

### Ⅲ. 気候変動緩和策としての海洋利用とその課題

#### Ⅲ-2. 洋上風力発電と環境影響評価

三浦雅大

##### 1. はじめに

最後の演題として、CCSとともに温暖化ガス削減のための対策の一つである風力発電のうち、近年建設が増加している洋上風力について、その現状と環境影響評価について概説する。

##### 2. 風力発電とその世界的動向

2015年のパリ協定で「産業革命前からの世界の平均気温上昇を2℃未満に抑える」と言う目標が示された。その目標を達成するためにIEA(国際エネルギー機関)が提示したシナリオ(IEA, 2017)における今後の電源構成の変化を見ると、世界の全電源発電量の3%程度を風力発電に転換し、2060年には全体の約20%にする必要があるとされている。

これまでの風力発電の動向を見ると、風力発電はまずヨーロッパで発展したが、2000年代から次第にアメリカ、中国の導入量が増大し、近年は特に中国の伸びが著しい。世界全体の累積導入量は継続的に増加し、2017年には500GWを突破した(GWEC, 2018)。一方、年間導入量は近年鈍り始めており、その理由の一つとして、風力発電所を建設する陸上の適地が残り少なくなってきたことが挙げられる。なお、日本の風力発電導入量は、世界の風力先進国に比べて非常に少なく、2017年における電力容量(3,400MW)は世界で19番目の値である。

##### 3. 洋上風力発電の世界的動向と日本の現状

洋上風力は、まだ多くの建設スペースが残されているとともに、陸上に比べて風が安定して吹く、風車の大型化が可能等のメリットがある。着床式と浮体式に分けられ、水深50mまではタワーを海底に固定する着床式が一般的で、これが現在の主流である。一方、浮体式の方は、現在洋上風力全体の導入量に対して0.1%程度に過ぎないが、2017年世界初の商用浮体式洋上風力発電所であるイギリスのHywind Scotlandが稼働したように、浮体式の導入も始まっており、沖合への設置が可能となれば、ますます建設スペースが広がることになる。

世界の洋上風力発電累積導入量は継続して伸び続けており、年間導入量は2016年に一旦減ったが、

2017年には持ち直してこれまでで最大の導入量となった。大規模な洋上風力の導入は、風力発電の先進地域であるヨーロッパが中心となっており、発電量の多い洋上風力発電所の上位10事業はヨーロッパ諸国のもので占められている。

日本では、ごく沿岸に位置する小規模のもの、あるいは経済産業省、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、環境省主導の実証事業があるのみで、ヨーロッパのような大規模な洋上風力発電所はまだ建設されていない。しかし、数万~100万kW級の建設計画が、東北地方の北部を中心に各地で進行中である。日本政府も海洋基本計画やエネルギー基本計画において洋上風力の導入を促進する意向を示しており、そのため、日本における洋上風力導入の障害の一つとなっている「海域の利用のルールがしっかりと法制化されていない」と言う問題を解消するため、港湾法の改正等による海域占有許可制度の創設や、審査の合理化等が進められている。このような法整備等にも後押しされ、今後、我が国でも洋上風力の導入が進むと考えられる。

##### 4. 洋上風力発電に係る環境影響評価調査

以上のように、地球温暖化対策の一つとして洋上風力は今後さらに発展して行くと考えられるが、その一方で、洋上風力発電が海域環境や海生生物に与える影響が懸念される。わが国の環境影響評価法では、出力1万kW以上の風力発電所を第一種事業として、環境影響評価の手続きを行うよう定めている(出力0.75~1万kWの第二種事業については、知事意見を勘案して環境影響評価を実施すべきか否かを主務大臣が個別に判定する)。また、風力発電に係る環境影響評価の項目については、経産省の「発電所の設置又は変更の工事の事業に係る環境影響評価の項目並びに当該項目に係る調査、予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針、環境の保全のための措置に関する指針等を定める省令」の別表第五に参考項目が示されている(ただし、陸上と洋上の区別はしていない)。風力発電については、火力発電所のような稼働に伴う排ガスや排水がないので、これらに関わる参考項目が省かれている一方、風力発電に特有な項目として超低周波音、風車の影が挙げられている。ただし、これらは人間の生活に係る項目であり、洋上風力の場合のごく沿岸に立地するケースを除けば人の居住区から離れているため、このような近隣住民への影響は、陸上風力と比べて少ないと考えられる。

野生生物への影響を考えた場合、まず懸念されるのは、風車への鳥類やコウモリ類の衝突、いわゆるバードストライクであろう。これは、陸上・洋上共通の問題であるが、洋上の場合、海鳥類の生態やコウモリ類の海上の利用状況等に関する知見が不足していること、実際の影響を見るための死骸調査が難しいこと等が、影響の予測・評価や実態把握を困難にしている。

海中に生息する生物への影響としては、工事や施設の存在・稼働による水中騒音や濁りの発生、海底地形の改変、流れの変化等による生息環境の悪化や行動阻害等が想定される。ただし、洋上風力では、風車等の施設が広い間隔で離散的に配置されるため、事業実施区域は広大であるが、その内の施設の占める面積は非常に小さく1%未満に過ぎない。そのため、濁りや海底地形の改変、流れの変化等は、風車のタワー等の近傍に局所的には発生するが、事業実施海域全体で見ればそれほど大きな変化はないものと思われる。

これらに対して、水中音は発生源から広く伝播するため、工事や風車の稼働により発生する水中騒音が、海生哺乳類・爬虫類、魚類等の聴覚の発達した生物群に与える影響は留意されるべきものであろう。実際に、NEDOの銚子沖洋上風力発電実証事業において、イルカ的一种であるスナメリの出現個体数が、工事による水中騒音発生期間中に減少し、工事終了後に回復したことが報告されている(NEDO, 2015)。一方、風車の稼働により発生する水中音は、建設工事によって発生する騒音に比べれば微弱なものであるが、建設後の長い期間にわたって発生するため、慢性的な影響を及ぼす可能性がある。

水中音の影響については、現在行われている環境影響評価では、発生する水中騒音の音圧レベルと音源からの距離の関係、海域における背景雑音の大きさ、対象生物の聴覚閾値のデータに基づき、対象生物に聴こえる音圧レベルの騒音が発生源からどのくらいの範囲まで伝わるかを求めることによって、影響の大きさを評価するという方法例がある。ただし、この方法にはいくつか検討の余地があり、その一つは、音圧レベルによっては、水中騒音が対象生物に聴こえてはいても特に影響は生じないケースも考えられることから、影響を過大評価してしまう可能性があることである。

海生研では、現在、水中音の魚類への影響予測・評価のためのデータとして、どの程度の音圧レベルで魚類の行動への影響が現れるかについて実験を行っている。マダイ稚魚を100Hzの水中音(風

力発電が稼働した場合の水中音は100 Hz 前後にピークがあると言われている)に暴露したところ、140 dB re 1  $\mu$  Paの音圧レベルで曝露開始時に摂餌行動が一時的に抑制されることが確認された(島ら, 未発表)。このような行動に影響する音圧レベルに関する知見が集積されれば、より精度の高い影響予測・評価が可能になると思われる。

## 5. おわりに

環境省が立ち上げた「洋上風力発電所等に係る環境影響評価の基本的な考え方に関する検討会」の報告書(環境省, 2017)では、洋上風力の環境影響評価項目を整理しているが、その選定理由が「現時点では環境影響の程度が不明確であるが、当面は評価項目として選定する」となっているものが多い。このことから、まだ大規模な洋上風力発電所の建設事例のないわが国では、まずは今後建設される洋上風力発電所についてモニタリング調査、事後調査を実施し、各評価項目の影響の有無・程度に関するデータを集積することが肝要と言えよう。これにより、必要な評価項目を絞り込むことによって、環境影響評価の精度も高まるものと期待される。

また、影響予測・評価のための基礎的な知見として、どの程度の環境変化で生物への影響が認められるかに関するデータを実験等により集積することも大事である。ただし、有用なデータの取得の前段階として、有効な実験・調査手法の開発も必要であり、水中音影響を例にとれば、音は水槽壁面や水面に反射して強め合ったり、打ち消し合ったりするので、試験水槽内に均一の条件を作り出すことが難しく、試行錯誤で実験を進めているのが実態である。このように、洋上風力の環境影響評価に関しては、必要な知見が極めて不足している状況であるため、海生研も引き続き洋上風力発電の環境影響評価に資する調査研究に取り組んで行く所存である。

## 引用文献

- International Energy Agency (IEA) (2017). Energy Technology Perspective 2017, IEA Publications, Paris, France, 1-438.
- Global Wind Energy Council (GWEC) (2018). Global Wind Report-Annual Market Update 2017, GWEC, Brussels, Belgium, 1-69.
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) (2015). 着床式洋上風力発電の環境影響評価

手法に関する基礎資料 (第一版). <http://www.nedo.go.jp/content/100758586.pdf> (2017年7月1日アクセス)

環境省 (2017). 洋上風力発電所等に係る環境影響評価の基本的な考え方に関する検討会報告書. <https://www.env.go.jp/press/files/jp/105434.pdf> (2017年7月9日アクセス)