

海岸事業における順応的管理

ADAPTIVE MANAGEMENT IN SHORE PROTECTION WORKS

加藤史訓¹
Fuminori KATO

¹正会員 工修 国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部海岸研究室 (〒305-0804 つくば市旭1)

The purpose of the Seacoast Law revised in 1999 includes improving and conserving coastal environment. Adaptive management is an important concept to perform shore protection works in harmony with coastal environment. Therefore, this paper summarizes adaptive management in shore protection works, introduces 'Eco-coast Works', one of systems in which adaptive management can be conducted through environmental monitoring, and shows some prospect of shore protection works, especially on environmental conservation.

Key Words : Shore protection works, adaptive management, 'Eco-coast Works', monitoring

1. はじめに

平成11年の海岸法改正に見られるように、海岸事業においては防護、環境、利用の調和が求められている。その具体化のため、「自然共生型海岸づくり」という概念が提示され、その基本方針の一つとしてアダプティブ・マネジメント(順応的管理)が挙げられている¹⁾。具体的には、海岸域では漂砂などの物理現象や生態系が複雑でかつ不確実性が大きいことから、地形や生物等の変化をモニタリングし、その結果に基づいて事業内容を調整するものである。このような順応的管理の重要性は、海岸事業だけでなく、海域の自然再生においても指摘されている²⁾。

本稿では、海岸事業における順応的管理を概観し、その方策の一つであるエコ・コースト事業について紹介するとともに、海岸事業における順応的管理の課題について整理する。

2. 海岸事業における順応的管理

(1) 防護のための順応的管理

海岸事業においては、事業効果の早期発現等の観点から、人工リーフなどを暫定断面(計画の半分程度の幅など)で施工し、その漂砂制御効果等を深淺測量や波浪観測などによりモニタリングして、最終的な断面での施工を早急に進めるかどうかを決定することがある。これは、漂砂や地形変化の将来予測の不確実性をふまえたものであり、汀線の後退防止などの目標を実現するための順応的管理であると考えられる。

また、海岸施設の設計潮位は既往最大規模とされることが多く、これまで既往最高潮位を上回る高潮等の発生をふまえて設計外力が見直されてきた。さらに、国土交通省の研究会報告書³⁾では、地球温暖化による将来の海面上昇に対し、潮位等をモニタリングしながら必要な対策を実施するとされている。このような設計値を上回る外力への対応も、国土保全という海岸事業の目標に向けた順応的管理の一つである。

このように、防護に関して海岸事業はこれまでも順応的に実施されてきている。よって、順応的管理という概念は、海岸事業において特段新しいものではなく、その用語が使われる以前から事業の実施過程において考慮されていたものと考えられる。このことは、海岸事業に限らず、防災に関わる他の事業においても同様と推察される。

(2) 環境保全のための順応的管理

海岸法は平成11年に改正され、法目的の一つとして「海岸環境の整備と保全」が追加された。そして、海岸法において国が定めることとされている海岸保全基本方針には、「海岸環境に支障を及ぼす行為をできるだけ回避すべきであり、喪失した自然の復元や景観の保全も含め、自然と共生する海岸環境の保全と整備を図る」と明記された。また、海岸侵食については、海岸地形のモニタリングを行いつつ、広域的・総合的な対策を推進することも、海岸保全基本方針には記されている。このような海岸保全基本方針に基づいて、各沿岸の海岸保全基本計画は都道府県知事により定められている。

海岸事業のうち、侵食対策事業は砂浜等の侵食を

防ぐものであり、海岸の生態系の基盤である地形の保全に繋がるものである。たとえば、離岸堤、人工リーフ、ヘッドランドなどの漂砂制御施設の設置は、失われてしまった、あるいは失われつつある砂浜等の保全に資するものであり、砂浜等が有する生息場としての機能の復元や確保にも繋がる。

侵食対策が環境保全に資する面がある一方、海岸保全施設の設置は現在の海岸環境を変化させる可能性がある。堤防や護岸は汀線付近から後浜にかけての領域をコンクリート等で被覆するものであり、ウミガメの産卵や海浜植生への影響が指摘されている^{4),5),6)}。また、離岸堤やヘッドランドなどの設置は、砂地の海底においては新たに礫やコンクリートブロックが出現することであり、岩礁帯においては施設の効果により堆砂を引き起こすことがある。

しかし、このような海岸保全施設の設置による環境変化の予測は、田中・岩崎(1995)⁷⁾など手法がいくつか提案されているものの、依然として難しい。よって、環境保全の観点からも、事業目標の実現に向けてモニタリングを通じて事業内容を調整していくことが望まれる。そのような順応的管理を可能とする事業制度の例として、エコ・コースト事業を紹介する。

3. エコ・コースト事業の概要¹⁾

(1) 目的

エコ・コースト事業は、良好な自然環境を積極的に保全、回復する必要の高い海岸において、津波、高潮、侵食等の自然災害から海岸を防護することと併せ、必要に応じ住民等の参加を得ながら、生態系や自然景観等周辺の自然環境に配慮した自然と共生する海岸を整備し、海岸愛護の精神の啓発に資することを目的としている。

(2) 事業内容

エコ・コースト事業には、以下の3種類がある。

a) 一般型エコ・コースト事業

海岸保全施設の整備に当たり、施設の配置や構造等に工夫を行うことにより、生態系や自然景観等周辺の自然環境に配慮した海岸整備を行うものである。指定要件は以下のとおりである。

- ・ウミガメ、カブトガニ、野鳥等、生物にとって重要な生息、繁殖、採餌場所となっている海岸、あるいは国立公園に指定されているなど自然環境や周辺景観との調和を図る必要性が高い海岸

- ・エコ・コースト事業の指定により、自然環境の保全・回復効果が期待されること

b) 住民参加型エコ・コースト事業

a)に加え、地域住民、有識者、NPO、地元自治体等の意見の聴取、パイロット工区における住民団体等の参画によるモニタリングの実施およびその結果等をふまえた施設の整備を行うもので、平成14年度

に導入された。指定要件は、a)に加え、次に掲げる全てを満たすものである。

- ・事業実施上、モニタリングが必要であること
- ・住民参加型エコ・コースト推進協議会が設置されていること
- ・住民参加型エコ・コースト推進協議会において、住民参加型エコ・コースト推進計画が定められていること

c) 既存施設改良型エコ・コースト事業

既に海岸保全施設が整備され、防護機能が確保されている海岸において、地域住民、有識者、NPO、地元自治体等の参画により、生態系に配慮した既存海岸保全施設の改良（離岸堤の潜堤化、人工リーフ化）を実施するもので、平成15年度に導入された。事業内容は、海岸環境整備事業に限られる。指定要件は、a)に加え、次に掲げる全てを満たすものである。

- ・貴重種等が減少していたり、見られなくなった海岸

- ・既存施設改良型エコ・コースト推進協議会が設置されていること

- ・既存施設改良型エコ・コースト推進協議会において、既存施設改良型エコ・コースト推進計画が定められていること

- ・昭和62年以前に事業着手された海岸保全施設であること

- ・従前の防護機能が確保されるとともに、既存施設の再利用等が図られること

(3) エコ・コースト推進計画

住民参加型エコ・コースト事業や既存施設改良型エコ・コースト事業において定めることになっているエコ・コースト推進計画は、地域住民、海岸管理者、当該海岸の環境にかかる知見を有する有識者、NPO、地元自治体等から構成されるエコ・コースト推進協議会の意見を聞いた上で、海岸管理者が作成する。この計画に定める主な事項は、海岸管理方針（海岸管理の基本的考え方、海岸管理における協議会等の協力体制）のほか、住民参加型エコ・コースト事業については施設整備計画とモニタリング計画、既存施設改良型エコ・コースト事業については既存施設改良計画である。

住民参加型エコ・コースト事業では、事業区間の一部において、全体事業計画に、調査結果を反映させるのに十分な区間をパイロット工区として設定する。モニタリングはパイロット工区で実施し、モニタリングの期間は原則としてパイロット工区における事業完了後3年が限度である。モニタリングの結果をふまえ、原則として1回に限り推進計画のうち施設整備計画を変更できるが、その際、海岸管理者は協議会の意見を聞かなければならない。また、推進計画の変更は残事業を対象とするが、軽微な変更の場合には、全区間を対象とすることができる。

(4) エコ・コースト事業の実施状況

エコ・コースト事業は平成8年度より実施されている。河川局所管海岸では、北海道の野付崎海岸、胆振海岸、三重県の伊勢湾西南海岸、紀宝海岸、京都府の久美浜海岸、兵庫県の東播海岸、高知県の羽根坂本海岸において実施されている。各海岸では、アカウミガメや海浜植生、背後の湿原などを特に考慮して、事業が進められている。このうち、野付崎海岸では、モニタリングの結果に基づき施設整備計画を変更できる住民参加型エコ・コースト事業が実施されているので、次章で紹介する。

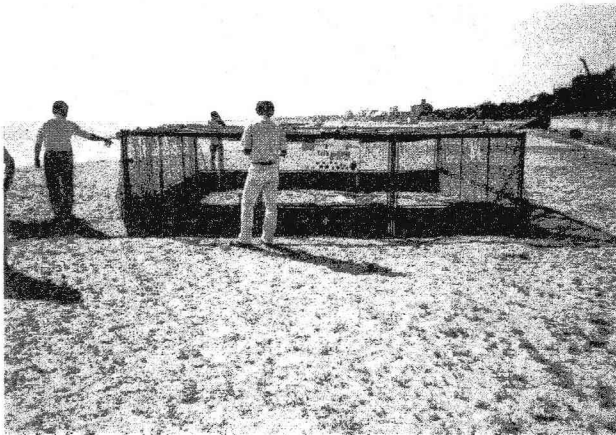


写真-1 東播海岸におけるウミガメ産卵巣の保護

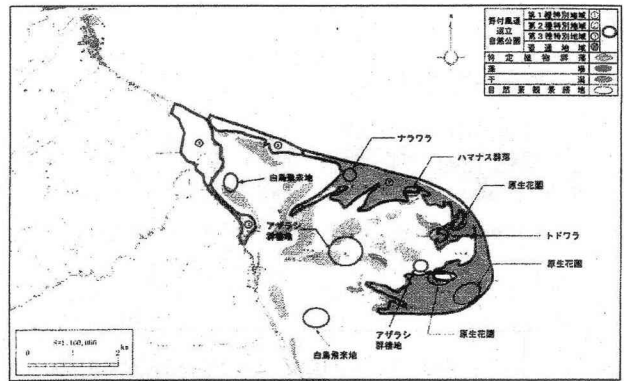


図-1 野付崎海岸の主な生物



写真-2 ナラワラ

4. 野付崎海岸におけるエコ・コースト事業

(1) 野付崎海岸の概要

野付崎は、知床半島と根室半島の間位置する砂嘴であり、国後島の南西に位置する。この砂嘴は、知床半島基部の海食崖と、忠類川や標津川などの河川から供給された土砂が、沿岸漂砂により南東方向に運ばれて形成されたものである⁸⁾。野付崎によって囲まれた野付湾は、打瀬舟による北海シマエビ漁で有名である。

野付崎海岸は、図-1のように野付湾側に湿原を有し、写真-2に示すナラワラやトドワラなどの独特の景観を形成するとともに、ハマナス群落や原生花園が分布している。また、オジロワシ、タンチョウ、アカアシシギ、などが飛来する一方、野付湾内にはゴマフアザラシの群棲地がある。さらに、漁業や観光等の場としても重要な役割を担うなど、利用面においてもこの地域にとってかけがえのない財産になっている。

しかし、野付崎海岸では、土砂収支の不均衡によって近年著しい海岸侵食が生じている。このため、写真-3のように砂浜や植生帯がほとんどない箇所も見られる。このような状況をふまえ、長期的な海浜の安定化および砂浜の回復を目指して、ヘッドランド等による侵食対策が実施されている。図-2のように、半島の付け根では離岸堤や突堤が、その先ではヘッドランド群の一部が既に整備されている。



写真-3 野付崎海岸の侵食状況 (平成14年10月撮影)

(2) エコ・コースト推進協議会

野付崎海岸の侵食防止および砂浜の回復は、野付崎海岸の自然環境を保全するためにも不可欠である。このような背景から、野付崎海岸エコ・コースト推進協議会が平成15年3月に設立された。

協議会の委員構成は、学識経験者2名(海岸工学、自然環境)、地元自治体2名(町長)、地域住民代表2名(町内会長等)、地元関係団体2名(漁業協同組合)、自然保護・教育関係3名(自然保護団体等)である。

協議会は平成16年3月までに4回行われ、エコ・コースト推進計画が決定された。

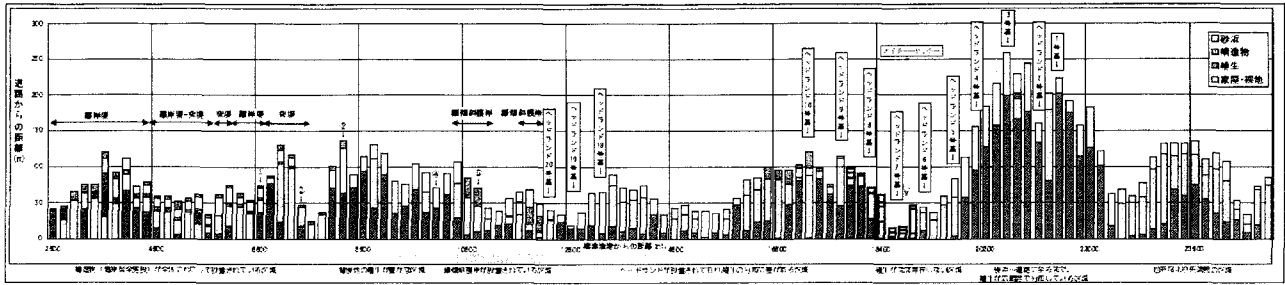


図-2 野付崎海岸の海岸保全施設および砂浜等の沿岸分布

		平成17年度												平成18年度												平成19年度											
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
海岸保全施設の整備	ヘッドランド	13号基												14号基 15号基												16号基 17号基											
	養浜																																				
モニタリングの実施	深淺測量																																				
	植生調査																																				
	推進協議会																																				

図-3 モニタリングの実施計画

(3) エコ・コースト推進計画

エコ・コースト推進計画の内容は以下のとおりである。

a) 海岸管理方針

海岸管理の基本的考え方は以下のとおりである。

- ・海岸生態系や海岸景観の基盤である特異な砂嘴地形の保全および背後地の防護に不可欠な砂浜の維持・回復を図る。
- ・砂浜の維持・回復においては、最小限の構造物を設置することを前提としながら、「自然海岸」に近づけることを目指していく。
- ・貴重な動植物や多様な生物が生息・生育する自然環境の保全・回復を図る。
- ・海岸整備の実施に際しては、海岸環境に配慮する。
- ・良好な環境を維持するために、海岸清掃等の美化活動を推進する。
- ・地域住民の海岸愛護精神の啓発および利用者に対するマナーの向上等の啓発活動に努める。

海岸管理における協議会等の協力体制は、以下のように決定された。

- ・推進協議会を核とする関係団体および関係者の連携により、野付崎海岸の自然環境の保全・回復に務める。
- ・関係団体および関係者は、海岸清掃、海岸愛護、海浜植生の保護・育成、海辺の環境教育、イベントの開催、情報の蓄積と公開、海岸利用のルール確立等の活動に積極的に参加する。
- ・これらの活動の参加団体および関係者は、地元自治体、地元自治会、漁業協同組合、中学校・高校、自然保護団体、関係機関、海岸管理者である。
- ・活動の参加団体および関係者の代表者で構成される「野付崎浜辺つくり連絡会（仮称）」を平成16年度に設立し、各活動の役割分担や調整を行う。

b) 施設整備計画

野付崎海岸のエコ・コースト事業は、海岸の防護・環境・利用のすべての基盤となる砂浜の維持・回復が最大の目的である。野付崎海岸では、平成7年度からヘッドランドの整備が始まり、平成14年度末までに計13基が完成している。

エコ・コースト事業のパイロット工区は、砂浜の維持・回復を図るために必要となる漂砂機構の実態把握およびヘッドランドと養浜の効果評価の観点から、ヘッドランドの設置が計画されていて砂浜幅が狭いヘッドランド13号基～17号基の2,200m区間とされた。

c) モニタリング計画

パイロット工区において、ヘッドランドおよび養浜による砂浜の回復状況とともに、砂浜の拡幅に伴う海浜植生等に対する効果をモニタリングする。モニタリングの時期は図-3のとおりである。

モニタリングにおける協議会等の協力体制は、以下のとおりである。

- ・推進協議会の指導のもとに、海浜植生の実態調査、植栽と追跡調査、漂着ゴミの調査等の海浜植生の保護・育成に関する調査を実施する。
- ・海浜植生の保護・育成に関する調査については、専門家、自治会、漁業協同組合、中学校・高校、自然保護団体、関係機関、海岸管理者等が協力して実施する。
- ・砂浜の維持・回復に関する調査については、「野付崎海岸検討委員会」の指導のもとに海岸管理者が実施する。

5. 順応的管理の課題

生態系保全の観点から見た海岸事業の課題として、

防災上の緊急性から限られた時間で事業を実施しなければならないという管理上の問題と、生態系への影響が十分に解明されていないために事業実施過程において考慮できないという技術上の問題があることが指摘されている⁹⁾。本稿でも、制度的問題と技術的問題とに分けて、海岸事業の順応的管理について考察する。

(1) 制度的問題

制度的問題には、モニタリング費用の確保が困難なこと、法的な制約により事業のやり直しが困難なことなどがある。

生物に関する調査は、長期間にわたって継続的に、かつ十分な測点を確保して行う必要があり、また海域の調査では船の借り上げや潜水作業を必要とすることが多いため、海岸管理者にとってはかなりの費用負担になっている。海岸保全施設の設計が地形、底質、波浪、潮位など物理的要素の把握だけでできてしまうことが従来多かった一方、後述するように生物調査のモニタリング結果を事業に反映するのに制度的な制約がある中で、生物調査の費用を継続的に確保するのは難しい面がある。このため、「海辺の生物国勢調査¹⁰⁾」のような継続的調査の枠組みを構築するとともに、住民や関係団体との協働により調査を継続していく努力も必要である。

また、海岸事業のうち直轄・補助事業は、事業採択基準と「補助金に関わる予算の執行の適正化に関する法律」等に基づいて実施される。この法律では、国庫補助事業として採択された事業の目的や内容の変更に対して一定の制限が定められている。これらのため、施設整備の単なるやり直しは難しい。ただし、既存施設を有効に活用できる場合には、エコ・コースト事業やなぎさリフレッシュ事業（堤防や護岸の改築に合わせて、消波工等の異形ブロックを沖合施設の構成材料の一部または全部に転用すること等により良好な砂浜を回復する事業）等により、環境に配慮した工法の採用、一部施設の撤去ややり直しが可能になる場合がある。各沿岸の海岸保全基本計画の中で各海岸の環境特性が一通り整理されているが、防災上の緊急性の中で海岸環境の考慮が欠落したまま施設整備を進めないように、各海岸の環境に関する情報を地図などの形で整理しておくことが必要である。

さらに、河川管理等においては「河川環境課」など環境を専門に取り扱う部署が見られるのに対し、海岸管理に関しては人員が比較的少なく、行政において海岸の環境保全に携わる機会も比較的少ないようである。海岸環境に関する技術等の共有のため、研修等の充実が望まれる。

(2) 技術的問題

技術的問題としては、環境変化の予測・評価手法の未確立などがある。

砂浜海岸は、土砂収支の不均衡などにより地形が

大きく変化しやすい一方、その生物学的研究は岩石海岸に比べてかなり遅れている¹¹⁾。地形変化については、海岸線変化モデルや3次元海浜変形モデルなど多数の数値モデルが提案され、対象海岸における長期的変化の予測など、海岸保全の実務においても一般的に用いられている。また、底質の粒径変化も考慮できる地形変化モデルが実用化されつつある。しかし、生物種によっては、生息場の時空間スケールと比べて地形や底質の変化予測の時空間間隔が粗すぎる場合がある。特にさまざまな粒径の砂礫で構成される砂浜海岸では、底質粒径が空間的にばらつき、波浪や河川からの出水により時間的にも大きく変化する¹²⁾。地形や底質の変化を生物の時空間スケールで予測できるように、これまで開発されてきたモデルをさらに改良していく必要がある。

生物種によっては、生物の移動範囲が海岸事業の実施区域を越えて広がっている。また、生物の時空間的な変動がそもそも大きい場合、モニタリングで生物の経年変化を把握するのにかなりの年数を必要としたり、その変化の原因が当該箇所の海岸事業なのか、それとも他の事業なのか、あるいは自然的な変動なのか特定できないこともありえる。基本的には、生物の生活史の中でどの段階が海岸環境に関わるのか把握し、どの時期に、どの程度の範囲で、どのようにモニタリングを行うのか整理する必要がある。そのような知見が関係者間で共有されるよう、海岸環境に関する基礎的な調査研究を長期にわたって継続し、その成果を学会等の場で広く公開し、さらにそれらを技術基準等の形で技術化していくことが望まれる。

野付崎海岸のエコ・コースト事業に見られるように、順応的管理においてはモニタリングが重要な役割を果たす。生物への海岸事業の影響については、平成7年に調査マニュアル¹³⁾が作成され、各地の海岸で調査が進められてきた¹⁴⁾。しかし、各種生物から水質、底質に至る多数の項目についてモニタリングを継続するのは予算的に困難であり、調査の重点化が求められている。調査対象は社会的に注目されている希少種等に絞られがちであるが、それが必ずしも生態系を代表するものではない。そのような背景のもと、生態系の概念に基づいてインパクト・レスポンスフローを作成し、生態系全体に大きく影響する種を対象にモニタリングを行うことが提案されている¹⁵⁾。また、砂浜海岸に沖合消波施設を設置する場合、岩礁性生物の蝸集等による水産有用種の増加や生物多様性の向上を管理者はアピールする傾向があるが、その場にふさわしい環境変化であるかどうか疑念が残る。さまざまな環境の評価法が提案されている中でどの手法が望ましいのか答えは出ないが、多様性を考慮しつつ、現場での実感に合った評価が得られる方法が多用されていくように思われる。

6. おわりに

本稿では、主に海岸環境の保全から、海岸事業における順応的管理の現状と課題について紹介した。制度上の制約はあるものの、防護、環境、利用の調和という目標の実現のため、必要なモニタリングを実施し、その結果を海岸管理に反映していくことが重要である。そのためには、事業へのフィードバックに繋がるモニタリングと環境に関する知見の共有が必要である。この分野における研究のさらなる進展を望まれる。

謝辞：本稿の執筆に当たり、北海道開発局より野付崎海岸のエコ・コースト事業に関する資料を提供していただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省河川局砂防部保全課海岸室監修：自然共生型海岸づくりの進め方，社団法人全国海岸協会，2003.
- 2) 海の自然再生ワーキンググループ：海の自然再生ハンドブック第1巻総論編，ぎょうせい，2003.
- 3) 地球温暖化に伴う海面上昇に対応する国土保全研究会：研究会報告書，2002.
- 4) 清野聡子，宇多高明：「海岸保全基本方針」の問題点とその改善策の提案，海洋開発論文集，Vol. 18，pp. 701-706，2002.
- 5) 渡辺国広，清野聡子，宇多高明：ウミガメ産卵地の人為改変パターンの類型化と配慮すべき事項，海洋開発論文集，Vol. 18，pp. 545-550，2002.
- 6) 加藤史訓，鳥居謙一：ウミガメに配慮した海岸づくりの検討，海洋開発論文集，Vol. 18，pp. 539-543，2002.
- 7) 田中茂信，岩崎福久：海岸保全施設が生態系に及ぼす影響に関する調査報告書，土木研究所資料，第3346号，1995.
- 8) 宇多高明：日本の海岸侵食，山海堂，1997.
- 9) 鳥居謙一，加藤史訓，宇多高明：生態系保全の観点から見た海岸事業の現状と今後の展開，応用生態工学，Vol. 3，No. 1，pp. 29-36，2000.
- 10) 国土交通省河川局監修：海辺の生物国勢調査マニュアル（案），2003.
- 11) Brown, A. C. and McLachlan A. (須田有輔，早川康博訳)：砂浜海岸の生態学，東海大学出版会，2002.
- 12) 加藤史訓，山本幸次，鳥居謙一：安倍川河口部における短期的な地形変化と粒径集団別の土砂動態特性，土木学会第56回年次学術講演会講演概要集，第2部，pp. 60-61，2001.
- 13) 建設省河川局監修：海岸域生物環境調査マニュアル（試行案），1995.
- 14) 鳥居謙一，加藤史訓：海岸における生態系調査，海岸，Vol. 40，No. 1，pp. 73-75
- 15) 目黒嗣樹，加藤史訓，福濱方哉：生態系の概念にもとづくインパクト・レスポンスフローを活用した海岸環境調査の提案，海洋開発論文集，Vol. 21，2005. (投稿中)