

## 第5章 環境影響評価手法の検討

環境影響評価の項目や調査、予測、評価の手法の選定等については、すべての事業種に共通する基本となるべき考え方を環境大臣が告示する「基本的事項」と、事業特性や立地条件等を勘案して事業所管大臣が事業種ごとに、環境大臣と協議の上で定める「主務省令」によって規定されている。基本的事項は、①第二種事業の判定基準、②環境影響評価の項目や手法の選定指針、③環境保全措置に関する指針、である。

また、法の対象事業ごとに環境影響評価を行う際の具体的な内容に関する基準や指針を規定する主務省令は、具体的には、①事業種ごとの第二種事業の判定基準、②事業種ごとの環境影響評価の項目や手法の選定指針、③事業種ごとの環境保全措置に関する指針、を定めている。

なお、一部の事業種は、環境影響評価の手続や主務省令の内容等について解説するガイドライン等が策定されており、例えば、発電施設について経済産業省により「発電所に係る環境影響評価の手引」が作成されている。この章においては、これらの状況を踏まえて、環境影響評価法の対象事業となる風力発電施設の風車騒音に関する調査、予測、評価の手法について、基本的事項および主務省令に定められた事項に従って整理を行った。

### 1 調査手法

#### (1) はじめに

風力発電施設からの風車騒音に係る調査手法の選定では、風車騒音について適切に予測および評価を行うために必要な範囲内で、事業特性、地域特性を踏まえて、必要となる様々な情報を収集しなければならない。

特に、風車騒音については、風力発電設備に係る音源特性、風力発電施設から受音点までの伝搬特性、風車騒音に曝される受音点状況、に大別して検討することが重要である。なお、地域特性は、対象となる風力発電施設の実施区域や周辺における自然的社会的状況であり、時間の経過に伴って変化することにも十分に留意しなければならない。

環境影響評価法の適用規模については、前述したとおり、第一種については、1万kW以上、第二種については、7500～1万kWと定められており、この点を踏まえて調査検討を行った。なお、この規模より小さな風力発電施設も今後設置されと予想されることから、これらに係るアセス条例や自主アセス等でも同様の調査等が実施されるのもと考えている。ただし、当然にもこれらの小規模の風力発電施設については、簡易な手法や判断基準が採用されることも考慮されるべきである。

#### (2) 取得すべき情報

##### ① 音源特性

風力発電設備の音響パワーレベルや純音成分の有無、およびその他の仕様(製造メーカー、型番、ハブ高さ、ロータ直径、定格風速や発電量等)に係る情報が必要である。
---

(音響パワーレベル)

風力発電設備の音響パワーレベルについて、オーバーオール値および周波数特性(オクターブバンドあるいは 1/3 オクターブバンド)を収集する必要がある、最低でもオーバーオール値は不可欠である。予測地域あるいは予測地点において環境影響が最大となる状況を把握するために、風力発電設備が定格出力ないし最大出力で稼働している場合の音響パワーレベルに係る情報が非常に重要である。また、純音性の周波数成分の有無も調査する必要がある。

また、風車騒音の発生状況は、ナセル高さにおける風向風速やそれによる稼働状況等によって時々刻々変化するため、風速毎の音響パワーレベルのオーバーオール値および周波数特性も収集することが望ましい。なお、得られた音響パワーレベルについて周波数重み特性に注意する必要がある、一般的には A 特性と考えられる。

(その他の仕様)

風力発電設備の製造メーカ、型番、ハブ高さ、ロータ直径、定格風速や発電量等を収集する必要がある。例えば、製造メーカや型番等は当該発電設備以外の既存データを利用する場合に、ハブ高さは予測計算に必要となる。

## ② 伝搬特性

風車騒音の伝搬過程における音の反射、吸収、透過、屈折、回折等に関する情報が必要である。

(地形や障害物、地表)

風車騒音は、受音点まで伝搬する過程で様々な要因の影響を受け、そのレベルや周波数特性が変動する。これらは音の反射、吸収、透過、屈折、回折等の現象に起因する。風力発電施設の多くが山稜部に設置されていることを考慮すれば、起伏のある地形や山稜自身による風車騒音の反射や吸収、回折(あるいは遮蔽)の状況を把握するための情報を収集する必要がある。

また、地表面によって音の伝搬特性は著しく影響を受けるため、地表面の状況(河川や湖沼等も含む)も十分調査する必要がある。

(気象)

風力発電施設は基本的に風速が大きい地域に立地され、屋外における音の伝搬に大気(気象)の状態が著しく影響を及ぼすため、風向風速や発生頻度等の風況を調査する必要がある。風下方向へ音が伝搬し易いのは、一般的に風速が地表面近傍で小さく上空に行くほど大きくなるため、音が地表面方向に屈折させられることに起因する。風速勾配による音の屈折と同様の現象は地表面上の温度分布によっても生じ、夜間に地表面近傍よりも上空の方で気温が高い場合、音が地表面方向に屈折させられ、音は伝搬し易くなる。

また、音は大気中を伝搬する際、空気の粘性や熱伝導に起因する吸収等によって減衰が生じ、この現象は空気吸収と呼ばれる。空気吸収による減衰は、対象とする音の周波数が高くなると共

に急激に増加するが、その程度は温度や湿度に大きく依存する。

### ③ 受音点情報

風力発電施設周辺で人の生活や活動がある地域あるいは地点の配置、残留騒音の状況および気象の状況に係る情報が必要である。

#### (住居等の配置)

風力発電施設の周辺における人の生活や活動の有無を中心に調査することが重要である。特に、住居あるいはそれが集合する住居地域の配置を把握する必要がある。また、学校、病院、その他環境保全についての配慮が特に必要な施設や地域の配置も調査する必要がある。なお、住居地域については、家屋の構造も可能な範囲で情報を収集することが望ましい。

#### (残留騒音)

風力発電施設の設置に伴う上記の地域における音環境の変化を詳細に把握するために、上記のような地域の屋外において、現在の残留騒音の状況を調査する必要がある。その際、残留騒音のレベルだけではなく、周波数特性や時間変動もあわせて収集することが重要である。

#### (気象)

風が強い地点では、風雑音の影響等で残留騒音の測定が困難になるため、上記の地域における気象の状況も把握する必要がある。

### (3) 情報の取得方法

#### ①音源の調査

風力発電設備の音響特性を示す資料等を入手する方法、機種は異なるが製造メーカーや規模が同一の風力発電設備に係る資料等を利用する方法、他の風力発電施設において稼働中の同一設備に係る既存データを活用する方法等がある。

#### (音響特性等の情報)

導入対象となる風力発電設備の製造メーカーから、その音響特性を示す資料ないし関連する情報等を入手する方法が最も有効である。また、他の風力発電施設において稼働中の同一設備に係る既存データを活用する方法も考えられる。これらの場合、風力発電設備の音響特性を把握するために定められた規格に基づく測定方法によるかどうか、風力発電設備が定格出力ないし最大出力で稼働している状況下における音響パワーレベルが含まれるかどうか、並びにそれらの測定条件を確認することが重要である。

#### (その他の方法)

製造メーカーからの情報入手が困難な場合には、規模が同一だが他のメーカーの風力発電設備に

係る情報等を収集し利用することも考えられる。また、同一メーカーの稼働中の機種は異なるが規模等が同一の風力発電設備に係る既存データを手または、自ら実測する方法も考えられる。

製造メーカーが異なると、規模が同一であっても発生する風車騒音の音響特性が著しく異なるため、資料ないし情報を複数収集し比較する等によって慎重に対応することが重要である。これらの場合も、風力発電設備の音響特性を把握するために定められた規格に基づく測定方法によるかどうか、風力発電設備が定格出力ないし最大出力で稼働している状況下における音響パワーレベルが含まれるかどうか、並びにそれらの測定条件を確認する必要がある。

(自ら実測する方法)

風力発電設備からの音響放射特性に係る測定方法は、IEC 61400-11:2006 Wind turbine generator systems-Part 11: Acoustic noise measurement techniques あるいは JIS C 1400-11:2005 風力発電システム—第 11 部:騒音測定方法に定められている。

## ② 伝搬特性の調査

地形や障害物、地表面の状況を把握するために、現地調査とともに地図(数値地図を含む)の活用がある。気象データは気象観測所や近隣の風力発電施設で得られたデータの活用等が考えられる。

(地形や障害物、地表面の状況)

風力発電施設周辺の地形や風車騒音の伝搬に障害物となり得る地物を把握するために、現地調査とともに地図の活用が考えられる。特に近年、数値地図(住宅地図等を含む)の発展が著しく、それらを表示・解析するソフトウェアと組み合わせることで風力発電施設と住居地域等との間の地形断面を把握したり、一定の条件を設定することで障害物として考慮すべきものを同定したりすることもできる。

地表面の状況を調査する方法として、現地調査のほかに数値地図を活用する方法が考えられる。必ずしも全国を網羅していないが、10 m メッシュの土地利用データで、土地利用を 15 項目(山林・田・畑・空き地・造成中地・工業用地・一般低層住宅地・密集低層住宅地・中高層住宅地・商業業務用地・道路用地・公園緑地・その他の公共公益施設用地・河川湖沼・その他の用地)に分類し、行政区域データや土地利用画像ファイルとともに収録され市販されている。

なお、入手可能な数値地図については、国土交通省国土地理院のホームページ(<http://www.gsi.go.jp/>)上で紹介されている。

(気象データ)

風力発電施設が設置される地域近傍の気象観測所や測候所、あるいは近隣の風力発電施設で得られたデータを活用することが考えられる。後者の場合、風力発電設備のナセル高さで取得された気象データを入手できる可能性がある。出来る限り長期間の気象データを入手し、年間の風向風速とそれらの頻度分布を示す風配図として整理すると非常に有効である。

風向風速や温湿度等の気象データを実測する場合は、風力発電施設が設置される地域において代表的な気象を呈する地点で行うことが考えられ、風力発電設備の全高程度まで測定することが望ましい。この場合も、可能な限り長期間の観測を行い、年間の気象変動を把握する必要がある。地表面上の比較的近傍において鉛直方向の風向風速等を測定し、それらの実測データと気象学に基づく推計手法とを用いてそれらの分布を計算で求める方法も考えられる。

なお、推計による場合、鉛直方向で急激に風向あるいは風速が異なる現象(ウインドシア/wind shear)が生じる場合があることに注意する必要がある。

### ③ 受音点の調査

住居等や学校、病院、その他環境保全についての配慮が特に必要な施設や地域の配置には現地調査や地図(数値地図を含む)の活用がある。残留騒音の現況には、実測あるいは近隣の風力発電施設における既存データからの推定等がある。気象の現況は、実測あるいは地域近傍の気象観測所や測候所における観測データの入手等から把握する。

#### (住居等の配置)

風力発電施設周辺における住居あるいはそれが集合する住居地域や、学校、病院、その他環境保全についての配慮が特に必要な施設や地域の配置を把握するためには、現地調査とともに地図の活用が考えられる。特に数値地図の発展が近年目覚ましく、それらを表示・解析するソフトウェアと組み合わせ、周辺の状況に係る情報を効率的に収集することも可能である。

#### (残留騒音の現況)

上記の地域における残留騒音を把握するためには、実測あるいは近隣の風力発電施設における既存データからの推計、地方公共団体からの資料の入手あるいは閲覧等が考えられる。

残留騒音を実測する場合、時間率騒音レベル LA95 を測定することが適当である。自動車騒音常時監視マニュアル(平成 23 年 9 月)における残留騒音の測定でも、LA95 が採用されている。なお、低周波数領域の現況を事前に把握するに際しては、C 特性や G 特性による音圧レベルを測定することも検討する。

環境省水・大気環境局自動車環境対策課による「自動車騒音常時監視マニュアル(平成 23 年 9 月)」の中に残留騒音の扱いについて以下の記載がある。

「測定する残留騒音は、受音点ごとの騒音レベル(LAeq)を推計する際に、対象道路からの騒音レベル(LAeq,road)と合成されることから、等価騒音レベル(LAeq)でなければならない。しかしながら、残留騒音を等価騒音レベル(LAeq)で測定するためには、特定騒音を全て取り除く必要があり、この作業は非常に煩雑かつ困難である。したがって、測定が容易であり、かつ変動する騒音レベルの下端値に近い、95 パーセント時間率騒音レベル(90 パーセントレンジの下端値; LA95)の値を残留騒音(LAeq,resid)として採用してもよい。」

なお、静穏な地域で実測する場合は、波の音、虫の声、カエルなど鳴き声、葉等のすれる音な

ど自然音などに留意して、その他の地域においても、自動車などの交通騒音、工場騒音、建設作業騒音などにも留意して測定を行う必要がある。

#### (気象の状況)

この場合の気象は、気象観測所等による広域の気象に比べて住居等の周辺における局所的な気象が重要となることが想定され、主に実測によると考えられる。特に風が強くなる傾向がある地域ないし地点を見出すことで残留騒音の測定を避ける場合等に役立つと考えられる。

#### (4) 測定機器等

測定に要する機器は、基本的にサウンドレベルメータ、防風スクリーンおよびデータレコーダないしレベルレコーダである。最近では、サウンドレベルメータ内に測定データの保存機能を有するものが一般的であり、長時間のデジタルデータを格納することができる。超低周波音領域のそくていには、広帯域音圧計や低周波音計が必要になる。

風力発電施設周辺の地域は一般に風が強いことが想定され、残留騒音を測定する場合に風雑音の影響をできるだけ避けるためには防風スクリーンの使用が不可欠である。ウレタン製の球形で径が異なる数種類の防風スクリーンが市販されており、一般に径が大きいほど風雑音の影響を受けにくい。防風スクリーンの径に係る記載はないが、防風スクリーンを装着することによって風速 5 m/s 程度までは風雑音の影響を少なくすることができると考えられる。市販品の性能については製造メーカーから直接入手するか、カタログ等に記載されていることもある。なお、風雑音の影響を受け易い低周波数域の測定のために、特別な防風スクリーンに係る研究や一部商品化も進められている。

測定高さ、すなわちサウンドレベルメータのマイクロホン高さは、環境省が作成した「騒音に係る環境基準の評価マニュアル」によれば、当該地域内の住居等の生活面の高さとし、通常は地上 1.2 m となると記述されている。しかしこれは一律の値ではなく、対象地域の住居等の状況を勘案して設定することが可能としている。一方、EU 指令 2002/49/EC によれば、測定高さは 1.5 m 以下にしないこととしつつ、環境騒音を評価する高さは 4 m と決められている。

しかし、一般の環境騒音の測定とは異なり、風車騒音の測定では屋外で風速が高い地点に測定用マイクロホンを設置する必要があり、特に低周波数域で風雑音の影響を受けやすい。この影響を極力小さくするために、十分な性能を有する防風スクリーンを装着したマイクロホンを地表面近くに設置することも考えられる。

測定に際しては、人が張り付いて有人測定する場合と自動測定機能を活用して測定するかが問題となる。前者は、残留騒音等の状況等を時刻とともに野帳に記帳することにより適切な分析が可能となるが、後者は少数の人員で調査が可能という利点がある反面、メモがないため詳細な分析が困難な場合もある。

環境省戦略指定研究「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」では、超低周波数域から可聴域までを測定可能な広帯域サウンドレベルメータを開発するとともに、市販されている20 cm 径防風スクリーンを12面体の各面にネットを貼った二次防風スクリーンで覆った特別なスクリーン内にマイクロホンを挿入し、その中心が地表面上20 cm になるように設置して、風力発電施設からの風車騒音および残留騒音の測定を行っている。

#### (5) 調査地域

風力発電施設周辺の住居あるいはそれが集合する住居地域、学校、病院、その他環境保全についての配慮が特に必要な地域等、風車騒音に係る環境影響を受けるおそれがある地域を選定する。

風車騒音の伝搬の特性を踏まえ、風力発電施設周辺における住居あるいはそれが集合する住居地域、学校、病院、その他、環境保全についての配慮が特に必要な地域等、風車騒音に係る環境影響を受けるおそれがある地域を調査地域とする。また、静寂さを保全すべき地域が含まれる場合も考えられる。

調査に適切な範囲であると認められる地域として、風力発電施設からの一定距離内の地域や風車騒音の増分が大きいと予想される地域等も考えられる。前者については、地方公共団体における条例等により設定されている場合がある一方、気象条件や地形の影響等で音の伝搬が必ずしも一様ではない場合があることに留意する必要がある。

#### (6) 調査地点

風力発電施設周辺の住居や学校、病院、その他環境保全についての配慮が特に必要な地点等の屋外を選定する。

調査地点の考え方として、調査地域を代表する地点や調査が効果的であると認められる地点等があり、その他法令等で定められた地点があれば、それを選定する必要がある。

調査地域を代表する地点には、風力発電施設の周辺にあつて風車騒音の影響を受けるおそれがある住居、学校や病院等(将来に立地することが想定される地点を含む)の屋外が挙げられる。しかし、風車騒音の伝搬は、気象変動に影響を受けるため、当該地域の気象状況を十分配慮するとともに、丘陵地等の地形によって風の影響を受けにくいような地点でも保全すべき対象が存在する場合は、調査地点に選定する必要がある。

調査は、風車騒音の影響を最も受ける側とするが、住居周辺では外壁面からの反射の影響を避ける必要がある。建物から1~2 m としているが、特定の音源からの騒音が支配的ではない総合騒音や残留騒音の測定を行う場合には、反射の影響を無視して差し支えないと考えられる。

## (7) 調査期間等

風力発電施設からの環境影響が最大になると考えられる状況を想定し、調査地点ないし調査地域で風車騒音が最も大きくなると予想される気象(特に風向風速)を呈する期間あるいは時期、就寝時に窓を開放する可能性がある夏の時期、一般的に残留騒音が小さくなる夜間の時間帯、等が考えられる。

選定された調査地点において、風力発電施設からの環境影響が最大になると考えられる状況を想定し、調査期間等を選定することが重要となる。音源特性として風力発電設備の稼働状況、特に定格出力あるいは最大出力である状況を考慮する必要がある。

その上で、調査地点において風車騒音が最も大きくなると予想される気象条件となる時期あるいは期間とする考え方がある。このような気象の状況として、風力発電設備に対して個々の調査地点が風下側にある場合や地表面近傍の気温がその上空よりも低い場合(逆転)等がある。

また、夏季には就寝時にも窓を開けて生活する可能性が高く、風車騒音による影響が最も現れ易いことから、この時期を調査対象として重視することが考えられる。

昼間は人の生活活動に伴う大小さまざまな騒音が間欠的に発生することが想定される一方、深夜等は人の活動に伴う騒音発生が少なく残留騒音が小さくなる可能性があること、時間帯によって残留騒音が変化することを考慮して、夜間を対象にして時間帯別に調査を行う考え方もある。

気象条件によって遠方の騒音源からの音が伝搬し、残留騒音が高くなる可能性があるため、対象地域における天候や風向風速の出現頻度、温度勾配の強弱も考慮して選定する必要がある。

## 2 予測手法

予測とは、対象事業の実施による環境影響を適切に評価できるよう、対象とする地域における風車騒音の状況の変化を明らかにすることである。そこで予測にあたっては、対象とする風車騒音の発生源、評価量、予測条件、評価の観点、予測の不確実性等を明らかにする必要がある。ここで、予測に用いた原単位や係数等の妥当性を明示することも欠かせない。

環境影響評価における予測手法として、基本的にその時点で最新の技術あるいは知見を適用し、最も確からしい結果を定量的に導き出す手法を選定することが望ましい。しかし、予測には常に誤差ならびに不確実性があることに十分留意する必要がある。将来的な予測の精度を高めるためには、予測方法や予測条件の研究、事後調査・環境監視結果の蓄積およびその解析等を進めていく必要がある。なお、常に最新の技術や知見の把握に努めることによって、必要に応じて予測手法の見直しを行う場合も考えられる。

## (1) 予測の基本的な手法

予測の基本的な手法として、音響理論に基づく計算と事例の引用または解析による方法が考えられる。

風車騒音が予測地点あるいは予測地域まで伝搬する過程で生じる様々な音響現象を理論に基づいて計算できる方法をいう。ここでは、国内外において適用事例が多いと考えられる方法を列記する。

### ① ISO 9613 シリーズによる方法

この方法は、国際標準化機構 (ISO) によって規格化されている伝搬予測計算に基づくものであり、各種音源から屋外を伝搬する騒音を等価騒音レベルによって予測する手法である。道路、鉄道、工場等の多様な音源を想定し、幾何拡散、空気吸収、地表面の影響、障害物による遮蔽等の伝搬中の物理的要因に対して個別に周波数毎(中心周波数 63 Hz～8 kHz のオクターブバンド)に減衰量を算出することで、受音点における等価騒音レベルを予測することができる。

この方法は、音が伝搬しやすい気象条件を前提として構築され、風と同じ方向に音が伝搬する順風(風下)伝搬の場合、あるいは通常の夜に見られるような気温逆転層が中程度に発達した条件下において、その伝搬は“音が伝搬しやすい気象条件”に該当するとしている。風下に位置する受音点におけるオクターブバンド毎の等価音圧レベル  $L_{fT}$  (dB) は、次式で計算される。

$$L_{fT} = L_W + D - A$$

$L_W$  : 音源の音響パワーレベル (dB)

$D$  : 音源の無指向性補正值 (dB) であり、音響パワーレベル  $L_W$  を無指向性の点音源と比較した時のレベル差(無指向性の音源が自由空間で音を放射する場合、 $D = 0$  dB となる)。

$A$  は音源から予測点までの伝搬過程における減衰の総和を示し、次式で与えられる。

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{ground} + A_{screen} + A_{misc}$$

ここで、

$A_{div}$  : 幾何拡散による減衰 (dB)

$A_{atm}$  : 空気吸収による減衰 (dB)

$A_{ground}$  : 地表面の影響による減衰 (dB)

$A_{screen}$  : 遮蔽壁による減衰 (dB)

$A_{misc}$  : その他の要因(植栽中、工場立地中および家屋群中)による減衰 (dB)

オクターブバンド毎に上記の 2 式を用いて伝搬予測計算を行い、レベル合成して等価音圧レベルを算出するが、この過程で  $A$  特性補正を行うことで等価騒音レベル(短期間の順風条件下における  $A$  特性音圧レベル)を求めることができる。また音源が  $n$  個の点音源から構成される場合は、

次式を用いて受音点における等価騒音レベル  $L_{AT}$  (dB) を算出する。

$$L_{AT} = 10 \log_{10} \left( \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^8 10^{\frac{L_{AT}(i,j) + Af(j)}{10}} \right) \right)$$

$j$  は、63 Hz～8 kHz の 8 つのオクターブバンド中心周波数に対応し、 $Af(j)$  は、 $j$  番目のオクターブバンド中心周波数に対する A 特性補正值 (dB) である。

これらを基にして、数ヶ月から 1 年程度を想定した長期間の等価騒音レベル  $L_{AT}(LT)$  (dB) を得るために、各気象条件の出現割合に基づく補正項  $C_{meteo}$  を適用し次式で計算する。

$$L_{AT}(LT) = L_{AT} - C_{meteo}$$

次に、主要な減衰項の計算方法について示す。

a) 幾何拡散 ( $A_{div}$ )

本方法における幾何拡散は、自由空間における点音源からの球面波伝搬に基づいて次式で計算される。

$$A_{div} = 20 \log_{10} \left( \frac{d}{d_0} \right) + 11$$

ここで、

$d$  : 音源から受音点までの距離 (m)

$d_0$  : 基準距離で 1 m

b) 空気吸収 ( $A_{atm}$ )

空気吸収は、距離  $d$  (m) を伝搬する過程を対象としてオクターブバンド毎に次式で計算するが、最大は約 15 dB である。

$$A_{atm} = \alpha \cdot d / 1000$$

なお、 $\alpha$  は前節でも述べた通り ISO 9613-1 で規定される定数 (dB/km) であり、気温や相対湿度、大気圧に依存する。

c) 地表面の効果 ( $A_{ground}$ )

一般的な計算方法と A 特性音圧レベルの減衰を計算する方法とを提案している。

前者は、地表面が水平か、一定の傾斜でほぼ平坦に近い場合に適用可能で、地表面による減衰量を決める 3 つの領域を定義している。

- ・音源領域 : 音源から受音点方向へ距離 30 $h_s$  まで (最大値は  $d_p$ )
- ・受音点領域 : 受音点から音源方向へ距離 30 $h_r$  まで (最大値は  $d_p$ )
- ・中間領域 : 音源と受音点の間の領域で、 $d_p < 30(h_s + h_r)$  の場合はこの領域はない

なお、 $d_p$  は音源から受音点までの地表面上への投影距離 (m)、 $h_s$  と  $h_r$  はそれぞれ音源と受音

点の高さ(m)である。

それぞれの地表面領域の音響特性を地盤係数  $G$  で表し、3 種類の反射特性を以下のように定めている。

- ・硬い地表面 : 舗装面や水、氷、コンクリートおよび他の多孔性の低い地表面であり、 $G = 0$
- ・多孔質な地表面: 草地、樹木、他の植栽で覆われた、ないし植栽可能な地表面であり、 $G = 1$
- ・混合地表面 : 上記2つが混じった地表面であり、 $G$  の値は全体に占める多孔質な地表面の割合で決まる(0 と 1 の間の値)

特定のオクターブバンドに対する減衰量を計算する場合は下表を用い、音源領域の地盤定数  $G_s$  を使って減衰  $A_s$  を計算し、同じ要領で受音点領域の  $G_r$  によって減衰  $A_r$  を、中間領域の  $G_m$  によって減衰  $A_m$  を求め、最後に  $A_{\text{ground}}$  は次式で求める。

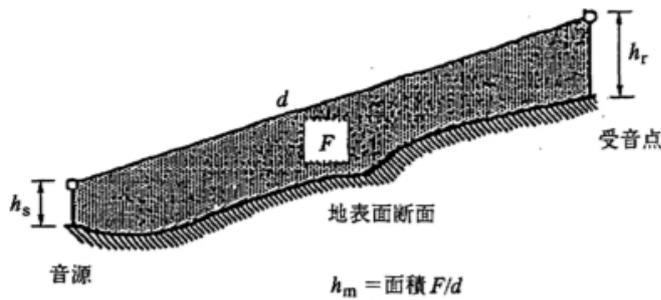
$$A_{\text{ground}} = A_s + A_r + A_m$$

オクターブバンド中心周波数 (Hz)	$A_s$ あるいは $A_r$ (dB)	$A_m$ (dB)
63	- 1.5	- 3q
125	- 1.5 + $G \cdot a'(h)$	- 3q (1 - $G_m$ )
250	- 1.5 + $G \cdot b'(h)$	
500	- 1.5 + $G \cdot c'(h)$	
1,000	- 1.5 + $G \cdot d'(h)$	
2,000	- 1.5 (1 - $G$ )	
4,000	- 1.5 (1 - $G$ )	
8,000	- 1.5 (1 - $G$ )	
<p>ここで、</p> $a'(h) = 15 + 3.0 \cdot e^{-0.12(h-5)^2} \left(1 - e^{-\frac{d_p}{30}}\right) + 5.7 \cdot e^{-0.09h^2} \left(1 - e^{-2.8 \cdot 10^{-6} \cdot d_p^2}\right)$ $c'(h) = 15 + 14.0 \cdot e^{-0.46h^2} \left(1 - e^{-\frac{d_p}{30}}\right)$ $b'(h) = 15 + 8.6 \cdot e^{-0.09h^2} \left(1 - e^{-\frac{d_p}{30}}\right)$ $d'(h) = 15 + 5.0 \cdot e^{-0.9h^2} \left(1 - e^{-\frac{d_p}{30}}\right)$		
$q = 0$	$d_p \leq 30(h_s + h_r)$ の場合	
$q = 1 - \frac{30(h_s + h_r)}{d_p}$	$d_p > 30(h_s + h_r)$ の場合	

一方、後者(A 特性音圧レベルの減衰を計算する方法)は地表面の大半が多孔質で、かつ予測対象の音源が純音性でない場合に適用可能で、地表面の形状は問わない。この場合の計算方法は次式の通りである。

$$A_{\text{ground}} = \begin{cases} 4.8 - (2h_m/d)[17 + (300/d)] \geq 0 \\ 0 < 0 \end{cases}$$

ここで、 $h_m$  は伝搬経路の地表面上の平均高さ(m)であり、下図に示す方法で計算する。

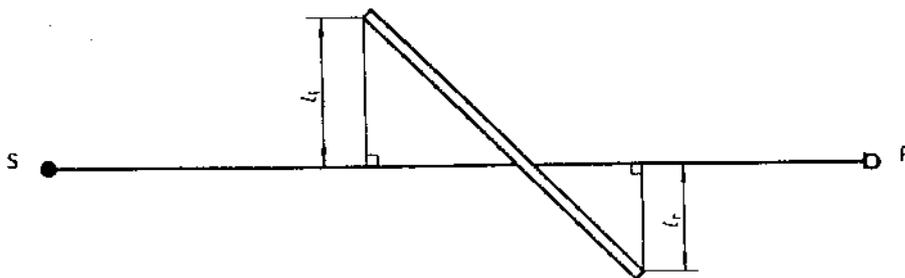


この方法で地表面減衰を求める場合、音源の無指向性補正值 D の算出には次式を用いる。

$$D = 10 \log_{10} \left\{ 1 + \frac{d_p^2 (h_s - h_r)^2}{d_p^2 (h_s + h_r)^2} \right\}$$

d) 障壁の効果 (Ascreen)

対象物を遮蔽障害物 (障壁や防音壁ともいう) として取り扱う場合、面密度が少なくとも 10 kg/m<sup>2</sup> 以上、対象物に大きな亀裂等がなく閉鎖された下図においては、オクターブバンドの中心周波数の波長が (l<sub>s</sub>+l<sub>r</sub>) より小さくなる。



遮蔽効果による減衰 D<sub>z</sub> は、音源から受音点の間の最も重要な経路のみを想定し、次式で計算する。

$$D_z = 10 \log_{10} \{ 3 + (C_2 / \lambda) \cdot C_3 \cdot z \cdot K_w \}$$

ここで C<sub>2</sub> は 20 であり、回折の回数によって C<sub>3</sub> は以下の値となる。

$$C_3 = \begin{cases} 1 & \text{回折 1 回} \\ \left( 1 + (5\lambda/e)^2 \right) / \left( (1/3) + (5\lambda/e)^2 \right) & \text{回折 2 回} \end{cases}$$

e は 2 つの回折端間の距離 (m) であり、この場合直達波と回折波との伝搬経路差 (m) である z は、

$$z = \begin{cases} d_{ss} + d_{sr} - d & \text{回折 1 回} \\ d_{ss} + d_{sr} + e - d & \text{回折 2 回} \end{cases}$$

で計算される。さらに、K<sub>w</sub> は気象条件による補正項を表し、次式より求める。

$$K_w = \begin{cases} \exp \left\{ - (1/2000) \sqrt{d_{ss} d_{sr} d / (2z)} \right\}, & z > 0 \\ 1, & z \leq 0 \end{cases}$$

なお、Dz は回折 1 回の場合は最大 20 dB、2 回の場合は 25 dB とし、2 枚以上の障壁は影響が最も大きい 2 枚を選択 (他は無視) して計算を行う。

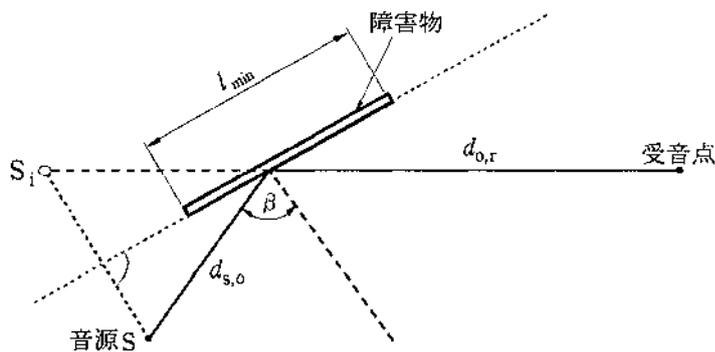
e) 反射

反射の影響は、別に虚音源がある場合として扱われ、次に示す条件がすべて満たされる場合に障害物からの反射が全周波数に対して計算できる。反対に、これらが満たされない場合、反射は無視することができる。

- ・下図に示すように典型的な反射条件が校正される場合
- ・障害物の反射係数が 0.2 より大きい場合 (下表を参照)
- ・当該オクターブバンドの中心周波数  $f_c$  が次式を満たす場合

$$f_c > \left\{ 2c / (l_{\min} \cos \beta)^2 \right\} \left\{ d_{s,o} d_{o,r} / (d_{s,o} + d_{o,r}) \right\}$$

- c : 空気中の音速 (m/s)
- $d_{s,o}$  : 障害物上の反射点から音源までの距離 (m)
- $d_{o,r}$  : 障害物上の反射点から受音点までの距離 (m)
- $\beta$  : 入射角
- $l_{\min}$  : 反射障害物表面の最短長さ (m)



対象物	$\rho$
平坦な硬い壁	1
窓や格間等の付属物がある建物の壁	0.8
50%程度の開口率、設備パイプ等のある工場の壁	0.4
硬い表面の円筒構造物 (タンク, サイロ, 等) *	$\frac{D \sin(\phi/2)}{2d_{sc}}$
開放構造物 (パイプ, タワー, 等)	0

以上より、虚音源のパワーレベルは

$$L_{W, \text{image}} = L_W + 10 \log_{10}(\rho) + D_r$$

で計算でき、虚音源に対する減衰計算等では伝搬経路長として反射経路の長さを用いる。なお、実音源に起因する音圧レベルよりも虚音源に起因する音圧レベルが 7 dB 以上小さいならば、虚音源は無視する。なお、 $\rho$  は障害物表面の反射率、 $D_r$  は音源の反射障害物方向の音響パワー

レベルと受音点方向の音響パワーレベルの差である。

f) 気象条件による補正 (C<sub>meteo</sub>)

この方法で計算される等価騒音レベル LAT は、音が伝搬し易い条件が継続する場合の値である。したがって、長期間を考慮すると音が伝搬し易い条件ばかりでは必ずしもないため補正項が必要であり、それが気象条件による補正 C<sub>meteo</sub> である。

$$C_{\text{meteo}} = \begin{cases} 0, & d_p \leq 10(h_s + h_r) \\ C_0 \left\{ 1 - \frac{10(h_s + h_r)}{d_p} \right\}, & d_p > 10(h_s + h_r) \end{cases}$$

ここで、C<sub>0</sub> は予測点における風向・風速および気温勾配を考慮して気象統計に基づく値である。これらの式から、音の伝搬に及ぼす気象条件の影響は d<sub>p</sub> が短い場合に小さく、d<sub>p</sub> が長い場合に大きくなる。C<sub>0</sub> は対象地域の気象統計から求められるが、経験的に 0～5 dB であり、例えば予測対象とする時間の 50 %で音が伝わり易い条件が出現する場合に C<sub>0</sub> の値は約+3 dB である。

海外を中心に本手法が風力発電施設に適用されているが、具体的に予測計算を行うに当たって必ずしも明確ではない部分が残されている。本手法が前提とする「音が伝搬し易い気象条件」が定義されているが、抽象的な適用範囲と言わざるを得ない。我が国の風力発電施設の立地状況を考慮すると、多くの場合で地表面の音響特性は 0 < G < 1 と考えられるが、硬い地表面や多孔質な地表面の判定によっては値が大きく変動する可能性があり、また山稜部からの反射の扱いが課題となる場合に、山稜部の反射率をどのように算定するのも課題となる。

さらに、気象条件による補正を考慮する場合、予測点における気象統計に基づいて C<sub>0</sub> を算定する必要があるが、風向風速や気温勾配に関する整備されたデータが必ず取得できるとは限らず、山稜部における立地が多い我が国においては、この種のデータが得られない場合が多い可能性も考えられる。本手法を適用するに当たっては、予測精度等の検証のために予測値と実測値とを比較した事例を積み重ね、評価と検討を行うことが重要と考えられる。

また、本手法は、商用ソフトウェアとして入手し易いものの、モデル内の気象条件が中程度の風下状態に固定され、音源と受音点が地表面近傍にある場合の中程度の伝搬距離に対して開発されていること、この種のモデルが測定可能な範囲を外れたモデル変数に対して良好な結果を得にくいこと、風力発電のように音源位置が高い場合により結果が得られないこと、が指摘されており留意する必要がある。

## ② 風力発電のための環境影響評価マニュアル(第2版)による方法

NEDO マニュアルに記載された予測計算方法は、風力発電設備を点音源としてモデル化し、風力発電機メーカー等から示される音響パワーレベルを用いるものとしている。伝搬過程においては、幾何学的拡散による距離減衰、空気吸収による減衰を考慮している。各風力発電設備に対する予測点における騒音レベルを算出し、さらにそれらをレベル合成することによって予測点における

騒音レベルを計算する。なお、風力発電設備を増設する場合は既存設備を含む音源、また、対象事業実施区域内に他の音源がある場合はそれも含めて予測を行うこととしている。

ここで、風力発電設備の音響パワーレベルの提示方法が IEC 61400-11 により規定され、タワーの高さとロータ径により定められる所定の距離で現地測定されたデータから、強制的に運転を停止させて得られる暗騒音の影響を差し引いて求められる、と解説している。また、予測計算式がすべての風力発電設備が同時に稼働することを前提としている、と補足説明している。

予測計算に使用する式を以下に示すが、半自由空間における伝搬を仮定している。

$$L_{A,n} = L_{WA} - 10 \log_{10}(r^2 + h^2) - 8 - \Delta L_{AIR}$$

ここで、

$L_{A,n}$ : n 番目の風力発電設備から水平距離  $r$ (m) 離れた地点での騒音レベル (dB)

$L_{WA}$ : 風力発電設備の A 特性音響パワーレベル (dB)

$r$  : 風力発電設備から予測地点までの水平距離 (m)

$h$  : 風力発電設備のブレード中心までの高さ (m)

・  $L_{AIR}$  は空気吸収に伴う減衰 (dB) を示し次式で計算され、 $\alpha$  は定数で 0.005 dB/m と記述されている。

$$\Delta L_{AIR} = \alpha (r^2 + h^2)^{\frac{1}{2}}$$

予測地点において、それぞれの風力発電設備から伝搬した騒音を合成する方法は次式の通りである。

$$L_A = 10 \log_{10} \left( 10^{L_{A,1}/10} + 10^{L_{A,2}/10} + \dots + 10^{L_{A,n}/10} \right)$$

ここで、

$L_A$  : 予測地点における騒音レベル (dB)

さらに、現地調査によって得られる暗騒音をレベル合成し、風力発電施設が稼働し始めた場合の騒音レベルを求める際には下記の式を用いる。

$$L_{A,total} = 10 \log_{10} \left( 10^{L_A/10} + 10^{L_{A,background}/10} \right)$$

$L_{A,total}$  : 風力発電施設稼働後の騒音レベル (dB)

$L_{A,background}$  : 現地調査によって得られた暗騒音レベル (dB)

騒音レベルは、必要に応じてオクターブバンド毎に記載するとし、このマニュアルによる予測計算方法は、オクターブバンド毎に実施することも可能であることを示唆している。

前述の通り、NEDO マニュアルにおける予測計算式は、半自由空間を想定しているが、音源が地表面上の高い位置にあること等を考えると、地表面の影響を含めてその妥当性を検証する必要

がある。空気吸収による減衰に関して減衰係数を0.005 dB/mという定数としているが、前節で示したように減衰係数は気象条件に依存するため、使用時には予測条件と照らして妥当性への配慮が求められると考えられる。また、我が国における風力発電施設の設置箇所として山稜部が多いことを考慮すると、山稜部の特性を反映できる予測計算が必要と考えられ、このマニュアルによる手法の適用範囲は限られる可能性がある。

低周波音(この NEDO マニュアルでは、人の耳に聞こえにくい低い周波数帯域、概ね 100 Hz 以下の音と定義されている。)に関する予測の基本的な手法として、対象事業実施区域周辺の環境保全のために特に配慮が必要な施設(学校、病院等)および住宅の状況を踏まえ、対象事業による環境影響の程度を把握し、既存事例の引用は騒音の予測計算式に準じた伝搬理論による予測を行う、と記述されている。

- ISO 9613-2 による方法を中心に、音の伝搬理論に基づく計算方法を具備した市販ソフトウェアがある。例えば、WindFarm、WindFarmer および winPro 等がある。海外における風力発電施設の環境影響評価では広く利用されているようである。
- 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構における「風力等自然エネルギー技術研究開発 次世代風力発電技術研究開発 自然環境対応技術等」の一環として、平成 23 年度から個々の風力発電設備からの合成音がウインドファーム周辺地域でどのように分布するかを、風車音特性、地形、及び風況の影響等を考慮して予測する手法(シミュレーション技術)の開発を目的とする研究開発が行われている。
- 環境省における「平成 23 年度地球温暖化対策技術開発等事業 騒音を回避・最小化した風力発電に関する技術開発」では、風車騒音等の計測と分析、風車騒音低減対策の検討を実施し、また実際に低減対策を施した風力発電設備による低減対策効果の検証・評価を行うものであり、あわせて風車騒音の監視・制御システムや、風車騒音の予測手法を開発することを目的としている。なお、風車騒音予測解析システムの開発の最終目標は、気象条件や地形等による風況の違いを考慮し、既存モデルと比較して再現性を高めた騒音レベルの予測を可能にする風車騒音予測モデルが組み込まれた解析ソフトの作成となっている。

### ③ 事例の引用または解析による方法

類似する既存の発生源、例えば既存の風力発電設備部分や類似事業における風車騒音の測定例や距離減衰の測定例を参考にして推定・予測する方法である。風力発電施設の場合、音源特性としては同一製造メーカーの同一発電機(あるいは同一規模の発電機)を使用していること、地域特性としては地形や気象条件、残留騒音の状況等が類似することが必要である。適切な事例が十分あれば精度の良い予測が可能となるが、実際に適切な事例を見いだすのは困難な場合が多い。

#### (2) 予測地域

予測地域は原則として調査地域と同様であり、風力発電施設周辺の住居あるいはそれが集合する住居地域、学校、病院、その他環境保全についての配慮が特に必要な地域等、風車騒音に係る環境影響を受けるおそれがある地域である。

予測地域は、風力発電施設の立地により風車騒音が一定のレベル以上変化する範囲を含む地域とする必要があり、原則として調査地域に包含される。この範囲は当該事業の規模や内容によって変化するものであり、予測の不確実性や地域特性に配慮する必要がある。安全サイドの考え方から、予測地域を広めに設定することも考えられる。

具体的には、風力発電施設周辺における住居あるいはそれが集合する住居地域、学校、病院、その他環境保全についての配慮が特に必要な地域等、風車騒音に係る環境影響を受けるおそれがある地域である。

### (3) 予測地点

予測地点は原則として調査地点と同様であり、風力発電施設周辺の住居や学校、病院、その他環境保全についての配慮が特に必要な地点等の屋外である。

予測地点は調査地点と同様に、環境の状況の変化を重点的に把握する場合に設定するものである。予測地域を代表する地点や特に環境影響を受けるおそれがある地点、保全すべき対象等を的確に把握できる地点、予測が効果的であると認められる地点等があり、法令等で定められた地点があれば、それを選定する必要がある。なお、予測地点の設定・選定に際しては、事後調査やモニタリングに係る計画等にも配慮することが望ましい。

具体的には、風力発電施設の周辺にあつて風車騒音の影響を受けるおそれがある住居、学校や病院等(将来に立地することが想定される地点を含む)の屋外である。

地域特性等によって風車騒音の影響が考えられる地点も予測地点に取り入れる必要がある。

### (4) 予測時期等

予測対象時期等は、音源特性、伝搬特性および受音点(予測点)等の状況を総合的に判断し、予測点において環境影響が最大になると考えられる時期、期間または時間帯である。

予測の対象時期等は、音源特性、伝搬特性および受音点(予測点)等の状況を総合的に判断し、選定された予測地点において環境影響が最大になると考えられる時期、期間または時間帯を選定する。

音源特性として風力発電設備の稼働状況、特に定格出力あるいは最大出力である状況を考慮する必要がある。

その上で、予測地点に向かって風車騒音が伝搬し易く最も大きくなると考えられる時期あるいは期間として、風下や温度分布(逆転)の状況が考えられる。

予測点あるいは予測地域で夏季の就寝時に窓を開けたままにするような場合、風車騒音が屋内に伝搬し易いと考えられる。また、時間帯によって変動はあるものの、夜間(の基準時間帯)は残留騒音が小さくなる可能性があるため、予測対象時期とする考え方がある。なお、この基準時間帯は一つの風車騒音のレベル値を代表値として適用し得る時間帯をいう。

その他の予測に適切かつ効果的であると認められる時期、期間または時間帯という考え方もある。例えば、対象とする風力発電施設の周辺に他の類似施設が存在する場合はこれに該当し、両施設の稼働状況や伝搬特性、予測点等の状況を全体的に考慮して予測対象とすべき時期、期間または時間帯を定めるよう、留意する必要がある。さらに、他の類似施設の立地が計画されている場合にも、その時期を加味した予測が必要な場合があり、留意する必要がある。

### 3 評価手法

評価は、環境影響の回避・低減の措置が十分であることが求められる。

環境影響評価法における評価の考え方は、以下に示す、(1) 回避・低減、(2) 基準または目標との整合、の2種類に大別される。これらの内、(1)の視点からの評価は必ず行う必要があり、また、(2)に示される基準又は目標等のある場合には、この点からの評価についても必ず行う必要がある。ここで、(1)および(2)の評価を行う場合には、基準等との整合が図られた上で、さらに、回避・低減の措置が十分であることが求められる。

回避・低減に係る評価では、発生源での評価と、影響を受ける地点での評価があり、状況に応じた適切な評価が求められる。また(2)の評価にあたっては、単に基準値と比較するだけでなく、予測結果に含まれる不確実性にも配慮して評価する必要がある。

また、基準値には、段階的な行政目標としての受音点側の基準を示した環境基準のような考え方と、工場・事業場や建設工事などを対象とした発生源の排出量の規制を定めた規制基準のような考え方がある。環境影響評価においては、暴露側での評価が基本であり、環境基準のような考え方にに基づき適切に手続きが実施される必要がある。

#### (1) 回避・低減に係る評価

風力発電施設に関する環境影響の回避・低減として、立地・配置、規模・構造、施設整備・植栽等、管理・運営に係る検討が考えられる。

建造物の構造・配置のあり方、環境保全設備、工事の方法等を含む幅広い環境保全対策を対象として、複数の案を時系列に沿ってもしくは並行的に比較検討すること、実行可能なより良い技術が取り入れられているか否かについて検討すること等の方法により、対象事業の実施により選定項目に係る環境要素に及ぶおそれがある影響が回避され、または低減されているものであるか評価するものである。

なお、これらの評価は、事業者によって実行可能な範囲内で行われるものとする。ここで、回避・低減に係る検討の経緯がそれらの根拠（客観的な資料等）とともに明示されなければ適切な評価につながらないことに留意する必要がある。風力発電施設に係る苦情が発生している現状を鑑みると、周辺住民等とのトラブルを事前に回避する観点から、事業者には想定可能な対策の明記が求められる。

風力発電施設に関する環境影響の回避・低減について、以下に挙げるような具体的な検討項目が考えられる。

#### ① 立地・配置に係る検討

対象となる事業の実施区域を変更することが考えられる。音源側に対する措置であり、騒音制御の観点からも有効であると考えられる。

また、事業の実施区域を変えることなく、実施区域内における風力発電設備のレイアウトを変更することも考えられる。このレイアウトを工夫することで、騒音影響を受けるおそれがある地域あるいは地点との距離を増加させる可能性があり、風車騒音について距離減衰の増加が期待できる。なお、地表面を工夫する（例えば、植栽）等によって、一層の減衰が期待できる。

#### ② 規模・構造に係る検討

まず、風力発電設備の基数を減らすことが考えられる。これと上記の①と組み合わせることで、回避・低減が一層効果的になることが期待される。また、風力発電設備自体の出力を制限する、あるいは当該施設の運営にも関わるが、時間帯を区切って出力を制限する方法も考えられる。この場合の時間帯の検討は夜間が中心になると考えられる。風車騒音の発生が抑制される機種（発電機や翼等）への変更も考えられる。

#### ③ 施設整備・植栽等に係る検討

当該の検討について、風力発電設備の定期的なメンテナンスは重要である。落雷等によって翼が損傷等を受けることによって、純音成分を含む異音を発生させたという研究報告がある。

前述した通り、対象となる施設内および周辺の地域を緑化することで風車騒音の減衰を増加させる可能性がある。少なくとも、施設内においてアスファルトやコンクリート等の反射性の強い地表面が占める割合が多くならないようにすることが望ましい。

#### ④ 管理・運営に係る検討

風力発電施設の稼働を制限する方法が考えられる。この場合、制限の対象を施設全体あるいは一部、時間帯を定めて制限を加えるあるいは停止する等、複数の考え方があ

風力発電設備の稼働は自然条件に著しく影響を受けるため、そこから生じる風車騒音の諸特

性も時々刻々変動することになり、また設備の経年変化(劣化)も考慮して、長期的にモニタリングすることが考えられる。その際、モニタリングは風車騒音の影響を受けるおそれがある地域ないし地点を含め当該設備の状態を把握するために適切な場所から選定することが望ましい。これによって取得されたデータは、例えば周辺地域から苦情が発生した場合の対策検討のための基礎資料となるだけでなく、施設周辺の環境影響の状態を積極的に公開することを通じた対話や理解の醸成等に役立つと考えられる。

## (2) 基準または目標との整合に係る評価

我が国では、風力発電施設からの風車騒音に係る基準または目標は現時点で設定されていない。

基準または目標との整合に係る評価では、環境基準、環境基本計画その他の国または地方公共団体による環境の保全の観点からの施策によって、選定項目に係る環境要素(ここでは、風車騒音)に関する基準または目標が示されている場合は、当該基準等の達成状況、環境基本計画等の目標または計画の内容等と調査および予測の結果との整合性が図られているか否かについて検討する。

しかし、上述の通り、我が国では風力発電施設からの風車騒音に係る基準または目標は現時点で設定されていない。

なお、評価に当たって事業者以外が行う環境保全措置等の効果を見込む場合には、当該措置等の内容を明らかにできるように整理されている必要がある。

## 4 事後調査

環境保全措置の実施によって生じるおそれがある環境影響の程度が著しいものとなる可能性がある場合や効果に係る知見が不十分な環境保全措置を実施する場合等に事後調査を行うことになるが、風力発電施設からの風車騒音の発生・伝搬や、これに対する人の聴覚反応等を含む影響については、現時点で知見が十分に得られているとは言えず、対象となる事業開始後の状況に応じて対策をとることが非常に重要と考えられる。そこで必要に応じて、風車騒音の発生状況、住宅等への伝搬状況および住民等への影響等について、事後調査の実施によって把握し、その結果に応じた適切な対策を検討すべきである。

風力発電施設からの風車騒音について実施する事後調査は、以下のような項目および手順で進めることが考えられる。

### (1) 調査の基本的な手法

ある程度の調査期間を設け、音源特性、伝搬特性、調査地点における風車騒音に係る実測データを収集する。苦情対応や風車騒音の実測データをチェックするために、風力発電施設の稼働の ON/OFF を実施することが考えられる。

事後調査の目的を達するための実測データを得るために、短期の測定では必ずしも十分とは言えず、例えば四季毎にある程度の期間で実施することも考えられる。

音源特性として、ナセル高さにおける風向風速の変動に伴う音響パワーレベルの変動とともに、調査地域あるいは調査地点における風力発電施設からの風車騒音に係る実測データを同時に収集する。その際、風車騒音の伝搬状況を把握するために、天候を含む気象データ(風向風速および温湿度)もあわせて収集・記録する。なお、風車騒音中の純音成分の有無を調査するため、周波数分析を行うことが望ましい。

苦情が発生している場合は苦情の申し立て地点における調査が必要であるが、それが屋内である可能性が高く、長期間の監視が必要となることを想定する必要もある。この監視期間中に、風力発電施設の稼働の ON/OFF と苦情との対応関係を把握することが望ましい。これとは別に、例えば風力発電施設が海岸近傍に設置されている場合等、その稼働の ON/OFF によって実測データが暗騒音(この場合は波音)の影響を受けているか否かを把握する場合にも有効と考えられる。

## (2)調査地域

風力発電施設の周辺における住居等、風車騒音に係る環境影響を受けるおそれがある地域を選定する。

調査地域として、風力発電施設の周辺における住居あるいはそれが集合する住居地域、学校、病院、その他環境保全についての配慮が特に必要な地域、風車騒音に係る環境影響を受けるおそれがある地域等がある。また、静寂さを保全すべき地域が含まれる場合も考えられる。

## (3)調査地点

調査地域を代表する地点として、風力発電施設の周辺にあつて風車騒音の影響を受けるおそれがある住居等の屋外がある。

調査地域を代表する地点や調査が効果的であると認められる地点等であり、その他法令等で定められた地点があれば、それを選定する必要がある。

調査地域を代表する地点は、風力発電施設の周辺にあつて風車騒音の影響を受けるおそれがある住居、学校や病院等(将来に立地することが想定される地点を含む)の屋外が挙げられる。

#### (4)調査期間等

調査地点において環境影響が最大になると考えられる状況あるいは時期を調査期間等として選定する。

選定された調査地点において環境影響が最大になると考えられる状況あるいは時期を調査期間等として選定する必要がある。また上述の通り、事後調査の目的を達成するために、四季毎に調査期間等を設けることも考えられる。

#### (5)評価手法

回避・低減に係る措置において想定された環境影響への効果と当初の予測の結果との対比等から検証を行う。

回避・低減に係る措置において想定された環境影響への効果が得られたかどうかを検証するために、当初の予測の結果との対比等を行うことが考えられる。その際、予測の結果に含まれる不確実性にも配慮する必要がある。

風力発電施設からの風車騒音に係る基準または目標が設定された場合、それらと事後調査の結果が整合するかどうかを確認する必要がある。

#### (6)事後調査結果の公表と追加的な措置

事後調査結果の速やかな公表と必要に応じて追加的な環境保全措置を行う。

環境影響評価手続きでは住民からの十分な意見聴取等が重要であるため、事後調査結果の速やかに公表し、環境影響評価の結果との比較検討が可能なようにする必要がある。

事後調査の結果を評価した結果、回避・低減に係る措置や基準または目標との整合が十分でない場合は追加的な環境保全措置を実施する必要がある。

事後調査の中に苦情対応が含まれる場合も、その調査結果を速やかに苦情者へ公表し苦情者から十分な意見聴取等を行う必要がある。仮に環境影響の程度が著しいことが明らかになった場合は、管理・運営(運転時間の調整等)や暴露側対策(住居の防音工事等)の環境保全措置を講じる必要がある。