

II-396

環境保全効果を考慮した海洋エネルギー利用の経済性評価

室蘭工業大学 工学部 建設システム工学科 正会員 近藤 徹郎
同 ・ 同 ・ 機械システム工学科 渡部 富治

1 ま え が き

1973年の第1次オイルショック以後、自然エネルギー利用の必要性が叫ばれたが、化石燃料や原子力に比べて低密度であるため、エネルギー取得のためのコストが高価であるとの評価により実用化が促進されない状況が続いてきた。しかし今世紀後半からの化石燃料使用量の急増が地球環境劣化の主因であることが明かになった現時点では、「従来の経済性」から実用性を評価することは正当とは認め難く、自然環境や社会条件への影響を考慮した新しい評価がなされる必要がある。本研究はそのための基礎段階として海洋エネルギーを対象に、自然環境保全効果を考慮したエネルギー取得価格について考察する。

2 海洋エネルギー取得コスト

表-1は、筆者らが調べた海洋エネルギーから電気への推定取得価格である（1kWh当り）。通貨や推定年次が異なるので、正確な比較は困難であるが、世界的には潮汐が最も低コストである。しかし、日本の沿岸には潮差の大きいところは無く、その実現は困難である。ただし、潮流の運動エネルギーを利用することは、海峡や水道が多い日本では将来は有望である。OTEC（海洋温度差）については、エネルギー賦存量は、当然ながら熱帯地方が多いが、日本沿岸では少なく実用化は困難である。

波浪エネルギーの利用は、広く適地が存在することから近年、世界的に技術開発が進み、現地試験が積み重ねられてる。その結果、取得コストがかなり低下してきており実用化への準備が整っている。

3 エネルギー吸収による環境変化

エネルギーを吸収することによる沿岸海洋環境の変化の概略を、潮汐、波浪及び温度差について示したものが表-2である。

波浪については図-1に、沖合から汀線までのエネルギーの流れに従って、エネルギー吸収に伴う環境の変化をより詳しく示してある。

以下、3種類の海洋エネルギー吸収に伴う環境の変化について調べる。

{1} 潮汐：潮汐発電は潮差の大きい入江に水門を設けて行われるので、その周辺の潮汐は変化する。水門沖側海域では潮差（ $2a_t$ ）が増大し、

表-1 各種海洋エネルギーの取得コスト（近藤ほか、1989）

種 類	システム名	設置予定地点	入力強度 (年平均)	出力規模 (MW)	取得コスト /kWh	発 表 者 (年)
波 力	CLAW	USA東海岸		115	\$ 0.274	Carmichaelら (1985)
	OWC(ケ-ツ)	沖永良部島	7.3 (kW/m)	1	23.9円	除くケ-ツ、沿岸 開発技術研究 センター(1987)
	OWC(浮体 ターミネーター型)		10(°)	0.16	26 円	堀田ら (1988)
	振り子式		11(°)	0.9	25 円	渡部ら (1989)
潮 汐		Half Moon Cove, USA		12	\$ 0.113	Carmichaelら (1985)
温度差	クローズドシステム (作動流体 フロン)	-	-	46	\$ 0.217	同 上

表-2 エネルギー取得による環境変化要因

エネルギー種類	形 態	一次変換後エネルギー	吸収後の環境変化	
			〈沖合〉	〈沿岸〉
潮 汐	位置エネルギー	機械エネルギー	(潮差) 増加	(潮流) 低下
波 浪	位置・運動エネルギー	機械エネルギー 空気流	(波高) 低下⇒(砕波水深) 減少 ⇒(平均海面・うち上げ高) 減少	
温度差	熱エネルギー	機械エネルギー	(水温) 低下	(流れ) 発生

潮流(v_t)が減少する地点が多くなる。

{2} 波 浪: 波エネルギー吸収によって、吸収地点(水深 h)以浅では波高(H)が減少する。それに伴って碎波水深と、碎波波高が、そして平均海面高(η_s)については、Set-Down(碎波点沖)、Set-Up(碎波点岸)の絶対値が減少する。また、うち上げ高(R)も減少する。平均海面上昇による海岸保全対策法が問題になっていることから、エネルギー吸収によってSet-Upを低下させることは、経済効果も大きい。

{3} OTEC: 海洋温度差発電は、深水から低温水を汲み上げ(流量 Q)て表面の高温水との温度差を利用して発電する。このため周辺海域の水温(t)は低下し、また、取、排水により流れ(v)が変化する。

4 化石燃料代替の経済効果

自然エネルギーによって化石燃料の代替を行う場合を対象とすると、上述のほかに

大気環境保全に役立つことは当然である。図-1 波浪エネルギー吸収による環境変化(近藤ら、1991)

最近では CO_2 が及ぼす大きい影響がクローズアップされている。 CO_2 の回収・固定化に伴うコスト増は方法によって10-400%と大変に差があるが、平均的には発電コストは約2倍に上昇すると予想される。これから、環境保全効果を考慮にいたした場合、火力発電のコストと比較する際の自然エネルギー発電のコストは、考慮しない場合のコストに係数 $er=0.5$ を乗じた価格を用いるのが妥当である。

5 環境変化要因を考慮した取得価格

以上の考察から、表-1に示すような従来の自然エネルギーの取得コスト(P_o)をもとに、環境保全の効果を取り入れた換算価格(P_r)を、次のように表現をする。 $P_r = C_r \cdot P_o \dots (1)$

C_r は変換率で、 $C_r = f \{ e_r, (\Delta H, h, \Delta \eta_s, \Delta R), (\Delta a_t, \Delta v), \Delta t, Q, \dots \} \dots (2)$ の様に、多くの要素の関数である。なお、 Δ は変化量を示す。

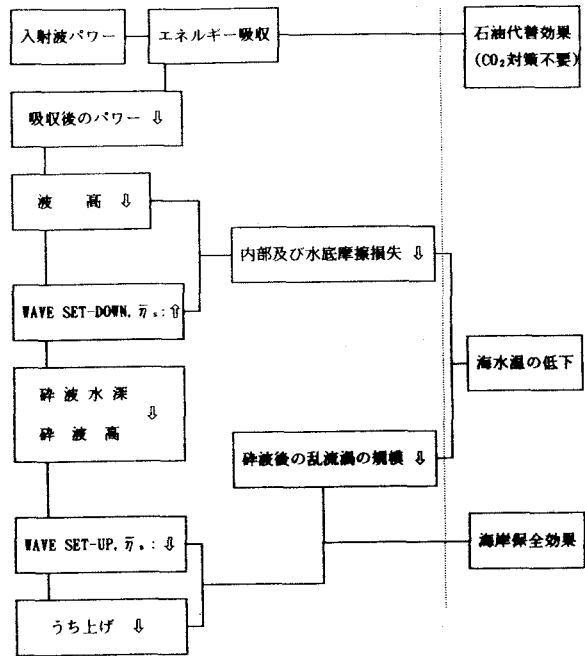
C_r の第一近似としては、下式が考えられる。 $C_{r,1} = e_r + c_H \Delta H + c_a \Delta a_t + c_t \Delta t \dots (3)$

一般的には各変化量は正負いずれにもなる。従って、エネルギー取得により換算率 C_r を大きくするケースも生じる。しかし波浪発電については ΔH は常に負であり、かつ Δa_t , Δt は僅かであるから、 C_r は潮汐や OTEC に比べてかなり小さくなる。すなわち換算価格 P_r かなり低くなり、実用性評価が高くなる。

6 む す び

海洋エネルギーの取得利用を推進する立場から、従来のエネルギーコスト推定を改め、環境変化要因を取り入れた場合のコスト推定について考察した。自然エネルギーの実用性評価には、コスト以外に供給安定性の要因も大きいが、それは今後の技術開発によって克服されるべき課題である。

ここで示した手法は、自然エネルギー一般について当てはまるから、どの地点にどの種の自然エネルギーの実用性が高いか、の比較評価に有用になると考えられる。



- 文 近藤・渡部(1991): 第3回波浪エネルギー利用シンポジウム論文集、海洋科学技術センター、83-89.
 近藤・高橋(1989): 海洋開発における境界領域(その2)、海洋工学連絡会、79-84.
 献 Fulkerson, W.R.R., Judkins and M.K. Sanghvi(1990): Scientific American, Sept. 1990, 83-97.