

# 北海道マナマコ資源管理ガイドライン

Sea Cucumber Resource Management Guideline in Hokkaido

北海道マナマコ資源管理技術開発共同研究機関

代表機関 北海道立総合研究機構



## はじめに

北海道のマナマコの単価が2003年から急激に上がり始め、2011年に最高金額となりました。そのため、短期間に一躍沿岸資源の重要種になり、近年では北海道のマナマコ漁獲量は毎年2,000トンを超えています。この漁獲量は天然での生産によるものです。この恵みを将来にわたって利用するためには、天然資源であるマナマコを上手に漁獲し続けることが必要です。北海道においてマナマコの資源管理は、漁業者による自主的な管理が基本です。しかし、資源管理に取り組んだ結果、資源を持続的に利用している地区がある一方で、熱心に取り組んでいるにもかかわらず資源状況が低迷している地区もあります。そのため、マナマコの資源管理はどうすれば良いのかということが求められておりました。そこで、北海道立総合研究機構、公立はこだて未来大学、東京農業大学、北海道大学フィールド科学センター、水産総合研究センター、日本事務器北海道支社によりコンソーシアムである北海道マナマコ資源管理技術開発共同研究機関を結成し、平成23年から平成25年にかけて農林水産省農林水産技術会議の「新たな農林水産施策を推進する実用技術開発事業」委託事業において「情報共有による北海道マナマコ資源の管理支援システム開発とガイドラインの策定」に取り組みました。このガイドラインはその成果をとりまとめた内容です。北海道のマナマコの資源管理について最新の科学的成果にもとづいて書いてあり、北海道のマナマコ資源管理の確立に向けた第一歩となるものです。マナマコの生態にはわからないことが多く、今後の研究の展開によっては新たな資源管理方法が開発されるかもしれません。そのため、本書をもってマナマコの資源管理技術は完成ではありません。これからも北海道のマナマコの資源管理技術の確立を目指して研究開発に取り組み、その成果を取り入れて改訂する方針です。本書を北海道のマナマコ資源の持続的利用に少しでも役立てて頂ければ幸いです。

北海道マナマコ資源管理技術開発共同研究機関

代表機関 北海道立総合研究機構

稚内水産試験場 佐野 稔



## 目次

はじめに (佐野 稔)	1
第1章 北海道のマナマコの生態	5
1.1 生態と資源管理 (佐野 稔)	6
1.2 分類 (鵜沼辰哉、長谷川夏樹、鬼塚年弘)	7
1.3 分布	8
1.3.1 地理的分布 (合田浩朗、中多章文、田園大樹)	8
1.3.2 北海道マナマコの分布特性 (合田浩朗、中多章文、田園大樹)	8
1.4 成長 (合田浩朗、中多章文、田園大樹)	11
1.5 成熟と産卵 (鵜沼辰哉、長谷川夏樹、鬼塚年弘)	13
第2章 北海道のマナマコ資源管理の進め方	17
2.1 資源管理の基本的考え方 (佐野 稔)	18
2.2 なまこ部会で決めましょう (佐野 稔)	20
2.3 資源管理の2つの選択肢 (佐野 稔)	21
第3章 マナマコ資源管理支援システムをもとにした資源管理	23
3.1 資源評価	24
3.1.1 資源管理支援システムを導入しましょう (畑中勝守、田村 浩)	24
3.1.2 デジタル操業日誌の操作方法 (和田雅昭)	26
3.1.3 マイクロキューブの取り付け、操作方法 (和田雅昭)	27
3.1.4 漁獲規制サイズ以上の資源量の推定方法 (佐野 稔)	29
3.1.5 漁獲規制サイズ以下の資源量の推定方法 (佐野 稔)	30
3.1.6 情報配信webサイトの操作方法 (田村 浩)	31
3.1.7 マナマコ資源診断票 (佐野 稔)	36
3.1.8 データの管理、保存、セキュリティ (田村 浩)	38
3.1.9 システム運用経費、メンテナンス、相談窓口等 (田村 浩)	40
3.2 資源管理	41
3.2.1 漁獲量の管理 (佐野 稔)	41
3.2.2 その他の管理 (佐野 稔)	42
3.3 マナマコ資源管理支援システムをもとにした資源管理のまとめ (佐野 稔)	44
第4章 CPUE、定点調査をもとにした資源管理	47
4.1 資源評価	48
4.1.1 CPUE (高柳志朗)	48
4.1.2 定点調査 (高柳志朗)	51
4.1.3 資源診断シート (高柳志朗)	53
4.2 資源管理	55
4.2.1 効果的な資源管理にするには (佐野 稔)	55
4.2.2 時間の管理 (鵜沼辰哉、長谷川夏樹、鬼塚年弘)	55
4.2.3 空間の管理 (合田浩朗、中多章文、田園大樹)	56
4.2.4 漁船隻数の管理 (佐野 稔)	56
4.2.5 漁具の管理 (佐野 稔)	57
4.2.6 漁獲物の管理 (鵜沼辰哉、佐野 稔、長谷川夏樹、鬼塚年弘)	57
4.2.7 漁獲量の管理 (佐野 稔)	59
4.3 CPUE、定点調査をもとにした資源管理のまとめ (佐野 稔)	60
おわりに (高柳志朗)	62
引用資料	63

<新たな農林水産施策を推進する実用技術開発事業委託事業担当者一覧>

(課題構成順、\*は執筆者、\*\*は表紙デザイン)

さの 佐野	みのる 稔*	(研究総括者) 地方独立行政法人北海道立総合研究機構稚内水産試験場
なつめ 夏目	まさし 雅史	地方独立行政法人北海道立総合研究機構稚内水産試験場
なかた 中多	あきふみ 章文*	地方独立行政法人北海道立総合研究機構稚内水産試験場
たのぞ 田園	だいき 大樹*	地方独立行政法人北海道立総合研究機構稚内水産試験場
たかやなぎ 高柳	しろう 志朗*	地方独立行政法人北海道立総合研究機構釧路水産試験場
こうだ 合田	ひろお 浩朗*	地方独立行政法人北海道立総合研究機構釧路水産試験場
まえだ 前田	けいじ 圭司	地方独立行政法人北海道立総合研究機構栽培水産試験場
さとう 佐藤	はじめ 一	地方独立行政法人北海道立総合研究機構中央水産試験場
わだ 和田	まさあき 雅昭*	(機関代表者) 公立はこだて未来大学
おかもと 岡本	まこと 誠**	公立はこだて未来大学
やすい 安井	しげや 重哉	公立はこだて未来大学
はたなか 畑中	かつもり 勝守*	(機関代表者) 東京農業大学
みやした 宮下	かずし 和士	(機関代表者) 北海道大学フィールド科学センター
うぬま 鵜沼	たつや 辰哉*	(機関代表者) 独立行政法人水産総合研究センター北海道区水産研究所
おにづか 鬼塚	としひろ 年弘*	独立行政法人水産総合研究センター北海道区水産研究所
はせがわ 長谷川	なつき 夏樹*	独立行政法人水産総合研究センター増養殖研究所
さわぐち 澤口	さゆみ 小有美	独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所
たむら 田村	ひろし 浩*	(機関代表者) 日本事務器株式会社北海道支社
ささき 佐々木	つかさ 丈	日本事務器株式会社北海道支社
わたなべ 渡邊	ひでき 英樹	日本事務器株式会社北海道支社
たむら 田村	いくえ 郁英	日本事務器株式会社北海道支社
かみや 神谷	ひでのり 秀憲	日本事務器株式会社北海道支社
さたけ 佐竹	しんいち 慎一	日本事務器株式会社北海道支社

<お問い合わせ>

ガイドライン全般について

地方独立行政法人北海道立総合研究機構稚内水産試験場 調査研究部

〒097-0001 北海道稚内市末広 4-5-15

TEL 0162-32-7166 FAX 0162-32-7171

資源管理支援システムについて

日本事務器株式会社北海道支社

〒060-0005 北海道札幌市中央区北5条西6丁目

TEL 050-3000-1570 FAX 011-221-9005



# 01

## 第1章

### 北海道のマナマコの生態

- 1.1 生態と資源管理
- 1.2 分類
- 1.3 分布
  - 1.3.1 地理的分布
  - 1.3.2 北海道マナマコの分布特性
- 1.4 成長
- 1.5 成熟と産卵

---

はじめに (佐野稔) p1

第2章 北海道のマナマコ資源管理の進め方 p17

第3章 マナマコ資源管理支援システムをもとにした資源管理 p23

第4章 CPUE、定点調査をもとにした資源管理 p47

おわりに (高柳志朗) p62

引用資料 p63

## 1.1 生態と資源管理

マナマコは生き物です。卵で生まれて、成長し、成熟して卵を産みます。その過程で、海の中のさまざまな環境を利用し、いろいろな食物を食べて生活します。このような生き物の一生に関する情報を生態といいます。この生態を知ることと、資源管理とは無関係なのでしょうか？実はマナマコの資源管理において、マナマコの生態を知ることが非常に重要です。それは、資源管理を効果的に行うための科学的な根拠となるからです。マナマコの資源管理にはさまざまな方法があります。保護区の設定や漁期の設定、漁獲規制サイズの設定、漁獲量の設定などの取り組みです。そして、それぞれの具体的な中身を決める際の裏付けとなるのがマナマコの生態に関する正しい知識です。

マナマコは北海道から九州まで生息しています。北海道と九州では、水温などの環境が異なるため、当然生態も異なります。そのため、九州で得られた生態の知見をそのまま北海道で利用することはできません。もちろん、同じマナマコですので、同じような生態となることもあります。基本的には異なります。例えば、本州のマナマコは静穏な内湾のような海域に生息していますが、北海道では外海に面した岩盤域に分布しています。この場合、本州の知見をもとにマナマコの保護区を静穏な内湾に設定しようとしても、そのような海域がない、もしくはマナマコがいないところを保護区にすることになり、資源管理の意味がありません。さらに漁獲規制サイズを設定して卵を残そうとした場合、卵をほとんど産まないような大きさで漁獲規制サイズを設定しても卵を保護することはできません。前浜のマナマコの生態に関する知見があれば一番良いのですが、無い場合はわからないとするのではなく、近い海域の情報を利用しましょう。場合によっては、関係機関と協力して自ら調査しても良いかもしれません。いずれにせよ、マナマコは天然資源です。適切な資源管理をすれば持続的に漁獲することができます。しか

し、限界を超えて漁獲すれば資源は崩壊します。知らないがゆえに資源を崩壊させないためにも、前浜のマナマコの生態を正しく理解しましょう。

本ガイドラインでは、資源管理の方法を決める際の科学的根拠となる北海道のマナマコの生態について、はじめに分類（1.2）を紹介します。それは、北海道で獲っているマナマコという生物が、どのような種であるかを理解するためです。それをふまえて、分布（1.3）、成長（1.4）、成熟と産卵（1.5）に関する新たな知見を整理しました。マナマコの分布は保護区の設定に不可欠な情報になり、成長、成熟と産卵期は漁期や漁獲規制サイズを決める際の重要な根拠となります。ただ、これが北海道のマナマコの生態の全てではありません。まだ、未解明な課題はありますが、現時点での最新の科学的知見です。マナマコの生態を正しく理解してマナマコの資源管理を確立しましょう。

（佐野 稔）

## 1.2 分類

マナマコにはアカ型（アカナマコ、図1.2-1）、アオ型（アオナマコ、図1.2-2）、クロ型（クロナマコ、図1.2-3）の3通りの色彩変異があります。最近の研究によって、これら3型のうちアカ型のみが遺伝的に異なる集団であり、アオ型とクロ型は環境によって決まる連続的な変異と考えられるようになりました<sup>1)</sup>。言い換えれば、同じ親から生まれても、育つ環境によってアオ型にもクロ型にも中間的な色彩にもなりうるということです<sup>2)</sup>。こういった事実から、アオ型とクロ型のみをマナマコとみなし、アカ型は別種とすることも提案されています<sup>3)</sup>。

本州では、アカ型は外洋の岩礁域、アオ型は内湾の砂泥域、クロ型はさらに湾奥の泥質の海域に生息する傾向があります<sup>4)</sup>。ただし、アカ型が少ない北海道では、本州ならアカ型がいるような岩礁域にもアオ型が多く生息します。

これらの3つの型では身質も異なり、アカ型は生食向きで、アオ型は生食にも乾燥ナマコにも利用されます<sup>5)</sup>。クロ型は見た目が悪いうえに表皮がはがれやすく、生食には向きませんが、乾燥ナマコに加工すればアオ型との違いが少なくなります。かつての西日本では、とくにアカ型が高値で取り引きされていました。しかし、乾燥ナマコの原料としての需要が高まるにつれ、アオ型・クロ型の価格が上昇し、近年ではアカ型を上回ることもあります。

現在、北海道で漁獲されているのは、ほぼ全てがアオ型です。道南の漁場でアカ型が漁獲されることもあります。また、黒みがかった個体はいるものの、本州のクロ型に相当するほどの真っ黒な個体はほとんど見られません。北海道産のアオ型は本州産よりも疣足が大きいという特徴があります（図1.2-4）。中国では疣足の大きな乾燥ナマコが好まれるため、北海道産は高く評価されています。

（鵜沼辰哉、長谷川夏樹、鬼塚年弘）

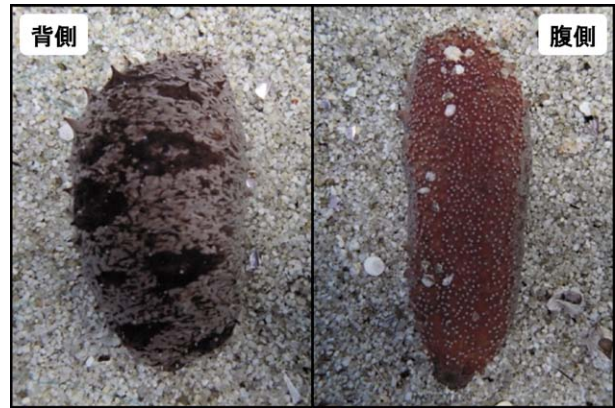


図1.2-1 本州産のアカ型



図1.2-2 本州産のアオ型

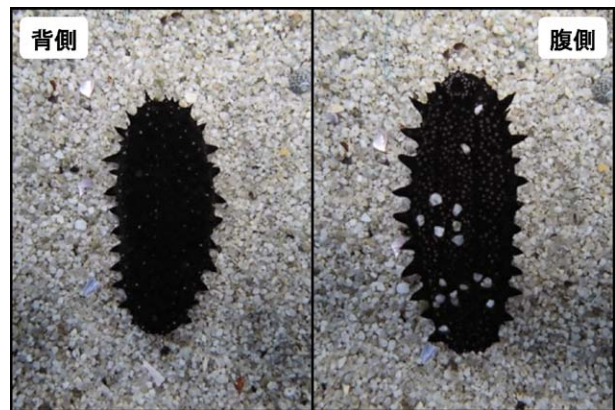


図1.2-3 本州産のクロ型

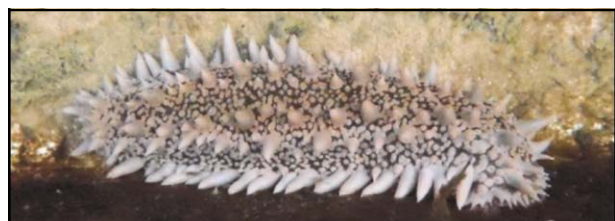


図1.2-4 北海道産のアオ型



## 1.3 分布

### 1.3.1 地理的分布

マナマコは、アラスカ、千島列島、サハリン、朝鮮半島、遼東半島に分布し、日本では北海道から九州、鹿児島種子島までと非常に広い範囲に分布しています<sup>6,7)</sup> (図1.3.1-1)。北海道では十勝、釧路地方を除く沿岸域で漁獲されています<sup>8)</sup> (図1.3.1-2)。北海道のマナマコは、主に潮間帯から水深40mまで分布しており、水深100～300mから採取されたこともあるようです。

(合田浩朗、中多章文、田園大樹)

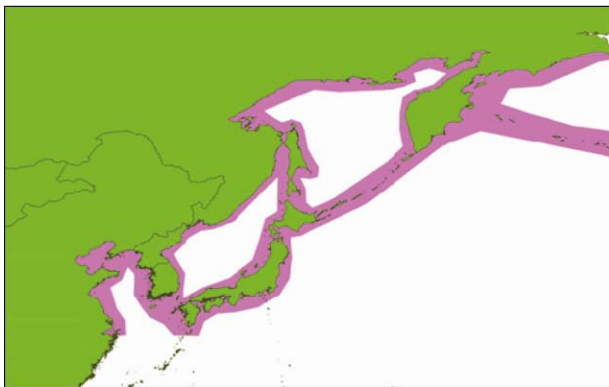


図1.3.1-1 マナマコの分布域<sup>7)</sup>

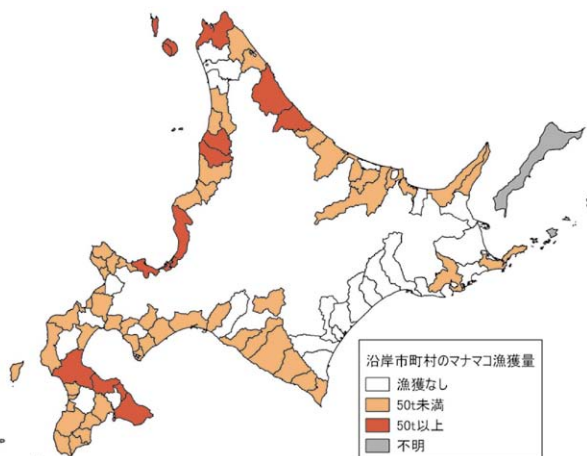


図1.3.1-2 北海道沿江市町村別の2011年マナマコ漁獲量<sup>8)</sup> (ただし標津町は禁漁のため漁獲なし)

### 1.3.2 北海道マナマコの分布特性

2011年と2012年の6～8月に、北海道の日本海(小平町)とオホーツク海(猿払村)でマナマコの分布密度と底質や水深について調査を行いました。これらの調査は、漁業者や漁協が自主的に禁漁とし、なまこけた網漁業が行われていない場所(保護区)で行いました。

#### (1) 分布密度と底質の関係

マナマコの分布密度と底質の関係性を把握するために、調査点を底質の状況で3つ(岩盤、礫、砂、図1.3.2-1)に区分し、それぞれの分布密度を求めました。猿払村と小平町の分布密度を比較すると、どの底質でも小平町の分布密度の方が高い結果となりました(図1.3.2-2)。

猿払村における底質別の分布密度は、岩盤で0.52

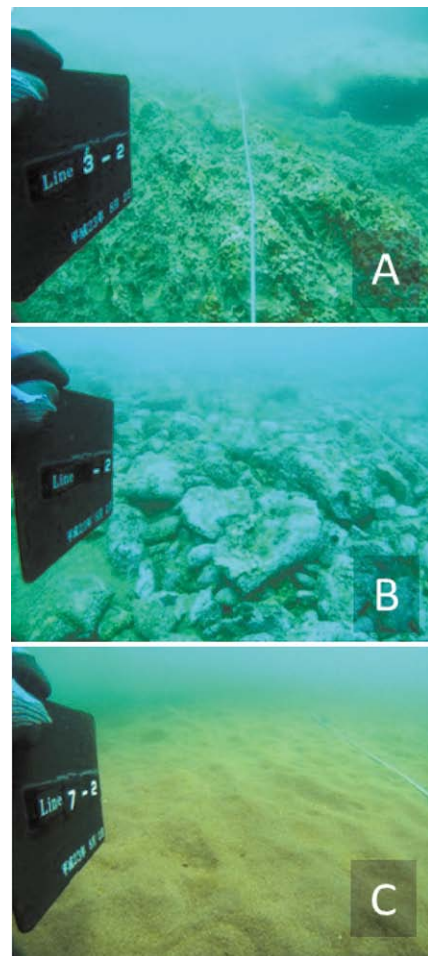


図1.3.2-1 マナマコ調査場所の底質 (A:岩盤、B:礫、C:砂、小平町鬼鹿)

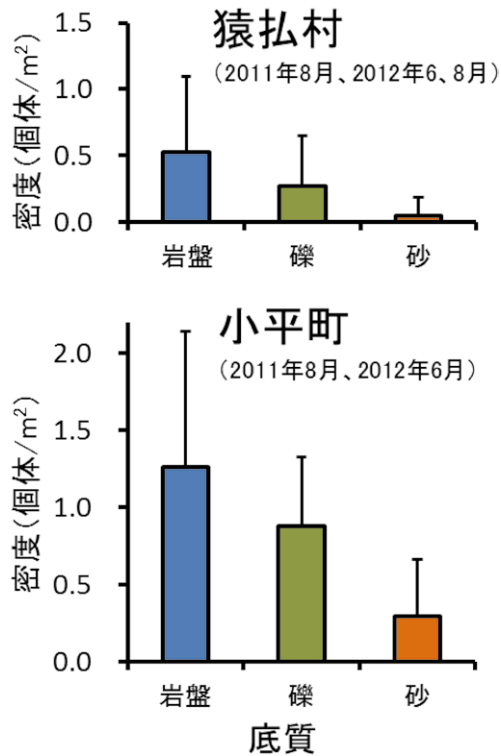


図1.3.2-2 マナマコの分布密度と底質の関係 (バーは標準偏差)

個体/m<sup>2</sup>と最も高く、砂では0.05個体/m<sup>2</sup>と低く、岩盤の密度の10分の1以下でした。小平町における底質別の密度も猿払村と同じ傾向を示しており、岩盤で最も高く、礫、砂の順に分布密度が低くなっていました(図1.3.2-2)。宗谷湾におけるなまこけた網漁場でも、砂泥域より岩盤域で分布密度が高いという報告もあり<sup>9)</sup>、北海道沿岸のマナマコの生息に適している底質は岩盤であることが分かりました。

## (2) 分布密度と水深の関係

次にマナマコの分布密度と水深の関係性について検討しました。底質条件を同じにするために底質が岩盤の調査点のみを抽出しました。猿払村の調査点は水深3～12mの範囲だったので、この水深帯を水深3～6m未満、6～9m未満、9～12m未満の3つに等分し、それぞれの分布密度を求めました。その中で、3～6m未満の水深帯が0.20個体/m<sup>2</sup>と最も低密度でした。一方、水深6～9m未満の水深帯は最も分布密度が高く0.82個体/m<sup>2</sup>でした。水深6～9m未満と9～12m未満の分布密度には、明らかな違い(有意な差)があるとは言えませんでした。

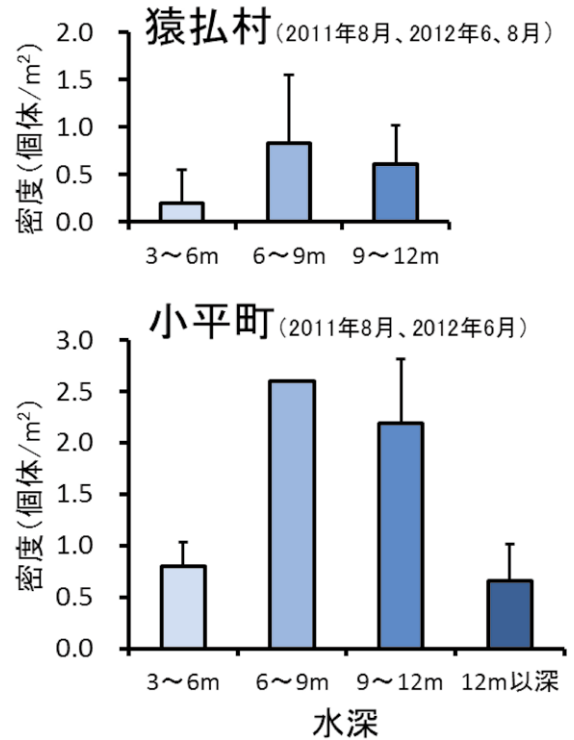


図1.3.2-3 岩盤域におけるマナマコの分布密度と水深の関係 (バーは標準偏差)

たが、水深3～6m未満は他の2つの水深帯より明らかに低い分布密度でした(図1.3.2-3の上)。

小平町の調査結果も、底質が岩盤である調査点を抽出し、調査点の水深帯を3～6m未満、6～9m未満、9～12m未満と12m以深の4つに区分し、それぞれの分布密度を求めました。水深9～12m未満の分布密度(2.19個体/m<sup>2</sup>)は、3～6m未満の分布密度(0.80個体/m<sup>2</sup>)や12m以深の分布密度(0.66個体/m<sup>2</sup>)より高く、明らかな違いが見られました(図1.3.2-3の下)。6～9m未満の水深帯の調査点は1点でしたが、その分布密度は2.65個体/m<sup>2</sup>で、3～6m未満や12m以深より高い密度でした。猿払村と小平町における分布密度と水深の関係から、マナマコは底質条件が同じ岩盤であっても、水深帯の違いにより分布密度が大きく異なっており、マナマコの分布密度が高い水深帯が存在することが分かりました。

## (3) 水深別の体重組成

どの体重のマナマコがどの水深帯に多いかを明らかにするために、体重組成と水深の関係について検

討しました（図1.3.2-4）。北海道北部に生息するマナマコの体重は季節的に増減し、6月頃に最も重くなることが知られています（後段の1.4.成長を参照）。そこで2011～2012年に猿払村で実施した調査のうち2012年6月27日に猿払村で調査した結果を、前節（2）と同様に底質が岩盤である調査点を3つの水深帯に区分し、それぞれの水深帯の体重組成図を並べたものを図1.3.2-4に示しました。水深3～6m未満、6～9m未満、9～12m未満の水深帯の密度はそれぞれ0.10、1.21、0.85個体/㎡でした。水深3～6m未満では密度が低く、採集できた個体数が少なかったため、どの重さの個体が多いかなどのはっきりした傾向を見出すことはできませんでした。水深6～9m未満の水深帯では、体重が9.4～216.8gの個体が採集され、そのうち体重が60～80gの個体が97個体のうち17個体と最も多く採集されました。一方、水深9～12m未満の水深帯では、体重が32.1～357.9gの個体が採集され、120～140gの個体が85個体うち16個体と最も多く採集されました。水深9～12m未満の水深帯では水深6～9m未満で獲れたような体重80g～100gの個体は少なく、わずか4個体しか見られませんでした。水深6～9m未満と水深9～12m未満の水深帯の個体の平均体重はそれぞれ110.4g、165.9gでした。これらの結果から、底質状況が同じ岩盤で、分布密度にも大きな違いが見られない場合であっても、水深帯によって体重組成は異なっており、浅い場所（水深6～9m未満）では深い場所（水深9～12m）に比べ小さい個体が多いことが分かりました。

（4）まとめ

以上の2つの海域の保護区における調査結果からマナマコの分布には、以下のような4つの特徴があげられます。

- ・分布密度は地域によって異なる。
- ・岩盤域で、砂や礫場より高密度に分布する。
- ・水深6～12mの水深帯に高密度に分布する。
- ・深所（9～12m）より浅所（水深6～9m）で小さい個体が多く分布する傾向がある。

2011～2012年に小平町や猿払村で実施した調査に

よって、今まであまり知られていなかったなまこけた網漁場となっている海域より浅い海域でのマナマコの分布特性が明らかになりました。

（合田浩朗、中多章文、田園大樹）

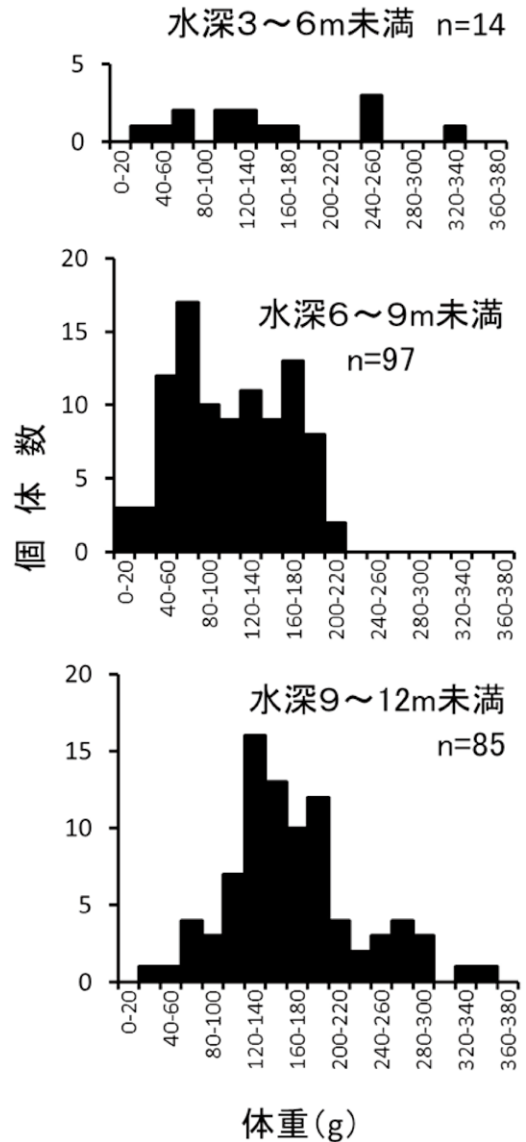


図1.3.2-4 岩盤域におけるマナマコの水深別の体重組成（2012年6月27日猿払村）

## 1.4 成長

マナマコは雌雄異体で産卵期には卵と精子を海中に放出します。それらが受精した後、細胞分裂を繰り返し、いくつかの浮遊幼生の段階を経た後、海底に着底し、稚マナマコとなります（図1.4-1）。

マナマコの年齢査定技術は研究されつつありますが<sup>10)</sup>、まだ確立された技術として普及しておらず、生まれてから何年でどのサイズまで成長するかといったマナマコの年齢と成長の関係は明らかにされていません。

マナマコの体重がいつの時期にどの程度増えるのかを明らかにするために、稚内水産試験場では、稚内地区水産技術普及指導所などと共同で次のような調査を実施しました。調査は、籠にマナマコを1個体ずつ收容し、同じ個体の体重の変化を追跡するという方法で行いました<sup>11)</sup>。その結果、体重の増減時期に若干の個体差はありましたが、おおむね同じ傾向を示し、1～3月は体重に変化は見られず、その後の4～6月には著しく増加しました。そして8～9月には体重が大きく減少しますが、10～12月にはやや増加するという季節変化を示しました。本州のマナマコは季節的に体重が増減することが知られていますが、北海道のマナマコも体重の増減を繰り返しながら成長していることが明らかになりました（図1.4-2）。また、6月に体重約80gのマナマコは翌年の6月には約110gまで成長していました（図1.4-2）。水温や餌環境などが変われば、体重の増減幅や増減時期が変わる可能性もありますが、この調査結果は漁獲物調査や定点調査で得られる体重組成のデータなどから、マナマコの資源状況を把握するための非常に重要な情報であると言えます。

（合田浩朗、中多章文、田園大樹）

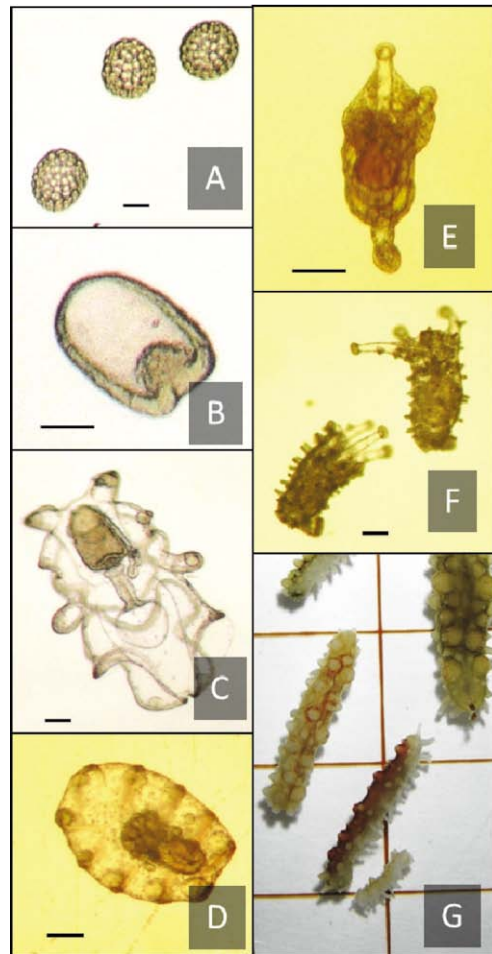


図1.4-1 マナマコの発生（釧路水産試験場 近田靖子氏提供） A：桑実胚、B：囊胚期幼生、C：アウリクラリア幼生、D：ドリオラリア幼生、E：ペンタクチュラ幼生、F：着底直後の稚マナマコ、G：稚マナマコ（バーは100μm）

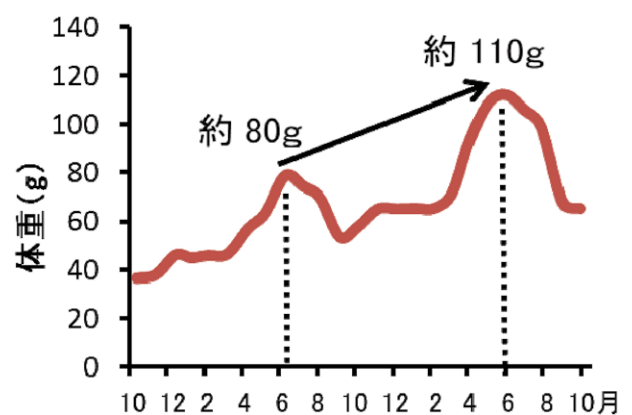


図1.4-2 マナマコの体重の季節変化

マナマコの重さを正確に量るには？

マナマコの大きさは、一般に体長や体重で表されます。しかし、体が簡単に伸び縮みするため、同じ個体でも状態によって体長は大きく変化し、ばらつきの大きいデータとなってしまいます。また、採取してから時間が経過すると、体内の海水を出したり、内臓を吐出したりするため、体重も大きく変化してしまいます。

このためマナマコの体内の海水や内臓の有無に影響されないよう、体内の海水や内臓、生殖巣を取り除いた体壁の重量（殻重量）を測定すれば、より正確な計測が可能とされています<sup>12)</sup>。この殻重量測定には、1個体ずつ体を切開して、内臓や生殖巣を取り除いてから重さを量るという作業が必要のため、多くの個体を測定するには非常に手間と時間がかかります。さらに体を切開するために漁獲物としての価値を下げてしまうので、漁獲物の測定にはあまり向いていません。

そこで、採集直後に個体別にビニール袋に密封保管し、実験室に持ち帰って計測した体重と殻重量の関係を調べました（図1.4.3）。その結果、マナマコの採集直後の体重と殻重量には直線関係が見られ、体重は殻重量のおよそ1.75倍となりました。採集直後の状態を可能な限りキープできれば、殻重量と同等のデータを得ることができると言えます。

漁港や漁協の荷さばき所などで漁獲物の体重組成を調べる時は、採集から測定までの時間をなるべく短くするとともに、内臓などを吐出した個体や海水を出して収縮した個体を除いて体重を測定することが重要です。

（合田浩朗、中多章文、田園大樹）

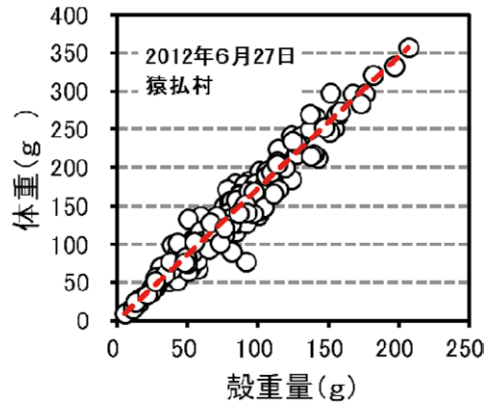


図1.4-3 マナマコの体重と殻重量の関係

## 1.5 成熟と産卵

マナマコは雌雄異体であり、産卵期に頭部にある生殖口から雌は卵、雄は精子を放出し、海中で受精が起こります。マナマコの性別は外観からはわかりませんが、産卵期に腹を開くと、図1.5-1のように、細い管が樹状に枝分かれした生殖巣が口の近くから後方へ伸びているのが観察されます。雌の卵巣は橙色、雄の精巣はクリーム色であることから、雌雄を区別できます。

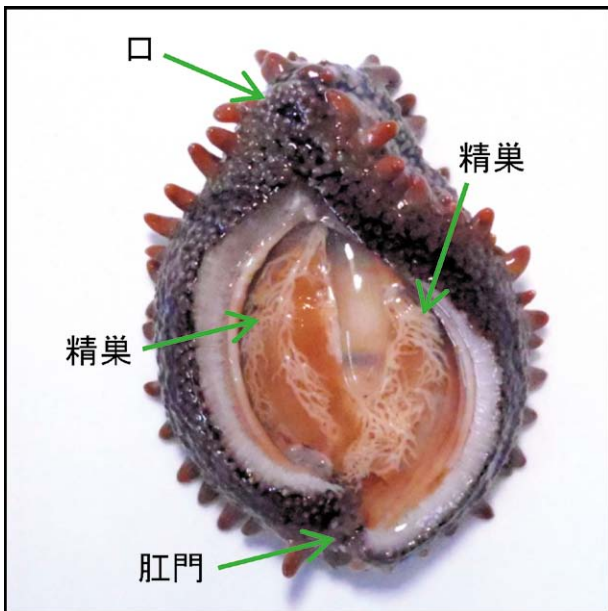


図1.5-1 産卵期に雄のマナマコの腹を開いたところ。見やすいように消化管を取り除いてある。樹状に枝分かれしたクリーム色の精巣が口の近くから後方へ向かって伸びている。

海域によって産卵期は異なり、おおむね本州では春から初夏、北海道では夏です<sup>12)</sup>。北海道のほとんどの漁場では、春先から生殖巣が次第に発達し、7～8月に産卵期を迎えます。この間の卵巣内の変化を図1.5-2に表しました。はじめは細い管の中に様々な大きさの卵母細胞が混在しますが、やがて大きさが揃い、産卵直前には太くなった管の中が十分に発達した卵母細胞で充満します。産卵が始まると、これらの卵を1回から数回に分けて放出するので、管の中は次第に隙間だらけになります。いったん産卵が始まってから、新たに卵を造り足すことはありません。そのため、産卵が始まる直前(図1.5-2の赤枠で囲んだ状態)の個体の卵巣重量を調べれば、その個体はその年の産卵期に産む卵の総量がわかります。

動物がどのくらい成熟しているかを表すのに、しばしば生殖巣指数という指標が用いられます。多くの動物では、生殖巣指数は体重に対する生殖巣重量の百分率(%)で表します。しかし、ナマコ類の場合には、体重の代わりに殻重量を用い、下記の式により算出するのが一般的です。

$$\text{生殖巣指数 (\%)} = 100 \times \frac{\text{生殖巣 (卵巣または精巣) の重量}}{\text{殻重量}}$$

産卵期へ向けて卵や精子ができるにつれて生殖巣は重くなりますので、生殖巣指数は増加します。産卵が始まると卵や精子を放出して生殖巣は軽くなりますので、生殖巣指数は減少します。つまり、生殖巣指数の変化を見れば、成熟の進み具合や産卵期がわかります。

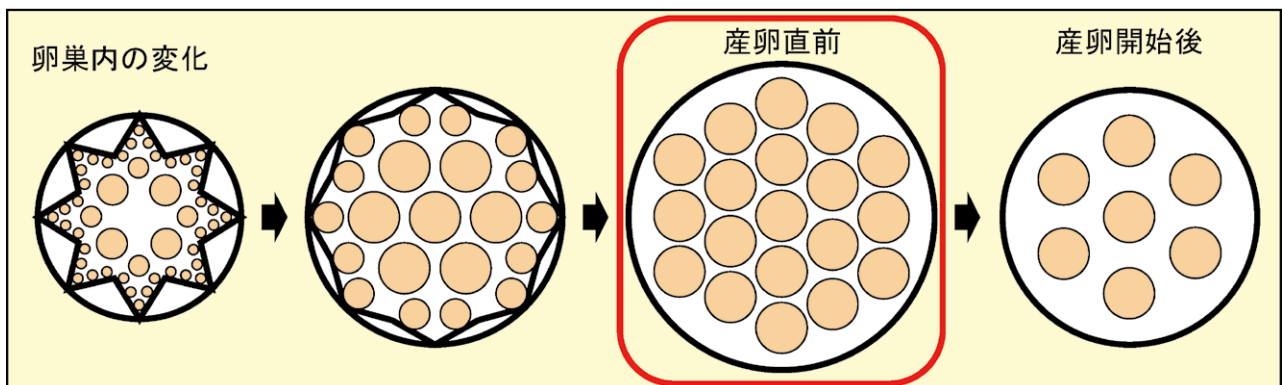


図1.5-2 成熟にともなうマナマコ卵巣内の変化。はじめは様々な大きさの卵母細胞が混在するが、やがて大きさが揃い、産卵直前には十分に発達した卵母細胞が充満する。

図1.5-3は2011年の6月から9月にかけて、猿払村で調査したマナマコの生殖巣指数です。体サイズによる生殖巣指数の違いを見るため、小型から大型まで様々なサイズのマナマコを採集し、殻重量を20g未満から180g以上まで10段階のサイズクラスに分類し、クラス毎に生殖巣指数の平均値を求めました。マナマコの生殖巣指数には、雄と雌との間でほとんど差はありませんので、ここでは雌雄をあわせたデータを示してあります。

まず注目すべきは、殻重量が大きくなるほど生殖巣指数の値も高くなるということです。大型個体ほど、体サイズの割りに大きな生殖巣をもつ、すなわち雌では産卵数が多く、雄では放出する精子の量が多いこととなります。次に、どのサイズクラスを見

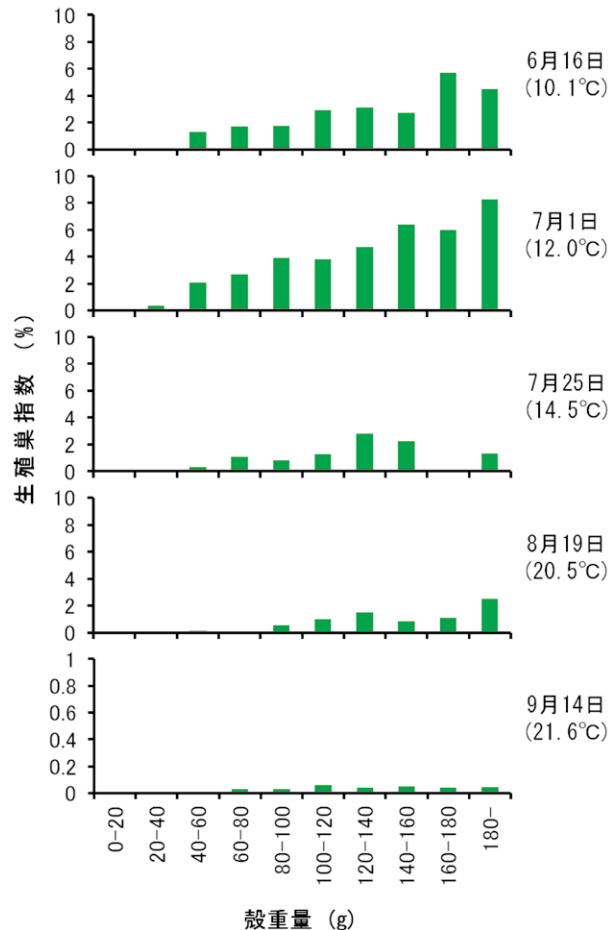


図1.5-3 猿払村の漁場におけるマナマコの生殖巣指数の変化。2011年の6月16日から9月14日まで2～4週間おきに毎回100～130個体を採集し、生殖巣指数を調べた。殻重量で10段階のサイズクラスに分類し、それぞれの平均値を求めた。9月14日のみ縦軸の縮尺が10分の1であることに注意。括弧内の数値は調査地点（水深20m）における調査前5日間の平均水温。

ても6月16日に比べて7月1日に生殖巣指数が増加していますが、7月25日以降は減少しています。このことから、大型個体も小型個体も、7月1日から7月25日までの間に産卵が始まったことがわかります。このときの採集地の海水温（調査前5日間の平均値）は7月1日が12.0℃、7月25日が14.5℃でした。翌年も同じ場所で同様の調査を行いました。やはり7月中旬に海水温が13℃を超えた頃に生殖巣指数がピークに達し、7月下旬に海水温が16℃を超えた時には、生殖巣指数は減少していました。これらの結果から、猿払では7月に海水温が13～15℃程度になる頃に十分成熟し、産卵が始まると考えられます。さらに、実験室の水槽にマナマコを収容し、猿払村沿岸の海水温とよく似た水温条件で飼育を行い、成熟の進み具合を調べた実験からも、やはり13～15℃で十分成熟し、産卵を開始することが裏付けられました。

2011年と2012年の調査で得られたマナマコのうち、産卵直前の雌個体（卵巣内が図1.5-2の赤枠の状態）の卵巣重量データを用い、産卵量を推定しました。猿払のマナマコは直径約160μmの卵を産みます。1gの卵巣にはこの大きさの卵が約20万個含まれますので、この数値を卵巣重量に乗じて各個体が産卵中に産む卵の数を推定したところ、図1.5-4のようになりました。個体間でばらつきはありますが、殻重量の大きい大型個体ほど、産む卵の数が飛躍的に増えるという特徴があります。

成魚であれば大型魚も小型魚も体重当たりの産卵量がそれほど変わらない魚種の場合には、漁獲量を一定にすれば、どのサイズを獲ってもその年の産卵量に及ぼす影響（どれだけ産卵量が減るか）は同じです。しかしながら、マナマコの場合には、成長にともなって体サイズの割りに産む量が多くなるので、どのサイズを獲るかによって産卵量への影響が異なってきます。図1.5-4に示した関係式から、どのくらいのサイズの個体がどれだけ産卵するかを試算して、表1.5-1にまとめました。わかりやすくするため、体サイズを殻重量から体重に換算してあります。例えば、産卵期の直前に1kgのマナマコを漁獲する場合、体重100gの小型を10個体獲るよりも、体重

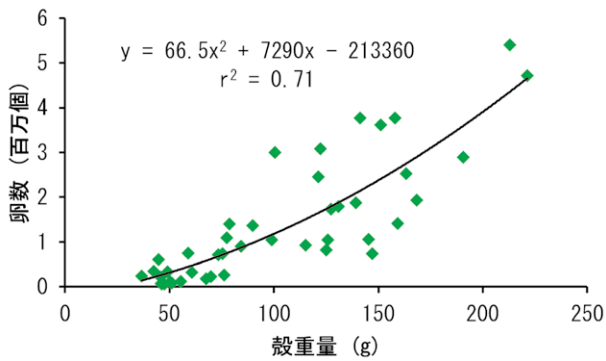


図 1.5-4 猿払村の漁場におけるマナマコの殻重量と産卵量の関係。2011年と2012年の調査で採集したマナマコのうち、産卵直前の雌の卵巣重量から各個体が産む卵の量を推定した。

200gの大型を5個体獲るほうが、産卵量の損失は1.8倍に拡大します。そのため、小型個体を守ろうとして大型個体に漁獲が集中すると、漁場全体で産卵数の減少を招く危険性もはらんでいます。

2年間の調査を通じ、殻重量が40g未満の小型個体では、生殖巣が全くないか、あったとしても顕微鏡で生殖巣内部を観察した際に卵や精子が見つからない（生殖巣が機能していない）個体がほとんどでした。一方、殻重量が40g以上の個体では、必ずといっていいほど生殖巣が見つかり、顕微鏡で内部を観察すれば卵か精子が見られました。つまり、猿払のマナマコは殻重量40g（体重70g）を超えれば、成熟して卵や精子を作れるようになり、再生産に寄与する（子孫を残せる）ということです。初めて成熟し、産卵に参加できるようになる体サイズのことをその動物の最小成熟サイズと呼びますが、猿払の

マナマコの最小成熟サイズは殻重量で40g、体重で70gということになります。ただし、最小成熟サイズを超えたばかりのマナマコが産む卵の量は、大型個体に比べればごく少量です。

猿払で明らかになったこれらの事実も、海域が異なるとそのまま当てはまるとは限りません。本事業による調査に他の事業による調査結果を合わせ、さらには既存の文献<sup>13)</sup>、<sup>14)</sup>、<sup>15)</sup>も加味し、道内各地におけるマナマコの成熟・産卵に関する特性を表1.5-2にまとめました。一般的に、動物の成熟や産卵は温度に強く依存し、春から夏に産卵する動物種なら、暖かい地方ほど早く成熟して産卵するのが普通です。ところが、マナマコの場合には、対馬暖流・宗谷暖流が流れている江差、留萌、猿払の3カ所を比較すると、暖流の上流側（江差）で産卵期が遅い傾向があり、産卵開始時の水温も3カ所でかなり異なります。日本全国のマナマコの産卵期を比べると、南日本で早く産卵が始まり、北上するにつれて遅くなる原則は概ね維持されていますが<sup>12)</sup>、道内の日本海からオホーツク海にかけては、それとは異なる特徴が見られます。さらに、この3カ所では、上流側ほど最小成熟サイズが大きくなる傾向が認められ、産み出される卵の大きさ（卵径）にも違いがあります。しかし、なぜこのような現象が生ずるのか、理由はわかっていません。

なお、これまでの文献<sup>12)</sup>では、マナマコの産卵期は数ヶ月間にわたって続くこととされていることが多いのですが、今回の調査からは、道内ではマナマコ

表 1.5-1 猿払村の漁場における体サイズと産卵量の例

体重	1個体あたりの推定産卵量	1kgを漁獲した場合の産卵量への影響	体重100gの個体を漁獲した場合との比
100g	42万個	420万個	—
150g	90万個	600万個	1.4倍
200g	149万個	744万個	1.8倍
250g	219万個	874万個	2.1倍
300g	299万個	997万個	2.4倍



表1.5-2 道内各地におけるマナマコの成熟・産卵特性

漁場	産卵開始時期	産卵開始水温	卵径	最小成熟サイズ	調査機関
江差	8月上旬～中旬	20～23℃	200μm	体重 130g	北海道水産林務部水産振興課 檜山南部地区水産技術普及指導所 北海道立総合研究機構栽培水産試験場 水産総合研究センター北海道区水産研究所
留萌	7月中旬～下旬	17～19℃	160μm	体重 100g	北海道立総合研究機構稚内水産試験場 水産総合研究センター北海道区水産研究所
猿払	7月上旬～中旬	13～15℃	160μm	体重 70g	北海道立総合研究機構稚内水産試験場 水産総合研究センター北海道区水産研究所
室蘭	6月中旬～7月上旬	9～12℃	155μm	体重 50g	北海道立総合研究機構栽培水産試験場 水産総合研究センター北海道区水産研究所

の産卵は短期間に集中して起こり、いったん産卵が始まると1ヶ月以内に大半の個体が産み終えるという傾向が認められました。

(鵜沼辰哉、長谷川夏樹、鬼塚年弘)

# 02

## 第2章

### 北海道のマナマコ資源管理の進め方

2.1 資源管理の基本的考え方

2.2 なまこ部会で決めましょう

2.3 資源管理の2つの選択肢

---

はじめに（佐野稔） p1

第1章 北海道のマナマコの生態 p5

第3章 マナマコ資源管理支援システムをもとにした資源管理 p23

第4章 CPUE、定点調査をもとにした資源管理 p47

おわりに（高柳志朗） p62

引用資料 p63

## 2.1 資源管理の基本的考え方

マナマコは生物資源です。成長して、卵を産んで子供を残します（再生産）。石油や鉱物のような資源は、採掘し始めると埋蔵量は減少する一方ですが、マナマコ資源は再生産をするために、適切に獲れば資源量は回復します（図2.1-1）。ただし、再生産するといっても、獲りすぎれば必ず減ります。つまり、天然資源であるマナマコの管理では、天然で自然に増えた量と漁獲量のバランスをとることが大事なポイントとなります。

このような資源を上手に利用し続けるには、資源状況を確認する作業＝資源評価と、どのように獲るのかを決めて実行する作業＝資源管理を必ず行います。具体的には①操業計画（資源管理の方法）を決めて、②漁業を行い、③その結果、資源がどうなっ

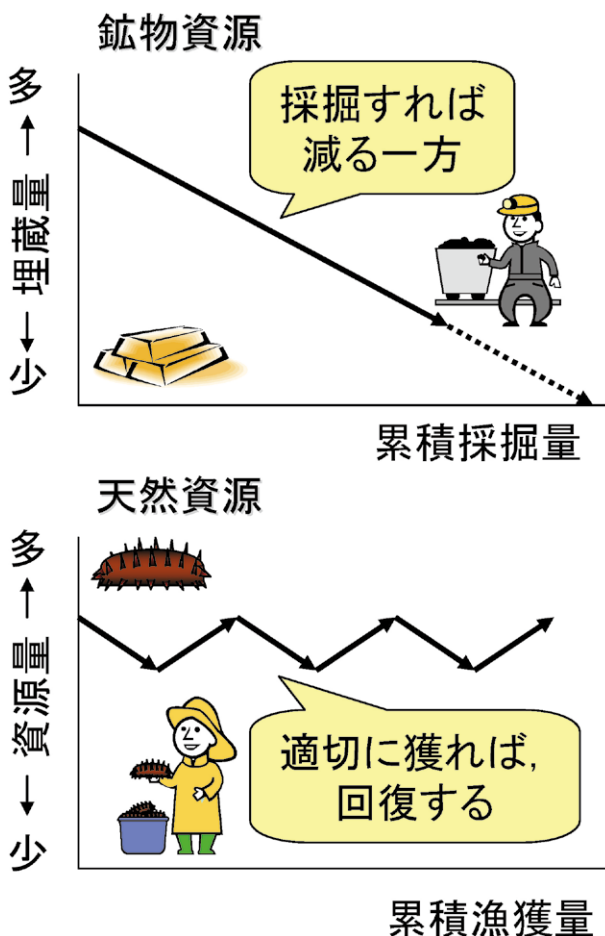


図2.1-1 鉱物資源と天然資源の違い

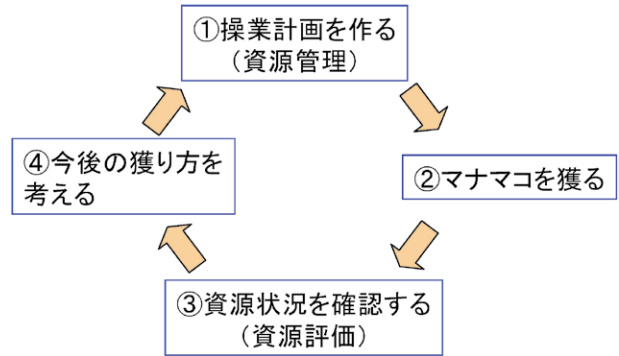


図2.1-2 マナマコ資源を上手に利用する手順

たのかを確認（資源評価）して、④今後の獲り方を考えるという一連の手順を毎年繰り返します（図2.1-2）。資源状況がどのようになっているのかを確認せずに、どのように獲るのかを決めることは、残高や利子のわからない貯金を無計画におろしていくことと同じです。必ず確認（資源評価）を行い、今後どのように獲るのかを考えましょう。

マナマコの資源管理に取り組むには、まずマナマコを獲る人たちでなまこ部会を作ります。すでに多くの地区では、なまこ部会は結成されていますが、まだ結成していない地区では早めに作りましょう。この部会が前浜のマナマコ資源を将来にわたってどうするかを決める唯一のグループとなります。

そして、その部会のメンバーで、資源状況を確認する方法をどのようにするのか、そして資源状況に応じて、どのように漁獲するのか？（資源管理方法）を決めます（図2.1-3）。

このときに大切なのは、マナマコ資源をどうするのか、つまり管理目標を共有することです。例えば、管理目標としてマナマコを子、孫の代まで獲り続けるようにすると、単価の高い1～2年のうちに獲れるだけ取ってしまうのでは、獲り方が全く違います。当然ですが、大切な天然資源ですので、長期間利益を得るのが得策です。この「マナマコを子、孫の代、そして将来も獲り続けられるようにする」という基本目標を部会内で共有することが重要です。

どのように獲るのか、つまり資源管理を決める時期は、第1に漁期が始まる前、そして漁期中になります。漁期が始まる前に決めるのは

- ・ 操業する漁船隻数
- ・ 漁具の規格
- ・ 保護区の設定
- ・ 操業時間の制限（休漁、禁漁、操業日数制限、操業時間帯制限、曳網回数制限など）、
- ・ 漁獲規制サイズ設定
- ・ 地区全体の漁獲量規制（目安、確定値など）

です。そして、漁期中に決めるのは

- ・ 漁期の切り上げ

です。漁期の切り上げにより獲りすぎを回避することができます。

漁期が終わった後には、今漁期の資源状況を確認します。資源状況を判断するデータをみて、来年以降、資源が増加もしくは横ばい傾向となるまで新たな資源管理に取り組みます。このように、マナマコ資源状況を客観的なデータで確認しながら漁業を行い、結果としてマナマコ資源が自然に増えた分よりも獲りすぎないことが資源管理の基本的な進め方になります。



図2.1-3 なまこ部会が責任をもつ

(佐野 稔)

## 2.2 なまこ部会で決めましょう

前浜のマナマコの資源管理は、その資源を利用して直接恩恵を受ける漁業者それぞれが責任を持ちます。そのため、資源をどのように利用していくのかを決めるのは、なまこを獲る人である漁業者自身です。そこで、各地区で目標と資源管理のルールを決めるのは、なまこ部会になります。

マナマコの資源管理を進めるために、なまこ部会で決めることは、

- ① 将来マナマコ資源をどうするのか？
- ② どのように資源評価をするのか？
- ③ どのように資源管理をするのか？

になります。①と②は、毎年変更するものではありません。一度決めたら長期間継続して同じ方法で取り組みます。特に②は、毎年資源評価する方法を変えると資源状況を正しく確認ができなくなりますので、少なくとも5年間は同じ方法で行いましょう。③は、資源状況に応じて変えていくこととなります。そして、③が資源の命運を左右することとなります。

マナマコを漁獲するのが、なまこ部会に属している漁業者だけであれば問題はないのですが、属していない漁業者による漁獲、すなわち混獲がある場合には注意が必要です。混獲がごく僅かであれば、マナマコ資源に対してほとんど影響はありませんが、混獲がエスカレートすると資源に与える影響が大きくなり、せっかくなまこ部会で決めた資源管理も無意味になります。理想とすれば、混獲しない、混獲しても自主的に放流することですが、なまこ部会に属さない漁業者による漁獲であれば、なまこ部会で決めた様々なルールに従う必要がありません。そのような場合には、漁業協同組合全体でマナマコの混獲を規制するルール作っても良いかと思います。もしくは、混獲する漁業者もなまこ部会に属させて、いっしょに資源管理の取り組みを行っても良いかも

しません。いずれにせよ、混獲であれ、専獲であれ資源管理のルールを適用できない漁業者を作らないことが、マナマコの資源管理に取り組む第一歩となります（図2.2-1）。

（佐野 稔）



図2.2-1 資源管理のルールが適用されない漁業者を作らない

## 2.3 資源管理の2つの選択肢

北海道のマナマコの資源管理には、資源量の推定が不可欠です。前浜に「〇〇トンのマナマコ資源がある。」というのと、「どのくらいいるのかわからないが、資源は去年よりも減ったようだ。」というのでは、今後取り組む資源管理の方針が変わってしまいます。なまこ部会において、マナマコの資源量の情報があれば、資源状況について共通の理解を得ることができ、合理的な判断ができます。実際、銀行預金で考えて見ても、残金はわからないが〇〇指標でみると残金が減っているらしいでは、何円おろして良いのかを適切に判断できません。そのため、マナマコ資源の管理を進めるにあたり、資源量の推定は重要です。

ただし、マナマコ資源は海の中にあるので、正確な資源量を把握するのはこれまで困難でした。そこで、私どもの研究グループではこの資源量を高い精度で推定する技術を開発しました<sup>16)</sup>。それが1つ目の方法である「マナマコ資源管理支援システムをもとにした資源管理（第3章）」です。この方法は、なまこけた網を行っている地区であれば導入できま

す。

マナマコ資源管理支援システムには経費が発生します。そのため、導入にためらうかもしれません。資源管理を進めるうえで資源評価をしないということはありませんので、そのような場合、代わりに資源状況の指標とするCPUEなどの情報をもとに資源評価を行います。この指標では資源量はわかりませんが、資源が増えた、減ったという傾向で資源状況を判断します。この内容を「CPUE、定点調査をもとにした資源管理（第4章）」にまとめました。この方法は、従来から行われている方法です。なまこけた網のほか、たも捕り漁業でも導入できます。ただし、資源量でないので、なまこ部会において、前浜の資源状況についての共通の理解を得ることが難しくなります。

このように、資源管理を行うには大きく分けて2つの方法に分かれます（図2.3-1）。この2つの方法の大きな違いは、資源管理を決める際に資源量の情報で判断するかどうかです。資源量がわかれば、資源がどれだけ増えたのかもわかりますので、増えた分以上に獲らないことができますが、資源量がわからない場合では獲りすぎにならないような慎重な漁獲を行う必要があります。

資源管理を進める前に、なまこ部会で決めること

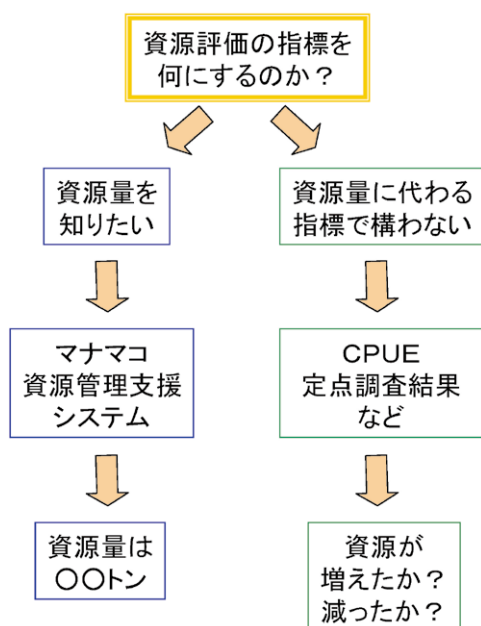


図2.3-1 資源評価の方法で資源管理の進め方と得られるデータが変わる

表2.3-1 資源管理支援システムとCPUE、定点調査との違い

	資源管理支援システム	CPUE、定点調査
漁法	なまこけた網	なまこけた網 たも捕りなど
指標	資源量	資源量に代わる指標 (増えた、減った)
調査方法	デジタル操業日誌 (オプション: 漁期前の調査)	操業日誌 試験操業
経費	初回購入費 (端末、アプリ、マイクロキューブ等)、 毎年の通信費	紙台、印刷費 人件費など
データとりまとめ	自動(サーバで処理)	手動(人が計算)
報告	漁期中に 自動配信	漁期後に 担当者から報告

は資源評価の指標を、資源量にするのか、資源量を使わないのかです。資源評価方法を毎年変えると判断する指標が変わってきますので、正しい判断ができなくなります。少なくとも5年以上は同じ評価方法を続けましょう。資源量を求める方法であれば、「マナマコ資源管理支援システム」です。資源量に代わる指標は、CPUEや定点調査結果です。どちらの方法にも長所短所はあります(表2.3-1)が、資源量を推定するほうが資源管理の取り組みを進めるうえで適切な判断ができますので、資源量の推定できる「マナマコ資源管理支援システム」の導入を検討しましょう。ちなみに、地区全体の漁獲量が多ければ資源量が多いと思われる方もいるかもしれませんが、資源が少なくても漁業者が一生懸命獲れば漁獲量は増えてしまうので、漁獲量は資源状況の善し悪しの判断指標にはなりません。

マナマコの資源管理の基本目標は「マナマコを子、孫の代、そして将来も獲り続けるようにする」ことです。この基本目標を実現するために必要なのが、資源が自然に増えた量よりも漁獲しないことです。「マナマコ資源管理支援システム」では、資源診断票でこの資源が休漁期間中に自然に増えた量(増加量)を漁期中に把握することができます。そのため、資源状況に合わせた資源管理を実現できます(図2.3-2)。そして、漁期が終わった後にも、今漁期の資源状況を確認します。「マナマコ資源管理支援システム」では、資源が増えた量と漁獲量がわかりますので、適正な漁獲であったかどうかを判断できます。一方で、「資源が増えた、減った」という情報をもとにするCPUE、定点調査をもとにした資源管理の場合、資源の増加量はわかりません。報告のタイミングは担当者次第ですが、漁期中か、漁期後に資源状況を確認します。資源評価に用いている指標(CPUEなど)が前年より減少傾向であれば、現状では資源が増えている量より獲りすぎていると判断して、来年以降、新たな資源管理に取り組むこととなります。その後も指標が増加に転じなければ、さらなる資源管理に取り組めます。いずれにせよ、どちらの指標を用いても、マナマコ資源状況を確認しながら漁業を行い、マナマコ資源が自然に増えた量

よりも獲りすぎないことが資源管理の基本となります。

(佐野 稔)

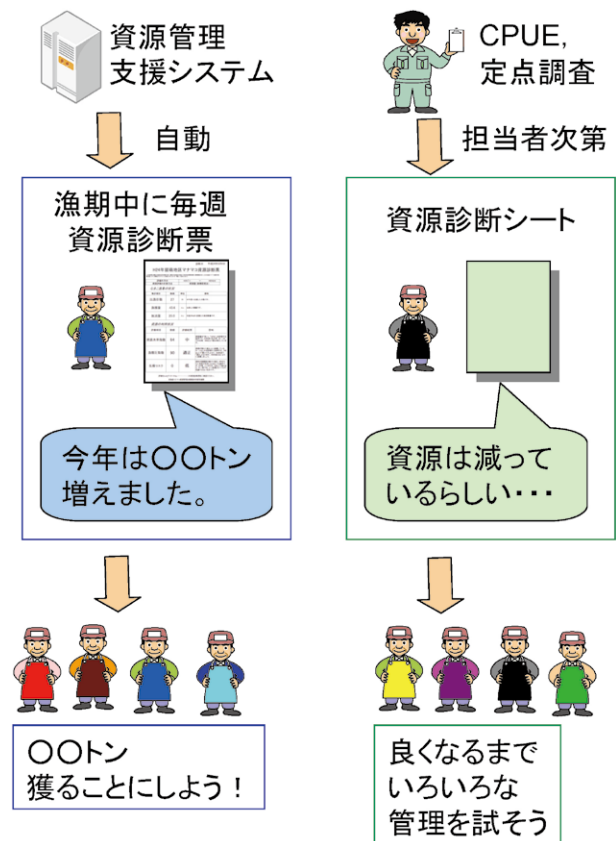


図2.3-2 北海道のマナマコ資源管理の2つの方法

# 03

## 第3章

### マナマコ資源管理支援システムをもとにした 資源管理

#### 3.1 資源評価

- 3.1.1 資源管理支援システムを導入しましょう
- 3.1.2 デジタル操業日誌の操作方法
- 3.1.3 マイクロキューブの取り付け、操作方法
- 3.1.4 漁獲規制サイズ以上の資源量の推定方法
- 3.1.5 漁獲規制サイズ以下の資源量の推定方法
- 3.1.6 情報配信 web サイトの操作方法
- 3.1.7 マナマコ資源診断票
- 3.1.8 データの管理、保存、セキュリティ
- 3.1.9 システム運用経費、メンテナンス、相談窓口等

#### 3.2 資源管理

- 3.2.1 漁獲量の管理
- 3.2.2 その他の管理

#### 3.3 マナマコ資源管理支援システムをもとにした資源 管理のまとめ

---

はじめに (佐野稔) p1

第1章 北海道のマナマコの生態 p5

第2章 北海道のマナマコ資源管理の進め方 p17

第4章 CPUE、定点調査をもとにした資源管理 p47

おわりに (高柳志朗) p62

引用資料 p63



### 3.1 資源評価

#### 3.1.1 資源管理支援システムを導入しましょう

水産資源は再生可能資源とされています。漁獲量を適切に管理すれば、乱獲などで一時的に資源が減少しても回復は可能です。また、資源を適切に管理していくためには勘と経験に頼る方法や漁業者個人の努力だけでは実現不可能な事をご承知の通りです。では、どのような資源管理が適切な管理方法と言えるのでしょうか？例えば、資源を回復させることを期待し、体長や漁獲量で規制を行うことが一般的ですが、どのような漁獲規模やサイズの規制が正しいのか、規制は本当に資源回復が期待できる適切な規制となっているのか、という疑問が残ります。厳密にはこれらの疑問に正確に答えられる規制というものは存在しないかもしれません。しかし、資源回復が見込まれると考える根拠を強固なものにしていく事は可能です。それが、この章で提案する資源管理支援システムです。

ここで提案する資源管理支援システムは、大きく次の二つの特徴を持っています。

- ① 操業情報を逐次電子化しデータベースで一元管理する。
- ② 操業情報を漁業者どうしが共有する。

すなわち、漁業者が協調して自分たちの操業情報を提供し合い、自分たちが取得した実データを共有して資源量推定をより正確なものへと進化させ、資源量の変化を自ら確認しながら操業を計画していくことが可能になるシステムだということです。つまり、単独では整備が困難な量の情報を多数の漁業者が協力することで取得可能にし、詳細かつ膨大なデータを解析する事で規制の根拠を強固なものにし、資源管理への信頼度を高めることができるということです。

資源管理支援システムは、図3.1.1-1のように情報通信技術を使って漁船の位置情報と操業情報をインターネット経由で自動収集します。漁船位置情報は、いつ・どこで・誰が漁をしていたかを表すもので、実際には漁船に搭載されたGPSの情報を集積したものです。位置情報の集積は図3.1.1-1の写真に示されたマイクロキューブが担当します。操業情報

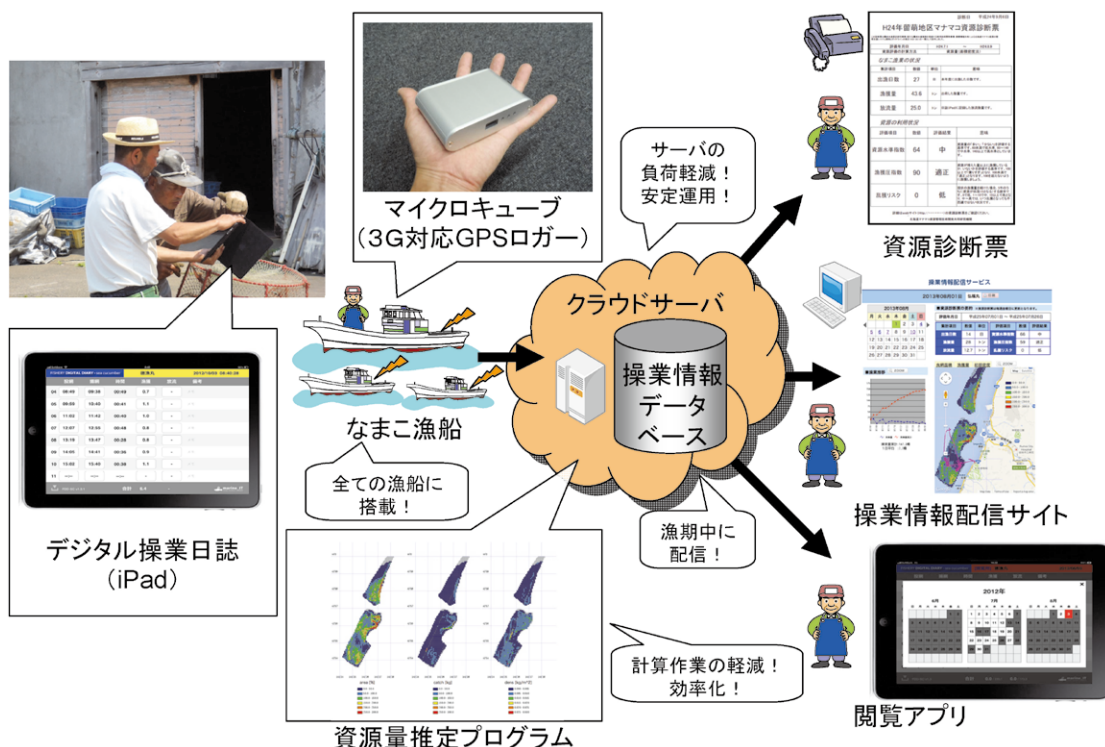


図 3. 1. 1 - 1 資源管理支援システム概念図

はiPadアプリを使って漁業者が漁の記録を入力するものです。このiPadアプリはデジタル操業日誌と呼ばれています。デジタル操業日誌では、漁を開始した日時、終了した日時をそれぞれ入力しますが、この時間とGPS（漁船位置情報）の時間を連結すれば、漁船が操業中にどこを通過したか、どれだけの距離を曳網したかが分かる事になります。曳網距離に桁幅を掛けて曳網面積を計算し、操業情報で入力した漁獲量を除す事でマナマコの分布密度が計算できます。つまり、いつ・どこで平均的にどれくらい漁獲があったかを計算する事ができ、この情報を多数集めれば集めるほどマナマコの分布密度をより正確に計算することができます。分布密度と資源量を推定する漁場の面積を掛けるとマナマコの資源量になります。実際には、漁場を100m×100mの正方領域（グリッド）で分割し、それぞれのグリッドごとに分布密度を計算し資源量を推定しています。

資源管理では、漁期始めに資源量がどれだけあり、漁期終了までにどれだけ減少し、回復可能な資源管理のために翌年に向けてどれだけ残せばいいかを把握する事が必要です。このため、資源管理システムでは漁期始めの資源量、すなわち初期資源量を求めます。初期資源量は、グリッドごとに最初の漁が行われた日の資源量を推計し漁場全体で合計して求めます。資源量は漁が行われれば必ず減少しますから、初期資源量はすべてのグリッドで漁を実施した初日が最大と考える事ができます。漁獲効率があるため、漁獲密度はマナマコが本当に存在している分布密度よりも必ず小さくなりますが（漁獲効率は後の説明を参照）、初期資源量を少なめに推定する方が資源管理においては安全だと考える事ができます。以上のように求めた初期資源量を毎年比較すれば、資源が回復傾向にあるかどうかを数値的に判断できるわけです。ここで提案する資源管理支援システムは、情報共有として漁船位置情報と操業情報を一元管理して初めて実現できるものです。このため、漁業者は自分がどこで操業したか、どれだけ水揚げをしたかなどの情報を他者に公開する事になります。従来、これらの情報は個人情報であり公開することなど考えもしなかったと思います。情報を共有し根拠とな

る数値をなるべく正確に推計する事が、21世紀の水産資源管理において欠かせないものになると言えるでしょう。

次に、具体的に資源管理支援システムを導入する手順について説明します。

資源管理支援システムを導入するために、漁業者の方々は、図3.1.1-2の二つの装置を購入する必要があります。

1) 漁船位置情報を収集するための装置

マイクロキューブ

2) 操業情報を入力・収集する装置

iPadとiPadアプリ（操業日誌）

また、マイクロキューブとiPadは電話回線でインターネットに接続しデータを転送します。このため、携帯通信契約も必要になります（通信経費は漁業者の個人負担になります）。これらの手配は、資源管理支援システムの開発にも参加している日本事務器株がサポートします。

一方、収集したデータは、インターネット上のクラウドサーバと呼ばれるデータ管理用の専用コンピュータに蓄積されます。このため、サーバの契約が別途必要です。サーバの契約は、漁業協同組合など、組織で準備されると良いと思います。

さらに、漁協でリアルタイムに操業状況を確認するには、インターネット接続とLAN環境の構築が必要になります。また、インターネット接続にはインターネットサービスプロバイダとの契約や光回線などの契約が必要になります。これらは、漁協で別途設定することになりますが、こちらも日本事務器株がサポートします。

資源管理支援システムを導入すると、漁船情報や



図3.1.1-2 資源管理支援システムに必要な機器（左：マイクロキューブ、右：iPad※）  
※アップル社ホームページより引用

操業情報を確認できるだけでなく、操業情報配信 Web サイトからマナマコ資源が前年に比べて回復したかどうかなど、資源診断の詳細な管理情報を確認できます。

(畑中勝守、田村 浩)

### 3.1.2 デジタル操業日誌の操作方法

資源評価に必要となる操業情報を収集する iPad アプリケーションがデジタル操業日誌です。デジタル操業日誌の操作は、極めて簡単です。1 回の曳航で最低 3 回操作するだけで、資源評価に必要となる、投網時刻、揚網時刻、漁獲量の 3 つの情報を記録することができます。操作に慣れてきましたら、メモ欄も活用してください。気象条件や海象条件、漁獲場所などの情報を記録しておくことで振り返りの助けとなります。なお、放流量は翌年以降に漁獲サイズとなるマナマコの資源評価に利用しますが、入力のルールについては部会で取り決めてください。

デジタル操業日誌の入力は資源評価のために重要な作業で、できるだけ正確に入力する必要があります。漁獲量については、樽にマナマコが充填されている状態を 1.0 樽として、0.1 樽単位で入力してください。もちろん目分量で構いません。例えば、樽に蓋ができないほどマナマコが盛られている状態であれば 1.1 樽と入力します。一方、投網時刻／揚網時刻については、慌てる必要はありませんので、安全操業を最優先して入力してください。実際に投網／揚網した時刻と入力した投網時刻／揚網時刻に差がないことではなく、実際に投網／揚網した場所からあまり動かないうちに投網時刻／揚網時刻を入力することが重要です。そのため、航行中に投網する場合には時間差が資源評価の結果に影響しますが、停泊中に揚網する場合には、多少の時間差は資源評価の結果には影響しません。目安として、実際に投網／揚網した場所から 50m 以上離れないうちに入力してください。なお、投網時刻と揚網時刻の入力を忘れた場合には、2 通りの対処方法があります。5 分くらい前など、ある程度正確に時刻を遡れる場合には、一度、現在の時刻を投網時刻／揚網時刻として

入力した後、時刻を修正してください。また、10 分前なのか 20 分前なのか覚えておらず遡ることが難しい場合には、未入力でも構いません。未入力の場合には、資源評価の計算から除外しますが、漁期中に数回未入力になる程度でしたら資源評価の結果には影響しません。

図 3.1.2-1 はデジタル操業日誌の入力画面です。投網／揚網は [-:-] と表示されている箇所をタップすると、タップした瞬間の時刻が記録されます。[06:02] など時刻が表示されている箇所をタップすると図 3.1.2-2 のように時刻を修正することができます。漁獲／放流は [-] と表示されている箇所をタップすると図 3.1.2-3 のように数字を入力することができます。[1.2] など数字が入力されている箇所をタップすると修正することができます。デジタル操業日誌の操作は ATM（現金自動預払機）の操作に、とてもよく似ています。また、図 3.1.2-4 は閲覧画面であり、右下のアイコンをタップすると表示されます。この状態で右上の日付をタップすると、図 3.1.2-5 のようにカレンダーが表示されます。カレンダーの白色は操業があった日、灰色は操業がなかった日を意味しています。閲覧画面から入力画面に戻るには右下のアイコンをタップします。

(和田雅昭)

投網	揚網	時間	漁獲	放流	備考
01	--:--	--:--	-	-	水深
02	--:--	--:--	-	-	水深
03	--:--	--:--	-	-	水深
04	--:--	--:--	-	-	水深
05	--:--	--:--	-	-	水深
06	--:--	--:--	-	-	水深
07	--:--	--:--	-	-	水深
08	--:--	--:--	-	-	水深
合計			-	-	

図 3.1.2-1 デジタル操業日誌の入力画面



図3.1.2-2 入力画面での投網時刻の修正例



図3.1.2-5 閲覧画面でのカレンダー表示



図3.1.2-3 入力画面での漁獲量の入力例



図3.1.2-4 デジタル操業日誌の閲覧画面

### 3.1.3 マイクロキューブの取り付け、操作方法

資源評価に必要となる小型漁船の位置情報を自動的に収集する装置がマイクロキューブです。マイクロキューブには携帯電話が内蔵されており、位置情報はマイクロキューブではなく、陸上のサーバに蓄積されます。マイクロキューブの取り付けには図3.1.3-1に示す、左から順に、本体、外部アンテナ、電源ケーブル、通信ケーブルの4点が必要となります。

位置情報は小型漁船に搭載されているGPSプロッタの出力を利用します。収集するデータは、日付、時刻、緯度、経度、速度、進路の6種類で、データの取得間隔は10秒です。GPSプロッタからは、以下の(A)、(B)いずれかの組み合わせでセンテンスが出力されている必要があります。



図3.1.3-1 マイクロキューブの構成

- (A) GGA、RMC
- (B) GGA、ZDA、VTG

なお、GPSプロッタの種類によっては、出力が1ポートしかなく、そのポートがオートパイロットなどの他の装置に既に接続されており、GPSプロッタの位置情報を利用できない場合があります。その場合には、GPSセンサを新規に設置してください。表3.1.3-1はマイクロキューブのD-SUBコネクタのピンアサインです。GPSプロッタの出力の信号レベルがNMEA（カレントループ）の場合には7ピンと8ピンに接続します。RS-232Cの場合には2ピンと5ピンを利用します。GPSセンサを新規に設置する場合には、5ピン（-）と9ピン（+）から電源を取り出すことができます。なお、マイクロキューブにはD-SUBコネクタが2ポートありますが、どちらに接続しても構いません。プログラムで自動的に判別します。また、通信ケーブルはGPSプロッタの機種によって異なりますので、マニュアル等を参考にして、適合する通信ケーブルを入手してください。

表3.1.3-1 D-SUBコネクタのピンアサイン

ピン番号	機能
1	N.C.
2	Rx
3	Tx
4	N.C.
5	GND
6	N.C.
7	Hot (+)
8	Cold (-)
9	V out

マイクロキューブは小型軽量なので、両面テープで固定することができます。操船の邪魔にならない場所に固定してください。また、外部アンテナには固定用の吸盤がついていますので、開閉しない窓や壁に張り付けてください。外部アンテナの設置には以下の点に注意してください。

- ・必ず縦向きに張り付けてください。  
(横向きに張り付けしないでください)
- ・必ず非金属に張り付けてください。  
(金属に張り付けしないでください)

マイクロキューブには3つのLEDがあります。左から順に携帯電話回線の状態、マイクロキューブ本体の状態、GPSの測位状態を表しています。それぞれの状態とLEDの関係を表3.1.3-2に示します。

表3.1.3-2 LEDによる状態表示

	携帯電話 (左)	本体 (中央)	GPS (右)
緑点灯	接続済	—	—
緑点滅	送信中	正常	測位済
橙点灯	接続中	—	—
赤点灯	未接続	—	未接続
赤点滅	—	—	測位中

マイクロキューブはDC12-24Vで動作します。外径5.5mm、内径2.1mmの一般的な電源プラグを使用します（図3.1.3-2）。極性はセンタープラスです。電源は配電盤のどこから引き出しても構いませんが、多くの場合、GPSプロッタのブレーカーから引き出しています。マイクロキューブは一度設置すると毎回の操作は不要ですが、マイクロキューブ本体に電源が供給されており、GPSプロッタから位置情報が出力されていることが動作の条件となります。図3.1.3-3にマイクロキューブの設置例を示します。この例では、マイクロキューブはGPSプロッタに両面テープで固定しており、外部アンテナは前方の窓に貼り付けてあります。

(和田雅昭)



図3.1.3-2 電源プラグ



図3.1.3-3 マイクロキューブの設置例

### 3.1.4 漁獲規制サイズ以上の資源量の推定方法

漁獲規制サイズ以上のマナマコの資源量は、なまこけた網の漁業情報を用いた面積密度法<sup>16)</sup>で行います。これは、なまこけた網によって曳網した面積を、航跡のGPS情報から計算した曳網距離に桁幅をかけて求めます。そして、漁獲されたマナマコの数量をこの曳網面積で割って密度を求めます(図3.1.4.1)。この密度に漁場の面積をかけると資源量が推定できます。実際には漁場を利用する全なまこ漁船の情報を使って密度を推定します。この計算方法に必要なのは、各漁船の曳網開始時刻、終了時刻ならびに漁獲量の情報と、航跡のGPS情報です。漁業者は曳網開始時刻、終了時刻、漁獲量をデジタル操業日誌に入力します。航跡のGPS情報は自動的に送信されます。この方法による資源量の推定精

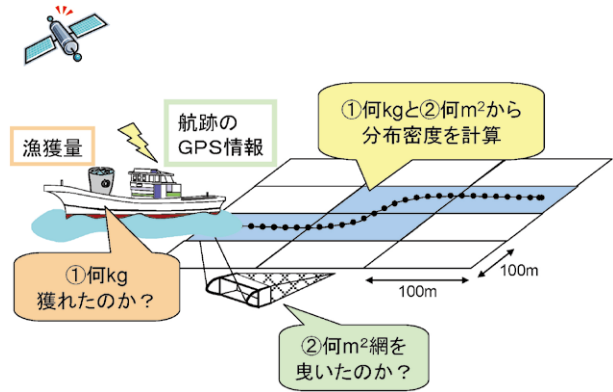


図3.1.4-1 資源量の推定に用いる分布密度の求め方

度は±数トン以内ですので(図3.1.4.2)、マナマコの資源状況を正確に把握できます。さらに、漁場内の曳網状況や漁獲状況、初期密度の分布図も得られますので、どの海域からどのように漁獲するのかを決めることもできます。

ただし、この計算をするために以下の条件を仮定しています。

- ①なまこけた網漁期中は漁場内外でのマナマコの移動および加入がない。
- ②漁期が短く、マナマコの自然死亡は無視できる。
- ③漁期中のマナマコの成長は無視できる。
- ④なまこけた網の漁獲効率は1とする。すなわち、なまこけた網が通過した場所のマナマコは全て漁獲される(図3.1.4-3)。
- ⑤なまこけた網は漁船の真下で曳網する。すなわち、漁船の位置がなまこけた網の位置と一致する。

なまこけた網の漁獲効率を1と仮定しているので、この計算方法による資源量推定値は常に過小評価です。もし、大量のデータが蓄積されれば、なまこけた網の漁獲効率を推定することができます<sup>17)</sup>が、この計算方法を導入した直後では解析に必要なデータが少なく推定できません。もし、少ないデータで漁獲効率を推定すると、資源量を過大に推定する可能性があり、資源管理の方法を誤って判断するかもしれません。また、なまこけた網の漁獲効率は、海底地形や底質によって変わるので、漁場内で細か

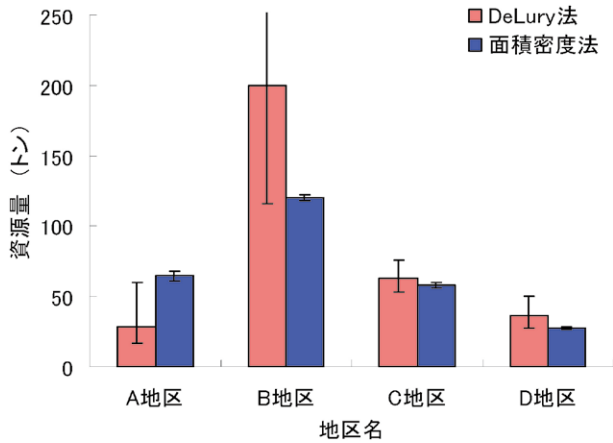


図3.1.4-2 漁業情報を用いた面積密度法とオリジナルのDeLury法による資源量の推定結果の比較<sup>16)</sup>。誤差範囲は95%信頼区間(資源量推定値として判断してよい範囲)。面積密度法の計算結果の精度が高い(誤差が小さい)ことがわかる。

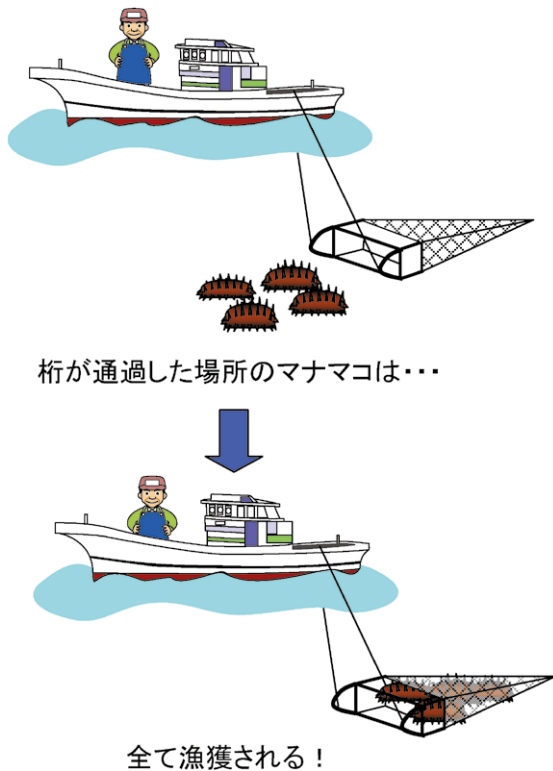


図3.1.4-3 なまこけた網の漁獲効率が1という意味

く推定する必要があります。そのため、この資源評価方法を導入して数年間は漁獲効率を1として資源量を計算し、計算方法を見直す時になまこけた網の漁獲効率の変更を検討して、漁獲効率が十分に信頼できる推定値であれば、計算方法に漁獲効率を導入したほうが良いと思います。

このような資源量の推定は、専門のソフトウェア

(地理情報システム)を用いてパソコンでも計算できますが、「資源管理支援システム」では、サーバ内で自動的に計算が行われますので専門の知識は必要ありません。この計算結果や分布情報は、第3.1.6章の情報配信サイトや第3.1.7章のマナマコ資源診断票で確認できます。

(佐野 稔)

### 3.1.5 漁獲規制サイズ以下の資源量の推定方法

第3.1.4章の計算で得られるのは、漁獲規制サイズ以上のマナマコの資源量です。この情報だけでは、漁獲サイズ以下のマナマコの資源量は推定できません。しかし、漁期前にマナマコの体重組成を把握する調査を行えば、漁獲規制サイズ以下の資源量や個体数を推定できるようになります(図3.1.5-1)。漁獲規制サイズ以下の資源量は、来年、再来年の資源がどうなるのかを予測するうえで重要な情報です。もし、漁獲規制サイズ以上の資源が十分にあれば、資源は徐々に崩壊していくことが予想できます。そうならないためにも、漁獲規制サイズ以下の資源量を推定しましょう。

この調査方法は、下記の手順です(図3.1.5-2)。

- ①なまこ部会の全員参加で調査を実施する。

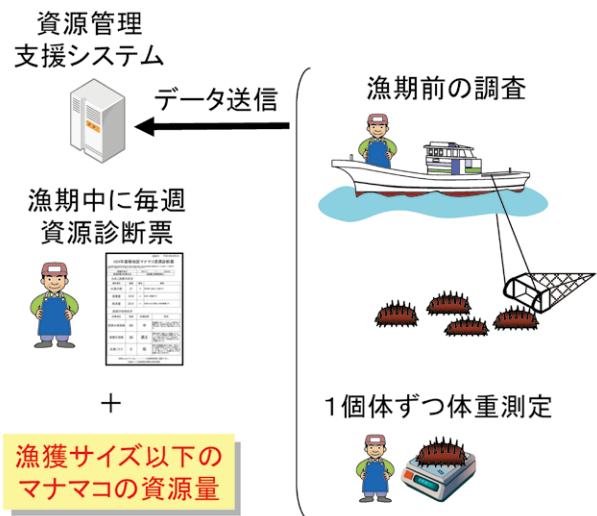


図3.1.5-1 漁期前調査で漁獲サイズ以下(小型)のマナマコの資源量がわかる

- ②調査は漁期前もしくは、漁期初日に行う。
  - ③複数の代表船で1隻当たり3箇所程度（漁場の岸側、中央、沖側）曳網する。その時にデジタル操業日誌に曳網開始時間、終了時間、漁獲量を入力する。
  - ④曳網時間は15～20分程度とする。
  - ⑤漁獲したマナマコは無選別で生きたまま港へ持ってくる。このときに、標本ごとに曳網した場所がわかるように区別する。
  - ⑥港で1個体ずつ体重を測定して、紙に記録する。
  - ⑦調査で得られた体重のデータをサーバへ送信する。
- これにより、曳網場所ごとの体重組成がわかります。曳網場所ごとに曳網面積で割って体重階級別の密度を計算し、曳網場所間で平均すれば、漁場全体の体重組成が得られます。

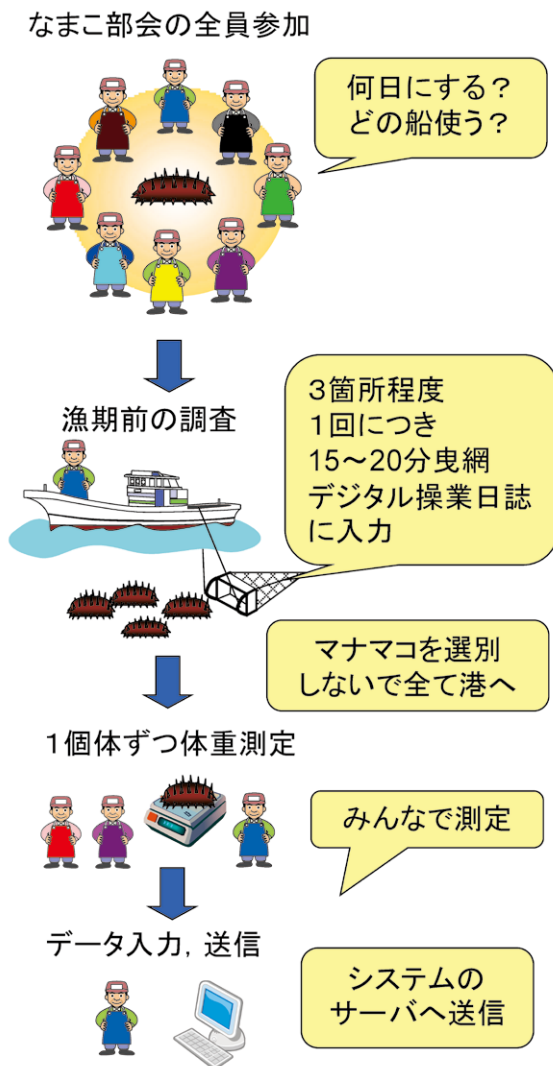


図3.1.5-2 漁期前調査の手順

この組成から、漁獲規制サイズ以下の重量と漁獲規制サイズ以上の重量の比がわかりますので、第3.1.4章で推定した漁獲規制サイズ以上の資源量にこの重量比をかければ、漁獲規制サイズ以下の資源量が推定できます。さらに、漁獲規制サイズ以下、以上の資源量をそれぞれの平均体重で割れば個体数を推定できます。

調査で得られた体重組成のデータをサーバへ送信した後、自動的に一連の計算が行われます。計算結果は第3.1.7章のマナマコ資源診断票で確認できます。

（佐野 稔）

### 3.1.6 情報配信webサイトの操作方法

収集した位置情報や操業日誌情報、また水揚情報も加えたマナマコの操業情報を、インターネットから参照できるシステムが、情報配信Webサイト“操業情報配信サービス”です。

インターネットのブラウザソフトから参照する仕組みとなりますので、操業日誌で利用のiPadや自宅のパソコンからでも情報を見ることができます。但し情報を見ることができるのは、“ログインID”や“パスワード”が配布された利用者の方だけです。

情報配信Webサイトの参照は、最初に操業上配信サイトのアドレスをアドレスバーに入力します（図3.1.6-1）。また一度入力したアドレスは、お気に



図3.1.6-1 アドレス入力画面（Internet Explorerの例）



入り（ブックマーク）に登録しましょう。

※入力するアドレスは、導入時にお知らせします。

アドレスを入力すると、次にログイン画面が表示します。

配布されている“船舶名”と“パスワード”を入力して“ログイン”ボタンを押します。

この際、一度入力した“船舶名”は履歴が残りますので、次回以降の入力ではパスワード入力のみでログインが可能となります。但し“船舶名”の履歴が表示されない場合は、再度“船舶名”と“パスワード”を入力して下さい（図3.1.6-2）。

※各利用者の“船舶名”と“パスワード”は、システム利用前に案内・配布します。

※配布後の“船舶名”と“パスワード”の管理は、各利用者でお願いします。但し忘れてしまったときは再度配布をしますので、各漁協担当者へのご連絡を

お願いします。

正しい“船舶名”、“パスワード”でログインすると、日付指定カレンダー画面が表示されます。

この画面では、まず参照する年月を指定して対象月のカレンダーを表示します。続いて表示したカレンダーから参照したい対象の操業日付をクリックします（図3.1.6-3）。

※カレンダー画面では、参照可能な日付は青文字の下線が引かれて表現されています。

カレンダーから操業日付をクリックすると、指定した操業日の情報画面（メイン画面、図3.1.6-4および図3.1.6-5）が表示され、指定した日付の各種情報（航跡、操業日誌、資源診断情報、資源診断票）を参照することができます（図3.1.6-5）。

メイン画面上の左上にあるカレンダーから、別操業日への移動が可能です。また画面に配置している“ZOOM”ボタンをクリックすると、資源マップや航跡、操業推移グラフを拡大表示させることができます（図3.1.6-6および図3.1.6-7）。

メイン画面の一番下に表示している“資源診断票”（簡易版・読み方含む）をクリックすると、指定した日付時点までの資源診断票が表示されます（図3.1.6-8、図3.1.6-9）。

プリンタが接続されている端末であれば、画面の“印刷”ボタンから資源診断票やメイン画面全体の印刷をすることができます（図3.1.6-10）。

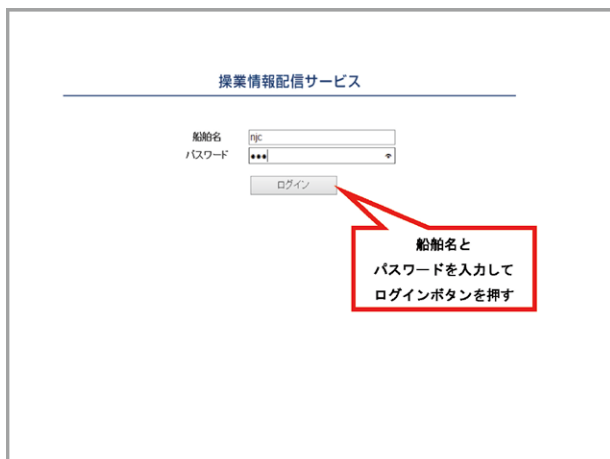


図3.1.6-2 ログインパスワード画面 入力例

(田村 浩)



図3.1.6-3 日付指定カレンダー画面 入力例

## 操業情報配信サービス

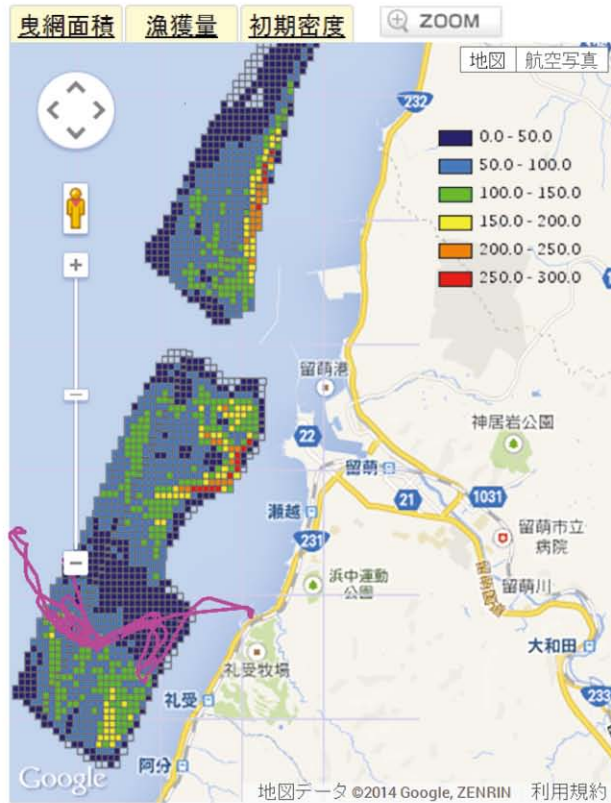
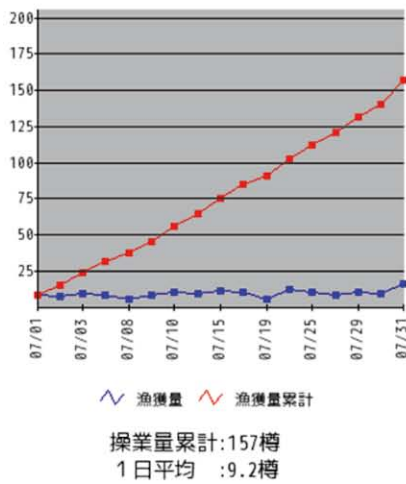
2013年07月31日 日本事務器丸 印刷

2013年07月						
月	火	水	木	金	土	日
<a href="#">1</a>	<a href="#">2</a>	<a href="#">3</a>	4	<a href="#">5</a>	6	7
<a href="#">8</a>	<a href="#">9</a>	<a href="#">10</a>	<a href="#">11</a>	12	13	14
<a href="#">15</a>	<a href="#">16</a>	17	18	<a href="#">19</a>	20	21
22	23	<a href="#">24</a>	<a href="#">25</a>	<a href="#">26</a>	27	28
29	30	<a href="#">31</a>				

### ■資源診断票の要約 \*資源診断票は毎週金曜日に更新となります。

評価年月日	平成25年07月01日～平成25年07月26日				
集計項目	数値	単位	評価項目	数値	評価結果
出漁日数	14	日	資源水準指数	66	中
漁獲量	28	トン	漁獲圧指数	59	適正
放流量	12.7	トン	乱獲リスク	0	低

### ■操業推移 ZOOM



### ■操業日誌

操業日	回	開始	終了	操業時間	漁獲量	備考
2013-07-31	1	05:00	06:05	01:05	4.0	今日は海も穏やかでスタート
2013-07-31	2	06:30	07:12	00:42	1.5	
2013-07-31	3	07:30	08:40	01:10	4.5	急に天気が悪くなってきました
2013-07-31	4	09:00	10:15	01:15	3.5	
2013-07-31	5	10:30	11:30	01:00	3.0	今日はこれで切上
漁獲量計					16.5	

[H25資源診断票](#) / [H24資源診断票](#) / [H23資源診断票](#) / [資源診断票の読み方](#)

[資源診断票簡易版](#)

[初期表示日指定画面へ](#)

図3.1.6-4 情報配信Webサイト（メイン画面）表示例

**船名**

**印刷ボタン**

**作業日カレンダー  
カレンダーから  
別の作業日へ移動可能**

**資源診断票  
主要項目表示**

**ZOOMボタン**

**作業推移表示  
(日別・累計漁獲量)**

**資源マップ  
(曳網面積分布図、  
漁獲量分布図、  
初期密度分布図と  
作業日の航跡)**

**資源診断票  
クリックすると診断票を  
表示**

**作業日誌入力情報表示**

**作業情報配信サービス**

2013年07月31日 日本事務器丸 印刷

2013年07月

月	火	水	木	金	土	日
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

■資源診断票の要約 ※資源診断票は毎週金曜日に更新となります。

評価年月日 平成25年07月01日～平成25年07月26日

集計項目	数値	単位	評価項目	数値	評価結果
出漁日数	14	日	資源水準指数	66	中
漁獲量	28	トン	漁獲圧指数	59	適正
放流量	12.7	トン	乱獲リスク	0	低

■作業日誌

作業日	回	開始	終了	作業時間	漁獲量	備考
2013-07-31	1	05:00	06:05	01:05	4.0	今日は海も穏やかでスタート
2013-07-31	2	06:30	07:12	00:42	1.5	
2013-07-31	3	07:30	08:40	01:10	4.5	急に天気が悪くなってきました
2013-07-31	4	09:00	10:15	01:15	3.5	
2013-07-31	5	10:30	11:30	01:00	3.0	今日はこれで切上
漁獲量計					16.5	

H25資源診断票 / H24資源診断票 / H23資源診断票 / 資源診断票の読み方

資源診断票簡易版 初期表示日指定画面へ

図3.1.6-5 指定した作業日の情報画面（メイン画面）表示例

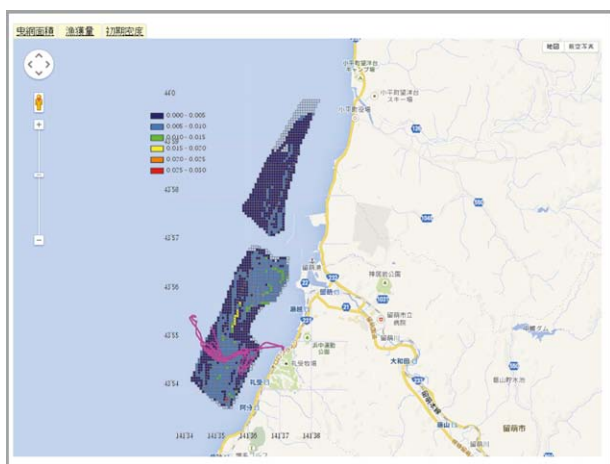


図3.1.6-6 資源マップ拡大画面 表示例①

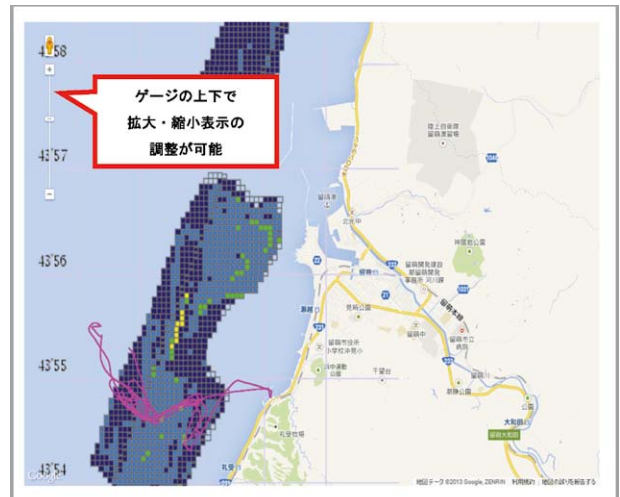


図3.1.6-7 資源マップ拡大画面 表示例②（再拡大表示）



図3.1.6-8 資源診断票拡大画面 表示例

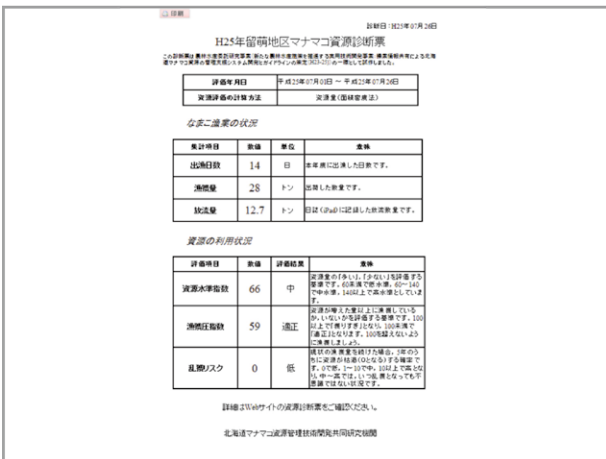


図3.1.6-9 資源診断票（簡易版）拡大画面 表示



図3.1.6-10 資源診断票、資源診断票（簡易版）、メイン画面 印刷例

### 3.1.7 マナマコ資源診断票

マナマコ資源診断票には、詳細版（図3.1.7-1）と要約を表示する概要版（図3.1.7-2）があります。詳細版には、サーバへ送信されたデータをもとに計算

した資源状況に関する様々な指標が掲載されています。資源状況を理解するうえで重要な情報は、マナマコ資源診断票の概要版にまとめてありますので、これだけでも資源状況を理解できます。以下に用語の解説を示します。

H〇〇年〇〇地区マナマコ資源診断票						診断日	
						平成25年10月2日	
この診断票は農林水産部委託研究事業(新たな農林水産部施策を推進する実用技術開発事業 採集情報共有による北海道マナマコ資源の管理支援システム開発とガイドラインの策定(H23-25))の一種として試作しました。							
<b>資源状況の要約</b>						<b>診断海域</b> 	
集計項目	数値	単位	評価項目	数値	評価結果		
出漁日数	30	日	資源水準指数	50	低		
漁獲量	25.0	トン	漁獲圧指数	90	適正		
放流量	10.0	トン	乱獲リスク	0	低		
診断手法	評価年月日	H25.7.1 ~ H25.8.9					
	資源評価の指標(計算方法)	資源量(面積密度法)					
操業概要	診断項目	H25	H24	H23	単位	意味	
	漁船数	〇〇	〇〇	〇〇	隻	許可を持っているなまこけた網漁船の数。	
	延べ漁獲量	〇〇	〇〇	〇〇	トン	出荷数量。	
	操業日数	〇〇	〇〇	〇〇	日	今漁期の操業日数。	
曳網状況	診断項目	H25	H24	H23	単位	意味	
	漁獲面積	〇〇	〇〇	〇〇	km <sup>2</sup>	曳網した漁区の数に漁区(1000m <sup>2</sup> )をかけて求めた面積。	
	延べ曳網面積	〇〇	〇〇	〇〇	km <sup>2</sup>	なまこけた網漁船による曳網面積の合計。	
	マナマコの体重	診断項目	H25	H24	H23	単位	意味
マナマコの体重	漁獲制限サイズ以上(平均)	〇〇	〇〇	〇〇	g	漁獲物の平均体重。	
	漁獲制限サイズ以下(平均)	〇〇	〇〇	〇〇	g	漁獲物の最小体重、最大体重。	
漁獲制限サイズ以上の資源状況	診断項目	H25	H24	H23	単位	推奨	意味
	CPUE	〇〇	〇〇	〇〇	kg・曳網 <sup>-1</sup> ・日 <sup>-1</sup>		1曳網あたり漁獲量の平均値。
	初期密度(重量)	〇〇	〇〇	〇〇	g/m <sup>2</sup>	7.5以上	漁期初めのマナマコの分布密度(重量)の平均値。
	初期密度(個体数)	〇〇	〇〇	〇〇	個体/m <sup>2</sup>		漁期初めのマナマコの分布密度(個体数)の平均値。
	初期資源量	〇〇	〇〇	〇〇	トン	134以上	漁期初めのマナマコ資源量(重量)。
	初期資源個体数	〇〇	〇〇	〇〇	個体		漁期初めのマナマコ資源量(個体数)。
	資源水準指数	〇〇	〇〇	〇〇	-	100以上	資源水準の指標。60未満で低、60~140で中、140以上で高。
	延べ漁獲量(調査海域のみ)	〇〇	〇〇	〇〇	トン		上記調査対象海域の漁獲量。
	延べ漁獲個体数(調査海域のみ)	〇〇	〇〇	〇〇	個体		マナマコ漁獲個体数。
	漁獲率	〇〇	〇〇	〇〇	%		初期資源量に対する漁獲量の割合。
	昨年からの増加量	〇〇	〇〇	〇〇	トン		初期資源量と前年の獲り残し資源量の差。
漁獲圧指数	〇〇	〇〇	〇〇	-	100未満	増加量に対する漁獲量の割合。100を超えると資源が増えた分以上に漁獲したこととなる。	
獲り残し資源量	〇〇	〇〇	〇〇	トン		今年獲り残した資源量。	
乱獲リスク	〇〇	〇〇	〇〇	%	10%未満	5年以内に初期資源量が0になる確率。	
漁獲制限サイズ以下の資源状況	診断項目	H25	H24	H23	単位	意味	
	初期密度(重量)	〇〇	〇〇	〇〇	g/m <sup>2</sup>	漁期初めのマナマコの分布密度(重量)の平均値。	
	初期密度(個体数)	〇〇	〇〇	〇〇	個体/m <sup>2</sup>	漁期初めのマナマコの分布密度(個体数)の平均値。	
	初期資源量	〇〇	〇〇	〇〇	トン	漁期初めのマナマコ資源量。	
	初期資源個体数	〇〇	〇〇	〇〇	個体	漁期初めのマナマコ全個体数	
個体数の比率	〇〇	〇〇	〇〇	倍	漁獲サイズ以下のマナマコが、漁獲サイズ以上のマナマコの何倍分布しているのかを示した比率。		
放流状況	診断項目	H25	H24	H23	単位	意味	
	放流量	〇〇	〇〇	〇〇	トン	放流したマナマコの量。	
管理状況	診断項目	H25	H24	H23	単位	説明	
	保護区	〇〇	〇〇	〇〇	m		
	漁獲制限サイズ	〇〇	〇〇	〇〇	g		
	1隻あたり漁獲量の上限	〇〇	〇〇	〇〇	トン		
	漁獲量の上限	〇〇	〇〇	〇〇	トン		
	漁期の開始日	〇〇	〇〇	〇〇	日付		
	漁期切り上げ日	〇〇	〇〇	〇〇	日付		
入れ目	〇〇	〇〇	〇〇	%			

図3.1.7-1 マナマコ資源診断票詳細版の例

診断日 平成25年8月31日			
<b>H〇〇年〇〇地区マナマコ資源診断票</b>			
評価年月日	H25.6.16	～	H25.8.31
資源評価の計算方法	資源量(面積密度法)		
<b>なまこ漁業の状況</b>			
集計項目	数値	単位	意味
出漁日数	30	日	本年度に出漁した日数です。
漁獲量	25.0	トン	出荷した数量です。
放流量	10.0	トン	日誌(Pad)に記録した放流数量です。
<b>資源の利用状況</b>			
評価項目	数値	評価結果	意味
資源水準指数	50	低	資源量の「多い」、「少ない」を評価する基準です。60未満で低水準、60～140で中水準、140以上で高水準としています。
漁獲圧指数	90	適正	資源が増えた量以上に漁獲しているか、いないかを評価する基準です。100以上で「獲りすぎ」となり、100未満で「適正」となります。100を超えないように漁獲しましょう。
乱獲リスク	0	低	現状の漁獲量を続けた場合、5年のうちに資源が枯渇(0となる)する確率です。0で低、1～10で中、10以上で高となり、中～高では、いつ乱獲となっても不思議ではない状況です。
詳細はwebサイト( <a href="http://.....">http://.....</a> )の資源診断票をご確認ください。			
北海道マナマコ資源管理技術開発共同研究機関			

図3.1.7-2 マナマコ資源診断票概要版の例

(1) 資源状況の要約

資源診断結果のまとめです。この部分の数値で、資源の現状を確認できます。

出漁日数：本年度に出漁した日数です。

漁獲量：出荷した数量です。

放流量：日誌に記録した放流数量です。

資源水準指数：漁獲規制サイズ以上の資源量の「多い」、「少ない」を評価する基準です。漁場のマナマコ密度が7.5g/m<sup>2</sup>（なまこけた網の漁獲効率を1としたときに、北海道北部沿岸で比較のマナマコ資源が安定している海域の密度を参考にして設定）の時の資源量を100として、60未満で低水準、60～140で中水準、140以上で高水準としています。

漁獲圧指数：資源が増えた量以上に漁獲しているか、いないかを評価する基準です。昨年の漁期の終わりから今年の漁期の始まりまでの間に増えたマナマコの量より多く漁獲すると100を超えます。100以上で「獲りすぎ」となり、100未満で「適正」

となります。

乱獲リスク：現状の漁獲量を今後5年間続けた場合に、5年のうちに資源が枯渇（0となる）する確率です。過去の増加量（成長量と加入量の合計）をもとに計算しており、0で低、1～10で中、10以上で高となり、中～高では、いつ乱獲となっても不思議ではない漁獲をしていることとなります。

(2) 診断海域

資源診断を行った海域です。この範囲以外にも漁場として時々使われていますが、基本的には毎年使われている海域を中心に設定しています。

(3) 診断手法

資源診断を行った期間と、資源状況の評価に用いた指標（計算方法）を示しています。

(4) 操業概要

今年、どんな漁業が行われたのかをまとめています。

漁船数：操業を行った漁船の数です。

延べ漁獲量：出荷した数量です。

操業日数：操業した日数です。

延べ曳網回数：地区全体でなまこけた網を曳いた回数の合計です。

(5) 曳網状況

漁場面積：診断海域の中で曳網した漁区の数に漁区の面積（10,000m<sup>2</sup>）をかけて求めた面積です。

延べ曳網面積：なまこけた網漁船による曳網面積の合計です。デジタル操業日誌とGPSの情報から計算しています。

(6) マナマコの体重

漁獲規制サイズ以上の平均体重：漁獲規制サイズ以上の平均体重です。

漁獲規制サイズ以下の平均体重：漁獲規制サイズ以下の平均体重です。

(7) 漁獲規制サイズ以上の資源状況

CPUE：1 曳網あたりの漁獲量の平均値です。なまこけた網による獲れ具合を客観的な数値にしたものです。

初期密度（重量）：漁期初めのマナマコの分布密度の平均値です。

初期密度（個体数）：漁期初めのマナマコの分布密度を平均体重で割った値です。

初期資源量：初期密度に漁場の面積をかけて計算した資源量です。この初期資源量が資源水準を判断する根拠となっています。

初期資源個体数：初期資源量を平均体重で割った値です。

資源水準指数：漁獲規制サイズ以上の資源量の「多い」、「少ない」を評価する基準です。漁場のマナマコ密度が7.5g/m<sup>3</sup>（なまこけた網の漁獲効率を1としたときに、北海道北部沿岸で比較的马ナマコ資源が安定している海域の密度を参考にして設定）の時の資源量を100として、60未満で低水準、60～140で中水準、140以上で高水準としています。

漁獲率：資源量に対してどのくらいの割合を漁獲したかを示しています。

昨年からの増加量：昨年の漁期後から今年の漁期始めまでの間に増加した資源量です。増加量には、獲り残したマナマコが成長した量と小型のマナマコが成長して資源として加入した量が含まれています。増えた分以上に漁獲しないことを判断する漁獲圧指数の根拠となる数値です。

漁獲圧指数：資源が増えた量以上に漁獲しているか、いないかを評価する基準です。昨年の漁期の終わりから今年の漁期の始まりまでの間に増えたマナマコの量より多く漁獲すると100を超えます。100以上で「獲りすぎ」となり、100未満で「適正」となります。

獲り残し資源量：今年獲り残した資源量です。来年への資源となる量です。

(8) 漁獲規制サイズ以下の資源状況

初期密度（重量）：漁期初めの漁獲規制サイズ以下

のマナマコの分布密度の平均値です。

初期密度（個体数）：漁期初めの漁獲規制サイズ以下のマナマコの分布密度の平均値を平均体重で割った値です。

初期資源量：漁獲規制サイズ以下の資源量です。

初期資源個体数：漁獲規制サイズ以下の初期資源量を平均体重で割った値です。

個体数の比率：漁獲規制サイズ以上の個体数を漁獲規制サイズ以下の個体数で割った値です。1以下となると、来年以降に成長して新たに漁獲規制サイズ以上となるマナマコが少なくなるおそれがあることを意味しています。

(9) 放流状況

放流量：漁獲したが、漁獲規制サイズ未満のため出荷せずに放流したマナマコの量です。来年の資源となることが期待されます。

(10) 管理状況

取り組んでいる資源管理の状況を示しています。

保護区：曳網禁止区域の設定範囲です。

漁獲規制サイズ：漁獲しても出荷しないマナマコの体重です。

1 隻あたり漁獲量の上限：1 隻に割り当てられた漁獲量の上限值です。

漁獲量の上限：地区全体で取り決めた漁獲量の合計の上限です。

漁期の開始日：漁期初日の日付です。

漁期切り上げ日：終漁とした日付です。

入れ目：出荷の際に、実際の数量より割り増して入れる割合です。

（佐野 稔）

### 3.1.8 データの管理、保存、セキュリティ

資源管理支援システムの各データ（操業日誌、位置情報、水揚量）は、漁協で契約する外部クラウドサーバ上のデータベースで管理・保管されています。

保管されたデータは障害が発生した場合に備え

て、障害発生後でもシステム全体の機能を維持し続けられるようにバックアップされているため、サーバ上に障害が発生した場合でも、システムの運用停止やデータ損失となるリスクはありません。またセキュリティに関しても外部からの侵入がほとんど不可能な防御対策がされ、データの改ざんや破壊、漏えい等のリスクもありません。

サーバ上のセキュリティ（※コラム参照）に加えて操業情報配信サービスの利用でも、各利用者単位でログインID（船舶名）とパスワードを入力する形でセキュリティ対策を行っている為、利用者の個人情報漏えいするリスクはありません。

以上のように外部者がもたらすセキュリティリスク（※コラム参照）に関しては、万全の対策がされていますが、内部からの情報漏えいを防ぐ対策は、実際に情報を入力や参照を行われる利用者（漁業者と漁協）が、セキュリティリスクを理解した上でシステム運用をして頂く事で防ぐ方法しかありません。

想定される主な内部情報漏えいの原因は、以下が考えられます。

- ①利用者同士でログインID（船舶名）とパスワードを教えあう。
- ②ログインID（船舶名）とパスワードを、パソコンやiPad等の利用する端末に記載（テープを貼る、直に端末に記入するなど）している。
- ③デジタル操業日誌や情報配信システムを起動させたまま、その場を離れてしまう。
- ④利用端末を、車上荒らしで盗難される。
- ⑤パソコンにウイルス対策ソフトがインストールされていない、もしくはインストールされていても長期間更新がされていない。
- ⑥情報配信システムから印刷した用紙を、きちんと保管もしくは廃棄をしていない。

これらの原因からセキュリティリスクを発生させないためには、以下の安全対策が重要です。

- ①自身の利用端末には、必ず立ち上げ時のパスワードロックを設定する。

- ②携帯が可能な利用端末の場合は、常に身の回りに置いておく。
- ③パスワードは端末に直接メモで貼りつけるなどせずに、記載したメモ等は必ず端末と分けて管理する。
- ④パソコンには必ずウイルス対策ソフトをインストールし、自動的に更新されるよう設定も行い、常に最新の対策が施されている状態にする。
- ⑤情報配信システムから印刷した用紙は、出来るだけ外部には持ち出さず、自宅で保管するか、必要なければ細かく裁断して廃棄を行う。

システムを安心・安全に運用するためには、安全対策を徹底することが最も重要となりますので、各利用者が常日頃から心掛けるとともに、部会内でもお互いに確認しあうなど、ルール徹底に努めるようお願いいたします。

（田村 浩）

#### サーバのセキュリティ対策内容

サーバのセキュリティ内容は、以下のものとなります。

- ①ハードディスク、電源の冗長化
- ②定期ファイルバックアップ
- ③ファイアウォール機能（サーバ通信制限）
- ④ウイルス対策

（田村 浩）

#### セキュリティリスクとは？

コンピュータ関連におけるセキュリティ事故が発生した場合に、直接または間接的にもたらされる脅威を、セキュリティリスク（危険性）といいます。

セキュリティ事故は、ハッカー等の犯罪からもたらされる場合もありますが、ほとんどのケースでは、安全対策の不徹底が原因で情報漏えい事故となります。



※情報漏えい事故が発生した場合のリスク例

- ①漏えいデータがインターネット等で掲載され、情報漏えい事故として新聞等で記事となる可能性がある。
- ②外部への直接の被害や影響は考えにくいですが、セキュリティ管理・対策が十分ではない組織とされるため、社会的信頼や漁協ブランドが低下する。
- ③結果今後の取引や魚価への影響による、漁業者・漁協共に経営面への悪化が懸念される。

(田村 浩)

### 3.1.9 システム運用経費，メンテナンス，相談窓口等

システム運用経費は、漁業者（利用者）側では月額単位での携帯通信費用が発生します。

漁協側は、クラウドサーバ利用費用が月額単位で発生します。

各機器及びシステムのメンテナンス対応事項は、手配・取り付け器材に障害が発生した際の対応と、資源管理支援システムのソフトウェアに障害が発生した際の対応になります。

システムメンテナンスの問合せや相談の対応時間は、祝祭日を除く月曜～金曜の9：00～17：00となります。

システムに障害が発生した時やシステム全般の相談がある際は、各漁協担当者への連絡をお願いします。

(田村 浩)

## 3.2 資源管理

### 3.2.1 漁獲量の管理

マナマコの資源水準を保つには、資源が自然に増える量、すなわち増加量よりも獲りすぎないことが必要です。この資源の増加量は毎年変わりますので、毎年把握することが必要です。このマナマコの資源の増加量を上回らないように地区全体の漁獲量を、漁期前と漁期中に決めることが資源管理支援システムでの資源管理になります。資源管理支援システムでは、2年分のデータをとれば資源の増加量がわかります。しかも、漁期中にわかりますので、当初決めた地区全体の漁獲量の上限を漁期中に見直して、漁期を切り上げて獲りすぎを回避する判断ができます。実際に、増加量がわかったときにする選択肢は以下のパターンとなります(図3.2.1-1)。

- ①獲り残した資源量の水準が高く、増加量が多い場合 → 増加量まで漁獲する
- ②獲り残した資源の水準が高く、増加量が少ない場合 → 乱獲リスクをみて、乱獲状況となっていないようであれば、増加量をこえて昨年と同様の水準まで漁獲する。
- ③獲り残した資源の水準が低く、増加量が多い場合 → 増加量まで漁獲せずに、獲り残しをある程度確保して、資源水準の底上げを図る。これにより、資源の増加量が少ない年に備える。
- ④獲り残した資源水準が低く、増加量が少ない場合 → 増加量を上回らないように漁獲する。もしくは、休漁とする。

これらの選択肢は、マナマコ資源を将来にわたって利用するという管理目標を念頭にした選択肢です。ただし、漁獲量という収入に直結することを規制するため、当然漁家経営に関わってくる問題でも

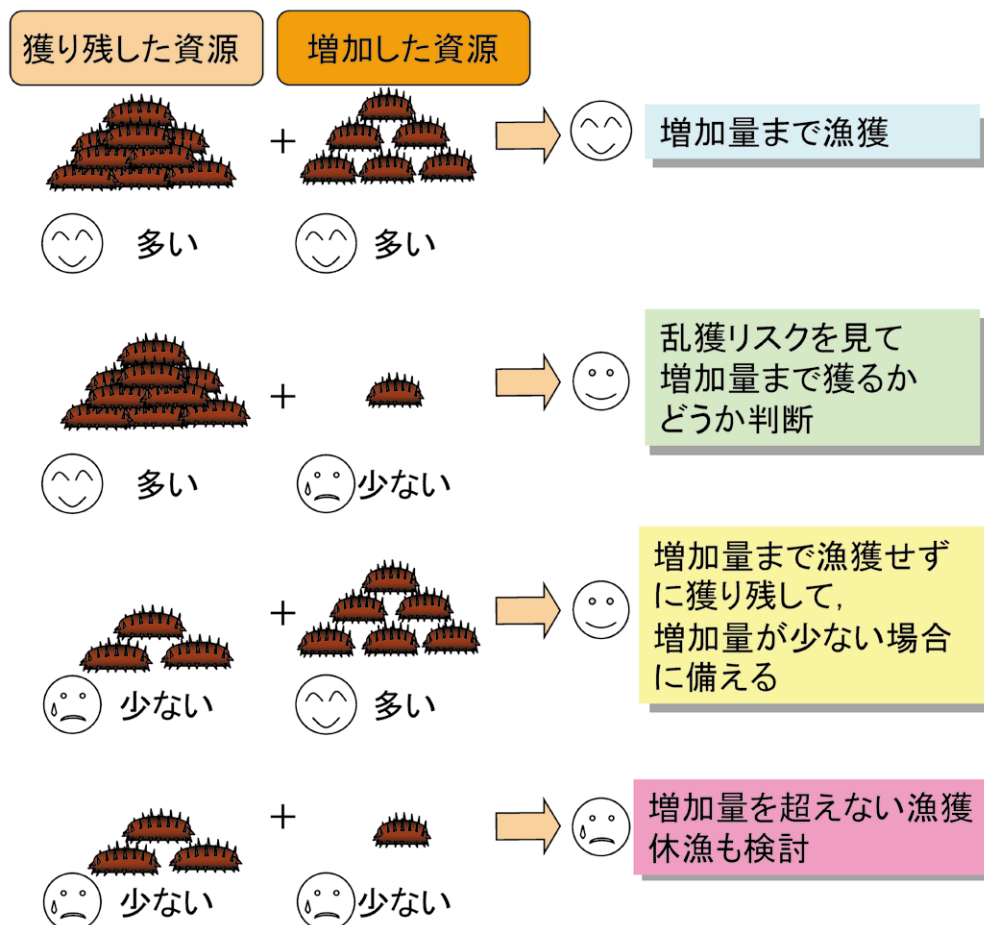


図3.2.1-1 獲り残した資源と増加量の状況に応じた漁獲方法の選択肢

あります。そのため、実際の判断では、資源状況と漁家経営の両面から判断することになるかと思えます。その場合も、資源管理の責任を負うなまこ部会で決める必要があります。

地区全体の漁獲量が決めれば、あとはどのように各漁船へ配分するかですが、これは以下ようになります（図3.2.1-2）。

- ①漁獲量均等配分：個別割当（IQ）ともいう。単純に全体の漁獲量を隻数で割り、1隻あたり漁獲量の上限を決める。
- ②漁獲金額均等配分：プール制とも言う。1隻あたり漁獲量は決めずに操業を行い、地区全体で漁獲量の上限に達したら操業を終え、その後の水揚げ金額を各漁船に均等配分する。

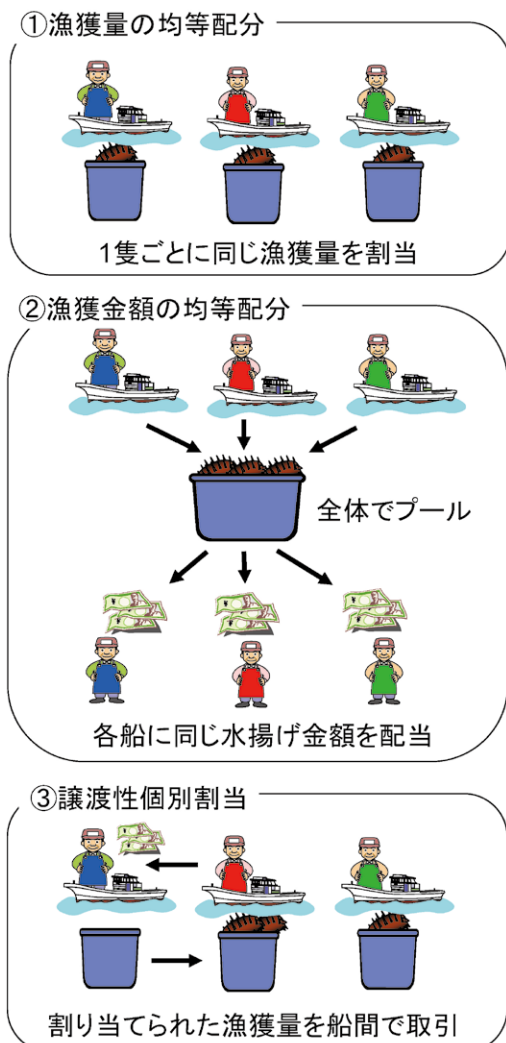


図3.2.1-2 資源管理で決めた地区全体の漁獲量を各船に割り当てる主な方法

- ③譲渡性個別割当（ITQ）：①で割り当てられた漁獲量を漁業者間で取引することで、それぞれの1隻あたり漁獲量の上限が決まる

どのように各漁船へ配分するのは、各地区の事情によりますが、合計した漁獲量がマナマコ資源の増加量を超えないようにしましょう。

（佐野 稔）

### 3.2.2 その他の管理

「資源管理支援システム」により、毎年資源の増加量を上回らない漁獲ができてしまえば、資源を持続的に利用することができますので資源管理の基本目標を達成することになります。では、それ以外の資源管理は不要になるのでしょうか？そんなことはありません。次に考える必要があるのは、同じ漁獲量でも小さいマナマコを獲ると、大きさを規制して大きいマナマコを漁獲するのでは結果的に獲る個体数が変わり、資源に与える影響が変わってしまうことです（図3.2.2-1）。また、保護区を設定する、しないでも、漁場の面積が変わりますので、どこから獲るのが変わってきます。資源水準を少しでも

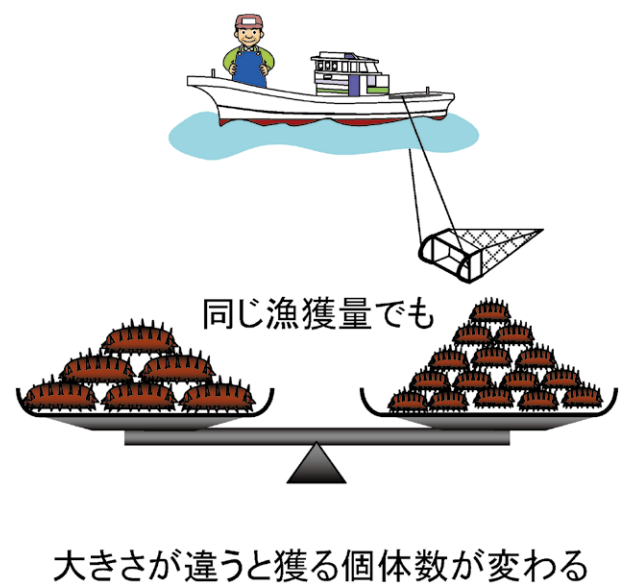


図3.2.2-1 獲る量が同じでも、小さいマナマコを獲ると大きいマナマコを獲るのは資源に与える影響が変わる

維持するために必要な資源管理目標は次の2点です。

- ① 漁場に獲り残すマナマコの個体数を少しでも多くする
- ② 漁場の獲り残す親のマナマコの量を少しでも多くする（獲り残す卵の数を増やす）

ただし、これらをどのくらい漁場に残すのが良いかについては明らかではありません。マナマコ資源は天然資源ですので、いつ不測の事態になってもおかしくありません。念には念を入れて利用するのが大切です。そのため、まずは保護区を設定しましょう。適切に保護区を設定できれば、漁場全体の卵の量を下支えすることになりますので、設定するようにしましょう。そのうえで漁獲規制サイズを設定しましょう（図3.2.2-2）。漁獲規制サイズを設定しないと、同じ漁獲量でも小さいマナマコをたくさん漁獲してしまい、結果として獲り残す個体を減らすこととなります。また、漁獲規制サイズを極端に大きくすると、網に入る大半のマナマコを放流しなければなくなり、操業の効率が下がります。さらに、大きいマナマコに偏って漁獲するので、たくさん産卵する親マナマコを漁獲してしまい、獲り残す卵の量も減ってしまいます。そこで、獲り残すマナマコと卵の量のバランスを考えて、体重100g～170gの範囲で体重規制を設定するのが適当と思われます。

漁獲量の管理ができたうえで、保護区の設定、漁獲規制サイズの設定を行うことで、マナマコの資源管理がより強固なものとなっていきます。いつ崩壊してもおかしくない脆弱な天然資源を利用しているという危機意識を常に持ちながら、マナマコの資源管理を進めていきましょう。

（佐野 稔）

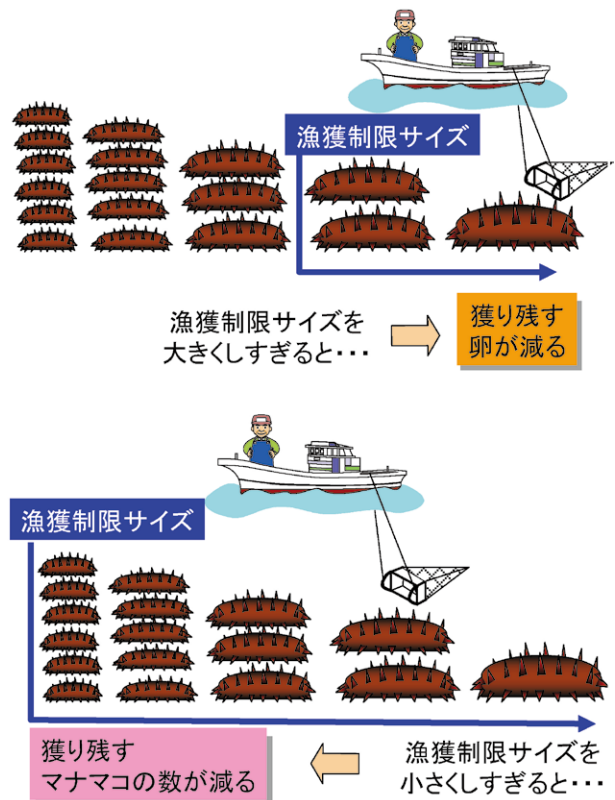


図3.2.2-2 漁獲制限サイズを変えて同じ漁獲量で獲る場合に資源に与える影響

### 3.3 マナマコ資源管理支援システムをもとにした資源管理のまとめ

マナマコ資源管理支援システムの特徴は、漁業者自らがデータをとって、自分たちで評価を行い、自分たちで自主的に資源管理の取り組みを合理的に決められることです。しかも、なまこけた網漁業にかかる全ての漁業者が参加して調査を行い、情報を共有することにより、初めて前浜の資源量が推定できる仕組みです。これは1人1人が操業情報を隠していたのでは絶対にできません。操業情報を共有することで、前浜のマナマコ資源の持続的利用が進み、なまこ部会全体の利益が上昇し、結果として個人の利益も上昇します。個人の目先の利益だけを追求すれば、得られるデータはいい加減なものとなり、前浜のマナマコ資源の持続的利用は難しくなります。このシステムを導入する心構えとして、情報を隠さずになまこ部会で情報を共有する高い意識が必要です。

マナマコ資源管理支援システムの導入を決めたなまこ部会では、はじめに必要な機器や通信の準備をします。各漁船には操業情報を入力するデジタル操業日誌（iPad）と、航跡のGPS情報を自動送信するマイクロキューブを搭載します。また、通信やサーバにかかる契約等も事前に済ませておきます。事前の準備が終われば、マナマコ資源管理支援システムをもとにした資源管理が始まります。

マナマコの資源管理の目標は、「マナマコを子、孫の代、そして将来も獲り続けられるようにする！」です（図3.3-1）。その目標が達成できるように資源管理に取り組みます。そこで、漁期前のなまこ部会の会議で地区全体の漁獲量の上限を確認します。あわせて、他の資源管理措置についても確認します。これで、今年の資源管理の取り組みが決まります。

漁期前に漁獲規制サイズ以下のマナマコ資源の状況を確認するために、漁期前調査を行います。この漁期前調査結果は資源診断票で確認できます。そして、漁期が始まります。漁期中に漁業者は、なまこけた網を曳くたびにデジタル操業日誌に、曳網開始

時間、終了時間、漁獲量を入力します。この入力をもとに漁期中続けます。これらデータはサーバに送信され、資源診断票が作成されます。資源診断票は自動的に毎週末作成され、iPad、パソコンで確認できます。印刷もできますので、診断票の概要版を漁業協同組合経由でFAX送信してもらうことも可能です。この資源診断票で今年の資源量がどのくらいかわかります。また、導入して2年目から資源が何トン増えたのか、つまり資源の増加量がわかりますので、具体的な数値を根拠に資源の増加量を上回らない漁獲ができるようになります。資源診断票にはこれ以外にも多くの情報が掲載されていますので、資源状況を正確に理解するには最適です。特に、資源量、増加量、漁獲量の情報は、資源の持続的利用において最も重要ですので、これらのバランスをふまえて獲りすぎにならないように漁期の切り上げ日を、なまこ部会が漁期中に決定します。そして、決めた日まで操業を行います。

漁期後に、なまこ部会の会議で今漁期を振り返ります。資源診断票で前浜の資源状況について共有し、獲りすぎにならなかったことの確認や、新たな資源管理の導入の検討を行います。もし、獲りすぎているようでしたら、次の漁期の漁獲量の上限を引き下げることが協議しましょう。最終的に次の漁期に取り組む資源管理方法を決定します。

マナマコ資源管理支援システムでのマナマコ資源管理では、毎年この作業を繰り返します。毎年資源量が漁期中にわかりますので、資源状況に応じた資源管理が速やかに取り組みます。つまり、資源状況が悪化する早い段階で資源管理により予防できますので、長くこのシステムを活用していくことが重要です。

（佐野 稔）

マナマコ資源管理の目標  
マナマコを子、孫の代、そして将来も獲り続けられるようにする！

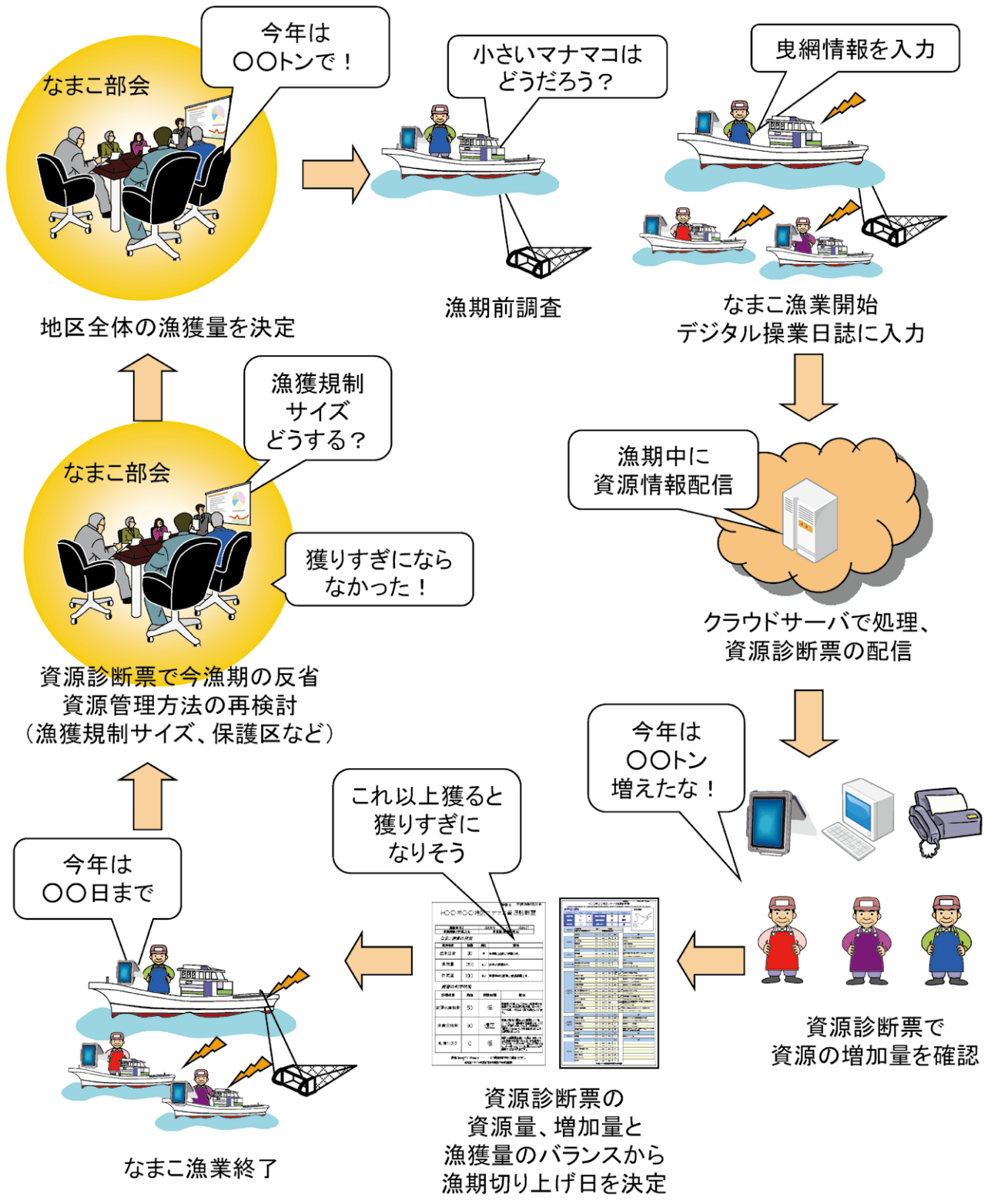


図 3. 3-1 マナマコ資源管理支援システムをもとにした資源管理の概要



# 04

---

## 第4章

### CPUE、定点調査をもとにした資源管理

#### 4.1 資源評価

##### 4.1.1 CPUE

##### 4.1.2 定点調査

##### 4.1.3 資源診断シート

#### 4.2 資源管理

##### 4.2.1 効果的な資源管理にするには

##### 4.2.2 時間の管理

##### 4.2.3 空間の管理

##### 4.2.4 漁船隻数の管理

##### 4.2.5 漁具の管理

##### 4.2.6 漁獲物の管理

##### 4.2.7 漁獲量の管理

#### 4.3 CPUE、定点調査をもとにした資源管理のまとめ

---

はじめに (佐野稔) p1

第1章 北海道のマナマコの生態 p5

第2章 北海道のマナマコ資源管理の進め方 p17

第3章 マナマコ資源管理支援システムをもとにした資源管理 p23

おわりに (高柳志朗) p62

引用資料 p63



## 4.1 資源評価

### 4.1.1 CPUE

漁獲量は、漁業や資源の現状把握としては最も基本的であり、また必要な数値ではありますが、資源評価の指標とするには毎年、同じ人数あるいは隻数で、同じような期間に操業が行われていることなどが必要条件となります。マナマコ漁業の場合には、近年、単価高騰により、漁獲努力量が増えているなど、操業状況に大きな変化があることから、マナマコ資源管理ガイドラインの中では、漁獲量だけによる資源評価は対象外とします。

毎年、同じ人数あるいは隻数で、同じような期間に操業が行われていなくても、前の年、あるいはある年に比べ、資源が多いのか、少ないのかを考える際に、どれだけの隻数で、どれだけの時間を掛けて漁獲したかを知ることがとても重要です。漁獲量を漁獲するための努力を示す単位で割ったものが

CPUEと呼ばれ、このガイドラインで、資源を評価する数値として用いることにします。漁獲するための努力（労力）を示す数値は、一般に漁獲努力量と呼ばれ、1日何隻出漁したのか、出漁した各船は何回網を曳いたのか、といったものです。次に、漁獲努力量の単位を示し、資源評価を行う際に、どのような意味合いがあるのかについて、説明します。

(1) 漁獲量／延べ出漁隻数 (kg / (隻・日))

ある漁獲量を上げることに對して、どれだけの漁船が出漁し、何日掛けたのかを表します。漁期間中、毎日の出漁隻数をカウントします。出漁隻数は漁業協同組合の荷受伝票で調べることが可能です。

このCPUEを用いて、資源評価を長期的に行う場合には、毎日、各漁船の操業時間あるいは曳網（操業）回数が一定であるという条件が必要となります。

(2) 漁獲量／網 (kg / 曳網回数)

マナマコを漁獲する際に、途中で波風が強くなるなど操業をやめて早く帰港するなど、毎日同じ条件で

ナマコ操業日誌 (記載例)		〇〇漁業協同組合					漁業者名 (船名) :	
操業日		1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目	備考	
4 月	操業 漁 区	60	65	漁場図を基に操業を行った場所の番号を書いてください		名前もしくは船名を書いてください	いつもと比べて小型の個体が多い。	
	時 刻	開始 8:30	10:00					
		終了 9:20	10:50	桁を曳き始めた時間と終わった時間を書いてください。		気づいたことやいつもと違うことがあれば何でも良いので書いてください		
	漁 獲 量	樽 数 2	樽 数 3					
1 日		6 回目	7 回目	8 回目	9 回目		今日の総漁獲量  200 kg	
	操 業 漁 区	1回で水揚げした樽数を書いてください						
	時 刻	1日の総漁獲量を書いてください。						
	漁 獲 量	樽	樽	樽	樽	樽		
操業日		1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目	備考	
月	操業 漁 区							
	時 刻	開始						
		終了						
	漁 獲 量	樽	樽	樽	樽	樽		
日		6 回目	7 回目	8 回目	9 回目	10 回目	今日の総漁獲量  kg	
	操業 漁 区							
	時 刻	開始						
		終了						
漁 獲 量	樽	樽	樽	樽	樽			

図 4. 1. 1 - 1 操業日誌の例 (記帳項目)

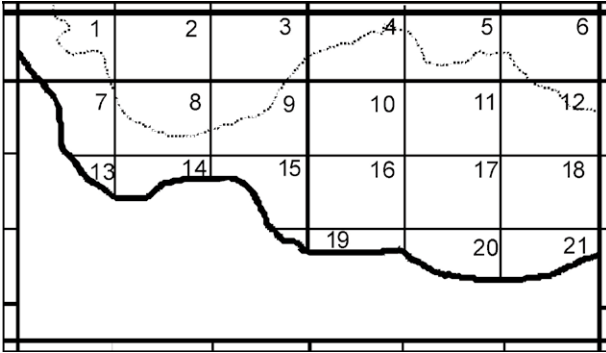


図4.1.1-2 なまこけた網操業漁区（イメージ）

漁業が行われているとは限りません。そのような場合には、1日何回網を曳いたかと、あるいは何時間操業したかといった情報があれば、それを努力量の単位として用いることにより、異なる操業状況に関する影響を補正することができます。また、操業日誌により操業位置の情報があると、面積を考慮したCPUEを求めることができます。操業日誌を用いて資源評価を行う具体例を、次に示します。

#### 1) 記帳項目（図4.1.1-1および図4.1.1-2を参照）

- ・操業年月日
- ・操業漁区（日誌記載の際の漁区区分方法は、操業の仕方によって工夫が必要）
- ・操業回数
- ・曳網時間（1回の曳網）
- ・漁獲量（可能であれば、1回の曳網ごと。函数でも可）
- ・その他（加入情報として、小型ナマコの入網状況などを備考欄に書くこともあります）。

操業日誌の様式となまこけた網の漁区区分（イメージ）を示します（図4.1.1-1および図4.1.1-2）。この日誌の様式は、詳細な情報を提供するきめ細かい記載内容となっており、また、漁区は2分程度の緯度のグリッドに区分されるイメージで作成しましたが、1～5 km程度のグリッドで区分してもかまいません。地形や曳網距離等によって工夫することが重要です。

#### 2) 集計・解析・評価方法

漁船ごとの毎日の操業回数を合計し、漁獲量を操業回数の合計で割ることにより、CPUE (kg/網) が求められます。それは資源量の多いか少ないかを

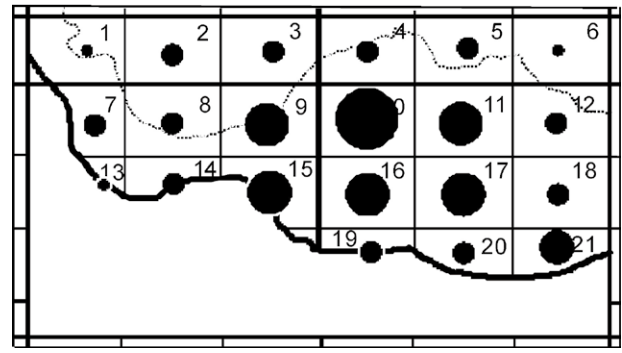


図4.1.1-3 マナマコの分布密度イメージ

示す相対的な数値であり、それを比較することにより、資源が増えたのか減ったのかが分かります。

操業日誌などで操業区を記載すると、より詳しい解析が可能です。マナマコの分布がある漁区に偏っているなど、操業回数が集中する漁区があると、解析結果にマイナスの影響をきたします。この影響を取り除くため、漁区別の漁獲量と操業回数を用いてCPUEを算出します。

計算方法について、図4.1.1-3と表4.1.1-1で説明します。漁場を21個に分割しました。ここでは、それぞれの漁区での努力量を曳網回数とします。表には各漁区の漁獲量、曳網回数およびCPUE（曳網回数、1曳網あたりの漁獲量）が示されています。漁区ごとに分布密度（曳網あたり漁獲量）を「●」の大きさで表し、分布状況のイメージを図示しました。

漁区面積は海図ソフトウェアなどで求めることができます。面積を考慮した資源の状態を表す数値は、資源量指数と呼ばれ、資源量の相対値として重要です。表4.1.1-1では漁区別のCPUEを用いた数値の合計の欄（黄色の網掛けで示す）になります。その年のこの数値をこれまでの年の数値と比較することで、高水準～中水準～低水準を判断することが出来ます。昨年比をみることで、昨年より「増加したのか?」「減少したのか?」あるいは「横ばいなのか?」を判断することが出来ます。資源量指数は、例えば漁区2の面積を1として、各漁区の実際の面積と漁区2の面積（約9.7km<sup>2</sup>）の比を用いて算出することも可能です。

なお、漁区ごとのCPUEはマナマコの分布状況（分布密度）の把握に有効であり、分布と底質やそ

表 4. 1. 1-1 漁区別の CPUE を用いた数値（資源量指数）の計算例

漁区	漁獲量	曳網回数	CPUE (kg/回)	延べ隻数	面積 (Km <sup>2</sup> :A)	資源量指数 (B)	面積比	資源量指数 (B')
1	39.0	8	4.9	1	8.76	42.9	0.90	4.4
2	150.0	16	9.4	2	9.74	91.5	1.00	9.4
3	25.0	3	8.3	1	9.74	80.8	1.00	8.3
4	250.0	30	8.3	3	9.74	80.8	1.00	8.3
5	125.0	16	7.8	2	9.74	75.9	1.00	7.8
6	85.0	18	4.7	3	9.74	45.8	1.00	4.7
7	2,050.0	91	22.5	16	5.35	120.5	0.55	12.4
8	80.0	10	8.0	1	9.74	77.9	1.00	8.0
9	2,520.0	135	18.7	20	9.74	182.0	1.00	18.7
10	1,500.0	58	25.9	11	9.74	252.1	1.00	25.9
11	1,050.0	61	17.2	8	9.74	167.4	1.00	17.2
12	2,560.0	376	6.8	55	9.74	66.2	1.00	6.8
13	50.0	10	5.0	15	2.43	12.2	0.25	1.3
14	260.0	32	8.1	1	4.09	33.1	0.42	3.4
15	420.0	25	16.8	6	7.30	122.7	0.75	12.6
16	3,650.0	190	19.2	39	9.74	186.9	1.00	19.2
17	5,040.0	255	19.8	48	9.74	192.8	1.00	19.8
18	1,250.0	194	6.4	35	9.74	62.3	1.00	6.4
19	1,300.0	180	7.2	26	9.41	67.8	0.97	7.0
20	2,060.0	224	9.2	36	2.73	25.1	0.28	2.6
21	2,250.0	173	13.0	34	4.77	62.0	0.49	6.4
合計	26,714.0	2,105	247.2	363	171.4	2,048.7	17.61	210.4

CPUEは操業回数を基準とした  
面積比は漁区2を1として算出した。  
資源量指数(B')は漁区2を1とした面積比を用いて算出した。

↑資源量指数 (面積比に基づ)  
↑資源量指数 (面積比に基づ)

他の環境条件との関連を解析するために重要な情報となります。

(3) 漁獲量／操業時間 (kg／hr)

先に、それぞれの漁区での努力量を曳網回数とした場合について説明しましたが、1 曳網ごとに時間を記録していれば、曳網時間を努力量の単位とした CPUE を用いた資源評価が可能です。操業ごとに曳網時間が異なっている場合には、より正しい数値に基づく資源評価が可能になります。

各漁船の毎日の操業時間を合計し、漁獲量をその数値で割ることにより、CPUE (kg／hr) が求められます。それは資源量が多いのか、少ないのかを示す相対的な数値であり、それを比較することにより、資源量自体が多いのか少ないのかが分かります。

(4) 漁獲量／曳網面積 (kg／m<sup>2</sup>)

マナマコ漁場海域の形状や面積、距岸距離などの関係で、前述の緯経度 2 分のグリッドといった矩形の漁区を設定出来ない場合、あるいは曳網時間・距離が長く複数の漁区を操業する場合などでは、適切な漁区区分が出来ないことがあります。これらの場合には、桁網の“曳網距離”が努力量の単位として有効となります。“曳網距離”は、「漁場のチャートに航跡線を記入し、後にチャート上で距離を測る方法」、「GPS で曳網開始位置と曳網終了位置を測定し、記録する方法」、「GPS で直接距離を出す方法」

などが考えられます。

曳網距離を計測・記録する新しいツールとしては、ハンディー GPS (GARMIN 社製、GPSMAP60CS 日本版) およびマイクロキューブ NMEA ロガー (データ収集装置) があります。ハンディー GPS は一定時間間隔 (15 秒間隔など) で船位を記録することが出来るもので、これを用いた場合、漁船の移動速度の違いから、航行時と操業時が区別可能で、曳網開始位置と曳網終了位置を認識することが出来ます。これにより、曳網距離および曳網時間が分かります。マイクロキューブ NMEA ロガーは、GPS などの航海計器から出力される信号をコンパクトフラッシュに記録し、同時に送信する装置で GPS の電源投入と同時に自動的に位置情報が記録され、ハンディー GPS 同様に曳網開始・終了位置、曳網距離、曳網時間のデータが収集出来ます。曳網距離を漁獲努力量とみなせば、“漁獲量／総曳網距離”が資源量の相対値となります。

これらいずれの場合でも、以下の項目について操業日誌の記載は必要です。

1) 記帳項目 (必要最小限)

- ・操業年月日
- ・チャート上に曳網航跡線、曳網開始位置・曳網終了位置あるいは曳網距離 (1 回の曳網ごと、ただし、ハンディー GPS や GPS + マイクロキューブ NMEA ロガーを使用した時には記載不要)
- ・漁獲量 (可能であれば、1 回の曳網ごと。函数でも可)
- ・その他

2) 集計・解析・評価方法

- ・資源をあらわす指数としての分布密度  
曳網距離を漁獲努力量とみなせば、分布密度すなわち“漁獲量／総曳網距離”が資源量の相対値となります。
- ・資源評価

操業日誌調査が継続的に作成されている場合は、分布密度の経年変化をみることで高水準～中水準～低水準を判断することが出来、昨年比をみることで、昨年より増加したのか？減少したのか？横ばいなのか？を判断することが出来ます。

さらに、操業日誌などで曳網開始終了などの位置情報がある場合には、漁区を区分し、漁区面積で重み付けを行うと、海域全体の分布密度 (kg/m<sup>2</sup>) を計算することができます。この場合、桁効率が分かれば、資源量そのものが分かります。

#### (5) 桁網以外の漁法を行っている海域における資源評価

北海道では留萌・宗谷管内を中心に、なまこけた網漁業が行われており、多くの漁獲を揚げています。しかし、全道の各地では桁網漁業以外に、潜水、タモ獲りあるいは突き漁法などによる漁獲をしている地区が見られます。これらの地区で、操業日誌調査による資源評価を行うにしても、桁網主体の地区と単に同じ手法をそのまま導入するわけにはいきません。いずれの漁法の場合にも、第一には漁業実態を把握することから始まりますので、どのように操業をしているのかを知り、努力量の単位となるものを選定する必要があります。例えば、潜水器による漁業の場合、潜水で漁獲した人数と潜水時間を用いた延べ潜水時間が努力量になり得ます。タモ獲りの場合も同様に、採集人数と採集時間から延べ採集時間を採用することになります。ただし、ウニ類も漁獲対象としてタモ獲りを同時に行った場合など、努力量として一定の補正係数が必要になる場合も想定されます。

桁網における漁獲努力量、すなわち延べ操業時間にあたる努力量が操業日誌記載から得られるように、日誌の項目を検討すべきです。例を挙げると、延べ潜水時間、マナマコに限定したタモ延べ操業時間などのデータがそれに当たります。各種の漁業が行われている海域を漁区割りし、操業日誌として情報を得ることが出来れば、漁区ごとのCPUEを用いて資源量指数を算出することが出来、基本的には桁網の場合と同じとなります。また、漁区分けできないときには、単にCPUE (潜水1時間あたり漁獲量、タモ操業1時間あたり漁獲量など) を用いて、資源の指標とすることが可能です。

なお、最近、後志や渡島などで刺し網による漁獲量が急増していますが、漁獲努力量は設置日数 (止

め日数) と反数が基本となります。しかし、刺し網によるマナマコの漁獲については、操業および漁業実態そのものが不明であり、適切な努力量を見極めるため、今後その実態把握に努めることが必要であると思われます。

#### 1) 記帳項目 (必要最小限)

- ・ 操業年月日
- ・ 操業漁区 (漁区の決定の仕方は、各種漁業の操業方法によって工夫が必要)
- ・ 潜水時間、タモ採集開始時間と終了時間など
- ・ 漁獲量 (可能であれば、1回の操業ごと。函数等でも可)
- ・ その他 (加入情報として、小型マナコの発見、混獲状況など)

#### 2) 集計・解析・評価方法

- ・ 資源をあらわす指数としてのCPUE  
漁獲努力量を潜水時間、タモ採集の操業時間とみなせば、CPUEが資源量の相対値となります。
- ・ 資源評価

操業日誌調査が継続的に作成されている場合は、CPUEの経年変化をみることで高水準～中水準～低水準を判断することができ、昨年と比べることによりをみることで、昨年より増加したのか？減少したのか？横ばいなのか？を判断することが出来ます。

(高柳志朗)

## 4.1.2 定点調査

マナマコの分布する海域、特にマナマコ漁場で、毎年ほぼ同じ時期・場所において、同じ漁具を用いて、調査を行うことは、資源評価において非常に重要です。ここでは、その方法と得られたデータを用いて解析することにより、何が分かるのかを示すことにします。

この調査に、操業と同じ桁網 (網目や桁幅) を使用している場合は、少なくとも漁獲対象資源の分布密度について、重要な情報を得ることができます。そして継続して、同じ調査を行うことにより、資源の動向を知る上で、最も客観的な情報を提供します。

また、漁期前に行うことによって、漁獲量の目安を設定することも可能となります。

定点調査を漁期が終わった後に実施する場合は、残存資源（獲り残した資源）が多いのか、少ないのかをみることになります。

いくつかの地区で漁期後調査の事例はありますが、残存資源を的確に把握できていないようです。

(1) 定点調査の方法

当該海域の漁場におけるマナマコ分布状況を把握するのに適した場所に調査定点（線）を設け（図4.1.2-1）、漁期の直前、あるいは漁期はじめに、桁網などを用いて、マナマコを採取します。なお、調査によって得られたマナマコの採集結果が容易に比較できるように、曳網速度や用いる桁網の仕様が異なるように注意すべきです。

(2) 調査項目

・曳網距離（面積）

曳網距離が分かるように、GPSを用いて曳網開始位置および終了位置を記録します。

曳網面積は、桁網の幅と曳網距離を用いて算出し、単位面積あたり採集個体数を求める際の単位とします。

・曳網時間

曳網開始時刻と曳網終了時刻を記録し、曳網時間を算出し、単位時間あたりの採集個体数を求める際の単位とします。

・採集個体数とサイズ測定

採集個体を計数するとともに、個体別の重さをg

単位で量ります。採集個体数が多い場合は、100 g以上および未満に分けて、各200個体を上限に計測するなど、調査を効率的に実施できるような工夫を行うことが重要です。

(3) データの整理とその利用

・資源動向の把握

採集されたマナマコのうち、漁獲規制サイズ以上の個体の分布密度（採集個体数／曳網面積、あるいは採集個体／曳網時間）は、その後に始まる漁期において、資源状態を表す重要な指標となります。すなわち、昨年との比較はもちろん、長期的にみたときの資源の動向や水準を知ることができます。

・加入量の推定

漁獲規制サイズ未満の個体の分布密度（採集個体数／曳網面積、あるいは採集個体／曳網時間）は次年度以降に漁獲対象として加入してくるマナマコの量（重量や個体数）の指標になります。道北海域（宗谷湾）の例では、6月上・中旬の調査における25～74.9gの分布密度が翌年の漁獲量と正の相関があり、加入資源が多いのか、少ないのかを占う指標として重要であることが分かっています

・適正漁獲量の検討など

長期間に継続して得られた分布密度データは漁獲量と比較することで、漁獲量を予測することも可能となります。長期間継続して調査を行うことにより、分布密度データは、現時点の資源状態が高水準にあるのか、低水準にあるのか、といった検討にも用いることができ、操業における適正漁獲量の検討のためにも利用することが可能です。

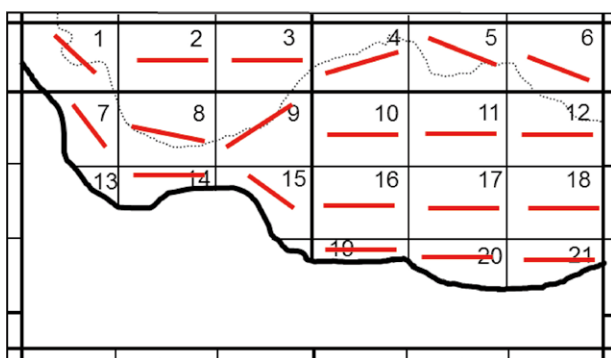


図4.1.2-1 なまこけた網調査定線設定イメージ図

以上のような調査に基づいて資源評価を行った事例を紹介した「マナマコ資源評価書作成の手引き」<sup>18)</sup>が稚内水試のホームページに掲載されています。

(高柳志朗)

### 4.1.3 資源診断シート

資源管理支援システムでは、操業が終わった後に「資源診断票」が出力されます。

CPUE・定点調査により、資源評価・資源管理を行うときにも、資源診断が必要です。手作業でデータ回収、整理、解析したものを「資源診断シート」と呼ぶことにして、「例」に基づき、説明します（図4.1.3-1）。

これまでに得られているCPUE（kg／隻・日）や分布密度（採集個体数／曳網面積、あるいは採集個体／曳網時間）など、資源状態を表す数値データをあらかじめ資源診断シート（表計算ソフト：エクセル）に入力しておきます。

マナマコ漁業の操業が終了したら、最新年の数値を入力します。そうすると、前年との比較が可能となります。それに加え、それ以前との比較も可能となります。数値が上がれば、資源は増えていたし、下がれば減ったこととなります。

また、このワークシートは、これまでの資源状態が良い（高水準）のか、悪い（低水準）のか、あるいは良好（中水準）なのかが分かるようになっています。このとき、水準を決める数値（水準分け値）を入れる必要があります。

この数値は平均的な資源状態に対し、何割以内であれば、中水準すなわちおおむね良好であることを示すもので、その数値をどのような値にするかあらかじめ検討しておく必要があります。

それには、資源を表す数値（CPUEや分布密度等）がこれまでどんな変化を示していたのかを考慮することが必要です。

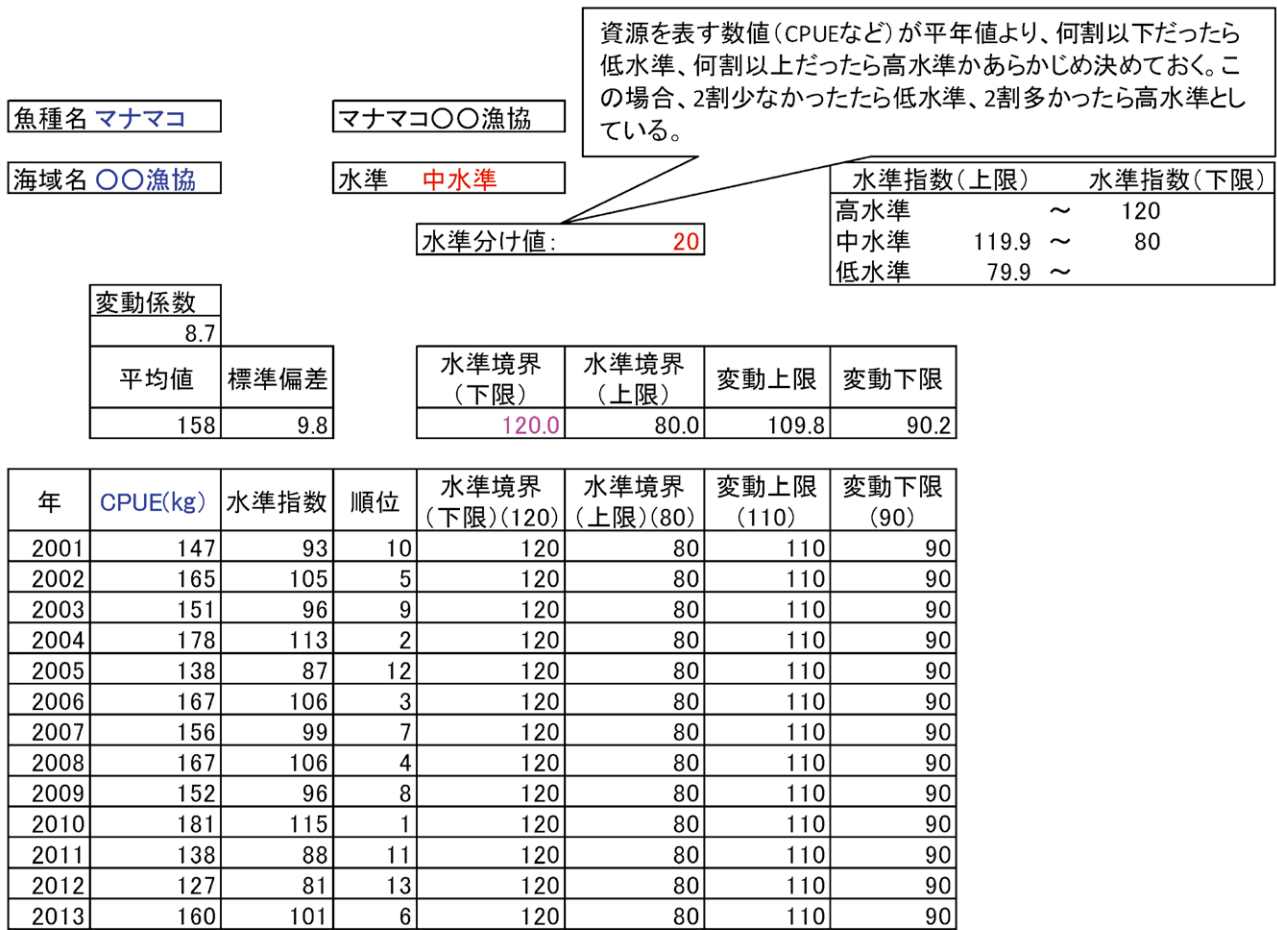
大きな変動をする資源であれば、大きい数値（40程度）を採用する必要があります。しかし、北海道におけるマナマコの場合、この資源を表す数値は、これまでの経験上最大2割前後の変化ですので、20（%）が1つの目安になります。多くの場合、「20」が妥当であると考えます。

そして、その年の操業が終わり、得られた資源を表す数値（CPUEや分布密度）を入力します。そして、例えばこれまで中水準であったのが、低水準に

なった場合には、どのような対策を講じれば資源を回復させることができるのか、部会での検討・協議が必要になってきます。

（高柳志朗）

図4.1.3-1 マナマコ資源診断シート（例）

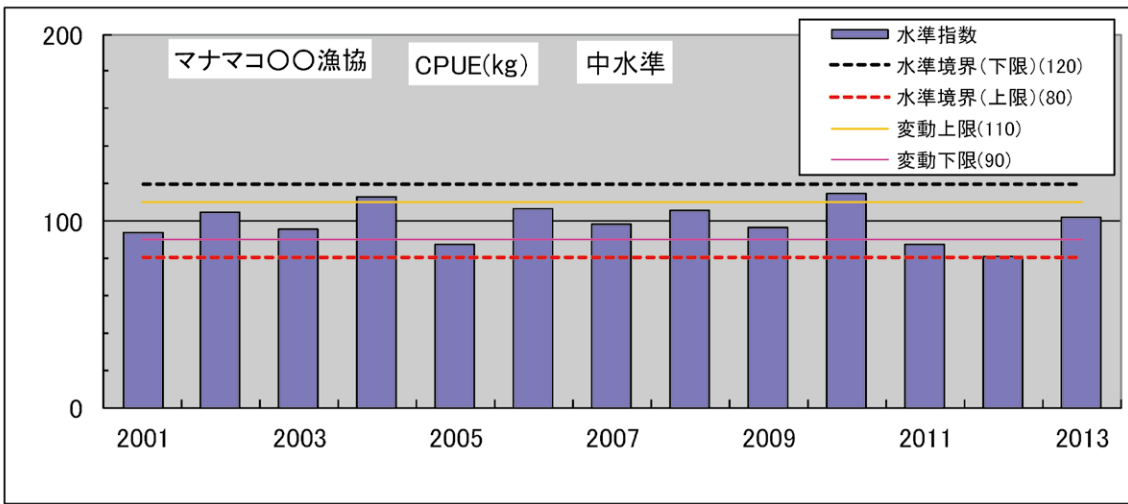


資源を表す数値(CPUEなど)が平年値より、何割以下だったら低水準、何割以上だったら高水準かあらかじめ決めておく。この場合、2割少なかったら低水準、2割多かったら高水準としている。

このセルに、操業で得られた最新年の数値(CPUE)を入れる。



前年の数値を上回り、中水準“ギリギリ”の状態を脱した。資源は増えて、おおむね良好の状態。



## 4.2 資源管理

### 4.2.1 効果的な資源管理にするには

資源管理の基本目標は、将来にわたってマナマコを子、孫の代、そして将来も獲り続けられるようにすることです。そのために最も必要な資源管理は適正な漁獲量の上限設定です。つまり、マナマコ資源が自然に増える以上の漁獲を行わないことがなによりも重要です。ただし、CPUEや定点調査結果では資源評価の指標が資源量ではないので、資源が増えている、減っているという傾向しかわかりません。そのため、マナマコ資源管理支援システムのように獲っても大丈夫な漁獲量は〇〇トンと決めるのは困難です。そこで、効果的な資源管理とするには、まず、漁獲量の上限をこれまでの経験から〇〇トンと決めます。その後資源評価の指標が回復傾向や高水準での横ばいになるまで漁獲量の上限を引き下げていくことが必要となります（図4.2.1）。漁獲量の上限の引き下げが難しいようでしたら、他の資源管理方法を試みましょう。資源管理の方法は、以下に記します。それぞれの効果や取り組みやすさなど、地域の実情にあわせて取り組んでいきます。ただ、資源量

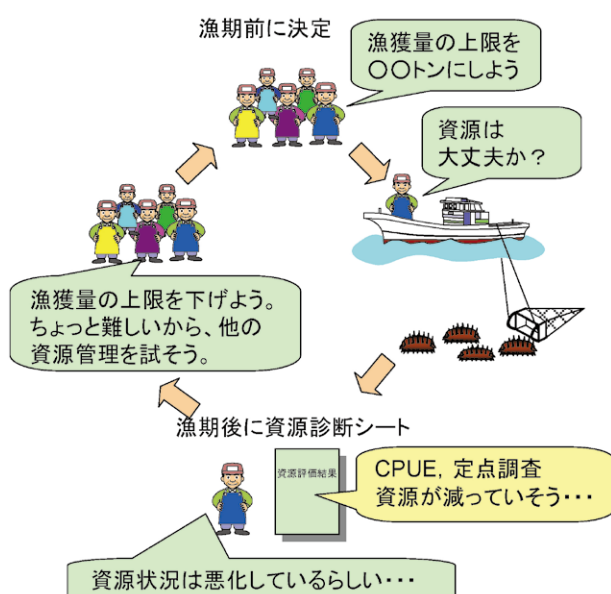


図4.2.1 資源評価の指標（CPUE、定点調査結果）をもとに漁獲量の上限を下げていくことで、資源を維持、回復させていく。

を根拠としていませんので、手探りで試行錯誤を繰り返す資源管理となります。取り組んでも資源が全く回復しない場合もあるかもしれません。資源管理をしたから必ず増えるものではありませんが、マナマコ資源は獲れば減る資源ですので、最終的に適正な漁獲量の上限を見つけることがなによりも重要です。根気よく資源管理の取り組みを続けて、資源を維持、回復させていきましょう。

（佐野 稔）

### 4.2.2 時間の管理

漁場全体での延べの操業時間を短くすることで、漁獲圧を下げ、過剰な漁獲を避けることが期待できます。そのためには、自主的に年間の操業期間（漁期）を決める（〇月〇日から〇月〇日まで）、操業日数の上限を決める（漁期中に〇日まで）、1日の操業時間を決める（〇時から〇時まで）といった方法があります。操業時間の代わりに曳網回数を制限する方法もあります<sup>19)</sup>。

産卵期の親マナマコを保護するため、北海道海面漁業調整規則により、海域毎になまこ漁の禁止期間が定められています。主な根拠となったのは、北海道水産試験場（当時）が戦前に行った産卵期調査です<sup>20)</sup>。しかしながら、実際の産卵期と調整規則による禁止期間がずれており、産卵期に漁業を行っている海域も少なくありません。例えば、表1.5-2に示した4漁場のうち、留萌と猿払では禁止期間が5月1日から6月15日までと定められており、実際の産卵期（7月以降）とは大きく離れています。そのような海域では、産卵期を自主的に休漁と定めることも親マナマコの保護の観点からは有効です。

根室管内では、禁止期間が産卵期の実態に合っていないとの漁業者からの指摘を受け、平成8年に北海道立釧路水産試験場（当時）が中心となって産卵期を確認するための調査を行い、適正な禁止期間となるよう調整規則の改正にこぎつけました<sup>21)</sup>。このような事例もありますので、広域で合意を得られれば、産卵期を明確にするための調査を行い、それに



基づいて実態に即した調整規則に改正することも可能です。

(鵜沼辰哉、長谷川夏樹、鬼塚年弘)

### 4.2.3 空間の管理

親マナマコを取り残すひとつの方法として、禁漁にする場所（保護区）の設定があります。

北海道沿岸では、距岸数百～1,500mより陸側を自主的に保護区にしている地区もあります。北海道のマナマコの密度は、岩礁域で高く、砂泥域で低いので（「第1章1.3分布」参照）、マナマコがあまり生息していない砂泥域を保護してもその効果は期待できません。地域によってマナマコの密度が異なるとともに、密度の高い水深帯が異なることもあるので、保護区を決める前に調査を実施してマナマコが多くいる場所を特定し、その場所を保護することが効果的です。

北海道日本海側のA地区では、なまこけた網漁業の操業に使われている場所（以下、漁場と称す）の面積14.2km<sup>2</sup>に対して陸側12.0km<sup>2</sup>を保護区にしていま

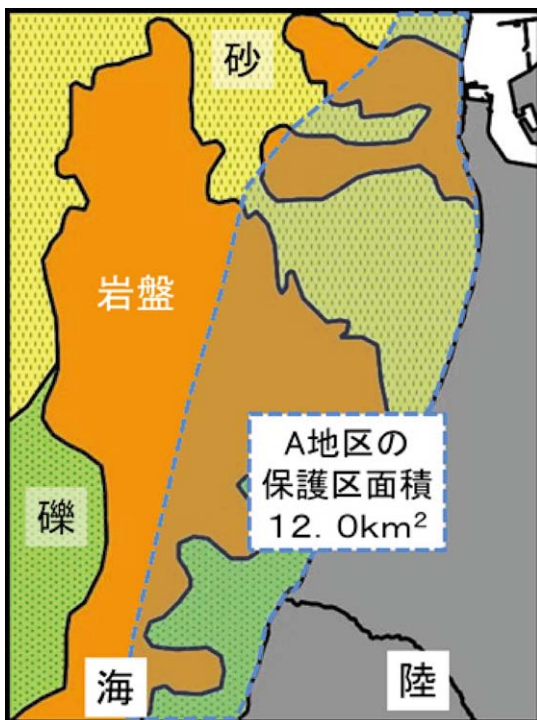


図4.2.3-1 A地区における保護区の底質図（図はイメージ）

A地区の推定生殖巣重量  
(漁場面積: 14.2km<sup>2</sup>、保護区面積: 12.0km<sup>2</sup>)

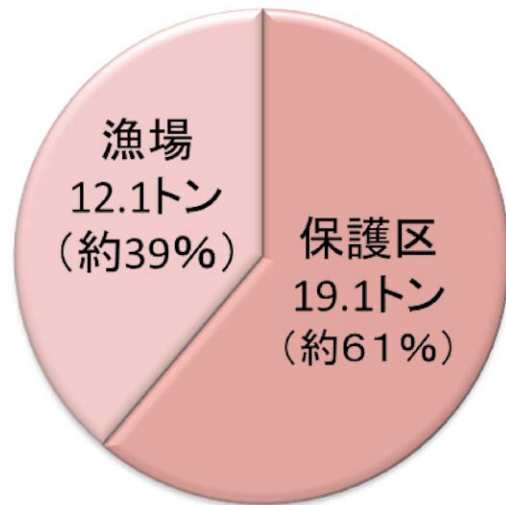


図4.2.3-2 A地区における保護区と漁場の生殖巣重量（保護区では全体の約61%の卵や精子が保護されていると推定される。）

す（図4.2.3-1、図はイメージ）。その保護区のマナマコの分布状況を調査したところ、保護区内の岩盤域には多くのマナマコが生息していることが分かりました。

A地区の保護区では、底質が岩盤である場所が保護区全体の約75%を占めていました（図4.2.3-1）。マナマコの殻重量と生殖巣指数の関係（「第1章1.5成熟と産卵」参照）や保護区と漁場の面積から、A地区においてマナマコが作る生殖巣重量を試算すると、全体（保護区と漁場）で作られる生殖巣のうち約61%が保護区で作られていると推定されました（図4.2.3-2）。A地区の保護区には産卵に寄与する親マナマコが多くいることから、保護区の設定は産卵量を確保するために有効な方策と言えます。

(合田浩朗、中多章文、田園大樹)

### 4.2.4 漁船隻数の管理（制限隻数）

地区全体での漁獲量の上限を設定していない場合や、通常の漁業で達成したことがないような過大な漁獲量総量の上限を設定している場合には、なまこ漁業を行う漁船隻数を増やすと漁獲量が増えますので、資源の崩壊につながります。言い方を変えれば、適正な漁獲量総量制限ができていれば、漁船隻数を

増やしても問題はありません。増隻是計画的かつ慎重に進めましょう。

(佐野 稔)

### 4.2.5 漁具の管理

北海道において、なまこを専門に獲る漁法としては、なまこけた網とたも捕りがあります。なまこけた網については、けた網の幅や網構造が地区によって多少異なっています。資源管理にとって適正ななまこけた網というものはありません。しかし、地区内では規格をそろえましょう。漁船によって漁具の規格が異なる(例えば、けた網の幅など)と、同じルール(例えば操業日数など)を決めても、漁船によって資源に与える影響の度合いが変わってきます。そうすると、資源管理のルールが無意味となります。このような状況を避けるためにも、各地区のなまこ部会で統一した規格を決めましょう。

(佐野 稔)

### 4.2.6 漁獲物の管理

獲る大きさを規制することは、十分に成長していない個体の獲り過ぎを防いだり、産卵させてから漁獲することを目的に行われます。ここでは、「1.5成熟と産卵」で詳しく述べた「大型ナマコほど産む卵の数が飛躍的に増える」という特性をふまえたうえで、漁獲規制サイズの設定方法を考えてみます。

漁場に生息するマナマコのサイズや個体数に関する詳細な調査を行ったA地区において、規制サイズを変更した場合に、その漁場で獲り残した個体の総産卵量がどのように変わるかを試算しました(図4.2.6-1および図4.2.6-2)<sup>22)</sup>。A地区では沿岸の保護区の設定と130gの漁獲サイズ規制を行っており、調査を行った年の漁獲量は22トンです。資源全体の構造(図4.2.6-1)を見ると、体重50~150gに大半の個体が含まれます。それに対して、産卵量では体重150~300gに大半が含まれます。これは、マナマコが大きくなるほど飛躍的に産む卵の数が増えるか

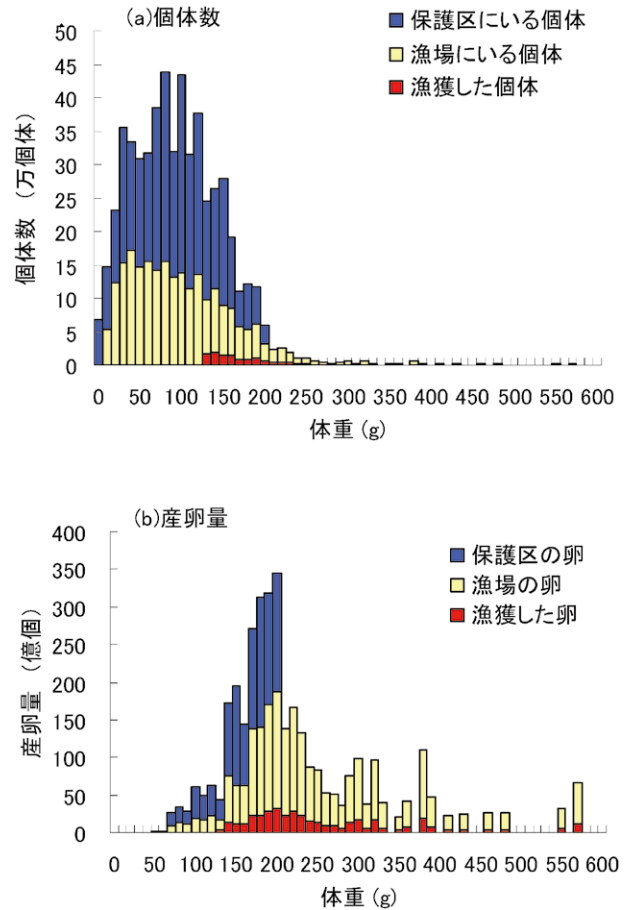


図4.2.6-1 道内A地区におけるある年のマナマコ資源構造。漁場全体の個体数組成(a)と産卵量組成(b)を体重別に表した。個体数は体重50~150gに大半が含まれるが、産卵量は体重150~300gに含まれる。

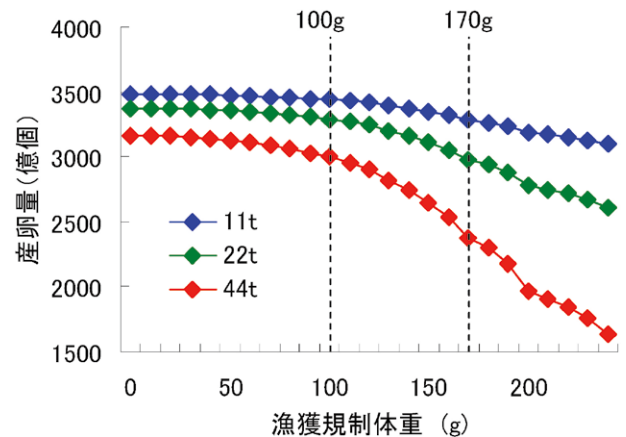


図4.2.6-2 道内A地区において漁獲規制サイズが獲り残した個体の総産卵量に及ぼす影響。調査年の実際の漁獲量が緑。

らです。この漁獲量を保ったまま、規制サイズを変更したときに漁場全体における総産卵量がどう変わるかを緑で表し、漁獲量を倍に増やした場合を赤、半分に減らした場合を青で表しました（図4.2.6-2）。A地区ではいずれの漁獲量のときにも、規制サイズを大きくするほど総産卵量が少なくなりました。

他の水産資源では、産卵量を確保するため最低1回は産卵に参加させてから漁獲することを目的として、しばしば最小成熟サイズを上回るように規制サイズが設定されます。しかしながら、マナマコの場合には最小成熟サイズは50～130gであり（表1.5-2）、初めて成熟する個体の卵数は非常に少なく、実際の産卵の主体となる大きさが150～300gであるため、規制サイズを引き上げると総産卵量はかえって減少します。そのため、最小成熟サイズは規制サイズの根拠にはならないことがわかりました。そこで、規制サイズを決めるにあたっては、商品価値や他の漁獲規制、資源の状況を勘案し、以下の手順で慎重に判断するのが良いと考えられます。

①どんな場合でもまず100gの規制サイズを設定する

加工が面倒で商品価値も低い小型個体を漁獲することは避けなければいけませんし、体重80gのマナマコでも1年待てば100g以上に育ちます<sup>11)</sup>。また、図4.2.6-2に示したように、規制サイズが100gまでなら漁獲圧が高い状態（赤）でも低い状態（青）でも、産

卵量はそれほど減りません。そこで、数年後には商品に適した大きさに育つ小型マナマコを確保するために、100gの漁獲サイズ規制を必ず実施しましょう。

②漁獲量を制限できないなら、空間と時間の管理を優先して強化する

CPUE・定点調査をもとにした資源管理では、適正な漁獲量を知ること、漁業者間で合意形成して上限値を定めることも簡単ではありません。そのため、漁獲量を適切に制限できないことも多いと思われます。その場合には、規制サイズを引き上げる前に保護区を広げ、操業期間や操業時間を短縮するなど他の規制を優先して厳しくし、漁獲圧を抑制しましょう。

③資源状況が悪くなったら規制サイズを引き上げる

②の手段で漁獲圧を抑えたとしても、漁獲量の適正な上限設定ができていないのなら、安心はできません。常に漁獲状況の変化に気を配り、資源の状態を把握する努力が求められます。とくに、漁獲物のサイズに注意することが重要であり、漁獲物の小型化は乱獲の兆候です。その場合には、速やかに操業期間や操業時間などをさらに厳しくしたうえで、規制サイズを引き上げましょう。乱獲を回避する緊急的な措置として、効果を期待できます。

④規制サイズの引き上げは170gを上限とする

③の場合、規制サイズをあまり引き上げると、総産卵量が減っていきます。図4.2.6-2で見るように漁

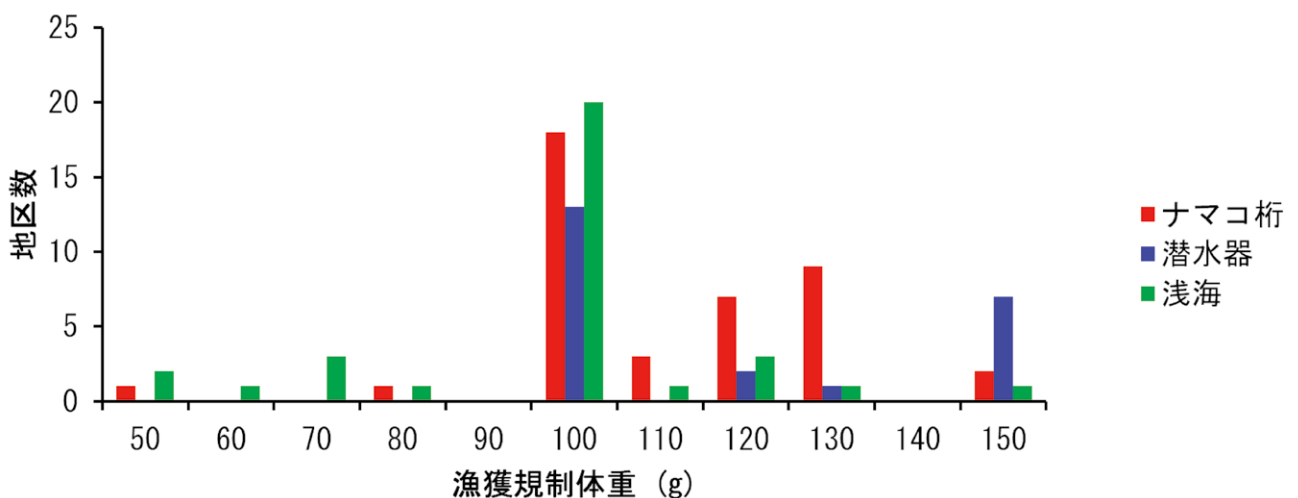


図4.2.6-3 道内で体重による漁獲サイズ規制を行っている地区数。水産技術普及指導所による平成23年の調査に基づく。

獲圧の程度によって減り方が異なるので、どこまで引き上げられるかは難しい判断です。ただし、規制サイズ引き上げの必要が生じたということは、その漁場の漁獲圧がかなり高まっていると予想されますので、図の漁獲圧が高い状態（赤）を参考に、総産卵量が大きく下がることのないよう、170gを限度としましょう。

水産技術普及指導所が道内のなまこ漁業における漁獲サイズ規制の実態について、漁業種ごと、地区ごとに調べた結果を図4.2.6-3に表しました。規制サイズを100g前後に設定している地区が最も多いですが、最小の50gから最大の150gまで、地区により3倍の開きがあります。他に、体長で規制している地区もあり、最小の6cmから最大の15cmまで地区によって規制サイズは様々です。中には握り拳を目安に、それよりも小さければ漁獲不可と定めている地区もあります。100gより小さいサイズに設定している地区は、速やかに100gに引き上げましょう。100gよりも大きく設定している地区では、とくに問題が生じていない限り、あえて100gまで引き下げる必要はありません。また、マナマコの体は伸び縮みするので体長からサイズを正しく把握することは困難です。体長や握り拳を基準としている地区は、できるだけ体重での規制に切り替えましょう。さらに、道内にはなまこ漁業を行っていないながら、漁獲サイズ規制を行っていない地区が1割以上あります。そのような地区では前述の手順に従って、さっそくこの規制を導入しましょう。

（鵜沼辰哉、佐野 稔、長谷川夏樹、鬼塚年弘）

#### 4.2.7 漁獲量の管理

適正な地区全体の漁獲量の上限を決めることができれば、マナマコ資源を持続的に利用することができます。これを決める基準は、地区のマナマコ資源量が漁期後に自然に増える量です。この量がわかれば、これが地区全体の漁獲量の上限となります。しかし、CPUEや定点調査をもとにした資源評価では正確にわかりません。そこで、とりあえず〇〇トン

にして、それでもCPUEや定点調査の結果が減少傾向であれば、さらに漁獲量の上限値を下げます。そして、CPUEや定点調査の結果が横ばい、もしくは上昇傾向になれば、その時の漁獲量の上限がその地区で適正な漁獲量である可能性が高いので、その漁獲量の上限値を守っていくことになります。つまり、資源状況を判断する指標で確認しながら、漁獲量の上限値を探していくことが大切です。

この地区全体での漁獲量の上限をもとに、各漁船にどのように割り当てるのかを決めていきます。どのような割り当て方法が良いのかは地区の事情によりますが、割り当て方法は以下の通りとなります

- ①漁獲量均等配分：個別割当（IQ）ともいう。単純に全体の漁獲量を隻数で割り、1隻あたり漁獲量の上限を決める。
- ②漁獲金額均等配分：プール制とも言う。1隻あたり漁獲量は決めずに操業を行い、地区全体で漁獲量の上限に達したら操業を終え、その後の水揚げ金額を各漁船に均等配分する。
- ③譲渡性個別割当（ITQ）：①で割り当てられた漁獲量を漁業者間で取引することで、それぞれの1隻あたり漁獲量の上限が決まる。

CPUEや定点調査をもとにした資源評価では、増えた、減ったしかわからないので、地区全体の漁獲量を決めるのは手探りです。さまざまな資源管理の方法がありますが、この漁獲量の上限規制こそが、最終的にマナマコ資源管理の成否を決める鍵となりますので、適正な漁獲量がみつけれられるように取り組みましょう。

（佐野 稔）

### 4.3 CPUE、定点調査をもとにした資源管理のまとめ

CPUE、定点調査をもとにした資源管理では、正確な資源量はわかりません。そのため、資源管理の責任を負うなまこ部会では、資源の利用について慎重な判断が求められます。漁期前の事前の準備としては、紙の操業日誌を用意するぐらいで、特別な機器等は必要ありません。この場合の、資源管理目標も「マナマコを子、孫の代、そして将来も獲り続けられるようにする！」ですので、資源管理支援シ

テムをもとにした資源管理の目標と同じです。

はじめに、漁期前のなまこ部会の会議において、今漁期の漁獲量の上限を決定、確認します。その他に取り組む資源管理も決定します。そして、定点調査を行う場合には、まずは漁期前もしくは漁期の始めに調査を行います。漁中には、紙の操業日誌に操業情報を常に記録します。そして、漁期後に手作業でデータの回収をして、パソコンでデータ解析を行い、資源診断シートや報告書を作成します。この資源診断シートによって、今年の資源がこれまでよりも、増えたのか？減ったのか？がわかります。ただし、人手による作業となりますので、報告を受け

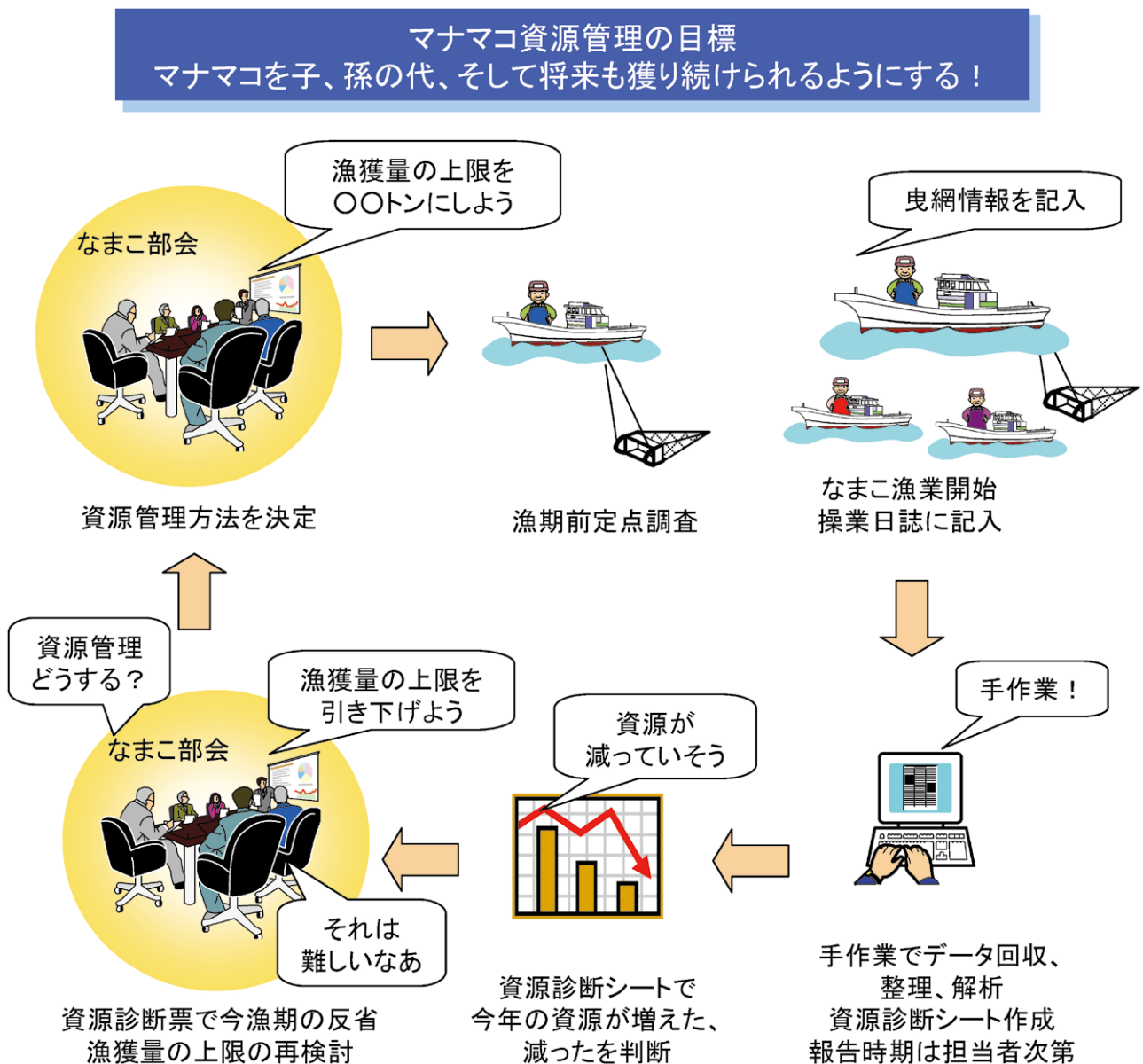


図4.3-1 CPUE、定点調査をもとにした資源管理の概要

る時期は担当者次第です。この結果をもとに、前浜のマナマコ資源の資源状況をなまこ部会のメンバーで共有し、今後の資源管理をどうすべきか検討します。資源が減少傾向であれば、獲りすぎの可能性が高いので、漁獲量の上限を引き下げなければなりません。地区全体の適正な漁獲量の上限規制ができれば一番良いのですが、資源量を把握していないので具体的に上限〇〇トンと決めるのは難しいかもしれません。その場合でも、漁期を短縮する、漁獲規制サイズを引き上げる、保護区をさらに広げるなど、いろいろな資源管理措置を同時に試すことが必要です。そして、最終的に次の漁期に取り組む資源管理を決定します。その後は、毎年同じ作業の繰り返しとなります。新たな資源管理に取り組んだ結果、資源状況の指標（CPUEや定点調査結果）が増加傾向となれば安心できますが、さらに減少傾向が続くようであると問題です。その場合、新たな資源管理に取り組まなければ、前浜のマナマコ資源を崩壊させてしまうかもしれませんので注意が必要です。

CPUEや定点調査をもとにした資源管理では、資源が増えた、減ったしかわからないので、実際の資源量を計算してみたら極端に減っていたということもあるかもしれません。そのため、資源状況については常に危機意識をもちながら、資源診断シートで減少傾向が認められた場合には、速やかに資源管理を強化することが不可欠です。

（佐野 稔）

## おわりに（監修のことばにかえて）

平成23年から平成25年にかけて農林水産省農林水産技術会議の「新たな農林水産施策を推進する実用技術開発事業」委託事業において「操業情報共有による北海道マナマコ資源の管理支援システムの開発とガイドラインの策定」に取り組み、そこで得られた内容を中心に、このたび「北海道マナマコ資源管理ガイドライン」をまとめ、皆様にお届けすることになりました。特に、漁業関係者の方々に対しましては、地域それぞれにおいてマナマコ資源の持続的利用のため、「操業情報共有による北海道マナマコ資源の管理支援システム」を導入していただくとともに、「北海道マナマコ資源管理ガイドライン」を活用していただくことを切にお願い致します。

本事業は、マナマコ資源を対象に、近年進展が著しい情報通信手段を用いて資源の状態をリアルタイムで可視化し、水産資源管理に活かす取り組みとして3年間にわたり行われました。そして、資源管理を支援するシステムの開発や資源管理ガイドラインの策定といった漁業現場にすぐ活用できる成果を得ることができました。しかし、これまでの道のりを考えてみますと、ただ単に3年の期間だけで得られたわけではありません。水産資源学では従来から漁業情報を用いた資源評価そしてそれに基づく資源管理の研究に取り組んでいましたが、より迅速で、そしてより漁業関係者が身近に資源評価や資源管理を実践するためには、新しい技術（情報通信技術、ICT）を導入することが必要となってきました。そのため、平成18年以降稚内水産試験場、公立はこだて未来大学、東京農業大学および北海道大学フィールド科学センターの関係者は、先駆的に様々な機会を捉えて共同研究を行い、いち早く漁業現場へのICT導入をめざして、取り組んできました。これまでの共同研究があったからこそ、そして、今回の研究に新たに参加した水産総合研究センターと日本事務器株式会社北海道支社が共同することによって、このような漁業現場ですぐに利用可能な技術として、一つのまとまった成果が生まれたと考えています。本事業を進めるに当たり、留萌市新星マリン漁協の職員や所属組合員の方々には多大なるご協力を頂き、また外部有識者やアドバイザーの方々には適切なお助言やご指導を頂いたことも、我々にとって大きな力添えになりました。また、本事業を採択し、実施する機会を与えて下さった農林水産省農林水産技術会議に対して、あらためまして厚くお礼申し上げます。

このように、時間をかけ、多くの人々の中で輪（和）の中から生まれた「北海道マナマコ資源管理ガイドライン」が実際の漁業現場で活用され、北海道マナマコ資源がいついつまでも持続的に利用されることを願ってやみません。



北海道マナマコ資源管理ガイドライン監修  
北海道立総合研究機構釧路水産試験場 高柳志朗

## 引用資料

- 1) 菅野愛美. 第5章 分子分類・育種. 「ナマコ学 ―生物・産業・文化― (高橋明義・奥村誠一 共編)」. 成山堂書店, 東京. 2012; 85-100.
- 2) Yamada, K., M. Hori, S. Matsuno, T. Hamano and M. Hamaguchi. Spatial variation of quantitative color traits in green and black types of sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Stichopodidae) using image processing. *Fish. Sci.* 2009; 75: 601-610.
- 3) 倉持卓司, 長沼 毅, 相模湾産マナマコ属の分類学的再検討. *生物圏科学*, 2009; 49: 49-54.
- 4) 崔 相, 大島泰雄. ナマコにみられる「アカ」と「アオ」の形態および生態的差違について. *日水誌* 1961; 27: 97-106.
- 5) 酒井勇一. 第6章 種苗生産と栽培漁業. 「ナマコ学 ―生物・産業・文化― (高橋明義, 奥村誠一 共編)」. 成山堂書店, 東京. 2012; 101-114.
- 6) 高橋和寛. マナマコ. 「新北のさかなたち (水嶋敏博, 鳥澤 雅 (監修) 上田吉幸, 前田圭司, 嶋田 宏, 鷹見達也 (編))」北海道新聞社, 札幌. 2003; 408-409.
- 7) Purcell SW, Samyu Y & Conand C. Commercially important sea cucumbers of the world. *FAO species catalogue for fishery purpose No.6.* 2012.
- 8) 北海道水産林務部 平成23年北海道水産現勢. 2012.
- 9) 栗原康裕, 清河 進. マナマコ資源管理技術開発. 平成6年度北海道立稚内水産試験場事業報告書. 1995; 192-200.
- 10) 吉村圭三. マナマコ年齢査定技術開発. 平成23年度道総研釧路水産試験場事業報告書. 2012; 68-69.
- 11) 佐藤 一, 合田浩朗. マナマコ年齢解析技術開発. 平成23年度道総研稚内水産試験場事業報告書. 2013; 81-83.
- 12) 崔 相. なまこの研究―まなまこの形態・生態・増殖―. 海文堂, 東京. 1963.
- 13) 高柳志朗, 美坂 正. 肉眼観察による北海道沿岸域におけるマナマコの成熟サイズと海域間差の検討. *北水試研報* 2014; 85: (投稿中).
- 14) 酒井勇一, 下野 学, 全先清道. 鹿部産マナマコの産卵期とその調節について. *北水試だより* 2000; 49: 9-18.
- 15) 酒井勇一, 近田靖子. 親の確保・育成. 「マナマコ人工種苗の陸上育成マニュアル (北海道立栽培水産試験場・北海道立稚内水産試験場編)」, 北海道立栽培水産試験場, 室蘭. 2009; 1-12.
- 16) 佐野 稔, 前田圭司, 高柳志朗, 和田雅昭, 畑中勝守, 本前伸一, 菊池 肇, 宮下和士. 漁業情報を用いた北海道北部沿岸域におけるマナマコの資源量推定. *日本水産学会誌* 2011; 77: 999-1007.
- 17) 佐野 稔, 前田圭司, 高柳志朗, 和田雅昭, 畑中勝守, 菊池 肇, 宮下和士. 北海道北部沿岸域におけるなまこけた網の漁獲効率の推定. *北水試研報* 2013; 84: 1-9.
- 18) 中央水産試験場普及指導員, 稚内水産試験場資源管理部. マナマコ資源評価書作成のてびき. 2007.  
<http://www.fishexp.hro.or.jp/cont/wakkanai/section/zoushoku/inpvt400000019b7-att/inpvt400000019hj.pdf>
- 19) 牧野光琢, 廣田将仁, 町口裕二. 管理ツール・ボックスを用いた沿岸漁業管理の考察―ナマコ漁業の場合. 黒潮の資源海洋研究 2011; 12: 25-39.
- 20) 木下虎一郎, 澁谷三五郎. 海鼠産卵期調査 (總括) 北海道産海鼠の産卵期から観た現行禁漁期制に就て. *北水試事業旬報* 1936; 430: 1-6.
- 21) 丸 邦義 (1997) 根室支庁管内におけるマナマコの産卵期と禁漁期. *釧路水試だより*, 76, 5-10.



- 22) 佐野 稔, 合田浩朗, 高柳志朗, 鷗沼辰哉, 和田雅昭, 畑中勝守, 宮下和士. 北海道のなまこけた網漁業における規制方法の組み合わせによる資源管理効果の試算. 2013年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集 2013 : 18.

北海道マナマコ資源管理ガイドライン

**Sea Cucumber Resource Management Guideline in Hokkaido**

2014年3月7日発行

編集権発行者

北海道立総合研究機構稚内水産試験場

〒097-0001 北海道稚内市末広 4-5-15

TEL 0162-32-7166 FAX 0162-32-7171

Wakkanai Fisheries Research Institute, Hokkaido Research Organization,  
Suehiro 4-5-15, Wakkanai, Hokkaido 097-0001, Japan

印刷所

社会福祉法人 北海道リハビリ

〒061-1195 北広島市西の里 507 番地 1

TEL 011-375-2116 FAX 011-375-2115