



風力発電が野生動物と自然に与える悪影響

ベルリンセミナーの報告より

ベニー・パイザー博士編

監訳 杉山大志 訳 木村史子

THE IMPACT OF WIND ENERGY ON WILDLIFE AND THE ENVIRONMENT

Papers from the Berlin Seminar

The Global Warming Policy Foundation

GWPF Report 35

風力発電が野生動物と自然に与える悪影響

ベルリンセミナーの報告より ベニー・パイザー博士編

監訳 キヤノングローバル戦略研究所研究主幹 杉山大志 訳 木村史子

本稿は、[The Impact of Wind Energy on Wildlife and The Environment: Papers from the Berlin Seminar, The Global Warming Policy Foundation Report 35](#) を、The Global Warming Policy Foundation の許可を得て翻訳したものである。

目次

はじめに.....	3
1. 風力タービンの生態系への影響：風力タービンはより「グリーン」な（環境に優しい）選択肢なのか？（ピーター・ヘンダーソン Pisces Conservation Ltd and University of Oxford）.....	6
著者について.....	6
はじめに.....	6
二酸化炭素の大気排出量と地球温暖化について.....	8
大規模風力発電所の生態系への影響.....	8
陸上送電線に関する生態学的問題.....	16
風力タービンの廃棄とリサイクル.....	21
どのような発電方法がベストなのか？.....	21
2. 風力発電と猛禽類（もうきんるい）：問題点とその解決策（オリバー・クリューガー University of Bielefeld）.....	24
著者について.....	24
3. 森林における風力発電と種の保存：展望と現実（クラウス・リチャーズ BundesverbandWissenschaftlicher Vogelschutz）.....	36
著者について.....	36
はじめに.....	36
ドイツにおける陸上風力発電の拡大.....	37
森林における鳥類と風力タービンの対立について.....	38
森林におけるコウモリと風力タービンの問題.....	40
承認手続きにおける問題点.....	42
森林における WTG の高い普及率 ー天然林に重大な不足があるー.....	43
今は一旦立ち止まるとき？.....	43

4. アイルランドの風力エネルギーの現状 (ポーラ・バーン Wind Aware Ireland)	45
著者について.....	45
4つのケース.....	45
アイルランドの鳴禽類に関する調査.....	53
結論.....	53
最後に	55

はじめに

フリッツ・ヴァーレンホルト German Wildlife Foundation

本書は、これまで政策立案者だけでなく、ドイツの自然保護団体にとってもタブーであったテーマを取り上げている。再生可能エネルギーは二酸化炭素の排出を減らすと考えられているので、その環境破壊的な影響については、これまで広く議論されることはなかった。

再生可能エネルギーは、一般的にそれ自体が良いものだと考えられている。これは、私自身の経験から言えることでもある。私は12年間、再生可能エネルギー業界で主導的な立場にあり、何千メガワットもの風力発電所やバイオマス発電所を委託してきた。一方でそのために起こる環境への負荷が問題になることはなかった。しかし、最近では、バイオ燃料やバイオガス生産のための菜種やトウモロコシの単一栽培による悪影響が明らかになり、パーム油生産のための熱帯雨林の伐採と焼畑による影響も明らかになっている。水力発電が環境に与える影響も広く知られるようになってきた。しかしながら、鳥やコウモリの生息地やその近くに風力発電所が建設された場合、それらの野生動物に致命的な影響を与えるという事は、まだよく知られていないのである。

The German Wildlife Foundation は、一般的に風力エネルギーに反対しているわけではない。もちろん、そのほかの様々な技術にも反対しているわけでもない。しかし、自然環境におけるエネルギープロジェクトの無秩序な拡大には反対である。こうした拡大の動きは、特にドイツにおいて、今日ますます顕著になってきている。

近年、特にヘッセン州の丘陵地帯では、風力タービンの大半が森林の中に建設されている。企業や政府にとって、このような場所は最も簡単な選択だ。なぜなら、反対する住民がほとんどおらず、ほとんどの場合、その森林は地域、県、または州に属しているからである。さらに、地主が風力タービンのために土地を貸し出すことで、非常に高い利回りを得ることができるのだ。

また、連邦政府は、風力タービンを2倍から3倍に増やす計画を立てている。現在、ドイツには2万8,000基の風力タービンがあるが、これが5万基から7万基に増加する可能性がある。ドイツでは、平均して2.6kmに1基の割合で風力タービンが設置されていることになるのだ。しかも、ボーデン湖や都市部には風力発電所を建設できないため、その密度は自然環境下でさらに高くなる。

このことが自然界に悪影響を及ぼすことは明らかである。ここに掲載された論文は自然や野生動物がこの拡大によってどのような脅威にさらされているかを明らかにするものである。

風力タービンに絡む前代未聞の事態を指摘したい。飛翔する移動性の昆虫は、60メートル以上の高さまで上昇し、より遠隔地まで移動してから産卵することができる。チョウのオオカバマダラもそうだし、テントウムシもそうだ。この方法は、これらの昆虫が食物競争なしに新しい環境を見つけることができるように進化したもので、何百キロも遠くまで移動することも可能である。何百万年もそのようにしてきたのだ。

しかし、現在では、高度100mの風車にこのような昆虫たちがぶつかり、その死骸が時期によってはタービンのブレードに付着し、エネルギー収量を大きく低下させる原因となっているのだ。私がドイツ第2位の風力発電メーカーであるREPower社のCEOだった頃、少なくとも年に1回、時には年に2回、ブレードをきれいに洗浄するための新しい技術を開発しなければならなかった。

これまでの研究では、約1,200億匹（約3600トン）の移動性昆虫が殺されていると推定されている。この殺処分率の大きさを知ってもらうために補足すると、それはおよそ5%だ。はっきり言おう。移動性昆虫の5%がこの方法で殺されているのだ。これは重要な事実であり、きちんと調査する必要がある。The German Wildlife Foundationは、風力タービンの急速な拡大と、過去20年間で飛翔性の昆虫が75%減少したと推定されることとの間に相関関係があるかどうかを調査する予定である。結局のところ、私たちはこの劇的な変化をもたらされた主な理由をまだ探しているところなのだ。実際のところ、何が原因なのか？農業なのか？土地の開墾なのか？単一栽培によるものなのか？それとも、タービンと関係があるのだろうか。もしそうであれば、鳥類の栄養基盤にも重要な間接的影響があるはずだ。この報告書の焦点の一つである鳥類への風力タービンのもう一つの影響と言える。

ベニー・パイザー Global Warming Policy Foundation

ロンドンに本拠を置く教育シンクタンク、Global Warming Policy Foundation は、風力エネルギーや再生可能エネルギーについて、何ら立場を表明するものではない。反対も推進もしない立場である。しかし、私たちは長所と短所を比較検討することに賛成している。従来のエネルギー生産であれ、再生可能エネルギーであれ、どのようなエネルギー生産にもコストとメリットがあり、また、どのようなエネルギー生産にも環境問題が付きものである。

今日、私たちが直面している大きな問題の一つは、これらの問題のいくつかがタブー視され、特定のトピックをオープンに議論できない時代に生きていることである。歴史上、社会が開放性の欠如や検閲に直面するたびに、重大な過ちが避けられなかった。結局のところ、問題についてオープンに話すことが許されている場合にのみ、失敗から学ぶことができるのである。その意味で、あらゆるエネルギーによる発電の長所と短所をオープンにすることは非常に重要である。何が合理的で何が非合理的か、政治家も一般の人々も、その長所と短所を比較することによってのみ、より良い判断ができるようになるのである。

私たちは、風力エネルギーに反対しているわけではない。風力エネルギーが理にかなったものであれば、それを利用すべきである。そして不合理で破壊的なものであれば、避けるべきである。問題は、プラスとマイナスの影響を十分に理解していないことが多いということだ。この報告書によって、読者が、ドイツと国際的な動向の両方をよりよく理解し、関心を持つ一般の人々が、こうした自然保護の特殊な問題についてよりよく理解できるようになればと願っている。

1. 風力タービンの生態系への影響：風力タービンはより「グリーン」な（環境に優しい）選択肢なのか？（ピーター・ヘンダーソン Pisces Conservation Ltd and University of Oxford）

著者について

ピーター・ヘンダーソンは応用生態学研究に長年の経験を持ち、Oxford 大学で個体群生態学と生態学的手法の講義を担当している。リチャード・サウスウッド卿との共著『Ecological Methods』で知られ、個体群動態と熱帯・温帯の甲殻類・魚類の生態を専門としている。

はじめに

風の運動エネルギーを電力に変換する風力タービンは、ヨーロッパや北米の多くの地域で見慣れた光景である。産業革命までは風が主要な動力源であり、多くの国で風車は田園風景の一部であった。英語圏では今でも発電用の風力タービンをウィンドミル（風車）と呼ぶことが多い。風車や風力タービンのデザインは実にさまざまだが、大規模な風力発電所では、水平3枚ブレードの機械が圧倒的に多い（図1参照）。本稿では、この一般的な設計がもたらす生態系への影響に焦点を当てる。3枚ブレードの装置が一般的なのは、ほとんどの条件下で最も効率が良いからである。空気力学的な羽が揚力を発生させ、タービンを高速で駆動させるためである。

世界の風力発電の設備容量は、1997年以降、指数関数的に増加している（図2）。2016年、世界の総設備容量は約487GWで、新規容量の伸びが最も速かったのは、中国、米国、ドイツ、インドであった。今後の成長は鈍化する可能性はあるものの、長く続くことは確実であろう。そのため、風力タービンの運転と設置による生態系への影響は、ますます重要になると思われる。



図1：新たに建設された風力タービン
 北海のベルギー側、沖合28kmにあるThornton Bank
 タービンの水面からの高さは157m、海底からの高さは184m
 ©Hans Hillewaert, via Wikimedia Commons.

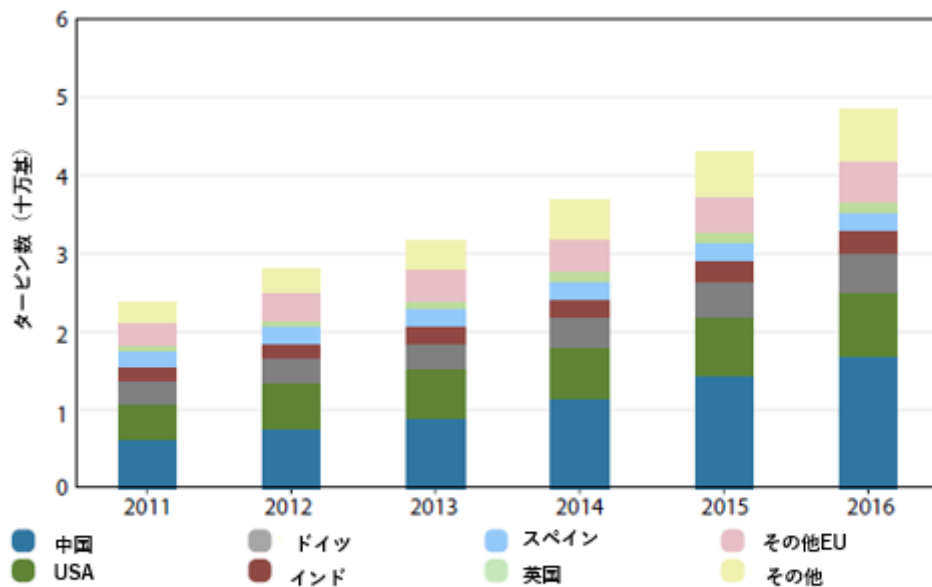


図2：世界の風力発電容量の推移

データ引用元:

http://www.gwec.net/wpcontent/uploads/2015/02/GWEC_GlobalWindStats2014_FINAL_10.2.2015.pdf

二酸化炭素の大気排出量と地球温暖化について

風力タービンの導入は、発電による大気中の二酸化炭素排出量を削減することが主な目的となっている。風力タービンの運転に伴う大きな二酸化炭素の排出はないが、材料生産、材料輸送、現場での建設と組み立て、運転と保守、そして廃止の際に二酸化炭素が排出される。地球温暖化ガスの排出量は、風速、風が吹いている時間の割合、風車の材質など、さまざまな要因によって異なる。風力タービンの寿命期間中の地球温暖化ガスの排出量は、1キロワット時あたり二酸化炭素換算で 0.009～0.018kg の範囲にあると推定されるものがほとんどである。ちなみに、天然ガスで発電された電力のライフサイクル地球温暖化ガス排出量は 0.27～0.91kg で、石炭で発電された電力は 0.64～1.6kg である。

大規模風力発電所の生態系への影響

陸上風力タービンと洋上風力タービンは、生態系への影響をある程度共有しているが、両者を分けて考えることが有用である。なぜなら、建設中に両者は異なる生態系に影響を与えるし、多くの陸生生物種は沖合遠くに移動しないためである。

洋上風力発電所

大規模な洋上風力発電に関連する海洋野生生物への生態学的影響については、Bergström et.al (2014) ¹によって議論されており、特定された懸念分野については以下で議論する。現時点における我々の知識の大部分は過去 10 年間に獲得されたものであり、したがって我々の理解は完全なものとは言えない。

建設段階における影響

多くの風力発電所建設プロジェクトでは、タービンを海底に固定するために必要な工事に絡む騒音障害と堆積物の拡散の増加が重要な問題である。洋上風力発電所は通常、モノパイルまたはジャケット基礎の上に建設され、その際のパイル打ち込みは相当なレベルの水中ノイズを発生させる可能性がある。パイル打ち込みの際近い場所（約 5m 以内）のノイズ

¹ Bergström, L., Kautsky, L., Malm, T., Rosenberg, R., Wahlberg, M., Capetillo, N. Å., and Wilhelmsson, D.(2014). Effects of offshore wind farms on marine wildlife – a generalized impact assessment. *Environmental Research Letters*, 9(3), 034012.

レベルは、魚²やその他の海洋生物を傷つけたり殺したりするレベル(ピーク時の値は 218dB)を超えることがある。打ち込むパイルとは異なり、重力式の基礎の設置では、それほど高いレベルのノイズは発生しない。しかし、船のノイズや浚渫(しゅんせつ)による障害は、かなりのレベルで発生する。

浚渫(しゅんせつ)は局所的に破壊的な行為であり、様々な生態系に影響を与える可能性がある。パイル打設と同様、浚渫(しゅんせつ)は一般的な手順であり、洋上風力発電所の建設にのみ関連するものではない。港湾建設や、通常型の発電所および原子力発電所の冷却水取水口や排水口の建設の際に、大規模な浚渫(しゅんせつ)が行われることがある。その際、堆積物の噴出、酸素の低下、汚染物質レベルの上昇、巻き込み死亡率、重要な生息地の損傷を引き起こし、これら全てが魚やその他の海洋生物に影響を与える可能性がある。

洋上風力発電所の操業段階における影響

・海底・海中構造物の利用と排除

洋上風力発電によって硬い表面生息地、つまり事実上、人工岩礁が形成される。海底構造がほとんどない地域では、人工岩礁は生物多様性の増加につながる可能性はある。種の豊富さの増加は、洋上風力発電所の基礎部分の近くで起こっていることがいくつかの研究で観察されている。バルト海の研究者、Wilhelmsson et.al (2006)³ は、周辺地域と比較して、タービンの周辺で底生魚の数が最も多いことを発見した⁴。しかし、種の豊富さとアルファ多様性(個体数と種数の均等性の両方から現地の種群集の複雑さを測る指標)は、ほぼ同じであった。タービンのモノパイルは、海底よりも種の豊富さが低く、これはムール貝とフジツボに支配されていたが、関連する魚類群集はより豊かであった。著者らは、「洋上風力発電所は、小型底生魚のための人工岩礁と魚類集群装置を組み合わせたものとして機能する可能性がある」と結論づけた。洋上風力発電所は新しい人工的な生息環境を提供するため、外来種を引き寄せたり、助けたりする危険性があると考えられる。アドリア海では、人工の基礎が外来種の藻類であるミルの拡散を促進したと主張されている⁵。

² Nedwell J. and Howell D. (2004). A review of offshore windfarmrelated underwater noise sources.

Cowrie, 544, R 0308. (available at: www.subacoustech.com/information/downloads/reports/544R0308.pdf).

³ Wilhelmsson, D., Malm, T., and Öhman, M. C. (2006). The influence of offshore windpower on demersal fish. ICES Journal of Marine Science, 63(5), 775–784.

⁴ Demersal fish are those living near the bottom of the sea.

⁵ Bulleri, F., and Airoidi, L. (2005). Artificial marine structures facilitate the spread of a non-indigenous green alga, *Codium fragile* ssp. *tomentosoides*, in the north Adriatic Sea. Journal of Applied Ecology, 42(6), 1063–1072.

Rubins et al. (2014)⁶ は、北海での研究から、風力タービン基部の岩礁にマス (*Trisopterus luscus*) とタラ (*Gadus morhua*) の幼魚が大量に存在し、そこで付着した貝類などを餌にしている」と結論づけた。しかし、これらの群生はあるものの、地域レベルでのマダラやマトウダイの検出可能な増加にはまだつながっていないことが指摘されている。彼らは、長期的な変化の可能性を否定せず、継続的なモニタリングを提案した。

他の船舶や漁師らが安全上の理由で立ち入りを禁止されたり、入港が許可されても従来の区域でトロール漁ができなくなることがあるため、すべての関係者が洋上風力発電所を肯定的にとらえているわけではない。船舶の移動は、通常、発電所の建設、保守及び廃止の間、禁止される。漁業排除は、地域の種を豊にする可能性が高い。そして船舶の排除は同時に、従来よりも移動距離が長くなる可能性及びそれによる衝突の可能性を増す。汚染のリスク増加という点では環境コストを伴う。

Lindeboom et al. (2011)⁷ は、一般的な傾向とされる事柄を次のように要約している。洋上風力発電所は、周囲の通常軟弱な堆積物よりも高い生物多様性を持つ底生生物を支える新しいタイプの生息域を形成する。この生物群集は、底生生物、魚類、海洋哺乳類、および一部の鳥類の、その領域の利用を増大させる。しかし、他の種（一部の鳥類を含む）は、その領域を避けている。

・電界と海底ケーブル

海底ケーブルから発生する電磁場 (EMF) の影響については、Gillet et al. (2012)⁸ が論じている。著者らは、現在の知識不足を強調しているが、海底ケーブルからの電磁波は、回遊するウナギ科の生物や他の回遊魚⁹に影響して、一時的に遊泳方向を変える可能性がある」と示唆している。これが生物学的に有意な影響を表すかどうかは不明であるとしている。Scott et al. (2018)¹⁰は、カニが、比較対象の隠れ場 (9%) と比較して、EMF に曝された

⁶ Reubens, J. T., Degraer, S., and Vincx, M. (2011). Aggregation and feeding behaviour of pouting (*Trisopterus luscus*) at wind turbines in the Belgian part of the North Sea. *Fisheries Research*, 108(1), 223–227.

⁷ Lindeboom, H. J., Kouwenhoven, H. J., Bergman, M. J. N., Bouma, S., Brasseur, S. M. J. M., Daan, R., and Lambers, R. H. R. (2011). Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation. *Environmental Research Letters*, 6(3), 035101.

⁸ Gill, A. B., Bartlett, M., and Thomsen, F. (2012). Potential interactions between diadromous fishes of UK conservation importance and the electromagnetic fields and subsea noise from marine renewable energy developments. *Journal of Fish Biology*, 81(2), 664–695.

⁹ Fish that migrate between fresh and saltwater.

¹⁰ Scott, K., Harsanyi, P., and Lyndon, A. R. (2018). Understanding the effects of electromagnetic field emissions from Marine Renewable Energy Devices (MREDS) on the commercially important edible crab, *Cancer pagurus* (L.). *Marine Pollution Bulletin*, 131, 580–588.

場合、隠れ場 (69%) に明確に引き付けられる傾向があることを示し、徘徊する時間を 21% 減少させることを発見した。したがって、海洋再生可能エネルギー装置 (MREDS) から放出される電磁波は、行動的にも生理的にも食用カニに影響を与える可能性が高く、MREDS の計画時に電磁波の甲殻類への影響を考慮する必要があることが示唆された。また海底ケーブルに直流電力を供給する場合、同じ電力レベルの交流電力を使用する場合よりも EMF が大きくなり、生物学的影響の可能性は高くなる。

電力ケーブルの生態系への影響への関心は高まっており、科学的な分析が始まったところである。Taormina et al. (2018)¹¹は、その潜在的な影響について検証している。要約すると、海底ケーブルは以下の現象を引き起こす可能性がある。

- 生息地の損傷または損失
- ノイズ
- 化学汚染
- 熱
- 電磁波
- 巻き込まれリスク
- 人工基礎
- 漁業除外による代替影響

ノイズ

風力タービンのギアボックスと発電機から発生する振動は、通常、魚類と哺乳類の可聴域内の波長で水中ノイズを引き起こす¹²。さらに、サービスやメンテナンスのための船舶移動の増加により、騒音障害が増加する可能性がある。ただ現在のところ、風力タービンのノイズに関連する悪影響の証拠はない¹³。

鳥類、コウモリ、その他の飛翔動物への影響

この重要な懸念事項については、陸上風力発電所の章で詳しく説明するが、これについてはかなり有用なデータを有している。洋上施設では死亡事故を発見することはほとんど不可能であるため、その影響を評価するためのデータがない。鳥類に関しては、衝突、障壁の影響、生息地の損失が主な懸念事項である。特に懸念されるのは、季節的に定期的に移動し

¹¹ Taormina, B., Bald, J., Want, A., Thouzeau, G., Lejart, M., Desroy, N., and Carlier, A. (2018). A review of potential impacts of submarine power cables on the marine environment: Knowledge gaps, recommendations and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 96, 380–391.

¹² 80–150 dB re 1 μ Pa.

¹³ Bergström, L., Kautsky, L., Malm, T., Rosenberg, R., Wahlberg, M., Capetillo, N. Å., and Wilhelmsson, D. (2014). Effects of offshore wind farms on marine wildlife – a generalized impact assessment. *Environmental Research Letters*, 9(3), 034012.

ている種である。例えば、何億羽もの鳥類が、毎年少なくとも2回、北海とバルト海を横断している。Hüppop et al.による研究(2006)¹⁴では、これらの鳥のほぼ半数が、タービンによって死亡する可能性のある高度を飛行していると結論づけている。彼らはまた、特に視界が悪いとき、陸生鳥類が照明付きの海洋構造物に引き寄せられ、いくつかの種、特にスズメ目鳥類が大量に衝突していることを示した。彼らは次のことを主張している。

- 渡り鳥が密集する地帯での風力発電所の放棄
- 悪天候時や、大量の鳥の移動が予測される夜間は、タービンを停止させる。
- 風力タービンを鳥類に認識させやすくするための対策(連続光ではなく、断続的な光に変更することを含む)。

洋上風力発電所がコウモリに与える影響は明らかにされていないが、コウモリは洋上を飛翔するため、被害を受けやすいことは知られている。例えば、大規模な風力発電所があるバルト海や北海を定期的に横断している¹⁵。水上でのコウモリの移動は、北米でも観察されている。例えば、Johnson et al. (2011)¹⁶は、米国メリーランド州沖のバリアー島における5種の回遊コウモリの存在を報告している。

陸上の風力発電所周辺では昆虫の集団発生が知られているが、洋上での状況は不明である。

大規模な陸上風力発電所

陸上風力発電所は、景観や視覚的快適性を損なうという理由で敬遠されがちである。これは自然環境に対してというよりは、個人の嗜好の問題でもあり、ここでは詳しくは触れない。

土地利用

重要な問題は、土地の利用方法だ。通常、水平軸型風力タービンはローター直径の5~10倍の間隔を空けなければならない。そのため、風力発電所の総面積のうち、タービンと道路や送電線などの関連インフラが占める割合はごくわずかである。National Renewable Energy Laboratoryが米国の大規模風力発電施設を調査した結果、出力容量1メガワットあたり30~141エーカー(57ヘクタール)を使用していることが判明した。しかし、恒久的

¹⁴ Hüppop, O., Dierschke, J., Exo, K. M., Fredrich, E., and Hill, R. (2006). Bird migration studies and potential collision risk with offshore wind turbines. *Ibis*, 148(s1), 90-109.

¹⁵ Rydell, J., Bach, L., Bach, P., Diaz, L. G., Furmankiewicz, J., Hagner-Wahlsten, N., and Ptersons, G. (2014). Phenology of migratory bat activity across the Baltic Sea and the south-eastern North Sea. *Acta Chiropterologica*, 16(1), 139-147.

¹⁶ Johnson, J. B., Gates, J. E., and Zegre, N. P. (2011). Monitoring seasonal bat activity on a coastal barrier island in Maryland, USA. *Environmental Monitoring and Assessment*, 173(1-4), 685-699.

に影響を受けるのは1メガワットあたり1エーカー未満で、建設中に一時的に影響を受けるのは3.5エーカー（1.4ヘクタール）未満である¹⁷。風力タービンが港湾などの商業・工業地帯に設置されることも多いが、この場合は土地利用の懸念は軽減される。

野生生物への影響

懸念される主な分野は、飛行生物、特に鳥類、コウモリ、昆虫に対する施設運用上の影響に関するものである。それぞれについて順番に考察していく。

鳥類

風力タービンに起因する鳥類の死亡や生息地の喪失は、特に議論の多い問題である。自然保護団体の間で深い溝がある。イギリスではとくにこれは顕著である。例えば Royal Society for the Protection of Birds (RSPB)は以下のように結論している。

「風力発電は、英国において気候変動との戦いの中で重要な役割を担っている。適切な戦略的アプローチをとれば、重要な鳥類の個体群に有害な影響を与えることなく、風力発電を拡大することができる¹⁸。」

風力発電所の影響には対処できるという議論に共通する特徴は、気候変動の脅威が十分に深刻であるので、地域的な被害と関連する当面の問題よりも重要だと考えることである。

鳥類に対するリスクは、タービンの設計やサイズ、設置場所など、多くの要因に左右されることは明らかである。

有害な影響は様々な要因から生じる可能性がある。重要なのはこの4つである。¹⁹

- 望ましい生息地の攪乱と移動の妨げ²⁰
- バリア効果-有利な飛行経路を破壊すること
- 衝突の危険性²¹
- 生息地の損失または損傷

¹⁷ Denholm, P., Hand, M., Jackson, M. and Ong, S. (2009). Land-use requirements of modern wind power plants in the United States. National Renewable Energy Laboratory

¹⁸ <https://www.rspb.org.uk/search/index.aspx?q=wind+farms>.

¹⁹ Drewitt, A. L., and Langston, R. H. (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis*, 148(s1), 29–42.

²⁰ Pearce-Higgins, J.W., Stephen, L., Langston, R. H., Bainbridge, I. P., and Bullman, R. (2009). The distribution of breeding birds around upland wind farms. *Journal of Applied Ecology*, 46(6), 1323–1331.

²¹ Hötter, H., Thomsen, K. M., and Köster, H. (2006). Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. Facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen, 65.

タービンのブレードとの衝突によって直接死亡する鳥の数は、決して少なくない。Smallwood (2013)²²は、2012年に米国で設置された51,630メガワット(MW)の風力発電施設において、年間573,000羽の鳥の死亡が発生したと推定している。この数字には、最も懸念されている83,000羽の猛禽類(もうきんるい)の死亡事故が含まれる。欧米で最も懸念されているのは、大型の猛禽類の損失なのである。カリフォルニア州テハチャピ近郊のパインツリー風力発電所では、特に猛禽類の死亡率が高いとされ、8羽のイヌワシを死亡させたと、US Fish and Wildlife Serviceが発表している。Farfán et al. (2017)²³は、風力発電所が鳥類に与える影響に関する研究のほとんどが、大型種や保護対象種に焦点を当てていることを指摘している。彼らは、スペイン南部の高地生息地にある風力発電所の周辺における、設置直後と建設後6.5年の鳥類の数についてのデータを示しており、11種の猛禽類と38種の非猛禽類(うち30種はスズメ目)を観察した。その結果、猛禽類の数は最初に影響をうけたときから回復し、建設前よりもわずかに低い水準にまで回復したが、非猛禽類の数は大幅に減少したと結論づけた。そして、数はわずかに減少しただけだが、この場所のタービンが猛禽類の飛翔を阻んでいることを指摘している。また、小鳥の数が大幅に減少しているにもかかわらず、ブレードとの衝突で死亡した鳥が1羽しか観察されなかったことも注目すべき点であるとしている。死亡した鳥がほとんど観察されないというだけでは、悪影響が発生していないとは言い切れないことは明らかである。

コウモリ

風力タービンがコウモリに与える影響については、最近Arnett et al. (2016)により考察されている²⁴。彼らは事態の深刻さを強調している。コウモリは様々な方法で死んでいる。鈍器による外傷、圧気圧外傷、内耳の損傷など、野外での死骸の検査ではなかなか気づかない傷によってだ。この問題の規模をある程度理解するために、ヨーロッパと北米の研究から報告された年間死亡率を表1にまとめた。また、Arnett et al. (2016)は、メキシコ、中南米、カリブ海諸国、アフリカ、ニュージーランド、及びオーストラリアにおけるデータが「憂慮すべき」レベルで欠如していることを指摘した。彼らは、アジア本土の風力発電所におけるコウモリの死亡事故に関する情報を得ることができなかった。そして中国の状況は、風力発電の急成長を考えると、特に懸念される(図2参照)としている。

²² Smallwood, K. S. (2013). Comparing bird and bat fatality rate estimates among North American wind energy projects. *Wildlife Society Bulletin*, 37(1), 19–33.

²³ Farfán, M. A., Duarte, J., Real, R., Muñoz, A. R., Fa, J. E., and Vargas, J. M. (2017). Differential recovery of habitat use by birds after wind farm installation: A multi-year comparison. *Environmental Impact Assessment Review*, 64, 8–15.

²⁴ Arnett, E. B., Baerwald, E. F., Mathews, F., Rodrigues, L., Rodríguez-Durán, A., Rydell, J., and Voigt, C. C. (2016). Impacts of wind energy development on bats: a global perspective. In *Bats in the Anthropocene: Conservation of bats in a changing world* (pp. 295–323). Springer International Publishing.

表 1: 異なる生息地と地域におけるコウモリの風力タービンによる年間死亡率

地域	生息地	設置容量1MWあたりの年間死亡率
米国、カナダ	北東部落葉樹林	6.1-10.5
米国およびカナダ	中西部落葉樹林-農業	4.9-11
米国、カナダ	グレートプレーンズ	6
米国	グレートベースン/南西部砂漠地域	1-1.8
ドイツ	黒い森	10.5
ヨーロッパ	農耕地	0.6-5.3

Arnettら (2016) よりデータ引用。

このような規模の死亡率がコウモリの個体群にどのような影響を及ぼしているかは、まだ明らかになっていない。しかし、ドイツのデータから、その損失についてある程度の推測が可能である。ドイツの風力タービン 1 基あたり年間推定 10~12 匹のコウモリが死亡していることから、すべての風力タービンが同じように被害を及ぼしているとすると、陸上風力タービンで年間約 200,000 匹のコウモリが死亡していることになる。コウモリは長寿で繁殖力が低いため、このような損失をすぐに補うことができず、この数字は将来の個体群に懸念を抱かせるに十分であると言える。

なぜコウモリが風力タービンに対して弱いのかは不明である。Kunz et al. (2007)²⁵ は様々な仮説について論じており、他の研究者も同様である²⁶。衝突が偶然の出来事ではないという証拠はある。コウモリは、ねぐらとして、繁殖期の集散地として、あるいはブレードの近くに集中している昆虫を狩るために、タービンに引き寄せられるのかもしれない、というのである。Arnett et al. (2016) は、より開けた空域を定期的に移動して餌を食べるコウモリが最も被害を受けやすいと考えている。ヨーロッパで最も多く犠牲になる種は、飛行中に獲物を追いかけて捕らえるタイプである。これらは比較的速く飛行し、野外で活動する。

温帯地域では、コウモリの死亡事故は夏の終わりの比較的風の弱い時間帯に多く発生している。そこで微風時にタービンの運転を制限することで、コウモリの死亡数を大幅に減らすことができる。簡単な方法の 1 つは、コウモリが特に被害を受けやすい時期にタービンの運転を開始する際の風速を上げることである。このようなアプローチにより、死亡率を 50~90%削減できる可能性がある。超音波やレーダーの使用も提案されている。よりコウモリ

²⁵ Kunz, T. H., Arnett, E. B., Erickson, W. P., Hoar, A. R., Johnson, G. D., Larkin, R. P., Strickland, M. D., Thresher, R. W., Tuttle, M. D. (2007). Ecological impacts of wind energy development on bats: questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5, 315–324.

²⁶ Cryan, P. M., and Barclay, R. M. (2009). Causes of bat fatalities at wind turbines: hypotheses and predictions. *Journal of Mammalogy*, 90(6), 1330–1340.

に優しい他のタービン設計に変更することも可能ではあるが、実現はなかなか難しいだろう。最近では、気温、風速、季節、時間帯、コウモリの有無などのパラメータに基づいてタービンの運転を決定する、というより複雑なルールが開発されている。ただ特定の場所やタービンの設計の状況に合わせて調整が必要なため、必ずしも一般化できるものではない。

もしコウモリが昆虫のいる場所に集まるのであれば、タービンを昆虫にとって魅力のない色に塗ることで死亡率を下げるができるかもしれない（後述参照）。

昆虫

風力タービンが大量の昆虫を殺す可能性があることは、ブレードの翼の先端に付着した虫の死体が強風時のタービン出力を半減させる要因であるという驚くべき事実によって裏付けられている²⁷。風力タービンに昆虫が集まることはよく知られており、使用する塗料の色によって誘引の度合いを変えることはできる。一般的なタービンの色である純白とライトグレーは、紫外線を反射する塗料と同様、昆虫を引きつけることで知られている²⁸。風力タービンは飛翔昆虫の移動を妨害するのに十分な大きさであり、例えば、北米の蝶、オオカバマダラは、風力タービンの犠牲になっていると報告されている。

陸上送電線に関する生態学的問題

風力発電を大規模に利用するためには、大規模な送電線のネットワークを構築する必要がある。多くの地域では、鉄塔に支えられた送電線で大規模な送電が行われている。都市部では、送電線は地下に敷設されたり、運河や河川敷に敷設されることもある。しかし、高圧送電線を地下に敷設することはあまりなく、コストも架空送電線の2~10倍かかると言われている。

地上の送電線に関連する影響

送電線には明らかに景観上の問題があり、傑出した美しさや文化的重要性を持つ地域では、送電線を避けるか地下化することが少なくない。景観の問題については、ここではこれ以上議論しない。

²⁷ Corten, G. P., and Veldkamp, H. F. (2001). Aerodynamics: Insects can halve wind-turbine power. *Nature*, 412(6842), 41.

²⁸ Long, C. V., Flint, J. A., and Lepper, P. A. (2011). Insect attraction to wind turbines: does colour play a role? *European Journal of Wildlife Research*, 57(2), 323–331.

鳥類への影響

鳥類は、地上の送電線から最も影響を受ける動物であろう。送電線は、鳥類が死亡する最も重要な原因の一つである。送電線は、衝突や感電によって鳥類を死に至らしめる。感電死は、翼長 2.45m のオジロワシ (White-tailed eagle) などの大型鳥類が鉄塔の上から飛び立ち、その際にケーブルに接触して致命的なショートを起こした場合に起こることが多い。また、大型の鳥は飛行中に 2 本の電線に同時に接触し、感電死することもある。また、送電線がある場所を避ける鳥類もいるため、送電線はそれらの生物の生息地の減少を招くこともある。猛禽類やコウノトリ (Stork) などの大型鳥類は、特に被害を受けやすい²⁹。Bird Life International は、次のように述べている。「多段配置の電線や、敏感な場所にある細くて低く垂れ下がった電線から、高い損失 (電線 1km あたり年間 500 羽を超える鳥の死傷が出ることもある) が報告されている。」尚、Table 2 は、さまざまな鳥類に対する送電線の影響をまとめたものである³⁰。

風力発電所や太陽光発電所をサポートするために送電線をさらに建設する必要があるため、送電線による影響はますます悪化している。American Bird Conservancy は、風力タービンとそれに関連する送電線との衝突によって鳥類が失われる最悪の場所として 10 か所を挙げている³¹。

死亡率は、適切な設計によって減少させることができ、そのためのガイドラインも用意されてはいる³²。しかし、鳥の種類によっては、より見えやすい架空送電線を設計することができない場合もある。アフリカオオノガン (Aerdeotis kori)、ハゴロモヅル (Anthropoides paradise)、シュバシコウ (Ciconia ciconia) などの 3 種類の特に弱い鳥類に関する研究³³ で

²⁹http://www.birdlife.org/eu/pdfs/Nature_Directives_material/BHDTF__Position_Power_Lines_and_birds_2007_05_10_.pdf.

³⁰ T-PVS / Inf (2003) 15 Protecting birds from power lines: a practical guide to minimising the risks to birds from electricity transmission facilities. D Haas, M Nipkow, G Fiedler, R Schneider, W Haas, B Schürenberg, 2003 and published under Nature and environment, No. 140, Council of Europe Publishing, March 2005

³¹ <https://abcbirds.org/10-worst-wind-energy-sites-for-birds/>.

³² T-PVS / Inf (2003) 15 Protecting birds from power lines: a practical guide to minimising the risks to birds from electricity transmission facilities. D Haas, M Nipkow, G Fiedler, R Schneider, W Haas, B Schürenberg, 2003 and published under Nature and environment, No. 140, Council of Europe Publishing, March 2005

³³ Martin, G. R., and Shaw, J. M. (2010). Bird collisions with power lines: Failing to see the way ahead? Biological Conservation, 143(11), 2695–2702.

は、飛行中は通常下を向くことが分かっている。そのため、送電線が見えるようにするためのタグや反射マーカの設置は効果的ではない。

また送電線は、鳥類の行動を変化させることによって、種の構成に変化をもたらす可能性もある。米国のヨモギの生える地域に生息するワタリガラス (Ravens) などは、送電線の電柱に巣を作り、その高さを利用して獲物を狙うことが判明した³⁴。調査地域のワタリガラス (Ravens) などの数は 1985 年から 2009 年の間に 11 倍に増加し、58%の巣が送電線の電柱に設置されていた。ヤマヨモギの生える地域の上空にある巣から、彼らは絶好のビューポイントを得ることができるのだ。高さがあるため、攻撃速度が速く、離陸しやすい。彼らはこの利点を生かしてキジオライチョウ (Greater sage grouse) などの巣を襲い、アメリカオオモズ (San Clemente loggerhead shrike) やサバクゴファーガメ (Desert tortoise) など他の絶滅危惧種も捕食しているのだ。

地域によっては、ケーブルを地下に埋設するしかない場合もある。これについては以下を参照されたい。

電場・磁場に連動する影響

電線に電流が流れると磁場が発生する。さまざまな試算によると、交流送電システムの磁界強度の上限は $10\sim 50\mu\text{T}$ とされている。過去には、送電線に関連した磁場が人間の健康や動物に与える長期的な影響について、大きな懸念があり、初期の研究では、送電線と小児白血病などの病気との関連性が指摘されたこともある。だが因果関係は証明されておらず、科学界では送電線磁場の露出が人体に及ぼす影響について科学界では人体の不調の原因ではないとの見方が広がっている。また、送電線が動物の行動を変化させるという説も根強く残っている。例えば、釣り人の中には、送電線が川を横切っている場所で釣りをすると、魚がその地帯に移動すると思っている人もいる。ただこれも科学的な裏付けはない。

植込み型医療機器は EMF の干渉を受ける可能性がある。ただし標準的な閾値は 1 ガウスで、それ以下では影響がないとされており、これは高圧送電線から発生する起電力の 5~10 倍であるため影響は考えにくいとされている。

³⁴ Coates, P. S., Howe, K. B., Casazza, M. L., and Delehanty, D. J. (2014). Landscape alterations influence differential habitat use of nesting buteos and ravens within sagebrush ecosystem: Implications for transmission line development. *The Condor*, 116(3), 341–356.

表2：感電死や送電線との衝突による死亡が鳥類個体群に与える影響の大きさ（科ごと）

分類群	感電の影響	衝突衝撃
Loons (Gaviidae) and grebes (Podicipedidae)	0	II
Shearwaters, petrels (Procellariidae)	0	I-II
Boobies, gannets (Sulidae)	0	I-II
Pelicans (Pelicanidae)	I	II-III
Cormorants (Phalacrocoracidae)	I	II
Hérons, bitterns (Ardeidae)	I	II
Storks (Ciconiidae)	III	III
Ibisses (Threskiornithidae)	I	II
Fringoes (Phoenicopteridae)	0	II
Ducks, geese, swans, mergansers (Anatidae)	0	II
Raptors (Accipitriformes and Falconiformes)	II-III	I-II
Partridges, quails, grouse (Galliformes)	0	II-III
Rails, gallinules, coots (Rallidae)	0	II-III
Cranes (Gruidae)	0	II-III
Bustards (Otidae)	0	III
Shorebirds/waders (Charadriidae, Scolopacidae)	I	II-III
Skuas (Stercorariidae) and Gulls (Laridae)	I	II
Terns (Sternidae)	0-	III
Auks (Alcidae)	0	I
Sandgrouses (Pteroclididae)	0	II
Pigeons, doves (Columbidae)	II	II
Cuckoos (Cuculidae)	0	II
Owls (Strigiformes)	I-II	II-III
Nightjars (Caprimulgidae) and swifts (Apodidae)	0	II
Hoopoes (Upudidae) and kingfishers (Alcedinidae)	I	II
Bee-eaters (Meropidae)	0-I	II
Rollers (Coraciidae) and Parrots (Psittadidae)	I	II
Woodpeckers (Picidae)	I	II
Ravens, crows, jays (Corvidae)	II-III	I-II
Medium-sized and small songbirds (Passeriformes)	I	II

0 - 死傷の報告なし、またはその可能性あり。I - 死傷は報告されているが、鳥の個体数に対する明白な脅威はない。II - 地域的または局所的に死傷が多い。III - 地域的または局所的に高い死傷数。しかし、種全体の個体群に大きな影響はない。III - 死傷が主な死亡要因である。地域的または大規模に種の絶滅を脅かす。

ノイズと光の影響

送電線の建設期間中、ノイズと光による障害が発生する可能性があるが、これは軽微で短期間であると思われる。ノイズは、建設機械、植生伐採、伐採によって発生する。送電線と機器は、しばしば電気伝導体に関連したいろいろなノイズを発生させることがある。また湿度が高いときや、波による泡が送電線に吹き付けられると、クラックルノイズやヒスノイズが発生することがある。

送電線システムには変電所が必要であり、変電所ではノイズ問題が発生する可能性はある。ただ一般的に、変圧器によるノイズ問題は、生態系への影響というよりも、むしろ近隣への不快感であると考えられている。

慢性的な騒音にさらされる問題は、現在、重要な生態学的問題として認識されている。

Barber et al. (2010)³⁵ は、ノイズがマスキング、つまり音の知覚を阻害することを指摘している。また、鳥類、霊長類、鯨類、げっ歯類はすべて、マスキングを抑えるために発声を変化させることが観察されている。

農地への影響

送電線の鉄塔やその他の構造物は、以下のような農地への影響を与える可能性がある。

- ・ 農業機械の操作に支障をきたし、効率的な作業パターンを阻害する。
- ・ 土壌侵食の増加
- ・ 雑草やその他の害虫が侵入する機会を与える。
- ・ 土壌を圧縮し、排水を悪化させる
- ・ 送電線が低い場所にある場合、安全上の問題を引き起こす。
- ・ 空中散布の妨げや 妨害。

湿地への影響

送電線の建設と維持管理は、以下のような形で湿地にダメージを与える可能性がある。

- ・ 重機が植生を損傷する可能性がある。
- ・ 湿地の土壌、特に泥炭質の土壌は、圧縮される可能性がある。
- ・ アクセス道路の建設は、自然の排水を乱す可能性がある。
- ・ 建設と維持管理活動により、浮遊土砂の負荷が増加する可能性がある。
- ・ 送電線は、水鳥や、白鳥、雁などの大型鳥類にとって衝突の障害となる可能性がある。
- ・ 車両や建設機械が外来種の植物を持ち込む可能性がある。

森林

送電線用地 (ROW) とは、電気事業者が送電線の建設、運用、保守、修理を行うために使用する土地である。一般に、森林地帯に送電線を建設するには、その経路からすべての木と藪を伐採する必要がある。伐採区域の幅は送電線の大きさと電圧によって異なり、330kV の送電線の場合、ROW の幅は通常約 40m になる。そしてこの場合、1km の送電線で 40,000m² (4 ヘクタール) の森林が失われることになる。

送電線建設の影響としては森林の分断や、生物多様性の損失の危険性が含まれることが

³⁵ Barber, J. R., Crooks, K. R., and Fristrup, K. M. (2010). The costs of chronic noise exposure for terrestrial organisms. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(3), 180–189.

ある。そして ROW はさらに非常に広大な森林の縁を作り出し、森林縁の植物や動物の内部への侵入を可能にしてしまう。

地中送電線

住宅地では、低圧送電線を地中に設置することが一般的である。この方法は、美観やその他の影響を軽減することができるが、一方でその他の影響を増大させる可能性がある。例えば、木の根にダメージを与え、木を枯らしてしまうことがよくある。また、高圧送電線の場合は低圧送電線と異なり、地下の送電線を支えるために地上の構造物が必要となる。

地中送電線には、以下のようなデメリットが挙げられる。

- 環境破壊の範囲が拡大する。
- 送電線に沿った小さな木や草を完全に除去する必要がある。
- 建設・修繕費用の増加
- 運用・保守コストの増加

また、送電線を冷却する必要がある場合、送電コストが増加する可能性がある。

風力タービンの廃棄とリサイクル

風力発電はクリーンな再生可能エネルギーであり、有害な排出物もないと思われがちである。だがしかし、これは建設と廃炉の段階を十分に考慮していない。例えば、風力タービンの最も重要な部品の一つであるブレードは、現在、リサイクル不可能な複合材で作られている³⁶。2050年までに世界で4,300万トンのブレード廃棄物が発生する可能性があり、その処理量は中国が40%、ヨーロッパが25%、米国が16%、その他の地域が19%である。

どのような発電方法がベストなのか？

風力タービンの使用に関連する主な環境問題を簡単に考察してきた。同様に、他の大規模発電方法についても、問題を広範囲にリストアップすることが可能である。発電方法においては、常に害を最小化し、常に優れた選択肢となるようなものはないのである。どの発電方法を選択するかは、その場所と、そこに存在する生息地の相対的な脆弱性によって決定され

³⁶ Liu, P., and Barlow, C. Y. (2017). Wind turbine blade waste in 2050. *Waste Management*, 62, 229–240.

る。もしその地域に大型の水生鳥類が生息していれば、風力発電所は悲惨なことになるかもしれない。逆に、地元天然ガスの供給があり、町はずれの工業団地にガスタービンを設置することが可能であれば、特に家庭用の太陽光発電や熱パネルと組み合わせた場合、理想的な解決策となるかもしれない。しかし、効率的なガス火力発電であっても、それなりの量の二酸化炭素を排出するため、地球温暖化を抑制するためには受け入れられないと考える人もいるだろう。

地域密着型の発電所は、送電時の電力ロスを最小限に抑え、送電線につながる動植物の損失をなくすことができるという大きなメリットがある。また、熱電併給による効率化も期待できる。特に重要なのは、再生可能エネルギーは環境負荷が少ないという単純な見方をしないことである。二酸化炭素の排出は削減できるかもしれないが、その代償として、大型の猛禽類や渡り鳥を失うことになるのでは？もし、大型猛禽類や回遊魚を失うことになれば、自然エネルギーは最善の道とは言えない。同様に、バイオマス生産も、農業廃棄物を利用した小規模なものを除いては、未来がないように思われる。

木材チップは木材産業の廃棄物だが、木材チップの需要は、エネルギー生成に使用することで森林破壊を引き起こす危険性がある。一つの方向性として、電気をできるだけ効率的に使うことが必要であり、技術の進歩がそれを可能にしている。どのような発電方法にも環境コストがかかるので、発電量を減らせば環境負荷は軽減される。また、住宅の熱効率を向上させ、太陽光発電や熱パネル給湯システムを導入することも大きなメリットがある。大規模な太陽光発電所はある程度環境負荷がかかるが、小規模な太陽光発電は、製造やリサイクルを効率的に行うことができれば、環境面でのメリットは大きい。また特に、最近開発された再生可能エネルギー技術については、慎重に対応することが重要である。風力発電に熱中するのは、かつて DDT（有機塩素化合物の殺虫剤）に熱中したのと同じような気がしてならない。奇跡の殺虫剤は、人間に大きな利益をもたらすように見えた。しかし、食物連鎖の上を通過し、上位捕食者の喪失が注目され始めると、デメリットが徐々に明らかになり始めたのだ。同様に、潮流発電や波力発電は、生態系への悪影響が未知数な潜在的技術であると考えべきであろう。

現在、私たちは発電に関する技術が急速に変化・発展している時代に生きている。原子力発電所や石炭火力発電所のような一部の技術は、今後も広く開発・建設されることはなさそうである。現在イギリスで建設が始まっている 3200MW の巨大なヒンクリー C 発電所は、250 億ポンド以上の費用をかけ、異例の補助金も保証されているが、遅まきながら大義名分を得たとしか言いようがない。最後の数隻の戦艦のように、まもなく無用の長物となる技術の最後の花形なのである。しかし、発電所の寿命は 60 年以上であり、発電パターンの大きな変化は、世代を超えて観察されるものである。そのため、今後もさまざまな技術的アプロ

一チがなされることであろう。

唯一の合理的なアプローチは、地球を優しく大切に扱い、エネルギー資源を慎重に、そして控えめに使用することである。同時にさまざまな発電方法の運用に関連する生態系の変化を注意深く確認することである。

2. 風力発電と猛禽類(もうきんるい)：問題点とその解決策 (オリバー・クリューガー University of Bielefeld)

著者について

オリバー・クリューガーはドイツの University of Bielefeld の教授で専門は動物行動学。研究テーマは生活史戦略の進化—自然淘汰が生物の一生を最適化する方法である。

この論文では、風力発電所の衝突事故の犠牲となった生物の探索から、集団レベルでの影響評価へと移行する方法を説明したいと思う。それは決して簡単な作業ではない。しかし、その方法を見れば、何らかの結論を導き出すことができる可能性があることがおわかりいただけると思う。風力発電により猛禽類(もうきんるい)に問題が起きていると繰り返し言われている。確かにその通りだが、成功例もあるのだ。近年の猛禽類の個体数の増加は、自然保護における非常に大きなサクセスストーリーであり、この実現に貢献した多くの自然保護団体に感謝しなければならない。

一例として、ウェストファーレン州のビーレフェルト周辺の猛禽類のデータを考えてみよう(図3)。この地域のノスリ(Buzzard)などのデータは1989年からあり、その傾向は明らかで、上昇傾向にある。オオタカ(Goshawk)などのデータは1975年までさかのぼることができ、非常によく似ている。アカトビ(Red kite)などもまた、徐々にビーレフェルトで発見されている。こちらはまだ少しデータが少ないが、この30年間、全体として上昇傾向にあることがわかる。ワシミミズク(Eagle owl)などはトイトブルクの森で一旦姿を消したが、その後再び繁殖し、現在では個体数が増加している。

この点については、理論的には、少なくともビーレフェルトでは、すべてがうまくいっており、個体数も増えているので、「問題はない」と言うことでいいだろう。しかし、別の話もある。私の同僚が監視しているシュレスヴィヒ=ホルシュタイン州の3つの場所では、過去20年間でノスリ(Buzzard)などの数が75%も減少しているのだ。畑がトウモロコシの単一栽培に変わっているからだと言うものもある。またシュレスヴィヒ=ホルシュタイン州は風力エネルギーが豊富なので、風力発電と関係があるのではと考える人もいる。シュレスヴィヒ=ホルシュタイン州は確かに風力発電が盛んである。これはあり得ることだが、私には分からないし、他の誰にも分からない。

私たちは、風力エネルギーの悪影響を受けるいくつかの生物種を知っている。例えば、シ

シロエリハゲワシ (Griffon vultures)、ウミワシ (Sea eagles)、イヌワシ (Golden eagles) などである。風力タービンと鳥の衝突は、しばしば自然保護上の大きな問題とみなされる。例えば、ノルウェーのスモラという町には、ウミワシ (Sea eagles) などがたくさん生息しているのだが、それにもかかわらず、そこに風力発電所が建設された。ノルウェーの鳥類学者たちが警告を発したが、その忠告は無視されたのだ。この16年間で、60羽以上のウミワシ (Sea eagles) などがタービンに衝突している。「だから言ったのに」という典型的な例である。

アメリカのアタモントパスは、その一例だ。この場所は、大量のイヌワシ (Golden eagles) などが通過することから重要とされている。しかし鳥類学者の警告にもかかわらず、風力発電所が建設され、今では毎年、この1カ所で75羽から110羽のイヌワシ (Golden eagles) などが命を落としているのだ。

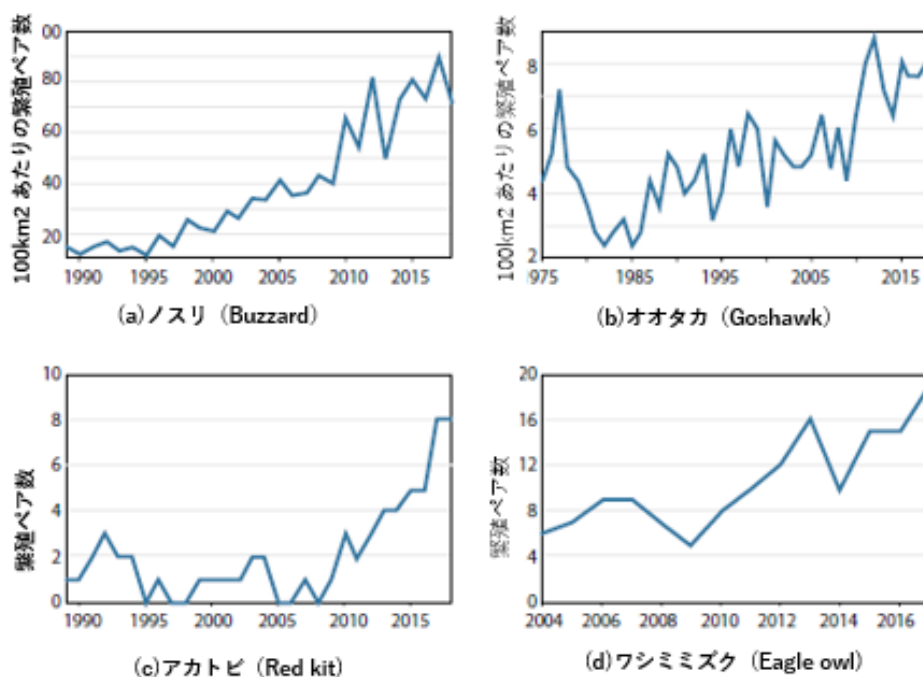


図3: ピーレフェルトにおける猛禽類の個体数推移

図4は、過去18年間のドイツにおける陸上風力発電の基数を示したものである。3倍になっている。現在、2万9000基が設置されているが、今後もなくなることはなく増えるであろう。つまり、私たちはこの問題を研究し、より深く理解し、解決策を見出さなければならないのである。

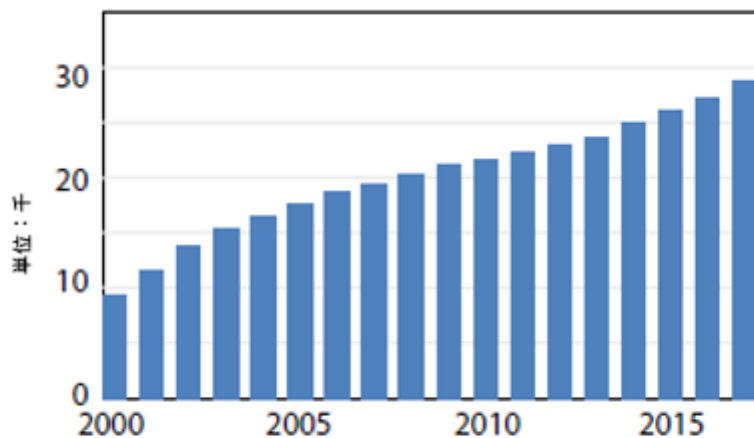


図4 ドイツの風力発電機台数推移 (2000年～2017年)

一基のタービンにより死んだ鳥の数は、どのように決定するのか？タービン1基あたり3～10ヘクタールの範囲を搜索しなければならないが1年は365日、タービンは29,000基もある。また、仮にすべてのタービンの下を搜索する手立てがあったとしても、明らかなカウントエラーの原因がある。タービンに衝突した鳥をすべて見つけられるわけではないからだ。仮に理論的にはすべての被害にあった鳥を発見できたとしても、探しに来る頃には、多くのもうそこにはないだろう。ハイエナのようなものは仕事が早いのだ。

というわけで、意味のある見積もりを作成することは容易なことではない。それでも、私が少しばかりだが参加した「PROGRESS」プロジェクトでは、次のようなことを試みている。そしてこのプロジェクトでの衝突率に関する研究としては過去最大規模のものである。

ドイツの46の異なる風力発電所を対象とした。中には2回以上調査したものもあり、合計55の風力発電所についてデータセット(「シーズン」と呼ばれる)を記録した。それぞれのシーズンで、3ヶ月間、週に1回、12日間風力発電所を調査した。トウモロコシ畑と草地については春にのみだが、穀物地帯については秋にも調査した。

調査方法は、いわゆるライントランセクト(横断)法である。このような調査にはいろいろと批判もあるだろうが、私たちは決して楽をしたわけではない。実際調査チームはデータを得るために、風力発電機の下を合計で7,600km以上歩いた。しかも、調査地域には12,800基のタービンがあり、これは当時のドイツの風力発電の約半分に相当する。図5を見ると、ライントランセクト法がどのようなものかわかるだろう。ランセクトに沿って風車の下

を歩き、調査円内の青い部分で衝突被害者である鳥を見つけようとするものだ。ヒバリ（Skylark）などの小さな鳥は見えにくいので、ライン・トランセクトの幅はかなり狭くなる（図 5a）。

ワシのような大きな鳥の場合は、事実上、トランセクトは広がる（図 5b）。

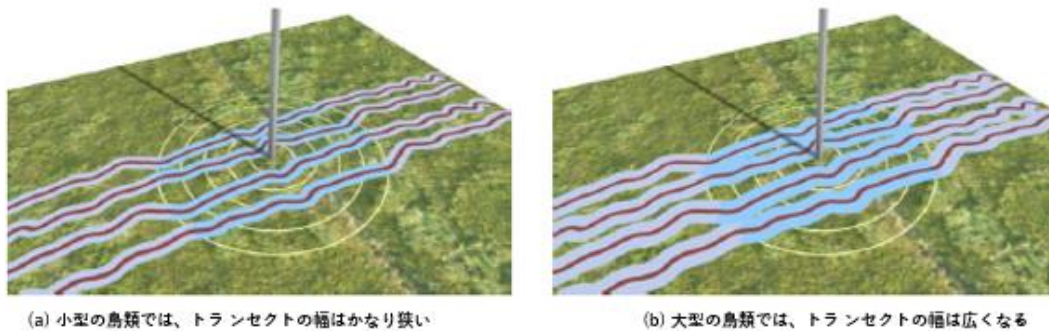


図5：ライン・トランセクトの幅は種によって異なる。

撮影されたすべてのトランセクトは GPS で追跡され、再現性のある研究を行うためにすべての変数を記録した。ご想像の通り、あらゆる方面からプレッシャーがかかっていたので、再現性を持たせることが非常に重要だった。成功したかどうかは、今後の検証にかかっている。

研究では常に仮説を立てる必要がある。風力タービンの下でバラバラになったムナグロ（Golden plover）などを見つけたら、それは明らかに衝突の犠牲者であろう。しかし、大量の羽毛の山を発見した場合、それが衝突の犠牲者であるのか、それとも他の方法で殺された鳥なのか、はっきりしない。議論の余地がある。そこでこれまでの文献に基づき、私たちはサーチサークル内の発見物はすべて衝突被害者であると仮定した。ただ、この仮定が誤差の原因となる可能性があることは明らかである。

被害の証拠を見つけた場合、その情報を推測する必要がある。例えば、すべての衝突事故の被害が見つかるわけではないことを考慮し、補正係数を適用する必要がある。その理由の一つは、風力タービンの下はほんの一部しか探索できないからである。また、タービン下の植生によっては、監視チームが死体の一部を見逃してしまうこともあるため、別の補正が必要となる。この問題を解決するために、探索効率に関する実験を行った。風力タービンの周辺に 100 体以上の鳥の死体を置き、その中からどれだけ多くの鳥の死体を発見できたかを評価したのだ。その結果、初めて探索効率に意味のある補正係数を導き出すことができた。

また、鳥が発見される前にいなくなってしまう理由には、ハイエナのようなものたちに食われてしまう可能性が考えられる。そこで、この要因も評価できるような実験を行った。タービンの周辺に鳥の死骸を丁寧に並べ、繰り返し訪れて、どれだけ早く鳥がなくなったかを調べました。このようにして、衝突事故から少なくとも 5 日以内であれば被害を受けた鳥を発見できる可能性があることが明らかになった。

この研究によって、私たちが必要とする補正係数を裏付ける実験的な証拠が初めて得られた。では、その結果を見てみよう。7700 キロ近く歩いた結果、衝突事故の犠牲者は 291 と、かなり少ないことがわかった。しかし、ご承知のように、これは本当の死亡数のほんの一部に過ぎないため、そこから推測する必要がある。

図 6 は「PROGRESS」の調査の結果で、特に生きているところを観察された鳥と死んでいるところを発見された鳥の分布を示している。風力タービンの周辺にどんな鳥が生息していたのか、そしてどんな種類の鳥の死骸が発見されたのかがわかったのである。つまり、衝突の影響を大きく受ける鳥のグループがあるということだ。例えば、猛禽類とガンの種類は観察された鳥の数のうち 2% に過ぎないが、死骸の発見数のほぼ 1/3 を占めていることがわかる。これは、タービンとの衝突によって、猛禽類とカモ類が偏って危険にさらされていることを示している。一方、観察された鳥のうち 42% は（スズメの仲間である）鳴禽類（めいきんるい）であった。しかし、これらの種類の鳥は衝突事故の 22% を占めるにすぎなかった。つまりこの調査では、衝突の危険性が観察されるそこに生息している鳥の数に比例しているかどうかを初めて定量的に推定したものなのだ。明確な結論がある。特に猛禽類、そしてカモ類でも、衝突リスクは観察頻度から予想されるよりもはるかに高いということだ。

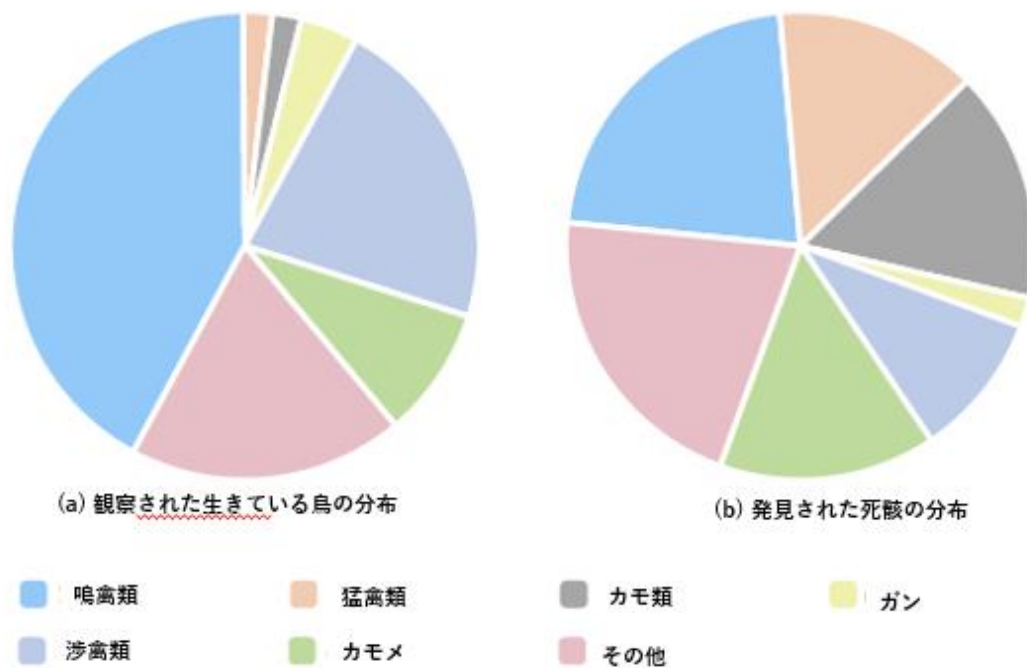


図6 PROGRESSの調査結果

「PROGRESS」調査の結果は、ブランデンブルク州で記録された鳥の死体データセット、いわゆる Dürr リストと比較することができる（表 3）。ノスリ（Buzzard）などは Dürr リストのトップであり、我々の研究でも 3 位である。マガモ（Mallard duck）、モリバト（Wood pigeon）、ユリカモメ（Black-headed gull）などは両リストに含まれている。しかし、Dürr リストには、体系的に編集されていないためか、ウミワシ（Sea eagles）などが多く含まれているという違いもある。また、ウミワシ（Sea eagles）などを発見した人はそれを報告するが、死んだムクドリ（Starling）などに対して報告することはあまりないだろうということもある。どちらのデータセットも問題点があると思うので、使い分けには注意が必要だが、類似点もあるので、全く無意味というわけではなさそうだ。

表3:DürrリストとPROGRESS調査の比較

Dürrリスト		PROGRESS調査	
Buzzard	514	Wood pigeon	41
Red kite	398	Duck	39
Duck	185	Buzzard	25
Wood pigeon	171	Black-headed gull	18
Black-headed gull	170	Starling	15
Swift	147	Herring gull	12
Sea eagle	144	Lapwing	12
Kestrel	119	Golden plover	10
Herring gull	118	Skylark	10
Goldcrest	111	Pigeon	9
Skylark	104	Lesser black-backed gull	8

これらのデータがあれば、発見された死骸から12週間のモニタリング期間中に実際に死んだ数を推定し、そこから影響率（タービン1基あたり年間死亡数）を推定すればいいだけだ。そして、タービン1基あたりの年間犠牲数として影響率を算出する。また、個体数の推定に最も重要な情報である、私たちの示す数字がどの程度確かなものであるかの推定値も導き出すことができる。表4は、影響率の一部を示している。

「PROGRESS」のプロジェクトで得られたデータに基づき、一基の風力タービンあたり年間0.47羽のノスリ（Buzzard）などまたは0.14羽のアカトビ（Red kite）などの衝突率の中央値を推定している。大したことないと思われるかもしれないが、言うまでもなく、風力発電のタービンは数多く存在する。

また、猛禽類の生存確率やライフサイクルを考慮する必要もある。これはマトリックスモデルと呼ばれる方法で行う。これはメスに特化したモデルで、個体群の発達を追ってメスだけを見るため、影響率は半分になる。猛禽類は長寿で一夫一婦制なので、この方法で問題はない。

表4：主要な種における影響率

種	影響率 (衝突回数/タービン/年)	
	中央値	信頼区間
Buzzard	0.471	0.142–0.909
Red kite	0.141	0.005–0.458
Sea eagle	0.038	0.000–1.373
Lapwing	0.649	0.170–1.299

猛禽類のライフサイクルを考えてみよう。ヒナのときから、毎年、翌年まで生き残る確率と、繁殖する確率が決まっている。この2つの要素を考慮して、この種の個体数の変化を解析することができる。しかし、風力タービンがあると、衝突死によって翌年まで生き残る確率が下がることとなる。すると、全体の個体数がどうなるかを比較的簡単に推定することが可能である。

図7は、風力発電所が原因となる死亡率が異なる場合、3種類のアカトビ (Red kite) などのシミュレーション個体群に与える影響を示している。それぞれのケースで、青い線は風力発電所の影響がない場合に予想される個体数の傾向、赤い線は風力発電所の存在がもたらす最も可能性の高い影響を示し、斜線部分は信頼区間を表している。図7aと7bでは、最も可能性の高いシナリオは、増加している個体群が減少に転じることであり、図7cでは、すでに苦戦している個体群はすぐに絶滅してしまう可能性を示唆している。

図7は、風力発電所が原因で発生したさまざまなレベルの死亡が、3種類のアカトビ (Red kite) などの個体群に及ぼす影響を示している。それぞれのケースで、青い線は風力発電所の影響がない場合に予想される個体数の傾向、赤い線は風力発電所の存在がもたらす最も可能性の高い影響を示し、斜線部分は信頼区間を表している。図7aと7bでは、最も可能性の高いシナリオは、増加している個体群が減少に転じることであり、図7cでは、すでに苦戦している個体群がすぐに絶滅してしまう可能性を示唆している。

ほぼすべてのシナリオにおいて、2015年の風力発電による死亡率の現状を推定してシミュレーションすると、アカトビ (Red kite) などの平均個体数は減少することになる。しかし、ご覧の通り、不確実であり、他の結果もあり得る。

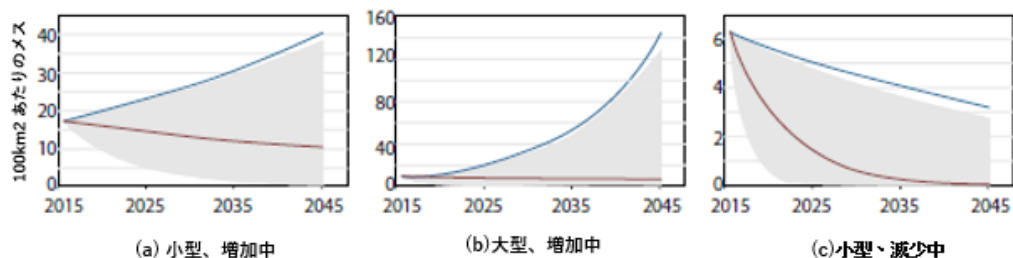


図7:アカトビ (red kite) などの個体群に及ぼす風力タービンの影響

最良の推定値 (赤) は、タービン当たりの衝突死亡率を 0.07 とした場合のものである。
 信頼区間はタービンあたり 0.003 から 0.21 の衝突である。
 青い線はベースラインで、風力タービンへの衝突が無い場合。

ノスリ (Buzzard) などはどうだろうか。図 8 は、この種の 4 つの別々の個体群について同様のデータを示している (図 9 の位置図も参照)。ビーレフェルト、アルテンプリーン、ダーニッシュ・ヴァール (図 8a-c) では、個体数が増加するはずであるが、風力タービンの存在による影響により、ほとんどが減少に追い込まれている。個体数が徐々に減少しているラテノー (図 8d) では、風力発電が原因の死亡率が、深刻な問題を引き起こす可能性がある。

要約すると、このようなモデルが前提とする多くの仮定から生じるあらゆる不確実性を考慮すると、最も可能性の高いシナリオは、風力タービンがノスリ (Buzzard) とアカトビ (Red kite) などの個体群に影響を与えているということである。

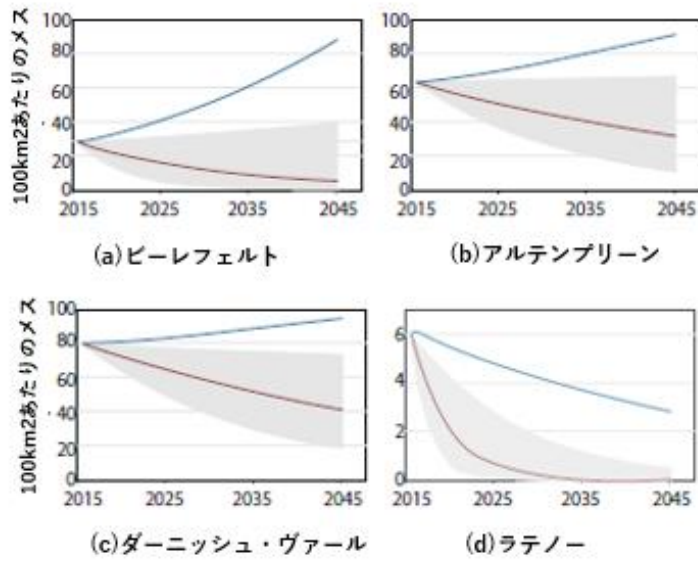


図8：風力タービンがノスリ（Buzzard）などの個体数に及ぼす影響
 もっとも妥当な推定値（赤）は、タービン1基あたりの衝突死亡率を0.217とした場合のものである。
 信頼区間は 信頼区間はタービンあたり0.0663から0.42の間。
 青い線はベースラインで、風力タービンへの衝突が無い場合。



図9：図8で挙げた場所を示したドイツの地図

これらの問題を軽減する方法はあるのだろうか？私はあると信じている。風力発電所の配置は、検討すべき重要な要素の 1 つである。専門家の意見とセットバック距離の維持は重要であり、よく知られた要素ではある。また、風力発電所におけるタービンの配置、いわゆるマイクロサイティング (micrositing) がある。これについても、衝突率を下げるために何かできるかもしれない。特にここでは高さや直径などの発電所の特性が重要である。

その他、誘引回避も課題だ。例えば、タービンの下の草むらはアカトビ (Red kite) などにとって非常に魅力的なので、いつ刈るかを検討することが重要であろう。彼らをタービンから遠ざけるために、別の餌場を設置することがよくあるが、実際に効果があるかどうかを科学的に検証した方がいるかどうかはわからない。

Swiss Ornithological Institute の研究者らは、カメラやレーダーを使った「DtBird」と呼ばれるシステムを開発し、研究を進めている。このシステムは、現在、機械学習アルゴリズムにより、2~3km 離れた場所からでも鳥を認識することができ、鳥を追い払うか、タービンを停止させることができる。これらのシステムは現在テスト中であり、初期の結果ではニアミス数が明らかに減少していることが示されているが、さらに多くのテストが必要である。

もう一つの方法は、始動時の速度を上げることである。これは、タービンが少し風が強いときにだけ動き出すということで、コウモリ (Bat) などの場合、主要な研究で、起動速度を少し上げるだけで風力タービンによる死亡率を大幅に減らすことができ、しかも大きな経済的損失がないことが分かっている。このことも考慮する必要があるだろう。

また、風力タービンの制御をより鳥類に優しく運営することも有効かもしれない。現在、多くの風力発電所では、巣立ちの時期には毎年厳しい停止措置がとられている。風力発電の運営サイドは明らかにこの問題に困っているし、自然保護活動家もまた不満に思っているからだ。また、異なるアルゴリズムを開発することができる。猛禽類の飛行活動はランダムではなく、何らかの条件がある。十分なデータがあれば、高性能な制御システムを設計し、猛禽類の活動が最も活発な時間帯に運転を停止することができるかもしれない。

また、リパワーリング (能力増強) の効果も調査する必要があるだろう。これまでのところ、意味のあるデータを見つけることができていない。衝突率と、発電所の高さ、ローターの直径、マイクロサイティング、マクロサイティングの相関はなかったのだ。これらの要因では衝突率は説明できなかった。言い換えれば、衝突は単にまれな確率的事象であり、風力発電所のレイアウトや位置、その他の特性を変えるだけでは減少しないということである。そうであれば、より大きなタービンを設置し、タービンの数を減らすことを考えなければな

らない。また、現地の状況を見直す機会にもなる。例えば、最初の建設以来、状況が変わり、その地域にアカトビ（Red kite）などの集団が定着しているかもしれない。つまり、リパワーリングにはチャンスとリスクの両方があるわけで、その可能性をよく見極めるべきだと考える。

では、猛禽類と風力発電の関係はどうであろうか。見通しは暗いと悲観的に見ることもできれば、鳥と風力発電所の共存の道が見つかる期待することもできる。私たちは挑戦しなければならないのだ。風力発電がなくなることはないであろう。ならば、私たちは腰を据えて、野生動物のための目的と、再生可能エネルギーのための目的とを調和させるよう努力すべきなのである。

3. 森林における風力発電と種の保存：展望と現実（クラウス・リチャーズ BundesverbandWissenschaftlicher Vogelschutz)

著者について

クラウス・リチャーズは33年間、公務員として自然保護活動に従事し、退職するまでヘッセン州、ラインラント・プファルツ州、ザールラント州の鳥類保護区を管理していた。

はじめに

本稿では、森林における風力発電の開発と、その計画過程ならびにタービンの運用における自然保護・種の保存に焦点を当てたいと思う。私は現役時代、ボランティアで自然保護活動も行っており、現在も連邦鳥類学協会³⁷の会長、ヘッセン州コウモリ保護協会³⁸の専務理事を務めているが、風力発電の利用については、自然保護を考慮する法的責任を負う自然保護官の立場と、野生動物の保護にも常に真剣に取り組んできた一市民の両方の視点から考察を行う。

風力発電所の建設と運用風力発電所の建設と運用は、ドイツ連邦自然保護法の下で常に自然保護との競合を有している。こうした対立を緩和するために、連邦各州の管轄する自然保護省が発行するガイドラインがあり、風力発電所の計画、建設、運転において、自然保護に関して、特に鳥やコウモリ、及びそれらの保護区を考慮することが求められている。私は、ヘッセン州、ラインラント・プファルツ州、ザールラント州の鳥類保護当局のために、このガイドラインの作成に携わった。

これらのガイドラインは、風力発電と鳥やコウモリとの衝突に関する知識の現状を反映しているだけでなく、風力エネルギーに対する各州の政治的な目的も反映されている。以下では、風力タービン発電機（WTG）の計画において、例を挙げながら説明する。

・殺傷、かく乱、生息地の損失を最小限に抑えるための技術的な知識は、必ずしも十分に考慮されているとは限らない。

・重要なパラメータが記録されていないなど、不適切な方法論的手続きの例がある。

・一般に認識されている危険の原因が、風力発電事業者によって疑問視されたり、矮小化さ

³⁷ BundesverbandWissenschaftlicher Vogelschutz (BWV) e.V.

³⁸ Arbeitsgemeinschaft Fledermausschutz Hessen.

れたりしている。

・特定の種やその生息地に対する風力タービンの影響を評価するために必要なデータの一部が入手できないままである。

ドイツにおける陸上風力発電の拡大

2018 年末時点で、ドイツでは 27,291 基の陸上風力発電機が稼働している（表 5 参照）。バーデン・ヴュルテンベルク州、バイエルン州、ブランデンブルク州、ノルトライン・ヴェストファーレン州、ラインラント・プファルツ州、ヘッセン州の各連邦州では、WTG を森林に建設することが認められている。ドイツ国内の他の地域では、法律や規制が異なるため、そのような開発は許可されていない。しかし、ドイツ全土で、森林での風力発電はいまだに非常に大きな議論を呼んでいる。

表5：ドイツの各州の風力発電機の数

州	風力発電機数
Niedersachsen	6,305
Brandenburg	3,821
Nordrhein-Westfalen	3,661
Sachsen-Anhalt	2,862
Mecklenburg-Vorpommern	1,920
Rheinland-Pfalz	1,748
Bayern	1,161
Hessen	1,159
Sachsen	899
Thüringen	859
Baden-Württemberg	725
Saarland	207
Bremen	91
Hamburg	65
Berlin	4

陸上風力発電局の集計データによると、2016 年末時点でドイツ国内の森林で稼働している風力タービンは 1522 基で、当時の全風力タービンの 5% を占めている³⁹。そしてこの年、森林における新しい WTG は 379 基と過去最高を記録している。森林内の WTG はドイツ

³⁹ FAWind 2017.

南部と西部に集中しているが、これらの州の森林の割合とはあまり関係がない。規制や州の政策立案者の目的といったものが、主な推進要因となっている。

森林における鳥類と風力タービンの対立について

風力タービンは、2つの意味で鳥類の繁殖に影響を及ぼす。ナベコウ (Black stork) など一部の種は、タービンの存在に対して非常に敏感であり、(法規制の範囲内のタービンの設置、運用であっても) かく乱される可能性がある。また、アカトビ (Red kite) など他の種については、衝突や死亡のリスクが高まる。一方、鳥類指令と生息地指令は、ナベコウ (Black stork)、アカトビ (Red kite)、オオコウモリ (Barbastelle bat) など、絶滅の危機に瀕している種やその他保護に値すると考えられる種を保護しようとするものである⁴⁰。

2007年、鳥類と風力エネルギーの対立を緩和する試みとして、連邦州の作業部会はゆる Helgoland Paper と呼ばれる評価基準を発表した。その内容は、風力タービンの影響を受けやすい鳥類と重要な鳥類生息地の維持のための、必要最小限のセットバック距離と試験的な繁殖地の要件に関する提言であった⁴¹。さらに多くの種に関する研究結果に裏付けられた改訂版は、風力発電事業者が自分たちの産業の拡大を阻害するのではないかと介入したことが原因で、数年遅れで発表された。2015年によく登場したのである⁴²。出版されるや否や、公的措置の妥当性に関する法的見解が著名な法学者から得られることとなった。また技術的な議論に寄与するものでもあり、その利用は任意であるとの結論⁴³もあったが、一方で技術的なハードルが高く、克服が困難であるとの見方もあった⁴⁴。しかし、その後、バイエルン州行政裁判所の判決で、技術的な評価基準として認められている⁴⁵。そのため、現在、少なくともバイエルン州では、従来使用されていたセットバック距離⁴⁶は、2015年の改訂版の Helgoland Paper に置き換えられて適用されている。

したがって、Helgoland Paper の法的位置づけに関する見解が異なるとしても、また、風力発電を推進する団体の一部が疑わしい「科学的」証拠を用いて繰り返し異議が唱えられて

⁴⁰ Barbastella barbastellus.

⁴¹ VSW LAG 2007.

⁴² LAG VSW 2015.

⁴³ Brandt 2015.

⁴⁴ Schlacke and Schnittker (2015).

⁴⁵ 17 March 2016 (Ref. 22 B 14.1875 and 22 B 14.1878)

⁴⁶ As set out in the Windkrafteerlass Bayern of 20 December 2011.

いるとしても、その技術的妥当性はバイエルン行政裁判所によって認められているのである。そして、風力発電所におけるアカトビ (Red kite) とノスリ (Buzzard) などの種特有の衝突リスクは非常に高く、これらの種の損失は個体群を危険にさらしているという事実に変わりはない⁴⁷。さらに、他の猛禽類に対する同様の深刻な影響を排除することもできない。過去に拡大した風力エネルギーにおいても、その累積的な影響により、個体数に関連する損失が生じる可能性があるのだ⁴⁸。

風力発電施設でアカトビの死亡率が高い理由は、以下の通りである。

- ・鳥が風力タービン発電機 (WTG) を危険と感じない。
- ・鳥はタービンの下で他の鳥の死体をあさるが、その過程で自分も危険にさらされる。
- ・小型哺乳類の生息密度は、WTG の足元で高くなることがある。
- ・5 月と 6 月には、風力発電施設がアカトビ (Red kite) などにとって利用しやすい、つまり好ましい、開けた場所での狩場となる地域がある。

Helgoland Paper が推奨する風力タービンとアカトビ (Red kite) などの生息地との最短のセットバック距離は 1500m である。ヘッセン州で記録された 11 羽の繁殖鳥の活動パターンが示すように、これは決して大きい数値ではない。繁殖期には、鳥は巣の半径 2200m 以内で 75% の時間を過ごしていた。したがって、この地域に WTG を設置すると、死亡リスクが著しく高まることになる。

Helgoland Paper におけるセットバック距離は、関係する種、生息地、技術的考察に依存する。また、連邦大の Federal Nature Conservation Act⁴⁹と個々の州で定義される距離と種は、大きく異なる場合もある。以前は、影響を受けやすいとされる鳥類は、異なる州の間で決して同じではなかった。州によっては、完全に予防原則を放棄し、風力タービンまでの距離を個別のケーススタディーの結果次第で決めているところもある。そしてこの目的のために実施された土地利用分析は、多くの場合、方法論的に不十分であり、また標準化されていないことが多い。

さらに、一部の風力発電事業者は、独自に調査を行ったり、データを再解釈したりして、風力タービンでの鳥類のリスクが証明されていることに繰り返し疑問を呈している。その一例が、ABO-Wind が現在発表している「風力発電とナベコウ (Black stork) の平和的共存-安定した個体数/衝突は極めて稀/法外な距離の推奨は根拠なし」と題する論文である。し

⁴⁷ See Kruger 2019.

⁴⁸ See article by Kruger.

⁴⁹ Section 44.

かし、この問題を矮小化しようとするこのような試みは、事実上の検証に耐えることはできないだろう。ヘッセン州で最も重要な場所であるフォーゲルスベルクの鳥類保護区のナベコウの個体数は、WTG が 178 に増加する一方で、2002 年に 13~14 組あった繁殖ペアが、2017 年にはわずか 5 組に減少している。一方、他のヘッセン州のナベコウ (Black stork) などの生息数は安定しているか、わずかに減少しているのみである⁵⁰。風力エネルギーの急速な拡大がフォーゲルスベルクの個体数減少の唯一の理由であるとは自然保護論者は考えていないが、この種の繁殖成功率は繁殖地の占有期間が長いほど高くなることには注目すべきである。何らかの妨害があると、孵化場の使用期間が短くなり、1 回しか使用できなくなることもしばしばあるため、孵化の平均回数が著しく減少するからだ。

森林におけるコウモリと風力タービンの問題

コウモリ (Bat) などにとって森林が重要であることは議論の余地がない。ほぼすべてのコウモリ種にとって、森林は繁殖・休息場所そして狩猟のための生息地として不可欠なものである。コウモリの種の数、落葉樹と落葉樹混交林の樹齢と規模が大きくなるにつれて増加する。コウモリ (Bat) などと森林と WTG の間の対立について、国連が後援する 35 カ国の連合体である Eurobats は、コウモリの個体数を監視しており、風力エネルギープロジェクトにおけるコウモリ (Bat) などへの配慮のためのガイドラインの改訂版で次のように明確に述べている：⁵¹

「死亡事故のリスクが高く、すべてのコウモリ種の生息地に深刻な影響を及ぼすため、風力タービンはあらゆる種類の森林やその半径 200m 以内に設置すべきではない。古い落葉樹林は生物多様性と個体数の面で、ヨーロッパで最も重要なコウモリ生息地だが、若い森林や針葉樹の単一群落にもかなりのコウモリ相が見られる... 森林に建設する風力発電施設の場合、風力タービン建設とインフラ整備のために木を切り倒し地ならしする必要がしばしば発生する。このため、ねぐらを大幅に失う可能性がある。その結果として、森林の端に生息するコウモリの餌場が増え、風力タービン付近でのコウモリの活動が活発化し、気圧差による被害が増加する可能性がある。さらに、このような生息地の大きな変化は、コウモリに及ぼすであろう影響を予測するための建設前の調査の効果を低下させる。」

我が国では、森林での風力エネルギー利用がタブー視されなくなって久しいが、森林外でのコウモリの風力タービンへの衝突は深刻な問題であるため、衝突のリスクを調査し低減

⁵⁰ Between 2006 and 2014, the number of black stork breeding pairs in Hesse decreased by 1–3% per year.

⁵¹ Rodrigues et al. 2014.

する方法が、連邦環境省の研究プロジェクトとして展開され、現在も試験中である⁵²。

Federal Nature Conservation Agency の研究プロジェクト⁵³ では、生息地の損失を防ぐための最も重要な対策は、風力発電施設を以下の場所に建設することを避けることであるとしている。

- ・生息年数 100 年以上の古い落葉樹と混交林
- ・巣作りの可能性が高い自然林に近い針葉樹林の中
- ・コウモリ (Bat) など保護の目的が損なわれる可能性のある保全地域⁵⁴

また、それぞれの種の行動半径内にある実際のコウモリの巣や潜在的に巣となる場所への影響を避けるため、少なくとも風力タービン設置場所の小規模な変更を推奨している。さらに、予備調査で確認された全ての巣の周囲に 200m の非侵襲のスペースを開けることを推奨した。コウモリ (Bat) などの生息地の損失をカバーするために、他の場所で未使用の森林を最大でも 5 倍の面積で残すことも提案されている。

森林の中でも特に絶滅の危機に瀕しているオオコウモリ (Barbastelle bat) などについては、プロジェクトが以下について明らかにした。

- ・3つの異なる生息地で得られた結果を基にすると、原則として、衝突の致命的な危険はない。
- ・ただし、ローターブレードが地面や木の上を 50m 未満の距離で通るような非常に低いタービンはこの限りではない。
- ・オオコウモリ (Barbastelle bat) などやその他の種に対しては、衝突の危険性を高めることのないよう、十分な監視と適切な緩和措置が必要である。
- ・オオコウモリ (Barbastelle bat) などの生息条件は厳しいため、実際の巣または将来の巣となり得る場所が多く存在する地域では風力タービンの建設は避けるべきである。

ヘッセン州では、オオコウモリ (Barbastelle bat) などの巣の周辺にある 1km のセットバック距離が、WTG の計画において依然として適用されている。また、現在の手順でもしばしば問題となる、確認された巣の周囲 200m の保護区域、が使用されている。またすべての専門家が、地域内のすべてのオオコウモリ (Barbastelle bat) などの巣を記録するための技術的な前提条件と現場経験を持っているわけではない。

このプロジェクトでは、さらなる研究の必要性を打ち出している。

⁵² See RENE BAT i-III.

⁵³ Hurst et al. 2016.

⁵⁴ Natura 2000 areas.

- ・生息地の利用は、より細かい構造パラメータによってよりよく決定することができるのか？
- ・昆虫の有無や密度がコウモリの飛ぶ高さに与える影響とは？
- ・コウモリ (Bat) は森林の端からどの程度の距離を飛ぶのか？
- 個々の森林内コウモリ種の巣の密度は、個体群を維持するためにどの程度高くなければならないのか？
- ・巣の喪失は個体群にどのような影響を及ぼすのか？
- ・どのような生息環境の変化が巣の放棄につながるのか？
- ・WTG と近隣の樹木との間のセットバック距離はどの程度が望ましいか？
- ・さまざまな営巣支援装置とその設置場所は、コウモリにどの程度受け入れられるのか？
- ・コウモリ個体群の個体数を決めるパラメータをより正確に決定することは可能か？

最近の研究では、The University of Trier の科学者が、風力タービンの計画におけるコウモリ (Bat) に関する専門家の意見の内容を、ガイドラインによってどの程度改善できるかを調査している⁵⁵。調査した 156 件の専門家の意見は、記録方法と評価レベルの質に関して 80% しか達成できていなかったが、すべてが計画当局に受け入れられ、プロジェクトが承認された。どの専門家の意見も、計画された WTG の却下にはつながっていない。したがって、ガイドラインを補足し、プロジェクト承認に関わる人々（プロジェクト・スポンサー、当局、技術専門家）を訓練することが急務である。

WTG のスイッチオフアルゴリズムは、特に活動が活発で、同時に種の多様性が高い地域で、コウモリ (Bat) との衝突を低減または防止できる可能性が示唆されている。私の意見では、コウモリ (Bat) の鳴き声は現代の大規模な風力タービンのローター容積によってかき消されるため、これらが自然保護法の要件を満たすことができるかどうかは不明である⁵⁶。

承認手続きにおける問題点

一般に、WTG の承認手続きにおいて種の保護を扱う場合、以下のような問題が生じる可能性がある。

- ・衝突リスクは低いという建設前の評価は、基本的な調査の範囲と質が通常不十分であるため、あまり信頼できない。
- ・「回避措置」というものがあることによって、セットバック距離がますます過小にされて

⁵⁵ Gebhard et al. 2016.

⁵⁶ Gebhard et al. 2016.

いる。

・累積的な影響が一連の手続きにおいて考慮されていない。

このような傾向の結果、例外が次第に原則になりつつある。法的な状況は改善されたものの、一方で個体数への影響はより大きくなっているのだ。

森林における WTG の高い普及率 — 天然林に重大な不足がある —

今後、森林での風力タービンが増加するかどうかは未知数である。保護区以外で風力タービンに利用できる森林の割合は、ドイツの総面積の 4% である⁵⁷。これはドイツの森林総面積の 13.6% に相当する。一方、森林地帯に設置された風力タービンが繁殖期や子育て期に一部の鳥類やその他の集団に与える影響については、信頼できるデータがまだ不足している。また、森林に生息するコウモリ類に対する風力タービンの影響、特に個体数レベルでの影響が未解明である。さらに、National Biodiversity Strategy の目標である 2020 年までに森林の 5% を自然に還すという目標も見送られつつある。2020 年までに 2.3%、長期的には 3% までしか達成できない。天然林の合計が 2% ではまだ少なすぎ、それはわずか 22 万 3,000 ヘクタールの森林面積に相当するレベルである。

今は一旦立ち止まるとき？

ドイツの陸上風力発電機関である FA Wind は、次のように結論づけている⁵⁸。

「森林における風力発電は、近い将来も継続されるだろう。森林を利用する場合、風力タービンが森林に生息する種や自然のバランス、景観に与える影響については、引き続き特別な配慮が必要である。この分野での科学的知見はまだ不完全である。森林地帯での風力発電を自然かつ環境に適合した形で拡大するためには、まず既存の知識の不足を埋めなければならない。この分野での研究はまだ必要である。」

FA Wind の評価で示された森林における風力発電の問題点は、一旦立ち止まって、自然と風力発電の衝突を適切に緩和するための変更点を検討する必要があるのではないかという疑問を投げかけるものだ。この問いはもちろんレトリックである。私たちはとっくの昔に、森林における風力発電のさらなる拡大を中断し、生物種やその生息地への実際の影響についてしっかりとした科学的理解を持ち、実用的な防止策を講じることを前提にするべきだ

⁵⁷ Fraunhofer IWES (2011).

⁵⁸ FAWind (2017)

ったのである。

4. アイルランドの風力エネルギーの現状（ポーラ・バーン Wind Aware Ireland）

著者について

ポーラ・バーンは、アイルランドの 22 の郡にある 50 の地域団体の連合体である Wind Aware Ireland の広報担当者である。Wind Aware Ireland は、アイルランドにおける風力発電プロジェクトと関連する送電網の一時停止を求めるキャンペーンを行っている。同団体はボランティア団体であり、資金提供や政治的関係はない。

4つのケース

この論文では、風力エネルギーや関連する送電インフラが環境に悪影響を与える 4 つのケースを紹介する。これらの開発の多くには国の関与があり これはアイルランドの問題の一部でもある。つまり、国営林業会社、電力供給委員会、送電事業者、そして計画機関そのものが問題なのである。ここでは、アイルランドの学術グループによる、鳴禽類(めいきんるい)に関する新しい研究についても取り上げる。

以下の 4 つケースを挙げたい。

- ・リーシュ県の変電所計画「Ratheniska」
- ・Cullenagh 風力発電所（私自身の地元での風力発電所計画）
- ・ドニゴール県の Meenbog 風力発電所
- ・ティペラリー県の Keeper Hill 風力発電所

その位置は、図 10 の地図に示されている。始める前に、いくつかの用語を以下に定義しておく必要がある。

- ・自然遺産地域（Natural Heritage Area:NHA）：生息地として重要と考えられる地域、または生息地の保護が必要な動植物の種を保有する地域。
- ・特別保護地区（Special Area of Conservation:SAC）：国内の主要な野生生物保護地区で、アイルランドだけでなく欧州全体においても重要であると考えられている。SAC を選定・指定する法的根拠は EU の生息地指令に規定されている。
- ・Special Scientific Interest 地域（Areas of Special Scientific Interest:ASSI）。これはアイルランド共和国ではなく北アイルランドに適用されるものであるが、後ほど詳しく説明する。



図10:ケーススタディの場所

Ratheniska 変電所

Ratheniska はアイルランド中西部のリーシュ県にある。Ratheniska という名前は、アイルランド語で「水」を意味する「uisce」に由来しています。つまり、「水の砦」という意味であり、昔から重要な帯水層がある場所である（図 11）。この帯水層から湧き出る水は、SAC（特別保護地区）である Timahoe 川に流れ込んでいる。ここからの水は7つの貯水池を満たし、約1万人の一般家庭のほか、学校、企業などにも供給されている。Ratheniska の周囲には、トゥファと呼ばれる、泥炭地の上を水が流れてできた非常に柔らかい石灰岩の地域がある。トゥファは、地下水の化学組成の変化や、流れそのものに敏感で、物質そのものは保護されているのだが、この場所自体が特別保護地区に指定されているわけではないので、実際には保護されている意味がない。



図11：ラテニスカの帯水層から水を採取する様子。
1968年頃に撮った夫の先代の写真。夫の祖父もどこかに写っていると思われる。
実際に帯水層から水を集めて学校や家、農場に持っていったようだ。

Ratheniska のプロジェクトは、「Laois/Kilkenny Reinforcement プロジェクト」と呼ばれ変電所の建設が含まれる。このプロジェクトは、もともと県の送電機関である EirGrid が提案したもので、EirGrid はこのプロジェクトを「戦略的インフラ」と位置づけている。このため、地元の計画当局を通さず、環境影響評価の手続きも免除することができた。彼らによると帯水層には影響がないという。

しかし、地元住民が反対したため、計画機関である An Bórd Pleanála (ABP) は影響評価の必要性を復活させることを決定した。その後、地域社会は計画制度を通じてこの開発と争うことになった。しかし、最終的には、ABP が「再度の訴えを起こせば、費用を請求する」と言ったため、彼らは裁判から手を引かざるを得なくなったのだ。これは ABP の常套手段である。

そのため、開発業者は許可を得たのだが、許可された範囲をはるかに超える工事を行い、帯水層の将来にとって重要な場所を、想定よりも深く掘削してしまったのだ。これに対して、地元の計画機関は彼らに強制執行通知を出し、水文学的分析と地質学的分析を行うということになった。そして作成されたたった1枚の文書が ABP によって受理され、さらなる許可が下りたのである。地元住民は、コストがかかるという理由で、この新しい許可について裁判所に訴えることを再び断念した。

実際のところ今年の夏から、地元住民がこの開発現場を物理的に封鎖し、開発は進んでいない。地元住民は、開発業者が計画の過程で使用した水質マップが古く、帯水層やより広い

環境へのリスクを評価することなく、未知の量の化学物質や潜在的汚染物質がこの場所で使用されるだろうと述べている。さらに、EirGridの主張とは異なり、この開発は再生可能エネルギーを電力システムに接続するためのものであることを記した文書も発見された。

つまり、重要な帯水層の上に巨大な構造物が乗っているわけだ。この件は現在、EUと国連の Aarhus Compliance 委員会委員会が、以下の理由により調査している。

- ・地元住民に十分な情報が提供されなかった。
- ・地元住民が意思決定に参加することを許されなかった。
- ・地元住民が裁判を起こすことができなかった
- ・EU 指令を適用せず戦略的環境アセスメント (SEA) の要件を満たしていない⁵⁹。

Cullenagh 山風力発電所

2つ目の事例は、Ratheniska の近くにある、私の地元 Ratheniska の事例である。この地域はとても美しいところだ。また、別の理由からも重要な場所といえる。この地域には、ノア川の水域にのみ生息する亜種のノア淡水真珠貝 (Margaritifera Durrovensis) が生息しており、そのため SAC に指定されている。このノアムール貝は手のひらに近い大きさで、100年は生きるが、近年はかなり減少している。1970年代以降、この川で稚貝が繁殖したことはない。問題はシルト (碎屑物) にあるようだ。ノアムール貝は、魚のエラに卵を埋め込み、そこで何年も成長してから孵化するという、非常に変わったライフサイクルを持つのだが、シルトがこれを阻んでいるようだ。

しかし、希望の光はある。飼育下繁殖が行われたというのだ。ムール貝がロープで繁殖することは知っていると思うが、同じ方法が実験室でノアムール貝に有効であることが示され、5年後には、川に再び戻すことができるようになったのである。

⁵⁹ Before infrastructural plans and programmes are adopted, Member States are required to assess the justifications, impacts, adequacy of mitigation measures, and alternatives to these plans and programmes by means of a SEA. The UNECE Aarhus Convention requires public participation on all plans and programmes related to the environment and according to Ireland and the EU, these requirements are fulfilled by their Regulatory Impact Analysis (RIA) and SEA procedures. Member States are required to undertake RIA procedures on all draft legislation and proposals for EU Directives before they are agreed. However, the legally required SEAs, RIAs and public participation provisions of the Aarhus Convention were bypassed by both the EU and Ireland.

だが一方でこの重要な場所のすぐ上流に、国営林業会社 Coillte が風力発電所の建設を提案した。高さ 131m のタービンが 18 基である。この土地は商業用の森林だが、その中には美しい自然が数多く含まれている。

地元住民らは 4、5 年前からこの提案と闘ってきたのだが、それでも計画許可が下りてしまった。私たちは司法審査と上訴を繰り返したのだが、結局は敗訴した。風力発電所は、シルト（碎屑物）を河川に放出しないという条件で許可を得たのだ。

私たちの訴訟中に、ノア淡水真珠貝の再繁殖を実施した科学者で、この亜種の世界的権威であるエヴリン・ムーケンス氏は、ABP がノア貝の繁殖計画の科学的重要性を十分認識していたにもかかわらず、それを「見過ごして」きたと指摘し、次のように訴訟手続きを強く批判した⁶⁰。

このケースは、何が『最高の科学的証拠』とみなされるのかについて、非常に低い閾値を設定していると言える。開発者は重要な情報を省くことができるようになり、オブザーバーや他の関係者から異議を唱えられなければ、理事会は不完全な情報でも評価を続けることができるようになったのである。この件では、10 年間孵化しているノア淡水真珠貝の繁殖プログラムの詳細と、2014 年 7 月に 1 万個の稚貝が川に運び込まれた事実は、訴訟におけるどの当事者によっても明示されていない。

実は、先の計画に関する争いに絡んで、飼育下繁殖プログラムの導入を主張したのは ABP 社自身であった。風力発電所の建設は許可されていたが、Coillte は許可されていない送電線接続の工事を進めたのだった。私たちは、シルトによるムール貝の生息への脅威を理由に再び争ったが、今度は、風力発電所のためにすでに審査を行っているのだから、改めて審査を行う必要はないとの主張がなされた。幸いなことに、アイルランドの裁判所はこの件について欧州司法裁判所に移送してくれた。そして次のように述べている。

「生息地指令が種の消滅の可能性が危ぶまれるこれほどまでの状況ほど、きちんと関与しより慎重に観察されることを必要とする例を、他に想定することはできない。」

ECJ(欧州司法裁判所)では、私たちが勝訴し、再審のためにダブリンに戻った際には、Coillte に不利な判決が下された。しかし、彼らは決して諦めないであろう。なぜなら、あまりにも多くの資金が絡んでいるのだから。

Meenbog 風力発電所

⁶⁰ An Bord Pleanála reference: PL11 .ER2028.

ハイイロチョウヒは、これから述べる 2 つのケースで非常に重要な種である。それらはここアイルランドの高地や湿原で繁殖し、冬は沿岸部で過ごす猛禽類である。そして EU の鳥類指令の付録 1 にアンバーリストに指定されて掲載されており、その保護状態が心配されているのだ。

ハイイロチュウヒの繁殖地は主にヒース湿原に限られている。彼らを保護するため、ハイイロチュウヒの正確な生息地は明かされていないのだが、アイルランド北西部のドニゴール県とティロン県を含む広い範囲に生息していると考えられる。そこでは、成木と若木が混在する森林と、開けた湿原や沼地がモザイク状に点在しており、その恩恵を受けられる。これにより、小型の鳥類や哺乳類など、豊富な餌を得ることができるのだ。そして同時に湿原は風力発電所の建設に最適な場所でもある。となると必然的に衝突が発生する。猛禽類の専門家であるグレンジャー・ハント氏は、「ワシの進化の過程において、風力タービンなどは存在しなかった」と述べている。

図 12 は、ドニゴール州の Barnesmore Gap である。約 10 平方キロメートルに及ぶ美しい地域である。そこは自然遺産地域、特別保護地区、そして ASSI に指定されている。保護された景観が数多くあるのだ。そして、その立地と、その景観がハイイロチュウヒにとって理想的な場所であることから、県の北から南へ移動する鳥は、たとえそこに営巣していなくても、この地域を通らなければならないのだ。この素晴らしいアイルランドの風景の一画に、49 基もの風力タービンを備えた Meenbog 風力発電所の建設が提案されている。National Parks and Wildlife Service が、この地域がアイルランドのハイイロチュウヒの繁殖数の 7% を占めていることを確認すると、最初の申請は却下された。だが 2018 年、19 基の風力タービンという小規模な開発の許可が下りた。そしてそこでは 150 エーカーの森林が伐採される予定であった。



図12:Barnesmore Gap

そして、この開発に反対するキャンペーンを主導したのは、めずらしく NGO 団体、Irish Raptor Study Group (IRSG) だった。私たちは、彼らがこのような活動をしてくれたことをとても嬉しく思っている。開発業者は環境アセスメントのレポートの中で、この地域にはハイイロチュウヒの繁殖地や巣はないと主張し、調査期間中も、周辺 2km の緩衝地帯でも、問題となっている場所では誰もこの種を記録していないとした。しかし、IRSG はこの地域で営巣しているつがいと、緩衝地帯内にいる 2 組目も知っているとした。彼らは ABP に対して、これらの場所がどこにあるのかを示すことを申し出たが（本来ならば明らかに秘密にしていたが）、驚くほど相手にされなかった。IRSG は次のように説明した。

「政府委員会は、この決定的な証拠の食い違いを解決しようとするどころか、IRSG が特定したハイイロチュウヒのつがいに影響を与えるかどうかを考慮することなく、許可を与えてしまったのである。」

IRSG の見解としては、これは環境アセスメント指令および鳥類指令に基づくアイルランド政府の責務に対する重大な違反であるとしている。

実はこの発表以降、IRSG は裁判を取り下げた。理由は定かではないが敵対的な裁判官の存在やコスト面での問題があったと聞いている。

Keeper Hill 風力発電所

EU の鳥類指令では、絶滅危惧種や渡り鳥が生息する地域、また渡り鳥が集まる湿地を特別地域に指定することが義務付けられている。アイルランドにはそのような地域が 154 カ所ある。

ティペラリー州の Keeper Hill (図 13) は、ハイイロチュウヒの採餌・営巣地でもある。2014 年、州の林業会社である Coillte と、州の電力局である ESB の関連会社が、高さ 150m のタービン 16 基の建設許可を申請し、取得した。アデル・グレースとピーター・スウィートマンという 2 人の人物が裁判を起こして、400 エーカーの採餌場が失われると主張した。しかし開発会社は、「代替的な自然」という考え方で、別の場所を確保するつもりだと主張した。このような取り決めを、果たして鳥たちがどうやって知るのだろうか。



図13:Keeper Hill

2017 年、この裁判は欧州司法裁判所 (CJEU) に送られ、グレースとスウィートマンが勝利した。裁判官たちはこう述べている。

「...ある措置が危害の回避に効果的に寄与することが十分に確実であり、プロジェクトが有害でないことがあらゆる合理的疑いを超えて保証される場合に限り、そのような措置は、考慮されるべきものである。」

しかし、この訴訟は現在、アイルランドの裁判所において棄却されている。

アイルランドの鳴禽類に関する調査

最後に、University College, Cork⁶¹から生まれた新しい学術的な研究を紹介したい。鳥類への影響は主に死亡率の観点から考えられているが、他の影響もあり、それはまだ十分に理解されていない、という話を前述した。この研究に関する著者らは、移転や生息地の喪失といったものによる影響も考慮する必要があると述べている。彼らによると（私は賛成しないが）風力エネルギーは最も環境に配慮した安価なエネルギー源の1つであると認識されているが、特に鳥やコウモリに対して潜在的な環境影響があることは否定できないと述べている。

彼らは、鳥の総個体数から見て、風力発電所の周辺では生息密度が低いことを発見した。これは驚くべきことではないが、森林に生息する種の数にはタービンからの距離が小さいほど少なく、伐採による生息地の喪失が影響していることが示唆された。また、野外で活動する種である鳴禽類については、個体数密度は低かったが、タービンからの距離による差異はさほど明確ではなかった。このことから、おそらく音や低周波音など、他の何かが問題であると考えられる。

結論

結論として、風力発電所が環境に大きな影響を与えることは、関連する送電線事業と同じく、誰もが認識していることである。私たちの目から見ると、地域社会や生息地は単なる巻き添え被害者としか思えない。だが、誰も気に留めていない。アイルランドでは、国の機関や団体も問題の一因である。国の再生可能エネルギー計画に関する戦略的環境アセスメントも、費用便益分析も規制影響分析も、アイルランド政府によって義務づけられているにもかかわらず、一度も行われたことがないし、他の国の政府も同様だと思われる。環境NGOもまた、この問題の一因であり、これらの団体の強力な支援者であった私がこのようなことを言うのは、本当に心苦しい限りである。実際、環境NGOの中には、風力発電産業から資金提供を受けているところもあり、そのような現状を目の当たりにすると、本当に腹が立ってくる。NGOは完全に政治的なイデオロギーで動いており、私は今、NGOは宗教であり、科学とは何の関係もないという結論に至っている。

⁶¹ Fernandez-Bellon D, et al. (2018) Effects of development of wind energy and associated changes in land use on bird densities in upland areas. *Conservation Biology* 33(2), 413–422.

国や環境 NGO は、アイルランドの猛禽類研究会を除いて、その役割を果たさず、やるべきこともやっていない。私たち地域社会は、環境保護という理念を守るために一致団結して戦わなければならない。ただし、そのためには、何の後ろ盾もない状態で戦う必要がある。しかし、現実には、私たちはいつまでこの戦いを続けることができるのか、先行きは不透明である。

最後に

ヒルマー・フライヘア・フォン・ミュンヒハウゼン German Wildlife Foundation

この論文は、Global Warming Policy Foundation と German Wildlife Foundation が、風力エネルギーと自然保護との対立についてヨーロッパ全体を対象に作成したものである。ヨーロッパの多くの国では、野生生物の生息地を破壊する風力発電プロジェクトに人々が反対している。

私たちは、すべてのエネルギー源が環境と自然に悪影響を及ぼすことを認識する必要がある。そのため、これらの影響について信頼できる科学的データを作成することがより一層重要と言える。風力発電が鳥類に与える影響について研究したドイツの「PROGRESS」調査は、有意義なデータを収集するための多大な努力とその難しさを示している。この研究が非常に貴重なのは、科学的に信頼できる定量的なデータを提供しているからである。これは、事実に基づいた政治的な議論をする際にも最も重要なことである。

特に、森林における風力発電の影響は、多くの種類の野生動物にとって深刻である。私たちは、ドイツの森林地帯における風力発電の大規模な拡張を、大きな懸念をもって受け止めている。

風力発電プロジェクトの計画における住民合意の欠如は、アイルランドの例で示されている。貴重な景観に公的な保護が与えられているにもかかわらず、風力タービンの建設に関連してその保護が全く効かなくなるというのは問題だ。風力発電産業と計画・承認プロセスの関係者の間に癒着があることはかなり警戒すべきことである。

German Wildlife Foundation は、自然保護と種の保存のための財政的に独立した市民団体として、野生生物とその生息地の保護にひたすら力を注いでいる。同時に私たちは、林業、農業、狩猟の分野と同じように、風力発電の分野でも精力的に活動している。風力発電が昆虫からナベコウ、ヤマネコまで、さまざまな野生動物に与える影響について、オープンで建設的な議論を行うことは、もはや待ったなしの状態なのである。自然保護に影響を及ぼす諸問題を人々に認識してもらい、最終的には政策立案者を啓蒙することが重要である。

German Wildlife Foundation は、風力発電を将来のエネルギーミックスに重要な役割を果たすものと考えている。とはいえ、ドイツ、ヨーロッパ、そして世界における風力発電の拡

大は、いかなる代償を払ってでも促進されるようなものではない。ドイツでは、少なくとも森の中での風力発電の建設については、一時停止を要求する。そうすれば、今後の方針を再考し、科学的知見と国内およびヨーロッパの自然保護法に基づいて、環境政策に謳われている予防原則に沿った長期的な方針を採用することができるだろう。

この報告書にご協力をいただいた皆様に心より感謝したい。そして、本稿の内容が、社会的、政治的な意思決定のプロセスに反映され、ドイツとヨーロッパにおける風力発電の未来を方向付けることを祈っている。