

環境共生型護岸の 費用対効果算出手法と効果的整備の検討

PRO-ENVIRONMENTAL SEAWALLS: THEIR COST-EFFECTIVENESS ANALYSIS AND EFFECTIVE ALLOCATIONS

眞田将平¹・近藤充隆²・白井一洋²・下迫健一郎³・

桑江朝比呂⁴・細川真也⁵・諸星一信⁶・鈴木寛⁷

Shohei SANADA, Mitsutaka KONDOU, Kazuhiro SHIRAI, Kenichoro SHIMOSAKO,
Tomohiro KUWAE, Shinya HOSOKAWA, Kazunobu MOROHOSHI, Satoru SUZUKI

¹正会員 修(工) 国土交通省 関東地方整備局 横浜港湾空港技術調査事務所
(〒221-0053 横浜市神奈川区橋本町2-1-4)

²国土交通省 関東地方整備局 横浜港湾空港技術調査事務所 (同上)

³正会員 博(工) 国土交通省 関東地方整備局 横浜港湾空港技術調査事務所 (同上)

⁴正会員 博(農) (独) 港湾空港技術研究所 海洋・水工部 (〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1)

⁵正会員 修(工) (独) 港湾空港技術研究所 海洋・水工部 (同上)

⁶正会員 博(工) (財) 港湾空港高度化環境研究センター (〒105-0001 東京都港区虎ノ門3-1-10)

⁷博(環) (財) 港湾空港高度化環境研究センター (同上)

We analyzed the cost-effectiveness of the pro-environmental seawall constructed at the Yokohama Port and Airport Technology Investigation Office, MLIT, to establish the analysis protocols. The protocol includes estimation of the newly defined value of carbon storage by coastal organisms, named “Blue Carbon”, by the United Nations Environmental Programme (UNEP). We compared the differences in cost-effectiveness between the pro-environmental seawall and conventional seawalls. Our cost-effectiveness model revealed that allocation of pro-environmental seawalls in the inner part of Tokyo Bay and/or away from adjacent tidal ecosystems would provide higher values.

Key Words : *Cost-effectiveness analysis, blue carbon, pro-environmental seawall, constructed tidal flat*

1. はじめに

我が国における、都市部内湾の海岸線は、開発に伴い戦前より護岸建設が進められてきた。その結果、三大湾の海岸保全施設の中では、築造後40年以上が経ち、供用年数の経過に近い護岸延長の比率が全体の4分の1を超え、老朽化による機能低下が懸念される状況となっている¹⁾。

その解決策として、国土交通省関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所（以下、横浜技調）では、こうした老朽化護岸改修と、生物生息場及び市民の水域利用の確保を両立した、人工干潟・磯場を付帯した環境共生型護岸の実証実験を2008年2月から進めている。生物生息場の確保等については、一定の効果が確認されたこと²⁾から、全国で実証実験施設造成が始まっているところである。

本研究では、我が国で取り組みの始まった、環境共生型護岸の整備に関して、新たな干潟の価値であ

る炭素固定効果を勘案した費用対効果算出手法を確立することを目的とした。また、この手法を用いて、横浜技調で整備した環境共生型護岸（「潮彩の渚」）の費用対効果を算出し、今後の環境共生型護岸の効果的な整備の在り方について考察した。

2. 費用便益分析の概要

今回費用便益分析の対象としたのは、環境共生型護岸「潮彩の渚」である。施設の概要と、費用便益計算の概要を以下に述べる。

(1) 環境共生型護岸「潮彩の渚」について

東京湾の横浜港内に位置する環境共生型護岸「潮彩の渚」（2008年2月29日竣工）は、図-1の通り沿岸方向50m、岸沖方向20mの範囲に、C.D.L. ±0m, +0.5m, +1.0mの階段状（三段）の砂質干潟と、それを取り巻く磯場にて構成される。なお、本護岸改

修にあたっては、元々存在した護岸（1962年竣工）の補修も行っている。

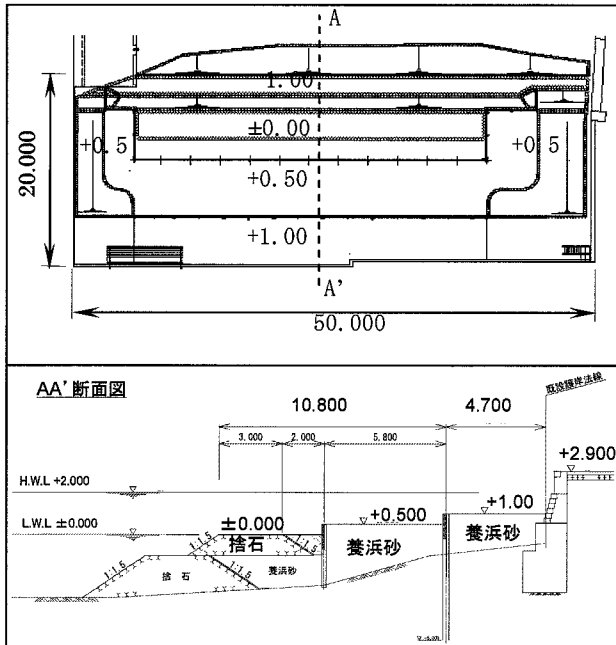


図-1 環境共生型護岸 平断面図（単位はm）

(2) 費用便益分析の計算方法について

費用便益を実施するにあたっては、「海岸事業の費用便益分析指針（改訂版）（以下マニュアル）³⁾」を主に使用した。以下、計算に係る各条件設定について述べる。

a) 初期条件

マニュアルpp. -12より、護岸改修後における施設の供用年数は50年、社会的割引率は4%とした。また、維持管理費については、高知県での海岸侵食対策事業の例⁴⁾を基に、0.5%と設定した。

また、総便益の算出に際しては、バイアスが存在するCVM（仮想評価法）による評価や、アンケート実施は避け、客観的な定量評価を試みた。

b) 総費用の算定方法について

今回対象としている環境共生型護岸「潮彩の渚」補修事業は、平成19年度の1年間で終了した事業である。そこで、総費用は、初年度事業費と50年間に発生する維持管理費を足し併せたものとした。各年度の維持管理費については、マニュアルpp. -19に示されている費用の現在価値への変換式により現在価値化を行った。

c) 総便益の算定方法について

総便益の算定に際しては、干潟・磯場の価値として、①水質浄化（COD除去）効果、②水産有用種増殖効果、③環境共生型護岸来場による余暇機能向上効果、の3つに加えて、近年新たに注目されている④干潟・磯場の生物による炭素固定（生態系内での有機物蓄積）を通じた二酸化炭素固定効果を価値として算出した。最後に護岸の効果として、⑤護岸本来の便益（マニュアルによると浸水防護効果、侵食防護効果）を価値として計上した。便益発生は分析

対象とする50年間とし、現在価値化を行った。

3. 初年度便益の計算

費用便益分析実施にあたり、まず初年度に発生する便益を計算した。以下、各便益の算定方法について述べる。

(1) 水質浄化効果の便益

マニュアルpp. -68を参考に、以下式(1)に示される代替法による計算を行った。

$$B_1 = M_{CODT} C_{CODS} \quad (1)$$

ここで、 B_1 は水質浄化効果による年間便益額であり、 M_{CODT} は人工干潟によるCOD除去量、 C_{CODS} は有機物処理量に相当する横浜市下水道費用を示す。

a) 人工干潟によるCOD除去量（ M_{CODT} ）の算定

除去量の原単位については、佐々木⁵⁾により示された、生態系呼吸量を表すエネルギー消費量とした。計算に際しては、環境共生型護岸「潮彩の渚」が、横浜港内に位置することより、同じ東京湾に位置する葛西人工海浜、及び稲毛人工海浜の試算結果の平均値である21.5(g/m²/year)とした。また、「潮彩の渚」の干潟部面積については、工事完成図書の完成図より算出し、507.8(m²)であった。

以上より、潮彩の渚の1年間当たりのCOD除去量が算出され $M_{CODT}=10.9$ (kgCOD/year) となった。

b) 有機物処理量に相当する横浜市下水道費用（ C_{CODS} ）算定

計算については、マニュアルのpp. -69を参照し、環境共生型護岸「潮彩の渚」が神奈川県横浜市神奈川区に竣工されたことを考慮し、以下の式(2)～(4)にて行った。

$$C_{CODS} = C_d / M_{CODS} \quad (2)$$

$$C_d = C_c + C_m \quad (3)$$

$$M_{CODS} = U_{COD} R_{COD} \quad (4)$$

ここで、 C_{CODS} は有機物(COD)処理量当たりの年間下水道費用であり、 C_d は横浜市下水道の処理人口当たり年間経費、 C_c は年間の処理人口当たり建設費（建設費／耐用年数）、 C_m は年間の処理人口当たり維持管理費、 M_{CODS} は下水道施設による処理人口当たりの年間COD除去量、 U_{COD} はCOD発生原単位、 R_{COD} は下水道施設によるCOD除去率を示す。

算定にあたっては、基準年度を平成20年度とし、横浜市環境創造局の下水道事業資料^{6), 7), 8)}を使用した。

まず、横浜市下水道の処理当たり年間経費 C_d を

算出した。マニュアルpp. -69を参考に、下水道の耐用年数を35年として、表-1に示すように、式(3)を用いて C_d を算出した。

表-1 処理当たり年間経費の算出

No.				備考
①	処理人口	365.0	万人	(平成21年3月)時点
②	処理人口の増加	2.5	万人/year	(平成21年3月)時点 - (平成20年3月)時点
③	建設事業費	142,641	百万円/year	平成20年度
④	維持管理費	117,907	百万円/year	
⑤	下水道施設耐用年数	35.0	year	
	C_d (処理人口当たり年間経費)	196,767	円/year・人	$=\{(\textcircled{3} \div \textcircled{5}) + (\textcircled{4} \div \textcircled{1})\} \times 100$

次に、表-2に示すように、式(4)を用いて、下水道施設による処理人口当たりの年間COD除去量 M_{CODS} を算出した。

表-2 年間COD除去量

No.				備考
①	生活下水基本原単位(COD)	0.038	kg/人・日	平成20年度
②	下水処理場の平均的な除去率(COD排出率)	89.0	%	
	M_{CODS} (下水道施設による処理人口当たりの年間COD除去量)	12.4	kgCOD/人・year	$=\textcircled{1} \times 365 \text{日} \times (\textcircled{2}/100)$

以上の結果より、式(2)により横浜市の有機物処理量当たりの年間下水道費用を計算したところ、 $C_{CODS} = 15,815$ (円/kgCOD) となった。

c) 水質浄化効果の年間便益額 (B_1) の算定

a), b)の結果を用いて、式(1)により、水質浄化効果の初年度の年間便益額が計算され、 $B_1 = 26$ (万円/year) となった。

(2) 水産有用種増殖効果の便益

マニュアルpp. -72を参考に、以下式(5)に示される費用便益積上法による計算を行った。今回、水産有用種として、平成20年度の「潮彩の渚」生物調査結果⁹⁾を参考に、アサリを選定した。

$$B_2 = G_R P U_R \quad (5)$$

ここで、 B_2 は水産有用種増殖効果による年間便益額であり、 G_R は当該施設でのアサリ年間発生量、 $P U_R$ は東京内湾漁業組合でのアサリ単価を示す。なお、コドラート法による採取効率と、便益計算上想定した漁獲効率は、同じと仮定した。また、マニュアルには対象漁獲に係る年間必要経費として、燃料費等の操業経費を差し引くよう書かれているが、当該施設では採取に船舶を要しないため、燃料費は掛からない。しかし、人件費、販売手数料などは掛かる可能性があるが、今回の計算では経費を0円と仮定する。

アサリ発生量のデータは、年度内に4回実施されたコドラート法による調査結果⁹⁾のうち、干潟造成後の加入が安定した、11月調査結果を使用した。ア

サリ1kg当たりの単価については、東京内湾漁業組合資料¹⁰⁾を用いて設定した。

以上の結果をまとめて、表-3に示す。式(5)を用いて計算した結果、初年度の年間便益は $B_2 = 22$ (万円/year) となった。

表-3 水産有用種 (アサリ) 増殖効果の便益

干潟部	面積(m ²)	アサリ発生量(kg)	対象漁獲に係る年間必要経費 $P U_R$ (アサリ1kg当たりの単価)	0	円/year
1段目	167.5	16.1	B_2 (年間便益額)	340	円/kg
2段目	269.1	575.3		22	万円/year
3段目	71.3	68.4			
		発生量の合計(kg)			
G_R (当該施設でのアサリ年間発生量)		659.7			

(3) 余暇機能向上効果の便益

マニュアルpp. -90を参考に、施設竣工後1年間(平成20年度を対象)に、余暇として当該施設を訪れた人を基に、トラベルコスト法により便益 B_3 を算定した。訪問者のゾーニングに当たっては、神奈川県内から訪れた人で、来所目的が施設竣工の目的の1つである、親水空間拡大効果に資するものを対象とした。また、訪問者は全て公共交通機関(鉄道)を利用して施設に来ることとした。

a) 各ゾーンからの旅行費用の算定

初めに表-4に示すように、各ゾーンにおける旅行費用を算出した。なお、対象ゾーニング地の人口は、公表統計資料^{11), 12)}を、鉄道及び徒歩の時間価値については、横浜市事業資料¹³⁾に記載のあった値を使用した。

表-4 各ゾーンにおける旅行費用

ゾーン	a. 年間の訪問回数(回)	b. 人口(人)	c. 利用の頻度(回/人)=a/b	f. 時間価値(円/分)	g. 徒歩の所用距離(km)	h. 徒歩の所用時間(分)
				36.6	1.1	13.8
				d. 電車の所用時間(分)	e. 電車賃(円)	i. 旅行費用(円)=g+(d+h)
神奈川区	375	226562	0.002538	0	0	503
西区	288	91158	0.003159	3	130	743
中区	105	142461	0.000737	6	150	873
港北区	45	321927	0.000140	9	160	993
鶴見区	23	268340	0.000086	7	150	909
金沢区	45	210315	0.000214	25	300	1718
保土ヶ谷区	54	205373	0.000263	12	150	1092
南区	26	195669	0.000133	22	360	1668
藤沢市	8	402842	0.000020	28	400	1928

b) 需要曲線の推定

環境整備がもたらす消費者余剰の増加分を求めるため、表-4の結果を用いて、一次需要曲線を推定した。その結果、最も相関の高かった式($R^2 = 0.58$)として、図-2に示すものが得られた。

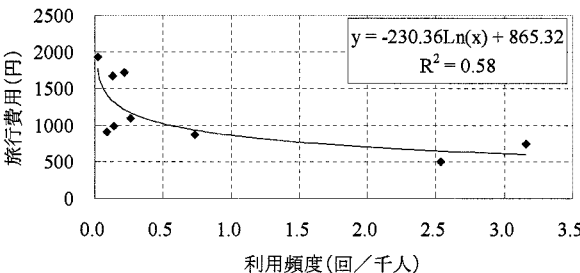


図-2 環境共生型護岸「潮彩の渚」一次需要曲線

次に二次需要曲線を推定するために、仮想料金を設定した。仮想料金の設定に当たっては、環境共生型護岸「潮彩の渚」が横浜港内に初めて出来た干潟であることを考慮に入れた。それまでは、付近住民が干潟に行く場合、北にある多摩川河口干潟か、南の横浜海の公園に行くしか選択肢がなかったが、施設竣工により、近くに出来たから行くというインセンティブが働く。このインセンティブを旅行費用の差分と考えて、仮想料金を設定した。各ゾーンからの旅行費用の差分結果を比較して、仮想料金1,500円（有効数字が二桁になるよう四捨五入）を、利用者が0人になる料金とした。

更に、「潮彩の渚」は実験施設であることにより、基本的に平日8時間しか立ち入ることが出来ない。そこで、平日12時間、休日12時間立ち入ることが出来た場合の潜在的効果を算定した。

初年度便益は、以下式(6)により算定した。

$$B_3 = \int_0^{C_p} N(y) dy \quad (6)$$

ここで、 B_3 は余暇機能向上効果による年間便益額であり、 $N(y)$ は一次需要曲線より定義される利用料 y 円当たりの利用者数、 C_p は仮想料金を示す。

図-3に示す二次需要曲線より、式(6)を用いて初年度便益を計算した結果、 $B_3 = 91$ （万円）が得られた。

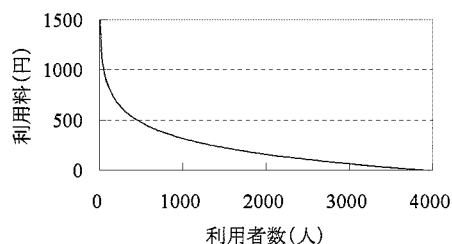


図-3 環境共生型護岸「潮彩の渚」 二次需要曲線

(4) 二酸化炭素固定効果の便益

2009年10月14日、国連環境計画（UNEP）のプレスリリース¹⁴⁾によって、干潟の価値として、炭素固定効果「ブルーカーボン」が世界的に認識された。

今回、「ブルーカーボン」効果による初年度の便益は代替法で示され、以下の式(7)、(8)に定義した。

$$B_4 = F_{CO_2} C_{CO_2} \quad (7)$$

$$F_{CO_2} = F_C \alpha \quad (8)$$

ここで、 B_4 はブルーカーボン効果による年間便益額であり、 F_{CO_2} は生態系による二酸化炭素固定量（固定された炭素を二酸化炭素に換算したもの）、

C_{CO_2} は限界削減費用、 F_C は生態系による炭素固定量、 α は炭素-二酸化炭素換算係数を示す。

今回、便益の計算に当たっては、干潟生態系の構成者のうち、定量化が可能であった生貝のみを対象とした。

生貝の発生量は、「潮彩の渚」生物調査結果⁹⁾より確認された全種類の貝を対象とした。また、限界削減費用、炭素-二酸化炭素換算係数、生貝の炭素含有量については既存資料¹⁵⁾¹⁶⁾を用いた。なお、生貝の炭素固定に関しては、毎年海域から取り上げることを前提に計算を行った。式(7)、(8)を用いて便益を計算した結果を表-5に示す。計算の結果、 $B_4 = 2.3$ （万円）となった。

表-5 二酸化炭素固定効果の便益算定表

干潟部	面積(m ²)	調査結果	合計	軟体部	殻部	合計
		生貝発生量(g/m ²)	生貝発生量(kg)	C固定量(kg)	C固定量(kg)	C固定(kg)
1段目	167.5	238.1	39.9	1.1	2.4	3.5
2段目	269.1	2942.2	791.7	22.2	47.5	69.7
3段目	71.3	1380.6	98.4	2.8	5.9	8.7
F _C (総計C固定量)			81.8	kg		
F _{CO2} (総計CO2固定量)			0.30	ton		
C _{CO2} (限界削減費用)			75000	円/CO ₂ ton		
α(炭素-二酸化炭素換算係数)			44/12			
B ₄ (便益)			2.3	万円		

※生貝発生量は確認された全種類が対象

(5) 護岸本来の便益

マニュアルによると、護岸本来の便益として、浸水防護効果、侵食防護効果、等が存在する。

「潮彩の渚」は実証実験施設であるため、今回、本便益を以下の式(9)のように定義した。

$$B_0' = \beta C_{w0} \quad (9)$$

ここで、 B_0' は護岸本来の効果による便益であり、 β は護岸改修による費用対効果値を、 C_{w0} は護岸改修費を示す。

(6) 総費用の計算

初年度の事業費は、6,325（万円、税込み）であった。加えて、供用期間中の維持管理費については、現在価値化し、合計した。その結果、維持管理費は、711（万円）となった。

以上のことから、供用期間中の総費用は、事業費と維持管理費の和で表されることより、（総費用）＝7,036（万円）が得られた。

(7) 総便益の計算及び費用対効果

3.で求めた初年度便益をもとに、供用期間中の便益を計算した。なお、式(9)に示す護岸本来の便益に関して、護岸改修費 C_{w0} については、「潮彩の渚」と同延長の護岸改修を港湾土木請負工事積算基準¹⁷⁾を参考に積算した初年度事業費に、維持管理費を加えたものとした。また、係数 β については、

表-6 環境共生型護岸の費用分析結果

効果	対象	供用期間中の便益				初年度の事業費	総費用
		各便益	干潟・磯場の便益	護岸改修の便益	総便益		
		万円	万円	万円	万円	万円	万円
① 水質浄化(COD除去)効果	干潟	388	2,982		12,884	6,325	7,036
② 水産有用種(アサリ)増殖効果	干潟	504					
③ 余暇機能向上効果(アクセス性の改善)	干潟・磯場	2,039				CBR法	総便益/総費用
④ 二酸化炭素固定効果	干潟・磯場	51				B/C	1.8
⑤ 護岸本来の効果	護岸	9,902		9,902			

一般的に護岸改修は費用対効果が1以上になるよう設計されることより、今回 $\beta=1$ として、護岸本来の効果による便益を計算した。

計算した結果をまとめて表-6に示す。環境共生型護岸による費用対効果は、 $B/C=1.8$ となった。本来の護岸改修と比較して、環境共生型護岸改修により発生する付加価値である干潟・磯場効果のうち、余暇機能向上効果が最大便益の2,039万円となった。また、今回発生した干潟・磯場の便益は、総便益の23%(2,982万円)であった。なお、本便益計算にあたって、②及び④の効果については、発生した貝類を毎年系外に出す(取り上げる)という人為的な作業の発生を伴って初めて価値として算定されることに注意しなければならない。

4. 費用便益分析の考察

(1) 事業実施の有無における(with時及びwithout時)の費用便益分析

今まで述べてきた結果を用いて、事業実施の有無における費用便益分析を実施した。ここで、 C_0 は初期建設費+維持管理費であり、 C_w は護岸改修費+維持管理費、 C_w は環境共生型護岸改修費+維持管理費、 B_0 は護岸本来の効果(初期50年)による便益、 B_0' は護岸本来の効果(50年~100年)による便益、 ΔB は干潟・磯場効果による便益を示す。

費用便益分析は、式(10)に示すように、with時、without時の B/C を差分することにより行った。

$$\Delta\left(\frac{B}{C}\right) = \frac{B_0' + \Delta B}{C_w} - \frac{B_0'}{C_{w0}} \quad (10)$$

ここで、 $\Delta(B/C) > 0$ となる場合、 $C_{w0} > 0$ 及び $B_0' > 0$ 、また式(9)を用いて式(10)を変換して、以下式(11)が得られる。

$$(C_{w0} - C_w) + \frac{\Delta B}{\beta} > 0 \quad (11)$$

式(11)は、事業実施の有無における費用便益分析結果を示しており、護岸改修の総費用 C_{w0} から環境

共生型護岸改修の総費用 C_w を引いたものに、

$\Delta(B/C) > 0$ となる(環境共生型護岸改修のほうが、 B/C が高くなる)ことがわかった。ここで $\Delta(B/C)$ 項は、環境共生型護岸の持つ付加価値に他ならず、護岸本来の効果が小さい(β が小さい)ほど、その付加価値は大きくなる。また、護岸改修と環境共生型護岸改修を比較して、環境共生型護岸改修費のほうが高価である場合においても、その付加価値によって後者が費用対効果がある場合があることがわかった。

(2) 環境共生型護岸の施設造成箇所の検討

式(11)より、環境共生型護岸の価値を高めるためには、干潟・磯場の便益を高める必要があることがわかる。その結果を用いて、施設造成箇所について検討を行った。

干潟・磯場の便益のうち、今回最大であったのは、余暇機能向上効果(干潟・磯場便益の68%)であった。「潮彩の渚」は実証実験施設であるため、潮干狩り及び海水浴は禁止しているが、来場者へのヒアリング結果によると、近くに干潟が出来たので来たという人が多くを占めた。さらに、東京湾内の干潟、例えば横浜海の公園では、年間200万人程度の来場者¹⁸⁾であり、また東京都お台場海浜公園では、年間100万人以上の来場者¹⁹⁾があることからみても、東京湾沿岸部では、多くの人が干潟に興味を持ち訪れていることがわかる。即ち、人口が多く、近くに干潟の無い箇所に施設造成を行うと、来場者数及び仮想料金の増加を引き起こし、余暇機能向上効果を大きくすることができると考えられる。

また、干潟・磯場の効果のうち、水質浄化(COD除去)効果についても検討した。有機物除去という意味で似たような意味合いを持つ総窒素除去量を東京湾の湾奥、湾央、湾口にわけて推算した結果²⁰⁾によると、湾奥部が最大となることが知られている。したがって、湾奥部に環境共生型護岸を設置することによって、水質浄化効果を大きくすることができると考えられる。

加えて、湾奥部に位置する東京港は、竣工後40年以上が経過し、老朽化している防波堤、護岸施設が全体の36%存在する²¹⁾。

以上のことより、東京湾の湾奥部に位置する老朽化護岸において、付近の干潟から遠い場所での環境共生型護岸を設置する場合が最も費用対効果が大きくなると推察される。

5. 結論

以上のことより、本研究では、人工干潟・磯場を付帯した環境共生型護岸の整備に関して、既存の効果に加えて、新たな干潟の価値と考えられる「ブルーカーボン」を勘案した費用対効果計算法を確立することができた。加えて、事業実施の有無における費用対効果分析の式を算出することができた。

また、今後の効果的な環境共生型護岸の在り方について検討した結果、東京湾の湾奥部に位置する老朽化護岸において、付近の干潟から遠い場所での環境共生型護岸設置が最も費用対効果が大きくなると推察された。

今後の課題としては、費用対効果計算手法の精度向上はもとより、水産有用種増殖効果及び炭素固定効果の便益を発生させるために、発生した二枚貝を毎年系外に取り出すシステム作りが挙げられる。またブルーカーボンについては、今後より多角的な観点から研究を進めることが必要と考えられる。

謝辞：本研究を行うにあたり、(財)港湾空港高度化環境研究センター細川恭史専務理事、小田勝也部長、国土交通省関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所設計室の小濱英司室長には適切な御助言を頂きました。ここに記して深甚なる謝意を示します。

参考文献

- 1) 農林水産省農林振興局防災課，農林水産省水産庁防災漁村課，国土交通省河川局海岸室，国土交通省港湾局海岸・防災課：ライフサイクルマネジメントのための海岸保全施設維持管理マニュアル（案）～堤防・護岸・胸壁の点検・診断～，
<http://www.mlit.go.jp/common/000052149.pdf>，pp. 2，平成 20 年 2 月。
- 2) 森田健二，渡部昌治，古川恵太，今村均，亀山豊，諸星一信：多様な目的を有する環境共生型護岸の整備効果と官民協働による維持管理方策に関する研究，海洋開発論文集第 25 巻，pp. 987-992，2009。
- 3) 農林水産省農林振興局，農林水産省水産庁，国土交通省河川局，国土交通省港湾局：海岸事業の費用便益分析指針（改訂版），
<http://www.mlit.go.jp/kowan/beneki/index.html>，平成 16 年 6 月。
- 4) 高知県安芸市海岸課：平成 20 年度再評価結果，
<http://202.254.165.145/uploaded/attachment/18210.pdf>，平成 20 年度。
- 5) 佐々木克之：内湾および干潟における物質循環と生物生産，海洋と生物 vol. 20，pp. 132-137，1998。
- 6) 横浜市環境創造局：環境創造局下水道事業概要，
http://www.city.yokohama.jp/me/kankyou/data/book/summary/images/21_3-11.pdf，平成 21 年度。
- 7) 横浜市環境創造局：環境創造局下水道事業概要，
http://www.city.yokohama.jp/me/kankyou/data/book/summary/h20jigyougaiyou/images/21_3-11.pdf，平成 20 年度。
- 8) 横浜市環境創造局：下水道事業の環境レポート～環境会計の視点から（平成 20 年度決算版）～，
<http://www.city.yokohama.jp/me/kankyou/gesui/keiei/kreport/h20/h20krepo.pdf>，平成 21 年 12 月。
- 9) 国土交通省関東地方整備局横浜港湾空港技術調査事務所：人工海浜等の水質・底質等モニタリング調査報告書，平成 21 年 3 月。
- 10) 東京都産業労働局農林水産部：内湾漁業の概要，
[http://www.sangyo-rodo.metro.tokyo.jp/norin/suisan/about/documents/naiwan\(19\).PDF](http://www.sangyo-rodo.metro.tokyo.jp/norin/suisan/about/documents/naiwan(19).PDF)，平成 19 年度。
- 11) 横浜市行政運営調整局総務部統計係：横浜市人口バックナンバー，
<http://www.city.yokohama.jp/me/stat/jinko/news-pdf/0804-j.pdf>，平成 20 年 4 月 7 日。
- 12) 藤沢市市長部局総務部文書統計課：藤沢市の人口と世帯数の推移，
<http://www.city.fujisawa.kanagawa.jp/content/000252479.pdf>，平成 20 年 4 月。
- 13) 横浜市環境創造局：平成 20 年度横浜市公共事業評価審査委員会公園部会 横浜動物の森公園整備事業，
http://www.city.yokohama.jp/me/toshi/kokyo/jigyouuhyouka/iinkai/h20/h20-p3_siryou.pdf，pp. 14，平成 20 年度。
- 14) United Nations Environment Programme: *Healthy Oceans New Key to Combating Climate Change*，
<http://www.unep.org/Documents/Multilingual/Default.Print.asp?DocumentID=599&ArticleID=6342&l=e>，2009。
- 15) 三重県庁：平成 14 年度三重県 CO₂ 排出量取引制度提案事業報告書，
http://www.env.go.jp/earth/ondanka/mechanism/hai syutu_mie/，平成 15 年 3 月。
- 16) 森林総合研究所，水産総合研究センター：森林，海洋等における CO₂ 収支の評価の高度化，表 2-2-1，pp. 116。
- 17) 日本港湾協会，国土交通省港湾局，財団法人港湾空港建設技術サービスセンター：港湾土木請負工事積算基準，平成 17 年度版。
- 18) 鈴木寛，磯部雅彦：東京湾における生態系サービスの経済的な価値について，海洋開発論文集第 23 巻，pp. 273-278，2007。
- 19) 東京都港湾局臨海開発部海上公園課：東京都お台場海浜公園の運営，
<http://www.chijihon.metro.tokyo.jp/hyokahp/h13/h13PDF/24.pdf>，pp. 2，平成 13 年度。
- 20) 社団法人日本水資源保護協会：漁場保全機能定量化事業報告書—第Ⅱ期とりまとめ—，pp. 241 平成 6 年 3 月。
- 21) 東京都港湾局港湾整備部計画課：東京湾沿岸の緊急整備への要請，
<http://www.kouwan.metro.tokyo.jp/jigyo/kaigan-plan/kinkyuu/PDF/yousei.pdf>，pp. 10，平成 18 年度。