

マンタ法による藻場環境調査*

諏訪 剛

目 的

マンタ法は小型船舶によって低速曳航した板切れにシュノーケリング装備をした観察者がつかまって移動しながら沿岸浅海域の海底を広く観察する調査方法である¹⁾。これまで和歌山県では、藻場の繁茂状況は主としてコドラート法やライントランセクト法等により調査されてきた。これらの調査方法では労力的な制限のために、調査域が地先全体の中でも比較的限定される。しかし、近年大きな漁業問題となっている「磯焼け」は、地先における全域的な藻場の衰退による全体的な生産量の低下なので、「磯焼け」の実体を把握するためには地先の藻場の状況を全体的に捉える必要がある。また、海底環境に関する全域的で広範な情報は、藻場の変動機構を研究する資料として非常に重要であると考えられる。コドラート法やライントランセクト法に比べてマンタ法では体力の消耗を抑えながら広範囲を観察することが可能で、地先沿岸域の海底を全体的に観察して概観的な状況を把握することができる。そこで、和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場では平成15年度からマンタ法による藻場環境調査を

実施している。

本報告では、著者によるマンタ法を用いた藻場環境調査の具体的な方法を述べた後、調査結果の例を報告し、最後にマンタ法を方法論的に考察して本法の有効な利用法などについて述べる。

方 法

マンタ法に用いた曳航板（マンタボード）は、長さ約1.2 m、幅約25 cm、厚さ約3 cmの木製板に防水性のペンキを塗ったもので、これに太さ約1 cmのポリロープを図1のように取り付けた。マンタ法では広範囲を移動しながら観察する際、随時、自船の位置を測定する必要がある。このためにディファレンシャルGPS（古野電気製、GP-37）の本体をプラスチック製ケースに収納して防水加工し、またアンテナを塩化ビニル製のパイプにつなげ、持ち運びできるようにしたものを用いた。マンタボードを曳航する船には、比較的浅所でも航行可能で小回りが効き、マンタボードを無理なく曳くことのできる小型の船外機船をチャーターした。船からマンタボードまでのロープの長さは、

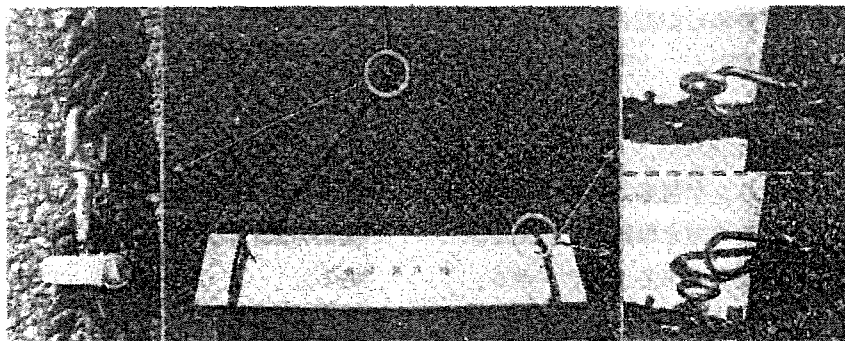


図1 マンタボード

ロープには縋り戻しを付けた（左図）。また、マンタボードとロープは金具により容易に脱着できるようにし（右図）、持ち運びの際はボードとロープを別々にした。

*本報告は、平成15年11月26～27日に広島市で開催された「平成15年度 瀬戸内海ブロック水産業関係試験研究推進会議 生物環境・漁業生産合同部会」における「藻場情報交換会」にて「マンタ法による藻場環境調査の試み」という演題で発表した内容に加筆したものである。発表要旨は合同部会の議事要録に掲載されている。

船の大きさに応じて曳き易い長さに調節した（通常は船尾からマンタボードまで5～6m）。船速は約1m/s（約2ノット）で、低速航行した。マンタボードにはシュノーケリング装備^{注1}した1名の観察者がつかまり、船上には野帳を携えた1名の記録者が待機した。調査人員は、以上の2名の調査員に船の操縦者が1名加わり、合計3名で調査した（図2）。

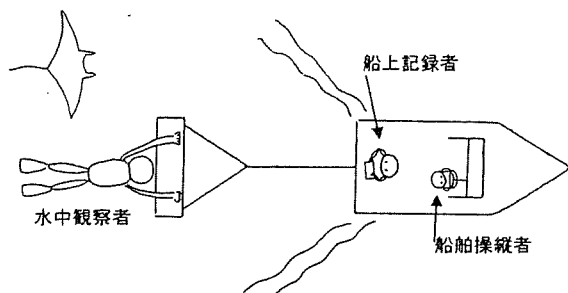


図2 マンタ法による調査体制
マンタ法は水中観察者の様子がエイの一種「マンタ」に似ていることから名付けられている。

調査方法は次のとおりである。調査日はなるべく透明度の良い日を選んだ。船の操縦者は水深が3～5mの沿岸を航行するように努めた^{注2}。船上の記録者は1分毎にホイッスルを吹いて観察者に合図を出した。観察者はホイッスルの合図と合図の合間に観察された全体的な海底の様子（底質として巨岩、転石、砂地の構成、植生としてカジメ類、ホンダワラ類、その他の海藻の各被度^{注3}、その他気付いたことなど）を、1分毎に船上の記録者に口頭で報告した。記録者は観察者から報告を受けた際、報告内容とともに緯度、経度、船速、時間、その他の備考を野帳に記録した。観察結果は後に白地図へマップ表示した。

注1 シュノーケリング装備について

水中観察者のシュノーケリング装備として最小限必要なものは海底を観察するための水中眼鏡と、顔を水中に浸けて観察しながら呼吸が出来るシュノーケル、および自力移動に欠かせないフィンである。曳航されながらマスククリアをするのはかなり困難であるので、水中眼鏡にはしっかりと曇り止めをしておいた方がよい。これらに加えて肌を守るための潜水スーツとグローブ、フードを着用した方がよい。曳航観察中は岩石や漂流物との接触による物理的なダメージに加え、プランクトン性の刺胞動物による生物的なダメージを

受ける。特に後者については、初秋から初冬にかけての和歌山県沿岸、特に紀伊水道内海域では、水表面近くにプランクトン性の刺胞動物が増加し、潮日付近に集積する。マンタ法による調査中にこのような潮日を横切ると、顔面のわずかな露出部を何か所も刺されてひどい目に遭うことがある。このような事態に対しては、クラゲ防止用のクリームなどが市販されているので、そのようなものを利用すれば良い。ウェイトを着用していると、曳航観察中に気になった現象を見つけた時に、随時曳航を停止し、潜水して確認することができて便利である。

注2 船の操縦者と調査コースの水深について

岩礁域は海底が複雑に変化する。調査コースの水深をなるべく3～5mの間に収めたいことに加え、岩礁域には思わぬ所に浅瀬が存在して危険なため、船の操縦は地先の海底を熟知した地元の磯根漁業者などに頼んだ。

注3 被度について

藻場の被度はBraun-Blanquetの被度階級を参考にして5段階に評価した。Braun-Blanquetの被度階級は、1：10%以下、2：10～25%、3：25～50%、4：50～75%、5：75%以上である²⁾。すなわち、観察者は1分間のうちに観察した海底の藻場の被度が、印象として概ね10%以下と判断したら「1」、25～50%と判断したら「3」、75%以上と判断したら「5」、というように評価した。ちなみに、船速が1m/sでインターバル*が1分間、水中観察者の視野幅を3mとすると、1回の観察面積は船速1m/s×60秒×3m=180m²となる。

*ここで「インターバル」とはマンタ法による観察時間間隔のことを意味している。「考察 3. 1分間の観察方法」で述べている「インターバル」も同様である。

結 果

・比井湾（図3）

調査日は2003年7月17日で、産湯海岸（海水浴場）と比井漁港、および津久野の湾入域奥部を除いた比井湾の全沿岸を調査した。比井湾は比較的入り組んだ地

・下田原漁協地先 (図4)

調査は2003年7月31日に実施した。古座町田原にある下田原漁協の地先は、田原川河口周辺に部分的に砂浜が広がる他はほぼ全域的に岩礁域であった。本地先にはカジメ (*Ecklonia cava*) とクロメの生息が確認されている³⁾。マンタ法による水面からの観察ではこれら2種を区別できなかつたので、ここでは両種を合わせてカジメ類とした。田原川河口よりも西側にはカジメ類はほとんど観察されなかつた。これに対して、田原川河口よりも東側にはカジメ類はポツポツと点在しているか、あるいはそれよりもややまとまった状態(被度2には満たない)で観察された。調査域では総じてカジメ類の繁茂状態は不良であった。ホンダワラ類(ネジモク (*S. sagamianum*)、トゲモク (*S. micracanthum*) など)は比較的良好な繁茂状態であった。有節石灰藻 (*Marginisporum* sp. など)は調査域のほぼ全域で優

勢的に繁茂しているのが観察された。

考 察

本報告におけるマンタ法による海底環境調査では、岸に沿って低速航行しながら観察された海底の概観的な状況を1分毎に野帳に記録し、後にそれをマップに落として地先の全体像を表すという方法をとった。この方法に関して、ここでははじめに問題点として観察結果の客観性と観察水深の変化について考察し、次に1分毎の観察方法について検討して、最後にマンタ法の有効な利用法などについて述べる。

1. 観察結果の客観性

マンタ法では水中観察者が移動しながら海底の全体的な状況を捉えており、被度の評価などは観察者の印

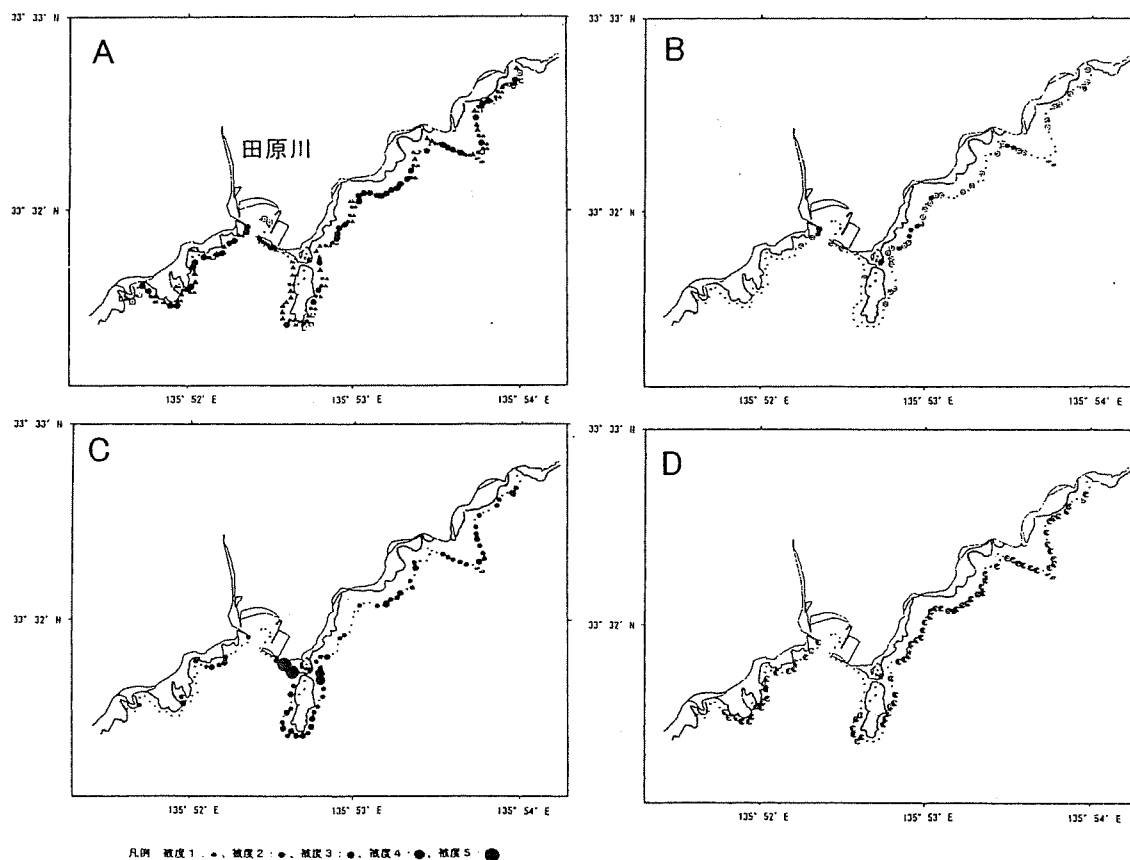


図4 マンタ法による調査結果例 下田原漁協地先 (2003年7月31日)
 A: 底質の状態 ★がテトラポット、●が巨岩、▲が転石、□が砂地を表す。
 B: カジメ類の分布 カジメ類がポツポツとみられた場所に「○」、それより少しまとまってみられた場所に「●」を示してある。
 C: ホンダワラ類の分布
 D: 有節石灰藻の繁茂状況 有節石灰藻が優勢的に繁茂する場所に「C」を示してある。

象的判断に基づいている。したがって、コドラート法や航空写真などを用いた方法に比べると、方法的に客観性が乏しく、定量的精度が低い。しかし、マンタ法は広い範囲の概観的な情報を得るのが目的である。概観的情報とは、各種藻場が繁茂しているか、衰退しているか、植性の優占種は何か、などのように比較的顕著な現象であるために定量的精度は低くても把握が可能な情報である。このような情報は観察者個人の印象的判断に基づいたものでも、客観的実状を十分に反映していると考えられる。

2. 観察水深の変化

マンタ法の操船については地元の水産業者など地先の海底地形を熟知している者に、水深3~5mの沿岸を航行するように頼んだ。しかし、海底地形の複雑な岩礁域では常に一定の水深帯を航行することは事実上不可能である。マンタ法による観察コースの水深はしばしば大きく変化し、水深1m前後の極めて浅所や、水深6m以上の深所を通過することがある。透明度が良好で日射が十分な場合にはマンタ法による水面からの観察により水深10m近くまで視認できることがある。極端な水深の違いにより植生などの海底環境が顕著に異なることがある。例えば、海底に点在する巨岩の上端が水深1m程度の浅所を形成することがあり、このような場所にはイソモク (*S. hemiphyllum*) の群落など、より深い水深とは異なる植生が観察されることがある。また、水深9~10mは岩礁域の外縁で砂地になっていることが多い。これらのような場合には全体的評価の対象から外し、備考として別に記録した。このようにして極端に浅かったり深かったりした水深の情報はなるべく除外し、水中観察者が水深3~5m程度であると判断した海底の情報を把握するように努めた。ただし、マンタ法では水深の違いによる海底環境の細かな変化を基本的には無視しており、このような水深による変化を超えた普遍的で顕著な情報を入手しようとしている。したがって、水深による海底環境の詳細な変化を調査するためには、別の方法(ライントランセクト法など)が必要である。

3. 1分毎の観察方法

Done *et al.*¹⁾ によるマンタ法を用いた珊瑚礁の調査では、水深0~12mの海域を0.75m/s(約1.5ノット)で約20分間曳航観察した後に、水中観察者が観察

結果をまとめて記録するという方法をとっている。しかし、比井湾におけるクロメ群落などの観察例から示唆されたように、本県沿岸では同じ地先内でも岬や浦などによって明瞭に海底環境が変化する場合があると考えられ、このような環境変化を捉えるためにはインターバルをDone *et al.*¹⁾ による方法よりも短くする必要はある。インターバルは1分間よりも短くすると船上記録者の作業が煩雑となるので、1分程度が短時間の限度と考えられる。船速が1m/sでインターバルが1分間とすると、1回の観察距離は60mとなる。この船速とインターバルで、比井湾の産湯崎や唐子崎は6~7回に分けて観察された(図3)。海底環境の最終的な評価は、1分毎に得られたそれぞれのデータから判断するのではなく、マップに表示した全体像から判断する。図3に示された観察結果の全体像より、1分間のインターバルと1m/sの船速による観察間隔は、比井湾内の岬や浦における海底環境の変化を把握するには妥当であると判断される。船速をさらに遅くすることにより、環境変化はより詳しく捉えることができると考えられる。ただし、マンタ法ではなるべく広範囲を観察することを目的としているので、船速があまりに遅いと広範囲をまわるのに時間がかかりすぎるという制約がかかる。

4. マンタ法の有効的利用法

本報告では、マンタ法により地先を広範囲に観察し、海底環境の全体的な状況を把握することを目的としている。地先を広範囲に観察して全体的な状況を把握するためには、コドラートを多点に設置したり、航空写真などを利用する方法が考えられる。しかし、多数のコドラートを設置するのは労力的に大変であり、航空写真は経済的にハイコストである。マンタ法はコドラート法や航空写真に比べると労力的には簡便で経済的にはローコストである。

マンタ法はコドラート法や航空写真に比べると定量性が低いという欠点がある。また、マンタ法では水深による海底環境の詳細な違いを基本的に無視している。これらの欠点のため、マンタ法により得られた結果はあくまで後の調査に先立った予備的知識であると考えられる。しかし、藻場の繁茂(衰退)状況や植生の優占種などのように比較的顕著な現象については、マンタ法でも捉えることができると考えられる。例えば図3からは、比井湾でクロメ群落やアマモ場などが岬や

浦によって明瞭な分布パターンを示している様子が認められる。このことは、岬や浦の違いによる海底環境の明瞭な変化はマンタ法で把握できる可能性を強く示唆している。ただし、このような顕著な現象に関しても、マンタ法で得られた情報はコドラート法などによりデータの定量性を補完した方が良いと考えられる。

川喜多⁴⁾は野外科学を提唱する中で探検的手法の重要性について言及し、野外観察において定性的であることに腐心し、多面的で多様な定性的観察がおろそかにされている傾向を指摘している。その中で、「科学的なデータ採取といえは常に定量的でなければならぬとする俗論」を批判している。川喜多のいう探検的手法とは、問題とする事象をめぐってできるだけ多角的で多方面のデータを入手することである。野外調査にあたっては、現場に直接出向いてそれを広く観察しよう、とにかく「見てやろう」という姿勢である。このような探検的調査にマンタ法は適していると考えられる。

謝 辞

マンタ法を紹介して下さった(株)串本海中公園センターの宇井晋介 学術部課長に御礼申し上げます。また、和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場の亀谷 弘 機関長にはマンタ法に必要な調査用具の作成などをして頂き、また同試験場の向野幹生 副主査研究員には野外での調査に協力して頂きました。ここに御礼申し上げます。

文 献

- 1) Done, T.J., R. A. Kenchington, and L. D. Zell, 1981: Rapid, large area, reef resource surveys using a manta board. Proceedings of the Fourth International Coral Reef Symposium, Vol. 1, 299-308.
- 2) 生物学事典 第3版 1989 岩波書店, 東京.
- 3) 山内 信, 1996: 和歌山県古座町田原地先に生育するカジメ及びクロメの季節変化. 南西海ブロック藻類研究会誌, 16, 24-30.
- 4) 川喜多二郎, 1973: 野外科学の方法. 中公新書, 中央公論社, 東京, 210.