

■ウインドウズ オブ Wind(風の窓) 風力発電の環境影響

日本風力発電協会 情報技術局長 中尾 徹
(兼イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社)

1 はじめに

風力発電は、新エネルギーの一つで、電気を得る際に火力発電等と異なり二酸化炭素を排出しないクリーンなエネルギー源であるとともに、新エネルギーの中でも経済性、効率性(設備利用率)、環境性(ライフサイクルCO2排出量)等に優れている。このように風力発電は、地球温暖化防止に寄与する環境にやさしい発電方式である反面、周辺環境に影響を及ぼす可能性もあることから風力発電施設の設置計画時には環境影響評価を行う必要がある。

平成22年2月22日の中央環境審議会答申「今後の環境影響評価制度の在り方について」において、風力発電施設の設置を法の対象事業として追加することを検討すべきこととされた。本答申を受けて環境省は、平成22年10月から平成23年夏頃までを予定として風力発電施設に係る環境影響評価の基本的考え方に関して検討を開始している。

ここでは頁数の制約もあるため、風力発電による環境影響として騒音・低周波音、バードストライク(鳥の衝突)及び景観を選定し、その概要を取りまとめた。

2 主要な環境要因

2.1 騒音・低周波音

風力発電施設による風車音の発生源は、機械音と空力音に分類される。機械音は、ナセル内に設置されている発電機、増速機、ポンプ、換気ファン等に起因するもので、ナセルカバーを通過したり、換気口等の開口部から漏れたり、あるいは機器の振動が伝搬しナセルカバーやタワーから放射される。空力音は、ブレードの回転に伴って放射される音で、その大きさや周波数特性は翼端周速、翼形状等に依存する。図1は、マイクロフォンアレイ(音カメラ)を用いた風車音の可視化の計測結果である⁽¹⁾。ナセルとブレードから風車音が放射されていること

本稿は、電気学会誌(2011年, Vol. 131, No. 7)に掲載した原稿を基本とし、図版を追記したものである。

が視認でき、音圧レベルは空力音が機械音よりも卓越していることが分かる。

音は、大気中の微小な圧力の変化が音速で伝搬する物理現象である。音の中で不快に感じる音を騒音という。一般的に人が聞き取ることが可能な音(可聴音)の範囲は20~20,000Hzで、日本では1Hz~100Hzを低周波音(低い周波数の聞き取りにくい音)、1Hz~20Hzを超低周波音(人間には聞き取りにくいけれども、圧力が大きいと耳に感じる場合がある)と呼ばれている。

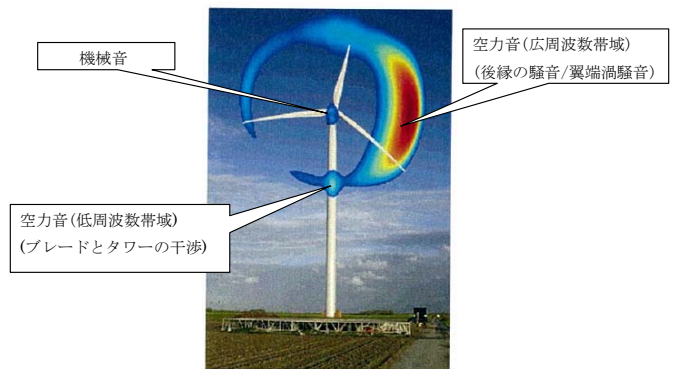


図1 発生源からの風車音の分布(30秒平均)⁽¹⁾

環境省水・大気環境局大気生活環境室は、風力発電事業者と都道府県に対してアンケート調査を行い、風力発電施設の騒音・低周波音に関する苦情の有無等について取りまとめている⁽²⁾。その主要な結果の概要を以下に示す。

- ・騒音・低周波音に関する苦情・要望書等があった施設は約16.5%(64箇所)で、その内、問題が終結したものが39箇所であった(未終結25箇所)。
- ・風車の定格出力が大きいほど、風力発電施設の設置基数が多いほど、また総出力が5,000kW以上の施設で苦情等の発生割合が高くなる傾向がみられた。

アンケート調査で苦情等があった風力発電施設の内、4所の施設において騒音・低周波音の実態調査が実施された⁽³⁾。その結果から読み取られることとして、「苦情者宅内での可聴音の全体のレベルは45dB程度以下であること」、「施

設の近傍地点において 150Hz～200Hz に特徴のある騒音・低周波音が計測されたサイトもあること(風車に近いと環境基準(住居用地域: 45dB 以下)を超えるケースもある)、「風車の稼働・停止による騒音・低周波音の変化が確認されたこと」、「超低周波音は非常に低いレベルで健康被害は考えられないこと」等があげられる。一般的には通常の騒音対策で対応が可能と考えられるが、変動音は耳に残り不快に感じる人が多いことからその影響を精査する必要がある。

風力発電と低周波音の関連性について、海外では風車音は人間に生理学的悪影響を及ぼさない⁽⁴⁾、あるいは病理学的な影響を与えることはないが人間に与える影響は既存の設置ガイドラインに従うことで最小化が可能である⁽⁵⁾等の知見がある。ただ、様々な理由で風車音を不快に感じている人もいることから、2010 年度から3年間掛けて実施される環境省の「風力発電等による低周波音の人への影響評価に関する研究」により風車音の物理特性と人間に対する生理・心理的影響の関連性についての科学的な解明が待たれる。

2.2 バードストライク

鳥類以外にコウモリ類等を含めた動物が風車の回転するブレードに衝突して斃死する事象をバードストライク(鳥の衝突)と呼ばれている。鳥類を中心とする動物への影響は、風車への衝突死、生息地の喪失・変更及び回避行動に伴うエネルギー消費量の増加等があげられる⁽⁶⁾。バードストライクによる影響は生残率の低下、生息地の喪失等の影響は繁殖の変化に関わるもので、これらの影響が大きいと鳥類の個体群が減少する可能性がある。

鳥の飛翔高度とブレードの回転高度が一致すれば衝突の確率が高くなるが、バードストライクは風力発電固有の問題ではなく、ビル、自動車、飛行機、鉄道、送電鉄塔等の人工物に相当数の鳥類が衝突死していることは既に良く知られている⁽⁷⁾。衝突死の原因の一つとして「モーション・スミア(モーション・トランスペアレント)」と呼ばれる現象があり、これは風車のブレードのように時速 300km 程度の速度になると鳥の目には回転翼が透けて見え衝突することである⁽⁸⁾。わが国における鳥類の衝突事例は、北海道、岩手県、愛媛県、長崎県、沖縄県等の風力発電施設にみられるが⁽⁹⁾、斃死数は発電率に依存するのでバードストライクの実態を把握することは難しい面がある。そのため海

外では施設設置後のモニタリング調査として、加速度計(衝突の振動測定)、高感度カメラ、赤外線ビデオ等から成る監視システムが構築されている⁽¹⁰⁾。

バードストライク対策は、基本的には風力発電施設の計画地域として鳥類の渡りのルート、営巣域、索餌域等を外すことや、風車の配列・高さの変更等であるが、対症的には施設周辺の鳥類の餌場(小動物生息域)を無くすための草刈り(裸地化)、ブレードの彩色、風車の近傍に案山子(かかし)、反射テープ、ストロボ発光器、爆音器の設置等があげられる⁽¹¹⁾。



図2 案山子による鳥の風車への接近回避方法⁽¹¹⁾

環境省自然環境局は、バードストライクの低減化と地域住民や自然保護関係者等との合意形成が図られることを目的として、平成 23 年 3 月に「鳥類等に関する風力発電施設立地適正化のための手引き」を取りまとめている⁽¹¹⁾。ここで得られた知見とともに、一部の風力発電事業者により実施されているバードストライクに係る基礎的なデータの蓄積により、将来、有効な鳥類の衝突回避・低減策が確立されるものと考えられる。

2.3 景観

風力発電施設は、基本的には開放系の風通しの良好な場所に設置するため視認できる場所が多い(図 3)。施設は、導入初期の頃、ランドマークとして観光のシンボリックな扱いを受けていたが、風車の大型化や導入量の増加に伴って複数の施設が隣り合う等、景観問題が懸念されることとなった。環境省総合環境政策局は、平成 22 年 4 月 1 日時点で稼働中の 384 箇所の風力発電施設(20kW 以上)に対してアンケート



図3 高台への風力発電施設の設置例⁽¹²⁾

調査を行っている(回収率 59.1%)⁽¹³⁾。その結果、景観に関する苦情、要望書等が提出された施設は4箇所(内、1箇所は終結)で、その原因は事業実施区域が自然公園やその近傍であること、住宅から数百メートルの距離で圧迫感があること、眺望点からも視認されること等である。なお、景観の保全対策として風車の配置・数量・高さ、風車タワーの色彩等の変更があげられる。

景観の基本的な予測手法は、可視領域図から調査範囲を検討して主要な眺望点からのフォトモンタージュを作成し、それを基に物理指標(視野占有率、見込角等)を算定するとともに、地域住民等へのヒアリング等による価値認識調査を行って評価する。景観評価は個人差があるため難しいけれども、可能な限り客観的な評価を行うことが重要である。

3 おわりに

風力発電は、エネルギー問題、地球温暖化問題に対応可能なため、省エネルギーとともに、今後、一層の導入促進が期待されるエネルギー源である。環境に配慮した風力発電施設の設置は、広く国民の理解を得ることができ、積極的な導入が図られ、エネルギーの確保と低炭素社会の実現に近づくことになる。

文献

(1) Schepers J. G., A. Curvers, S. Oerlemans, K. Braun, T. Lutz, A. Herrig, W. Wuerz, A. Matesanz, L. Wuerz, A. Matesanz, L. Garcillan, M. Fisher, K. Koegler: [An Silent Rotors by Acoustic Optimisation], Second Interational Meeting on Wind Turbine Noise Lyon, France, 20-21 Sept.,

2007, 1-22, (2007)
 (2) <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=13011>
 (3) <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=12319>
 (4) http://www.awea.org/newsroom/releases/12-15-09-sound_panel_release.html
 (5) <http://www.cleanenergycouncil.org.au/cec/technologies/wind/turbinefactsheets>
 (6) Dong Energy, Vattenfall, Danish Energy Authority and Danish Forest And Nature Agency: [Danish offshore wind, Key Environmental issues], Ens.netboghandel.dk, 142pp, (2006)
 (7) Erickson, W. P. *etal.*: "Synthesis and comparison of baseline avian and bat use, raptor nesting and mortality information from proposed and existing wind developments", Report to Bonneville Power Administration, Portland, Oregon, by West Inc., Cheyenne, Wyoming (2002)
 (8) Hodos, W.: 「モーション・スマアの最小化. 風車と鳥類の衝突事故防止策として」, 野鳥と風車, 野鳥保護資料集第21集, (財)日本野鳥の会, pp. 155-186 (2007)
 (9) 古南幸弘: 「風力発電と野鳥への影響評価」, 野鳥と風力発電・ワークショップ資料集, 野鳥保護資料集第24集, (財)日本野鳥の会 pp. 7-16 (2008)
 (10) Wiggelinhuizen, E., S. Barhorst and H. den Boon: [Bird Collision Monitoring System for Multi-Megawatt Wind Turbines WT-Bird] ECN-E-06-027. 56pp. (2006)
 (11) 環境省自然環境局野生生物課: 「鳥類等に関する風力発電施設立地適正化のための手引き」, p. 208 (2011)
 (12) 第2回 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資料
 (13) 環境省: 「風力発電所に係る景観に関する問題の発生状況」, 第2回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資料 3-1, pp. 3 (2010)