

漁港漁村における自然エネルギー（風力）の利活用の現状と課題

The present conditions and subject on utilization of natural energy (wind power energy) in fishing ports and communities.

加藤 祥昭*
Yoshiaki KATO

*（財）漁港漁場漁村技術研究所 研究員

In these days, we are afraid of global warming caused by carbon gas emissions. Introduction of natural energy plant like wind power generators is preceding at various area and clean, recycle energy replace fossil fuels. In fishing port and community, fishing activities and fishery facility etc, are expending a lot of electric power. For manage mental cost reduction and global warming measures, we must use actively of natural energy like wind power and solar power. According to the paper, discusses about present conditions and subject on utilization of natural energy (wind power energy) in fishing ports and communities.

Key Words : wind power energy.

1. はじめに

漁港漁村は、夜間・早朝操業の照明や魚介類の鮮度保持の冷凍・製氷など相当量の電力を消費している。また水産物の増殖、漁港の衛生管理及び就労環境の向上、漁村の生活環境改善などを実現するためには、今まで以上に電力消費が見込まれる。

しかし、電力消費量の増加は、自治体の財政及び漁業経営を圧迫させることや現在の化石燃料の燃焼により発電される電力では、二酸化炭素などの温室効果ガスによる地球温暖化が心配されることから、漁港漁村においても、経営コスト縮減や地球温暖化対策の一環として、風力発電等の自然エネルギーの利活用を図っていく必要がある。

本論文では、漁港漁村における自然エネルギー（風力）の利活用の現状と課題について報告する。

2. 漁港漁村の自然エネルギー（風力）の活用

風力エネルギーは風速の3乗に比例することから、風力発電施設は、風の強い場所ほど立地に適している。一般的に海岸付近は内陸より風が強く、現在設置されている風力発電施設の多くが、漁港近くの海岸線沿いに集中している。また、漁港漁村は、照明、冷凍、冷蔵、製氷施設等の電力需要施設が多く立地している。

このように漁港漁村は、電力需要施設と近接した場所に風力発電施設設置の適地があることから、自家用発電施設として風力発電施設を導入するのに適していると考えられる。

漁港漁村の電力消費施設として、以下のものがある。
照明（岸壁、道路、荷捌き所等）

融雪用の電源（岸壁、道路、駐車場等）
漁港浄化施設
取水施設（清浄海水、海洋深層水取水）
荷捌き所
冷凍、冷蔵、製氷施設
蓄養施設
水産加工施設
漁業集落排水施設
水産飲雑用水施設
その他共同利用施設（漁村交流施設、漁協施設等）

3. 漁港漁村の自然エネルギー利活用の事例

漁港漁村における風力発電施設の事例（計画中のものも含む）として以下のものがある。

NEDOの補助事業により、出力500kWの風力発電機を2基設置し、アワビの種苗中間育成施設へ電力を供給。（北海道十国町）

水産庁の補助事業により、共同利用施設への電力供給を目的として、出力600kWの風力発電機を計画。（新潟県名立町）

水産庁の補助事業により、漁業集落排水処理施設への電力供給を目的として、出力300kWの風力発電機を計画。（熊本県五和町）

NEDOの補助事業により、港湾の防波堤上に出力600kWの風力発電機を2基建設中。（北海道瀬棚町）

NEDOの補助事業により、漁協が事業主体となって、出力750kWの風力発電機を設置。（長崎県鷹島町阿翁漁協）



写真-1 漁港漁村における風力発電施設（長崎県鷹島町）

4. 漁港漁村の自然エネルギー導入補助事業

漁港漁村における風力発電施設等の自然エネルギー施設を整備する上で、地方公共団体及び漁業協同組合等が利用できる補助事業を表-1 に示す。

表-1 利用可能な補助事業

事業名	補助率	交付要件
地域エネルギー導入促進事業 (NEDO)	1/2 又は 1/3 以内	発電出力 1500kW 以上 (財政規模 50 億円未満の地方公共団体 1200kW 以上)
(地域・広域)水産物供給基盤整備事業、漁港漁場機能高度化事業(水産庁)	1/2 ~ 9/10	係留施設、輸送施設、漁港浄化施設への電力供給を目的とした設備
漁港水環境保全対策事業 (水産庁)	1/2 以内	水質低質改善施設への電力供給を目的とした設備
漁業集落環境整備事業 (水産庁)	1/2, 5.5/10	水産飲雑用水施設、漁業集落排水施設への電力供給を目的とした設備
漁港漁村活性化対策事業、新漁村コミュニティ基盤整備事業(水産庁)	1/2 等	共同利用施設への電力供給を目的とした設備

5. 漁港漁村における風力発電導入の検討

現在、漁港漁村での風力発電施設の導入については、いくつかの事例はあるものの、あまり進んでいない。

漁港漁村において風力発電施設の導入が進まない要因としては、漁港漁村での導入事例が少ないため、発電電力の漁港漁村への利用方法が未確立なこと、発電施設の適正な規模及び採算性が不明確なことなどが挙げられる。

よってここでは、漁港漁村で導入が見込まれる規模の風力発電施設の規模別の採算性と、実際の漁港をモデルケースとして、風力発電施設を導入した場合の採算性に

ついて検討を行う。

5.1 風力発電施設の規模別の採算性の検討

風力発電施設の導入に伴う経済効果と支出を考える。

風力発電施設の導入に伴う経済効果は、

電気代の削減

余剰電力を売電したときの収益

風力発電施設の導入に伴う支出は、

施設の償却費 (= 建設費 × 経費率)

運転保守費

である。

ここで、風力発電施設の規模別の採算性について計算したものを表-2 に示す。設定条件及び計算式は以下の通りである。1kWh 当たりの電力単価は、電力会社から事業用電力として購入した場合の単価とする。

【設定条件】

- ・設備利用率 20% (平均風速約 6m/s)
- ・金利 4%
- ・耐用年数 17 年
- ・1kWh 当たりの電力単価 11kWh/円

【計算式】

- ・年間発電電力量 (kWh/年)

$$= \text{定格出力 (kW)} \times 8760 \text{ (h)} \times \text{設備利用率 (\%)}$$

- ・1kWh 当たりの発電コスト (円/kWh)

$$= \frac{\text{建設費} \times \text{年経費率} + \text{運転保守費}}{\text{年間発電電力量}}$$

- ・年経費率

$$= \frac{r}{1 - (1+r)^{-n}} \quad r: \text{金利}, n: \text{耐用年数}$$

表-2 風力発電施設の規模別の採算性

	300kW	600kW	1000kW
発電電力量(kWh/年)	525,600	1,051,200	1,752,000
電力料金換算(万円/年)	578	1,156	1,927
運転保守費(万円/年)	200	200	200
運営収支(万円/年)	378	956	1,727
建設費(万円)	11,000	16,000	21,000
償却費(万円)	15,371	22,358	29,345
償却費(万円/年)	904	1,315	1,726
(自治体等の負担分: 補助率 1 / 2 の場合)	(452)	(658)	(863)
事業収支(万円/年)	-526	-359	1
(自治体等の事業収支: 補助率 1 / 2 の場合)	(-74)	(299)	(864)
発電コスト(円/kWh)	21.0	14.4	11.0
(自治体等の発電コスト: 補助率 1 / 2 の場合)	(10.5)	(7.2)	(5.5)

表-2のように小規模（出力300kW, 600kW）の風力発電施設では、全体事業費に占める年間経常費はマイナスになる。しかし、国等の補助金がある場合には、自治体等の事業収支が黒字になり、自治体等が漁港漁村に風力発電施設を導入するメリットが生まれる。

収益性については、設備利用率及び電力単価等の条件によって変動する。例えば、表-2では年平均風速6m/s（設備利用率約20%）で計算しているが、年平均風速が1m/s上昇するだけで、発電電力量が約1.5倍程度まで増加する。逆に年平均風速が低いと発電電力量が半分以下になる場合もある。また、売電する場合に電力会社の電力買い取り価格が地域によって低い（3kWh/円）場合があり、その場合は表-2より事業収支が悪くなる。

5.2 モデルケースによる検討

実際の漁港をモデルケースとして、風力発電施設を導入した場合の採算性について検討を行う。

A漁港における電力需要を表-3に示す。A漁港の主な電力消費施設は、岸壁、道路等の照明施設、ロードヒーティング、漁協の冷蔵・冷凍・製氷施設である。年間総電力消費量は550,000（kWh/年）、年間総電力料金は8,553,000（円/年）となる。

表-3 A漁港における電力需要

施設種類	電力消費量 (kWh/年)	電力料金 (円/年)
漁港照明1	120,000kWh	1,984,000
漁港照明2	6,700kWh	106,000
漁港照明3	20,400kWh	306,000
ロードヒーティング	81,800kWh	825,000
漁港内トイレ	300kWh	5,000
ダブルフラット照明	1,800kWh	27,000
冷蔵施設	114,000kWh	5,300,000
冷凍施設	71,000kWh	
製氷施設	139,000kWh	
合計	550,000kWh	8,553,000

(1) 風力発電機規模の算定

需要電力量が発電電力量を上回る場合は、電力会社から電力を購入しなければならない。また、発電電力量が多く、余剰電力が発生する場合は、電力会社に売電する必要がある。

発電電力の50%以上を自家消費する場合は、売電分が「余剰電力の売電」と解釈され、余剰電力は電力会社の余剰電力購入メニューによる単価になることから、ここでは発電電力の50%以上を自家消費するとして、風力発電施設規模を計算する。

年平均風速6m/sで設備利用率が約20%として、発電電力の50%以上が自家消費になるように年間発電電力量を計算すると、以下のように出力600kWの風力発電機が適当であることがわかる。

- ・年間発電電力量（kWh/年）

$$= \text{定格出力 (kW)} \times 8760 \text{ (h)} \times \text{設備利用率 (\%)} \\
= 600 \text{ (kW)} \times 8760 \text{ (h)} \times 20 \text{ (\%)} \\
= 1,051,200 \text{ (kWh/年)}$$
- ・自家消費率

$$= 550,000 \text{ kWh} / 1,051,200 \text{ kWh} \times 100 = 52.3\%$$

一方、電力会社の余剰電力購入単価は、各地域の電力会社により異なる。風力発電施設が比較的少ない東京、中部、関西の各電力会社の余剰電力購入単価は、契約条件にもよるが、概ね10~11円程度/kWhである。一方、風力発電施設が集中している、北海道、東北、九州の各電力会社の電力購入単価は、約3円/kWh台と低い。表-4に、A漁港に600kWの風力発電機を設置した場合の採算性について示す。

表-4 A漁港に600kWの風力発電機を設置した場合

	売電単価 10円/kWh	売電単価 3円/kWh
発電電力量(kWh/年)	1,051,200	
需要電力 (kWh/年)	550,000	
売電電力 (kWh/年)	501,200	
電力料金削減効果(万円/年)	605	
売電収入(万円/年)	501	150
発電分経済効果(万円/年)	1,106	755
運営保守費(万円/年)	200	200
運営収支(万円/年)	906	555
償却費(万円/年)	1,315	1,315
(自治体負担分: 補助率1/2)	(658)	(658)
事業収支(万円/年)	-409	-760
(自治体事業収支: 補助率1/2)	(249)	(-102)

表-4における事業収支は、余剰電力の売電単価が10円/kWhのときは、年間249万円の黒字となる。しかし、余剰電力の売電単価が3円/kWhのときは、年間102万円の赤字となり、その分は自治体等が負担しなければならない。余剰電力の売電を想定した場合、各地域の電力会社によって、余剰電力の購入単価が異なるため、風力発電施設を設置する地域によって、事業の収益性が大きく異なってくる。

6. 自然エネルギー（風力）の導入の課題

以上の検討結果から、漁港漁村において風力発電施設を導入する上での課題を整理すると、以下ようになる。

(1)採算性

電力需要量の小さい漁港漁村では、小規模の風力発電施設しか設置できない場合が多いが、それでは採算が合わない。

(2)故障、破損等のリスク

風力発電機の故障及び台風・雷等の災害による破損、発電量不足などにより、想定した経済効果が得られない場合、かえって漁業関係者の経営や自治体の財政を圧迫する可能性がある。

(3)送電線の容量不足及び系統連系の受け入れの制限

漁港漁村は都市から離れており、送電線系統の末端に位置するため、電力会社の送電線の容量不足により、電力会社と系統連系できない可能性もある。また、北海道のように、系統への影響を考慮して、風力発電電力の受け入れ量を一定限度に制限している電力会社もある。

(4)電力会社の余剰電力購入単価の低下

最近、特に北海道、東北、九州の電力会社の余剰電力購入単価が低下した。余剰電力の売電収入の減少も事業収支に大きな影響を与えることから、売電収入に頼らなくても採算が合う事業形態を考える必要がある。

(5)複数施設への電力供給

漁港漁村施設への電力供給を想定した場合、漁港漁村施設全体では電力需要量が多いが、1施設当たりの電力需要量は少ない。採算性が良い大規模の風力発電施設を導入したい場合は、複数の施設に電力を供給する方法が考えられるが、事業費負担及び電力使用料金の徴収等の運営管理体制を地域の実情に合わせ構築する必要がある。

(6)補助事業上の制約

各種補助事業により、施設の規模や電力の供給範囲等の制約がある。そのため、補助事業のみでは、事業者の希望する発電施設規模や発電電力の利用が実現しない場合がある。

7. 考察

(1)水産庁補助事業と他事業との連携

水産庁の補助事業は、水産関連施設への電力供給を目的とした補助事業であり、各事業項目ごとに電力供給できる施設が決められている。しかし、これら個々の施設の電力供給に限定して風力発電施設を設置すると、規模が小さいものしかできず、採算性が合わない場合もある。

このため、各事業が連携して、複数の施設への電力供給を目的とした風力発電施設の設置も検討する必要がある。また、補助目的施設以外に電力を供給したい場合は、他の事業（NEDOや地方自治体の事業）との合併施行を行うことも可能であると考えられる。

(2)複数施設の電力供給における法律上の問題

複数施設への電力供給については、電気事業法に「特定供給制度を利用して電気を供給する場合、供給者・需要家間に生産工程、資本関係等密接な関係を要する」とあることから、漁港の電力需要施設の管理者が異なる場合は、法律上、各需用施設に電力の供給ができない可能性がある。しかし、各施設が同じ漁港施設用地内にある場合が多く、各施設管理者同士の関係が深いことから、管理組合組織の設置などで法律上の問題を解決する方法がある可能性がある。また、一部の工業地区では、電力の特定供給に関する経済構造改革特区の認定を受け、供給者・需要者間の関係にかかわらず電力の供給を許可されている事例があることから、漁港漁村内において、同様の手法を活用することも考えられる。

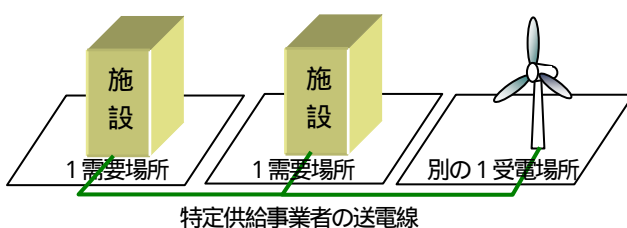


図-1 複数施設への電力供給のイメージ図

8. おわりに

漁港漁村における自然エネルギーの導入は、地球環境の保全のみならず、漁港漁村施設の電力コスト縮減に寄与することができる。また、電力コストが掛かるため、整備を躊躇していた施設（蓄養施設、漁港浄化施設、深層水取水施設等）への供給電力を自然エネルギーにより確保することで、それら施設の整備を促進させる効果が期待できると考えられる。

風力発電施設に関しては、最近の電力会社の余剰電力購入単価の低下もあり、採算性を確保することが一層難しくなってきた。よって複数施設への供給の可能性も考慮しながら、採算が合う事業形態を確立していきたい。

本論文は、北海道開発局農業水産部の委託業務「平成14年度自然エネルギー利用促進型漁港構想検討業務」の調査内容を一部引用して作成したものである。調査においてご指導及びご協力を頂いた皆様、並びに各関係者の皆様方へ謝意を表する。

参考文献

- 1) 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）：風力発電導入ガイドブック
- 2) 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）：新エネルギーガイドブック