

廃棄物のリサイクルにおける経済評価の検討

福岡大学工学部 学生会員 江崎秀香
 福岡大学工学部 正会員 佐藤研一 山田正太郎 藤川拓朗
 CPM コーポレーション 正会員 松雪清人

1.はじめに 社会資本の整備は、我が国の経済成長や国民生活の向上に寄与するなど、豊かな生活を着実に実現してきた。その一方で我々は、事業の実施に伴って生態系や振動・騒音・交通渋滞の発生など、地球環境や生活環境にさまざまな負荷を与えてきたのも事実である。最近では、この問題を真摯に受け止め、リサイクルを中心とした地球に優しい事業への取り組みが進んでいる。しかしながら、リサイクルを行うことによるコストの増加がその促進に大きな障害となっている。そこで本研究では、建設事業に関する総合コストを直接工事に関わる内部コストだけでなく、環境への負荷に伴う外部コストの考え方を導入し、リサイクル事業の促進法を考える。また、現在まで環境コストは事業の中止を訴える一つ的手段であったが、本研究では新しい試みとして任意の工事事例における従来案と代替案の比較から廃棄物のリサイクルにおける経済評価を行うことを研究目的とする。

2.環境コストを用いた経済評価方法

2-1 環境コストの考え方 本研究では、大前提として建設工事に関する総コスト (C_E) を直接コスト (E_M) 及び環境コスト (E_C) の和として捉えることとする¹⁾。ここで E_M 及び E_C の考え方と計算方法は図-1 に示す通りである。この中で環境コスト (E_C) の評価手法は、非常に難しく表-1 に示すよ

表-1 計測手法²⁾

計測手法	計測手法の概要
代替法	環境材に相当する私的材で置き換えた場合の費用をもとに環境価値を推定する方法。
ヘドニック法	森林などの環境資源が地代や賃金に与える影響を計測することで、環境資源の貨幣価値の計測をする方法。
CVM法	人々に環境資源の貨幣価値を直接聞き出す方法。人々にアンケートなどを利用して環境資源が改善(あるいは破壊)された時を仮想的に想定して、この環境改善(環境破壊)に対する支払意思額や受入補助額を直接聞きだし、それをもとに環境資源の貨幣価値を評価する方法。
コンジョイント分析	仮想的な環境政策を回答者に提示してどのようなことを回答者が重視しているのか、選択しているのかを分析しシミュレーションする方法。

表-2 収集文献状況³⁾

環境価値	件数
生物・生態系保	7
水涵養	3
景観保全	10
住環境保全	5
保健休養機能	7
文化の維持	3
存在価値	5
水質改善	5
公益的機能	11
その他	5
合計	61

うな手法を用いて経済評価がなされているのが現状である。表に示すように評価手法の違いによってコストが異なってくると言える。そこで本研究では、まず環境経済評価を行っている文献を収集し、その評価手法と評価額について調査を行った。収集した文献は、表-2 に示す多岐にわたり全61件で、最近評価法の主流であるCVM法の文献は全体の9割を占めている事が明らかになった。

2-2 既往の研究による環境コスト 図-2,3 に今回の調査を行ったCVM法による事例の一例を示す。図はそれぞれ自然に対する存在価値の評価額の比較結果と生物・生態系保全の評価額を示している。両者の結果を見ると、水田・田畑の評

価額が最も高い事がわかる。これは日本では古くから米作り中心の生活を送ってきた事が一つの原因と示唆される。そのため、将来の世代にもその田園風景を残したいと考えている人が多い事が推測される。また、年々米の自給率が下がる中で今後の不安感からの金額とも考えられる。これに対して、海岸は存在価値より生態系保全の金額が高くなっている。これは、日本が海に囲まれ、魚を多く食しており、近年海岸の侵食やウミガメ等の生息場所が減少している話題によるもの

と考えられる。このように人々が考えるイメージが金額を左右している事が明らかになった。また最近頻繁に行われているCVM調査は、表-3 に示すような影響要因を受け、その評価額が変動することも明らかになった。CVMのように支払意思額を尋ねる場合、近年の環境保護の高まりに乗って過大評価金額を回答してしまう人が多いのも課題のひとつである。このようなCVM法の持つ特徴から、環境コストの社会的な導入が遅れる大きな要因となっていると考えられる。

総コスト(C_E)

$$C_E = E_M + E_C$$

直接コスト(E_M) = 材料費+運搬費+...+工事費

$$E_C = E_{C1} + E_{C2} + \dots + E_{CN}$$

E_{C1} : 建設による生態系への影響 E_{C2} : 振動騒音による住環境悪化

E_{C3} : 水質汚染 E_{C4} : 運搬・施設の移動によるCO₂

E_{C5} : 運搬に伴うエネルギー消費 E_{CN} : その他に考えられる環境影響

図-1 総コスト計算式

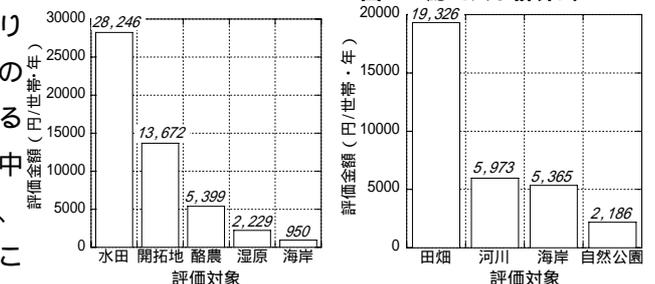


図-2 存在価値評価額比較 図-3 生態系保全評価額比較

表-3 CVM に及ぼす影響要因

属性	CVM法の特性
性別	女性は男性より評価金額が低い。
年齢	20代・30代前半はほとんど環境に関心がなく、50代・60代が有効回答が多い。
収入	一般に年収が多いほど評価金額が高い。
家族人数	家族の構成人数が増えると評価額は低くなる。
幼少期を過ごした地域	幼少期を田舎で過ごした人のほうが都市部で過ごした人より評価金額が高い。
距離	一般に距離が遠くなるにつれて評価金額は反比例して下がっていく。

3. リサイクルモデルの環境経済評価 (脱水ケーキのリサイクル)

3-1 概要 宮崎県の一級河川である小丸川上流のダム工事現場で 60,000m³の盛土工事を工期4年で施工するとし、従来工法と代替工法の3つの工法を事例²⁾に経済評価を行う。(1)従来及び代替工法1(図-4):ダムサイトでは、掘削工事に伴って50,000m³の掘削ズリが排出され、さらにズリから良質な骨材を選別するために40,000m³の脱水ケーキが生じる。この2つの事例では、この脱水ケーキは50km先の処分場で廃棄され、良質な骨材10,000m³は建設現場で使用され、不足分の砂利は20km先の場内ヤードから搬送される。ここで従来工法とは、脱水ケーキに中間処理を行わずに処分する方法とする。(2)代替工法2(図-5):この事例では(1)の事例で廃棄処分される脱水ケーキを現場内で再資源化し、盛土材として利用する完全リサイクルモデルとした。また改良土からのアルカリ成分溶出防止のために10,000m³の無処理一般土による土堰堤と覆土で完全に覆い、雨水などと接触しないように施工としている。

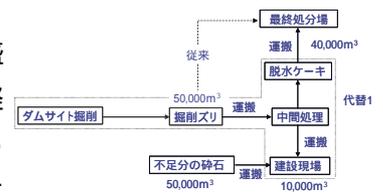


図-4 従来・代替1のフロー

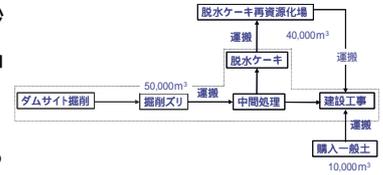


図-5 代替2のフロー

3-2 計算結果及び考察

表-4 総コスト試算結果 ()の部分は直接コストの中で最も費用のかかっている部分

項目	規格・仕様	従来工法/代替工法1 (リサイクルなし)				代替工法2 (リサイクルあり)						
		数量 (m ³)	単価 (円/m ³)	金額 (千円)	数量 (m ³)	単価 (円/m ³)	金額 (千円)					
直接コスト (E _d)	掘削ズリ積み	片道2km	50,000	600	30,000	掘削ズリ積み	片道2km	10,000	6,000			
	造成盛土	掘削ズリ	10,000	150	1,500	造成盛土	改良土	40,000	150	6,000		
	脱水ケーキ運	片道50km	40,000	600	24,000	脱水ケーキ運	片道50km	40,000	600	24,000		
	脱水ケーキ処	中間処理	40,000	7,000	280,000	脱水ケーキ改	良	セメント50kg/m ³	40,000	4,000	160,000	
	改良土積み込					改良土積み込	片道2km	40,000	600	24,000		
	土堰堤盛土	砂利	50,000	1,400	70,000	土堰堤盛土	購入土	1,000	1,400	1,400		
	覆土工				覆土工	購入土	9,000	1,500	13,500			
環境コスト (E _c)	代替工法1 (脱水ケーキ処分場)					代替工法2 (脱水ケーキ再資源化場)						
	処理場建設	E _{c1}	規格・仕様	数量	単価 (円)	金額 (千円)	再資源化場建設	E _{c1}	規格・仕様	数量	単価 (円)	金額 (千円)
			河川	9000 (世帯)	5,973 (円/世帯)	215,028			河川	9000 (世帯)	5,973 (円/世帯)	215,028
			森林	0.5 (ha)	150,322 (円/ha)	301			森林	0.5 (ha)	150,322 (円/ha)	301
	機械の搬入	E _{c2} E _{c4}		2,400 (世帯)	6,173 (円/世帯)	59,260	機械の搬入	E _{c2} E _{c4}		2,400 (世帯)	6,173 (円/世帯)	59,260
	処理場建設の稼働	E _{c3}		9,000 (世帯)	9,450 (円/世帯)	85,050	再資源化場建設稼働	E _{c3}		9,000 (世帯)	9,450 (円/世帯)	85,050
		E _{c4}		223.2 (t-C)	11,000	2,455		E _{c4}		191.4 (t-C)	11,000	2,105
		E _{c5}		6,000,000 (t-km)	1.02 (円/t)	6,120		E _{c5}		240,000 (t-km)	1.02 (円/t)	245
			不足分の砂利						一般購入土			
	森林の伐採	E _{c1} E _{c2} E _{c3} E _{c5}	河川	9000 (世帯)	5,973 (円/世帯)	215,028	森林の伐採	E _{c1} E _{c2} E _{c3} E _{c5}	河川	9000 (世帯)	5,973 (円/世帯)	215,028
			森林	0.5 (ha)	150,322 (円/ha)	301			森林	0.1 (ha)	150,322 (円/ha)	60
	プラント建設	E _{c1} E _{c2} E _{c3}		2,400 (世帯)	6,173 (円/世帯)	59,260	プラント建設	E _{c1} E _{c2} E _{c3}		2,400 (世帯)	6,173 (円/世帯)	59,260
				9,000 (世帯)	9,450	340,200				9,000 (世帯)	9,450	340,200
	プラント稼働	E _{c1} E _{c2} E _{c3}		0.5 (ha)	2,980,000 (円/ha)	5,964	プラント稼働	E _{c1} E _{c2} E _{c3}		0.1 (ha)	2,980,000 (円/ha)	1,192
				171 (t-C)	10,000	1,171				171 (t-C)	10,000	1,171
			3,400 (t-km)	1.02 (円/t)	3,468				3,400 (t-km)	1.02 (円/t)	3,468	
C _e	合計			1,395,638,000		合計			1,217,268,000			

表-4 にモデルに示した代替案1と2の経済評価結果を示している。図-6に示すように直接コストでは代替工法1において中間処理などのリサイクル費用が高んでいるが、完全リサイクルにすることで費用は低減されている。

ここで、環境に対して十分な配慮がなされていなかった時代の工法(従来工法)に比べ環境負荷を低減するために増加した費用(図-6,費用:C)と、代替工法を採る事で減少した環境負荷分のコスト(図-7, 便益:B)の比(B/C)を行ってみると代替工法1は2.4、代替工法2は4.1となる。この事により代替工法2の方が環境に優しかつ経済的な工法である事が分かった。また、従来のように建設廃棄物をそのまま廃棄した場合には直接コストが大きく安価になるのに対して環境への負荷が増大していた事がはっきりし、環境コストの重要性が浮き彫りとなった。

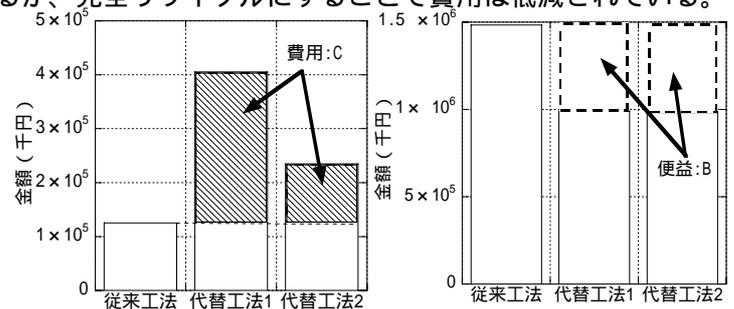


図-6 直接コストの比較

図-7 環境コストの比較

図-7: Comparison of environmental costs. A bar chart showing environmental costs for traditional method, replacement method 1, and replacement method 2. Replacement method 2 shows a significant benefit (B) in terms of reduced environmental costs compared to the traditional method.

4. まとめ

- (1) CVM評価は、価値が同じであっても評価対象が違うことで金額にかなりの影響が出てくる。
- (2) 支払意思額を合計するだけでは、過大評価になるため係数を考えていかなければならない。
- (3) 環境に対し十分な配慮がなされていなかった時代を基準にとり費用便益分析を行うことで、環境コストまで含めた経済性の評価を行う手法について示した。

(参考文献) 1) 国土交通省: 総合的な建設事業コスト評価指針(試案, 2002年). 2) 地盤工学会九州支部: 環境と経済を考慮した有効利用に関する研究, 2003年. 3) 例えば吉田謙太郎: CVMによる全国農林地の公益的機能, 農業総合研究, 第51巻第1号, p1~51.