

海岸事業の費用対便益分析について

成 瀬 進*・北 原 政 宏**

1. はじめに

我が国の公共事業に対しては不合理, 不公平等の事例が集中的に批判されており, これらを真摯に受け止め対応するため, 効率的・効果的な実施が求められている。このため, 公共投資に係わる意志決定の根幹的な評価として, 個別のプロジェクトごとに費用対便益分析を実施し, 投資に対して十分な社会的効果が得られるかを確認した後, 事業の採択を決定する評価システムの構築が望まれている。

海岸事業の便益評価については, 既に昭和 32 年に発刊された海岸保全施設設計便覧(土木学会編, 1957)に, 海岸事業の便益の内容および評価方法がいくつかの分類のもとに提案されている。しかし, その後の詳細な検討は行われておらず, 一方で伊勢湾地域のように早急に事業実施が必要な箇所が多数存在し, 事業実施のコンセンサスが得られやすかったため, 最近まで体系的な費用対便益分析はなされてこなかった。この間, 国や海岸管理者の担当者の経験や地元の情勢, 政治的なバランスで事業の採択等が決定されてきたのが実態であった。

一方, 欧米諸国においては比較的早い時期から公共事業の費用対便益分析の導入がなされている事例が見られる。海岸事業に限定して言えば, イギリス, 米国等で費用対便益分析の導入の例が見られ, 特にイギリスでは国が精緻な分析マニュアルを作成し, これに沿った分析及び評価なしには政府の補助金が交付されないシステムとなっているなど, 定量的な評価システムが確立されている。

我が国の海岸事業においては, 平成 8 年 10 月に海岸四省庁により海岸事業の簡易な費用対便益分析手法が提示され, 平成 9 年度事業からこれを用いた評価が行われている。しかしながら, この手法は全国で数百カ所におよぶ進行中のプロジェクトを評価する必要がある関係上, 手法の簡易性に重点を置きすぎたきらいがあり, 精緻な議論には耐えられないのが実態である。

本稿では, 汎用性と理論的正確性の両者に配慮した海岸事業の費用対便益分析手法の開発成果を提示するものである。

2. 費用対便益分析の概念と概要

2.1 費用対便益分析の位置付け

海岸保全のプロジェクトを実施することにより得られる効果は, 幅広い分野に及ぶ。海岸保全施設の築造による災害の防護効果は勿論のこと, 住民に与える心理的な安らぎ, さらに砂浜の造成による環境質の向上等が含まれる。また, 事業を採択するためには, 地元の熱意やコンセンサスの形成状況, 工事に当たって漁業者等の協力の有無と言った定量化が困難な諸状況等も重要な判断材料となる。

費用対便益分析はこれらプロジェクトがもたらす様々な効果と費用のうち, 金額換算可能なものを対象としており, 換算が不可能なものは対象としていない。

従って, 費用対便益分析は, プロジェクト採択に当たった最も重要な判断材料の一つではあるが, プロジェクトに関する全ての情報を含んだものとは言えず, 政策判断のための最重要指標の一つとして位置付けられる。

2.2 費用対便益分析の流れ

海岸事業の費用対便益分析は図-1 の流れに沿って行う。当該事業の便益を特定し, これを定量化するとともに, 必要な全ての費用を抽出して, これらを発生年次別に整理し, それぞれを現在価値に換算して比較分析する。

2.3 費用の算定

費用の算定は, 便益の定量化に比べ比較的容易である。初期投資としては建設にかかわる調査費や工事費等の経費一切を見込むが, このとき消費税や所得税は単なる所得の移転としてみなされるため, 控除する。

また, 毎年の維持管理費を勘定する必要があるが, 将来の必要維持管理費の予測が困難な場合には, 実態調査による平均値である初期投資の 0.5% を毎年の維持管理費として計上する。

2.4 便益の抽出と帰着先

正確な費用対便益分析を実施するためには, 海岸事業の便益をもれなくかつ重複なく抽出することが最も重要

* 正会員 (財) 国際臨海開発研究センター 第二調査研究部次長
(前運輸省港湾局海岸・防災課海岸企画官)

** 正会員 運輸省港湾局海岸・防災課調査係長

続して発生するかは費用対便益分析の計算上大きな問題である。ここでは、コンクリート構造物の法定上の耐用年数から、水門等の機械類を除いた保全施設の耐用年数を50年と仮定している。

ただし養浜による砂浜の造成については、砂浜が安定していれば50年以降もその効用が十分発揮されることが考えられる。従って、砂浜の造成に限りかつその利用便益に限定してさらに50年間（全体で100年間）の便益の発生を考慮することとしている。

2.7 キャッシュフローの作成とプロジェクトの評価方法

プロジェクトライフ中の全ての年次ごとに発生する費用と便益を記載したキャッシュフローを整理する。

前述した割引率を用いて全ての費用と便益を現在価値に換算する必要があるが、便益の現在価値(B)から費用の現在価値(C)を引いたものをプロジェクトの純現在価値($B-C$)と呼び、その比を費用対便益比(B/C)と言う。それぞれ $B-C>0$, $B/C>1$ がプロジェクトの健全性を表す最低限の数値である。

3. 便益の算定

3.2 便益の特定

海岸事業一般にかかわる便益は先に示した表-1のとおりであるが、具体的な検討のため、海岸事業の便益を「高潮防護便益」、「侵食防止便益」、「海岸利用便益」に分類する。これら3つの便益は通常それぞれ独立して扱うことが可能であるが、実際のプロジェクトの計算にあたっては便益のダブルカウントがないよう再度チェックする必要がある。さらに、同一プロジェクトで複数の便益が想定される場合は、これらを加え合わせて当該事業の総便益とすることが可能である。

例えば、高潮対策のため面的防護整備で養浜を行った場合は、高潮防護便益は無論のこと、養浜により砂浜の利用が拡大する場合は海岸利用便益をも算定し総便益を算出する。

3.2 高潮防護便益

高潮防護便益は、事業の実施により想定する高潮外力に対する防護が可能であることから、当該事業を実施する以前の海岸の現状で、想定する外力に対して、どの程度の浸水が生じ、どの程度の被害額に達するかを算定することを基本とする。

これらを確率的に評価するため、図-2に従って、最初に50年確率外力まで10年ごとの外力に対応した浸水量を、合田らの推定図（合田ら、1975）を基本に計算する。

また、想定された浸水量に対する被害額の算定は、レベル湛水法により背後の浸水高を想定した後、浸水高ごとに一般資産の被害率を想定してこれらを加えあわせる

こととしている。また、一般資産の他、公共土木施設や公益事業等施設の被害についても勘案するが、このため個別の評価を行うか、または一般資産に被害額に対する統計的な係数を適応することも可能である。

この一連のプロセスを分かりやすく表現するため、平成10年度から運輸省の直轄事業を実施する横須賀港馬堀海岸で行った計算の例を以下に示す。

a) 馬堀海岸の現状と計画外力

当該海岸の計画外力は、50年確率波高(4.5m)、周期(7.0s)、天文潮(1.9m)、高潮偏差(0.7m)であり、屈折・回折係数は横須賀市港湾局(1997)のものを参考に

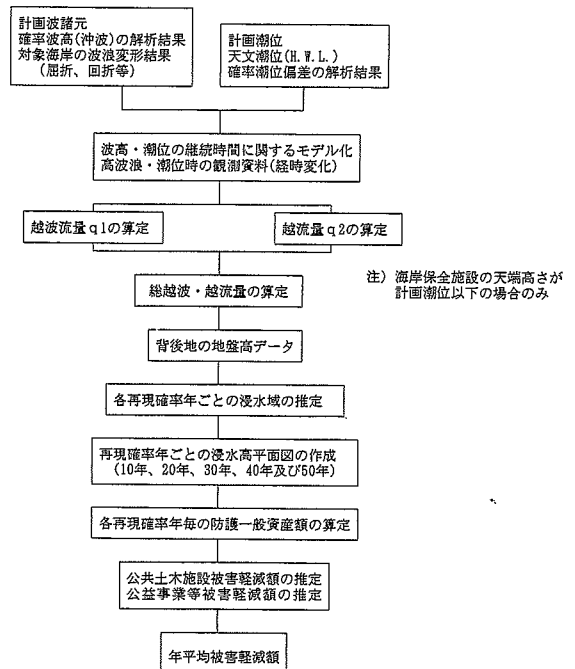


図-2 高潮防護便益の算出フロー

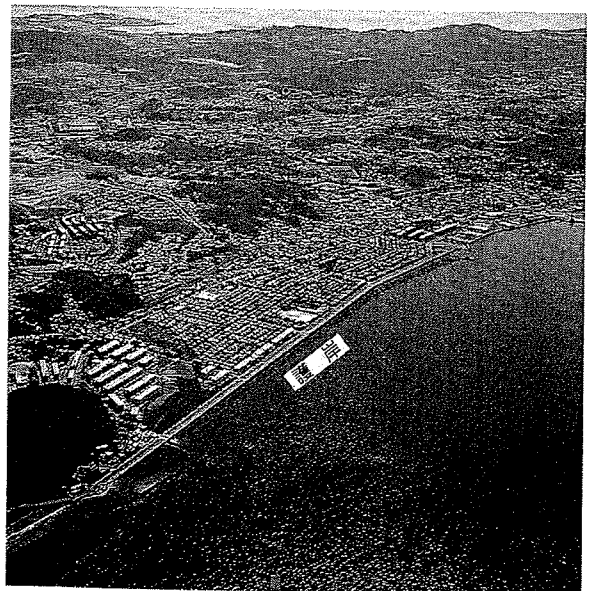


図-3 馬堀海岸の概況

した。また、想定高潮継続時間を約 10 時間と設定する。

b) 計画外力による浸水量、浸水高の想定

計算を簡便に実施するため、50 年確率から 10~40 年確率の波高・潮位偏差の推算においては、沿岸ごとに整理した比率を用いた。また、波高・潮位の時系列ごとのモデル化は図-4、図-5 のように実施した。

一例として 10 年確率波の浸水域計算結果を図-6 に示す。浸水域は護岸から 300~350 m 程度内陸に及んでおり、最大浸水高さは 59 cm となっている。

c) 被害額の想定

浸水高ごとの被害率を想定した後、図-6 においてメッシュごとに治水経済要綱（建設省河川局，1970）に準じて一般資産被害額を算定する。また、一般資産被害額、公共土木被害額、公益事業等被害額の期待値の総括表を表-2 に示す。

e) 費用対便益分析

以上の計算で供用年次から 50 年間の高潮防護便益の現在価値は 1,226 億円と推計された。馬堀海岸の事業については、高潮防護効果のほか親水性の向上の便益も考えられるが、ここではこれには触れないこととする。

一方、建設費は 99 億円と見積もられ、その他維持管理費用等を勘案すると、このプロジェクトの純現在価値 ($B-C$) は 1,175 億円、費用対便益比 (B/C) は 15.5 とな

表-2 年平均被害額軽減額算出表

(千円)

確率年毎の浸水量 $Q_i(m^3)$	確率年	$Q_i \sim Q_{i+1}$ の年平均生起確率	浸水流量に対応する想定一般資産被害額	$Q_i \sim Q_{i+1}$ の区間平均一般資産被害額	生起確率 $\times$ 区間平均一般資産被害額期待値	当該浸水量までの年平均一般資産被害軽減額期待値
0	1	—	0	—	—	—
239,640	1/10	0.900	5,778,433	2,889,217	2,600,295	2,600,295
296,087	1/20	0.500	7,407,094	6,592,764	329,638	2,929,933
348,970	1/30	0.167	8,593,857	8,000,476	133,341	3,063,274
365,100	1/40	0.083	8,760,789	8,677,323	72,311	3,135,586
381,871	1/50	0.050	8,941,912	8,851,351	44,257	3,179,842
一般資産被害額				3,179,842		
公共土木被害額 (一般資産の 106%)				3,370,633		
公益事業等被害額 (一般資産の 8%)				254,387		
合 計				6,804,862		

り、実施するに値するプロジェクトと結論付けることができる。

f) モデルの再現性のチェック

なお、浸水域計算に関し、当該海岸にて平成 8 年度に来襲した 9617 台風に伴う護岸からの越波被害と計算値を比較してモデルの妥当性を検証した。当時のピーク沖波波高は 3.67 m であり、ほぼ 10 年確率波高に相当する。

計算結果は、当時の被害の報道によれば浸水高が 40~70 cm であったといわれていることから、ほぼ状況を再現していると考えられる。

3.3 侵食防止便益

侵食防止の便益の算出に当たっては、当該海岸の侵食速度 (m/年) を最初に推定する。そして、プロジェクトライフである 50 年間に侵食される土地の範囲を算出し、この範囲の土地の価格（不動産取引事例等による実質価格を取ることを原則としている）及び侵食範囲に家屋等の上物がある場合は、移転可能なものを除く不動産等の価値を合計して侵食防止便益とする。

また、計算の仮定である 50 年間対策なしに侵食が進行することによって、当初問題がない箇所であっても高潮被害を受けやすくなる状態となることが想定される。本来は時系列的な評価が必要と考えられるが、作業の簡易化のため、侵食された海岸線位置が現行の海岸保全施設又は海岸崖に至った時点から、防護施設のない無防備な状態で高潮被害を受ける状況が発生したと想定して、その予測を行いこれを侵食防止便益に加えることとする。

なお、初期の段階では砂浜のみが侵食されるケースが

多いと考えられるが、その砂浜価値の評価は議論の多いところである。現行の手法では、便宜的に背後の土地価格のうち最も廉価な土地価格の 1/2 を適用している。砂浜は、国土保全のほか利用面や環境面から見てもその価値は計り知れないものがあり、大規模な CVM 等の実施により、砂浜の価値について金額換算の方策

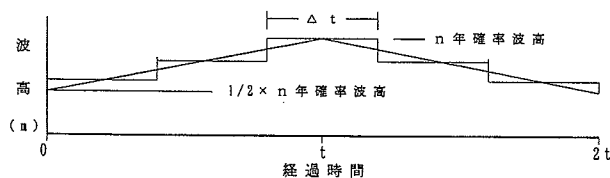


図-4 波高の時系列経過のモデル化

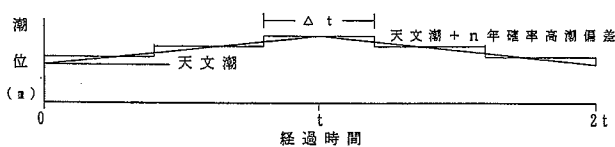


図-5 潮位の時系列経過のモデル化

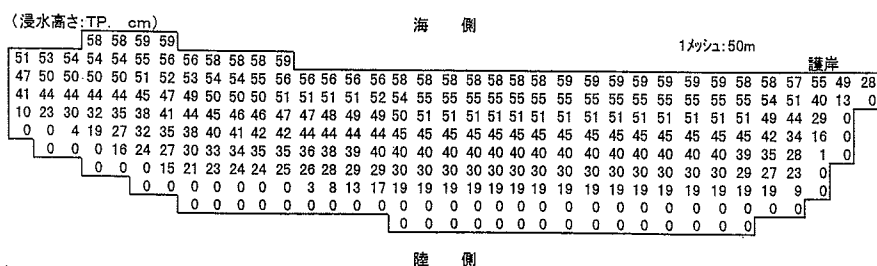


図-6 10 年確率波の浸水域計算結果



図一7 玉藻海岸の概要

表一3 高松港海岸利用者便益測定結果

	年間支払額	地域内人口 (15～64歳)	便 益
I. 高松市 (海岸徒歩圏内)	1,819円/年	1万人	1,819万円/年
II. 高松市(その他)	893円/年	20万人	17,860万円/年
III. 高松市外 (坂出市等周辺市町海岸から30km圏内)	634円/年	13万人	8,242万円/年
計	—	34万人	2.8億円/年

を検討し、これを便益算定に組み込む必要がある。

3.4 海岸利用便益

海岸の利用に限らず、公園等の利用の便益の測定は、基本的に利用者の消費者余剰を計測することが原則となっているが、現状では定まった計測手法が確立されていないのが実態である。

米国のビーチ造成のプロジェクトでは、「その場所を訪問するために必要とされる費用によって利用便益を測定する」旅行費用法 (Travel Cost Method; TCM) により、事業の便益を測定している事例が見られる。

イギリスの費用対便益のマニュアルでは、TCM のほかに「その事業による便益と引き替えに、いくらまでなら支払えるか」を直接インタビューなどで把握する仮想的市場法 (Contingent Valuation Method; CVM) で利用便益を計測することが提唱されている。この中では、両手法の比較を行っており、海岸が米国に比較して近接するイギリスでは、隣接海岸等の評価が複雑となる TCM より CVM が簡便且つ実態に近いのではないかと結論づけている。

このような背景を受けて今回の検討では、海岸の利用便益は CVM で把握することを原則としている。

実際の海岸利用便益の把握のための CVM では、高潮防護や侵食防止の便益とのダブルカウントを避けるため、インタビューの中ではこれら災害防護には一切触れ

ず、海岸の利用とこれと不離一体の景観の改善や環境の改善に絞って支払い意志額を把握することにしてる。

ここで、平成 10 年度から運輸省の直轄事業として、透水性工法を用いて砂浜の造成を行う高松港玉藻海岸 (図一7) において実施した CVM の例を提示する。

調査は対象を 100 名とし、直接面談方式で実施した。当該海岸からの距離によって評価が異なると考えられることから、海岸徒歩圏内、市内、周辺市の海岸から 30 km 圏内に区分し、提示した仮想の入場料に対する支払意思を確認した。推定は、平均支払い意思額から入場料を支払うと回答した場合の平均利用回数を乗ずることにより行った。

玉藻海岸の例では、表一3 に示すように新たな整備による年間の海岸利用便益は 2.8 億円と想定できる。玉藻海岸の第一義的な整備目的は高潮対策であるが、年間 2.8 億円の海岸利用便益を付加してもよいことがわかる。

4. 結 語

海岸事業の投資効果を把握すべきことは、早くから指摘されてきたが、本格的かつ体系的に検討に着手されたのはここ最近のことである。他の公共事業においても、透明性を担保する観点から様々な検討がなされており、進んだ研究成果が発表されつつある。

本稿で紹介した手法については今後さらに検討すべき課題も多いが、当面の適用に係わる基本的な手法は確立できたと考えている。運輸省では平成 11 年度事業の予算要求から全ての新規及び継続海岸について、この手法による費用対便益分析を行うこととし、海岸管理者と共同で作業を行っているところである。今後これらの作業の積み重ねによって、分析手法の改良が進むとともに新たな課題も提示されるものと考えている。

本稿は行政サイドの現在までの検討結果を提示したものであるが、これを契機に海岸工学委員会を含めた広範な場で、海岸事業の費用対便益分析に関する議論が行われることを期待する。

参 考 文 献

- 建設省河川局 (1970): 治水経済要綱。
- 合田良実・岸良安治・神山 豊(1975): 不規則波による防護護岸の越波流量に関する実験的研究, 港研報告, Vol. 14, No. 4, pp. 3-44.
- 土木学会編 (1957): 海岸保全施設設計便覧。
- 森杉壽芳(1997): 社会資本整備の便益評価, 勁草書房, pp. 13-52.
- 横須賀市港湾局 (1997): 護岸全面波高の検討 (浅海波浪変形計算)。