ($>6.4 \times 10^{-2} \text{m}$ in diameter) were then calculated from the images. The relationship between bottom sediment and the sea cucumber catch was then investigated from the number (individual/ha: CPUE[Ind.]) of sea cucumber caught per unit of the dredged area from 81 times of dredging by the sampling ship. Most part of the operation was conducted on S sea bottom. A negative correlation was found between the average gravel density and the CPUE[W] ($n=162$, $r=-0.29$, $p<0.01$) but the CPUE[Ind.] was diphasic distribution, exhibiting peak at 0 and 9 average gravel densities (number/m²). From these results, gravel density is not only important factor that changes the Catchability of sea cucumber dredge, but also time changes the individual size and habitat density.

1. 緒 言

マナモコ (*Stichopus japonicus*) は古来東アジアの水産重要種であり, 日本や韓国およびロシア極東域では主に生食用として, 中国では煮干した加工品が食材や漢方薬の原材料として重宝されている¹⁾。日本では市場に並ぶマナモコのほぼ100%がマナモコであり, 現在生産量の殆どを野生種の漁獲に頼っている。

我が国のマナモコの漁獲量は1970年代に年間1万tあった漁獲量がその後徐々に減少し, 近年では7千t前後まで減少している²⁾。我が国の主要産地の一つである長崎県の中央部に位置する大村湾は高い閉鎖性をもつ海域である^{3), 4)}。しかし, このような特性をもつ本湾はデトリタス食性のマナモコにとって好適な生息場でもある⁵⁾。

長崎県ではマナモコの漁獲量の約6割が大村湾で漁獲され, その漁獲量の多くがナマコ桁網で漁獲される。しかし, 大村湾におけるマナモコ総漁獲は1970年の728tをピークに減少し続けている。

マナモコ漁獲量の減少に対し, 種苗放流の適正条件や種苗技術の向上に関する研究⁶⁾⁻⁸⁾, 人工魚礁周辺, 干潮帯および浅瀬での小型の個体(2歳未満)に関する生物学的知見⁹⁾⁻¹¹⁾が散見されるものの, 十分な知見は得られていない。また, 本種の生息場所は浅海の岩礁域とされ^{5)-7), 10)}, 2歳未満のマナモコの分布は底質に左右される。また, マナモコを主対象種とするナマコこぎ網の漁獲効率は海底地形の変化により変化する¹²⁾とされている。

市場価値が高く, 実際に漁獲される2歳以上のマナモ

2009年1月5日受付, 2009年10月1日受理

キーワード: ナマコ桁網, 漁具能率, CPUE, 海底底質

Key words: Sea cucumber dredge, Catchability, CPUE, Sea bottom sediment

¹ NITTO SEIMO Co., LTD. 2-20-15 Shimbashi, Minato, Tokyo, 105-0004, JAPAN (日東製網株式会社 〒105-0004 東京都港区新橋2丁目20番15-701号)

² Graduate School of Science and Technology, Nagasaki University, 1-14 Bunkyo, Nagasaki, 852-8521, Japan (長崎大学大学院生産科学研究科 〒852-8521 長崎市文教町1-14)

³ Faculty of Fisheries, Nagasaki University, Bunkyo 1-14, Nagasaki 852-8521, Japan (長崎大学水産学部 〒852-8521 長崎市文教町1-14)

* Tel.&Fax.: 095-819-2808, ayutrap@nagasaki-u.ac.jp

この安定的かつ持続的な漁業を行うためには、漁場全体に亘る海底底質および生息状況に関する定量的把握が必要不可欠である。しかし、一般的なグラブ式およびピストンコア式の採泥方法では転石および巨石が多く試料採集が不可能であり、ナマコ桁網漁場内の海底地形と漁獲量の関係について検討された例は殆どない。

そこで、本研究では、画像解析により得られたナマコ桁網漁場の海底底質と桁網によるマナコの漁獲量との関係からナマコ桁網の漁具能率について検討することを目的とした。

2. 材料と方法

1) 調査地点

調査にはナマコ桁網を使用した (Fig.1)。実験場所は Fig.2 に示した長崎県大村湾大村市漁業協同組合地先のナマコ桁網漁場内とした。詳細な漁場位置は、本海域で実際に操業する標本船にGPSロガー (KESULL社製, DL-1) を搭載し、操業中の1分間隔の緯度経度記録から特定した。海底底質調査地点は特定された漁場内を緯度経度10秒毎37地点とし (Fig.2)、画像解析用の映像を得た。

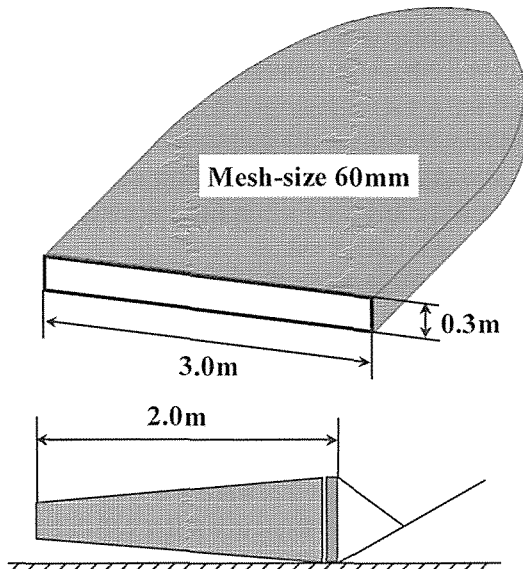


Fig.1 Sea cucumber dredge used in Ohmura bay.

2) 画像解析

画像解析に用いた映像は Fig.3 に示したとおり、海底から一定距離に下向きに配置した水中ビデオカメラ (Q・I社製, FM-2000) を用いて、 $0.40\text{m} \times 0.40\text{m}$ (0.16m^2) および $0.85\text{m} \times 0.85\text{m}$ (0.72m^2) の鉄製枠を着底させ直上から海底を撮影した。画像解析には撮影した動画から抜き出した静止画を使用し、鉄製枠内の礫個数および礫の長径を計測した。2種類の鉄製枠は水深および透明度に

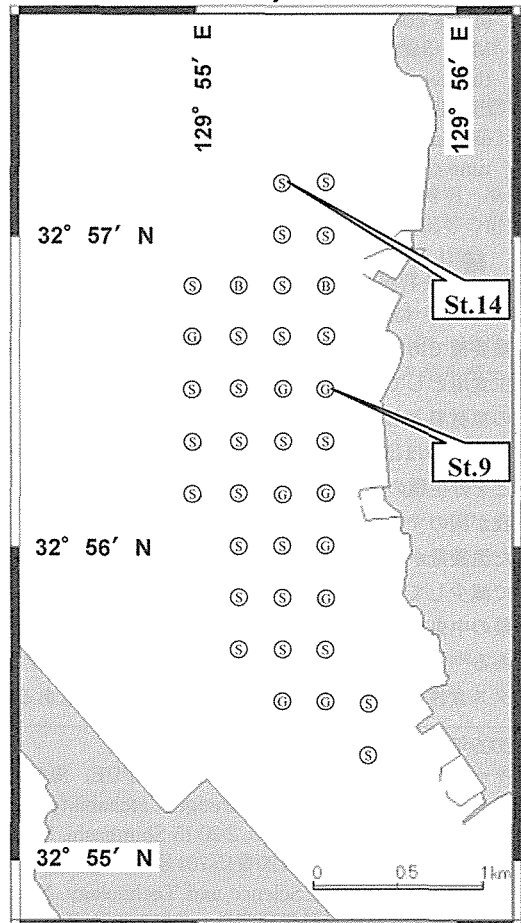
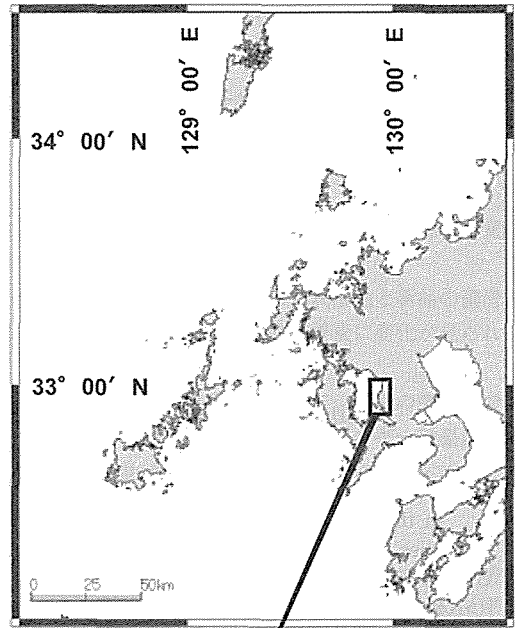


Fig.2 Sampling location on sea bottom sediment where surveys by the underwater camera. (S : Sandy and Mad, G : Gravel, B : Boundary of both sediment materials)

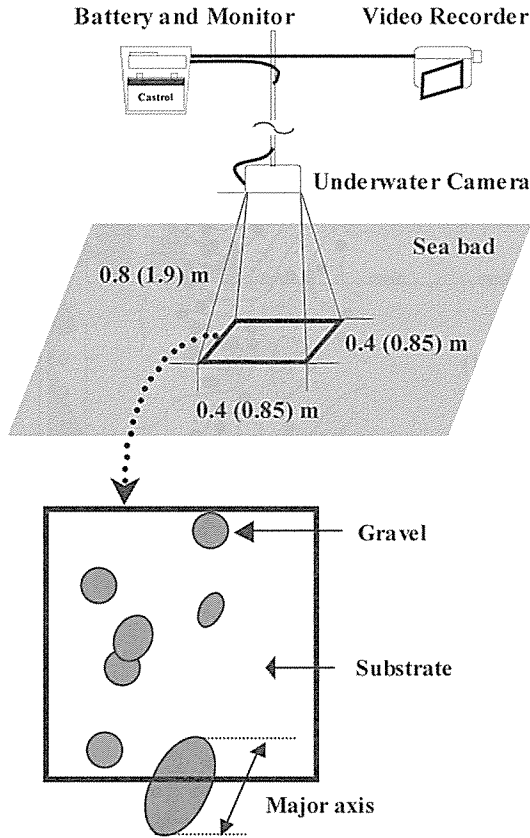


Fig.3 Experimental device (underwater camera and frame) survey sea ground sediment. In the study, sea bottom sediment consists of both the density of gravels and the substrates of sea bottom.

より使い分けた。撮影は同一緯度経度で2~3回行った。2種類の鉄製枠の総面積は2.1m²に統一した。海底の基質は映像から目視により砂泥(S)、礫(G)(6.4×10⁻²m以上の礫および貝殻)および両者の境界(B)の3つに分類した。鉄製枠直上の静止画から、6.4×10⁻²m以上の礫は個数を計数し、粒径をノギスにより測定した。粒径の代表値は長径とした。また、同一測定システムを用いて既知の長さを測定し、静止画による礫長径の妥当性を検証したところ両枠の長さ推定値と既知の長さの関係式は高い正の相関(Spearman's correlation coefficient by rank test, $\alpha=0.05$, $P\leq 0.05$, $R^2=0.99$, $n=21$)および直線性($Y=1.00X+0.41$)を示していた(Fig.4)。そこで、長さの推定値は撮影される物体の実際の長さとして使用して差し支えないと判断した。

3) 漁獲量

実験期間は2007年11月26日~12月13日とした。マナマコは期間中に同乗した標本船で漁獲し、個体数および重量を測定した。桁網の総揚投回数数は81回であった。アカナマコはアオナマコおよびクロナマコと生殖隔離され

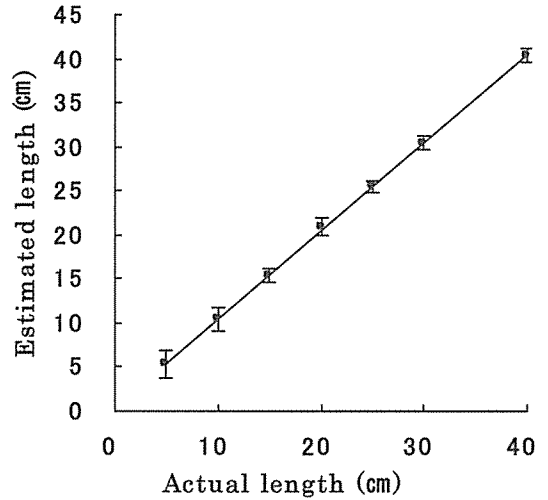


Fig.4 Relationship between the actual length and the estimated length of still image shot by the underwater camera.

た集団であり¹³⁾、そこで本研究のマナマコはアオナマコおよびクロナマコとした。操業中の底質(投網から揚網までの全底質)は桁が通過した緯度経度および直近の底質調査地点から推定した。

一回の曳網中に様々な基質を通過するため、基質は砂泥域のみを通過するS型、砂泥域および境界域を通過するSB型、砂泥域、境界域および礫域を交互に通過するSBG型、砂泥域および礫域を通過するSG型、そして礫域のみを通過するG型の5型に分類した。マナマコはサイズの違いにより生息場所および生息密度が変化する¹⁾。生息密度の違いを論じるため、漁獲量は重量および個体数を使用した。漁獲量はマナマコ漁獲量を曳網面積で除した単位面積あたりの漁獲重量(kg/ha)(以後CPUE[W]で表わす)および漁獲個体数(個体数/ha)(以後CPUE[Ind.]で表わす)で評価した。曳網面積は投網地点から揚網地点までの標本船の移動距離と桁の幅の積とした。

3. 結果

1) 漁場の海底底質と操業軌跡

礫密度(6.4×10⁻²m以上の礫)と中央粒径値はFig.5に示した。マナコ桁網漁場の37地点のうち、海底の基質は9箇所がS型、26箇所がG型、2箇所が砂泥と礫が混在するB型であり、マナコ桁網漁場の大部分がS型であった(Fig.2)。Fig.5(a)に6.4×10⁻²m以上の礫の分布を示した。礫密度の高い地点が本漁場の東部(32°56'30"~50", 129°55'20"E)および北西部(32°56'60"N, 129°54'40"E周辺)に存在した。砂泥域で高い中央粒径を示した場所が本漁場の北部(32°56'40"N, 129°50'00"E)および中央部(32°55'40"N, 129°50'00"E周辺)に

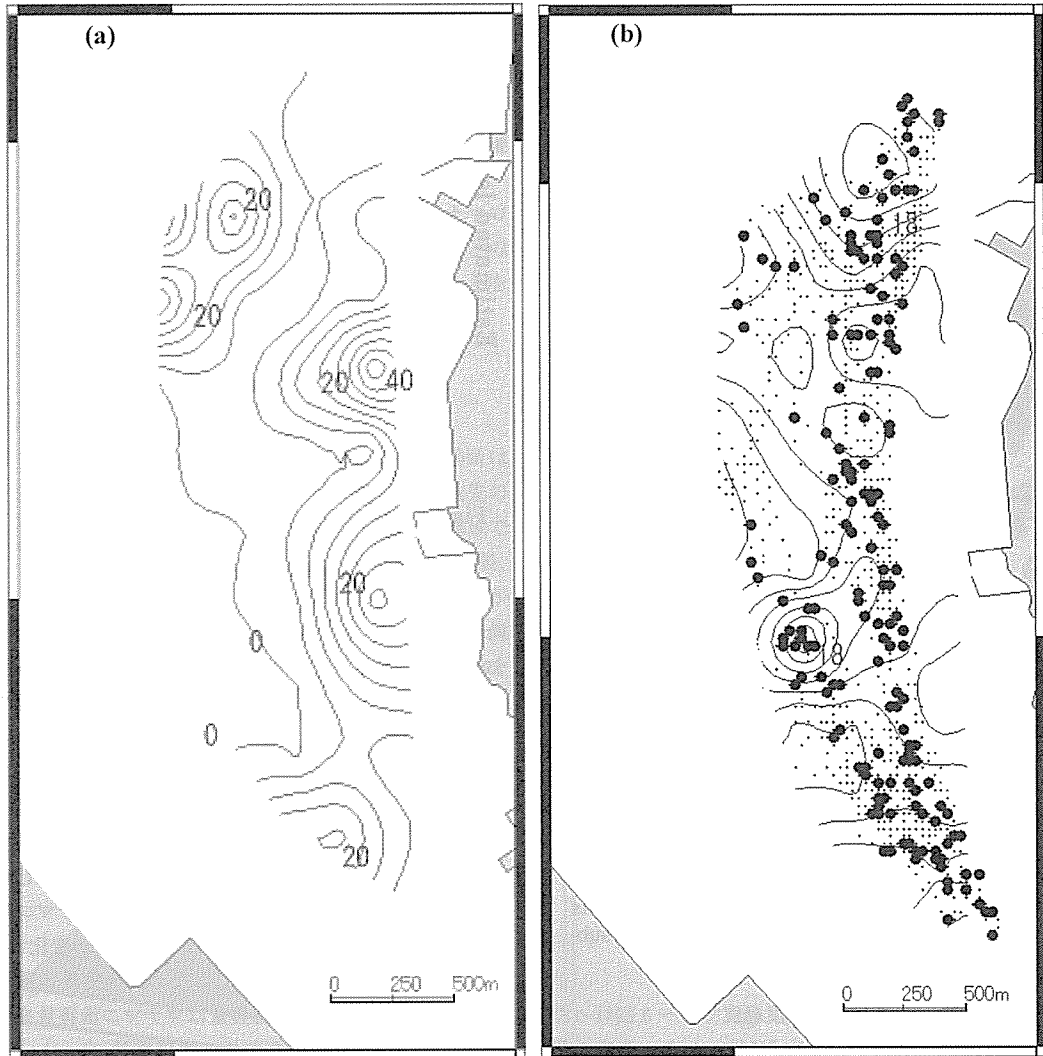


Fig.5 Maps showing the density (a) and the median particle diameter (b) of gravels. Location of the sampling fishing boat movement and the median particle diameter of gravels.

(\cdot : movement location, \bullet : start or finish dredging)

存在した。Fig.5 (b) に桁網漁場の礫の中央粒径値および標本船の操業軌跡を示した。砂泥域で高い中央粒径値を示す場所は操業の揚投網地点およびその近傍に位置していた。揚投網地点およびその近傍に位置するSt.14およびナマコ桁網の操業禁止場所であるSt.9の中央粒径値における度数分布はFig.6に示した。St.9では $6.4 \times 10^{-2} \text{m}$ ~ $5.1 \times 10^{-1} \text{m}$ の礫が点在し、St.14では 1.5×10^{-1} ~ $3.2 \times 10^{-1} \text{m}$ の礫が点在していた。

2) 漁場の海底底質と漁獲量の関係

本研究において海底底質は海底の基質および礫密度の両方を指す (Fig.3)。CPUE[W] および CPUE[Ind.] と平均礫密度の関係はFig.7に示した。マナマコのCPUE[W] は平均礫密度が0個/m²付近で最大になり、平均礫密度が増加するにつれCPUE[W] は減少した

(Spearman's correlation coefficient by rank test, $\alpha = 0.05$, $P \leq 0.05$)。平均礫密度が0および9個/m²の時に、CPUE[Ind.] は高くなり、平均礫密度9個/m²付近で最大になった。

S型およびSB型は平均礫密度が0 ~ 2個/m²および2 ~ 4個/m²の狭い範囲に集中し、SG型およびG型は1 ~ 13個/m²および9個/m²以上の広い範囲に存在した。S型、SB型、SBG型、SG型およびG型の平均CPUE[W] は8.7, 5.3, 3.1, 5.1および6.3kg/haであった。多重比較によりS型とSB型、S型とSBG型、S型とSG型、S型とG型、SBG型とG型のCPUE[W] には有意差があった (Steel-Dwass test, $\alpha = 0.05$, $P \leq 0.05$)。CPUE[W] はSBG型 \leq SG型 \leq SB型 \leq G型 < S型の順になり、CPUE[W] の最大はS型であり、最小であるSBG型の2.8倍であっ

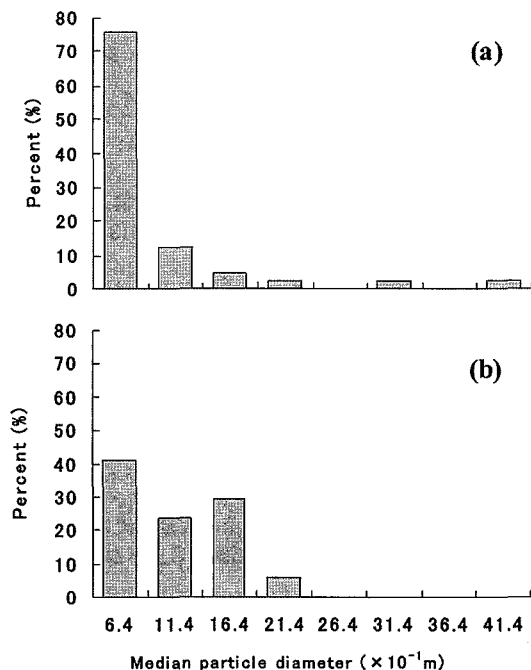


Fig.6 Size distribution of gravel in St.9 (a) and St.14 (b).

た。

S型, SB型, SBG型, SG型およびG型の平均 $CPUE[Ind.]$ は63.6, 41.4, 27.2, 47.6および62.7個体/haであった。S型とSBG型, S型とSG型, SB型とSBG型, SBG型とG型の $CPUE[Ind.]$ には有意差があった (Steel-Dwass test, $\alpha=0.05$, $P \leq 0.05$)。 $CPUE[Ind.]$ はSBG型 \leq SG型 \leq SB型 \leq G型 \leq S型の順位になり, 各基質での平均 $CPUE[Ind.]$ の最大はS型であり, 最小となったSBG型の2.3倍であった。

4. 考 察

砂泥域で中央粒径値が高い場所は揚投網の地点付近に存在した (Fig.5)。St.9の礫の中央粒径の分布は $6.4 \times 10^{-2}m \sim 5.1 \times 10^{-1}m$ であり, St.14では $1.5 \times 10^{-1} \sim 3.2 \times 10^{-1}m$ であった。桁は $1.5 \times 10^{-1}m$ 以下の礫であれば, 乗り越えることが可能であり, $3.2 \times 10^{-1}m$ 以上の礫を乗り越えることおよび引き摺ることも不可能であると推測される。桁を用いた長年の操業により $1.5 \times 10^{-1} \sim 3.2 \times 10^{-1}m$ の礫が引き摺れ, 揚網地点に堆積したと推察する。

桁網の採集効率が桁の着底の状態¹⁴⁾ およびナマコこぎ網の漁獲効率が海底の複雑さ¹²⁾ により影響をうけることから, 鉄枠を持つ桁網漁具では礫の存在および海底の基質により何らかの影響を受けると予想される。 $6.4 \times 10^{-2}m$ 以上の礫を乗り越える際に, 桁は礫の存在により片側もしくは完全に離底したり, 跳ね上がったといった挙動変化を示すと考えられる。Fig.7の平均礫密度の増加に伴うナマコのCPUEの減少は挙動変化が引き

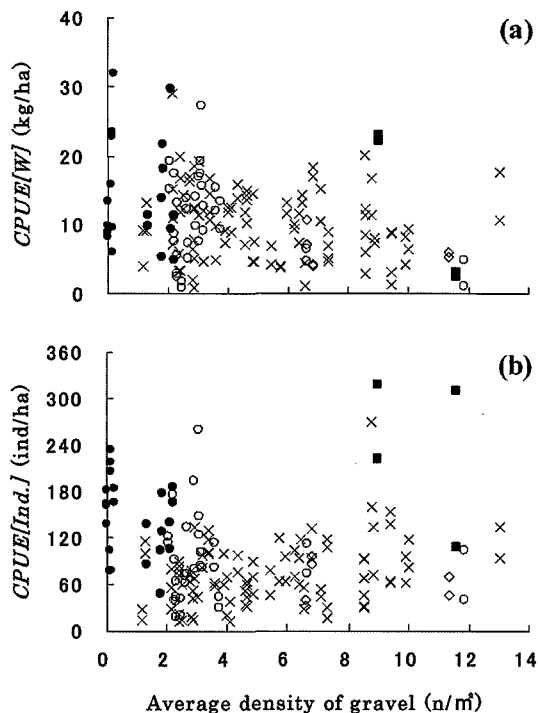


Fig.7 Relationship between the average density of gravel and (a) weight per unit area by dredge ($CPUE[W]$), and (b) number of individual per unit area by dredge ($CPUE[Ind.]$).

Dredging on S : only S, SB : on S and G, SBG : on S, B and G, SG : on S and G, G : on only G) ● : S, ○ : SB, ◇ : SBG, × : SG, ■ : G

起こしたと考える。マナコが礫密度および海底の基質に関係なく一様に分布した場合, ナマコ桁網の漁獲量は漁具能率により決定される。桁の挙動変化がナマコ桁網の実質的な掃過面積を減少させ, 漁具能率を減少させたと推察する。桁の挙動変化は $CPUE[W]$ が礫密度に対し負の相関を示したことから $6.4 \times 10^{-2}m$ 以上の存在に影響を受けると考える。

各基質の $CPUE[W]$ および $CPUE[Ind.]$ は共にS型で最大値を, SBG型で最小値を示した。SBG型はS型, G型およびB型の3つの基質を交互に通過したことで桁の離着底が生じ, 漁具能率が低下したと考える。G型およびS型の $CPUE[Ind.]$ には統計有意差があったが, S型とG型の $CPUE[W]$ には統計的有意差があった。S型の $CPUE[W]$ はG型の $CPUE[W]$ の1.3倍であった。G型では礫の存在により低い漁具能率となり, CPUEが低くなると予測されるが, $CPUE[W]$ および $CPUE[Ind.]$ は漁具能率が高いS型について多かった。

S型およびSB型は平均礫密度が $0 \sim 2$ 個/ m^2 および $2 \sim 4$ 個/ m^2 の狭い範囲に集中し, SG型およびG型は $1 \sim 13$ および 9 個/ m^2 以上の広い範囲に存在した。礫密度が増加するにつれ, 操業が行われた海底の基質はSG型,

SBG型およびG型に限られた (Fig.7)。平均礫密度の増加は海底の基質にG型を含ませる結果になった。藻場の存在量^{7), 10)}, 水深や水温⁹⁾ および底質 (転石の有無や岩礁域)^{1), 7)~11)} により2歳未満のマナモコの生息密度は変化することが知られている。G型では2歳未満の小型マナモコが高密度に生息することにより小型のマナモコを漁獲する割合が高くなり, CPUEが増加した。CPUEの分散は平均礫密度の増加に伴い小型のマナモコの生息密度が増加したために大きくなったと考える。

以上より礫密度および海底の基質が, マナモコの生息密度にかかわらず, マナモコ桁網の漁獲量を左右する可能性が示唆された。また, 砂泥域で2歳以上の個体が少数漁獲され, 礫域で2歳以下の個体が多数漁獲されたことから, マナモコの年齢およびサイズにより生息密度および分布が様でないことが明らかになった。さらに, 礫が桁網の操業により移動して現在のように分布した可能性がある。

ナマコ類の成体は遊泳せず海底に定着して生息する生物である。桁網の操業海域全体が一定の海底の状況下であれば, 対象生物の生息密度が漁獲の多寡を決定するであろう。しかし, 本研究で明らかとなったようにナマコ桁網漁場は, 砂泥基質の平坦な海底の場合や時として桁を持ち上げ海底との隙間を作り出すような礫の密度がめまぐるしく変化する海底の場合もある。したがって今後, ナマコ桁網の漁獲能率を詳細に検討するには, 堅牢な鉄製枠を有するナマコ桁網と礫などの海底起伏との間に生ずる隙間について検討し, ナマコを漁獲するための実質的な掃海面積について検討する必要がある。

本研究の遂行にあたり, 御協力および助言を頂いた大村市漁業協同組合の二嶋雅秀氏に深く感謝の意を表す。英文校閲を賜った長崎大学水産学部准教授サトイト・シリル・グレン博士に深く感謝の意を表す。終始懇切な助言を賜った編集者並びに査読者に深く感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 崔 相: なまこの研究, 海文堂, 東京, pp.1-14, 1963.
- 2) 農林水産省大臣官房統計部編: 漁業・養殖業生産統計年報 (併載: 漁業生産額), 東京, pp.126-203, 2004.
- 3) 野上真子・松野 健: 大村湾の海洋構造と第2躍層の形成・消滅過程. 海の研究, 10(3): 191-202, 2001.
- 4) 西田 渉・野口正人・鈴木誠二: 大村湾における水温とDOの変化予測. 長崎大学工学部研究報告, 第37巻, 第69号, 平成19年.
- 5) 柳橋茂昭・柳沢豊重・河崎 憲: マナモコ種苗生産における浮遊幼生の着底および着底後の幼若個体の餌料と飼育方法について. 水産増殖, 32(1): 6-13, 1984.
- 6) 瀧口克己・藤本敏昭・神菌真人: マナモコ *Stichopus japonicus* Selenka人工種苗の大量放流による漁場形成に関する研究—1. 福岡県豊前水試研報, 3: 53-62, 1990.
- 7) 上妻智行・瀧口克己・藤本敏昭: ナマコ漁場周辺域における環境特性について. 福岡県豊前水試研報, 3, 1990.
- 8) 中島幹二: 宗谷海域におけるマナマ人工種苗放流サイズの検討. 北水試験報, 67: 97-104, 2004.
- 9) 濱野龍夫: 潮間帯および人工藻礁域におけるマナモコ個体群の動態. 水産増殖, 37(3): 179-186, 1989.
- 10) 網尾 勝: 潮間帯の生物調査からマナモコの生息適地を選定する試み. 水産増殖, 37(3): 197-202, 1989.
- 11) 浜野龍夫・近藤正和: 放流したマナモコ種苗の行方. 水産増殖, 44(3): 249-254, 1996.
- 12) 畑中宏之: ナマコこぎ網の漁獲効率の推定について. 水産増殖, 44(2): 227-230, 1994.
- 13) 菅野愛美・木島明博: マナモコの色変異に関する遺伝育種学的研究. 水産育種35: 15-23, 2006.
- 14) 木元克則・藤田 薫・野口昌之・興石裕一: 水産工学研究所II型2m幅桁網の開発とヒラメ稚魚の採集効率の推定. 水工研研報, 22: 67-90, 2001.