

II-30 離島における波浪エネルギーの取得・利用に関する考察

正会員 室蘭工業大学 近藤 俊郎, 同・同 谷野 賢二

1. ま え が き

わが国の離島は昭和28年に制定された離島振興法に基いた国の特別な助成措置により開発が図れてきたが急成長を遂げた工業化社会の中で取り残され過疎の一途を辿った。寒冷できびしい自然条件におかれかつ漁業が主産業である北海道の離島の衰退は、鯨漁による華かな時代があつたのでとりわけ際立っている。

離島振興対策は、(i)交通・通信の整備 (ii)資源開発・産業の振興、(iii)災害の防除、(iv)住民福祉の向上、の四つを柱にして各島ごと計画、実施されている¹⁾。しかし、そのような対策をしてもなお若年人口の流出を食い止めることができない現実を見ると、離島における産業の停滞を打破し、将来に希望のもてる地とするための今日的な産業基盤整備が肝要である。今日的産業基盤とは、本土に比べて安価なエネルギーと遅れの少ない情報であろう。情報に関しては電波メディアの発達によつて本土との格差は大きくならないが、エネルギーに関しては化石燃料に依存する限りにおいては、小規模な輸送、変換ならびに利用システムに頼らざるを得ない離島の場合は、本土に比べより多量のエネルギーをより高い価格でしか利用できない枠組の中にある。低価格のエネルギーを離島において取得する最善と思われる方法は、島であるが故に豊かに賦与されている自然エネルギーである波浪から実用的なエネルギーを取り出すことである。

筆者らは、昭和50年頃から波浪エネルギー取得のシステムに関して研究を続けており、現在は実海域試験の段階にあり^{2), 3), 4)}、実用化への目処もかなり明らかになっている⁵⁾。本論文では離島において波浪エネルギーを取得し、利用する上での諸条件や問題点について考察し、具現化を展望するものである。

2. 離島の状況と課題

2.1 離島の概況

わが国には425の有人島があり、その人口は1,516,856人(昭和55年国調)、面積は9,897km²である。このうち、奄美群島、沖縄離島および小笠原諸島に属する離島を除いた、本州、四国、九州および北海道沿岸にある離島については離島振興法に基づく法指定の離島となることが可能で、現在の指定離島数は292である⁶⁾。北海道には表-1に示すような6島が指定離島である。指定離島はそれがおかれている条件から、(1)内海・本土近接型、(2)外海・本土近接型、(3)群島型、(4)孤立大型、(5)孤立小型の5種類に分類されている。

表-1 北海道の指定離島の概況(北海道⁷⁾による)

島名	町名	面積 (S.55,10,1) km ²	人口 (55 国調) 人	世帯数 (55 国調) 世帯	1km ² 当たり 人口密度	離島の性格類型	本土との航路距離
礼文島	礼文町	81.97	5,990	1,804	73.1	孤立大型	稚内~香深 59km
利尻島	利尻町	74.93	5,828	1,466	77.8	"	稚内~沓形 65km
	東利尻町	107.89	6,028	1,656	55.9	"	稚内~鰺泊 52km
	計	182.82	11,856	3,122	64.9		
焼尻島	羽幌町	5.34	718	281	134.5	孤立小型	羽幌~焼尻~天売
天売島		5.46	823	282	150.7	"	24km, 11km
計		10.80	1,541	563	142.7		
奥尻島	奥尻町	143.29	5,490	1,649	38.3	孤立大型	江差~奥尻 61km
小島	厚岸町	0.05	39	7	780.0	外海本土近接型	厚岸町字ピリカウタ ~小島(漁船) 1.3km
島の合計		418.93	24,916	7,145	59.5		
全道計		83,512.87	5,575,989	1,843,386	66.8		
全道に占める割合		0.5%	0.4%	0.4%			

2. 2 離島の諸特性

こゝでは離島のもつ諸々の特性を、自然、社会・経済ならびにエネルギーの3項目に分類して挙げる。

1) 自然特性

- (1) 気 象 —— 陸地に比べ風が強く、また海霧が多い。
- (2) 海 象 —— 波が多方向から来襲し、また屈折回折効果によつて通常の海岸に比べて波が高くなる。また津波、流氷などの被害を受けやすい。
- (3) 地 形 —— 崖海岸がほとんどで、地形は急峻で複雑である。
- (4) 景 観 —— 景色の良い海洋性の景勝の地が多い。

2) 社会・経済的特性

- (1) 交通手段は海上交通が主体であるから、距離の割合に時間がかゝり、また気象・海象状況で途絶する頻度が多いので陸地に比べるときわめて不便である。
- (2) 二次産業が発達し難く、漁業、畜産などの一次産業と観光・レクリエーションに関連する三次産業が主体である。しかし後者の場合は、季節的に短期間に限定される。
- (3) 物価が高く、教育、文化、医療などの生活環境に恵まれない。
- (4) 個々の島で孤立した社会を形成し勝ちである（群島の場合でも島どうしの交流が少ない）。

3) エネルギーに関する特性

- (1) 水力発電所がない離島（北海道では6島のうちの4島がない）、では1次エネルギーはほとんどが石油系に依存している（日本の全国の石油依存度は約65%）。
- (2) 需要全エネルギーのうち、産業用の占める割合が低く、民生公共用が高い（これらエネルギーの全エネルギーに占める割合は(i)日本全体25%、(ii)北海道全体37%、(iii)焼尻・天売島50%と推定される）。
- (3) 需給システムが小規模であるから、エネルギー価格が高くかつ効率が低いので損失の割合が大きい。

2. 3 当面する離島の課題

ほとんどの離島は一次産業中心の孤立型社会であるから、工業化社会の進展に伴つて衰退の途を迎えることになる。イギリスの僻地とも言うべきスコットランド北部のHighland州とIslands州の両州は、イギリス全土の面積の17%を占めるが、人口の割合はこの200年間に1/6に低下し現在は0.6%に過ぎない⁸⁾。

表-2はわが国の指定離島の近年の人口の推移を示すものである。

表-2 指定離島の人口推移⁹⁾

項目 年次	人 口 (人)			人 口 増 減 率 (%)			
	指定離島	内地離島	北海道離島	指定離島	内地離島	北海道離島	全 国
昭和35年国調	1,079,329	1,039,869	39,460	—	—	—	—
40	964,731	928,376	36,355	△ 10.62	△ 10.72	△ 7.87	5.2
45	842,088	810,260	31,828	△ 12.71	△ 12.72	△ 12.45	5.5
50	766,316	738,958	27,358	△ 9.00	△ 8.80	△ 14.04	7.0
55	724,727	699,812	24,915	△ 5.43	△ 5.30	△ 8.93	4.6

(注) 1. 各年国調による。 2. 人口は55年国調有人島の関係数値。

離島は35年以降、急速に人口を減らしている。5年おきの人口増減率では昭和40～45年間の12.71%が最大の減少率である。北海道離島は昭和45～50年間の14.04%減が最大で、減少率のピークが内地の場合より後にずれている傾向がある。離島からの人口流出はいわゆる高度成長時代において、一次産業と二次産業間の所得格差が一般的な要因であるが、漁業中心の北海道離島の場合は沿岸水産資源の乱獲による枯渇化と近年の石油価格の高騰がそれに拍車をかける要因であると推察される。図-1は焼尻・天売島の人口と漁獲高の推移を原油価格と共に示したものである。昭和35～42年は漁獲高と人口の減少傾向が相似している。昭和45年以降は様々な漁業振興対策の効果もあつて漁獲高はほぼ横這いであるが、48年からは原

油価格は高騰したことから実質所得は上昇せず、人口の減少傾向を食止めることはできなかった。昭和58年の人口は35年の39%に低落している。

3. 自然エネルギー利用の意義

3.1 自然エネルギー種類別特徴

ここでいう自然エネルギーは枯渇性の化石燃料や鉱物エネルギーを除いたいわゆる再生可能あるいは更新性エネルギー (Renewable Energy) と呼ばれるもののうち生物関連を除いたものとする。それはさらに力学的エネルギー (風力, 水力, 潮汐, 潮・海流, 波浪), 熱 (太陽, 地熱, 海洋温度差), 濃度差ならびに太陽光などに分類される^{1,2)}。自然エネルギーは(1)密度が小さい, (2)入力の変動性が大きい, (3)極端に大きい外力を受けることがある, などの欠点があるので化石燃料や原子力に比べ取得エネルギーの価格が高いとされてきた。しかし, 長所としては (i)地理的に偏在する割合が低い, (ii)力学的エネルギーでは他の形態のエネルギー (電気, 熱など) への変換効率が高い, (iii)低密度で高効率であるから環境への影響が少ない, ことが挙げられるので, 技術開発が進むと枯渇性エネルギーに代って取得利用する方が望ましい場合が生じてくるのは当然の理である。

各種の自然エネルギーの特質を明らかにするため, エネルギー取得ならびに利用上からみた主要な項目について比較を試みたのが表-3である。「普遍性」が高いということは, 場所や土地の制約が少ないということであり, 家庭単位のような小規模でも取得利用でき易いことになる。逆に普遍性が低いことは小規模ではなくある程度集約的に取得され, 公益的に配分されるのに適する。山村ら^{1,3)}は十勝地方を対象に太陽, 風力, 生物エネルギーによる代替効果を検討しているが, その場合は前者の立場で考えている。

3.2 離島に対する適用性

表-3はごく一般的な評価であり, どの自然エネルギーを何処で取得し, どのように利用するかによつてその評価が異なる。低緯度では太陽が火山地帯であれば地熱の普遍性が高い。同様に離島という条件を設定すれば海洋性のエネルギーが優位になる。海洋の自然エネルギーには前出のように波浪のほかには潮汐, 潮・海流, 海洋熱などがあるが, わが国周辺に限定すれば波浪に比べると実用性の評価は低い。

エネルギーの評価の総合的基準はやはり価格であり, 自然エネルギーの価格は化石燃料や原子力に比べて相当に高いとされていた。図-2は佐野らが作成した海洋エネルギーを主体にした各種の1次エネルギーによる発電コストの比較図である^{1,4)}。これから知れるように, 自然エネルギーで火力や原子力に対抗し得るのは地熱, 水力ならびに後述するケース別の沿岸固定型波力発電に限られる。

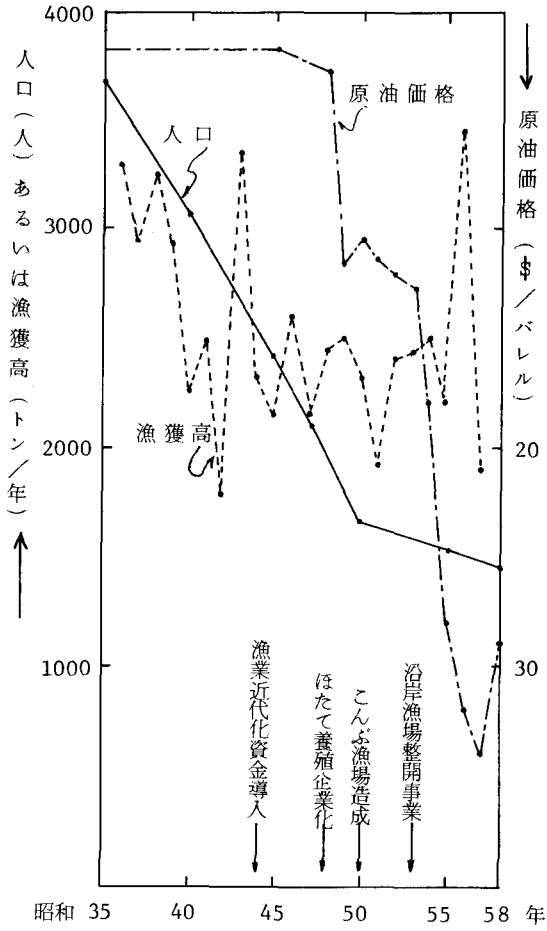


図-1 焼尻・天売島の人口と漁獲高の推移
(羽幌町の資料^{1,1)}, ^{1,2)} により作成)

表-3 自然エネルギーの相対的評価

	入力の 普遍性	入力の 定常性	入力の 密度	変換 効率	システム の耐久性
水 力	□	○	□	◎	○
風 力	○	×	×	□	□
波 浪	△	□	○	○	×
太陽熱	◎	△	△	△	◎
地 熱	×	◎	◎	×	△

注 優っている順に◎○□△×で表示してある

4. 波浪エネルギー

の取得システム

波浪の有する位置と運動のエネルギーを利用して機械的エネルギーに変換し、それからさらに電力や熱にするためのシステムは数多くの種類がある。それらは設置方式から(1)浮体式と(2)固定式に、また力学的な特性から(i)受働型と(ii)共鳴型に大別できる¹⁵⁾。

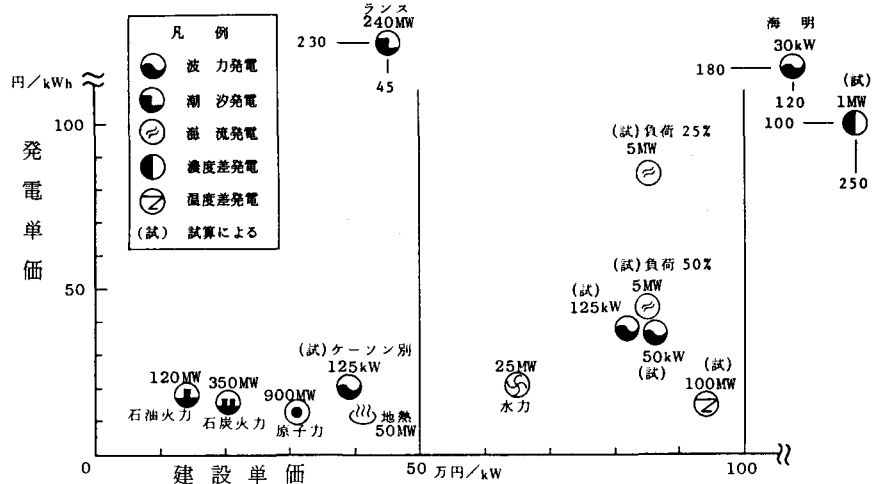


図 - 2 発電コスト比較図 (1982年 換算)¹⁴⁾

浮体式は主として沖合の深水波を対象に広範囲に開発されてきた。それに対して固定式は沿岸の浅水波を対象に防波堤や海岸堤防に組込むような考え方で筆者らの研究グループが中心となつて開発を進めてきた。

沿岸での固定式によるエネルギー取得は、(i)産業用、民生用を問わず利用地点までの距離が近いので利用に便利、(ii)維持管理が容易、(iii)防波堤、離岸堤、海岸堤防あるいは護岸の中に組み込むことによつて多目的利用公共施設の一部とすることで取得エネルギー価格を安くできる、などの長所がある。一方、火力や原子力発電所の場合は、規模が小さい程発電単価は高くなり、例えば離島用に近い10MW級の石油火力の場合の発電単価は図-2の120MW級のそれの倍以上の41円/kWhである。これから多目的利用が可能でケーソンの費用が発電単価に入らない場合には、固定式波浪エネルギー利用方式が極めて実用性が高い。

波浪エネルギーは他の力学的自然エネルギーに比べ密度が大きい(日本沿岸の平均波峰幅1m当り約5kWと推定されている¹⁶⁾)ので、エネルギー取得には好都合であるが、反面、外力としては装置に極めて大きい力が作用する確率が高い。一般に波力は波高の1~2乗に比例し、また最大波高は主に水深によつて制限されるから、耐波安全性を重視すると水深が大き過ぎない方が望ましい。

5. 取得エネルギーの利用

離島で取得されたエネルギーの用途として考えられるものを挙げるとおよそ次のようになる¹⁷⁾。

- (1) 民生用：家庭用の電力、熱
- (2) 公共用：(i)道路、港湾の融雪用熱、照明 (ii)海域の結氷防止のための動力 (iii)病院、学校の熱、電力
- (3) 交通用：電気自動車用バッテリー
- (4) 産業用：(i)水産物洗浄用ならびに養殖用温水、(ii)ハウス栽培用熱、給水用動力 (iii)海浜レクリエーション用照明、シャワー用温水

6. む す び

離島の場合このような沿岸固定型の波浪エネルギーの取得利用システムができると、漁船の動力を除けば、ほとんどが波浪を中心とした自然エネルギーによつて自給が可能になる。今後は具体化のための研究を進めたい。

おわりに資料についてご協力下さった羽幌町役場ならびに北海道地方振興室振興課に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) たとえば、北海道：離島振興計画(昭和58~67年度)
- 2) 近藤谷野・高橋渡部・奥田：28回海岸工学論, 1981.
- 3) 渡部・近藤谷野・竹田・黒井：29回海岸工学論, 1982.
- 4) 渡部・近藤谷野：日機北海道25回講演会論文集, 1983.
- 5) 北海道港湾・海岸研究会：海洋エネルギー利用技術, 1983.
- 6) 全国離島振興協会：統計数字からみた離島振興の現況, 1982.
- 7) 北海道総務部地方振興室振興課：離島振興対策, 1983.
- 8) Twidell, J.: Energy for Rural and Island Communities, Pergamon, 1981.
- 9) 6) に同じ
- 10) 羽幌町：町勢要覧はばろ(昭和58年資料編) 1983.
- 11) 羽幌町：羽幌町水産要覧(昭和57年度), 1983.
- 12) 5) に同じ
- 13) 山村(編著)：省エネルギー-新都市計画の社会的経済的評価に関する研究, 文科研報告, 1983.
- 14) 5) に同じ
- 15) 近藤・竹田：消波構造物, 森北出版, 1983.
- 16) 田端・柳生・福田：港湾技術資料, 第364, 1980.
- 17) 5) に同じ