

沿岸域の環境改善施策の実施に向けた“費用対効果”の問題に関する一考察

上月 康 則* ・ 山 中 英 生** ・ 倉 田 健 悟***
太 田 博 子**** ・ 轟 朝 幸***** ・ 山 村 能 郎*****
村 上 仁 士*****

1. 緒 言

富栄養化をはじめ閉鎖性海域の環境問題についてはその解決に向けた調査研究や技術開発が精力的に行われている。その一方で、これらの研究成果や技術を活かした施策によって、期待した改善効果が長期間にわたって得られたという報告は多くみあたらない。

近年“公共事業＝税金のむだ遣い”といった極端な論調も一部で展開される中で、環境に配慮した事業でも費用対効果が意識され、今後より環境改善施策を展開していくためには、費用対効果を明確に示すことが望まれている。“環境”を対象とする事業の効果を貨幣換算し、便益を求める方法としてはCVMが注目されているが、本法には実用面での有効性については疑問視する声もあり、わが国で実際の環境改善事業に適用された例は未だ聞かない。

そこで、本研究では費用対効果の問題を中心に、社会的に信頼される環境改善施策を展開するための課題の整理と展望を示した。これまで沿岸域環境に関するCVM(Contingent Valuation Method, 仮想的市場評価法)を概観した黄川田ら(2000)の先行研究もあるが、ここではさらに環境改善事業の実施事例を収集し、事業プロセスや費用対効果の問題点を具体的に示した点に特徴がある。また沿岸域に留まらず幅広い環境を対象とした事例を検討しており、今後の陸域と海域の総合的な環境改善施策にも貴重な知見になり得ると思われる。

2. 調査および検討方法

2.1 環境改善事業の事例収集

環境改善事業の事例を収集するために、旧建設省四国地方建設局、旧運輸省第三港湾建設局、日本道路公団四

国支社、香川県、徳島県、高知県、愛媛県、山口県、島根県、鳥取県、広島県を対象にアンケートを実施した。主な内容は次のとおりである。①事業概要(目的、内容など)、②費用(事業費、費用算定方法など)、③効果算定の方法(評価項目、目標数値、事前・事後モニタリングの内容)、対象とする事業には環境改善を主目的にした事業事例は多くないと思われたことから、環境に配慮した事業も含めることとした。また公共事業における環境への配慮とその費用対効果の一般的な考え方を踏まえ、海域での事業の特徴を把握するために、河川、道路に関するものも広く考察の対象とした。

2.2 PCMによる環境改善事業実施上の問題点の抽出

PCM(Project Cycle Management)は、(財)国際開発高等教育機構(FASID)により、国際経済協力における開発援助プログラムの運営管理手法として1990年代前半に開発され、1990年代後半には国際協力事業団(JICA)によって実用化されている。本手法は多くの問題を抱える事例の問題の構造とその解決方法を関係者の参加の下で意志決定することに適している。国内でも山中ら(2000)をはじめ、社会的な問題の解決プロジェクトの策定にPCMは用いられており、島津(1999)は藤前干潟の埋立問題の構造を本手法で示している。

本研究では、大学研究者3名、行政担当者3名、建設コンサルタント技術者1名、大学院生1名、PCMワークショップのモデレータ1名で、中心問題を設定し、その構造化を約5時間かけて行った。

3. 環境改善事業と費用対効果

3.1 環境改善事業の事例

a) 種類と事例数

海域環境を扱ったものが3件と少なかったが、表1に示すように計58件の事例を収集することができた。

このうち河川の水質改善事業数が比較的多く、かつ環境改善のみを目的とした単独事業の割合が大きいことは注目に値する。これは生物や生態系など他の事象に比較して、水質は見た目などの感覚で問題を認識されやすいため、単独の事業として成立したと思われる。その点、海域環境の問題は広く理解される機会は少なく、かつ小

* 正 会 員	博(工)	徳島大学大学院工学研究科エコシステム工学専攻
** 正 会 員	工 博	徳島大学工学部
*** 正 会 員	博(理)	徳島大学大学院工学研究科エコシステム工学専攻
**** 正 会 員	修(工)	日亜化学工業(株)
***** 正 会 員	工 博	高知工科大学社会システム工学科
***** 正 会 員	博(工)	香川大学経済学部
***** フェロー	工 博	徳島大学大学院工学研究科エコシステム工学専攻

表一 環境改善事業の種類と事例数

環境	種類	単独事業/全事例数
海域	浚渫土砂を活用した干潟造成	1/1
	覆砂	1/1
	休憩地から汚水を流出させないトイレ施設	0/1
河川	多自然型川づくり, ビオトープづくり	3/13
	魚道	3/8
	水質改善	7/8
	親水性, 修景	1/6
道路	法面の潜在自然植生	0/9
	けもの道の設置	1/2
	希少生物に配慮した工法の変更	0/3
	修景, 法面緑化	1/3
公園	植栽	2/2
	ソーラーシステムの設置	1/1

規模な事業では十分な改善効果が見込めないため、海域において環境改善事業を成立させるためには、まず問題を一般に認知させることが必要である。

b) 効果算定の方法

回答結果の中から、効果算定に必要と思われる事業の評価項目、数値目標、事前・事後調査のいずれかに記入があった39事例を抜粋し、表一2にまとめた。

表一2より、大半の事例では評価項目の数値目標が設定されていないことがわかる。また事前と事後の調査がなされた事例数を比較すると前者は26件、後者は17件と事後調査が疎かにされているようである。また両調査がなされていたのは9事例で、効果算定に必要と思われる全ての項目が設定されていたのは河川事業の2件だけであった。設問では、事業の実施前の費用対効果の有無について尋ねたが、算定したという事例はみあたらなかった。

これらの結果から、他の事業の付帯事業として環境改善事業が扱われる場合には、主目的の事業によって得られる便益の範囲内で実施されるため、費用や効果に対する意識が低くなっていることがうかがえる。

3.2 効果算定指針におけるCVMの扱い

収集した事業事例の中では、費用対効果の検討はなされていなかったが、事業主体となる各種関係機関では環境関連事業の効果算定に関する指針が発表されている。

港湾環境に関しては、浚渫、導水施設の整備、覆土、覆砂、海浜の造成事業を水質・底質改善プロジェクトと位置づけ、その効果の計測方法が示されている（港湾空間高度化センター, 1999）。便益として計測する対象は表一3のとおりであり、自然環境に関する生態系や自然環境の回復・保全の価値についてはCVMを用いることとなっている。また受益者の範囲は「事業が実施される海域の受益者として、プロジェクトの効果が波及する範囲の住民数を推計する」となっている。

その他に建設省関連事業（建設省, 1999；日本下水道協会, 1999）、農林関連事業（農林環境整備センター, 2000；林野庁, 2000）などがそれぞれに計測すべき便益項目と計測方法についてまとめているが、いずれの資料

表一2 事業の評価項目、数値目標、事前・事後調査の概要

	評価項目	数値目標	調査	
			事前	事後
海域				
1	水質, 底質, 溶出量, 底生生物	無し	○	○*
2	(回答無し)	無し	○	○
河川				
1	水生生物の自由な移動と生息生物の多様性	無し		○
2	良好な生息環境	無し	○	○*
3	魚の種類と個体数	無し	○	
4	アユの稚魚が上れる	無し	○	
5	魚の種類と個体数	無し		
6	BOD	C 類型	○	
7	BOD, COD	C 類型		
8	覆土の安定度, 種子吹付の発芽状態	無し	○	
9	WS によって事前・中・後の成果を検証	無し	○	
10	魚が遡上する, 地域の人が河川を利用する	無し		
11	(回答無し)	無し	○	○
12	植生の活着状況, 生物の生息状況,	無し	○	○
13	洪水に対する耐久性, 人の集積度			
14	Chl-a	アオコの抑制	○	
15	Chl-a	20 µg/L		
16	COD, TN, TP	全て 3.0 mg/L 以下	○	○
17	(回答無し)	無し	○	
18	(回答無し)	無し	○	
19	魚類の生息状況	無し	○*	
20	生息魚種アユ, アメゴ	無し	○	○
21	生息魚種アユ, アメゴ	無し	○	○
22	BOD	5 mg/L	○	
23	ヤナギの生育, 覆土への雑草の繁殖, 魚影	自然環境の回復		○
24	ホタルが生息できる水辺空間	無し	○	
25	BOD, SS	5 mg/L, 10 mg/L	○	
26	BOD	2 mg/L	○	○
道路				
1	(回答無し)	無し	○	
2	自然林が形成されること	無し		○*
3	自然景観との調和, 生態系への配慮など	無し		
4	水環境への事業影響	無し	○	
5	(回答無し)	無し	○	○
6	水際の安定状態, 植物の復元	無し		
7	植生の遷移	あり		○*
8	(回答無し)	無し	○	
9	(回答無し)	無し	○	
10	設置した巣穴で営巣が可能か	無し	○	○
公園	苗木の活着率と樹勢, ドングリの成立本数と活力度	無し		○

○：実施したあるいは予定あり, *：目標・計画通り成果が得られていることを確認

表-3 海域の水質・底質改善事業で計測すべき便益

便益	計測対象項目
交流・レクリエーション便益	交流に伴う効用の増加額
環境便益	自然環境の回復・保全の価値、生態系や自然環境の回復・保全の価値

中にも CVM, 代替法, 消費者余剰計測法, ヘドニック法, トラベル・コスト法などの手法を用いて, 効果を貨幣換算することと記されている。

特に CVM は生態系や自然環境の回復・保全の価値(港湾), 水域の環境存在価値(下水道), 地域アメニティの維持機能と地域用水提供効果(農水), 森林の保健休養機能(林野)の項目の便益計測に使用することと記されている。

3.3 CVM による費用便益算定の試行

ここでは“CVM を適用するとどの程度の支払意思額(WTP) が得られれば海域の環境改善事業は成立するのか?” について, 覆砂事業と人工干潟事業を対象に検討を加えた。

想定受益者を対象事業の所在する市や郡, 評価対象期間を供用開始後 40 年とし, その間の便益額は同じ, 社会的割引率を 4.0% と仮定とした。費用は初期の事業費のみとし, 維持費は考慮しなかった。計算では事業の妥当性が認められる費用便益比が 1.0 となるのに必要な 1 世帯当たり 1 年間の WTP を求めることとした。

その結果, 覆砂および人工干潟について, 当該地区の 1 世帯の 1 年間の WTP が表-4 のように求められた。また河川事業についても類似事業を対象に計測された WTP を原単位として, 仮想的に B/C を求めたがいずれも 1.0 を大きく超えていた(土木学会四国支部, 2001)。

これらの結果を見ると, CVM を用いると実際の環境改善事業でも比較的大きな費用便益比が得られるように期待でき, 事業の妥当性を示すための魅力的な手法のように映る。しかし, 現実には CVM の測定上のバイアスの

表-4 B/C=1.0 に必要な WTP

	事業費(千円)	受益者(世帯)	WTP(円)
覆砂	240,000	128,130	95
人工干潟	1,000,000	140,815	360

表-5 CVM 適用上の配慮事項

- ①解答結果にバイアスが生じ, 信頼性が低下する恐れがある(建設省, 1999)
- ②対象世帯数を設定する必要があるが, その設定には十分な注意が必要(建設省, 1999)
- ③算出結果の検証ができない(建設省, 1999)
- ④一律に原単位を示せないため, 対象とする下水道事業毎に相当量の調査が必要になる(日本下水道協会, 1999)
- ⑤効果の重複や対象地域, 対象者の選定を誤ると評価額を上げるための悪意的手法などの指摘を受けることから, 妥当性, 安全性の検証が重要(林野庁, 2000)

問題は依然として残されており, 各種機関の指針の中でも表-5 に示すような配慮事項が示されている。この他にも被験者に環境質が的確に伝わらない部分全体パイアスも大きな問題と指摘されている(黄川田ら, 2000)。たとえば収集事例のように評価項目や目標数値が設定されていないと, 整備前後の環境の質の変化が不明確になるため, CVM によって得られる便益値は意味をなさない。つまり, 環境の改善される環境質の種類, その整備水準, 空間的な影響範囲と共に整備がなされない場合の状態をあらかじめ明確にしなければならない。また被験者には, 現実に支払い, かつ支払うことのできる金額が提示されるように尋ねることが重要である。さらに事業の財源, 十分に寄付金が集まらなかった場合の事業実施条件, 国・地方の負担割合, 支払意思額の支払手段, 特にその事業への支払いによって他に利用できる所得が減少することなども明示しておくべきであろう。

4. 環境改善事業の実施プロセスに関する考察

4.1 PCM による問題の構造化

a) 中心問題の抽出

ここでは, 環境の質の向上を図る事業について, 社会的妥当性と適正な整備水準を明確にし, プロジェクトの優先順位を判断する場合の障害となる要因分析について PCM を用いて検討した。まず所有情報の異なる専門家が環境質を扱う事業についてキーワードを各自がカードに書き, 中心問題を抽出した。その結果, 「環境をよくするだけの事業は成り立たない」が設定され, その後図-1 に示す構造が描かれた。なお参加者は, 想定した事業は防災的要素も満足したものであるとの共通認識を持ってワークショップに臨んでいる。

b) 直接原因

①事業の効果が不明, ②便益計算ができない, ③世論がどうしても必要としていない, という 3 つの直接原因が挙げられた。

①については, 事業効果を事後的に把握していないことが事業効果自体を不明なものにしており, 効果を計る項目や目標基準などの未整備へとつながっている。これは別途行った「多自然型工法の効果がわからない」を中心問題にした検討でも挙げられた問題である。そこでは「環境目標像の認識不足」→「目標達成でなく事業自体が目的化している」→「事後調査の不備, 見直しの不徹底」→「現時的な事業目標やその測定項目を設定できない」→「環境目標像の認識不足」という循環構造の存在が示された。技術的な視点からこの循環をほぐすためには, 事業の事後調査が最善といえる。

②は, CVM や受益者の限定の困難さに関する指摘である。CVM はある条件の設定範囲内では論理的に環境

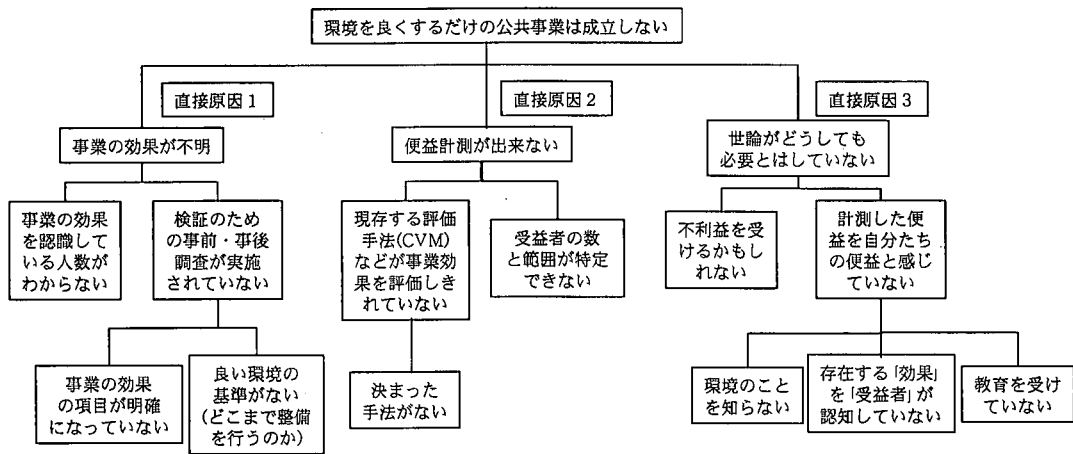


図-1 「環境を良くするだけの公共事業は成立しない」問題の構造

のオプション価値を計測する手法であると考えるが、適用に際しては学術的なものだけでなく、事業のプロセス中にも解決すべき課題がある。

③は、多くの環境改善事業で扱う問題は解決されると確かに“広く便益”を生むが、“市民が耐え難い問題や常に意識する問題”の解消につながるものばかりでないことを指摘している。3.1 a)でも述べたように、河川の水質汚濁は身近で認識しやすい環境問題として、社会的な要請を基に事業は単独で成立しやすい。計測される事業の便益が認識されるためには、受益者の絞り込み、さらには環境学習、後世代が受けるかも知れない不利益への配慮の醸成といった過程が重要である。

c) 問題構造の分析

本ワークショップでは、事後調査の不備や経験不足によって効果の把握が困難(直接原因1)となり、これが効果や便益の計測手法の遅れ(直接原因2)を生むとともに、事業の必要性に関する社会的議論の不十分(直接原因3)を招いているという分析がなされた。この結果は、環境改善事業を積極的に推進するためには、便益手法を確立することは必要ではあるが、他の問題解決も同時になされなければ、目標の達成はおぼつかないことを示している。

4.2 望ましい環境改善事業の実施プロセス

以上の議論を基に、費用対効果が可能な、望ましい環境改善事業の事業実施プロセスを図-2のように考えた。

ここで、目標環境像とは“その地域のあるべき環境像”であり、自然環境・生態系やそれらの機能を対象に、地域ごとに設定されるものである。環境影響評価法にも、環境影響評価は従来の基準クリア型でなく、地域性に配慮し、事業ごとにベストをつくすこととつたわれている。

環境改善事業は現状と将来予測される環境像とこの目

標環境像の差分(図中のA, B)が認められてはじめて発生し、事業目的はA, Bをゼロにすることである。Aとは、現状とその地域の目標環境像の環境の質の差を意味し、事業目的は、環境修復・回復あるいは保全措置である。またBとは、他の事業やこのまま放置しておいた場合の環境劣化を意味し、事業目的は、影響の最小化や代償となる。技術の選択はA, Bの質に対応して選択され、A, Bの大きさによって講ずべき事業の規模も設定されよう。この結果を基に、事業費が計上されると、費用対効果を計測することも可能となる。さらに適切な手法で効果を便益に換算することができれば、費用対便益が計測される。

事後調査については、上述してきたものに加え、費用対効果の目的を改めて示し、考える。江口(1998)は、費用対効果の目的は①事業における社会的な無駄の排除

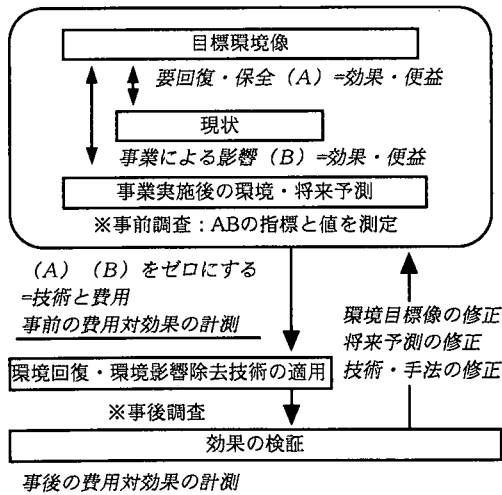


図-2 望ましい環境改善事業のプロセス

と高質化, ②事業実施に係わる透明性を確保することにあると言う。環境改善事業は, 倫理的には環境の質を低下させ, 次世代の生存可能性を低めることなく, 次世代に受け渡すために, 現世世代が講ずべきものといえる。しかし無駄な事業があるとすれば, 環境改善技術が開発途上の中で, 実施後に期待した効果が得られずマイナスの効果が生じたことを確認する作業を省くことや, 確認後の事業修正を行わない事業であろう。また環境改善事業では環境の質を高めることを目的にしているものの, 人為的に環境を改変させることには違いない。その一方で技術的課題と事業実施後の環境予測の不確実性も残る。この中で考えられる質の高い事業とは, 効果の不確実性に配慮し, 事前の効果予測よりも, 事後の効果検証と技術の修正に重点を置いたものであろう。その一方で「事後調査の必要性はわかるが, 費用がかかるので実施することは困難」という指摘もある。しかし, これまで事後調査方法に関する議論がほとんどなされていないことを考えると, まず事後調査方法の現状と課題の整理から着手する必要があると考える。

最後に, 事業の透明性とは事業決定に至る判断基準とその基礎となる情報を明示していくことである。事業の便益を環境経済的な手法で定量的に測定し, それによって事業の優先順位を示すことができれば理想的であろう。しかし現状では, 計測された便益値に精度面に問題が残ること, 実際には必ずしも貨幣換算化されていない効果でも意思決定の判断基準には成りえる (OECD, 1999) を考慮すると, 環境質のような非市場価値の貨幣換算は必ずしも必要としない。むしろ精度の低い便益値を示すことによって, 事業そのものの信頼性が低下してしまうことの方が問題である。

5. 結 言

費用対効果をはじめ環境改善施策をより積極的に推進する上での問題点とその解決策について検討した。その結果, 単独の環境改善事業を講じるためには広く一般に事業で扱う問題を認識されることが重要であることを示した。また事業の評価項目, 数値目標, 事前・事後調査が十分になされていない事業を対象に, 費用対効果を算定しても, その数値の信頼性は極めて低くなることを示すことができた。なかでも環境質の予測精度の不確定さ,

未だ技術が開発途上であることを考えると, 効果の費用換算にこだわらず事後調査を中心とした事業プロセスに重点をおいた施策を講じることが重要である。

河川環境を対象にした環境改善事業の事例に比較すると, 沿岸域のものは少ないと思われるが, これらの結果を活かせれば, より質の高い信頼される環境改善施策を講じることも可能である。特に一般に海域環境に対する社会的認識は低いことから, “海の環境学習”そのものを事業化することも必要であると考えられる。

謝辞: 本研究を進めるにあたりアンケートにご協力頂いた自治体関係者, さらに資料提供や議論に加わっていただいた下記の方々に, ここで謝意を述べる。高知工科大学, 荒木英昭教授, 東京大学海洋研究所, 石田健一助手, 鹿島建設(株)田中昌宏氏, 稲垣聡氏, 新保裕美氏, (株)間組, 高見元久氏, 電源開発(株)鳥羽瀬孝臣氏, 名古屋植木(株)堀田和裕氏, Washington College, Dr. Wayne H. Bell.

参 考 文 献

- 江口雅祥 (1998): 費用便益分析を活用した公共事業の総合評価の実施に向けて, SRICreport, Vol. 4, No. 1, pp. 58-69.
- 黄川田仁志・中辻啓二 (2000): 沿岸域環境の経済価値の評価における CVM 研究の問題点と今後の課題, 海岸工学論文集, 第 47 巻, pp. 1291-1295.
- 建設省 (1999): 社会資本整備に係わる費用対効果分析に関する統一的運用指針, 24 p.
- 港湾空間高度化センター (1999): 港湾投資の評価に関するガイドライン, 港湾投資の社会経済効果に関する調査委員会, pp. 2.13.1-2.13.23.
- 島津英世 (1999): 市民によるプロジェクト計画プロセスの分析—藤前干潟の埋立問題を例として—, 環境技術, Vol. 28, No. 4, pp. 280-286.
- 土木学会四国支部社会資本問題研究会 (2001): 四国地方の社会資本整備効果の算定手法, 土木学会四国支部, pp. 67-77.
- 日本下水道協会 (1999): 下水道事業評価制度の解説, 下水道事業評価研究会, ぎょうせい, pp. 41-44.
- 農林環境整備センター (2000a): 農業農村に対する公共投資の効果とコスト負担の在り方に関する調査, 392 p.
- 農林環境整備センター (2000b): 水環境整備事業の CVM 評価検討調査, 272 p.
- 山中英生・澤田俊明・上月康則・鎌田磨人・石田健一・山口行一・田中祐一 (2000): PCM 参加型計画手法による棚田保全戦略の分析, 第 28 回環境システム研究論文集, pp. 255-266.
- 林野庁 (2000): 林野公共事業における事前評価マニュアル, 141p.
- OECD 編 (1999): 環境政策の便益, 中央大学出版部, pp. 11-18.