

ミティゲーションの概念を導入した海岸事業のあり方について

A design of shore protection project in case that mitigation is introduced

佐藤 浩*・上野 久**

Hiroshi Sato and Hisashi Ueno

When public works are conducted, people recently tend to ask their entrepreneur for keeping good natural environment as much as possible. On that condition, we studied the subject when we introduce the concept of mitigation in shore protection project by Ministry of Construction, which has ensured the public safety behind the shore from natural disasters like storms. Through our study, numerical evaluation of physical condition and living features along sandy coast was tried. Finally a flow chart of the project with mitigation was experimentally gained when the method of their evaluation is established.

Keywords: shore protection project, sandy coast

1. はじめに

アメリカでは、開発利用等を行う際、環境影響をできるだけ小さくするとともに、どうしても失われる環境の代償措置を行っていくことを主旨とした、ミティゲーションと呼ばれる措置が制度化され、実行されている。

一方、高潮、侵食等の災害からの海岸の保全や、自然と共生し快適でうるおいのある海岸環境の保全と創出を図る海岸事業を考えたとき、事業実施前の自然環境と、事業実施後の自然環境とを総合的に比較できることが望ましい。比較のためには、事業実施前、海岸の「場」のタイプごとに、環境の把握の基準を設定したり事業の効果や変化を予測することが必要となる。さらに、この基準は、現況調査（事業実施前調査）、モニタリング調査（事業実施後調査）の調査項目や、ミティゲーション技術の研究などに深く関わりを持つ。

以上の観点から、ミティゲーションの概念を建設省所管の海岸事業に導入する場合に想定される、環境を認識するための基準の設定方法や評点の与え方、事業実施のフローを基礎的に検討した。

なお、本調査には、組織として決定された内容を含まないことに注意されたい。

2. 砂礫浜海岸の現況と機能

わが国の海岸は、主に地形と基底の性状から、岩石海岸、砂礫浜海岸、泥浜海岸（マングローブ沼沢地を含む）、サンゴ礁海岸とに大別される。砂礫浜海岸は、河川や海食崖などからの土砂の減少や、波浪などの原因により侵食が進行して減少傾向にある。田中ら(1993)によれば、昭和53～平成4年にかけての15年間で、全国（沖縄を除く）において砂礫浜海岸が平均して2.5m後退するに等しい侵食を受けている。この侵食から国土を保全するとともに、背後地の国民の生命、財産を守るとは海岸事業の重要な目的の1つである。この砂礫浜海岸はまた、水際における広大なオープンスペースであることから海水浴等のレジャーの場であること、漁業生産・生活の場であること、天然の消波工としての機能を有すること、砂礫中のバクテリアが海域中の有機物を無機化して排出するという水質浄化の機能を有すること、浅場では藻場形成の場であるとともに魚介類等にとっての良好な産卵・成長及び保育・逃避の場であること等から判断して、貴重な存在である。

3. 海岸保全の現況

海岸統計によれば、海岸保全の現況は以下のように整理される。

日本の海岸線延長34,568kmのうち、要保全海岸延長（海岸保全区域に指定する必要がある海岸）は45.9%にあたる15,876kmあり、他は道路護岸、鉄道護岸、保安林などの他の目的から管理されている海岸又は天然海岸の国土保全上の管理を要しない海岸などである。

海岸保全区域に指定する必要がある区域のうち、既に海岸保全区域に指定された海岸は13,813kmで、要保全海岸延長の87.0%にあたる。これらの海岸のうち、海岸保全施設により防御されている海岸は9,407kmで、海

* 非会員 建設省河川局海岸室（100 千代田区霞が関2-1-3）（現在、環境庁水質保全局）

** 非会員 （財）リバーフロント整備センター （現在、松戸市建設局）

岸線延長に対しては30.0%、要保全海岸延長に対しては58.7%、海岸保全区域延長に対しては67.5%となっている。海岸事業の着実な進捗が、今後も望まれている。

4. 砂礫浜海岸の環境を把握する手法

4-1. 環境保全の目標の設定方法

ミティゲーションによる環境保全の目標として、その場の過去のある時点の海岸をモデルとして目標を立てるのか、近傍に現存する、過去と同様なタイプの海岸をモデルとして目標を立てるのか、2つの目標の立て方があり得る。いずれの方法でも、モデルとする海岸における、場の成立要因に関するデータと生物群集に関するデータを多く揃えて、事業の目的や現実に即した目標を立てることになると考えることができる。ただし、前者の方法によれば、必ずしも過去のデータが揃っていない場合が多い。後者の方法によれば、過不足なくデータが揃う可能性が高い。

4-2. 実行上の留意点

4-1.において、後者の方法により砂礫浜海岸における環境保全の目標を立てることを想定して、現在の知見である程度の定量的な把握が可能な指標を抽出すると、以下に整理できる。

・場の成立要因に関する指標

(海象) 波高、潮位変化、潮流、海流 (地形) 砂礫浜の幅、前浜勾配、海底勾配

(水質) 透明度、塩分、pH、DO、SS、T-N

・生物群集に関する指標

海岸植生、植物プランクトン、動物プランクトン、魚卵、稚仔魚、魚類、底生生物、付着生物などにおける種類数、個体数(細胞数)、湿重量(沈殿量)や、藻類等の規模

海象、地形は砂礫浜海岸の成立要因に関する欠くことのできない指標である。ただし、調査したある一時期の観測値のみを用いて評価することは注意する必要がある。また、場の成立要因に関する指標については、その場に生息する生物種との関連性が、経験や既往研究等によって明らかになっているものを主として選定すべきである。対象とする場に貴重な生物が生息し、その種を主対象とした対策が要望されるような場合でも、その場に生息する各々の生物のための環境を維持・増大させるという観点から総合的に環境を認識すべきである。

5. ケーススタディ

砂礫浜海岸は、一般に、風や波浪の穏やかな砂礫浜と、風や波浪の激しい砂礫浜の2つに分けられる。ケーススタディの対象とした高知海岸・南国工区は、後者に分類される。この海岸における調査を用いて、以下の検討を実施した。はじめに環境保全の目標を試行的に設定した。次に、指標を選択して評点基準を設定して考察するとともに、指標を数値化し、さらに事業実施前における事業実施後の自然環境の変化予測を試行した。

5-1. 高知海岸・南国工区の概要

高知海岸は、高知県中央部の土佐湾の湾奥部に位置し、西方の土佐市荻岬から東方は夜須町手結岬に至る延長約30kmの砂浜海岸である(図-1、写真-1)。このうち南国工区は、物部川から高知港東境界に至る約8.15kmの区間が直轄工事区間に指定され、昭和44年以来高潮対策及び侵食対策として離岸堤が設置されている。

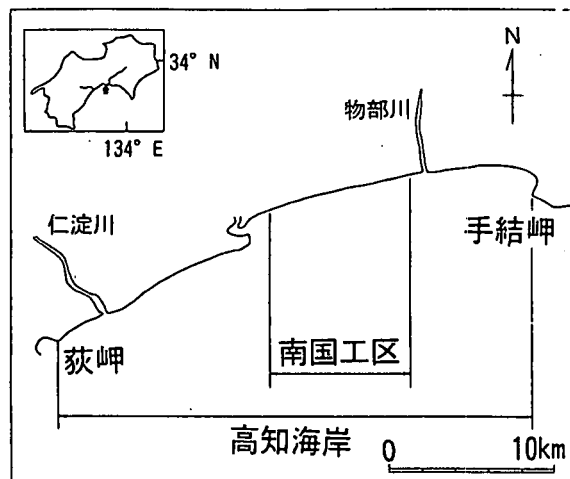


図-1 ケーススタディの対象とした高知海岸・南国工区の位置



写真-1 高知海岸・南国工区の状況

5-2.環境保全の目標の設定

昭和初期の高知海岸は砂丘が発達し、白砂青松のすばらしい景観を呈していたといわれている。よって、本研究で試行的に設定する高知海岸の環境保全の目標として、砂浜の幅が広く、同時に浅場の面積が大きかった過去のある時点の「場」を設定することも考えられる。しかし、4-2.の考察を踏まえ、ケーススタディでは後者の方法、すなわち近傍に現存する自然砂浜海岸（離岸堤未設置海岸）をモデルの海岸として、目標を立てることとした。

5-3.環境を認識するための留意点とその取り扱いの設定

ケーススタディにおいて、環境を認識するために、以下のような事項について留意する必要がある。

- 1) “多様性” についてはどう取り扱うのか
 - 2) “希少性” についてはどう取り扱うのか
 - 3) “量（個体数・現存量など）” についてはどう取り扱うのか
 - 4) “物質循環の円滑さ” についてはどう取り扱うのか
- 1)～3)については、4-2.を踏まえ、それぞれ以下のように取り扱いを設定した。1)の“多様性”については、これを数値表示することはしなかったが、できるだけ多くの生物を環境指標として取り入れるようにした。2)の“希少性”については、そのような生物が確認されていないことから、本研究では考慮しないものとした。3)の個体数や現存量などの指標で表される生物群集の“量”については、個体数や湿重量などを用いて、判断にある程度の幅を持たせて評価を行うものとした。4)の“物質循環の円滑さ”については、河川や潮流などによる流入量、前浜や海水に含まれている現存量を総合的に判断することが望ましい。しかし、これらを現状で定量的に把握することが困難であることから、前浜による水質浄化に関係の深いDO等に注目することとした。

5-4. 評点基準の設定

まず、自然砂浜海岸と離岸堤設置海岸の両者の海域で観測値にほとんど差異がみられない指標を検討対象から外した。次に、離岸堤設置海岸にしか観測値がない岩礁性の魚類や付着動物といった指標も外したが、これは、“その場（自然砂浜海岸）に本来生息していない種”（例えば岩礁性の魚類や付着動物など）が離岸堤設置海岸に出現しているためである。ただし、このような取り扱い方法の妥当性については、今後も議論の余地がある。

さらに、4-2.における各指標の一部に対して、各指標の観測値に応じて0～4点の評点を与える評点基準を設定した。表-1は、場の成立要因に係わる評点基準である。設定にあたっては、点数が多いほどより良い自然環境であるように評点基準を設定しようとした。しかし、自然砂浜海岸の観測値にすべて4点の評点が与えられるように設定していない。なお、表-1には多くの議論があり得る。例えば、指標のうち砂礫浜の幅は、大きいほど評点が高いが、これは海岸保全にとっても望ましい状態であり、多くの賛成が得られると考える。しかし指標のうち

表-1 場の成立要因に係わる評点基準（ケーススタディにおける案）

指 標		単 位	評 点				
			0点	1点	2点	3点	4点
海 象	波 高	m	1.0以上	0.9～1.0	0.8～0.9	0.7～0.8	0.6未満
地 形	砂礫浜の幅		40未満	40～50	50～60	60～70	70以上
	前浜勾配		1/13未満	1/13～1/11	1/11～1/9	1/9～1/7	1/7以上
	海底勾配		上り勾配	～1/500	1/500～1/100	1/100～1/10	1/10以上
水 質	透明度	m	3.9未満	3.9～4.2	4.2～5.2	5.2～5.7	5.7以上
	塩 分	‰	26.0未満	26.0～31.0	31.0～34.0	34.0～34.5	34.5以上
	pH		～7.8、8.4～	—	7.8～8.0	8.0～8.2	8.2～8.4
	DO	mg/l	7.6未満	7.6～7.8	7.8～8.0	8.0～8.2	8.2以上
	SS	mg/l	6.0以上	6.0～4.0	4.0～1.8	1.8～1.3	1.3未満
	T-N	mg/l	0.25以上	0.25～0.20	0.20～0.15	0.15～0.10	0.10未満
底 質	粒度組成	%	80以上	80～60	60～40	40～20	20未満

注）網掛け部は、自然砂浜海岸の観測値が含まれる評点。また、粒度組成は、粒径が細砂以下である成分の全体に占める割合。

海底勾配の大きいほど評点が高いことは、砂礫浜の幅が小さくなることも意味するため矛盾が生じる。これは、自然砂浜海岸に本来生息している種の生息環境を尊重したためである。つまり、離岸堤設置海岸の海底勾配よりも自然砂浜海岸の海底勾配の方が急であるのだが、自然砂浜海岸に本来生息している種は、急な海底勾配に応じた砂礫の大きさに適合して生息していると考えられることができるため、その種にとって、急な海底勾配は重要な生息環境であると考えたからである。このように、ケーススタディに限っていても、評点基準の設定は非常に困難

であった。

5-5. 事業実施前における事業実施後の自然環境の変化予測の試行

自然砂浜海岸と離岸堤設置海岸の観測値を表-1 によって数値化して和をとり、指標の数で割って平均を出して、両者の海岸の自然環境の比較を試みた。その結果、場の成立要因に係わる指標については、前者では 2.0、後者では 2.3 となり、後者の方がより良い自然環境と判断した。生物群集に係わる指標については、別途、評点基準を設定して数値化し、同様の計算を実施した。前者では 1.2、後者では 1.0 となった。よって、前者の方がより良い自然環境と判断した。

自然砂浜海岸の自然環境を事業実施前、離岸堤設置海岸の自然環境を予測される事業実施後の自然環境とみなし、いま、事業実施前に、事業実施後の自然環境を予測していると仮定したとする。すると、先の 2 つの判断をそのまま流用すれば、場の成立要因に係わる指標について、事業実施後により良い自然環境となり、生物群集に係わる指標については、事業実施前がより良い自然環境であると判断することになる。そこで、単純に言えば、場の成立要因に係わる指標についてはミティゲーションを施す必要がなく、生物群集に係わる指標については何らかのミティゲーションを施す必要があると判断される。

6. 事業実施のフロー

図-2 は、ミティゲーションの概念を建設省所管の海岸事業に導入する場合に想定される、事業実施のフローを試行的に記述したものである。このフローは、事業実施前に予め、海岸の「場」のタイプごとに、事業の効果や変化を予測する手法や技術が確立し、5-5.で試行したように、事業実施前の自然環境と、事業実施後の自然環境とを総合的に比較できることを前提としている。

このフローの特徴は、これまでの影響予測評価とは異なり、事業実施後において自然環境が維持されると判断されたとしても、さらなる環境の質・量ともに増大すること（新たな良好な環境の創出）を目指すことを想定していることにある。

また、別の特徴としては、事業実施後のモニタリングを想定していることがある。これは、ミティゲーションプラン（環境創造事業）による自然環境への影響をフォローするものであり、これまでの海岸事業では存在しなかった考え方である。よって、このモニタリングに関する一連の手順により、事業実施後の自然環境が事業実施前の自然環境よりも悪化したとみなされた場合には、事業による影響の修正・低減の検討を行い、それでも初期の目的が達成できない場合は、単独の環境創出事業を実施する必要が生じることになる。この手順の実現化に向けては、制度上の検討が必要となってくる。

7. おわりに

今後、多くの賛成が得られるような評点基準の設定が可能となり、事業実施前にあらかじめ、事業実施後の自然環境を適切に予測するとともに、海岸事業の効果を減じることなく講じられる対処を提案できれば、ミティゲーションの海岸事業への導入への問題もまた、ひとつひとつ解決していくことになると思う。さらに、ミティゲーションを海岸事業へ導入した場合のフローを得た。しかし、この手順の実現化に向けては、制度上の検討が必要となってくる。

8. 謝辞

本調査をすすめるに当たっては、東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻教授の磯部雅彦先生のご指導をいただいた。

参考文献

建設省河川局：海岸統計。

田中茂信・小荒井 衛・深沢 満(1993)：地形図の比較による全国の海岸線変化。海岸工学論文集, vol40, pp.416-420.

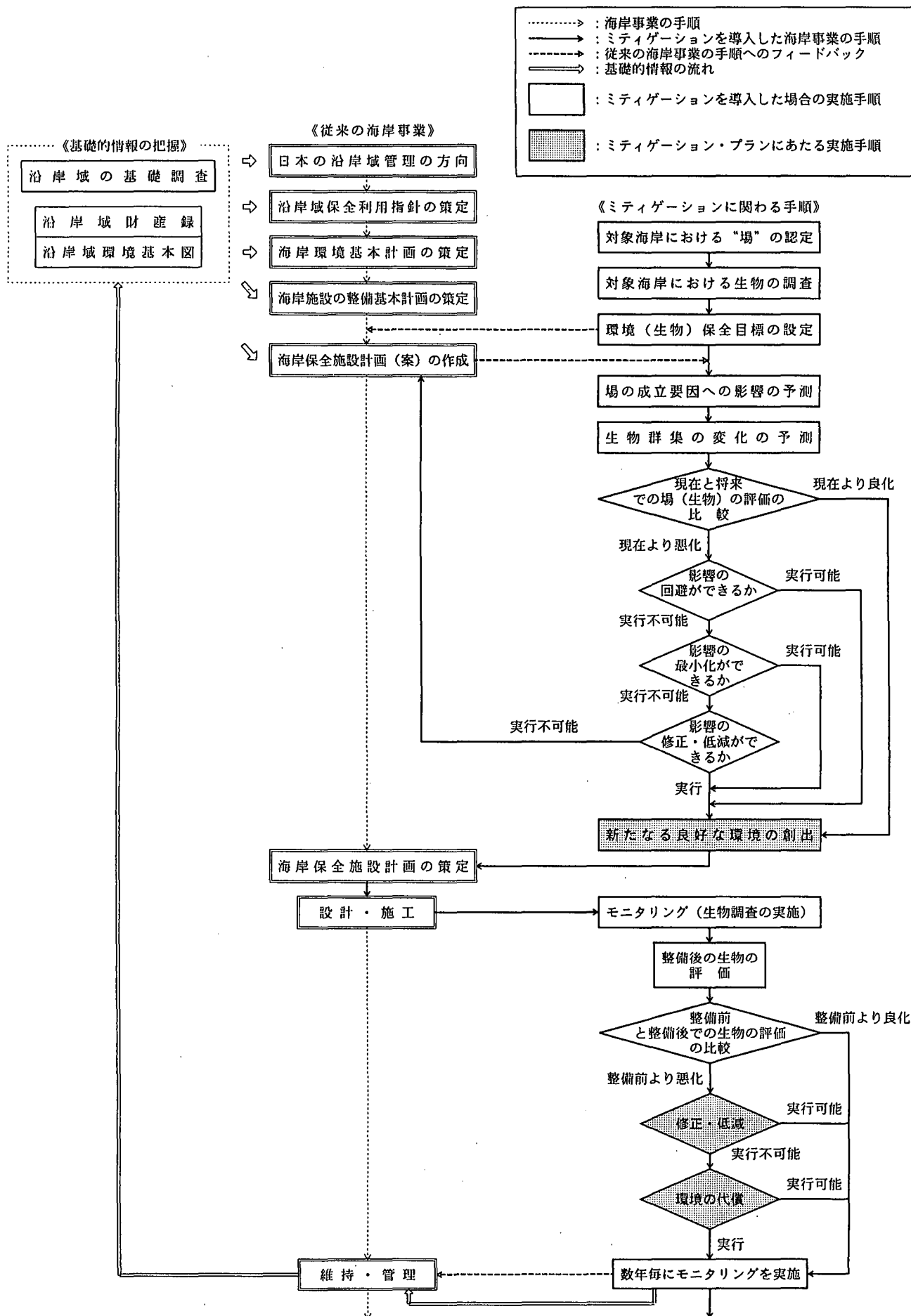


図-2 ミティゲーションの概念を建設省所管の海岸事業に導入した場合のフロー（案）