

沿岸域の丘陵地帯における風力発電施設による社会影響の発生要因

Factors of Social Impacts due to Coastal Wind Farms in the Hilly Area

半田 哲也*・錦澤 滋雄・村山 武彦

Tetsuya HANDA, Shigeo NISHIKIZAWA and Takehiko MURAYAMA

要旨：日本において、風力発電施設による社会影響がどのような要因によって発生するかについての知見は、未だ十分ではない。本研究では、沿岸域の丘陵地帯に立地する風力発電施設で、周辺住民を対象にしたアンケート調査を行い、騒音とシャドウフリッカー認知・不快認知の発生状況及び発生要因について分析を行った。その結果、風車と住居との間の距離は発生要因としては限定的であり、風車がどう見えるかという視覚的な要素が有力な要因であることがわかった。また、沿岸域ではシャドウフリッカーの影響が大きい、複数の影響認知が発生している場合は不快認知が高まる、丘陵地では景観評価が低い、などの知見を得ることができた。

キーワード：風力発電、社会影響評価、騒音、シャドウフリッカー

Abstract : In Japan, knowledge of factors in the social impacts produced by wind farms is not enough. This study conducted an interview survey for residents living near the coastal wind farm in the hilly area, and then analyzed how and why the perception/annoyance of noise and shadow flicker occur. As a result, it was clarified that the distance between wind turbines and residents was not a significant factor. On the other hand, a visual element, how they could see wind turbines, was a significant factor. In addition, followings were found: adverse impacts due to shadow flickers had greatly generated in the coastal area, the rate of annoyance became worse when residents recognize plural social impacts, and residents tended to evaluate scenery of turbines negative.

Key Words: wind power, social impact assessment, noise, shadow flicker

はじめに

2011年に福島県で発生した原子力発電所事故以来、再生可能エネルギーの普及促進の必要性が強く認識されている。中でも風力発電は、価格競争力に優れることから大規模開発が進められ、2012年の固定価格買取制度施行後は太陽光発電に次ぐ導入伸び率を示している。

その一方で、こうした開発による影響が地域住民に広く認識され、事業者との対立に発展した事例も存在する。風力発電施設をめぐる環境紛争は、従来は景観や野鳥の保護をめぐる争われたものが多かった(馬場ら, 2009)。沿岸域ではこれらの影響は比較的軽微であるとされており(Larsen *et al*, 2007など)、日本においても2000年頃から開発事業が増加している(三谷, 2013)。

しかし近年では、風車の大型化などの理由により新たに騒音やシャドウフリッカー(太陽光が風車のブレードに遮られ、地上部に明暗が生じる現象)といった社会影響が問題となる事例が増えている。これらの影響がどのような条件下において発生するかについての知見は未だ十分ではなく、環境影響評価法においても測定評価手法を明確に示すことはできていない¹⁾。先行研究として、Nishikizawa

et al (2013)では、沿岸域に立地する風力発電施設を対象として、周辺世帯での社会影響の発生状況とその要因について分析し、沿岸域では騒音は海の波音のマスクング効果により軽減される代わりに、シャドウフリッカーが強く認知される傾向にあるとしている。しかし、この研究は沿岸域の平地のみを対象としており、この結論が沿岸域の丘陵地など、他の立地条件においても適用できるかについては明らかではない。

日本の国土は平地の占める割合が小さく、また、その適地も開発によって減少していることから、今後は丘陵地などにおける開発が進むことが予想される。こうした条件下での社会影響の発生状況やその要因を探ることは、将来的な環境紛争の回避に資するものと考えられる。

そこで本研究では、沿岸域の丘陵地に立地する風力発電施設を対象として、社会影響の発生状況とその発生要因を、現地での訪問アンケート調査に基づき明らかにすることを目的とする。

1. 研究の方法

1. 1 アンケート調査対象地の選定とその概要

*東京工業大学大学院総合理工学研究科環境理工学創造専攻

上述の理由により、まず全国の風力発電施設の中から、沿岸域の丘陵地に立地するものを絞り込んだ。沿岸域の定義については、先行研究を踏まえて海岸線から1km以内とした²⁾。丘陵地については、一般的に標高100~300m程度の小さい起伏に対して用いられる用語であることからこれを定義として採用し、標高100m未満の土地については簡易的に全て平地として扱った。本研究では全ての風車が標高100~300mに立地する風力発電施設を対象としている。なお、計測にはGoogle Earth及び国土地理院の地形図を使用した。

これらの立地条件を満たす事例について、次に新聞記事調査等によって、騒音・シャドウフリッカーに関する地域住民からの苦情の有無を調べた。運開後に苦情が発生しているものに限り、三事例が抽出できた。

最後に、抽出された事例についてNEDO発表資料の情報をもとに規模によりスクリーニングし、1基あたりの定格出力及び総出力が最も大きいA市の事例を対象として選定した。これは、風力発電施設の規模の大きさと苦情の発生する割合が正の相関を持つとする環境省の調査³⁾による。

以下に、A市の事例の概要を簡潔に述べる。当該風力発電施設は、1基あたりの定格出力2,500kwの風車15基からなる。稼働開始は2006年であるが、この当時風力発電事業は立地都道府県の条例アセスの対象とはされていなかったため、事業者が自主的に環境影響評価を行っている。近隣の世帯からは直近で300m弱と、いくつかの地点で住宅地の近くに位置している箇所が見られる。海岸線近くの丘陵地の尾根沿いに位置しており、海岸線からの距離は300m強、風車の立地点の標高は海拔200m前後である。

1.2 アンケート調査設計の視点

風力発電施設による社会影響を扱うにあたり、本研究では影響が問題として顕在化するプロセスには、

- 1) 地域住民が影響を認知する
 - 2) 認知した地域住民がその影響を不快と感じる
- という二段階があると仮定し、この影響認知・影響不快認知について考える。また、影響の種類として、本研究では騒音とシャドウフリッカーを取り扱う。

以上を踏まえ、本研究では地域住民による影響認知・影響不快認知の発生状況および発生要因について分析する。発生要因は、以下の①地理的要因②心理的要因に分類できる。

① 地理的要因

影響認知・影響不快認知に関わる地理的要因として、

- i) 風車と住居との間の距離
- ii) 視覚的な要素
- iii) マスキング効果に関係する要因

などが考えられる。

i) に関しては、一般的な考えとして風車から近い住居ほど騒音認知の割合は高くなるといえ、要因の一つと想定される。

ii) については、環境省の調査⁴⁾において、シャドウフリッカーに関する環境保全措置として風車の基数の変更などの手法がとられていることがわかっており、このことから、世帯から見える風車の基数といった視覚的な要素が影響認知等の要因と想定される。またこれに関して、平地と比較した場合の丘陵地の特徴として風車を見上げる角度(仰角)が大きくなることが考えられるため、同様に視覚的な要素として挙げた。

さらに、iii) に関して、沿岸域風力発電施設については、上述のように先行研究で海の波音によるマスキング効果によって騒音認知が緩和される場合があることが示されている。このことから、世帯の海岸線からの距離や波音の感じ方といった要因が考えられる。

② 心理的要因

地理的には同様の条件下にある場合でも、各人の持つ風力発電施設に対するイメージ、感じ方によって影響認知・影響不快認知の度合いに差が生じる場合が考えられる。このようなイメージをまとめて、心理的要因と呼称する。影響認知・影響不快認知に関わる心理的要因として、

- i) 景観評価
 - ii) 風力発電の持つ社会性・経済性への評価
 - iii) 世帯側の風力発電施設建設プロセスへの態度
- などが考えられる。

i) の景観評価に関して、風力発電施設への評価と景観イメージの関わりについては馬場・田頭(2006)など多数の先行研究がある。本研究では、このような景観イメージが影響認知・影響不快認知にどう関与するかを検証する。

ii) の社会経済項目について、大岸ら(2006)の調査では、風車の発電効果、風車の地域活性化効果、風力発電の環境効果、撤去の必要性などの各項目に関して、地域住民とビジターの認識に有意な差があることがわかっており、これらのイメージが認知の差別化要因となる可能性がある。

さらに、iii) 建設プロセスへの態度に関し、馬場・田頭(2009)では、関心の持ち方の違いによって、風車への評価に差が生じることを明らかにしている。これも要因の一つとして考えられる。

最後に、ある一つの影響を強く認知している場合、他の影響認知・影響不快認知についても同様の反応が取られることが考えられる。例えば、騒音を認知している人は、シャドウフリッカーについても認知や不快認知をする割合が高くなる可能性がある。このように、他の影響の認知状況も要因として挙げることができる。

表1 アンケート質問項目

分類		質問項目	
被説明変数	影響認知・影響不快認知	騒音	・騒音認知 ・騒音不快認知
		シャドウフリッカー(SF)	・SF認知 ・SF不快認知
説明変数	地理的要因	風車と住居との間の距離	・(風車からの距離)
		視覚的要素	・見える風車の基数 ・(仰角、風車を見上げる角度)
		マスキング効果関係要因	・波音の感じ方 ・(海岸線からの距離)
	心理的要因	景観プラス評価	・風車への親しみ ・好ましさ
		景観マイナス評価	・風車からの威圧感 ・違和感
		経済・社会項目	・風車の発電効果 ・風車の地域活性化効果 ・風力発電は環境にやさしいと感じるか ・風車撤去の必要性
建設プロセスへの態度	・建設プロセスへの住民参加の必要性 ・建設プロセスへの自身の関与意向		

注) 括弧で示した項目はアンケートで質問していない。(1. 3参照)

1. 3 アンケート調査の方法

以上を踏まえ、対象風力発電施設の1km圏内に居住する世帯をゼンリン住宅地図の位置情報をもとに抽出し、戸別訪問式アンケート調査を行った。対象世帯主が不在などの場合はアンケート票を投函し、後日郵送によって回答を得た。

調査では、1. 2の内容をふまえて作成した表1の質問項目についてデータを収集した。アンケートは五段階リッカート尺度(感じる、やや感じる、どちらでもない、あまり感じない、感じない)を使用し、回答者に最も近いと思うものを選んでもらった。ただし、括弧で示した「風車からの距離」、「仰角」、「海岸線からの距離」の三項目については、直接答えてもらう形でなく、ゼンリン住宅地図の対象世帯の位置情報を用いて算出した。その際の計算ツールにはGoogle Earthを用いた。

1. 4 アンケート調査結果の分析方法

得られたデータの分析方法として、まず影響認知・影響不快認知の発生状況を明らかにするために、回答を得られた世帯の位置情報と影響認知・影響不快認知についての回答の情報を地図上にまとめる。ツールはゼンリン住宅地図を使用する。

次に、影響認知・影響不快認知に関わる要因を明らかにするために、表1に示した各項目について重回帰分析を行う。被説明変数は各影響認知・影響不快認知の四項目、説明変数は地理的要因・心理的要因として表1に示した十五項目に加え、一方の影響認知・影響不快認知がもう一方のそれに及ぼす影響も、要因として含めた。例えば、騒音認知・騒音不快認知を被説明変数として分析する場合は、シ

ャドウフリッカー認知を説明変数に用いている。

解析にはエクセル統計2010を使用し、変数選択には増減法を使用した。選択基準は $F_{in}=2.0$ 、 $F_{out}=2.0$ を用いた。

2. 結果

2. 1 アンケート調査の回収結果

2013年12月11~13日の三日間、調査を行い、対象127世帯のうち54世帯から回答を得た(回収率42.5%)。うち、郵送による回答は23件であった。

2. 2 影響認知・不快認知の発生状況の分析

調査の結果、対象世帯はおおよそ風力発電施設の北と南に集中しており、東西に少ないことがわかった。ここでは便宜上、北側の世帯群をA地区、南側をB地区と呼ぶことにする(図2, 3参照)。なお、この両地区に関する集計では、風力発電施設の西側に存在する世帯はどちらにも含まれないものとした。

回答を得た世帯について、影響認知・影響不快認知の発生状況についてまとめたものを図1に示す。まず全体の状況を見ると、全世帯54件のうち騒音認知世帯は39件(72.2%)、シャドウフリッカー認知世帯は27件(50.0%)であり、騒音のほうがシャドウフリッカーより認知の割合は大きかった。一方で、影響認知世帯のうちを占める影響不快認知世帯の割合を見ると、騒音で39件中20件(51.3%)、シャドウフリッカーで27件中22件(81.5%)となっており、シャドウフリッカーのほうが大きいことがわかる。

次に、A地区とB地区の比較について述べる。騒音認知世帯の割合については、A地区が32件中23件(71.9%)、B地区が19件中13件(68.4%)となっており、ほとんど差は見られない。一方で、騒音認知世帯中に占める騒音不快認知世帯の割合を見ると、A地区で23件中16件(69.6%)、B地区で13件中2件(15.4%)であり、A地区がB地区を大きく上回っている。

同様にシャドウフリッカーについて見ていくと、全体に占める認知世帯はA地区で21件(65.6%)、B地区で4件(21.1%)であり、認知世帯中に占める不快認知世帯はA地区で20件(95.2%)、B地区で1件(25.0%)となっている。シャドウフリッカーについては、影響を認知する世帯の割合と、認知した世帯が不快と感じる割合の双方においてA地区がB地区を上回っていると言える。

つづいて、これに回答世帯の位置情報を加えて、地図上にまとめたものを図2, 3に示す。まず図2の騒音認知・騒音不快認知世帯の分布について見ると、騒音を認知していない世帯のうち最も風車に近いものはA地区で風車から750m付近、B地区では550m付近に存在しており、こ

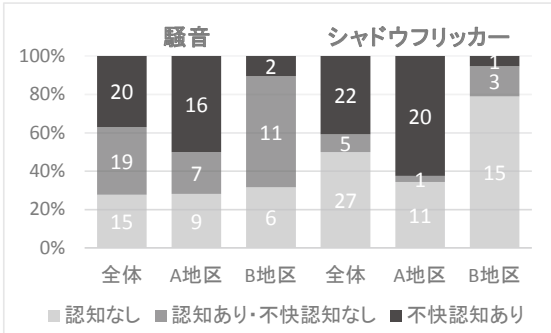


図1 地区別の影響認知世帯・影響不快認知世帯割合

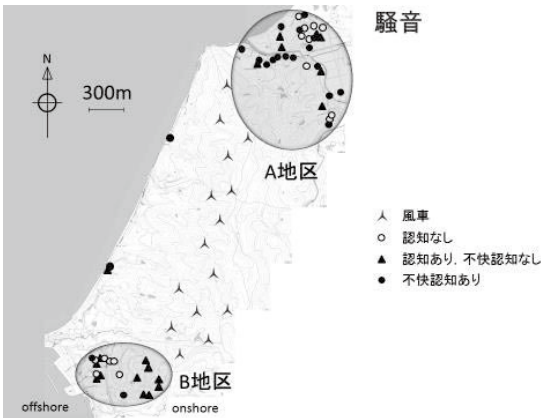


図2 騒音認知世帯・不快認知世帯分布

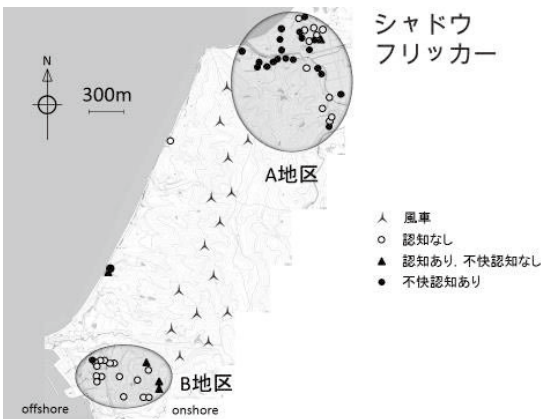


図3 シャドウフリッカー認知世帯・不快認知世帯分布

れより風車に近い区域では全世帯が騒音を認知している。一方で、これより遠い区域では、隣接する世帯間でも認知発生状況が異なる場合があるなど、世帯の風車からの距離と騒音認知・騒音不快認知の間に明確な相関は存在していない。

同様に図3のシャドウフリッカー認知・不快認知世帯の

分布を見ると、認知していない世帯のうち最も風車に近いものはA地区で風車から750m付近、B地区では280m付近となっている。A地区では図2とほぼ同じ特徴を示している一方で、B地区では最も風車に近接している区域の中でもシャドウフリッカーを認知していない世帯が存在しており、図2のような特徴は見られない。

2.3 影響認知・不快認知の発生要因の分析

影響認知・影響不快認知に関わる要因についての重回帰分析の結果を表2に示す。表中の数値は、各説明変数の標準偏回帰係数を表している。各モデルにおける決定係数を見ると、概ね0.5程度であるか、またはそれを上回っており、本稿においては一定程度の説明能力を有していると考えずこととする。

表2を見ると、まず騒音認知については、「見える風車の基数」、「違和感」、「風車の地域活性化効果」、「建設プロセスへの住民参加の必要性」が説明変数として挙げられている。同様に騒音不快認知については、「見える風車の基数」、「違和感」、「風車撤去の必要性」、「他の影響認知」、「仰角」が挙げられている。シャドウフリッカー認知については、「波音の感じ方」、「見える風車の基数」、「風車撤去の必要性」、「仰角」の各項目が関与しており、同様にシャドウフリッカー不快認知については、「見える風車の基数」、「風車撤去の必要性」、「他の影響認知」が関与している。

それぞれの項目の係数について見ると、「風車の地域活性化効果」のみが負で、その他は正となっている。このことから、①地理的要因に関して、波音がよく聞こえる場合、見える風車の基数が多い場合、風車を見上げる角度(仰角)が大きい場合などに、認知・不快認知の割合は高くなることがわかる。この結果は丘陵地の立地特性に関わるものであり、3章で詳しく述べる。

また、②心理的要因に関してみると、「風車の地域活性化効果」を感じている人ほど認知の割合は低くなり、逆に「違和感」、「風車撤去の必要性」、「建設プロセスへの住民参加の必要性」、「他の影響認知」を感じている人ほど認知の割合は高くなることがわかる。

なお、それ以外に分析で使った、「風車からの距離」、「海岸線からの距離」、「風車への親しみ」、「好ましさ」、「風車からの威圧感」、「風車の発電効果」、「風力発電が環境にやさしいと感じるか」、「建設プロセスへの自身の関与意向」の八項目については、いずれの認知・不快認知にも関与していなかった。

3. 考察

3.1 平地立地型との比較

表2 影響認知・影響不快認知の要因

	騒音認知	騒音不快認知	SF認知	SF不快認知
波音の感じ方	—	—	0.20 **	—
見える風車の基数	0.21 *	0.23 **	0.42 ***	0.32 ***
違和感 (景観マイナス評価)	0.35 ***	0.33 ***	—	—
風車の 地域活性化効果	-0.31***	—	—	—
風車撤去の必要性	—	0.27 **	0.47 ***	0.55 ***
建設プロセスへの 住民参加の必要性	0.28 ***	—	—	—
他の影響認知	—	0.23 *	—	0.19 *
仰角	—	0.21 **	0.24 **	—
(修正決定係数)	0.5	0.64	0.47	0.51

注) ***は1%有意, **は5%有意, *は10%有意, —は有意でないことを示す。

先行研究では沿岸域の平地立地型風力発電施設に関し、
I) シャドウフリッカーの影響が重大な問題となり得る。
II) 騒音の影響は波音のマスクング効果で軽減される。
の二点を示していた。今回の事例では、まずI)に関して、
全体としては2. 2で示したように、回答世帯の50%がシャドウフリッカーを認知しており、かつその大半が不快認知をしているという状況だった。またII)に関しては、
2. 3で見たように、「波音の感じ方」はシャドウフリッカー認知に関わっているが、騒音認知・騒音不快認知には関与していない。

以上のことから、丘陵地に立地する風力発電施設の場合では、

I) シャドウフリッカーについては、平地立地型と同様、重大な問題となり得る。

II) 波音によるマスクング効果は観測されない。
ということが言えるのではないかと考えられる。ただし、これらの点は本事例のみから得られた知見であり、丘陵地立地型風力発電施設に対し一般的に適用できるかについては精査が必要である。特に、II)のマスクング効果の有無については、先行研究では海と世帯群の間に風車が存在していた一方、本事例においては波音の聞こえてくる方向と風車の騒音が聞こえてくる方向が異なっていた(図2, 3参照)という違いに由来する可能性があり、必ずしも全ての丘陵地立地型に適用できるわけではないと推測される。

3. 2 認知と地理的要因の関係

2. 2の結果を見ると、影響認知・影響不快認知に関わる地理的要因として、まず風車と住居との間の距離は『～以下の場合では必ず影響認知が発生する』というような閾値としての役割を持つ可能性が考えられる。ただし、このことは騒音認知については顕著であるが、シャドウフリッ

カー認知に関しては明確ではない。また、風車から遠い区域を含めた全体としては、世帯の風車からの距離と影響認知の間に明確な相関は見られず、これらのことを踏まえると、風車と住居との間の距離の地理的要因としての説明能力は限定的であると言える。

このことは、A地区とB地区の比較からも言うことができる。両地区とも風車からの距離という点ではほぼ同程度の条件の世帯群であるにも関わらず、影響認知・影響不快認知の発生状況には明らかな差が見られる。このことは、認知・不快認知の地理的要因は、単に風車と住居との間の距離のみによらないことを示している。

2. 3の重回帰分析の結果において、「風車からの距離」が影響認知・影響不快認知の説明変数として有意でないことも、この証左とすることができるだろう。

A・B両地区間で影響認知・影響不快認知の発生状況に差が生じた原因については、別の地理的要因を考える必要がある。シャドウフリッカー認知・シャドウフリッカー不快認知の差については、風車から見た方向に原因があるのではないかと考えられる。A地区は風車から見て北東に位置しているため太陽が風車に遮られる時間帯が長く、シャドウフリッカーの継続時間も同様に長くなることから、認知・不快認知の割合が高くなり、反対にB地区は風車の南東に位置するため継続時間が短く、認知が下がったのではないかと推測される。

しかし、騒音不快認知における両地区間の差に関しては、このような説明は成り立たない。考えられる要因としては、標高の違いが挙げられる。A地区は標高0～15mの平地に位置する住宅地であり、風車を見上げる形になりやすい。一方B地区は丘陵地の中腹、標高30～110mに位置しており、A地区と比べ風車を見上げる角度が小さくなる。この視点の違いが騒音不快認知に影響した可能性が考えられる。

2. 3の重回帰分析の結果は、これを裏付けるものとなっている。騒音不快認知及びシャドウフリッカー認知に「仰角」が有意な説明変数として関わっており、標準回帰係数が正であることから、より角度が大きく風車を見上げる形になるほど、影響認知・影響不快認知が高まることが示されている。また同時に、「見える風車の基数」は全ての影響認知・影響不快認知に関わっており、標準回帰係数が正であることから、見える風車が多くなるほど影響認知が高まることが示されている。

以上のことから、本事例のような丘陵地立地型風力発電施設においては、地理的要因の中でも特に『風車がどう見えるか』という視覚的な要素が重要になっている可能性があると考えられる。

3. 3 認知と心理的要因の関係

表2の重回帰分析の結果、影響認知・影響不快認知に関わる心理的要因としては、「違和感」、「風車の地域活性化効果」、「風車撤去の必要性」、「建設プロセスへの住民参加の必要性」、「他の影響認知」などが挙げられることがわかった。

このうち「違和感」は景観マイナス評価の一つであり、これが騒音認知・騒音不快認知の説明要因となる一方で景観プラス評価が関与していないということは、本事例において風車の景観は、地域住民にとって負の心理的効果をもたらしていることを示している。馬場・田頭(2006)では、山頂立地型において、地域住民による風車の景観評価は低くなるとしているが、沿岸域の丘陵地においても同様の傾向があると考えられる。

また、「建設プロセスへの住民参加の必要性」、「風車の地域活性化効果」、「風車撤去の必要性」等の項目が影響認知・影響不快認知に関与していることには、建設プロセスへの住民参加がなされるべきにも関わらず本事例ではなされなかった、地域にメリットがないにも関わらず風車を押し付けられた、といった地域住民の不満が背後にあると推察され、風力発電施設が必ずしも地域に受け容れられていないことが伺える。こうした不満感、事業者側が建設プロセスにおいて適切な住民参加手続きを取る、地域へのメリットを説明する等の方法で軽減が可能と考えられ、事業者の自主努力による環境紛争の回避の可能性を示していると言える。

さらに、「他の影響認知」を見ると、影響認知同士で互いに相関が見られる事がわかる。具体的には、騒音認知はシャドウフリッカー不快認知に、シャドウフリッカー認知は騒音不快認知に関連している。このことは、複数の社会影響認知が同時に発生した時、不快認知が高まる可能性があることを示している。

おわりに

本研究では、沿岸域丘陵地帯の風力発電施設による社会影響の、地域住民による認知・不快認知の発生状況とその要因について、A市を事例に分析し、以下の知見を得た。

第一に、沿岸域においてシャドウフリッカーは、立地条件に関わらず重大な問題となり得る。その一方で、平地において観測されていた波音による騒音のマスク効果は、丘陵地においては観測されない場合がある。

第二に、地理的な面での発生要因について、単純に風車と住居との間の距離を考慮するだけでは不十分であり、風車から見た住居の方向や、見える風車の基数、風車を見上げる角度といった視覚的要素が重要となる場合がある。

第三に、高地に立地する風車では景観評価が低下する可

能性があり、そのことが影響認知・影響不快認知につながると考えられる。

第四に、影響認知・影響不快認知の心理的発生要因として、景観評価以外に「風車の地域活性化効果」、「風車撤去の必要性」、「建設プロセスへの住民参加の必要性」等への認識が挙げられる。

第五に、複数の社会影響が発生する場合には、不快認知が高まりやすい可能性がある。

以上の知見は、風力発電事業における社会影響を適切に評価し、環境紛争を回避していく上で有用であると考えられる。今後は、実際の丘陵地立地型風力発電施設に対してこれらの知見がどの程度当てはまるかを、他の事例から検証していき、より考察を深めていきたい。

謝辞

本研究はJSPS科学研究費補助金24710028「風力発電施設の立地選定における戦略的環境アセスメントの方法論」(代表：錦澤滋雄)の補助を得て行いました。ここに謝意を表します。また本研究にあたって、ご多忙の中アンケート調査にご協力いただいたA市の住民の方々ならびに関係者の皆様には、この場を借りて深く御礼申し上げます。

補注

- 1) 環境省 (2013/6/27 更新) 風力発電所の環境影響評価のポイントと参考事例
(http://www.env.go.jp/policy/assess/4-1report/file/h24_04-03.pdf) 14/5/29 参照
- 2) 国土技術政策総合研究所 (2008/9 更新) 国土技術政策総合研究所資料 No.473 統合的沿岸域管理に関する基礎的研究
(<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0473pdf/ks0473.pdf>) 14/5/29 参照
- 3) 環境省 (2010/10/7 更新) 風力発電施設に係る騒音・低周波音の実態把握調査
(http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=16341&hou_id=13_011) 14/5/29 参照
- 4) 環境省 (2011/1/31 更新) 風力発電施設に係る環境影響評価の基本的考え方に関する検討会 (第5回) 資料4 他の環境影響 (シャドウフリッカー) に関する調査、予測及び評価について
(http://www.env.go.jp/policy/assess/52windpower/wind_h22_5mat_5_4.pdf) 14/9/8 参照

引用文献

- 馬場 健司・田頭 直人 (2006) ウィンドファームに対する立地地域住民の評価。環境システム論文集, No.34, 199~207
- 馬場 健司・田頭 直人 (2009) 再生可能エネルギー技術の導入に係る社会的意思決定プロセスのデザイン・風力発電所立地のケース。社会技術研究論文集, No.6, 77~92
- J. K. Larsen and M. Guillemette (2007) Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: implications for habitat use and collision risk. *Journal of Applied Ecology*, Vol44, 516~522
- 三谷 辰秋 (2013) 沿岸域風力発電施設に係る住民の認識状況に関する研究, 平成24年度東京工業大学卒業論文
- Nishikizawa, S., T. Mitani and T. Murayama (2013) Perception and Annoyance related to Environmental Impacts of Coastal Wind Farms in Japan. *LIA13 Conference Proceeding*
- 大岸 万里子・奥 敬一・深明加津枝・森本 幸裕 (2006) 大型風力発電施設に対する周辺住民とビジターの景観評価特性および差異。ランドスケープ研究, 69 (5), 711~716