

■特集

風力発電の普及・啓発

イー・アンド・イーソリューションズ株式会社 中尾 徹
 有限会社 ネクストエナジー 東野 政則
 鹿島建設株式会社 鹿野 敏

1 風力発電を取り巻く情勢

新エネルギーは、CO₂の排出が少ないなど環境に与える負荷が小さく、資源制約の少ないエネルギー、または石油依存度低下に資する石油代替エネルギーとして、地球環境問題への対応、エネルギーの安定供給の確保に資することから持続可能な経済社会の構築に寄与するなどの意義を有している（新エネルギー対策課、2007）。温室効果ガス削減による地球温暖化対策として、EUでは「2020年までに温室効果ガスの排出量を1990年比で20%以上削減」、また日本では「2050年までに温室効果ガスの排出量を半減」などの構想をあげるまでもなく、世界の一次エネルギー需要の長期予想には石油資源が有限であることもあって新エネルギー（再生可能エネルギー）の導入は拡大せざるを得ないものと予想されている（図1-1）。

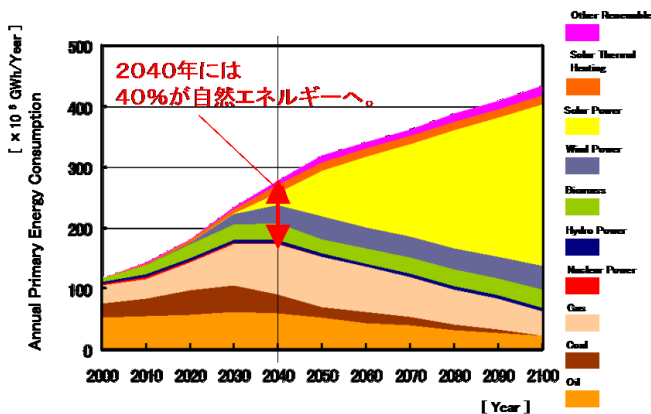


図 1-1 世界の一次エネルギー需要の長期予想 (Solarwirtschaft.de 資料)

そのような予想下において風力発電は、新エネルギーの中でも①比較的発電コスト/建設コストが安価である、②設備利用率が高い、③単位面積当たりの出力が大きいなどの特性を有していることから経済性、効率性および環境性に優れていると言える。その故か、世界の風力

産業の成長率は年 15~20%を達成しており、今後も拡大傾向が続くものと予想されており（図1-2）、このような傾向は風力発電産業の育成・雇用促進の面からも期待されるものである。

しかしながら、わが国の風力発電導入量は、2006年度末で149.1万kW(1,314基)に達したけれども、これは2010年度の導入目標である300万kWの半分程度であり、世界全体の導入量の約1.9%(13位)に過ぎない。

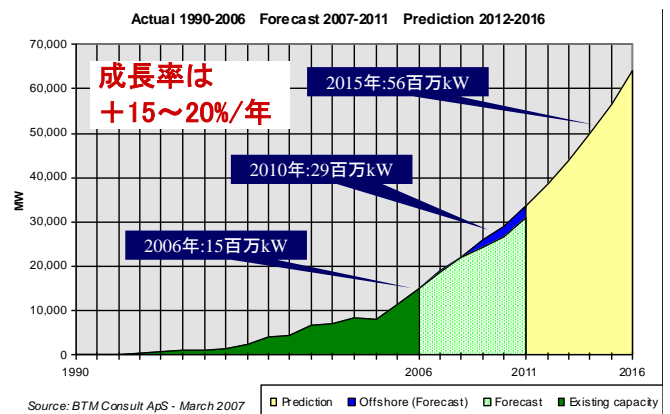


図 1-2 世界の風力発電市場の現在と未来 (BTM Consult Aps, 2007)

このように世界と比較してわが国の風力発電の導入量が見劣りするのには、風力発電が未だ国民に十分に認知されていないことが大きな理由であると考えられるが、電力会社によっては電力システムに対する周波数変動の影響を生じさせないために連系量に制限を設けているなどの制約もある。一方、制度の面からは、わが国ではドイツ、スペインなどのような風力発電電力の買取制度が施行されておらず、RPS法(電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法)による電気事業者に対する新エネルギーによる電気の利用を義務付けることにより新エネルギーの普及を図ろうとするも

のである。ただ、これには RPS 価値が曖昧なこと、利用目標量の設定値が低い水準にあること、事業用風力発電(2MW 以上)では電気事業者による買電が入札によるケースが多いこと、風力発電事業者が新エネルギー等電気相当量の取引先を確保しなければならない場合もあるなど、事業リスクに関係する問題が内包されている。

翻って日本においても設置風車の定格出力が大きくなり導入量が増加するにつれて、騒音、景観、生態系への影響などの環境問題がマスコミに取り上げられるようになり、本来、環境性に優れている風力発電が最近では環境破壊の元凶のように報道されることもあって戸惑う場面も少なくない。鈴木(2007)は、これらの風潮を憂い積極的な PR 活動・情報発信・ガイドライン作りなどを通して国民に広く訴えることを提案している。

風力発電は、温暖化を中心とする地球環境問題の対策やエネルギー(電力)源としての価値を有すると考えられることから、前述の風力発電の導入に伴う環境問題に対しては適切にその影響を評価し、風力発電に対して関係者の理解を得る努力をしなければならない。

NEDO 技術開発機構は、2006 年 2 月に「風力発電のための環境影響評価マニュアル(第 2 版)」を発行しており、10MW 以上の大規模風力発電施設を対象とした環境影響評価調査の方法や手続きについて平易な解説書として取りまとめている。風力発電を対象とした環境影響評価条例は福島県、兵庫県、香川県および長崎県にみられるが、県・地方自治体では独自に風力発電施設の設置に関するガイドラインを定めて、環境への影響を未然に防止するための取り決めを定めている所もある。また、平成 19 年度に資源エネルギー庁と環境省は合同で「風力発電施設と自然環境保全に関する研究会」を立ち上げバードストライク(鳥類やコウモリなどの風車への衝突)と景観に関して開発者と自然保護派のそれぞれの認識の確認と今後の課題・問題点などの論点を整理している。

本特集の趣旨は、風力発電の導入に対して地方自治体や地域住民の理解を得るための環境影響評価に関するガイドライン作りの第一歩として、「騒音」、「景観」および「生態系」に関する概要を示すとともに、今後、評価手法を確立するための課題について取りまとめたものである。

2 環境問題と影響評価

2.1 騒音

風力発電にとって騒音は、重要な環境影響に係る問題の一つと認識されている。

(1) 風車騒音の種類

風車騒音(広帯域騒音)は、ナセル内部の増速機や発電機等回転部分から発生する機械音とブレードの回転に伴って発生する風切り音に大別される。Wagner *et al.* (1996)は 2MW 風車による機械音の音圧を示している(表 2.1-1)。同表のデータは約 10 年前のもので現代の風車の音圧レベルと違うかもしれないが、当時は、表示しているように、機械音による騒音はギアボックス(固体伝播)による音圧が最も支配的であったことが理解される。風切り音は、ブレードと空気の乱れによって引き起こされた渦との相互作用によって生じるもので、回転速度、乱れ強度などに関係し 750-2,000Hz の幅広い周波数帯の騒音である。

表 2.1-1 2MW 風車による機械音の音圧
(Wagner *et al.*, 1996)

要素	音圧 (dB(A))	発生源
ギアボックス	97.2	固体伝播
ギアボックス	84.2	空気伝播
発電機	87.2	空気伝播
ハブ(ギアボックスから)	89.2	固体伝播
ブレード(ギアボックスから)	91.2	固体伝播
タワー(ギアボックスから)	71.2	固体伝播
補助機器	76.2	空気伝播

また、ダウンウインド風車ではタワーシャドウ効果と呼ばれるタワー後流をブレードが通過する際に発生する騒音(エルオス音)、一方、アップウインド風車では発電機の回転の他、ロータの回転に伴って発生した渦がタワーや風のシアーなどの存在によって風速変化を生じ発生する騒音がある(二井, 1996)。これらの騒音は人の耳には聞こえない低周波騒音(100Hz 以下、超低周波騒音: 1-20Hz)と呼ばれるもので、一般的にアップウインド風車よりもダウンウインド風車の方が起こりやすいと言われている。

(2) 騒音の予測と評価

一般に、騒音の測定方法とデータ処理は、JIS C 1400-11(IEC61400-11)に準拠して行われ、現

地での騒音測定により後述する暗騒音のレベルを把握する。風車の機械音と風切り音による騒音レベルの予測は、(1)式に示す音の伝播予測式に基づいて行われる。ただ、これにより求められた予測値は風車から発生する騒音のみの予測であるから、風車導入後の騒音レベルを(2)式を用いて導入前の暗騒音レベルと重合した結果として予測することとなる。

$$L_{PA} = L_{WA} - 20 \log_{10} r - 8 - \Delta L_{air} \quad (1)$$

ここに、 L_{PA} :風車から水平距離 I m 離れた地点の騒音レベル[dB(デシベル)]、 L_{WA} :風車の A 特性パワーレベル[dB]、 r :風車から騒音予測地点までの直線距離[m] ($r = (I^2 + h^2)^{1/2}$ 、 I :風車から騒音予測地点までの水平距離[m]、 h :風車ブレード中心までの高さ[m])、8:鏡面反射条件、 ΔL_{air} :空気吸収の補正值[dB] ($\Delta L_{air} = \alpha r$ 、 $\alpha = 0.005$ [dB/m])である。

$$L = 10 \log_{10}(10^{L_{Aeq}/10} + 10^{L_{PA}/10}) \quad (2)$$

ここに、 L :風車設置後の騒音レベル(合成騒音レベル)[dB]、 L_{Aeq} :現況騒音レベル[dB]、 L_{PA} :風車本体の騒音レベル[dB]である。

騒音の評価は、環境基準や規制基準などとの整合性および環境影響の回避・低減の2つの視点による評価を併用することとなっている。この内、当該地域が既に基準を超えている場合には合成騒音レベルによる現状からの増加分を求めて評価することとなる。なお、本ケースの基準は現状非悪化の原則あるいは増加分の限度値を3dB~5dBとするなどの事例がある。

騒音レベルは、音源である風車の設置地点から離れるほど減衰するが、レベルの範囲は風車の大きさ、機種によって異なる(図 2.1-1)。通常 250m 程度離れると生活への影響は少ないと

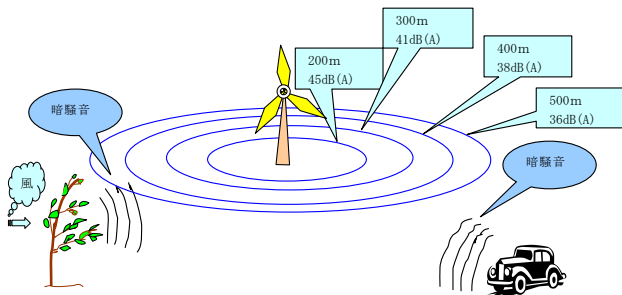


図 2.1-1 風車の距離別減衰例(風車 600kW クラス、タワー高さ 50m の例) (日本風力発電協会, 2003)

言われているが、これは表 2.1-2 に示す住居地域(類型 A)に対する夜間の環境基準値(45dB 以下)を基にした評価である。しかしながら、特に静穏を要する療養施設や社会福祉施設などの立地地域(類型 AA)は、夜間の環境基準値を 40dB 以下にする必要があり、そのためには風車から 450m 以上離らす必要がある。

表 2.1-2 騒音に係る環境基準

地域の 類型	基準値	
	昼間	夜間
AA	50 デシベル以下	40 デシベル以下
A	55 デシベル以下	45 デシベル以下
B		
C	60 デシベル以下	50 デシベル以下

- 1: AA を当てはめる地域は、療養施設、社会福祉施設等が集合して設置される地域等特に静穏を要する地域とする。
- 2: A を当てはめる地域は、専ら住居の用に供される地域とする。
- 3: B を当てはめる地域は、主として住居の用に供される地域とする。
- 4: C を当てはめる地域は、相当数の住居と併せて商業、工業等の用に供される地域とする。

低周波騒音に関しては、環境省(2004)により「低周波騒音問題対応の手引書」に物的及び心身に係る苦情に関する参照値が掲げられている。例えば、物的苦情の参照値は周波数 50Hz で 99dB、周波数 5Hz で 70dB、心身苦情に関する参照値は周波数 80Hz で 41dB、周波数 10Hz で 92dB と、それぞれの周波数で参照値以上となれば被害がやすいと言われている。低周波騒音の発生源は風車に限らず自動車、工場の圧縮機/重機、ビルの排気ダクト/変圧器、高架橋、電車、飛行機など様々な機器があげられる。それは広帯域騒音とは異なり、距離減衰が弱いことや、指向性が強い特徴を有しているが、最近、吉田と清木(2007)は自社の SUBARU80/2.0, 2MW ダウンウインド風車を用いて超低周波騒音の計測を行い、環境省による参照値を大幅に下回っていることから問題はないと結論付けている。

(3) 風車騒音の低減策

風車騒音の低減策には、対症療法的な対策として家屋の窓の二重サッシ化などの他、風車の改良や制御による基本的な防音対策がある。

風車の改良は、機械音低減のための対策でナセル内の吸音・密閉処理、振動を抑えるゴム付

の台座やカップリングの使用、長尺の低速シャフト、水冷式発電機などの設計変更の他、ギアボックスのない直結式の同期型発電機の採用などにより低減化が図られている。また、風切り音対策としてブレードの先端部形状や翼縁の改良などがあげられる。

一方、風車の制御による対策はロータの回転速度を遅くしたり、ブレードのピッチ角を変えることにより騒音の低減化が図られるが、これらの方法は発電量の低下につながる場合がある。

(4) まとめ

最近、風車設置後に騒音問題から風車の夜間停止や移設の要望が出されている事例がある。また、このような背景が下地となってか風車設置に対する反対運動が起こって地元の同意を得ることができない事態となっている事例もある。騒音は、後述する景観と同様、個人により受け止め方が変わるものであり、特に低周波騒音については個人差が大きく、被害者の大半は先の参照値の半分以下の音圧で症状が出ているとの報告もあり、環境省では参照値の見直しも含めた検証作業に着手している(産経新聞, 2007)。

騒音は、風車の設置基数が多く、且つ単機の定格出力が大きい程より遠くまで伝播することや、騒音には風速依存性があることから、風車の設置場所とその配置は周辺の状況を十分に勘案して決定するとともに、風車設置に対する地域住民の理解を得るための努力が必要である。

2.2 景観

風力発電施設の初期導入段階では、風車の出力が小さく導入基数も少なかったこと、さらに導入目的が地方自治体などによる啓発を主体としたもので目新しさから集客効果が期待されていた。そのことから当時は景観障害を起こすようなことは殆どなかった。しかし、風力発電の導入量が増加するとともに、近年、風車の大型化、大規模施設(ウィンドファーム)化に伴って新聞紙上などにも景観問題が取り上げられるようになった。最近、一部のマスコミが“現実的にあり得ないようなフォトモンタージュ”を放映した例もあるが、このような意図的な報道機関の姿勢は国民に風力発電に対する誤解を与えかねないので問題である。

(1) 景観への影響

景観への影響とは、i) 圧迫感・威圧感, ii) 眺望障害, iii) 周辺の景観特性との非調和などがあげられるが、景観は主観的なものであるため客観的な評価は困難である。景観に対する個人的な認識は、エネルギー供給の役割としての風力発電に対する理解度の他、風車の物理的なパラメータ(風車の大きさ、数量、色彩など)に対する意識度の軽重により決定される(Taylor and Rand, 1991)。

(2) 景観配慮の方法

風力発電施設の景観影響を最小化するための検討が行われている。

① 風車のデザイン

景観からみた風車のデザインは概ね以下のようにまとめられる。ただ、国民性の違いもあってアメリカでは様々なタイプの風車(羽根の数、回転方向、タワーのタイプなどの相違)が設置されているが、ヨーロッパではそのような事例は少ない。

- 風車の羽根の数：美学上の観点から3枚が好まれる(3枚羽根は2枚羽根よりも風速変動に伴う荷重変化が小さいメリットもある)。また、3枚の方が2枚よりも回転速度が遅いので視覚的にやさしい。
- 風車のタワー：ラティスタワーは遠距離や光線の具合で見えなくなることもあり景観配慮型と言える。円柱状(モノポール)のタワーよりも基礎工事費が安価であるが、バードストライクに対しては衝突率が円柱状よりも高いとの指摘もある。なお、ラティスタワーはアメリカでは多いがヨーロッパでは少ない。
- 風車の色彩：背景が空の場合は灰色がかった白色(off-white)/中間灰色(mid-grey)であるが、草原に設置されたケースではタワー下部に緑色のグラディエーションを配色している事例もある。

② 環境修復(ミチゲーション)

一般にウィンドファームにおける風車の配置に係る検討は、第一段階では設備利用率をあげるために風況、風車の間隔、騒音などを考慮して決められるけれども、次の段階では景観への影響を考慮して修正が行われる。特にサイトから1-2km以内の範囲の眺望点では風車が樹木の影になって容易に見えないようにしたり、風

車同士が重なって見えると景観上好ましくないので風車の配列を変更するなどの修正が必要である。

景観配慮のために次のような提案がなされている (Burton *et al.*, 2006)。

- 変電所などの付帯設備: 技術的・経済的な面からはウィンドファームの中央に設置される場合が多いけれども、景観障害を起ささない場所に設置することが望ましい。
- 電力網: 地下ケーブル化が望ましいが、コストが掛かる難点がある。
- 取付け道路: 風車建設のために造成された道路を設置後に現状復旧することが望ましい。

(3) 景観影響の評価方法

NEDO 技術開発機構 (2006) によれば、風力発電施設の計画段階における景観影響の評価方法は風力発電施設周辺の主要な眺望点 (展望地、景勝地など) を網羅した「可視領域図」を作成し、図形計測によって直接的な変化を受ける面積の測定とともに、質的な変化について事例集などを基に予測することにある。また、主要な眺望点からの風力発電施設の完成予想図を透視画、フォトモンタージュ、CG (コンピュータグラフィックス) などのいずれかの手法を用いて作図し視覚的表現によって予測する (図 2.2-1)。



図 2.2-1 洋上風力発電のフォトモンタージュの例 (Dong Energy *et al.*, 2006)

これらの手法を用いて作成した予想図は、地域住民 (含む、季節居住者) に対して公聴会やインターネットを利用して公開・提示し意見を聴取する。一般に、風力発電に対する個人的な見解は、総論賛成各論反対となり勝ちで、身近な施設として個人的な問題になると敬遠する事例が多くなる。ただ、デンマークのコペンハーゲン沖合いの Middelgrunden 洋上風力発電施設は市民との対話を重ね、風車の配列に関して風力発電量が幾分少なくなっても城壁をイメージする弧上のレイアウトが重視され採用された。

(4) まとめ

環境省は、2003 年に「国立・国定公園内における風力発電施設設置のあり方に関する検討会」を設けて、風力発電が景観に及ぼす影響について議論が交わされた。魚崎 (2005) がまとめているように、そこでは風力発電は地球温暖化防止対策に効果的であることから景観上良い印象を与えやすいとする一方で、施設は山の稜線、海岸線、岬など見通しの良い場所に立地されることから自然景観を一変させるおそれがあることも指摘されている。そのため、景観影響の低減を図るため、風車の設置は自治体で策定している景観形成基本方針などとの整合性を図ることが重要であるとともに、国立・国定公園内に設置する場合の各種の保全措置などの検討結果が参考となる (保全措置などの詳細は魚崎 (2005) を参照)。ただ、眺望点の位置設定が不明確であること、垂直視野角の規制が厳しいことなど、風力発電事業者から導入に対する緩和を求める声は多い。

景観について客観的に評価することは困難であるが、景観は地域住民の共有財産であるから地域の景観との調和が図られるような風力発電施設であらねばならない。そのためには、先の Middelgrunden の例にみられるように、地域住民とともに景観を創造するような取り組みが望ましいけれども、まずは風力発電の導入意義を懇切丁寧に説明して理解を得ることがその第一歩であると考えられる。

2.3 生態系

風力発電施設建設による生態系への主な影響要因は、表 2.3-1 と表 2.3-2 にまとめられ、環境影響アセスメントはここに掲げた環境影響要因によって生物相の量的・質的变化の程度を推定し評価するものである。ただ、施設の建

設場所は自然環境保全地域や希少動植物の分布域などを対象にしないことが肝要で、つまり予め影響を排除することにより円滑な導入を期すことが必要である。

表 2.3-1 陸上風力発電の設置に伴う主な環境影響要因(動物相のケース) (NEDO 技術開発機構, 2006)

環境影響要因	哺乳類	鳥類	両生・爬虫類	昆虫類
改変による生息環境の減少・喪失	●	●	●	●
騒音による生息環境の悪化	●	●	●	—
騒音による餌資源の逃避・減少	●	●	—	—
繁殖・採餌に係る移動経路の遮断・阻害	●	●	—	—
バードストライク	—	●	—	—
夜間照明による誘引	●	●	—	●

表 2.3-2 洋上風力発電の設置に伴う主な環境影響要因 (NEDO 技術開発機構, 2007)

環境影響要因	藻(草)類	海生動物*	魚介類・哺乳類	鳥類
水中の濁り	●	●	●	—
水中音・振動	—	—	●	—
改変による生息環境の変化	●	●	●	●
場の喪失	●	●	—	—
バードストライク	—	—	—	●

*:海生生物は魚介類と哺乳類を除く動物とした。

本生態系の項では、最近特に話題となっている鳥類やコウモリが風車のブレードに衝突する、いわゆる「バードストライク問題」を取り上げて取りまとめる。

(1) バードストライクの実態

風力発電所の建設が鳥類に及ぼす影響としては、i)繁殖阻害・営巣攪乱, ii)繁殖地の消失, iii)移動経路の阻害, iv)バードストライク(風車への接近・衝突)などがあげられる。i)からiii)までの影響に関しては鳥類の生息地/繁殖地や渡り鳥の飛行ルートに留意して風力発電施設を計画することで影響の度を緩和することが可能であるが、バードストライクについては現状では有効な対策が見当たらない。

バードストライクは、風力発電の問題だけで

はなく建築物、送電線鉄塔、灯台、自動車などへの衝突死があげられる。

表 2.3-3 に示すように、アメリカにおけるバードストライクの調査結果では、自動車、建物、送電線通信鉄塔に比べて風車に衝突した数は最も少ない。風車によるバードストライクでは、カルフォルニア州アルタモンタ地域で多く発生している。この理由として、この地域が渡り鳥の渡りルートであることや、地形と鳥類の飛翔の関係によることなどがあげられている。

表 2.3-3 アメリカにおけるバードストライクの実態 (風力発電懇話会・日本風力発電協会, 2007)

海外におけるバードストライク

項目	推定死亡数/年(全米)	備考
自動車	6,000万~8,000万羽	道路総延長400万マイル
建物	9,800万~9億8,000万羽	450万のビルと9,350万の住宅
送電線	1億7,400万羽	送電線総延長50万マイル
通信鉄塔	400万~5,000万羽	80,000鉄塔
風力発電	1万~4万羽	15,000基

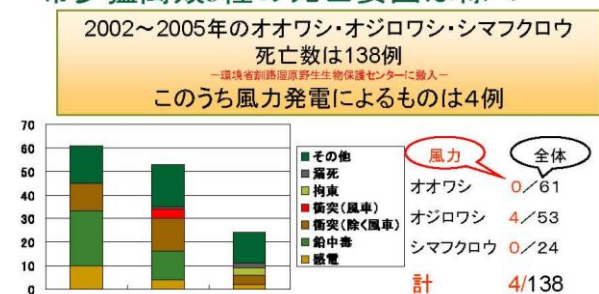
Erickson WP et al (2001) Avian Collisions with Wind Turbines

項目	内容
全米での年間鳥類推定死亡数	3.5万羽/6,374MW/年
衝突率(既存文献全体)	鳥類全般: 5.55羽/MW/年 猛禽類: 1.85羽/MW/年
アルタモンタ地域	鳥類全般: 8.14羽/MW/年 猛禽類: 3.17羽/MW/年

California Energy Commission (2004) Developing Methods to Reduce Bird Mortality In the Altamont Pass Wind Resource Area

一方、日本では日本野鳥の会が北海道と九州の一部で調査した事例がある。希少猛禽類については、環境省釧路湿原野生生物センターに北海道全体で発見された個体が持ち込まれており、その調査結果ではオオワシ、オジロワシおよびシマフクロウの138例の斃死中、風力発電施設が原因とされたものはオジロワシのみで4例であった(図 2.3-1)。

希少猛禽類3種の死亡要因は様々



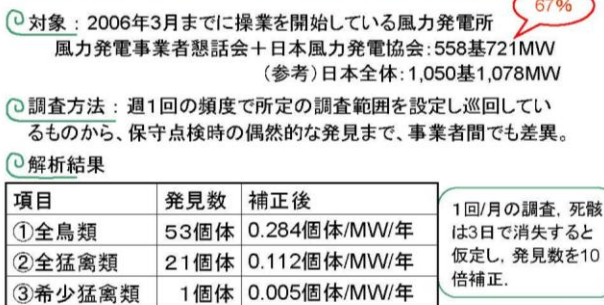
出典: 齊藤康晴, 渡辺有希子 (2006): 北海道における希少猛禽類の感電事故とその対策. 日本野生動物医学雑誌, 11(1): 11-17

※: 資料収集期間2002.1.1-2005.12.31に対応。

図 2.3-1 北海道における猛禽類の斃死原因(風力発電懇話会・日本風力発電協会, 2007)

また、風力発電事業者懇話会と日本風力発電協会が合同で実施したバードストライク実態調査結果(日本全体の67%の風車を対象)では、バードストライクによる斃死率は鳥類全体で0.284 固体/MW/年、全猛禽類で0.112 固体/MW/年および希少猛禽類で0.005 固体/MW/年となっている(図2.3-2)。これは、表2.3-3に示したアメリカにおける斃死率(鳥類全体:5.55 固体/MW/年、全猛禽類:1.85 固体/MW/年)と比べると小さい斃死率である。

事業者によるバードストライクの把握



※死因が特定できていないものや羽だけの確認事例なども含む。

図2.3-2 風力発電事業者懇話会と日本風力発電協会が合同で実施したバードストライク実態調査結果(風力発電懇話会・日本風力発電協会,2007)

(2) バードストライクの回避策

バードストライクは、霧などにより視界が悪くなりやすい場所、餌料生物が豊富な場所、上昇気流が発生しやすい場所などで多発する傾向がある(魚崎耕平,2005)。しかし、鳥類の種類や年齢にもよるかもしれないけれども一般には鳥類は飛翔の妨げになる風車に対して回避行動をとることが報告されている(向井と竹岳,2004)。図2.3-3は、愛媛県瀬戸町(現伊方町)におけるハチクマやハイタカのウィンドファーム建設前後の渡りルートの比較を図示したもので、渡り鳥はウィンドファームの約1km手前から風車を迂回し飛行しており、これまでバードストライクによる被害の確認はされていない。これらの回避行動は、中尾(2007)の総説にあるようにデンマークの洋上風力発電施設の事例からも認められているが、迂回により飛行距離が伸びることは鳥類のエネルギー消費量が増加することとなって、負担を強いることとなる。

ウィンドファーム内に入った鳥はロータの高さよりも低高度で風車の間を等距離に保つ

て飛行し衝突を避けていることが確認されており、Desholm and Kahlert(2005)によれば鳥類の風車への衝突リスクは1%以下であるとされている。また、確率論的な衝突予測モデルを用いた鳥類の衝突確率は235,000羽の内、95%の信頼限界で41-48羽(0.018-0.020%)が衝突死する推定結果となっており、これはデンマークにおける年間の狩猟による捕獲数(70,000羽)の0.05%以下で非常に少ないと指摘されている。

事業者による事後調査事例(愛媛県瀬戸町)

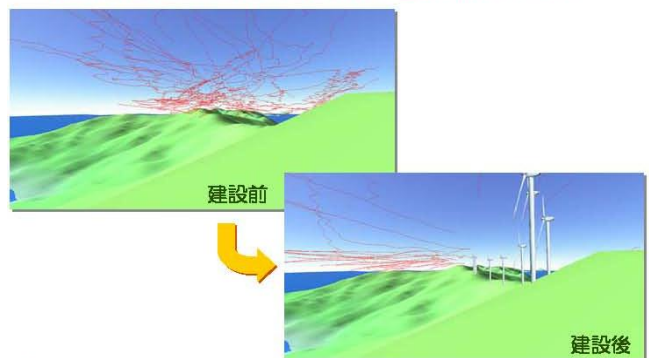


図2.3-3 ウィンドファーム建設前後の渡りルートの比較(風力発電懇話会・日本風力発電協会,2007)

上記の迂回例は、鳥類の生物的特性による行動がバードストライクの低減化を図ることを示唆のものであるが、以下、平成18年11月4日に日本野鳥の会主催の「風力発電施設が鳥類に与える影響に関する国際シンポジウム」におけるラングストーン(英国)とスモールウッド(米国)の両氏の講演からバードストライクに関する知見を紹介する。

【衝突の発生しやすい場所】

- ・ 地形では谷から尾根に向かう風上側や海岸段丘に設置されている風車
- ・ 風車の列状配置の両端部
- ・ 風車の設置密度が低いもしくは単機設置のサイト

【衝突の発生し難い場所】

- ・ Wind Wall(高低2段の風車列)や風車の設置密度が高いサイト
- ・ 風車の翼下端の高さが29m以上ある大型風車(鳥類の飛行高度が低いから通過が可能)

バードストライクの回避策としては、渡りコース上の風車設置計画の見直し、鳥類が停まりやすいラティスタワーからモノポールに変更、風車近傍の餌場対策(放牧場の糞の処分、樹木の伐採による草地化(小動物の住み家)、近傍のゴミ処分場の廃止など)の他、風車の白色閃光灯、翼端の着色などがあげられているが、照明や着色に関する効果の程度は不明である。

(3) まとめ

環境省は、今年度から3年間掛けて「バードストライク防止実証業務」と「風力発電施設立地適正化業務」を開始し、鳥類の飛翔行動、バードストライクの実態、風車の立地地形条件と鳥類の飛翔行動との関係などを把握して風力発電施設の立地適正化マニュアルを作成することとしている。本調査から風車と鳥類が共存できる仕組みを検討するための貴重な知見が得られることが期待されるが、現在は「感情的な反対」から「科学的なデータに基づく妥協点の協議」への過渡期にあると言える。

風力発電施設が鳥類に与える影響は、i)施設が飛行や索餌の時の障害物となること、ii)設置による物理的な索餌場所の喪失、および

iii)バードストライク・リスクなどである(図2.3-4)。これらの要因が鳥類に物理的・生態的な影響を及ぼす結果、エネルギー消費量に変化することにより生物生産力が変動するとともに、バードストライクによる生残率の低下と相俟って鳥類個体群に影響することとなる。つまり、鳥類への影響を把握する目的は地域の鳥類個体群の保護にある。そのためには、風力発電施設の計画段階にあってはイヌワシ、クマタカ、オオタカ、オジロワシなどの絶滅危惧種の営巣地が計画地周辺で確認された場合には計画地や風車配置の変更が必要である。また、工事期間中あるいは稼働後において鳥類個体群への影響を低減するために繁殖時期を考慮して工事期間を移したり、渡りや索餌の飛翔時に風車を一時停止するなどの対策を取ることが必要な場合がある。

デンマークの洋上風力発電に係る環境影響評価について、施設の建設前から建設後に掛けて8年余りのモニタリング調査が実施されている(Dong Energy *et al.*, 2006)。風力発電との共存を図るためには、このような時間と費用を掛けて取得されたデータによる科学的な根拠に基づいて生態系保全への取り組みが求められる。

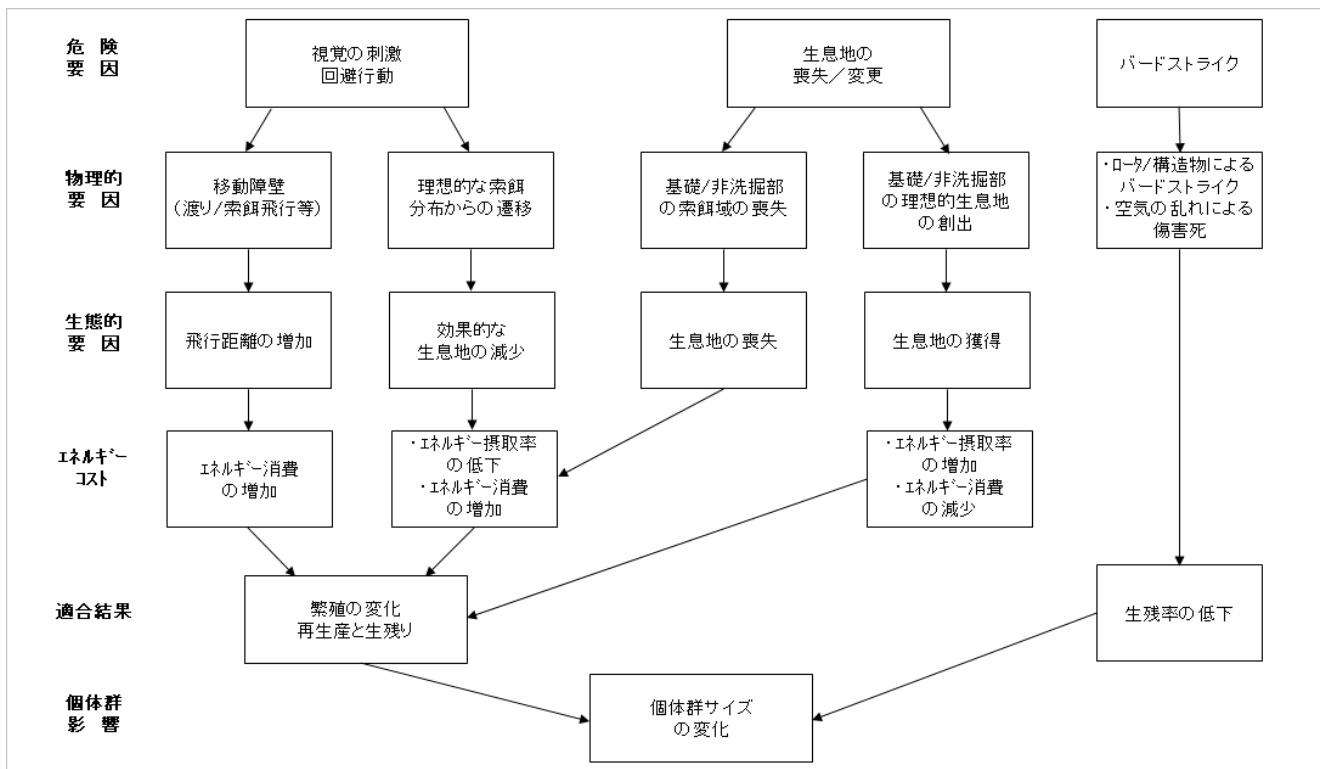


図 2.3-4 洋上風力発電施設による鳥類個体群レベルへの影響プロセス (Dong Energy *et al.*, 2006 を基に作成)

3 結語

今年のノーベル平和賞は、地球温暖化防止を訴えたアメリカのゴア元副大統領と IPCC 気象変動に関する政府間パネルが受賞し、世界にとって「地球温暖化防止対策が人類最大の課題！」として強く印象付けられた。気候変動は、脆弱な生態系や生物多様性にも影響を及ぼすもので地球にとって深刻な問題である。その対策の一つとして、再生可能エネルギーの利用、特に風力発電の推進は全世界的に進められており、わが国でも風力発電は地球温暖化対策の他にエネルギーセキュリティ対策としても、より一層積極的に取り組むべき重要な課題である。

一方、自然環境の保全も同様に重要な課題であり、風力発電は騒音、景観および生態系などの適切な環境影響評価を踏まえた導入が必要である。特に、環境問題は一般的に定量的な評価が難しいために風力発電事業者、住民、専門家などが一体となって公正・公平な合意を得るための検討を重ねることが望まれる。

そのためには政府の援助が必要であり、政府・民間が一緒になって風力発電の導入促進に向けて諸課題の解決にあたることが望まれる。

参考文献

- BTM Consult Aps(2007):International Wind Energy Development.World Market Update 2006, 110pp.
- Burton, T., D. Sharpe, N. Jenkins and E. Bossanyi(2006):Wind Energy Handbook, John Wiley & Sons, LTD, 617pp.
- Desholm, M. and Kahlert, J. (2005):Avian collision risk at an offshore wind farm. Biology Letters, 1(3), 296-298.
- Dong Energy, Vattenfall, Danish Energy Authority and Danish Forest And Nature Agency(2006):Danish offshore wind, Key environmental issues. Ens. netboghandel. dk, 142pp.
- 風力発電事業者懇話会・日本風力発電協会(2007):「風力発電施設と自然環境に関する提言」平成19年3月30日,風力発電施設と自然環境保全に関する研究会発表資料
- 向井正行と竹岳秀陽(2004):セオドライトを用いた風力発電所設置前後の渡り鳥の経路比較. 第4回風力エネルギー利用総合セミナーテキスト, 118-125.
- 中尾 徹(2007):洋上風力発電の環境影響評価. 風力エネルギー, 31(2), 86-96.

- 二井義則ら(1996):アップウインド型風車の低周波音. 日本音響学会誌, 52, 5, 341-347.
- 日本風力発電協会(2003):風の道. 電気の道、くるまの道—風車はこんなところに建てる—. 58pp.
- 日本野鳥の会(2005):風力発電施設が鳥類に与える影響に関する国際シンポジウム配布資料, 19pp.
- 産経新聞(2007):低周波騒音被害深刻. 朝刊, 2007. 12. 4
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)(2006):風力発電のための環境影響評価マニュアル(第2版). 94pp.
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)・イー・アント・イーソリューションズ(株)・(株)風力エネルギー研究所・(社)日本電機工業会(2007):洋上風力発電導入のための技術的課題に関する調査. 158pp.
- 新エネルギー対策課(2007):新エネルギー政策と風力発電. 第29回30周年記念風力エネルギー利用シンポジウム, 日本風力エネルギー協会・(財)日本科学技術振興財団, 1-17.
- 鈴木章弘(2007):風力発電に対する誤解と信頼できる電源への道. 風力エネルギー31(1), 43-46. Solarwirtschaft. de 資料
- Taylor D. and M. Rand, 1991):Planning for wind energy in Dyfed. EERU065. Energy and Environment Research Unit, Open University, UK.
- Wagner S., R. Baries and G. Guidati(1996): Wind turbine noise. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- 魚崎耕平(2005):風力利用の環境影響. 風力エネルギー読本, 牛山泉編, オーム社, 249-266.
- 吉田茂雄・清木荘一郎(2007):SUBARU80/2.0, 2MWダウソウインド風車の超低周波騒音測定. 日本機械学会, 第12回動力・エネルギー技術シンポジウム講演論文集, 141-144.