

瀬戸内海における沿岸域生物多様性モニタリング手法の開発

Development of littoral region biodiversity monitor technique in the Inland Sea

徳岡誠人¹・大森誠紀²・野村恒平³・富田 智⁴・上嶋英機⁵

Makoto TOKUOKA, Masanori OHMORI, Kohei NOMURA, Satoshi TOMIDA and Hideki UESHIMA

In the present study, the effectiveness of the Mapping method was verified. As a result, even the investigator who doesn't have expertise of the NPO group and the student, etc. by the proper move method can investigate, and the area was able to understand about 0.7km² wide-ranging one in two weeks. In addition, the adjustment with the water quality investigation result of the execution of the municipality was able to be taken, and acquired data was able to be judged to be a valid result.

On the other hand, because GIS is used about the management of data, it doesn't become the one that everyone can treat. Therefore, this Mapping method was devised for the possibility that the part was able to be borne to exist now at the time of having not established it by the monitoring methodology that continued in a mid/long term though future tasks were left in this part.

1. はじめに

近年、生態系機能の保全や生態系サービスの考え方について広く浸透し始めている。沿岸生態系から受ける各種の享受を明確に評価するためには、継続したモニタリングによって、その場の生物の多様性を把握することが必要である。しかしながら、現在中長期的かつ広範囲にモニタリングを行うことは難しい。その原因として、

- 1) 1回当たりの調査に掛かる費用が高い
- 2) 国や自治体が主導で行うことが多く、事業が終わるとその時点で途切れる
- 3) NPOを初めとする地元住民が主導としてモニタリングを行うことが望まれるが、現在の調査手法では専門性が高く実施できない

などが挙げられる。特に簡便な調査手法については確立しておらず、定点調査や、バルトトランセクト法のような線による空間的に断片的な海域生態系の把握が行われているのが実態である。また、これらの手法は、極めて限られた範囲内における生息種を正確に把握することはできるが、海岸の地形の変化や河川の流入等に伴う生態系の変化を捉えることは困難である。さらに、専門知識を有する調査員が必要であり、継続性という面で課題が残る。

そこで本研究では、地中海等で実際に行われているマ

ッピング手法を改良し、専門知識を有さない地元住民でも安価で簡便かつ広範囲に継続したモニタリングができる手法の開発を目的として、潮汐差の大きな瀬戸内海において適応できる手法の開発を行ったので紹介する。

2. 場所及び方法

(1) 調査研究場所

広島県厳島（以下、「宮島」とする。）は、広島湾の北西部に位置している。また、外周は、約34kmあり、瀬戸内海の中では比較的大きな島と言える（図-1参照）。島の北部は、大野瀬戸を挟んで本州と対面しており、厳島神社をはじめとする観光の盛んな地区で、生活環境と比較的近い環境といえる。一方、南部は広島湾湾口側に面し、原生林が茂っている地区である。また、道路整備等が整っていないため、人的影響が少ないといえる。

本研究は、環境の違いによる生物の生息状況を把握す

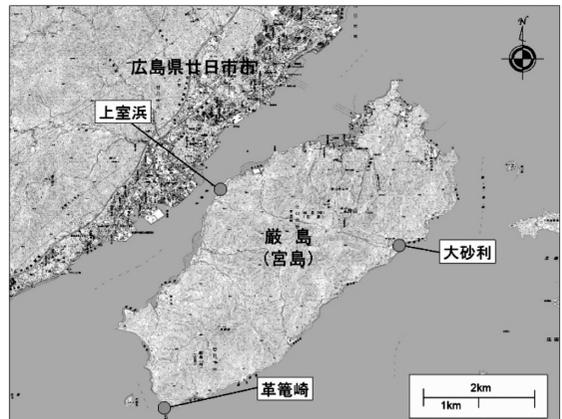


図-1 調査研究場所

1	学修	日本ミクニヤ(株) 広島支店 支店長
2	学修	日本ミクニヤ(株) 広島支店環境防災部
3		日本ミクニヤ(株) 広島支店環境防災部
4	正会員	日本ミクニヤ(株) 広島支店環境防災部
5	正会員	広島工業大学 大学院工学系研究科 環境学専攻 教授

ることを目的の一つとしているため、前述のような条件から環境変化が大きいと想定される宮島沿岸部全域を調査研究場所として調査を行った。

(2) 方法

2003年6月17日から7月5日にかけて宮島の潮間帯全域において、生物モニタリング手法の開発及び現地施行を実施した。調査は、上嶋らが1998年から継続して実施しているマッピング手法（以下、従来のマッピング手法とする）を一部改良して実施した。従来のマッピング手法（特許第3861167号）とは、環境指標種となる潮間帯生物を9種（清浄海域指標種：カメノテ、オオヘビガイ、汚濁環境指標種：カサネカンザシ、イボニシ、アナアオサ、マガキ、ムラサキイガイ、その他：アサリ、アマモ）とその他の情報として漂着ゴミおよび基質に絞り込み、潮間帯を最下部の基本水準面付近から潮間帯上部までの範囲に調査員を配置することで、指標生物の生息密度を広域かつ面的に調査を行う手法である。しかし、従来のマッピング手法は、環境指標生物の個体数をカウントして生物情報を取得するため、狭い範囲を定量的に把握するには適しているが、迅速に広範囲を調査するには不適切であった。

本研究では、広範囲の生物情報を迅速に入手する必要があるため、生物情報の計測方法を簡易にする必要があった。そこで、広島県が実施している基準（表-1参照）を用いた。本基準を用いて生物情報を取得することで、広範囲な調査範囲を迅速に調査することができると考えられた。

調査を行う際には、調査員全員を集め事前のレクチャーにより、調査対象生物に対する知識や、調査手法、また安全面に関する指導を約30分程度行った上で、各調査場所へ移動した。1調査箇所あたり6～10人程度で構成された調査員が20m進む毎に、上記生物の判定結果を管

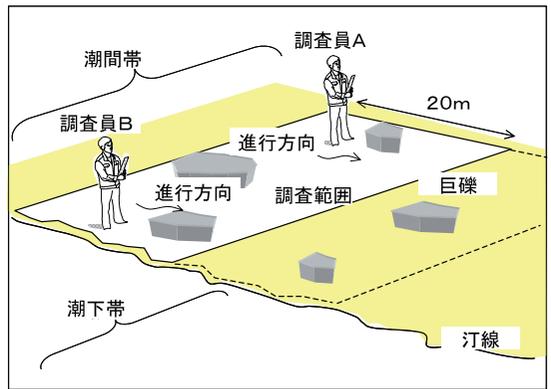


図-2 マッピング手法調査概要



図-3 マッピング調査状況

理者に報告し、報告後次の20mの調査を行った。このプロセスを繰り返しながら調査範囲全域のモニタリングを実施した（図-2, 3参照）。また、潮汐の影響により干出範囲が変化するため、水中についてはウエットスーツを着用した調査員がスキングダイブにより観察を行った。

3. 検討項目

前述した中長期的、継続的モニタリングを行うに当たっての課題を解決するため、またマッピング手法が有効であるかどうかを判断するために、次の項目について検証を行った。

(1) 取得データの妥当性の検証

調査により得られた生物生息情報と、既存の水質情報や地理的条件の相関より、専門知識を有さない調査員が取得する生物情報が環境状態を捉えているかどうかを検証した。

(2) 専門知識の有無に依らない調査の実施

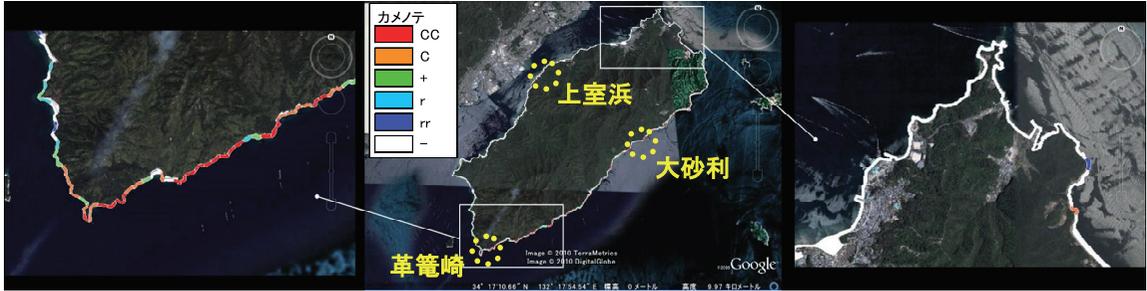
モニタリングを継続的に実施するためには、専門知識を有さない地元住民でも実施可能な手法であることが重

表-1 環境指標生物の計数の定義

凡例	判定基準
—	:見られない
rr	:非常に少ない (海岸線10m当たり0.1単位以上1単位以下)
r	:少ない (海岸線10m当たり2単位以上10単位以下)
r	:普通 (海岸線10m当たり11単位以上で1m ² 当たり被覆度30%以下、または10単位以下)
c	:多い (1m ² 当たり被覆度31%以上50%以下、または11単位以上100単位以下)
cc	:非常に多い (1m ² 当たり被覆度51%以上、または101単位以上)

※単位は、単独性のもは個体数、群性性のもは群体数、叢生のもは叢生体数とする。

<清浄環境指標種：カメノテ>



<汚濁環境指標種：ムラサキイガイ>

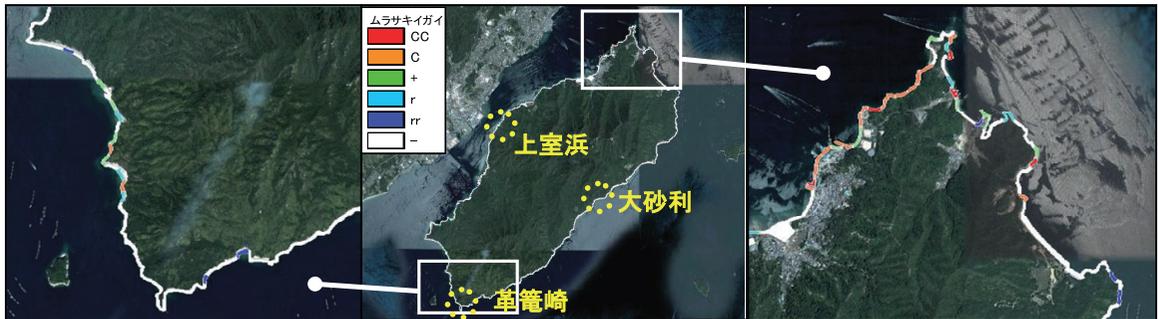


図-4 全域モニタリング結果の一例

要である。従って、環境指標生物を絞り込むことで、より簡便に調査が実施できるようにした。なお、環境指標生物の絞込みに当たっては、広島県の報告から広島湾における環境指標生物を抽出し、さらに潮間帯において観察しやすい生物に絞込みを行った。加えて、本手法の有効性を検証するため、専門知識を有さないNPO団体や学生といった専門知識を有さない方に協力を頂き、調査を実施した。

4. 結果

(1) 取得データの妥当性について

全域モニタリング結果の一例（清浄環境指標種：カメノテ、汚濁環境指標種：ムラサキイガイ）を図-4に示した。

環境指標生物は清浄海洋環境指標種と汚濁海洋環境指標種に大きく分類されるが、調査の結果、清浄海洋環境指標種であるカメノテ、オオベビガイは南面に多くみられ、反対に汚濁海洋環境指標種であるムラサキイガイ、アナアオサ、マガキ、カサネカンザシについては北面で多く観察できた。この結果は、2003年6月～8月に測定された広域総合水質調査のCOD結果（北面：3.1mg/l～5.0mg/l、南面：1.1mg/l～3.0mg/l）と一致した。また、地理条件的にも人間生活からの距離から離れるほどカメノテをはじめとする清浄海洋環境指標種の生息密度が上

がり、反対にムラサキイガイをはじめとする汚濁海洋環境指標種の生息密度が下がっていた。

このことから、本調査で選定した環境指標生物及び調査手法について環境状態を捉えるという意味で妥当であると言える。

(2) 専門知識の有無に依らない調査の可能性について

本研究は、NPO団体や学生などの関心はあるが専門知識を有さない調査員の協力のもと実施した。さらに、事前の教育等は行わず、調査当日の説明と、現地での30分程度の簡単なレクチャーを実施することで、環境状態を捉えるだけのデータを取得することができた。

このことは、今後地元住民が自主的にかつ、簡便に調査を行うことが可能となりうる手法であることを示唆している。

(3) 広範囲な調査の継続性について

本調査は、延長距離34km、横断方向に20m程度の調査範囲（約0.7km²）を2週間で実施することができたが、1回の調査に2週間を掛けることは、継続性の面での課題となることが想定された。調査の継続性を担保するためには、調査日数を削減する必要がある。1日で実施可能な代表地区を設定する必要がある。また、代表地区の調査を四季で実施し、環境状態に大きな変化が見られた際、再度全域調査を実施することより環境を捉えることが可能であると考えた。そこで、全域調査結果やその他地形

＜清浄環境指標種：カメノテ＞

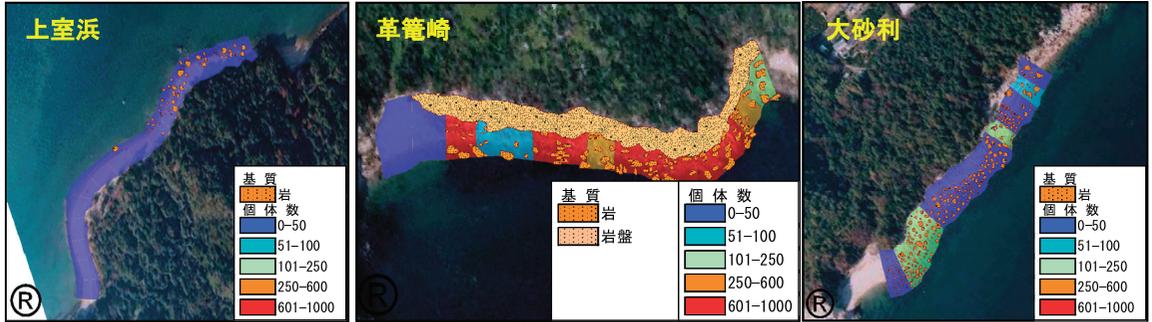


図-5 代表地区モニタリング結果の一例

条件（人的影響を受けやすい地区、影響を受けにくい地区、中間的な位置づけの地区）から代表地区を3地区選定し、1日で調査を終らせることのできるよう設定した。なお、調査延長距離は、従来のマッピング手法と同様に300mに設定した。

宮島沿岸部全域を評価するためには、設定した地区で宮島沿岸部全域の環境状態を捉えることが可能であることが前提条件となるため、設定した代表地区の妥当性について検討する必要がある。そこで、全域モニタリング結果と従来のマッピング手法を用いた代表地区モニタリング結果を比較して整合がとれているかどうか検討した。

代表地区のモニタリング結果の一例（清浄環境指標種：カメノテ）を図-5に示した。

代表地区のモニタリング結果をみると、カメノテは、人的影響が少ない革籠崎で最も多く、次いで大砂利で多く、人的影響が最も大きい上室浜で最も少ない結果が得られた。この結果は、全域モニタリング結果の一例（図-4参照）と同傾向を示しており、宮島沿岸部全域を評価する代表地区として、有効であると考えられた。

以上のことから、代表点の設定を行うことで、簡易に評価することができ、継続性の高いモニタリングが実施可能であると考えられた。また、専門知識を有さない調査員が特殊な機材を使用せずに実施でき、安価で広範囲に調査が可能であるため、継続性のある調査方法であることが確認された。

(4) 誰もが閲覧、管理できるデータベースの構築について

現地でも得られた情報については、データベースによる管理を行い、さらに誰もが見ることができるよう可視化を行った。データベースの構築にはGISソフトの一つであるArcView（ESRI社製）を用いた。さらに、より汎用性の高いソフトでの可視化を行うためにGoogle earth（GOOGLE社製）にシェープファイルをインポートし、

誰もが簡単に閲覧できるシステムの構築を行った。しかし、これらの作業は誰もが行うことができるものではない。そこで今後は、データの管理方法についてより簡易的なものを開発、提案することが今後の課題である。

以上のことから、本手法は、定点調査、もしくはベルトトランセクト法に比べると沿岸域を広域かつ簡便に調査を行うことができる。また、調査対象生物を絞り込むことで、専門知識を有さない地元住民でも実施可能であることから、広く沿岸域の環境状態を把握することに対して有効であることが明らかとなった。

5. 今後の展望

近年、中長期的モニタリングの重要性については、国においても課題として挙げられており、環境省では「瀬戸内海における超長期的生態系・景観モニタリング手法の研究」として2008年から2010年まで研究が行われている。また、国土交通省においても「中長期的な展望にたった海岸保全検討会」が設置され2008年より検討が進められている。いずれの事例からも、今後中長期的に、モニタリングを行うことで、これまで開発行為等によって破壊されてきた沿岸域環境を把握し、保全・修復していくか検討することが非常に重要であることが分かる。

一方、そのためのモニタリング手法については現在確立しておらず、代表点や代表線でその場に生息する生物を詳細に捉える、従来の海岸域調査手法で行われようとしているのが現状である。これらの手法は、調査地点の詳細な生物種や生息個体数を正確に把握することができるというメリットを有するものの、専門知識を有する専門家が行うことが必要であり、費用面も含め、中長期的に継続させることは困難であると言える。的確に環境状態を捉えるためには、海岸地形や流入河川といった生物の生息場の変化を併せて捉えることが必要であるため、より広範囲に面として環境状態を把握できる手法が重要と考える。

今回開発したマッピング手法の特徴としては前述の通り、1) 広範囲を面的に調査することが可能である、2) 環境指標生物を定めることで、環境に関心はあるが専門知識を有さない地域住民でもモニタリングが可能である、3) 特殊な計測機器を用いないため、安価での調査が可能、という点が挙げられる。この手法によって得られる結果は、精密な調査精度は有さないが、本研究内で試行したとおり、NPO団体や学生といった専門知識を有さない調査員でも環境状態を把握することができ、その面積は短期間で0.7km²もの面積を捉えることができる手法であることが分かった。このことから、本モニタリング手法は将来的には自主的に、かつ長期的にモニタリングを行うことができる手法になりうると考えられる。

一方、得られたデータの管理方法にはGISを用いたデータベースの構築を行っているが、これは誰もが取り扱うことができるものではない。そこで今後は、データの管理方法についてより簡易的なものを開発、提案することが必要である。

最後に、本手法が普及することで将来的には各地域住民が自らの海岸を自主的に、かつ継続的にモニタリングを行い、環境変化を捉え、沿岸域管理を推し進めてもらえれば幸いである。

6. まとめ

本研究では、マッピング手法の有効性に関して検証を行った。その結果、本手法によってNPO団体や学生などの専門知識を有さない調査員でも調査を行うことができ、かつその面積は2週間で約0.7km²もの広範囲を把握することができた。さらに、得られたデータについては、自治体の実施する水質調査結果や地形条件との整合が取

れており、妥当な結果であると判断できた。一方、データの管理についてはGISを用いているため、誰もが扱えるものにはなっていない。従って、この部分に今後の課題は残すものの、中長期的に継続したモニタリング手法が確立していない現在、本マッピング手法はその一端を担える可能性があると考えられた。

謝辞：調査を行うに当たって、ご協力いただきました広島大学内サークルThe Earthの皆様、広島工業大学環境学部環境デザイン学科の学生の皆様に感謝いたします。

参考文献

- 上嶋英機, 三好孝治, 中本 修, 池本康洋, 能野あやな, 藤崎奈緒美 (2008) : 沿岸域の生態系・景観モニタリング手法の開発と環境学習への応用～電子野帳によるモニタリング手法の試行～, 日本沿岸域学会研究討論会2008講演概要集, No.21,181p.
- 上嶋英機, 大森誠紀, 藤崎奈緒美, 土屋正隆, 市村 康 (2008) : 沿岸域環境モニタリング調査法の研究, 海洋調査技術学会 第20回研究成果発表会講演要旨集, pp. 54-55.
- 農林水産省, 国土交通省 (2007) : 中長期的な展望に立った海岸保全検討会, pp.16-17.
- 環境省中国四国地方事務所 (2008) : 平成19年度瀬戸内海における超長期的生態系・景観モニタリング手法の研究, 157 p.
- 環境省中国四国地方事務所 (2009) : 平成20年度瀬戸内海における超長期的生態系・景観モニタリング手法の研究, 157 p.
- 環境省中国四国地方事務所 (2010) : 平成21年度瀬戸内海における超長期的生態系・景観モニタリング手法の研究, 260 p.
- 広島県環境保健センター (2001) : 広島県の海岸生物モニタリング調査報告書, 63 p.
- LIONS CLUB (1999) : Mer Vivante 1999/8^e edition, 94p.
- LIONS CLUB (2002) : Mer Vivante 2002-11^e Edition, 121 p.

特許

上嶋英機, 召古裕士, 田中秀宜, 小松輝久 (3861167号)