

## 1. 業務概要

### 1.1 業務の目的

近年、低周波音に係る苦情が増加している。環境省では、低周波音問題に対し、平成12年に「低周波音の測定方法に関するマニュアル」を策定するとともに、工場・事業場等の固定発生源から発生する低周波音については平成16年に「低周波音問題対応の手引書」を公表し、対応を図ってきたところである。一方、近年設置数が増加している風力発電所については、環境影響評価法の対象とすることが検討されていること、騒音・低周波音（以下「騒音等」という）による苦情が発生していること等から、その実態の把握とともに、騒音等の測定・予測・評価方法についての知見も求められている。

その中で平成20年度は、風力発電所から発生する騒音等の実態、諸外国におけるガイドラインの設定状況等について調査し、国際会議等を通じて低周波音の基準や研究成果に関する最新情報を収集した。平成21年度は、前年度に引き続き風力発電所から発生する騒音等の実態、諸外国におけるガイドラインの設定状況等について知見を蓄積するとともに、風力発電所からの騒音等の測定方法について検討、及び地方公共団体への低周波音に係る委託業務で得られた測定データの解析を行った。

本業務は、平成20年度、21年度の調査結果を踏まえ、風力発電所からの騒音等を適切に測定、予測、評価する手法について検討すること及び移動発生源の低周波音等の実態を把握し、低周波音問題に対して適切な対応を図るためのガイドラインの策定について検討を行うことを目的としている。

### 1.2 業務の内容

本検討調査委員会で検討した業務の内容を列記すると、下記の通りである。

#### (1) 風力発電所からの騒音等の環境影響評価に関する検討

ア) 国内における風力発電所から発生する騒音等に関する環境影響評価の現状把握

イ) 風力発電所から発生する騒音等の測定方法の検討

ウ) 環境影響評価に向けた騒音等の予測方法及び予測結果の評価方法の検討

#### (2) 騒音等の測定結果解析

#### (3) 低周波音対策ガイドライン作成に向けた検討

### 1.3 業務の実施期間

平成 22 年度の業務の実施期間は以下の通りである。

平成 22 年 10 月 29 日～平成 23 年 3 月 28 日

### 1.4 業務の内容と進め方

#### (1) 風力発電所からの騒音等の環境影響評価に関する検討

##### ア) 国内における風力発電所から発生する騒音等に関する環境影響評価の現状把握

国内においては、風力発電の導入にあたり地方公共団体で環境影響評価指針を定めているところがあるため、風力発電所に係る環境影響評価指針のうち、騒音等に関する部分について収集・整理を行い、風力発電所から発生する騒音等の測定、予測及び評価方法等の現状を把握する。

##### イ) 風力発電所から発生する騒音等の測定方法の検討

これまでの調査結果によれば、諸外国における風力発電所から発生する騒音等の測定方法は、国毎にまちまちであることがわかった。その一方、平成 20 年度、21 年度に環境省が地方公共団体へ委託した風力発電所から発生する騒音等の実測調査データを解析・考察した結果から、騒音等の発生状況を把握するにあたっての測定方法の課題とともに有効な点が明らかになった。そこで、平成 21 年度までの調査結果を精査することにより、風力発電所から発生する騒音等を把握するための適切な測定方法について素案の取りまとめに向けた検討を行う。具体的には、調査地点の選定、風の状況等を考慮した測定時期及び測定時間、マイクロホンの設置位置及び設置方法、防風の手法等測定に際しての配慮事項、測定量及び具体的な測定手法、測定結果の記録方法、発生源の稼動状況及び上空の風速の把握方法等について検討する。なお、騒音等の測定においては風雑音の影響を受け易いため、通常ウレタン製球形防風スクリーンが用いられるが、特に低周波音領域においては風雑音を十分に低減できない場合がある。近年、風雑音低減効果の大きい風力発電用防風スクリーンが市販され始めたことから、その防風スクリーンの性能を調査し、従来型との違いを把握する。

##### ウ) 環境影響評価に向けた騒音等の予測方法及び予測結果の評価方法の検討

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) による

「風力発電のための環境影響評価マニュアル」や諸外国における予測・評価方法等を踏まえて、環境影響評価に向け、風力発電所から発生する騒音等について、我が国の実情に適合した予測・評価方法等のあり方を検討する。この検討にあたっては、平成 22 年 6 月にオールボー（デンマーク）で開催された第 14 回低周波音と振動の国際会議（The 14th International Conference on Low Frequency Noise and Vibration and its Control / Low Frequency 2010）、リスボン（ポルトガル）で開催されたインターノイズ 2010（The 39th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering / INTER-NOISE 2010）における最新の知見についても活用することとしている。

## （2）騒音等の測定結果解析

環境省が別途行う地方公共団体への平成 22 年度の委託業務（風力発電所からの騒音等に限る）について、測定現場を確認し、環境省から提供を受けた騒音等の測定データについて、過年度の業務報告書を参考にデータ解析を行い、風力発電所から発生する騒音等の実態について知見を蓄積する。なお、測定時のマイクロホンの設置状況、測定期間を通じた風況、建具類の揺れ・がたつきの有無、並びに風車の稼動状況と苦情発生状況との対応関係等について、現場から十分な情報を収集するとともに、現場を踏査してその状況を把握する。これらの結果を踏まえた上で、データ解析に当たるとともに、その結果について考察を行う。

## （3）低周波音対策ガイドライン作成に係る検討

平成 20 年度、21 年度に実施された諸外国における風力発電所から発生する騒音等に係る規制の状況等に関する調査結果によれば、風力発電所からの低周波音に特化した基準等は見当たらなかった。騒音限度には絶対値によるものと風速に依存する相対値によるもの等があり、セットバックはその有無を含めて国毎に様々であった。

そこで、平成 20 年度及び 21 年度に実施した調査結果を参考に、諸外国における低周波音に係る推奨値・ガイドライン等の設定状況に関する基準等の性格、評価指数、評価時間等について整理する。それらの我が国における適用の可能性を低周波音に係る苦情が多い我が国特有の実態も考慮に入れながら、風力発電所から発生する騒音等に関するガイドライン作成に向けての検討を行う。

#### (4) 検討会の設置・運営

当該業務の実施にあたり、工学系、医学系及び法学系の学識経験者等からなる「移動発生源の低周波音等に関する検討調査委員会」を設置して検討を行う。  
なお、検討会は東京で計4回開催し、検討委員の名簿は次の通りである。

	氏名	所属	専門
1	塩田正純	芝浦工業大学	騒音振動のアセスメント
2	井上保雄	(株)アイ・エヌ・シー・エンジニアリング	低周波音の測定、対策
3	石橋雅之	千葉県環境研究センター	行政
4	今泉博之	(独)産業技術総合研究所	低周波音の伝搬
5	魚崎耕平	(財)日本気象協会	風力発電所の調査
6	落合博明	(財)小林理学研究所	低周波音の測定、評価
7	松島 貢	千葉市環境保全部	行政
8	佐藤 洋	(独)産業技術総合研究所	低周波音の影響、評価
9	新美育文	明治大学法学部	法律
10	佐藤敏彦	北里大学医学部附属臨床研究センター	医学（公衆衛生）

## 2. 従来の騒音等に係る苦情と風車騒音

### 2.1 従来の騒音苦情

昭和40年代中期頃から騒音公害として社会問題化した音源は、工場・事業場、建設作業、道路交通であったが、高度経済成長路線により、公共機関としての新幹線、航空機へと移行していった。これらの発生源による音響出力は大きかったため、社会生活に支障をきたさない程度に音響出力を低減し、騒音公害を低減するための施策として、騒音規制法による規制や環境基準の設定がなされ今日に至っている。その間、近隣騒音、深夜営業騒音などの社会問題も発生している。この規制等の法律化の根拠は、当時の学識経験者による基礎的な学術研究成果や国際的な研究成果を充分に取り入れたことによるものである。不十分なデータについては、調査委員会を国家的なレベルにて構成し、管轄省庁の責任の下にその蓄積を行った。この結果、各音源からの騒音等の発生性状、つまり騒音等の変動特性、時間特性、周波数特性、純音性等々について、現在ではほぼ一般化されてきている。このような経過から、1台当たりあるいは1個当たりの音響出力が低下してきており、いわゆる“低騒音化”してきているが、同時に、住宅の高度化、高密度化および高防音化によって低周波数成分の領域で音圧レベルが小さいにもかかわらず問題が顕在化し始めてきている。また、1台当たりあるいは1個当たりの音響出力が低下してきている一方、台数の多量化、多台数の同時使用あるいは超高速化、大型化等などにより、1台当たりあるいは1個当たりの音響出力の低下がキャンセルされている状況になっている。

従来の騒音性状等について、一般化している内容を下記に示した。

- ・物理特性 : 変動特性、時間特性、周波数特性、純音性
- ・心理的影響 : ラウドネス、ノイジネス
- ・生理的影響 : 自律神経系、内分泌系
- ・社会反応 : アノイアンス

### 2.2 従来の低周波音苦情

我が国で低周波音問題が発生したのは、昭和44年頃のことである。当初は工場・事業場からの超低周波音による建具のがたつき等の物的苦情がその多くを占めていたが、昭和55年頃までに工場事業場で超低周波音の対策が進み、苦情件数は減少した。環境庁では昭和51年から低周波音（当時は低周波空気振動と呼ばれた）の実態調査を開始し、昭和58年12月にそれまでの調査結果をとりまとめて公表している。平成4年には新幹線の高速化に伴い高速列車のトンネ

ル突入時に発生する衝撃性の低周波音による苦情が増加し、環境庁では平成 4 年から低周波音に関する調査を再開した。

従来の低周波音苦情は、その大部分が 20Hz 以下の超低周波音により「音が聞こえないのに戸や窓ガラスがガタガタする」といった物的苦情であった。しかし、「低い音による不快感、圧迫感」といった心身に係る苦情が 20Hz 以上の可聴域の低周波音で 80~90dB 以上の音圧レベルにおいて発生しているケースが増加したことから、環境庁では、調査委員会による調査結果をもとに平成 12 年 10 月に「低周波音の測定方法に関するマニュアル」を公表し、全国で低周波音の実態調査を開始した<sup>1)</sup>。これによって統一した方法による低周波音の測定データが得られるようになった。

### 2.3 近年の騒音等の苦情

住宅の遮音性能の向上に伴い、住宅内の暗騒音レベルが低下し、非常に静かな生活環境が得られるようになってきた。また生活様式の変化から、大家族での生活から夫婦と子供、夫婦あるいは個人といった少人数による生活様式が増えてきた。それに伴い、平成元年頃から集合住宅等において、暗騒音レベルを 2~3dB 上回る程度で苦情が寄せられるようになった<sup>2)</sup>。苦情の発生はごく一部の住民に限られており、発生源の位置関係や個人の音に対する感覚（過敏さの度合い）の違いに起因するものと考えられている。

一方、低周波音についても、低レベルの低周波音による心身に係る苦情が近年急増している。苦情発生源の多くは近隣の工場・店舗等に設置された機器（固定された発生源）である。これらの苦情は室内で問題が発生しており、苦情発生箇所を観測される低周波音は音圧レベルの変動が小さく、20~100Hz（あるいは~200Hz）の周波数帯域に主要成分がある。これらの低周波音苦情の中には、原因が低周波音以外の場合（100Hz 以上の騒音や振動、あるいは苦情者自身の問題）も多く含まれている。環境省では、これらの苦情対応に資するため、平成 16 年 6 月に「低周波音問題対応の手引書」を公表した<sup>3)</sup>。この中には、音圧レベルの変動が少ない固定発生源からと思われる低周波音苦情が寄せられた場合に、苦情の原因が低周波音によるものか否かを判断するための目安となる値（参照値）が示されている。

### 2.4 風力発電所からの騒音等

近年、地球温暖化による地球環境への影響を低減する方策として、自然エネ

ルギーあるいは再生可能エネルギーへの転換が進められ始める中で、最も環境に優しいと言われてきた「自然エネルギー」の一つとして風力発電所の建設が行われている。風力発電所に関連する騒音等に係る苦情に関しては、昭和 50 年代後半にダウンウィンド型風車から発生する低周波音によって苦情が発生していた。その後アップウィンド型が主流となり改良が重ねられてきたが、風車の大型化や住宅地に近接した設置、複数基の風車の設置（ウィンドファーム）などによって再び問題化した<sup>4)</sup>。

例えば、北欧諸国等で風力発電技術を導入した施設が樹林の茂った山岳地帯から海岸線に沿って林立している状況の中で、風力発電所から 300～1000m 前後の範囲に居住する地域住民からの苦情が出始め、現在に至っている。その苦情内容は、心理的、身体的、精神的な妨害、あるいは生活妨害、物的被害と多岐にわたっている。風力発電所からの風車騒音の性状等について、未だ未解明な部分について下記に示した。

- ・物理特性 : 変動特性、時間特性、周波数特性、純音性
- ・心理的影響 : 疲労感、気分の悪化
- ・生理的影響 : 自律神経系、内分泌系
- ・社会反応 : アノイアンス
- ・身体的影響 : 圧迫感、振動感
- ・精神的妨害 : 気分の不安定さ
- ・生活妨害 : 睡眠、不快感（アノイアンス）
- ・物的被害 : がたつき、ひび割れ

## 2.5 風車騒音の特殊性

風力発電所は、騒音源となる駆動系の「原動機類と翼部」及び電力系となる「装置類と運転監視施設」によって構成される発電システムである。これらを整理すると下記のようなになる。

### （1）駆動系

- ア) 原動機類 : 発電機、動力伝達軸、ブレーキ装置、ヨー駆動装置、増速機、減速機
- イ) ナセル部 : 原動機類全体を囲んでいる
- ウ) 翼部 : ブレード、ハブ、ロータ軸
- エ) その他 : 換気ファン

### （2）電力系

- ア) タワー内部 : 電力変換装置、制御装置
- イ) タワー外部 : 変圧器、電力系統保護装置
- ウ) 運転監視施設 : コンピュータシステム
- エ) その他 : 通信回線

(3) その他

- ア) タワー
- イ) タワーの基礎

風力発電所は1基あたりの発電規模がkW、MW、GWと大規模になってきているが、わが国では大体、100kW～2,000kW前後が主流となっている。このような発電システムの騒音源は、タイプによって異なるが、地表面からの高さが100m前後にあり、ナセル部内の原動機類と翼の回転により発生する。前者は、いわゆる機械音、後者は、いわゆる空力音といわれている。翼は風力が無いと回転しないので音は発生しないが、風力によって翼が回転することによって機械音と空力音が発生する。機械音は、風力発電施設近傍で、ある程度離れると機械音と空力音が、かなり離れると空力音が、主体に伝搬している。風力発電施設は、一般に、風の道といわれる尾根伝いにおける樹林の茂った山岳地帯から障害物もない効率の良い海風を受ける海岸線に沿って設置されている場合が多い。しかしながら、風の現象は一様ではなく、強弱を伴っている。樹林の茂った山岳地帯では、住宅が点在しているが、ある程度離れると里山地区となり密集した住宅が現われる。樹林の茂った山岳地帯のいわゆる環境騒音は30dBを下回るような値となっている。また、海岸線でも、ほぼ打ち返す波音が聞こえる程度の音環境になっている場合が多い。すなわち、ほとんど人工的な音源が無いため、静穏地域となっている。このような地域の環境騒音の周波数特性は、低周波数成分の領域を含んだ特性となっている。

一方、従来の騒音は高騒音地域を如何に静穏地域化していくかが課題であったことから、工学的な手法の開発が急激に発達していった。現在では、高騒音地域における音源対策は十分に充実している状況である。しかしながら、静穏地帯における騒音防止対策は、環境騒音と同等かそれ以下でなければ、住民の納得が得られない状況になっている。これらの現象が多く顕在化してきたのはこの6～7年である。しかし、低周波数成分の領域における心理的影響、生理的影響、社会反応、身体的影響、精神的妨害及び生活妨害による多くの反応等に関して、学術的かつ客観的な裏付けや検証がなされている状況ではない。この

ことから、本節では、現状において学術的かつ客観的な裏付けや検証がなされている項目について明確に示すこととする。

表 2.1 は、従来の騒音発生と風車騒音発生とはどのような違いがあるのかを幾つかの観点で比較・整理したものである。本表で使用する記号のうち、風力発電所から発生する騒音等について記載している“△”は、「従来の低周波音」である程度「明確さ」になっていると判断したものである。また、“●”は不確かさを示したもので、“○”は明確さを示したものである。

表 2.1 風車騒音等と従来の騒音との比較

	風車騒音等			従来の騒音（工場・事業場、建設作業、道路交通、新幹線、航空機、近隣騒音、深夜営業騒音）		
	概要	明確さ	不確実さ	概要	明確さ	不確実さ
現象	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 波動：疎密波</li> <li>・ 入射、反射、吸収、透過、共鳴、回折、干渉、屈折</li> <li>・ 衝突・衝撃・摩擦</li> <li>・ 回転・乱れ・脈動</li> <li>・ 渦・共鳴／共振</li> <li>・ 磁界・電磁気</li> </ul>	○		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 波動：疎密波</li> <li>・ 入射、反射、吸収、透過、共鳴、回折、干渉、屈折</li> <li>・ 衝突・衝撃・摩擦</li> <li>・ 回転・乱れ・脈動</li> <li>・ 渦・共鳴／共振</li> <li>・ 磁界・電磁気</li> <li>・ 爆発・燃焼・圧縮・膨張</li> </ul>	○	
妨害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 心理的・生理的・身体的</li> <li>・ 精神的・生活・物的</li> </ul>	△	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 聴力低下・聴力妨害</li> <li>・ 心理的・生理的・身体的</li> <li>・ 精神的・生活・物的</li> </ul>	○	
計測	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 統一した方法はない</li> <li>・ 計測機器が規格化されていない</li> <li>・ 実験施設・実験方法も規格化されていない</li> </ul>		●	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 騒音規制法によるもの</li> <li>・ 日本工業規格で統一</li> <li>・ 計測機器は規格化</li> <li>・ 実験施設も充実</li> <li>・ 実験方法も規格化</li> </ul>	○	
予測	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ IS09613-2</li> <li>・ NEDO 式</li> <li>・ Nord2000 モデル</li> </ul> 等があるが、未完成部分あり		●	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 騒音発生源毎に予測手法が整備され、実用化</li> </ul>	○	
評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 物的影響は一般化</li> <li>・ 心身的影響、最小可聴値、アノイアンスは未解明</li> </ul>	△	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 騒音規制法、都道府県条例にて、規制基準値を設定</li> <li>・ 環境基準を設定</li> </ul>	○	
法律	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国では未規制</li> <li>・ 一部、条例で規制</li> </ul>	△	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 環境影響評価法、騒音規制法、都道府県条例が整備</li> </ul>	○	
国際	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 論文発表件数が少ない</li> <li>・ 特に、発生源、計測方法、評価に集中</li> <li>・ 各国の評価法がまちまち</li> </ul>	△	●	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 論文発表は充実している</li> <li>・ 各国へ法規制・評価法を発信</li> </ul>	○	
医学	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 医学的な見地からの公的な見解が無い</li> </ul>		●	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ある一定以上の騒音暴露による影響についての公的な見解はある</li> </ul>	○	

## 2.6 本報告書において使用する用語

### (1) 騒音、低周波音、超低周波音

通常の音圧レベルで人が聞き取ることができる音の周波数範囲は概ね 20～20,000Hz とされている。一般の騒音測定では、20～20,000Hz 程度の周波数範囲の音を取り扱っている。騒音は望ましくない音と定義され、ある音が騒音かどうかは人の主観的な判断による。つまり聞こえることが前提であるため、周波数範囲としては 20～20,000Hz と考えるのが妥当としている。なお、騒音レベルを測定するための機器(サウンドレベルメータ)に関する規格である JIS C 1509 では、10～20,000Hz の範囲の周波数重み特性が記載されている<sup>5)</sup>。

一方、ISO 7196 では、周波数スペクトルが主に 1～20Hz の範囲にある音を超低周波音(Infrasound)としている<sup>6)</sup>。また平成 12 年に環境庁より公表された「低周波音の測定方法に関するマニュアル」では、主な低周波音発生源の周波数特性、我が国における 80Hz 程度以下の可聴域の低い周波数における苦情の現状等を考慮して、1/3 オクターブバンド中心周波数で 1～80Hz の範囲を低周波音、このうち 1～20Hz の範囲を超低周波音と定義している<sup>1)</sup>。低周波音の周波数領域として可聴周波数域を一部含む背景には、A 特性音圧レベルで基準値以下にもかかわらず、100Hz 以下程度に主要な周波数成分をもつ騒音に関する苦情が寄せられるケースが多く見られたことによる<sup>7)</sup>。低周波音の周波数範囲は世界的に統一されているわけではなく、諸外国においても、各国の事情によって低周波音(Low frequency noise)の周波数範囲はまちまちである<sup>8)</sup>。以上を整理して示すと表 2.2 のようになる。

表 2.2 規格、文献等に見る騒音、低周波音、超低周波音の周波数範囲

規格、文献	超低周波音	低周波音	騒音
JIS C 1509	-	-	10～20,000Hz (1/3 オクターブバンド中心周波数)
ISO 7196	1～20Hz	-	-
低周波音の測定方法に関するマニュアル	1～20Hz (1/3 オクターブバンド中心周波数) *	1～80Hz (1/3 オクターブバンド中心周波数) **	-

\* オクターブバンド中心周波数では 2～16Hz。

\*\* オクターブバンド中心周波数では 2～63Hz。

前章に記した本検討調査業務の目的に照らす時、本報告書では受音側(immission)を意識した検討結果を取りまとめる必要があるため、騒音、低

周波音及び超低周波音の周波数範囲を、1/3 オクターブバンド中心周波数でそれぞれ 20～20,000Hz、1～80Hz 及び 1～20Hz として記載することとする。なお騒音については、特に周波数域に言及する必要がある場合に、例えば「100Hz 以上の騒音」のような表記で記載することとする。

## (2) ガイドライン

規制 (regulation)、基準 (standard)、限度 (limit)、クライテリア (criteria/ 判定条件)、ガイドライン (guideline) など、環境影響評価において関連が深い用語は複数ある。いずれの用語についてもその意味するところが必ずしも明確になっておらず、国際騒音制御工学会 (I-INCE) の TSG#3 (技術調査グループ#3) の調査報告によれば、同じ用語であるにもかかわらず、国毎にそれらの定義 (測定方法を含む) や使用方法などに差異が見られたと述べている<sup>9)</sup>。このような状況の中では各用語の使用が困難であるばかりか、不適切な用法によってその文書がもつ性質が第三者に誤って理解される場合も考えられる。つまり、上記のような用語には細心の注意を払いつつ使用しなければならない。そこで本節において、当該検討業務に関して最も関係が深い用語“ガイドライン”について、法学的な意味について考察し、整理を試みた。

辞書等<sup>10)</sup>で“ガイドライン”を調べると、“政治や業務などを具体的に運用する際に守られるべき指針や手引き”や“政策・施策などの指針、指標”と説明され、一見、罰則等のペナルティを伴わない約束あるいは規則 (取り決め) という解釈が成り立つように推察される。なお、ここに例示した 2 つの説明文においても、指針、手引き、指標という、ガイドラインの翻訳としても使用できそうな用語が表れている。さらに法学的な観点から“ガイドライン”の有する意味を考察するために、本検討調査委員会の中の法律学を専門とする委員から意見を聴取したところ、下記のような意見等があった。

「法律が裏付けてあれば“規制”になるし、法律に裏付けてなくてもガイドラインに則って何か行動しますと約束すれば、それは約束によって強制されることになる。ガイドラインだから強制力があるとかないとか、単純な話ではない。例えば、行政がガイドラインを持った (定めた) 時に、そのガイドラインに反する行為を行政がディペンド (信頼) できるかということ、事実上不可能と言わざるを得ない。つまり、ガイドラインは誰がどのような目的のために使用するかによって強制の度合いが違ってくる。本検討調査委員会について言えば、行

政が環境影響評価の中のガイドラインとして使用すると述べた場合、そのガイドラインは事実上強制力を持つことになる。」

さらに、騒音に関するガイドラインについては、過去に裁判になった経緯がある。一例であるが、都道府県が騒音に対する指針値やガイドラインを作成し、工場側がこれは法令ではないから遵守しなくてよいという主張に対して、最高裁判所はガイドラインなどを公的基準として使うことについて事実上問題ないとした<sup>11)</sup>。このような判例を踏まえ、ガイドラインは裁判における公的基準の一つとして使われることは確かなことと言える。

その一方、今年度の本検討調査委員会における調査の目的は、「風力発電施設からの騒音等を適切に測定、予測、評価する手法について検討を行うこと及び移動発生源の低周波音等の実態を把握し、低周波音問題に対して適切な対応を図るためのガイドラインの策定について検討を行う」ことである。つまり、上記の検討結果に沿えば、法学的に強制力を持ち得るものを策定することが求められていることになる。しかし、最近の関連研究をレビューすると、特に我が国における風力発電施設からの騒音等については調査研究が十分とは言えず、引き続き検討が必要である旨の指摘が多い<sup>12-14)</sup>。つまり、諸外国における研究事例を参照しつつも、我が国の諸条件に適合したガイドラインを策定するには、不確実性が多いと言わざるを得ないと考えられる。これは、本検討会における検討過程等においてガイドラインという用語を使用することが必ずしも適切ではないことを示唆する。

以上のような検討と考察を踏まえ、今年度の本検討調査委員会においては基本的に“ガイドライン”という用語の使用は時期早尚とし、本報告書に記載する内容はガイドラインの策定に向けた種々の「考え方」としている。

## 参考文献

- 1) 環境省大気保全局：低周波音の測定方法に関するマニュアル（平成 12（2000）年 10 月）。
- 2) 渡邊秀夫，大川平一郎，松岡明彦：集合住宅における小レベル騒音について，日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集，pp. 1-4，（2001. 9）
- 3) 環境省環境管理局大気生活環境室：低周波音問題対応の手引書（平成 16（2004）年 6 月）。
- 4) K. P. Shepherd and H. H. Hubbard: Physical characteristics and perception

- of low frequency noise from wind turbines, Noise Control Engineer Journal, Jan-Feb. (1991) .
- 5) JIS C 1509 : 電気音響-サウンドレベルメータ (騒音計) -第1部:仕様 (2005) .
  - 6) ISO 7196 : Acoustics -- Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements (1995)
  - 7) 時田保夫, 清水和男 : 低周波音評価に関する一考察, 日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集, p.151-154 (昭和53年11月) .
  - 8) 日本騒音制御工学会 : 環境省請負業務 平成20年度移動発生源等の低周波音に関する検討調査業務報告書, p.56 (平成21年3月) .
  - 9) I-INCE Technical Study Group on Noise Policies and Regulations (TSG 3): Survey of Legislation, Regulations, and Guidelines for Control of Community Noise, I-INCE Publication: 09-1 (2009).
  - 10) 例えば、 <http://www.webl.io.jp/> や <http://dictionary.goo.ne.jp/thsrs/>.
  - 11) 最高裁判所判例 : 昭和42 (1967) 年10月
  - 12) 今泉博之, 落合博明, 井上保雄, 山田伸志, 諸外国における風車音等の規制状況と最新の研究動向, 日本騒音制御工学会平成22 (2010) 年秋季研究発表会, pp.233-236 (2010) .
  - 13) 落合博明, 今泉博之, 井上保雄, 山田伸志, 風車音の実測調査結果について, 日本騒音制御工学会平成22 (2010) 年秋季研究発表会, pp.237-240 (2010) .
  - 14) 石橋雅之ほか, 千葉県における風車音の実測調査結果, 日本騒音制御工学会平成22 (2010) 年秋季研究発表会, pp.241-244 (2010) .

### 3. 風力発電所からの騒音等の環境影響評価に関する検討

#### 3.1 国内における風力発電所から発生する騒音等の環境影響評価の現状把握

##### 3.1.1 地方公共団体における環境影響評価の状況

地方公共団体の環境影響評価条例における風力発電所の対象状況を各地方公共団体のホームページから情報を収集し整理した。

それによると、地方公共団体の環境影響評価条例において風力発電所を対象としているのは、福島県、長野県、滋賀県、岐阜県、三重県、兵庫県、岡山県及び長崎県の8県と川崎市、名古屋市、新潟市の3市である。

これら11地方公共団体における風力発電所を対象事業とする要件の状況は、対象事業に発電施設のひとつの種類として風力発電所を掲げているのが7団体、対象事業に発電施設の種類が区分がなく、単に発電所としているのが川崎市と名古屋市の2団体である。また、岐阜県は風力発電所を発電施設でなく高層工作物等として、三重県は工場として対象事業としている。

対象事業となる規模要件の種類状況は、発電出力によるものが7団体、発電出力もしくは設置台数によるものが2団体、事業区域の敷地面積によるものが1団体、高層建築物等の高さによるものが1団体となっている。

規模要件において、第1種事業、第2種事業を区分しているのが福島県と川崎市の2団体である。対象となる発電出力の規模は、1,500kWが4団体、10,000kWが3団体、50,000kWが2団体である。

次に県と県域内の市の関係で、県条例では対象事業としてないが、市条例で対象としているのは神奈川県川崎市、愛知県名古屋市、新潟県新潟市である。

環境影響評価項目としての選定状況は、騒音は11団体全てで工事時及び供用時に選定されていた。低周波音関係では6団体が選定しており、低周波音として4団体、低周波空気振動として2団体が選定していた。低周波音を対象としているうちの3団体は工事時及び供用時ともに対象とし、工事時だけを対象としたのが1団体、供用時だけの対象が2団体という状況である。

次に、地方公共団体における風力発電所の環境影響評価の概要を示すとともに、表3.1.1に整理した。

##### (1) 福島県

福島県環境影響評価条例においては、風力発電所の対象規模要件が第1区分事業及び第2区分事業に区分されており、第1区分事業に該当する場合には無条件で対象事業となるが、第2区分事業については環境影響評価の手続きの必

要性を判定するものとされている。

第1区分の規模要件は発電出力が10,000kW以上もしくは風車が15台以上である風力発電所の設置及び発電設備の新設を伴う風力発電所の変更の工事の事業とし、判定を必要とする第2区分事業は出力が7,000kW以上10,000kW未満又は風車が10台以上14台以下である風力発電所の設置及び発電設備の新設を伴う風力発電所の変更の工事の事業とされている。

環境影響評価の項目には、工事時の騒音と供用時の騒音及び低周波音を選定している。

調査及び予測の手法に関しては、技術指針に参考手法が示されており、それによると、調査の手法は、両項目とも、文献その他の資料及び現地調査による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析によるものとされている。

予測手法は、騒音が対象事業の実施区域周辺の構造物等を考慮した音の伝搬理論に基づく予測式による計算とし、低周波音については文献の引用又は解析によるものとされている。

評価手法は、対象事業の実施により環境要素におよぶ恐れがある影響が、実行可能な範囲内でできる限り回避され、又は低減されているか、また、基準又は目標が示されている場合には、基準又は目標と調査及び予測の結果との間に整合が図られているかどうかを検討するものとされている。

事後調査は、対象事業により予測の不確実性の程度が大きい選定項目について環境保全措置を講ずる場合等に、事後調査の結果と環境影響評価の結果との比較検討等により行うこととし、その際に、事後調査の実施に伴う環境への影響を回避し、又は低減するため、できる限り環境への影響が小さい手法を選定することとされている。

## (2) 長野県

長野県は風力発電所を環境影響評価条例で対象事業としているうえに、手続きに関するガイドライン(「風力発電施設の建設に関する手続きのガイドライン」)も制定している。

長野県環境影響評価条例において風力発電所が対象となるのは、風力を原動力とする発電用のものの設置(出力が10,000kW以上である風力発電所を設けるものに限る。)の事業及び風力発電所の規模の変更の事業(出力が10,000kW以上である発電設備の新設を伴うものに限る。)である。

環境影響評価の項目は、工事時、供用時とも騒音と低周波音を選定している。

環境影響評価が適切に行われるように技術指針を定めているが、さらに技術指針の具体的な解説として、技術指針マニュアルを策定している。

調査手法は、対象事業実施区域及びその周辺区域の環境を把握し、予測及び評価に必要な情報を得るために調査を行うものとし、騒音については地方公共団体の既存文献等、聞き取り又は現地調査によること、低周波音は既存文献等又は聞き取りにより、低周波音の状況を把握し、必要に応じて現地調査により確認する方法等によるものとされている。

予測手法は、環境影響の内容及び程度を把握し、環境の保全のための措置の検討に必要な情報を得るために行うものとし、騒音は対象事業による騒音レベルの変化量を把握し、物理計算式等によること、低周波音は対象事業による状況の変化を把握し、類似例又は経験則等によるものとされている。

評価手法は、実行可能な範囲内で、環境に対する影響の緩和についてできる限り配慮されているか検討するものとされており、騒音に関しては影響緩和の観点から、回避・最小化・修正・低減を図る影響の明確化と目標等との整合の検討等を行うこととしている。また、低周波音については「低周波音問題対応の手引書」を基本とし、心身に係る影響は低周波音レベル（G特性）および1/3オクターブバンド音圧レベルとし、物的現象の場合は1/3オクターブバンド音圧レベル（平坦特性）により行い、回避・最小化・修正・低減を図る影響の明確化と目標等との整合を検討することとしている。

事後調査は、予測の不確実性の程度が大きい選定項目について保全対策を講ずる場合等に、予測及び評価の検証を行うことにより、適切な保全対策を講ずることを目的とし、評価書に記載した事後調査計画に基づき行うこととしている。

### （3）岐阜県

岐阜県環境影響評価条例では風力発電所を電気工作物の建設に係る事業でなく、建築基準法の建築物（都市計画法に規定する商業地域に建築するものを除く。）の建築若しくは建築基準法施行令の工作物（商業地域に建設するものを除く）の建設として対象事業としている。規模要件は工作物等の高さで、接する地盤からの高さが50m以上のものとされている。

環境影響評価の項目に騒音は選定されているが低周波音はない。

調査手法は、地域環境の概況及び環境影響要因を踏まえて、対象事業の実施により影響が及ぶ恐れのある項目ごとに調査等の方法を選定し、調査方法は、

既存の文献又は資料により調査するとともに、現地調査を実施するものとされている。

予測手法は、対象事業の実施が環境に及ぼす影響の内容及び程度について、科学的知見に基づきできる限り定量的に行うものとし、騒音発生源の特性、地域環境の特性等を考慮して、騒音伝搬モデルによる数値計算、既存事例の引用又は解析等によるものとされている。

評価手法は、環境保全対策についての複数案の比較検討、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により、対象事業の実施による環境への影響が回避され、又は低減されているか否かについて評価し、環境基準等が示されている場合は、当該基準等と予測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こととしている。

事後調査は、予測の不確実性が大きい場合又は効果に係る知見が不十分な環境保全対策を講ずる場合において、工事中及び供用後の環境の状況を把握することを目的とし、環境影響評価の結果との比較検討により行うこととされている。

#### (4) 滋賀県

滋賀県環境影響評価条例の対象となる風力発電所の要件は、出力が 1,500kW 以上の発電施設を設ける風力発電所の設置及び変更（新設を伴う）の工事事業である。

環境影響評価の項目には、工事時と供用時とも騒音及び低周波空気振動を選定している。

調査手法は、騒音、低周波空気振動とも、国、県または関係市町が有している公開文献、その他の資料の入手、専門家からの科学的知見の聴取、現地調査その他の方法により調査すべき情報を収集し、その結果を整理し、および解析するものとされている。

予測手法は、環境の状況の変化または環境への負荷の量を、理論に基づく計算、模型による実験、事例の引用または解析その他の手法により、定量的に把握する手法とし、騒音は音の伝搬理論に基づく予測式による計算により、低周波空気振動は音圧レベルの予測式を用いた計算または事例の引用もしくは解析するものとされている。

評価手法は、調査および予測の結果ならびに環境保全措置の検討を行った場合においてはその結果を踏まえ、騒音、低周波空気振動とも、環境影響が実行

可能な範囲内でできる限り回避されまたは低減されているか、基準または目標と調査および予測の結果との間に整合が図られているかを検討するものとされている。

事後調査は、予測の不確実性の程度が大きい選定項目について環境保全措置を講ずる場合等において、工事および供用後の環境の状況を把握することを目的とし、事後調査の結果と環境影響評価の結果との比較検討によることとされている。その際に、事後調査の実施あたっては、環境影響を回避し、または低減するため、できる限り環境影響が小さい手法を選定することとしている。

#### (5) 三重県

三重県の環境影響評価条例では風力発電所を電気工作物の設置又は変更の事業としてではなく、工場又は事業場の新設又は増設の事業での対象としており、規模要件も発電出力でなく敷地面積 20ha 以上(特別地域においては 10ha 以上)となっている。

環境影響評価の項目としては、騒音、低周波空気振動が工事時及び供用時とも選定されている。

調査手法は、両項目とも現地調査及び文献その他の資料による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析するものとされている。

予測手法は、環境の状況の変化又は環境への負荷の量を、理論に基づく計算、模型による実験、事例の引用又は解析その他の方法により、定量的に把握する手法(定量的な把握が困難な場合にあつては、定性的に把握する手法)とするものとされている。騒音の予測は音の伝搬理論に基づく予測式による理論計算又は事例の引用若しくは解析とし、低周波空気振動は音圧レベルを予測するための式を用いた理論計算又は事例の引用若しくは解析するものとされている。

評価手法は、騒音及び低周波空気振動とも、環境要素に及ぶ恐れがある環境影響が、事業者により実行可能な範囲内でできる限り回避され又は低減され、必要に応じその他の方法により環境の保全についての配慮が適正になされているか。環境要素に関して基準又は目標が示されている場合には、当該基準又は目標と調査及び予測の結果との間に整合が図られているかどうかを検討するものとされている。

事後調査は、選定項目に係る予測及び環境保全措置の効果の不確実性の程度、環境影響の程度、事業特性及び地域特性を考慮して、対象事業に係る工事の実施中及び土地又は工作物の供用開始後の環境の状況を把握するために行う

こととされている。

#### (6) 兵庫県

兵庫県環境影響評価条例における風力発電所の規模要件は、出力が 1,500kW 以上の発電施設を設ける風力発電所の新設及び増設（当該風力発電所の出力が 1,500kW 以上増加することとなるもの）事業である。ただし、環境の保全と創造について特に配慮すべき地域を含む地域では 500kW 以上で対象となるものとされている。

兵庫県では、環境影響評価条例とは別に、公害防止の観点から、「環境の保全と創造に関する条例」において、出力 20kW 以上の風力発電施設を規制条例の対象施設として騒音の規制を行っている。それにより当然のこととして規制基準が設定されている。ただし、風力発電設備からの騒音により周辺的生活環境が損なわれない時には、規制が適用されないものとされている。環境影響評価の項目には騒音は選定されているが低周波音は選定されていない。

調査手法は、予測及び評価を行う環境項目のうち、現況調査を行う必要がある項目を選定し、原則として現地調査によるものとし、「騒音に係る環境基準について」、「航空機騒音に係る環境基準について」、「新幹線騒音に係る環境基準について」に準拠して行うものとされている。

予測手法は、騒音伝搬モデルによる数値計算、類似事例の調査若しくは既存事例の引用又は解析とされている。

評価手法は、環境基準、規制基準等の判断条件、現況調査結果等を基本として、事業概要、地域環境の特性等を考慮し、環境要素又は項目ごとに環境保全目標値を設定し、予測結果との整合を検討するものとされている。

事後調査は、対象事業等の実施等の状況及び環境保全措置の実施状況、予測及び評価を行った環境要素のうち特に事後監視調査が必要と考えられるもの及び影響が考えられるとした環境要素のうち予測及び評価を行わなかったもので、特に事後監視調査が必要と考えられるものを調査項目とした事後監視調査計画に基づき実施することとされている。

#### (7) 岡山県

岡山県環境影響評価等に関する条例における風力発電所の規模要件は、出力が 1,500kW 以上の風力発電所の設置及び変更の工事業である。同条例には、技術指針、技術指針解説、環境要素別に環境影響評価の実施に関する参考資料

が示されている。環境影響評価項目には騒音と低周波空気振動が工事時及び供用時に選定されている。

調査手法は、文献その他の資料及び現地調査による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析するものとされている。騒音の調査方法は騒音に係る環境基準に規定する騒音の測定の方法等により、低周波空気振動については、JIS に規定される騒音測定の方法等によるものとされている。

予測手法は、騒音については音の伝搬理論に基づく予測式による計算、模型実験又は事例の引用又は解析とし、低周波空気振動については振動の伝搬理論に基づく予測式による計算、模型実験又は事例の引用又は解析によるものとされている。

評価手法は、環境要素に及ぶおそれがある影響が実行可能な範囲内のできる限り回避又は低減されているか、基準又は目標が設定されている場合には調査及び予測の結果との間に整合が図られているか評価するものとされている。特に低周波空気振動についての評価指標については、現段階で確定されたものではないので、「大部分の地域住民が日常生活において支障がない程度」を基本とし、既存の科学的知見から選択することとしている。

事後調査は対象事業の実施以降において、将来判明すべき環境の状況を把握するための調査を行い、及び当該環境の状況に応じた適切な環境の保全のための措置を講ずるためとし、環境管理に当たっては、当該対象事業について、評価書に記載された環境管理についての計画に定めるところに従って行うこととしている。

## (8) 長崎県

長崎県環境影響評価条例における風力発電所の規模要件は、出力が 15,000kW 又は風車が 10 台以上の風力発電所の設置及び変更の工事の事業である。

環境影響評価項目には工事時及び供用時の騒音と工事時の低周波音が選定されている。

調査手法は、国、県又は市町村が有する文献その他の資料の入手、専門家からの科学的知見の聴取、現地調査その他の方法により調査すべき情報を収集し、その結果を整理し、及び解析する方法によるものとされている。騒音の調査は「騒音に係る環境基準について」等各環境基準、騒音規制法における工場、特定建設作業の基準、在来鉄道指針及び小規模飛行場指針に定める方法とされている。低周波音の現地調査は、低周波音を測定できる測定器及び周波数分析器

を用いる方法等とされている。

予測手法は、理論に基づく計算、模型等による実験、事例の引用又は解析等の手法により、定量的に行うものとし、定量的な把握が困難な場合には、定性的に把握する方法により行うものとされている。騒音予測手法は、伝搬理論計算式による方法（「ASJ Model 1998」（平成 11 年日本音響学会））、理論伝搬式等、経験的回帰式による方法、類似事例から推定する方法及びその他適切な方法から適切なものを選択し、又は組み合わせることとされている。低周波音の予測手法は、類似事例から推定する方法、経験的回帰式による方法、伝搬理論計算式による方法及びその他適切な方法から適切なものを選択し、又は組み合わせることとされている。

評価手法は、評価項目に係る環境要素に及ぶ恐れがある影響が、実行可能な範囲内でできる限り回避され又は低減されているか、基準又は目標が示されている場合には、当該基準又は目標と調査及び予測の結果との間に整合が図られているかどうかを検討するものとされている。

事後調査は、予測の不確実性の程度が大きい評価項目について環境保全措置を講ずることとする場合又は効果に係る知見が不十分な環境保全措置を講ずることとする場合において、環境影響の程度が著しいものとなる恐れがあるときは対象事業に係る工事中及び供用開始後の環境の状況を把握するための調査を行うこととされている。

#### （9）神奈川県川崎市

川崎市環境影響評価条例における風力発電所の規模要件は、出力が 50,000kW 以上の発電所の設置及び変更（新設を伴うもの）の工事の事業である。

環境影響評価項目には工事時及び供用時とも騒音と低周波音が選定されている。

調査手法は、最新の既存資料の整理・解析又は現地調査の方法によることとし、現地調査を行う場合には、公的機関が定めた方法又は一般的に用いられている精度の高い方法を採用するものとされている。騒音調査における既存資料の整理・解析は「環境局事業概要（公害編）」（川崎市）等の最新版を活用し、現地調査は、環境騒音、特定騒音（工場・事業場、道路交通騒音、建設作業騒音、鉄道・軌道又はモノレールの騒音、航空機騒音）を調査することとしている。低周波音調査における既存資料の整理・解析は「環境局事業概要（公害編）」（川崎市）等の最新版を活用し、現地調査は「低周波音の測定方法に関するマ

ニューアル」に定める測定方法に準拠することとしている。

予測手法は、騒音、低周波音とも、対象事業の種類及び規模、地形及び工作物の状況を考慮して、下記に示す方法のうちから適切なものを選択するか、又は組み合わせて行うものとしている。なお、予測にあたっては、予測の適用範囲、予測に用いた諸量の数値、予測計算の過程などを明確にするものとされている。

- ①伝搬理論計算式による方法
- ②経験的回帰式による方法
- ③模型実験による方法
- ④現地実験による方法
- ⑤類似事例から推定する方法
- ⑥その他適切な方法

評価手法は、騒音、低周波音とも、状況調査及び予測の結果に基づき、実行可能な範囲で環境影響が回避し、又は低減されているか否かによることとし、併せて環境の保全等に係る基準又は目標等がある場合にはこれらとの整合に努めるものとされている。

事後調査は、工事中及び供用後の環境の状況等について調査を実施し、予測評価結果の検証を行うことにより、必要に応じて追加の環境保全対策を適切に講ずるとともに、事業者自らによる環境影響評価結果に基づく適正な事業実施、市による適切な指導及び今後の予測評価技術の向上に資することを目的としている。騒音に関する事後調査は、対象事業の実施に起因する騒音とその他の騒音を区別できる方法を検討するとともに、音源の稼働状況等の調査も併せて行う。低周波音に関する事後調査は、対象事業の実施に起因する低周波音とその他の低周波音を区別できる方法を検討するとともに、気象、音源の稼働状況等の調査もあわせて行うこととしている。

#### (10) 愛知県名古屋市

名古屋市環境影響評価条例における風力発電所の規模要件は、出力が50,000kW以上の風力発電所の設置及び変更（新設を伴うもの）の工事の事業である。

環境影響評価項目には工事時及び供用時とも騒音と低周波音が選定されている。

調査手法は、予測及び評価を行うために必要な程度において、環境影響評価

の項目に係る環境要素の状況に関する情報を得ることを目的とし、文献その他の資料の収集、現地調査等による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析により行うものとされている。調査・分析方法等について法令等に定めがあるときはその手法に準拠し、調査方法の選定に当たっては、調査の実施そのものに伴う環境への影響を回避し、又は低減するため、可能な限り環境への影響が小さい調査の方法を選定するものとされている。騒音の調査は、名古屋市等の調査結果の整理及び解析、現地調査については環境基準等に定める方法等によることとし、低周波音の調査方法は、「低周波音の測定方法に関するマニュアル」に定める方法、その他適切な方法によるものとされている。

予測手法は、工事中及び存在・供用時における環境の状況の変化又は環境への負荷の量を把握することとし、理論に基づく計算、模型等による実験、事例の引用又は解析その他の手法により、定量的に把握することを基本とし、定量的に把握することが困難な場合は定性的に把握する方法によるものとされている。騒音の予測は、事業特性、地形・地物の状況等を勘案し、数理解析モデル（日本音響学会式、伝搬理論式等）、模型実験、類似事例からの推計、その他適切な手法によるものとされている。低周波音の予測は、事業特性、地形・地物の状況等を勘案し、数理解析モデル（伝搬理論式等）、模型実験、類似事例からの推計、その他適切な手法による推計によるものとされている。

評価手法は、対象事業による環境影響の回避・低減が図られているか、国又は名古屋市等による環境保全施策との整合が図られているかを評価することとされている。騒音の評価は、対象事業による影響をどのように回避し、又は低減するのか、事業者の見解を示すこと及び騒音に係る環境基準等と対比によるものとされている。低周波音の評価は、対象事業による影響をどのように回避し、又は低減するのか、事業者の見解を示すこととしている。

事後調査は、対象事業に係る工事中及び存在・供用時において、対象事業の実施により環境影響評価の項目に係る環境要素に及ぼす影響の程度について把握し、予測及び評価並びに環境保全措置の妥当性を検証することを目的とすることとしている。

#### （1 1）新潟市

新潟市環境保全条例における風力発電所の規模要件は、出力が 10,000kW 以上の風力発電所の設置及び変更（新設を伴うもの）の工事の事業である。ただし、特別配慮地域においては、出力が 6,000kW 以上の風力発電所の設置及び変更（新

設を伴うもの)の工事の事業である。新潟市では風力発電設備を環境影響評価条例の対象事業としているが、新潟県では対象事業としていない。

環境影響評価項目には工事時に騒音、供用時に騒音と低周波音が選定されている。

調査手法は、対象事業に係る環境影響評価の調査の手法を選定するに当たって、技術指針に定める参考手法によるほか、技術指針に定める調査の手法に関する事項について、適切に予測及び評価を行うために必要な範囲内で、当該選定項目の特性、事業特性及び地域特性を踏まえ、当該選定項目に係る予測及び評価において必要とされる水準が確保されるよう選定するものとされている。騒音の調査は、文献その他の資料及び現地調査による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析によるものとし、低周波音の調査は、文献その他の資料及び現地調査による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析によるものとされている。

予測手法は、技術指針に定める参考手法によるほか、選定項目に係る環境要素に及ぶ恐れがある環境影響の程度を把握する手法として、当該選定項目の特性、事業特性及び地域特性を踏まえ、当該選定項目に係る評価において必要とされる水準が確保されるよう選定するものとされている。騒音の予測は、音の伝搬理論に基づく予測式による計算により、低周波音の予測は、事例の引用又は解析によるものとされている。

評価手法は、環境要素に及ぶおそれがある環境影響が、実行可能な範囲内ではできる限り回避され又は低減されているか、基準又は目標が示されている場合は、当該基準又は目標と調査及び予測の結果との間に整合が図られているかを検討するものとされている。騒音及び低周波音の評価は、評価の指針環境への影響を最小限にとどめるよう環境保全について配慮されているか検討し、評価項目ごとに現況調査及び予測の結果に基づき、評価手法の基本的な考え方に照らして評価することとされている。

事後調査は、次の場合に行うこととされている。

- ①予測の不確実性の程度が大きい選定項目について環境保全措置を講ずることとする場合
- ②効果に係る知見が不十分な環境保全措置を講ずることとする場合
- ③工事の実施中及び土地又は工作物の供用開始後において環境保全措置の内容をより詳細なものにする場合
- ④代償措置を講ずる場合であって、当該代償措置による効果の不確実性の程

度及び当該代償措置に係る知見の充実の程度を踏まえ、事後調査が必要であると認められる場合

⑤環境要素に係る環境影響を受けやすい地域において事業を実施する場合

⑥環境要素に係る環境の保全を目的として法令等により指定された地域において事業を実施する場合

⑦環境要素に係る環境が既に著しく悪化し、又は著しく悪化する恐れがある地域において事業を実施する場合により、環境影響の程度が著しいものとなる恐れがある時

なお、事後調査の項目及び手法の選定に当たっては、事後調査の実施に伴う環境への影響をできる限り回避し、又は低減するため、可能な限り環境への影響が小さい手法を選定することなどが示されている。

次に、地方公共団体における風力発電事業に関するガイドライン等の制定状況についても条例と前述同様に情報を収集し整理した。

地方公共団体においては、事業者が風力発電の事業を実施するにあたり、生活環境、自然環境及び景観等の保全の観点から、事業者が自主的に遵守すべき事項や調整手順を明らかにすること等により地域との調和を図り、風力発電事業の導入促進と地域の振興を図ること等を目的としてガイドラインを制定しているところがある。

ガイドラインにおける環境への配慮要素は生活環境、自然環境、景観等が掲げられており、生活環境に関しては騒音、低周波音、電波障害等を対象としている団体が多い。また、ガイドラインを制定している団体の多くは、風力発電事業が環境影響評価条例の対象事業でないか、もしくは条例を制定していない場合である。ただし、長野県は風力発電所の設置及び変更を環境影響評価条例の対象としているが、ガイドラインも制定している。

次に、地方公共団体における風力発電事業のガイドラインの概要を示すとともに表 3.1.2 に整理した。

#### (1) 静岡県

静岡県では、しずおか新エネルギー等導入戦略プランに定める新エネルギーの導入を促進するため、事業者が、静岡県内に風力発電施設を設置するに当たり、生活環境、自然環境及び景観の保全の観点から自主的に遵守すべき事項や調整手順を明らかにすることにより、環境への影響を未然に防止することを目

的として「静岡県風力発電施設等の建設に関するガイドライン」を制定している。

ガイドラインの対象となる要件事業は、風力発電施設及び施設建設に伴う送電線等の付帯設備の新設又は増設で、出力規模の合計が10,000kW以上としている。

建設に関する基準は、住宅等からの距離、騒音、低周波音など8項目が定められている。

ガイドラインによる調整手順は、事業立案時に住民及び県に概要説明を行い、環境影響評価はNEDOの「風力発電のための環境影響評価マニュアル」（以下、「NEDOマニュアル」という）に基づき実施し、その結果を市民に説明し同意を得ることとしている。

施設稼働後は事後調査を実施し、その結果を市民及び県へ説明し意見を求め、意見等に関しては改善措置を講ずることとされている。

## （2）長野県

長野県は環境影響評価条例とは別に、事業者が中型及び大型風力発電所を建設する際に、事業化に向けた手順のモデルを示すとともに、住民や関係市町村長が計画について独自に判断する手順のガイドラインとして活用することを目的として「長野県の風力発電の建設に関するガイドライン」を制定している。

ガイドラインの対象となる要件は、定格出力50kW以上、ハブ高さ25m以上または風車直径15m以上としている。ちなみに、条例対象の要件は10,000kW以上風力発電所である。

ガイドラインには、建設に関する基準は盛り込まれておらず、手続き手法を定めている。環境への配慮は景観と鳥類に限定されている。事業者は計画段階において事業概要書を作成し、県や市町村に提出するとともに住民に説明し同意を得ることとされている。

## （3）鳥取県

鳥取県は風力発電所の立地に際して、事業者候補地における土地利用、景観、騒音及び生態系の各種の自然的社会的条件を示すことにより、周辺地域との調和を図ることを目的に「風力発電施設建設ガイドライン」を制定している。

ガイドラインの対象となる風力発電施設は、風車、変圧器、送電線、輸送道路等の付帯設備の新設、増設、移設や大規模改修で、対象となる規模は、一団

の施設としての総出力が 500kW 以上としている。

建設に関する基準は、建設地域の制限、騒音レベルなど 6 項目が定められている。騒音等の環境要素に及ぼす影響の検討や評価については、「風力発電導入ガイドブック（新エネルギー・産業技術総合開発機構作成）」、「風力開発における環境影響評価手法調査」、「NEDO マニュアル」及び「鳥取県環境影響評価技術指針」を参照するよう示されている。

ガイドラインによる調整手順で、事業者は計画段階で県関係課と協議し、住民への説明は基本設計終了時、工事着工前、工事完了後等適切な時期に行うこととしている。風力発電施設の供用後には事後調査を実施し、課題等がある場合には住民へ周知し、適切な措置をとり県に報告することとされている。

#### （４）島根県

島根県は、事業者が行う風力発電所建設事業について、事業者が自主的に行う環境影響評価手続きが円滑に進行することを助け、地域特性に配慮した適切な環境配慮が効果的に行われることにより、豊かな環境を守りはぐくみ、持続的に発展する島根をつくることに寄与することを目的として、「島根県風力発電所環境配慮指針」を制定している。

同指針の対象となる要件は、総出力が 10,000kW 以上の施設を建設する事業としている。

建設に関する基準等は本指針独自には定められていない。

指針による調整の手順は、NEDO マニュアル及び猛禽類保護の進め方（環境庁自然保護局野生生物課編）によることとしている。しかし、NEDO マニュアルでは知事、市町村長の意見を聞く手続きがなく、地域の意見が建設に反映されない懸念が生じたため、知事意見を述べる仕組みを同指針に盛り込んでいる。

#### （５）稚内市（北海道）

稚内市は、事業者が風力発電所の建設にあたり、環境保全、景観形成の視点から自主的に遵守すべき事項として「稚内市風力発電施設建設ガイドライン」を制定している。

ガイドラインの対象となる要件は、風力発電施設及び送電線等の付帯設備等の建設事業で、発電規模が 100kW もしくは風車の高さが 39m を超えるものとしている。

建設に関する基準は、市域を各種法規制や環境保全の程度により次のように

区分している。

- ① 法規制により建設が困難な場所
- ② 自然保護等から建設が好ましくない場所
- ③ 建設にあたって調整を要する場所
- ④ 制限指定のないところ

④の制限指定のないところについては、風力発電所から民家までの距離（2km）により基準が異なっている。2 km以内に民家が存在しない場合には、電波障害、動植物への影響の回避、住民合意形成等であるが、2 km以内に民家が存在する場合には、上記に加えて、民家から 500mの距離の確保、騒音の現況非悪化もしくは環境基準値遵守が追加されている。

ガイドラインによる調整手順は、建設前の騒音調査など 6 項目の事前調査の実施、建設スケジュールや発生騒音の予測など事業計画事業説明会の実施、供用開始後の騒音調査など障害発生が予測された項目の事後調査結果を稚内市へ報告を行うこととされている。

#### （6）山形県酒田市

酒田市は事業者が風力発電の施設を建設するにあたり、環境面及び景観面の調和をとれたものにするため、事業者が配慮すべき基準を示し、関係法令などの事前協議を行うことを目的として「酒田市風力発電施設建設ガイドライン」を制定している。

ガイドラインの対象となる要件は、風力発電の施設及び施設建設に伴う付帯設備の新設、増設若しくは大規模な改修で、発電規模が 100kW もしくは高さ 35 mを超えるものとしている。

建設に関する基準は、住宅等との 200m以上の距離の確保（ただし、風車の最高部の高さが 100m を超える場合は、住宅との距離は高さの 2 倍とする。）、騒音は環境基準値内であることなど 5 項目が定められている。さらに施設立地に関して環境保全等の見地から、市域を次のように区分している。

- ①建設に関する基準（ガイドライン）を遵守して、調整手順を踏んで建設が可能な区域
- ②建設にあたって調整を要する区域
- ③建設が好ましくない区域

調整手順は、住民説明会などの状況や、関係法令に基づく協議状況を随時市に報告し、工事完了後についてもガイドラインに基づき騒音や電波障害につい

て事後調査を行い、結果を市に報告することとされている。

#### (7) 山形県遊佐町

遊佐町は風力発電所の事業の実施にあたり、事業者が環境保全、景観への配慮や地域住民との調整等、自主的に遵守すべき事項や調整手順を明らかにし、風力発電の導入の促進と地域の振興を図ることを目的に「遊佐町風力発電施設建設ガイドライン」を制定している。

ガイドラインの対象となる要件は、風力発電施設及び施設建設に伴う付帯設備の新設、増設若しくは大規模な改修で、発電規模が100kW若しくは高さ35mを超えるものとしている。

建設に関する基準等は、住宅等との300m以上の距離の確保、騒音は環境基準値内であること、低周波音は「低周波音問題対応の手引書」の参照値未満となるよう配慮するなど8項目が定められている。さらに、各種法的規制や環境保全等により市域を建設が可能な区域、建設が好ましくない区域に区分している。

ガイドラインによる調整手順は、建設する際の基準を遵守のうえ、NEDOマニュアルに基づき環境影響評価を行い、その結果を住民等へ説明するとともに、町へ報告することとされている。工事終了後は、ガイドラインの基準について事後調査を行い、影響が回避できない場合は町と協議して改善の必要な措置を講じ、影響が甚大で復元が困難として、計画の変更等が求められた場合は必要な措置をとり、さらに建設後に紛争が発生した場合は適切に対処し、町に報告することとされている。

#### (8) 静岡県浜松市

浜松市は風力発電の施設及び施設建設に伴う送電線等の付帯設備の建設を行う事業者が遵守すべき事項や調整手順を明らかにすることにより、環境の保全と風力発電施設等の建設促進との両立を図ることを目的として「浜松市風力発電施設に関するガイドライン」を制定している。

ガイドラインの対象となる要件は、風力発電所の新設、増設又は大規模改修で、発電規模が100kW以上の風力発電所としている。ガイドラインの対象地域は市内全域とし、法令等の規制、自然環境等の保全、生活環境の確保等により区域を

##### ① 法令等の規制により建設等ができない区域

② 法令等の許可を得て調整により建設等が可能な区域

③ 調整により建設等が可能な区域

に区分している。また市域以外の事業においても、浜松市に影響を及ぼす場合にはガイドラインを適用することとしている。

建設に関する基準は、住宅等との距離、騒音、低周波音など 10 項目が定められており、住宅等との距離は、風車最高点の 2 倍の長さ以上で、その距離が 300 m 未満の場合には 300m 以上となっている。騒音については、最寄りの住宅等において環境基準値を超えないものとされている。低周波音については、住宅等において、「低周波音問題対応の手引書」の低周波音による物的及び心身に係る苦情に関する参照値を超えないものとなっている。

ガイドラインによる調整手順は、事業者は環境影響評価の手続きに先立ち、市及び住民等に事業区域、規模の概要について事前説明を行うこととされている。環境影響評価の手法は NEDO マニュアルに基づいて実施し、事業者は環境影響評価書等を作成し公表するとともに、住民等への説明会を開催し、同意を得ることとしている。建設時や施設稼働時には環境への影響調査を実施し、影響が認められた場合には改善のための措置をとり、さらに紛争が生じた場合には適切に対応をとることとされている。

#### (9) 静岡県掛川市

掛川市は、風力発電所を設置する事業者が、生活環境及び自然環境の保全等の視点から自主的に遵守すべき事項を定め、風力エネルギーの利用の拡大に資することを目的として「掛川市風力発電施設設置ガイドライン」を制定している。

ガイドラインの対象となる要件は、発電規模が 100kW 以上の風力発電所及び送電線等の付帯設備の新設、増設又は大規模な改修とされている。

建設に関する基準は、騒音が民家において環境基準内であること、既設の風力発電との調整、近隣住民等との合意など 6 項目が示されている。

ガイドラインによる調整手順は、事前調査、事前説明、市との協議、設置後の調査、維持管理及び障害発生時に対応することとなっている。事前調査については、施設の稼働等に伴う影響を把握するために、設置前の騒音状況、設置後の騒音発生予測など 6 項目が示されている。事前説明については、近接住民等に対して、設置計画、騒音発生予測などを説明することとされている。設置後の調査は影響が生じると予測された事項に関して調査するとともに、障害が

発生した時は誠意をもって対応をとることとされている。

#### (10) 愛知県豊橋市

豊橋市は、風力発電施設の建設を行おうとする者に対し、関係法令による規制のほか、自主的に遵守すべき基準や調整手順等を明らかにすることにより、風力発電による新エネルギー利用の促進と環境及び景観等の保全との両立を図ることを目的に「豊橋市風力発電施設等の建設に関するガイドライン」を制定している。

ガイドラインの対象となる要件は、1基あたりの定格出力が100kW以上の発電施設及び送電線等の付帯設備の新築、増築、又は改築としている。

建設に関する基準等は、住宅等との200m以上の距離の確保、騒音が最寄りの住宅等において環境基準を超えないこと、低周波音が住宅等において「低周波音問題対応の手引書」の参照値を超えないこと、振動が敷地境界において振動規制法に基づく基準値を超えないことなど10項目が示されている。

ガイドラインによる調整手順は、建設前には市等と法規制に係る協議、環境影響評価の実施、住民等への事業概要及び環境影響評価の結果説明を行うこととされている。環境影響評価はNEDOマニュアルに基づくこととされている。また、建設後には、建設の基準について事後調査を行い、環境影響が認められた場合には改善の措置を講じ、騒音等の障害が発生した時には対応をとることとされている。

#### (11) 宮崎県西都市

西都市は、風力発電施設等の建設等を行う事業者が法規制を踏まえつつ、環境と景観の保全及び住民生活への影響の観点から自主的に遵守すべき事項や調整手順を明らかにすることにより、風力発電の導入の促進と地域の振興との両立が図られることを目的として、「西都市風力発電施設等の建設等に関するガイドライン」を制定している。

ガイドラインの対象となる要件は、発電規模が100kW以上の風力発電の施設及び施設建設に伴う送電線等の付帯設備についての新設、増設又は大規模な改修としている。

建設に関する基準等は、住宅等との200m以上の距離の確保、騒音が最寄りの住宅において環境基準の類型Bの基準値を超えないこと、ただし、文教施設等においては類型AAの基準を超えないこと、低周波音については住宅等におい

て、「低周波音問題対応の手引書」の参照値を超えないことなど、10項目が示されている。

ガイドラインによる調整手順は、建設前に、事業者が市と風力発電事業に関する協定を締結し、市の関係課等と協議を行い、環境影響評価終了後に住民へ環境影響評価書による説明会を開催し、関係自治会の同意を書面で得ることとされている。環境影響評価はNEDOマニュアルに定める方法に基づくこととされている。建設後は、工事完了後に建設等に関する基準指標の調査を行い、影響が認められた場合には改善のための措置を講じ、紛争が発生した場合には適切な対応をとることとされている。

表 3.1.1 を挿入

表 3.1.1 を挿入

表 3.1.2 を挿入

### 3.1.2 既設の風力発電所における環境影響評価の事例

国内における既設の風力発電施設における環境影響評価の状況を把握するために、その事例を収集し、騒音等に係る部分を整理した。その概要を表 3.1.3 に示した。

稼働中および計画段階の計 5 つの収集した事例の中の現地調査に関しては、いずれの事例も、騒音、低周波音ともに 1~2 日の期間において行われていたが、季節や実施月に共通点は見出せない。E 計画のみが、3 月と 7 月という異なる季節（月）に 2 回の現地調査を実施していた。調査地点は発電施設周辺の居住地域内で最寄りとなる家屋付近に設定されていることが多かったが、調査地点数については、居住地域の分布状況により差異が見られた。騒音に係る測定方法はいずれもが JIS Z 8731<sup>1)</sup>に記載される方法を採用しているため、時間重み特性やマイクロホン高さ、サンプリング時間は概ね一致している。低周波音については、調査そのものを実施していない事例もあり、唯一調査を実施した E 計画では「低周波音の測定方法に関するマニュアル」<sup>2)</sup>が使用されている。調査結果において、騒音はオーバーオール値のみで示されることが多いが、低周波音については、特に近年実施された事例において、G 特性及び FLAT 特性のオーバーオール値だけでなく、1/3 オクターブバンド音圧レベルが計測されていた。

予測においては、メーカーから提示される音響パワーレベルを基に、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）によって作成された「風力発電導入ガイドブック」（以下、NEDO ガイドブックという）<sup>3)</sup>に記載されている距離減衰式を用いて周辺居住地域における騒音レベル及び低周波音レベルが計算されていた。メーカーによる音響パワーレベルは IEC 61400-11<sup>4)</sup>に基づき、地上高度 10m における風速 8m/s 時の見かけの値として提示されているが、併せて示される風速依存性のデータを基に、発電所周辺の年平均風速を予測条件としている事例も散見された。また、E 計画では、定格運転に近い状態であると考えられる風速 8m/s 時の音響パワーレベルを基に予測が行われていた。なお、NEDO ガイドブックによる予測式においては、「空気減衰」の効果が考慮されている。この式中  $\alpha$  で与えられる係数については出典が明らかにされていないが、IS09613-2<sup>5)</sup>に記載される「空気の音響吸収」における大気吸収減衰係数の中心周波数 1000Hz、気温 20℃、相対湿度 70%の値が引用しているものと推察している。一方、5 つの収集した事例のいずれについても、低周波音としては 100Hz 以下の周波数帯域を対象としていた。低周波音の予測においては、空気の音響吸収に係る式は考慮せず、距離減衰のみで計算している事例がほとんどであっ

た。

騒音評価については、A 類型あるいは B 類型の環境基準値との比較によるものがほとんどであった。風力発電施設が立地されるような地域では、環境基準の類型指定が行われていないことが多いが、そのような場合は現況調査の結果などを踏まえて A 類型の基準を準用している事例が多いようである。低周波音については、ISO 7196<sup>6)</sup>に記載している感覚閾値などとの比較により評価している事例が多いが、近年では 1/3 オクターブバンド別に予測値を示した上で評価をしている事例もあった。

なお、福島県では、「福島県風力発電所騒音防止対策要綱」により敷地境界における規制で適用しており（表 3.1.4 を参照）、これとの整合性についても評価している。

表 3.1.3 国内における環境影響評価の事例（騒音）

事業		A 発電所 (稼働中)	B 発電所 (稼働中)	C 発電所 (稼働中)	D 発電所 (稼働中)	E 計画 (許認可手続き中)
調査	実施時期・期間	10月の1日間	11月の2日間	3月の1日間	6月の1日間	3月、7月の各1日間
	測定地点	周辺居住地域内の最寄りとなる家屋等、全4地点	周辺居住地域内の最寄りとなる家屋等、全10地点	周辺居住地域内の最寄りとなる家屋等、全5地点	発電所敷地境界3地点及び最寄り家屋1地点	周辺居住地域内の最寄りとなる家屋等、全10地点
	方法	JIS Z 8731「環境騒音の表示・測定方法」	JIS Z 8731「環境騒音の表示・測定方法」	JIS Z 8731「環境騒音の表示・測定方法」	JIS Z 8731「環境騒音の表示・測定方法」	JIS Z 8731「環境騒音の表示・測定方法」
	時間重み特性	記載なし	FAST	FAST	記載なし	FAST
	マイクロホン高さ	記載なし	1.2m	1.2m	記載なし	1.2m
	サンプリング時間	記載なし	0.2秒	0.2秒	記載なし	0.2秒
予測	パワーレベル	地上高度 10mにおける風速 8m/s に対する値として 105.1dB	地上高度 10mにおける年平均風速 (5m/s) に対する値として 96.2dB~104.8dB	地上高度 10mにおける年平均風速 (4.9m/s) に対する値として 101.6dB	100dB (風速条件は不明)	地上高度 10mにおける風速 8m/s に対する値として 104.5dB
	計算式	NEDO ガイドブックによる予測式 $L_n = L_w - 10 \log(l^2 + h^2) - 8 - \Delta L_{AIR}, \quad \Delta L_{AIR} = \alpha(l^2 + h^2), \quad \alpha = 0.005 \text{dB/m}$				
評価	基準	A 類型の環境基準として定められた数値及び「福島県風力発電所騒音防止対策要綱」	A 及び B 類型の環境基準として定められた数値	B 類型の環境基準として定められた数値	B 類型の環境基準として定められた数値及び「福島県風力発電所騒音防止対策要綱」	A 類型の環境基準として定められた数値

表 3.1.3 国内における環境影響評価の事例（低周波音）

事業		A 発電所 (稼働中)	B 発電所 (稼働中)	C 発電所 (稼働中)	D 発電所 (稼働中)	E 計画 (許認可手続き中)
調査	実施時期・期間	調査は未実施	環境影響評価書として は未実施	環境影響評価書として は未実施	調査は未実施	3月、7月の各1日間
	測定地点					周辺居住地域内の最寄りとなる家屋等、全10地点
	方法					「低周波音の測定方法に関するマニュアル」
	時間重み特性					SLOW
	マイクロホン高さ					1.2m
	サンプリング時間					1.0秒
予測	パワーレベル	海外における風下距離 200mでの測定事例よりナセル高度での風速 12m/s 及び 17m/s に対する値として 65dB、70dB			メーカー資料より 105dB (風速条件は不明)	ナセル位置での風速 7.6m/s に対するメーカー測定値
	計算式	騒音と同じ (NEDO ガイドブックによる予測式)				$SPL = PWL - 10 \log(l^2 + h^2) - 8$ (距離減衰のみ)
評価	基準	G 特性音圧レベルで 100dB			G 特性音圧レベルで 90dB	1/3 オクターブバンドの感覚閾値及び一般的な測定事例

表 3.1.4 福島県風力発電所騒音防止対策要綱

区域の区分		時間の区分			
		朝	昼 間	夕	夜 間
		6:00～7:00	7:00～19:00	19:00～22:00	22:00～6:00
第1種 区域	第1種低層住居専用地域 第2種低層住居専用地域	45 デシベル	50 デシベル	45 デシベル	40 デシベル
第2種 区域	第1種中高層住居専用地域 第2種中高層住居専用地域 第1種住居地域 第2種住居地域 準住居地域	50 デシベル	55 デシベル	50 デシベル	45 デシベル
第3種 区域	近隣商業地域 商業地域 準工業地域 用途地域以外の地域	55 デシベル	60 デシベル	55 デシベル	50 デシベル
第4種 区域	工業地域	60 デシベル	65 デシベル	60 デシベル	55 デシベル
第5種 区域	工業専用地域	70 デシベル	75 デシベル	70 デシベル	65 デシベル

### 3.1.3 一般社団法人日本風力発電協会による自主規制案

一般社団法人日本風力発電協会（以下、JWPA という）は風力発電業界団体であり、風力発電を純国産の再生可能エネルギーとして、我が国の長期的エネルギー需給において重要な電源の一つとして位置付けるべく、様々な活動を実施している。JWPA は平成 23 年初頭に「風力発電環境影響評価規程自主規制（案）」を策定し、「風力発電を推進する中で、それに係る施設を建設することによって周辺住民の生活環境に対して何らかの影響を及ぼし得るとの考えに立脚し、それによって一種の迷惑施設となり得ることを事業者として認識し、住民の理解が得られるように丁寧に対応することが重要である」と指摘している。ここでは、自主規制（案）に盛り込まれた風力発電所に係る環境影響評価について、騒音・低周波音を中心にその概要を示した。

まず自主規制（案）では、住民とのトラブルを避けるために、**図 3.1.1** に示すようなプロセスを考え、必要に応じて上記の(2)と(3)を繰り返し、(4)に近づけることが運転開始後のトラブルを回避する、としている。

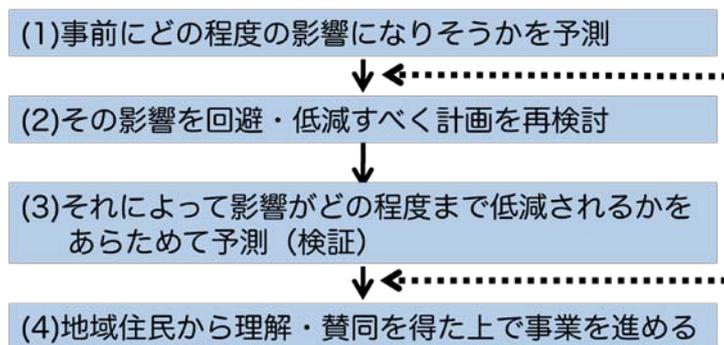


図 3.1.1 環境影響評価調査の進め方

風力発電については現在、前項で示した通り、一部の都道府県条例等を除いて環境影響評価の対象事業とはなっていない。それらの条例の多くで独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が作成した「風力発電のための環境影響評価マニュアル（第 2 版）」（以下、NEDO マニュアルという）<sup>7)</sup>に沿って環境影響評価が実施されている。JWPA の自主規制（案）はこの NEDO マニュアルの内容をほぼ踏襲しながらも、部分的に補強する形で策定されている。例えば、NEDO マニュアルにおいて対象とする風力発電所の規模要件が 10,000kW 以上を目安にしているのに対し、事実上 1 基（1,000kW）以上の風力発電所と設定し直している。この背景には、国内の 10,000kW 未満の風力発電所において環境影響評価を実施せず、地域住民とのトラブルの原因になった例が一部に見ら

れることがある。このほかに強化された事項を整理すると表 3.1.5 のようになり、その結果 JWSA による環境影響評価規程自主規制（案）では各評価項目について表 3.1.6 に示すような対応となっている。

表 3.1.5 環境影響評価における評価項目の比較

	NEDO マニュアル		JWSA 環境影響評価規程
規模要件	・ 10,000kW 程度以上	▶	・ 1,000kW 以上
住民への情報提供	・ 縦覧による情報提供	▶	・ 準備書縦覧中に住民説明会を開催することを義務化
有識者意見の聴取	・ 聴取が望ましい（義務ではない） ・ 有識者の選定方法の規定なし	▶	・ 有識者意見の聴取を義務化 ・ 関係市町村からの推薦・紹介等により有識者を選定
騒音・低周波音	・ 低周波音は住宅等に近接する場合に評価項目として選定 ・ 1 季節以上について最低 1 日ずつ調査	▶	・ 低周波音は原則として評価項目に選定 ・ 様々な条件下の騒音レベルが把握できる期間に調査

表 3.1.6 JWSA による環境影響評価規程自主規制（案）による評価項目

評価項目	選定状況	備考
騒音	○ ※	
低周波音	○ ※	
電波障害	○	
地形及び地質	△	対象事業実施区域内に重要な地形及び地質が存在する場合に選定
動物	○	
植物	○	
景観	○	
人と自然との触れ合いの活動の場	△	対象事業実施区域に触れ合いの活動の場が存在、もしくは近接する場合に選定

○：評価項目として選定するもの

△：備考欄に掲げる内容に該当する場合に評価項目として選定するもの

※：騒音及び低周波音に関しては、気象条件（風速や風向等）に応じた測定期間の設定や結果の評価方法等、現時点で標準化されていない事項が多いことから、基本的には評価項目として選定し、何らかのデータを蓄積しておくことが重要である。

注：生態系に関しては、動物および植物の調査結果により動植物の関係性を評価することで生態系の概況の把握に努める。

表 3.1.6 にある通り、JWSA の自主規制（案）で大幅に強化された事項の一つ

には騒音および低周波音が含まれ、低周波音は原則として評価項目に選定することと、様々な条件下の騒音レベルが把握できる期間に調査することが示されている。

JWPA では、環境影響評価の項目及び手法の選定にあたって、風力発電が与える環境影響の一つとして、騒音について実例等に基づいて解説している。

風力発電設備から発生する騒音の主要な発生源として、

- ・ギアボックス内や冷却ファンから発生する機械音
- ・ブレードの回転に伴う風切り音

に大別している。その上で機械音は、近年の風力発電設備の大型化による回転速度の減少、タワーの高層化、機種によってはギアレス化などにより、地表面付近に伝搬する騒音レベルは小さくなってきてはいると述べている。一方、タワー内部に機械音が反響し、遠方まで伝搬している事例も見受けられ、実際に機械音による睡眠障害をナセル内部の防音処理によって改善を試みた事例を紹介している。風切り音は依然残された課題と位置づけ、風力発電設備の回転に合わせた周期的な音が風の影響で遠方まで伝搬するケースも少なくないと指摘している。また、風力発電設備から発生する騒音のマスキングについて触れ、強風下における周囲の木々、電線、建造物等からの風切り音や海岸部における波音等をマスキングとして例示している。これとは逆の状況として生活音が小さくなる夜間を紹介し、気象条件によって風下側の谷地等で風力発電設備から発生する騒音がマスクされない現象も確認され、かつこのような場合に騒音が風によって遠方まで伝搬する可能性を指摘して、注意喚起している。なお、騒音伝搬に及ぼす風の影響について、ASJ Model 1998 で示したベクトル風速による騒音レベルの増減を紹介している。可聴周波数領域の低周波音について、その聞こえ方に個人差が大きいこと、建築物等の窓サッシ等の透過損失が小さい(防音効果が小さい)ことを特徴として挙げ、睡眠影響等の発生する可能性に言及するとともに、騒音に対する反応が心理的要因に影響を受け易く、仮に騒音レベルが小さくても苦情対象になる場合があり、地域住民への事前の周知が重要であると解説している。さらに、風力発電所の敷地境界(対象事業実施区域の境界)において、時間帯毎に許容限度を適用している福島県の事例を紹介し留意を促している。以上を踏まえ、JWPA は自主規制(案)の中で騒音および低周波音に対して次の9つを評価にあたってのチェックポイントとして挙げ、それらの解説においてNEDO マニュアルとの違いを明示している。

- ・ 調査すべき内容について
- ・ 調査の基本的な手法について
- ・ 調査地域について
- ・ 調査地点について
- ・ 調査期間等について
- ・ 予測の基本的な手法について
- ・ 予測地域について

騒音については、「調査の基本的な手法について」、「調査地域について」、「調査期間等について」において変更が加えられている。具体的には、基本的な手法について、全天候型防風スクリーンを設置し風雑音の影響を避けることや風力発電設備の様々な稼働状況を想定した測定によって状況を幅広く把握することを推奨している。また、地形の影響への配慮を指摘し、周辺の特徴的な地形を見落とさないよう注意を呼び掛けている。調査地域については、範囲を数値で例示することをせず「“騒音に係る環境影響を受けるおそれがある地域”」として広範囲の考慮を指摘している。さらに調査期間を対象地域に対して「“実態に応じた適切な時期を選定し、様々な条件下の騒音レベルが把握できる期間において昼間及び夜間の各時間帯に連続調査する”」とし、実態把握の重要性を示唆している。低周波音についても概ね同様であるが、超低周波音やG特性音圧レベル等について補足説明されるとともに、冒頭において低周波音の評価において「人が音を聞き取れる（感じ取れる）範囲」<sup>8)</sup>や、「物的苦情に関する参照値」、「心身に係る苦情に関する参照値」<sup>9)</sup>などが参考となる、と記している。

## 参考文献

- 1) JIS Z 8731 : 環境騒音の表示・測定方法 (1999) .
- 2) 環境省大気保全局 : 低周波音の測定方法に関するマニュアル (平成 12 (2000) 年 10 月) .
- 3) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 : 風力発電導入ガイドブック第 9 版 (2008) .
- 4) IEC 61400-11 : Wind turbine generator systems -Part 11: Acoustic noise measurement techniques (2002) .
- 5) ISO 9613-2 : Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 2: General method of calculation (1996) .

- 6) ISO 7196 : Acoustics -- Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements (1995) .
- 7) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 : 風力発電のための環境影響評価マニュアル (第2版) (2006) .
- 8) 環境省水・大気環境局大気生活環境室 : よくわかる低周波音 (平成19 (2007) 年2月) .
- 9) 環境省環境管理局大気生活環境室 : 低周波音問題対応の手引書 (平成16 (2004) 年6月) .

## 3.2 風力発電所から発生する騒音等の測定方法の検討

風力発電所から発生する騒音等（以下、風車音という）は、

- ① 200Hz 以下の比較的低い周波数域に主要な成分を持つ。
- ② 機種や施設によっては純音成分が卓越している。
- ③ 風向・風速の変化により音圧レベルが大きく変動する。
- ④ 非常に静かな環境の場所に建設されることが多く、周囲の一過性の騒音の影響を受けやすい。
- ⑤ 一定の風速に達しないと風車が稼働しない。
- ⑥ 風が強いと風雑音の影響が大きい。

など、これまでの騒音等とは異なった性質を持っていることが特徴である。

したがって、風車音をいつ（when）・どのくらいの期間（how long）・どこで（where）・何を（what）・どうやって（how）把握すれば良いか、その測定方法はまだ確立されていない。

ここでは、これまでの騒音等の測定方法を風車音に適用できるかどうかを慎重に検討する必要があることから、まずは既存の測定方法の概要を把握したうえで、適用の可能性の可否について検討を行った。

騒音測定方法については、JIS Z 8731<sup>1)</sup>に等価騒音レベルを基本とした測定方法が決められている。

風車音は概して周波数が低いほど成分が大きい傾向にあることから、本節では、騒音測定方法を念頭に置きつつ、低周波音の測定方法を中心に既存の測定方法について整理を行った。

### 3.2.1 「低周波音の測定方法に関するマニュアル」と「低周波音問題対応の手引書」における測定方法の整理

低周波音の測定方法に関しては、環境省より「低周波音の測定方法に関するマニュアル」<sup>2)</sup>、「低周波音問題対応の手引書」<sup>3)</sup>が公表されている。どちらも、環境省が地方公共団体の騒音振動担当者を対象に作成した技術資料である。このうち、前者は環境調査、実態把握、苦情対応、対策の為の調査まで対象としており、後者は苦情対応に特化したものである。

本項では、風力発電所から発生する騒音等の測定方法の検討にあたり、既存の低周波音の測定方法について整理した。

- (1) 環境省「低周波音の測定方法に関するマニュアル」について

「低周波音の測定方法に関するマニュアル」は、低周波音の苦情があった場合の対処方法、低周波音の測定方法、録音データの解析方法について解説されている。

#### ア) 調査地点の選定

原則屋外として、地点の選定に当たっては、暗騒音レベルが大きく対象となる低周波音が精度良く測定できない場所や、建物や地形による音の反射、遮蔽、回折により局所的に音圧レベルが変化する場所を避けるとしている。本書においては、苦情対応だけでなく、環境騒音（低周波音）の把握や対策のための測定も視野に入れて記述されている。

#### イ) 測定時期及び測定時間

環境騒音（低周波音）の把握も視野に入れているため、その地域の低周波音の状況を代表する時期、時間帯に行うとしている。風の強さは季節や時刻によっても異なる。冬型の気象配置のときなどは季節風が強く吹いて測定が難しい。

#### ウ) 測定量

##### ① 感覚・睡眠影響の評価

G 特性音圧レベル ( $L_G$ ) 及び 1/3 オクターブバンド音圧レベル ( $L_{p, 1/3oct.}$ )

##### ② 建具等のがたつき

1~50Hz の 1/3 オクターブバンド音圧レベル ( $L_{p, 1/3oct.}$ )

##### ③ 圧迫感・振動感

1~80Hz の 1/3 オクターブバンド音圧レベル ( $L_{p, 1/3oct.}$ )

#### エ) マイクロホンの設置位置及び具体的測定手法

原則として、マイクロホンは地上 1.2~1.5m の高さに設置する。ただし、風の影響がある場合には地上に設置することにより風雑音の影響をいくらか軽減できることが記載されている。測定にあたっては、時間重み特性を SLOW (1s) とする。

なお、低周波音の測定では風雑音等の影響により測定値はもとより暗騒音が大きく変化する。測定時におけるこれらによる影響の度合いを把握することは困難であるので、「低周波音の測定方法に関するマニュアル」では「暗騒音の補正は行わない」としている。

#### オ) 防風の手法等の配慮事項

風が吹いている場合には、録音に際して、レベルレコーダや実時間周波数分析器を見ながら風雑音による影響をこまめに記述やアナウンスする

ことが望ましい。

マイクロホンには防風スクリーンを装着する。測定時の風雑音により、見かけ上の音圧レベルが不規則に変動する場合には、低周波音圧レベル計を地上において測定すれば風雑音の影響をいくらか軽減できる。しかし、低周波音の測定においては直径 20cm の連続気泡ポリウレタン製防風スクリーンでも風雑音を十分に低減できないとしている。

#### カ) 測定結果の整理方法

測定結果の整理方法に関する主要な項目を整理すると以下のようになる。

##### ①変動の少ない低周波音

平均値を求める。

##### ②変動する低周波音

最大値を適当な回数について読み取るか、測定時間内（例えば 10 分間）の最大値及びパワー平均値を求める。

##### ③単発的又は間欠的に発生する低周波音

発生時の最大値を読み取る。間欠的に発生する場合は、発生ごとの最大値を読み取る。

なお、注意事項として、測定時に風が吹いている場合には、①と③については風の影響のない測定時間より結果を導出する。②については、風雑音により測定値が変動する場合には、原則として結果の導出は出来ないと記載されている。

#### キ) 発生源の稼働状況及び風速の把握

発生源の種類・発生状況などをわかる範囲で記録しておく。

#### (2) 環境省「低周波音問題対応の手引書」について

「低周波音問題対応の手引書」は、低周波音苦情申立ての受け付けから解決に至る道筋における、具体的な方法や配慮事項、技術的な解説が盛り込まれている。具体的な測定方法は、原則として「低周波音測定方法に関するマニュアル」によるとされている。

##### ア) 調査地点の選定

物的苦情については、「問題となる住居などの建物屋外、建物から 1～2m」、心身苦情については、「苦情者の住居などの問題となっている部屋の問題となっている位置（原則として窓閉め条件）」とされている。

##### イ) 測定時期及び測定時間

苦情が発生している場合には、低周波音が発生する時間帯、時期等に測定を行う。苦情が発生していない場合には、低周波音の問題を生じやすい時期、時間帯、あるいはその地域における低周波音の状況を代表するような時期、時間帯に行うとしている。

ウ) 測定量

①心身苦情の場合

G 特性音圧レベル ( $L_G$ ) 及び 10~80Hz の 1/3 オクターブバンド音圧レベル ( $L_{p, 1/3oct.}$ )

②物的苦情の場合

5~50Hz の 1/3 オクターブバンド音圧レベル ( $L_{p, 1/3oct.}$ )

エ) マイクロホンの設置方法及び具体的測定手法

原則として「低周波音の測定方法に関するマニュアル」による。発生源側と苦情者側の同時測定、施設の稼働・停止を行うことを推奨している。

オ) 防風の手法等の配慮事項

「低周波音の測定方法に関するマニュアル」と同様に、風雑音による影響には注意が必要である。

カ) 測定結果の整理方法

「低周波音問題対応の手引書」で想定している発生源は変動の少ない固定された発生源であることから、間欠的・衝撃的な低周波音は想定していない。また、変動する低周波音の整理方法を記載しているのは、伝搬過程における風などによる影響によるレベル変動や、発生源側のうなり等に伴うレベル変動を想定してのことである。

①変動の少ない低周波音

10 秒間から 1 分間程度のパワー平均値を求める。

②変動する低周波音

音圧レベルが (5dB を超えて) 変動する場合は、指示値が大きくなるときに注目して、それらの最大値を適当な回数 (5 回から 10 回程度) 測定し、それらのパワー平均値を求める。

キ) 発生源の稼働状況及び風速の把握

発生源の種類・発生状況などをわかる範囲で記録しておく。

(3) 風力発電所からの低周波音測定への適用にあたっての課題について  
風車音の音圧は、長距離伝搬する際の風の影響や風車周辺の風速の変化等に

より大きく変動するが、発生源から遠い場所では周囲の騒音や風雑音による影響を受けやすく、音圧レベルもこれらによって大きく変化する。

「低周波音の測定方法に関するマニュアル」では、変動する低周波音として道路高架橋から発生する低周波音を想定している。「低周波音問題対応の手引書」では、変動する低周波音として複数台の施設による「うなり等」を想定している。測定データの整理にあたっては、「低周波音の測定方法に関するマニュアル」、「低周波音問題対応の手引書」とも、変動する低周波音は最大値をいくつかとって平均するか、あるいは10分間程度の等価音圧レベルを求めるようになっている。しかし、風車音を測定する場合には、最大値をとると風雑音や対象外の一過性騒音による影響を拾ってしまい精度の高い測定結果が得られないことから、新たな結果の整理方法が求められている。

低周波音の測定にあたっては、風が強いときは測定しない、マイクロホンを地上に置く、大型の防風スクリーンを被せるなどの対策を実施しているが、風力発電所が稼動するのは風が強いときであるので、低周波音の測定にあたっては更なる風雑音低減対策が必要である。

### 3.2.2 風力発電所に特化した測定方法の整理

(IEC61400-11:2002 /JIS C1400-11:2005 及び風力発電のための環境影響評価マニュアル(第2版)の測定方法の概要の取りまとめ)

JIS C 1400-11:2005(4)は2002年に第2版として発行されたIEC61400-11:2002を翻訳し、発生源側の騒音測定方法について記述したものである。また、「風力発電のための環境影響評価マニュアル(第2版)(以下NEDOマニュアルという)」<sup>5)</sup>は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が風力発電に関する環境影響評価の調査手法としてひとつの具体的なモデル例を示したものである。

#### (1) IEC61400-11:2002 /JIS C 1400-11:2005 の測定方法

##### ア) 調査地点の選定

騒音について基準位置を風車の風下側、風車高の位置に選定することとしており、指向性を決定するためには、ほかに3か所の同時測定を行うこととしている。

##### イ) 測定時期及び測定時間

見かけのA特性音響パワーレベルを計算するために、騒音について広い風速範囲で、音圧レベル及び風速を同時に短時間測定することとしている。

##### ウ) 測定量

以下の3項目が挙げられている。

- ・見かけの音響パワーレベル
- ・1/3オクターブバンドレベル
- ・純音性

随意の測定には、指向性、超低周波音、低周波音及び衝撃性の騒音が含まれる。1/3オクターブバンド等価音圧レベル(50Hz~10kHz)とされており、風車の低周波音の測定が必要な場合には、より広い周波数帯域を必要としている。

##### エ) マイクロホンの設置方法及び具体的測定手法

風雑音の影響や地表面の種類の違いによる影響を少なくするため、地表面上に置いた板状にマイクロホンを取り付けて測定を行うこととしている。

##### オ) 防風の手法等の配慮事項

地表面設置のマイクロホンとともに使用する防風スクリーンは、主防風

スクリーン及び必要な場合には 2 次防風スクリーンで構成しなければならないとしている。

地表面に直径 1m 以上の円盤状の板を設置し、その上にマイクロホンを風車に向けて取り付け、主防風スクリーン及び必要な場合には 2 次防風スクリーンを使用することとしている。

#### カ) 測定結果の整理方法

##### ・ A 特性音圧レベル

風速の測定と同時に、少なくとも 30 個の等価騒音レベルを測定することとしている。また、各測定値の実測時間は少なくとも 1 分間としている。

##### ・ 1/3 オクターブバンド測定

各整数風速において、1 分間以上の測定で得た少なくとも 3 個のスペクトルのエネルギー平均から決定する。少なくとも、50Hz～10 kHz の中心周波数の範囲の 1/3 オクターブバンドの測定が必要である。風車が停止した状態の暗騒音測定も同様としている。

##### ・ 狭帯域測定

風速 6～10m/s の各整数風速において、少なくとも 2 分以上の風車音及び暗騒音を測定し、風速 6～10m/s における風車の見かけの音響パワーレベル等を整理することとしている。

#### キ) 発生源の稼働状況及び風速の把握

##### ・ 方法 1

風速計及び風向計は、10m とロータ中心との間の高さで、風車の風上側に設置しなければならないとしている。

##### ・ 方法 2

風速測定に風速計を用いる場合、風速の測定値は 10m 高さ及び基準粗度長に補正しなければならないとしている。音の測定時には、風車が風速計として用いられる。風速計と風向計は、高さ 10m とロータ中心位置との間の高さで、風車の風上側に設置しなければならないとしている。

## (2) NEDO マニュアルの測定方法

#### ア) 調査地点の選定

騒音については、音の伝搬特性を踏まえ、騒音に係る環境影響を受ける恐れがある地域としており、一般的には対象事業実施区域及びその周辺、半径 500m 前後の範囲内を選定することとしている。

低周波音については、学校、病院等、住宅等が近接する場合に選定が望ましいとしている。

#### イ) 測定時期及び測定時間

音の伝搬特性を踏まえ、調査地域における騒音に係る環境影響を予測し、評価するために適切かつ効果的な期間、時期及び時間帯を選定する。具体的には、実態に応じた適切な時期を選定し、1季節以上について、平日又は休日、或いはその両日に昼間及び夜間の各時間帯に連続調査することとしている。

#### ウ) 測定量

等価騒音レベル ( $L_{Aeq}$ ) と規定されており、時間率騒音レベル ( $L_x$ ) も記録に留める。また、騒音レベルは必要に応じオクターブバンド別 (63～8,000Hz の 8 周波数帯域) に記載することとしている。

また、低周波音については、環境省「低周波音の測定方法に関するマニュアル」によるとしている。

#### エ) マイクロホンの設置方法及び具体的測定手法

全天候型防風スクリーンを設置し、ノイズ除去に努めることが望ましい。

#### オ) 防風の手法等の配慮事項

マイクロホンに全天候型防風スクリーンを被せ、ノイズ除去に努めることが望ましい。

#### カ) 測定結果の整理方法

調査地点別に各時間帯の騒音レベル、天候、風向、風速等を一覧表等により整理する。また、騒音については必要に応じオクターブバンド別 (63～8,000Hz の 8 周波数帯域) に整理し、低周波音については 1/3 オクターブバンド別 (1～80Hz の 20 周波数帯域) に整理することとしている。

#### キ) 発生源の稼働状況及び風速の把握

特に記載は無い。

低周波音の測定方法及び風力発電所から発生する騒音等の測定方法の比較表を表 3.2.1 に示す。なお、表中の頁番号は、表中の記述が記載されている各資料中の頁を示している。

表 3.2.1 を挿入

### 3.2.3 平成 21 年度までに得られた騒音等の測定・解析・考察について

本検討調査委員会が平成 20 年度および 21 年度に報告した風力発電所からの騒音等の実測調査に対する解析・考察の結果から、その測定方法として有効な点および課題を取りまとめると以下のようなものである。

- ・ 10 秒間の  $L_{eq}$  ( $L_{eq,10s}$ ) による測定は、一過性の暗騒音や風雑音の影響を排除しやすい。
- ・  $L_{eq,10s}$  の連続的な測定結果は、風車の変動の様子を捉えやすい。
- ・ 1/3 オクターブバンド分析は、純音成分の有無の確認や、閾値との比較、風車音と暗騒音の周波数的な比較等に有効である。
- ・ 風車を途中で停止させ、暗騒音測定を実施することで稼働時と停止時の違いが明確になる。
- ・  $L_{eq,10s}$  を連続的に算出し、一過性および突発性の騒音や風雑音を取り除くことにより、より実態に即した風車音の値が得られる。
- ・ 2 次防風スクリーンを使用しても 5Hz 以下の風雑音までは低減することは難しい。
- ・  $L_{eq,10s}$  の 1 分間毎の最小値や 10 分間毎の最小値は、一過性・突発性の騒音や風雑音の影響を受けにくいだが、風車音の変動の状況を把握するには十分とはいえない。
- ・  $L_{eq,10s}$  の 10 分間毎の最小値は、 $L_{90}$  や  $L_{95}$  に近く、その地域の背景的な騒音・低周波音の値を示す。

風車音は、風が吹いて風車が稼働している状況で測定しなければならない。測定の際しての風雑音の除去方法、一過性の暗騒音の除去方法等についての検討が必要である。

### 3.2.4 海外における測定方法の整理

諸外国における風力発電施設から発生する騒音等の測定方法は、国毎にまちまちであるため、各国および研究上の測定のトレンドが一覧できるように整理した。測定対象として、施設から発生する放射音のパワーレベル測定と伝搬された放射音における観測地点の評価に大別される。

放射音のパワーレベルについては IEC61400-11 の方法に基づいて測定される場合が多いようである。しかし、基準風速の測定高さを変更すべきなどの改善提案がある。パワーレベルが正確に求められるとすれば、不確定要素は伝搬経路のみに存在することになるので、伝搬経路の影響因子およびそれらの影響の度合いをできるだけ正確に定量的に把握する必要がある。室内における影響を知るには、さらに住宅の遮音特性と室内での観測値の関係を知る必要があるが、この点に言及している報告例は測定法という観点からはほとんどない。

観測地点における評価については様々な指標が用いられている。周波数重み付け特性は A 特性、C 特性、G 特性が用いられ、時間平均音圧レベル、 $L_{50}$  や  $L_{90}$  などの時間率音圧レベル、最大値、最小値、および  $L_{den}$ （時間帯に重みをつけた暴露量の平均値）により表示される。このほかに A 特性音圧レベルであるが低周波音域のみをフィルタリングして評価する方法もある。ただし、観測地点の位置および高さについては情報の精度がまちまちであり、さらに影響が大きいと考えられるウィンドスクリーンについて言及されている報告は非常に少ない。評価指標のみならず安定した測定方法に関する規定も検討する必要がある。

評価方法の報告については各国の規制方法の検証報告があり、規制値が妥当であるかどうかといった立場の報告が主体となっている。

重要な検討項目をまとめると以下のようなになる。

- ・ 発電施設の放射音パワーの評価または定められた伝搬経路上での測定点での評価
- ・ 居住者が暴露され易い環境、地域の評価（屋外、屋内）
- ・ 評価時間帯
- ・ 評価指標
- ・ 測定機器およびマイクロホンの設置方法（ウィンドスクリーン含む）
- ・ 背景騒音に対する考え方
- ・ 風速に対する考え方

以下に表 3.2.2 として各国・各地域の規制等を、表 3.2.3 として関連する学術論文等の研究資料をまとめたものを示した。

表 3.2.2 各国・各地域の規制・基準等

国・地域	規則の種類	風車の取り扱い	数値基準の設定方法	評価値	測定時間	測定場所(風車との位置関係)	気象条件(風向/風速)	暗騒音との関係	備考
オレゴン州(米国)	規制	産業/商業施設扱い	唯一の値	時間率騒音レベル	昼間(7:00-22:00) および夜間(22:00-7:00)			既存の暗騒音レベル+10dB 以上はNG	
ミネソタ州(米国)	規制	立地で規制値を分ける	唯一の値, セットバック距離	時間率騒音レベル	昼間(7:00-22:00) および夜間(22:00-7:00)				セットバック距離よりも騒音規制値が優先する
Ridgeville町, ウィスコンシン州(米国)	規制	風車専用規制	暗騒音に応じて基準値を変化	$L_{90}$ をAおよびC特性で評価し, BGN+5dB。また $L_C - L_A < 20\text{dB}$					
Ridgeville町, ウィスコンシン州(米国)	規制	風車専用規制: 住居専用地域	唯一の値	$L_A, L_C < 40\text{dB}$					
Union町, ウィスコンシン州(米国)	規制	風車専用規制	暗騒音に応じて基準値を変化	$L_{A90}$				BGN+5dB 以内	
Union町, ウィスコンシン州(米国)	規制	風車専用規制: 住居専用地域	唯一の値	$L_{Aeq,10\text{min}} < 35\text{dB}$					
ドイツ	規制	風車専用規制	唯一の値	$L_{Aeq}$	昼間および夜間				
デンマーク	規制	風車専用規制	風速に応じて基準値を変化			田園地域及び騒音に配慮すべき地域	風速は6m/sと8m/sの2分類		
インド	規制	一般騒音と共通	唯一の値	$L_{Aeq}$	昼間(6:00-22:00) および夜間(22:00-6:00)				
チェコ共和国	規制	産業/工業騒音扱	唯一の値	$L_{Aeq}$	昼間および夜間				
オーストラリア全州(ビクトリア州を除く)	ガイドライン	風力発電専用	唯一の値、暗騒音、風速により変化の3種類	$L_{Aeq}, L_{90}$					

表 3.2.2 各国・各地域の規制・基準等（続き）

国・地域	規則の種類	風車の取り扱い	数値基準の設定方法	評価値	測定時間	測定場所（風車との位置関係）	気象条件（風向/風速）	暗騒音との関係	備考
ニュージーランド及びオーストラリア ビクトリア州	ガイドライン	風力発電専用	唯一の値、暗騒音により変化の2種類	$L_{A90}$				$L_{A90}+5dB$ でNG	静寂な地域で夜間専用の基準値を設定
オンタリオ州(カナダ)	規制	風力発電専用	セットバック距離を規制	$L_{Aeq}$					$L_{Aeq}<40dB$ となる距離に設置する
ノルウェー	ガイドライン	風力発電専用	唯一の値	$L_{den}$					風に影響される地域とそうでない地域を地形により区別
オランダ	規制	風力発電専用	風速により変化	$L_{Ar,LT}$	昼間, 夕方, 夜間				評価曲線を用いる

※オランダで用いられている評価曲線

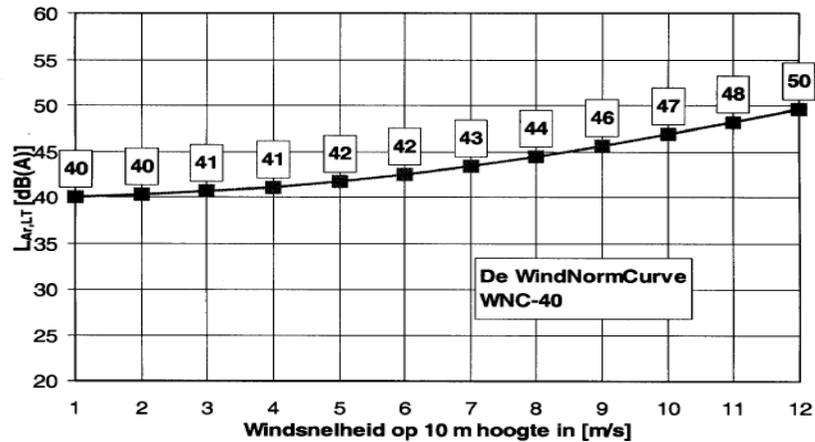


表 3.2.3 学術論文等に見る各国・各地域の規制・基準等

論文名	著者	評価値	測定場所(風車との位置関係)	測定位置,機器など(マイクロホン高さ, WS等)	測定時間	気象条件(風向/風速)	規則の種類	備考
Case Study: Wind Turbine Noise in a small and quiet community in Finland	Carlo Di Napoli	$L_{Aeq}, L_{Amax}, L_{Amin}$	IECに定められた測定点、風車から530m地点		10min			
Wind farm noise measurements and residual noise estimation by modeling	Roberto Ziliani	$L_{Aeq}, L_{A50}$			10min	ハブ高さの風速: 1~18m/s (風上、風下)	風車の音響パワーレベルは IEC6140 0-11に従って測定	
Investigation into onshore noise emanating from piling operations during the construction phase of GunfleetSands offshore wind farm.	Martin Patrick Court and Andrew Rutson-Edwards	$L_{Aeq}$						
Vibration and noise of a horizontal axis wind turbine	Maria GOLEC and Zdzislaw GOLEC		風車から半径15m,30m,45mの円周上に45°間隔に設置	地表面より0.6mおよび0.3mの高さ				動画撮影を同時に行う。
An estimation method of the amplitude modulation in wind turbine noise for community response assessment	Seunghoon Lee	$L_{Aeq}$						
Using the Noise Perception Index (NPI) for assessing wind turbine noise	George F.Hessler Jr (Hessler Associates, Inc.)	NPI指標: 増加音圧レベル ( $L_{Aeq}$ と $L_{A90}$ の差)の平均値, 環境騒音(BGN): $L_{A90}$ , 発生源: $L_{Aeq}$ または $L_{Ceq}$ , 純音: EPALレポートの配慮すべきロケーションで評価, 低周波音: $L_{Ceq}$ と $L_{A90}$ の差が20dBを超える場合は評価	住居地域			NPI指標: それぞれの時間, 環境騒音: 168時間(7日)		

表 3.2.3 学術論文等に見る各国・各地域の規制・基準等（続き）

● Wind Turbine Noise 2009

論文名	著者	評価値	測定場所(風車との位置関係)	測定位置,機器など(マイクロホン高さ, WS等)	測定時間	気象条件(風向/風速)	規則の種類	備考
The Use of Noise Perception Index (NPI) for Setting -Wind Farm Noise Limits -	Malcolm Hunt (Malcolm Hunt Associates)	$L_{A90}$	住居地域				$L_{A90}>35\text{dB}$ とすべき	NZ規制値適用
Impact of Wind turbine noise in the Netherlands	Jan Jabben (RIVM)	$L_{den}$	住居地域(屋外)					オランダ政府による委託調査 RIVMに委託
A critical look at the wind turbine noise regime in Norway	Sigurd Solberg (Kilde Akustikk)	$L_{den}$	現状、風下、風上、両方で検討。筆者は風下で評価を推奨している。					
Oregons Wind Turbine Noise Regulations	Mark Bastasch	$L_{50}$	住居地域					オレゴン州の規制値改訂後の調査
Recent developments in assessment guidelines for sound from wind power projects in Ontario, Canada, with a comparison to acoustic audit results	Brian Howe and Nick McCabe	$L_{90}$						カナダオンタリオ州の規制の紹介
Sound Emission and Sound Propagation for Wind Turbines in Forest Terrains	Martin Almgren, Stephan Schönfeld and Josefin Grönlund		風下 150m、330m、520m、風上 125m					IEC61400-11は、地上10mの風速に基づいているが、ハブ高さの風速に変更すべきだと指摘

表 3.2.3 学術論文等に見る各国・各地域の規制・基準等（続き）

論文名	著者	評価値	測定場所(風車との位置関係)	測定位置,機器など(マイクロホン高さ, WS等)	測定時間	気象条件(風向/風速)	規則の種類	備考
ASSESSMENT OF ACOUSTIC EMISSIONS OF A WIND TURBINE IN INDIA	K. Boopathi, Deepa Kurup, R. Katyal, R&D, Dr. S. Gomathina yagam		IEC61400-11に基づく距離	厚さ12mm直径1mの合板上のマイク、直径95mmの風防スクリーン		地上10mで4~12m/s以下		
A Comparison of Background Noise Levels Collected at the Portland Wind Energy Project in Victoria, Australia	Christophe Delaire and Daniel Walsh	$L_{A95}$	風力発電所の近隣の住宅地および発電所区域				オーストラリア・ヴィクトリア州規則	←検証
Measurement and assessment of WT noise in the Czech Republic	Ales Jiraska	日中 $L_{Aeq,8h} = 50dB$ 、夜間 $L_{Aeq,1h} = 40dB$		BK2250、2260、2270、主要な風防スクリーン			チェコの基準値	←検証

● Euronoise 2009

論文名	著者	評価値	測定場所(風車との位置関係)	測定位置,機器など(マイクロホン高さ, WS等)	測定時間	気象条件(風向/風速)	規則の種類	備考
Exposure-response relationships for annoyance by wind turbine noise: a comparison with other stationary sources	Sabine A. Janssen, Henk Vos, Arno R. Eisses, Eja Pedersen	$L_{den}$ - パーセントアノイドの関係を調べる						
Wind turbine noise in the Netherlands: a modelling and monitoring approach.	Eric Schreurs, Jan Jabben, Edwin Verheijen	$L_{den}$					オランダの規制基準	オランダノイズマップを用いた規則の検証

表 3.2.3 学術論文等に見る各国・各地域の規制・基準等（続き）

●inter-noise 2009

論文名	著者	評価値	測定場所(風車との位置関係)	測定位置,機器など(マイクロホン高さ, WS等)	測定時間	気象条件(風向/風速)	規則の種類	備考
Using the Noise Perception Index (NPI) for assessing wind turbine noise	George F. Hessler Jr		風車より300m, 600m地点					NPI指標の検証
Measurement and analysis of wind-induced background noise levels for wind turbine generator impact assessment	Paul R. Donavan	$L_{Aeq,1h}$ , 1時間の $L_{50}$ と $L_{90}$ , 2日～7日間の自動測定	人間の活動から離れた場所、マイク高さ1.5～4m	Larson-Davis 812 or 820				風速と環境騒音の関係とその予測法
Nuisance noise and the defense of a wind farm	Robert D. O'Neal, Richard M Lampeter (Epsilon Associates, Inc.)	$L_{eq}$ , $L_{dn}$ いずれもA特性補正	住居地域屋外					
Wind farms and noise	Ramani Ramakrishnan (Department of Architectural Science Ryerson University)	$L_{Aeq}$ , $L_{A90}$	住居地域屋外				カナダオンタリオ州規制	←検証

表 3.2.3 学術論文等に見る各国・各地域の規制・基準等（続き）

●デンマークエネルギー省

論文名	著者	評価値	測定場所(風車との位置関係)	測定位置,機器など(マイクロホン高さ, WS等)	測定時間	気象条件(風向/風速)	規則の種類	備考
Low Frequency Noise from Large Wind Turbines (Summary and Conclusion)	Bo Sondergaard, Kaj Dam Madson(Delta)	$L_{pA,LF}$ , $L_{pG}$ , パワーレベル: IEC61400-11, 伝搬: ISO9613-2&数値計算(Nord), 遮音: ISO140-5					IEC61400-11, ISO9613-2	Delta社の報告まとめ, Bo氏の対外発表がまとまっている。

●Low Frequency Noise 2010

論文名	著者	評価値	測定場所(風車との位置関係)	測定位置,機器など(マイクロホン高さ, WS等)	測定時間	気象条件(風向/風速)	規則の種類	備考
Low Frequency Noise Monitoring of a Wind Turbine	Werner G. Roicharz, Tony Gambino	苦情反応と周波数成分ごとのレベルの相関を分析	風車から750m離れた苦情者宅の内外	屋外は IEC61400-11 に準拠, 屋内は h=1.2m, DA20 により録音				
An analysis of low frequency noise from large wind turbines	Christian Sejer Pedersen, Henrik Møller	発電施設のパワーレベル	風車から750m離れた苦情者宅の内外	IEC61400-11 に準拠した測定(ISO9613-2で予測を導入)			IEC61400-11, ISO9613-2	

表 3.2.3 学術論文等に見る各国・各地域の規制・基準等（続き）

●inter-noise 2010

論文名	著者	評価値	測定場所(風車との位置関係)	測定位置,機器など(マイクロホン高さ, WS等)	測定時間	気象条件(風向/風速)	規則の種類	備考
Improved noise audit technique for wind farms	Steven Titus, Payam Ashtiani	$L_{eq,1min}$ ( $L_{90}$ , $L_{10}$ を併用)	風車から750m離れた苦情者宅の内外	20Hz-20kHzをカバーするマイクロホンおよび1/3オクターブバンド分析	最低10日間	ハブ高さの風速が7m/s以上		ON-OFF操作し測定, 録音

## 補足

### Noise Perception Index (NPI)<sup>6,7)</sup>

対象音が環境騒音（暗騒音）を超える程度と受音者反応等に基づいた騒音評価指標である。風力発電所に当てはめると、測定点で風力発電所から放射される音と暗騒音を比較してどの程度を超えるかを評価する。実用的には 40dB を超えるかどうか NPI の代わりに使われている（つまり暗騒音を測定せずに放射音を評価する）基準である。ニュージーランドで使用され、10 分間単位で  $L_{A90}$  を測定する。n は測定期間中の 10 分単位の回数で暗騒音計測分もカウントする。

NPI は下式によって求められる。

$$NPI = \sum \left( 10 \log \left( 10^{L_{A90 \text{ of wind farm sound level}/10} + 10^{L_{A90}/10} \right) - L_{A90} \right) / n$$

### $L_{pA,LF}$

10～160Hz の帯域のみで算出した A 特性音圧レベルであり、デンマークで低周波音の評価に使用されている。

### 時間帯補正等価騒音レベル ( $L_{den}$ ) による評価方法<sup>8)</sup>

日本では以下の式により航空機騒音の評価に用いられる。

$$L_{den} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{T_0}{T} \left( \sum_i 10^{\frac{L_{AE,di}}{10}} + \sum_j 10^{\frac{L_{AE,ej}+5}{10}} + \sum_k 10^{\frac{L_{AE,nk}+10}{10}} \right) \right\}$$

i, j, k とは、各時間帯で観測標本の i 番目、j 番目、k 番目をいい、 $L_{AE,di}$  は、午前 7 時から午後 7 時までの時間帯における i 番目の  $L_{AE}$ 、 $L_{AE,ej}$  は、午後 7 時から午後 10 時の時間帯における j 番目の  $L_{AE}$ 、 $L_{AE,nk}$  は、午後 10 時から午前 7 時の時間帯における k 番目の  $L_{AE}$  をいう。また、 $T_0$  は規準化時間（1 秒）を、 $T$  は観測 1 日の時間（86400 秒）をいう。算出された値は測定日数でエネルギー平均される。

### 3.2.5 風雑音の低減方法に関する現状把握

低周波音の測定では、風により雑音（風雑音）が発生することによって正確な測定値を得られない場合がある。風車音の測定では、風が強いときに測定をしなければならないことから、低周波音の測定にあたっては通常の低周波音測定以上の風雑音低減対策が必要である。本項では、はじめに既往の研究について整理を行った。

#### （1）風雑音の低減方法に関する既往の研究

一般的に、風がマイクロホンに当たることによって発生する雑音は周波数が低いほど大きな成分を持っており、風速の増加とともにこの傾向が顕著になる。測定対象とする低周波音の主要周波数成分が低いほど、また音圧レベルが小さいほど、風による影響が大きくなる。これまで、騒音測定用の防風スクリーンについてウレタン製の球形防風スクリーンが製品化されている反面、低周波音測定用に特化した製品は見当たらない。

平成 20 年度に本検討調査委員会が調査した低周波音計測において効果のある防風スクリーンの研究動向を整理すると以下のようなになる。

- ・ 防風スクリーンのサイズを大きくすると風雑音の低減効果が増加するため、直径 20cm φ のウレタン製防風スクリーンが低周波音測定時に用いられることが多いが、風雑音を十分低減することは難しい。
- ・ 砲撃音の測定を目的に、多孔質材防風スクリーンと 2 チャンネル受音による信号処理を組み合わせることによって、風速 10m/s 下で防風スクリーンなしの場合に比べて C 特性音圧レベルで 32.2dB の風雑音低減を実現している<sup>9)</sup>。
- ・ 80cm 角と 60cm 角の二重ネット（開口率 80.8%）と円筒型ウレタンを併用した防風スクリーンによって、風速 20m/s 下で 7cm φ ウレタン製防風スクリーンに比べて C 特性音圧レベルで 30dB 強の低減効果を実現した<sup>10)</sup>。
- ・ 二重ネットの場合、ネットの間隔を 5cm 以上離すと低減効果が得られる<sup>10)</sup>。
- ・ 風が吹いている場合、低周波音用の音圧レベル計を地上に置くことによって風の影響を軽減できる<sup>11)</sup>。
- ・ 屋外で最大風速 4m/s 程度の風速の場合、同等サイズの「円筒形防風スクリーン」と「角形二重ネットに円筒ウレタンを内装した防風スクリーン」の風雑音除去性能の差異は小さい。
- ・ 直径 110cm φ で開口率 60%程度の半球ネットは、半球形のウレタン製 2 次防

風スクリーンよりも超低周波領域で風雑音低減効果が大きい<sup>12)</sup>。

- 外径 40cm の半球型二重ネット構造（開口率 80.8%）の小型防風スクリーンによって、最大 8m/s 程度の風速条件下において 1.2m 高さに設置した 9cmφ ウレタン製防風スクリーンに比べて 10~20dB（1~80Hz）の低減効果が得られている<sup>13)</sup>。
- 二重ネットに円筒型ウレタンを内装した角形防風スクリーンに関して、ネットの目合いや組み合わせによって風雑音低減効果が変化している<sup>14)</sup>。
- 低周波音測定における風速情報を取り入れ信号処理を利用した風雑音低減方法について検討されている<sup>15)</sup>。

また、平成 20 年度における研究動向調査以降に幾つかの関連研究が報告されているので、以下にそれらの概要を整理して示した。

#### ア) 防風スクリーンの小型化に関する検討

今泉ら<sup>16)</sup>は、屋外における低周波音計測のための小型防風スクリーンの開発を試みている。低周波音用の音圧レベル計のマイクロホンを覆うウレタンフォーム製の角形防風スクリーンを単純に小型化（60cm 角の立方体）すると、低周波数域の風雑音除去性能が低下したため、マイクロホンを農業用の防風ネットで覆ったウレタンフォームとネットの二重防風スクリーンで測定したところ、低風速を除いて顕著な改善が認められなかったと報告している。この要因として、風速と風雑音の主要成分に言及している。つまり、防風スクリーン内の風速は極めて小さくなっていることから、主要な風雑音の成分である風がマイクロホンに当たって生じる雑音成分が低風速時には除去されるものの、風速の上昇とともにこれ以外の雑音成分が増し、二重防風スクリーンの性能が認められなくなったと考察している。

#### イ) 風雑音を低減するためのマイクロホンの設置方法に関する検討

風雑音の主要成分の一つである、風がマイクロホンに当たることで生じる擬似的な圧力変動成分を低減させるために、低周波音用の音圧レベル計のマイクロホン（ダイアフラム）を地表面と同じ高さとなるように埋めることが有効ではないかという議論が行われている。現在まで研究発表等は実施されておらず研究のアイディア段階にある。

#### ウ) 風自体の特性を明らかにするための検討

高橋ら<sup>17)</sup>は、風雑音の発生形態に関する基礎的な検討を目的として、屋外において一定距離離れた低周波音用音圧レベル計と Hot-wire 風速計によって風雑音および風速変動を同時計測し、200Hz 以下の周波数領域に着目し

て風雑音信号と風速変動とを比較している。計測した 2 点での音圧レベル計の出力信号間では、その時の風速に対応する時間遅れを持って相互相関関数の最大点が存在することを見出し、風塊の通過に起因する風雑音を確認した。一方、同距離の 2 点での風速信号間では特定の時間遅れを持った相関関数最大点が認められず、風速自身が有する極めて低い周波数成分の支配的なエネルギーによってマイクロホン近傍で相互作用的な雑音の発生が起きていると示唆した。

#### エ) 騒音測定データに含まれる風雑音の補正方法の検討

立石ら<sup>18)</sup>は、低周波音の測定と同時に風速を実測し、風速の実測結果を用いて騒音測定データに含まれる風雑音（発表では風ノイズと表現）を補正する方法について検討している。平均風速および乱流強度と風雑音のレベルの関係について、風洞実験結果に基づいて導いた補正式を提案している。その結果、風雑音環境下におけるマイクロホン出力に作用する風雑音が乱流強度、平均風速、周波数で定義できること、防風スクリーンによる風雑音低減効果は、風の乱れが大きく風速が速い場合に小さいことを示した。

#### オ) 風車騒音測定用の小型防風スクリーンの開発

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よる研究）における風車騒音測定のために、20cmφのウレタンフォーム製球形防風スクリーンと 12 面体の金属製枠にネットを貼った二重防風スクリーンが開発されている。太田ら<sup>19)</sup>は、屋外で実験を行った結果、直径 20cm 防風スクリーンのみに比べて、12 面体防風スクリーンのみで約 10dB、その外側に同じネットを貼った立方体防風スクリーンを付加した場合には 13dB（いずれも 8Hz）の低減効果が得られたと報告している。

最近の研究動向の整理より、風雑音の低減方法に関する研究は必ずしも活発ではないが、様々な角度からの検討が行われており、防風スクリーンの開発を含めた測定方法や風雑音のメカニズムに関する検討が継続されていることが明らかになった。また、風力発電所から発せられる音を対象とした計測方法に関する研究も実施されていることがわかった。

## (2) 防風スクリーン商品化の動向

前記のとおり、屋外において低周波音を正確に計測する場合には、風雑音の

影響をできるだけ低減する必要がある。その中で最近、2種類の防風スクリーンが商品化されている。この動向は、低周波音を測定することに対する社会の要請が高まっていることを反映していると考えられる。

そのうちの一つは商品名に風力発電用とあり、もう一方も使用例として風力発電所からの音を示している。

2種類の防風スクリーンの特徴を比較する。両者は、円盤状のアルミニウム製の板の上に騒音計用マイクロホンを設置し、それを半球形に成形した薄いアルミ繊維で覆うことで風雑音（なお、一方は風切音と表記されているが風雑音と同意語と思われる）の低減を図る点で共通している。これらの方法はIEC61400-11で示された方法に類似しており、発生源側における測定方法として考えられていると推察される。このうち、一方は90mm径の球形防風スクリーンを半割したものを主スクリーンとして内装するのに対して、他方はマイクロホンを直接アルミ繊維製の半球形防風スクリーンで覆い使用するよう見取られ、それぞれの構造に僅かな差異が見られる。

いずれの商品も通常の測定で用いられる9cmφのウレタン製球形防風スクリーンとの違いは示されていない。カタログに記載された測定データから、マイクロホンのみの場合と防風スクリーンを装着した場合の音圧レベルを比較することにより、およそその風雑音低減効果を類推した。両者は、「防風スクリーンなし」の条件と比べて、10Hz以下の周波数範囲で20dB以上の音圧レベル差を示しており、周波数が高くなるほどその音圧レベル差は大きくなっている。ただし、一方が一定風速下における測定結果であるのに対して、他方は複数の風速条件で測定された結果の平均値であること、測定方法についても一方が扇風機の風によるものであるのに対して、他方は風洞実験によるものであることから、個々の結果を単純に比較することはできない。また、実際の屋外環境下で同等の結果が得られるか否かは明らかでない。

なお、最新の研究では、川上ら<sup>20)</sup>が一方の防風スクリーンについて、扇風機の風を用いた実験を行い100Hz以下で、「防風スクリーンなし」の条件と比べて約30dBの風雑音低減効果を確認したとしている。

また、丸山ら<sup>21)</sup>は、風洞実験ではいずれの製品も2次防風スクリーンによる風雑音低減効果がみられたと報告している。

今後、実際の屋外環境下で同一の条件において、風雑音低減効果の比較測定を実施する必要がある。また、低周波音の測定で通常使用される直径9cmφのウレタン製球形防風スクリーン、直径20cmφのウレタン製球形防風スクリーン

との性能の違いも明らかにする必要があると考えられる。

## 参考文献

- 1) JIS Z 8731 : 環境騒音の表示・測定方法 (1999) .
- 2) 環境省大気保全局 : 低周波音の測定方法に関するマニュアル (平成 12 (2000) 年 10 月) .
- 3) 環境省環境管理局大気生活環境室 : 低周波音問題対応の手引書 (平成 16 (2004) 年 6 月) .
- 4) JIS C1400-11 : 風力発電システム—第 11 部 : 騒音測定方法 (2005) .
- 5) 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構、風力発電のための環境影響評価マニュアル (第 2 版) (2006) .
- 6) George F. Hessler Jr. : Using the Noise Perception Index (NPI) for assessing wind turbine noise, Proc. Wind Turbine Noise 2009.
- 7) Malcolm Hunt : The Use of Noise Perception Index (NPI) for Setting -Wind Farm Noise Limits-, Proc. Wind Turbine Noise 2009.
- 8) 環境省 : 航空機騒音に係る環境基準の一部改正について,  
<http://www.env.go.jp/council/08noise/y080-06/mat05.pdf> (2007) .
- 9) P.D. Schomer, R. Raspet, J. Brunner, D. Marshall, M. Wagner and D. Walker : Blast Noise Monitoring. Noise Control Engineering Journal, Vol. 34, pp.77-88 (1990) .
- 10) 落合博明, 牧野康一, 山田一郎, 月岡秀文, 黒澤高弘, 福島健二, 横田昭則 : 低周波騒音計測用防風スクリーンの開発, 騒音制御, Vol.30, No.5, pp.408-417 (2006) .
- 11) 大熊恒靖 : 低周波音測定器, 騒音制御, Vol. 4, No. 4, pp.51-54 (1980) .
- 12) 二井義則 : 風力発電システムの騒音測定技術 2 次防風スクリーンについて , 日本音響学会 2002 年春季研究発表会講演論文集, pp. 821-822 (2002) .
- 13) 落合博明, 牧野康一, 福島健二 : 低周波音の現場測定用防風スクリーンの検討, 日本騒音制御工学会平成 20 (2008) 秋季研究発表会講演論文集, pp. 233-236 (2008) .
- 14) 藤松靖之, 吉岡序, 山田一郎 : 防風スクリーンの風雑音低減効果の向上に関する検討, 日本騒音制御工学会平成 20 (2008) 秋季研究発表会講演論文集, pp. 229-232 (2008) .
- 15) 高桑誠明, 小谷章二, 太田光雄 : 風雑音混入下における航空機騒音の一簡易推定法, 日本騒音制御工学会平成 12 年度研究発表会講演論文集, pp. 265-268 (2000) .

- 16) Hiroyuki Imaizumi and Yasumori Takahashi : Improvement of wind noise reduction performance of microphone-enclosed type windscreen, Proc. inter-noise 2010, No. 352 (CD-ROM) (2010) .
- 17) 高橋保盛, 今泉博之 : HotWire による風速計測と風雑音の検討, 日本音響学会騒音・振動研究会資料 N-2005-26 (2005) .
- 18) 立石賢吾, 志村正幸, 中野裕之, 丹羽尚史, 野村卓史, 長谷部寛, 山本稔, 長船寿一 : 低周波音測定における風ノイズの影響に関する実験的検討, 日本騒音制御工学会平成 22(2010)年秋季研究発表会講演論文集, pp. 225-228 (2010) .
- 19) 太田達也, 矢野博夫, 橘秀樹 : 低周波音領域を含む環境騒音測定のための防風スクリーンの試作, 日本音響学会春季研究発表会講演論文集, pp. 1195-1196, 2011. 3.
- 20) 川上福司, 稲本進, 寺菌信一, 井上保雄, 佐野隆之 : 低周波音測定用防水風防の開発—マイクロホンの風切音低減に関する研究 (2) , 日本音響学会 2011 年春季研究発表会講演論文集, pp. 1259-1260 (2011) .
- 21) 丸山勇祐, 島村亜紀子, 長船寿一, 山本稔, 野村卓史, 長谷部寛, 志村正幸, 丹羽尚史 : 低周波音計測用 2 次防風スクリーンの性能試験法の検討, 日本音響学会 2011 年春季研究発表会講演論文集, pp. 1197-1198 (2011) .

### 3.3 環境影響評価に向けた騒音等の予測方法の検討

風力発電施設から発生する騒音等に対する環境影響評価を考える場合、受音側における伝搬予測計算を実施する必要がある、その予測結果を基に評価が行われ、必要に応じてその影響の低減あるいは回避に係る対策が講じられ、最終的に対象地域の環境保全を図ることとしている。本節では、風力発電施設から発生する騒音等の伝搬予測計算方法の現状を整理した。

#### 3.3.1 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

本マニュアルは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、NEDO という）によって作成され、風力発電に関する環境影響評価の調査・予測手法としての手順を示すことを目的とした同第1版に対して、専門的な内容を中心に平易な表記に改訂された版である<sup>1)</sup>。前節に示す通り、地方公共団体における条例で数多く参照されている状況にある。本マニュアルに記載した予測計算方法は、風力発電施設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（見かけの）音響パワーレベル値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、空気の音響吸収による超過減衰を考慮している。風力発電施設個々の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（A特性音圧レベル）を計算する。なお、施設増設の場合は既存施設を含む音源、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、風力発電機の（見かけの）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ー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機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下記に示した。下式は半自由空間における伝搬を仮定している。

$$L_n = L_w - 10\log(l^2 + h^2) - 8 - \Delta L_{AIR}$$

ここで、

$L_n$  : n 番目の風力発電機から水平距離  $r$  (m) 離れた地点での騒音レベル (dB)

$L_w$  : 風力発電機の音響パワーレベル (dB)

r : 風力発電機から騒音予測地点までの水平距離 (m)

h : 風力発電機のブレード中心までの高さ (m)

$\Delta L_{AIR}$  は、空気による音響吸収に伴う減衰 (dB) を示しており、次式で計算する。

$$\Delta L_{AIR} = \alpha(l^2 + h^2)$$

なお、 $\alpha$  は定数で、 $\alpha = 0.005 \text{ dB/m}$  で表わされる。

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

$$L_p = 10 \log(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10})$$

ここで、

$L_p$  : 予測地点における騒音レベル (dB)

$L_n$  : n 番目の風力発電機による騒音レベル (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。

$$L = 10 \log(10^{L_p/10} + 10^{L_b/10})$$

$L_n$  : 風力発電施設稼働後の騒音レベル (dB)

$L_b$  : 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、本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。

### 3.3.2 ISO 9613-2 による方法

本方法は、国際標準化機構 (ISO) によって規格化している伝搬予測計算方法であり、各種音源から屋外を伝搬する騒音について、等価騒音レベルによって予測する工学的な手法である<sup>2)</sup>。道路、鉄道、工場等の多様な音源を想定し、幾何拡散、大気吸収、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 (オクターブバンド (63Hz~8kHz) 毎) の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、音が伝搬し易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伝搬の場合、あるいは通常の前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“音が伝搬し易い気象条件”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  $L_{\text{FT}}$  (dB) は、次式で計算される。

$$L_{\text{FT}} = L_{\text{W}} + D - A$$

$L_{\text{W}}$  : 音源の音響パワーレベル (dB)

$D$  : 音源の指向性補正 (dB) であり、 $L_{\text{W}}$  の無指向性の点音源と比較した時のレベル差

$A$  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。

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

ここで、

$A_{\text{div}}$  : 幾何拡散による減衰 (dB)

$A_{\text{atm}}$  : 空気の音響吸収による減衰 (dB)

$A_{\text{ground}}$  : 地表面の影響に依る減衰 (dB)

$A_{\text{screen}}$  : 遮蔽壁による減衰 (dB)

$A_{\text{misc}}$  : 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) である。

オクターブバンド毎に上の 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  $L_{\text{AT}}$  (dB) を算出する。

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

$j$  は、63Hz~8kHz 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  $L_{\text{AT}}(\text{LT})$  (dB) を得るために、各気象条件の出現割合に基づく補正項  $C_{\text{meteo}}$  を適用し次式で計算する。

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

次に、主要な減衰項の計算方法について下記に示すこととする。

ア) 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。

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

ここで、

$d$  (m) : 音源から受音点までの距離

$d_0$  (m) : 基準距離で 1m

イ) 空気の音響吸収 ( $A_{atm}$ )

空気の音響吸収は、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 15dB である。

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

なお、 $\alpha$  は ISO 9613-1<sup>3)</sup> で規定される定数で、気温と相対湿度に依存する。

ウ) 気象条件による補正 ( $C_{meteo}$ )

本方法で計算される等価騒音レベル  $L_{AT}$  は、音が伝搬し易い条件が継続する場合の値であり、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  $C_{meteo}$  である。 $C_{meteo}$  は次式で計算される。

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

ここで、 $h_s$  (m) は音源の高さ、 $h_r$  (m) は受音点の高さ、 $d_p$  (m) は地表面上に投影した音源と受音点の間の距離である。また  $C_0$  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  $d_p$  が短い場合に小さく、 $d_p$  が長い場合に大きくなる。 $C_0$  は対象地域の気象統計から求められるが、経験的に 0~5dB 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  $C_0$  の値は約 +3dB である。

エ) その他

上記以外の減衰項の計算方法は、巻末の補足資料「ISO 9613-2 に関する解説資料」に記載されている。

## 参考文献

- 1) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：風力発電のための環境影響評価マニュアル（第2版）（2006）。
- 2) ISO 9613-2 : Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 2: General method of calculation (1996) 。
- 3) ISO 9613-1 : Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere (1993) 。

### 3.4 環境影響評価に向けた騒音等の予測結果の評価方法の検討

前節に示す通り、風力発電施設からの騒音・低周波音に関する環境影響評価では、一般的に、ある条件下で施設から発生する音を仮定し、それが伝搬過程でどの程度減衰し、受音点にどの程度影響するかを予測する。さらに、受音点における暗騒音を合成して予測結果となる。ここで、風力発電施設から離れた受音点では伝搬する騒音等のレベルが小さくなり、相対的に受音点における暗騒音や風雑音の影響が大きくなることを考慮した評価方法が必要である。本節では、国内と諸外国における評価方法について整理した。

#### 3.4.1 国内における現状の評価方法の整理

現在まで、国内における風力発電施設からの騒音・低周波音に関する環境影響評価は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）によって作成された「風力発電のための環境影響評価マニュアル（第2版）」<sup>1)</sup>にそって行われていることが多い。予測地域は、施設の稼働による騒音の伝搬特性を考慮して、騒音に係る環境影響を受ける恐れがある地域であり、一般的には対象事業実施区域及びその周辺、半径500m前後の範囲内としている。また予測地点は、環境保全のために特に配慮が必要な施設（学校、病院等）及び住宅の配置の状況を考慮して、具体的には、風力発電施設の予定位置から最寄りの住宅等を選定することが望ましいと述べている。時期等については、最も騒音が大きくなると考えられるすべての風力発電施設が運転している状態を予測することとしている。このような条件下で得られた予測結果が、原則的に「騒音に係る環境基準について」<sup>2)</sup>に基づいて評価され、評価対象となる地点が地域類型に指定されていない場合には、周辺地域の状況を勘案し適切に選定するとしている。低周波音についても予測地域、予測地点および時期等については上記した騒音と概ね同様であるが、予測結果の評価については触れられていない。この点において、地方公共団体では、低周波音の評価において、「低周波音問題対応の手引書」<sup>3)</sup>に記載している参照値を利用していることが多い。また、感覚閾値、最小可聴値、住宅地等における低周波音実測データ例等と比較して評価している場合もあった。

#### 3.4.2 諸外国における評価方法の整理

本検討調査委員会で昨年度までに行った調査結果<sup>4,5)</sup>を整理すると、諸外国における評価方法は概ね下記のように大別することができる。なお、低周波音に

特化した評価は見出されていない。

- ア) 一定の値を基準値として設定する方法
- イ) 風速に応じて変化する基準値を設定する方法
- ウ) 暗騒音に一定値を加えた基準値を設定する方法
- エ) 風力発電施設から住居までの距離を制限する方法

ア) については、一定値という意味で既存の環境基準と同様の設定方法である。具体的には、ドイツやオランダが適用している。イ) については、風速の増加によって騒音等のマスキング効果が期待できるため、それに伴って基準値を変化させる方法である。具体的には、カナダ（オンタリオ州）が適用している。ウ) 地域毎に異なる暗騒音の状況に鑑み、風力発電施設の稼働によってどの程度のレベル上昇を許容するかを定める方法である。具体的には、イギリスやフランス等で適用している。エ) は風力発電施設からの音の伝搬を考慮しながら騒音源から受音点（住居）までの“距離”を定める方法である。具体的には、デンマークが適用している。これら以外に、ノルウェーでは、ア) の考え方を適用しながらも受音点における風の影響が地形等によって異なることに着目し値を変えている。

### 3.4.3 評価方法に関する検討

国内外の評価方法の現状を踏まえて、以下のような指摘が可能である。

- ・風力発電施設からの騒音等の予測結果とそれを用いた評価は、音源の（見かけの）音響パワーレベルに著しく依存し、その多くの場合、メーカーから提供されるデータを用いている。（見かけの）音響パワーレベルのオーバーオール値だけでなく、周波数別のデータや低周波音領域のデータ等を含めて整備が急がれる。
- ・我が国における風力発電施設からの騒音等による苦情発生箇所の実測結果から、現在多く利用されている A 特性音圧レベルによる評価だけでは必ずしも十分とは言えない状況である。
- ・我が国では、音源に係るデータや伝搬過程で考慮すべき減衰項の精査、実際に発生している苦情の実態把握が十分ではないため、風力発電施設からの騒音等の予測方法およびその評価方法を検討することが難しくなっている。

## 参考文献

- 1) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構：風力発電のための環境影響評価マニュアル（第2版）（2006）。
- 2) 環境省：騒音に係る環境基準について（平成10年環境庁告示第64号）（1998）。
- 3) 環境省環境管理局大気生活環境室：低周波音問題対応の手引書（平成16年6月）。
- 4) 環境省：平成20年度移動発生源等の低周波音に関する検討調査等業務報告書（2009）。
- 5) 環境省：平成21年度移動発生源等の低周波音に関する検討調査等業務報告書（2010）。

表3.1.1 地方公共団体における環境影響評価の状況(1)

地方公共団体等	福島県	長野県	岐阜県	滋賀県	三重県	兵庫県	岡山県	長崎県	川崎市	名古屋市	新潟市
規模要件	出力が10,000kW以上又は風車が15台以上である風力発電所の設置・変更の工事の事業	出力が10,000kW以上である風力発電所を設けるものに限る(新設、変更とも同様)	高層工物又は高層建築物の建設事業 地盤からの高さが50m以上のもの	出力が1,500kW以上 (風力発電所の設置・変更の工事の事業)	工場または事業場の新設又は増設事業 敷地面積20ha以上 特別地域内 敷地面積が10ha以上	出力が1,500kW以上(風力発電所の設置の工事の事業) 特別地域 500kW以上の新設、増設	出力が1,500kW以上である風力発電所の設置・変更の工事の事業	出力が15,000kW以上又は風車が10台以上で、風力発電所の設置・変更の工事の事業	電気工物の出力が100,000kW以上(風力発電設備の限定なし)	出力50,000kW以上(風力発電設備の限定なし)	出力が10,000kW以上であるもの
環境影響評価の項目	○騒音(工事・供用) ○低周波音(供用)	○騒音(工事・供用) ○低周波音(工事・供用)	○騒音	○騒音(工事・供用) ○低周波音(工事・供用)	○騒音(工事・供用) ○低周波音(工事・供用)	○騒音(工事・供用)	○騒音(工事・供用) ○低周波音(工事・供用)	○騒音(工事・供用) ○低周波音(工事)	○騒音(工事・供用) 建設工事、工場等の稼働、車両の走行、航空機の運航等に伴う騒音に係る影響 ○低周波音(工事・供用) 建設工事、工場等の稼働に伴う低周波音に係る影響	○騒音(工事・供用) ○低周波音(工事・供用)	○騒音(工事・供用) ○低周波音(供用)
調査項目	○騒音 騒音の状況 (一般環境騒音、道路交通騒音、建設作業騒音、工場・事業場騒音、航空機騒音、鉄道・軌道騒音等) ○低周波音 低周波音の状況	○騒音 対象事業実施区域及びその周辺区域における騒音レベルについて把握する。 ○低周波音 対象事業実施区域及びその周辺区域における低周波音の状況について把握する。	○騒音 騒音レベルの現状を調査し、環境基準の達成状況等について整理する。	○騒音 騒音の状況 ○低周波音 音圧レベルの状況	○騒音の状況 ・環境騒音 ・道路交通騒音 ○低周波音 音圧レベル ・周波数特性	○騒音レベル (一般環境騒音、道路交通騒音、航空機騒音、鉄道騒音)	○騒音 ・騒音の状況 環境騒音及び特定騒音のうち予測及び評価を行うために必要な騒音レベルの状況を調査 ○低周波音 ・低周波音の状況 問題を生じ易い地点の低周波音振動の音圧レベル及び1/3オクターブバンドレベルを調査する。	○騒音 ・騒音の状況 環境騒音及び特定騒音の騒音レベルの状況を調査 ○低周波音 ・低周波音の状況 一般環境、道路、工場、事業場、鉄道、航空機、建設作業等の低周波音の音圧レベル及び1/3オクターブバンドレベル(中心周波数1~80Hz)の状況を調査	○騒音 ・騒音の状況 環境騒音及び特定騒音の騒音レベルの状況を調査 ○低周波音 ・低周波音の状況 特定騒音のうち、中心周波数1~80Hzの1/3オクターブバンド音圧レベルの状況を調査	○騒音 騒音の状況 ・環境騒音 ・特定騒音 ○低周波音 低周波音の状況(音圧レベル、1/3オクターブバンド音圧レベル)	○騒音 騒音の状況 ①道路交通騒音の状況 ②道路の沿道状況 ③道路構造及び交通量 ○低周波音 ①低周波音の状況 ②地形及び工物の状況
調査手法	○騒音 文献その他の資料及び現地調査による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析 ○低周波音 文献その他の資料及び現地調査による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析	○騒音 地方公共団体既存文献等、聞き取り又は現地調査による。 現地調査の測定方法は、「騒音に係る環境基準について」等各種環境基準、騒音規制法における工場及び特定建設作業に関する基準、小規模飛行場暫定指針又は在来鉄道の指針に定める方法等とする。 ○低周波音 既存文献等又は聞き取りにより、低周波音の状況を把握し、必要に応じて現地調査により確認する方法等 現地調査の測定方法は、「低周波音の測定方法に関するマニュアル」に定める方法等	○騒音 調査方法は文献、資料及び現地調査を実施する。 測定方法は、「騒音に係る環境基準について」、「建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準」	○騒音 現地調査及び文献その他の入手可能な資料による情報の収集並びに当該情報の整理および解析 ○低周波音 現地調査及び文献その他の入手可能な資料による情報の収集並びに当該情報の整理および解析	○騒音 ○低周波音 現地調査及び文献その他の資料による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析 ○低周波音 文献その他の資料及び現地調査による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析 この場合、低周波音振動の状況については、JISに規定する騒音の測定の方法等による。	○騒音 「騒音に係る環境基準について」等各種環境基準に準拠して行うものとする。 ○低周波音 文献その他の資料及び現地調査による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析 この場合、低周波音振動の状況については、JISに規定する騒音の測定の方法等による。	○騒音 文献その他の資料及び現地調査による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析 現地調査の方法は、「騒音に係る環境基準について」等各種環境基準、騒音規制法における工場、特定建設作業の基準、在来鉄道指針及び小規模飛行場指針に定める方法 ○低周波音 文献その他の資料及び現地調査による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析による。 現地調査は、低周波音を測定できる測定器及び周波数分析器を用いる方法等。	○騒音 ○低周波音 最新の既存資料の整理・解析又は現地調査による。現地調査を行う場合には、公的機関が定めた方法又は一般的に用いられている精度の高い方法を用いる。 ○低周波音 低周波音の測定方法に関するマニュアル(平成12年10月環境庁大気保全局)に定める方法 ・その他適切な方法	○騒音 名古屋市等が実施している調査結果の整理及び解析 ・「騒音に係る環境基準について」に定める方法等 ○低周波音 低周波音の測定方法に関するマニュアル(平成12年10月環境庁大気保全局)に定める方法 ・その他適切な方法	○騒音 ○低周波音 対象事業の実施により環境に一定程度以上の影響を及ぼすおそれのある範囲を想定し、それらを含むとともに、地域社会の単位(学区、町丁目界等)、道路、鉄道等を考慮して設定する地域とする。	○騒音 ○低周波音 音の伝搬の特性を踏まえて騒音に係る環境影響を受ける地域 ○低周波音 低周波音の伝搬の特性を踏まえて低周波音に係る環境影響を受ける地域
調査地域	○騒音 音の伝搬の特性を踏まえて騒音に係る環境影響を受ける地域 ○低周波音 低周波音に係る環境影響を受ける地域	○騒音 対象事業により騒音レベルの変化が想定される地域とし、既存の事例又は試算等により推定する。 ○低周波音 対象事業により低周波音による影響が想定される地域とし、既存の事例等により推定する。	○騒音 騒音に係る環境影響を受ける地域 ○低周波音 低周波音振動に係る環境影響を受ける地域	○騒音 音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響を受ける地域及びその地域と自然的社会的に一体と考えられる地域 ○低周波音 低周波音振動の伝搬の特性を踏まえ、低周波音振動に係る環境影響を受ける地域及びその地域と自然的社会的に一体と考えられる地域	○騒音 騒音レベルが一定程度以上変化すると予想される地域 ○低周波音 振動の伝搬の特性を踏まえ、低周波音振動に係る環境影響を受ける地域	○騒音 音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響を受ける地域 ○低周波音 振動の伝搬の特性を踏まえ、低周波音振動に係る環境影響を受ける地域	○騒音 ○低周波音 対象事業の計画内容及び土地利用の状況、地形の状況等を考慮して設定する。	○騒音 ○低周波音 調査項目の内容及び特に環境影響を受けるおそれのある対象の状況を踏まえ、地域を代表する地点その他の情報の収集等に最も適切かつ効果的な地点とする。	○騒音 ○低周波音 調査項目の内容及び特に環境影響を受けるおそれのある対象の状況を踏まえ、地域を代表する地点その他の情報の収集等に最も適切かつ効果的に把握できる期間等とする。	○騒音 ○低周波音 音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響の予測及び評価に必要な情報を把握できる期間、時期及び時間帯	○騒音 ○低周波音 音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響の予測及び評価に必要な情報を把握できる期間、時期及び時間帯
調査地点	○騒音 音の伝搬の特性を踏まえて騒音に係る環境影響の予測及び評価に必要な情報を把握できる地点 ○低周波音 低周波音に係る環境影響の予測及び評価に必要な情報を把握できる地点	○騒音 調査地域の騒音レベルを把握できる地点 ○低周波音 調査地域の中から低周波音に係る地域特性を代表する地点	○騒音 騒音に係る環境影響の予測及び評価に必要な情報を把握できる地点 ○低周波音 低周波音振動に係る環境影響の予測及び評価に必要な情報を把握できる地点	○騒音 音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響を予測及び評価するために必要な情報を把握できる地点 ○低周波音 低周波音振動の伝搬の特性を踏まえ、低周波音振動に係る環境影響を予測及び評価するために必要な情報を把握できる地点	○騒音 音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響を予測及び評価するための情報を把握できる地点 ○低周波音 振動の伝搬の特性を踏まえ、低周波音振動に係る環境影響を予測及び評価するための情報を把握できる地点	○騒音 ○低周波音 対象事業の計画内容及び土地利用の状況、地形の状況等を考慮して設定する。	○騒音 ○低周波音 調査項目の内容及び特に環境影響を受けるおそれのある対象の状況を踏まえ、地域を代表する地点その他の情報の収集等に最も適切かつ効果的に把握できる期間等とする。	○騒音 ○低周波音 調査項目の内容及び特に環境影響を受けるおそれのある対象の状況を踏まえ、地域を代表する地点その他の情報の収集等に最も適切かつ効果的に把握できる期間等とする。	○騒音 ○低周波音 音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響の予測及び評価に必要な情報を把握できる期間、時期及び時間帯	○騒音 ○低周波音 音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響の予測及び評価に必要な情報を把握できる期間、時期及び時間帯	
調査期間・時期	○騒音 騒音の発生特性を踏まえて騒音に係る環境影響の予測及び評価に必要な情報を把握できる期間、時期及び時間帯 ○低周波音 低周波音に係る環境影響の予測及び評価に必要な情報を把握できる期間、時期及び時間帯	○騒音 調査期間は年間を通じた騒音レベルの実態を適切に把握できる期間 調査時期及び時間帯は、変動等を考慮して設定する。 ○低周波音 調査期間は年間を通じた低周波音の状況を適切に把握できるよう設定 調査時期及び時間帯は、変動等を考慮する。	○騒音 年間の代表的な現状を把握し得る期間とする。 その頻度は、騒音発生源の特性、交通量の変動、季節、時間の区分等を勘案して設定する。	○騒音 騒音に係る環境影響の予測及び評価に必要な情報を把握できる期間、時期及び時間帯 ○低周波音 低周波音振動に係る環境影響の予測及び評価に必要な情報を把握できる期間、時期及び時間帯	○騒音 音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響を予測及び評価するために必要な情報を把握できる期間、時期及び時間帯 ○低周波音 低周波音振動の伝搬の特性を踏まえ、低周波音振動に係る環境影響を予測及び評価するために必要な情報を把握できる期間、時期及び時間帯	○騒音 調査期間は年間の状況を把握できる期間とし、頻度は騒音発生源の特性、交通量の変動、季節、時間の区分等を勘案する。 ○低周波音 振動の伝搬の特性を踏まえ、低周波音振動に係る環境影響の予測及び評価に必要な情報を把握できる期間、時期及び時間帯	○騒音 ○低周波音 対象事業の計画内容及び土地利用の状況、地形の状況等を考慮して設定する。	○騒音 ○低周波音 調査項目の内容及び特に環境影響を受けるおそれのある対象の状況を踏まえ、地域を代表する地点その他の情報の収集等に最も適切かつ効果的に把握できる期間等とする。	○騒音 ○低周波音 調査項目の内容及び特に環境影響を受けるおそれのある対象の状況を踏まえ、地域を代表する地点その他の情報の収集等に最も適切かつ効果的に把握できる期間等とする。	○騒音 ○低周波音 音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響の予測及び評価に必要な情報を把握できる期間、時期及び時間帯	○騒音 ○低周波音 音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響の予測及び評価に必要な情報を把握できる期間、時期及び時間帯

表3.1.1 地方公共団体における環境影響評価の状況(2)

地方公共団体等	福島県	長野県	岐阜県	滋賀県	三重県	兵庫県	岡山県	長崎県	川崎市	名古屋市	新潟市
予測の内容	○騒音 対象事業による騒音レベル及び総合騒音レベル ○低周波音 対象事業による低周波音の有無及びその発生状況	○騒音 対象事業による騒音レベル及び総合騒音レベル ○低周波音 対象事業による低周波音の有無及びその発生状況	○騒音 道路交通騒音、工場・事業場騒音、建設作業騒音等について騒音レベルを予測する。	○騒音 ○低周波音空気振動	○騒音 ○低周波音空気振動	○騒音 騒音レベル (工場・事業場騒音、道路交通騒音、航空機騒音、鉄道騒音、建設作業騒音)	○騒音 騒音の変化の及ぶ地域の範囲及びその程度を予測する。 ○低周波音 低周波音空気振動の音圧レベルとし、必要に応じて、1/3オクターブバンドレベルも予測する。	○騒音 対象事業の実施により変化する騒音レベルとする。 ○低周波音 対象事業の実施により変化する低周波音の1/3オクターブバンド音圧レベルとする。	○騒音 ○低周波音 調査項目に準ずる	○騒音 ・工場・事業場騒音 ・道路交通騒音 ・鉄道騒音 ・航空機騒音 ・建設作業騒音 ○低周波音 対象事業の実施による低周波音の状況(音圧レベル、1/3オクターブバンド別音圧レベル)	
予測手法	○騒音 対象事業の実施区域周辺の構造物を考慮した音の伝搬理論に基づく予測式による計算 ○低周波音 事例の引用又は解析	○騒音 予測地域内を平面的に予測し、等騒音コタール図等を作成 ○低周波音 調査地域に準じる	○騒音 予測方法は、騒音発生源の特性、地域環境の特性等を考慮して、騒音伝播モデルによる数値計算、既存事例の引用又は解析等とする。 予測対象の時間帯は、環境基準の時間帯等に配慮して設定する。	○騒音 音の伝搬理論に基づく予測式による計算 ○低周波音空気振動 音圧レベルを予測するための式を用いた計算または事例の引用もしくは解析	○騒音 音の伝搬理論に基づく予測式による理論計算又は事例の引用若しくは解析 ○低周波音空気振動 音圧レベルを予測するための式を用いた理論計算又は事例の引用若しくは解析	○騒音 次に掲げる方法の中から適切なものを選択して予測を行う。 ① 騒音伝播モデルによる数値計算 ② 類似事例の調査若しくは既存事例の引用又は解析	○騒音 ①音の伝搬理論に基づく予測式による計算 ② 経験的回帰式による方法 ③ 類似事例から推定する方法 ④ その他適切な方法 ○低周波音 ① 振動の伝搬理論に基づく予測式による計算 ② 経験的回帰式による方法 ③ 伝搬理論計算式による方法 ④ その他適切な方法	○騒音 ① 伝搬理論計算式による方法 ② 経験的回帰式による方法 ③ 類似事例から推定する方法 ④ 現地実験による方法 ⑤ 類似事例から推定する方法	○騒音 ○低周波音 ① 伝搬理論計算式による方法 ② 経験的回帰式による方法 ③ 類似事例から推定する方法 ④ 現地実験による方法 ⑤ 類似事例から推定する方法	○騒音 ・数値解析モデル(日本音響学会式、伝搬理論式等) ・模型実験 ・類似事例からの推計 ○低周波音 ・数値解析モデル(伝搬理論式等) ・模型実験 ・類似事例からの推計	○騒音 音の伝搬理論に基づく予測式による計算 ○低周波音 事例の引用又は解析
予測地域	○騒音 騒音に係る環境影響を受けるおそれがある地域 ○低周波音 低周波音に係る環境影響を受けるおそれがある地域	○騒音 調査地域に準じる ○低周波音 調査地域に準じる	○騒音 調査地域の範囲	○騒音 騒音に係る環境影響を受ける地域 ○低周波音空気振動 低周波音空気振動に係る環境影響を受ける地域	○騒音 音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域 ○低周波音空気振動 低周波音空気振動の伝搬の特性を踏まえ、低周波音空気振動に係る環境影響を受ける地域	○騒音 工事、供用に伴い環境要素に影響が及ぶ地域とする。	○騒音 騒音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響を受ける地域 ○低周波音空気振動 振動の伝搬の特性を踏まえ、低周波音空気振動に係る環境影響を受ける地域	○騒音 音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響を受ける地域 ○低周波音 低周波音の伝搬の特性を踏まえ、低周波音に係る環境影響を受ける地域	○騒音 ○低周波音 調査地点とする	○騒音 ○低周波音 事業特性及び地域特性を勘案し、対象事業の実施により環境影響評価の項目に係る環境要素の状況に影響を及ぼす地域とする。 ○低周波音 低周波音の伝搬の特性を踏まえ、低周波音に係る環境影響を受ける地域	○騒音 音の伝搬の特性を踏まえ騒音に係る環境影響を受ける地域
予測地点	○騒音 騒音に係る環境影響を的確に把握できる地点 ○低周波音 低周波音に係る環境影響を的確に把握できる地点	○騒音 予測地域内を平面的に予測し、等騒音コタール図等を作成 ○低周波音 予測地域における低周波音の影響が把握できる地点	○騒音 住居の集合状況、学校、病院等の分布状況、将来の土地利用計画等を勘案して設定する。 ○低周波音 予測地域における低周波音の影響が把握できる地点	○騒音 予測地域における騒音に係る環境影響を把握できる地点 ○低周波音空気振動 予測地域における低周波音空気振動に係る環境影響を把握できる地点	○騒音 音の伝搬の特性を踏まえ、予測地域における騒音に係る環境影響を的確に把握できる地点 ○低周波音空気振動 低周波音空気振動の伝搬の特性を踏まえ、低周波音空気振動に係る環境影響を把握できる地点	○騒音 工事、供用に伴い環境要素に影響が及ぶ地域とする。	○騒音 音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響を把握できる地点 ○低周波音 振動の伝搬の特性を踏まえ、低周波音空気振動に係る環境影響を把握できる地点	○騒音 音の伝搬の特性を踏まえ、予測地域における騒音に係る環境影響を把握できる地点 ○低周波音 低周波音の伝搬の特性を踏まえ、予測地域における低周波音に係る環境影響を把握できる地点	○騒音 ○低周波音 当該地域の騒音・低周波音を代表すると想定される地点	○騒音 ○低周波音 地域を代表する地点、特に環境影響を受けるおそれがある地点、保全すべき対象への環境影響を把握できる地点 ○低周波音 低周波音の伝搬の特性を踏まえ、低周波音に係る環境影響を把握できる地点	○騒音 音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響を把握できる地点 ○低周波音 低周波音の伝搬の特性を踏まえ、低周波音に係る環境影響を把握できる地点
予測対象時期	○騒音 騒音に係る環境影響が最大となる時期及び事業活動が定常状態になる時期 ○低周波音 低周波音に係る環境影響が最大となる時期及び事業活動が定常状態になる時期	○騒音 工事による影響が最大となる時期及び施設等が定常状態になる時期 ○低周波音 工事時の低周波音が最大となる時期及び周辺の住宅等への影響が最大となる時期並びに施設等が通常稼働・供用される時期	○騒音 騒音に係る環境影響が最大となる時期または事業活動が定常状態となる時期 ○低周波音空気振動 低周波音空気振動に係る環境影響が最大となる時期または事業活動が定常状態となる時期	○騒音 騒音に係る環境影響が最大となる時期 ○低周波音空気振動 低周波音空気振動に係る環境影響が最大となる時期または事業活動が定常状態となる時期	○騒音 工事時においては、騒音に係る環境影響が最大となる時期 ○低周波音空気振動 低周波音空気振動の伝搬の特性を踏まえ、低周波音空気振動に係る環境影響を把握できる時期	○騒音 環境影響要因ごとに影響が最も大きくなる時点又は相当程度の影響が継続する期間とする。 ○低周波音 環境影響が最大となる時期及び供用時は事業活動が定常状態となる時期	○騒音 工事中の環境影響が最大となる時期及び供用時の事業活動が定常状態となる時期 ○低周波音 振動の伝搬の特性を踏まえ、低周波音空気振動に係る環境影響を把握できる地点	○騒音 工事開始後の定常状態及び工事の影響が最大となる時期 ○低周波音 工事の実施による影響が最大となる時期	○騒音 ○低周波音 工事時の環境への影響が最大となる時期等 ○低周波音 供用時の事業活動が定常状態に達する時期等	○騒音 ○低周波音 工事時の環境への影響が最大となる時期及び事業活動が定常状態になる時期 ○低周波音 供用時の事業活動が定常状態に達する時期等	○騒音 騒音に係る環境影響が最大となる時期及び事業活動が定常状態になる時期 ○低周波音 低周波音に係る環境影響が最大となる時期及び事業活動が定常状態になる時期
評価手法	○騒音 ○低周波音 ①対象事業の実施により当該測定項目に係る環境要素に及ぶおそれがある影響が、事業者により実行可能な範囲内でできる限り回避され、又は低減されており、必要に応じて他の方法により環境の保全についての配慮が適正になされているかどうかを検討すること。 ②基準又は目標が示されている場合には、当該基準又は目標に照らすこととする考え方を明らかにしつつ、当該基準又は目標と調査及び予測の結果との間に整合が図られているかどうかを検討すること。	○騒音 回避・最小化・修正・低減を図る影響の明確化と目標等との整合を検討 ○低周波音 「低周波音問題対応の手引書」(環境省環境管理局、2004)を基本とし、心身に係る影響は低周波音レベル(G特性)および1/3オクターブバンド音圧レベル、物理現象の場合は、1/3オクターブバンド音圧レベル(平坦特性)により行い、回避・最小化・修正・低減を図る影響の明確化と目標等との整合を検討	○騒音 ①環境への影響の回避・低減に係る評価 ②環境基準等との整合性に関する検討 ③総合評価	○騒音 ○低周波音空気振動 ①測定項目に係る環境要素に及ぶおそれがある影響が、事業者により実行可能な範囲内でできる限り回避され、又は低減されており、必要に応じて他の方法により環境の保全についての配慮が適正になされているか評価する手法であること。 ②基準又は目標と調査および予測の結果との間に整合が図られていること。	○騒音 ○低周波音空気振動 ①測定項目に係る環境要素に及ぶおそれがある影響が、事業者により実行可能な範囲内でできる限り回避され、又は低減されており、必要に応じて他の方法により環境の保全についての配慮が適正になされているかどうかを検討すること。 ②基準又は目標と調査及び予測の結果との間に整合が図られているかどうかを検討すること。	○騒音 ①敷地境界における騒音レベルが、「騒音規制法」及び「環境の保全と創造に関する条例」に定める規制基準に適合するものであること。 ②現状が環境基準を達成していない場合にあつては、寄与の程度及び今後の国・県等の環境基準達成のための施策を勘案し、環境基準の達成に支障がないこと。	○騒音 ①評価事項は影響及び騒音の変化 ②評価方法は騒音に及ぼす影響を評価の指標と照合 ③評価の指標は環境影響が実行可能な範囲内でできる限り回避、又は低減され、環境の保全についての配慮が適正になされているか ○低周波音空気振動 ①評価事項は影響及び低周波音空気振動の変化 ②評価方法は低周波音空気振動に及ぼす影響を評価の指標と照合 ③評価の指標は低周波音空気振動は、「大部分の地域住民が日常生活において支障がない程度」を基本とし、既存の科学的知見から選択する	評価の手法の選定 ① 環境要素に及ぶ影響が、実行可能な範囲内でできる限り回避されているか検討 ② 基準又は目標と調査及び予測の結果との間に整合が図られているか検討	○騒音 ○低周波音 現況調査及び予測の結果に基づき、地域特性、環境保全のための措置及び環境保全目標を勘案して、対象事業の実施が周辺環境に及ぼす影響について明らかにする。	○騒音 ○低周波音 ・騒音の発生段階における防止対策、周辺環境への影響の低減措置、その他の環境保全措置について明らかにすることにより、対象事業による影響をどのようか回避し、又は低減するかの事業者の見解を示す。 ○低周波音 ・低周波音の発生段階における防止対策、周辺環境への影響の低減措置、その他の環境保全措置について明らかにすることにより、対象事業による影響をどのようか回避し、又は低減するかの事業者の見解を示す。	○騒音 ○低周波音 ①評価項目は予測した項目 ②評価の指標は環境への影響を最小限にとどめるよう環境保全に配慮すること。 ③評価方法 ④実行可能な範囲内でできる限り回避され、又は低減され、その他の方法により環境の保全についての配慮がなされているか検討 ⑤基準又は目標と調査及び予測の結果との間に整合が図られているか検討
事後調査	・事後調査を行う項目の特性、事業特性及び地域特性に応じた適切な手法を選定するとともに、事後調査の結果と環境影響評価の結果との比較検討が可能となること。 ・事後調査の実施に伴う環境への影響を回避し、又は低減するため、できる限り環境への影響が小さい手法を選定すること。	予測及び評価の結果を検証するため、評価書に記載した事後調査計画に基づき事後調査を行う。	事後調査は、予測の不確実性が大きい場合又は効果に係る知見が不十分な環境保全対策を講ずる場合において、工事中及び供用後の環境の状況を把握することを目的とし、環境影響評価の結果との比較検討により行う。	事後調査は事業特性および地域特性に応じた適切な手法を選定するとともに、事後調査の結果と環境影響評価の結果との比較検討が可能となるようにすること。	測定項目に係る予測及び環境保全措置の効果の不確実性の程度、環境影響の程度、事業特性及び地域特性を考慮して、対象事業に係る工事中の実施中及び土地又は工作物の供用開始後の環境の状況を把握するために事後調査を行うものとする。	①対象事業等の実施等の状況及び環境保全措置の実施状況 ②予測及び評価を行った環境要素のうち特に事後監視調査が必要と考えられるもの及び「影響が考えられる」として環境要素のうち予測及び評価を行わなかったもの、を調査項目として事後監視調査を実施する。	対象事業の実施以降において、将来判明すべき環境の状況を把握するための調査を行い、及び当該環境の状況に応じた適切な環境の保全のための措置を講ずることとし、環境管理に当たっては、当該対象事業について、評価書に記載された環境管理についての計画に定めるところに従って行う。	予測の不確実性の程度が大きい評価項目について環境保全措置を講ずることとする場合又は効果に係る知見が不十分な環境保全措置を講ずることとする場合において、環境影響の程度が大きいものとなるおそれがあるときは対象事業に係る工事中及び供用開始後の環境の状況を把握するための調査を行う。	事後調査の基本的な考え方は、事後調査の調査項目、調査地点、調査時期及び調査方法は、原則として調査項目は予測項目、調査地点は予測地域の代表的な地点又は予測地点、調査時期は予測時期、調査方法は現況調査の方法による。	対象事業に係る工事中及び存在・供用時において、対象事業の実施により環境影響評価の項目に係る環境要素に及ぼす影響の程度について把握し、予測及び評価並びに環境保全措置の妥当性を検証する。 ・事後調査の実施に伴う環境への影響をできる限り回避し、又は低減するため、可能な限り環境への影響が小さい手法を選定することとする	

表3.1.2 地方公共団体におけるガイドライン等の制定状況

	静岡県	長野県	鳥取県	島根県	稚内市	酒田市	遊佐町	浜松市	掛川市	豊橋市	西都市
名称	静岡県風力発電施設等の建設に関するガイドライン	長野県内の風力発電施設の建設に関するガイドライン	鳥取県風力発電施設建設ガイドライン	島根県風力発電所環境配慮指針	稚内市風力発電施設建設ガイドライン	酒田市風力発電施設建設ガイドライン	遊佐町風力発電施設建設ガイドライン	浜松市風力発電施設に関するガイドライン	掛川市風力発電施設設置ガイドライン	豊橋市風力発電施設等の建設に関するガイドライン	西都市風力発電施設等の建設等に関するガイドライン
対象規模要件	10,000kW以上	50kW以上、ハブ高さ25m以上又は風車直径15m以上	500kW以上(総出力、一団の施設として)	総出力10,000kW以上	・発電規模100kW以上 ・風車高さ39m以上	・発電規模100kW以上 ・風車高さ39m	・発電規模100kW以上 ・風車高さ39m	発電規模100kW以上	発電規模100kW以上	1基当たりの定格出力100kW以上	発電規模100kW以上
環境影響評価の実施	NEDOのマニュアル	長野県環境影響評価条例若しくはNEDOのマニュアル	・風力発電導入ガイドブック ・風力開発における環境影響評価手法調査 ・NEDOのマニュアル ・鳥取県環境影響評価技術指針	・NEDOのマニュアル ・猛禽類の保護の進め方	・ガイドライン	・ガイドライン	・ガイドライン ・NEDOのマニュアル	・NEDOのマニュアル	・NEDOのマニュアル	・NEDOのマニュアル	・NEDOのマニュアル
建設可能な区域			・建設地域の制限		① 法規制により極めて建設が困難な場所 ② 自然保護等から建設が好ましくない場所 ③ 建設にあたって調整を要する場所 ④ 制限指定のない場所	① 建設が可能な区域 ・工業専用地域 ・工業専用地域に隣接し漁業が放棄された区域 ② 調整を要する区域 ・①以外で海岸線から内陸部に200mまでの区域 ③ 建設が好ましくない区域 ・上記の①及び②の区域以外の全区域	① 建設が可能な区域 ・海岸線から内陸部に概ね500mの区域 ② 建設が好ましくない区域 ・上記の①区域以外の全区域	①法令等の規制により建設等ができない区域 ・ギンチョウの保護に関する条例の保護地域等 ②法令等の許可を得て、調整により建設等が可能な区域			
住宅からの距離要件による区分	住宅等との距離(風車のタワー基礎部分からの水平距離)は300m以上				制限指定のない場所の条件 【該当条件1】 ○2km以内に民家が存在しない場合 ・事業説明会により合意形成 【該当条件2】 ○2km以内に民家が存在する場合 ・民家から500m以上距離の確保	・住宅等からは200m以上 ・風車の高さが100mを超える場合は、高さの2倍	・住宅等からは300m以上 ・風車の高さが100mを超える場合は、高さの3倍	住宅等との距離は、風車の最高点との長さの2倍以上(ただし、その距離が300mに満たないときは、300m以上とする。)		住宅等との距離は、風車の最高点高さの2倍以上とする。 (その距離が200メートル未満の時は200メートル以上)	住宅等との距離は、風車の最高点高さの2倍以上とする。 (その距離が200メートル未満の時は200メートル以上)
騒音ガイドライン	・環境基準が設定されている地域は、風力発電施設の設置予定位置から最も近い住宅等で基準値以下 ・環境基準が設定されていない地域は、風力発電施設の設置予定位置から最も近い住宅等で環境基準のB類型の基準値以下 (現に環境基準のB類型の基準値超過の場合は、風力発電施設の稼働で3dB以上増加しないこと)		・騒音レベルと風車単独の予測騒音レベルを合成した予測結果が、「騒音に係る環境基準について」を満足すること。		・建設前の状況に変化が発生しない ・騒音環境基準値以内(居住専用地的場合は昼間で50dB以下、夜間で40dB以下等)であること。	環境基準値内(昼間で55dB以下、夜間で45dB以下)	風力発電施設から最も近い住宅等で環境基準値内(昼間で55dB以下、夜間で45dB以下)	A 環境基準が設定されている地域 ・最寄りの住宅等において、騒音に係る環境基準値を超えないもの I 環境基準が設定されていない地域 ・騒音に係る環境基準のB類型の基準値を超えないもの	・民家における騒音が環境基準内であること。	最寄りの住宅等において、騒音に係る環境基準を超えないこと。	・最寄りの住宅等において、騒音に係る環境基準のB類型の基準値内 ・文教施設(学校、幼稚園等)等、特に静穏が必要と認められる施設においては類型AAの基準値内
低周波音ガイドライン	・最も近い住宅等で、環境省「低周波音問題対応の手引書」の物的及び心身に係る苦情に関する参照値未満の配慮						風力発電施設から最も近い住宅等において、環境省「低周波音問題対応の手引書」の参照値未満	住宅等において、環境省「低周波音問題対応の手引書」の参照値を超えないもの		住宅等において、環境省「低周波音問題対応の手引書」参照値を超えないこと。	住宅等において、環境省「低周波音問題対応の手引書」の参照値を超えないものとする。
事前調査の実施			・影響を受けるおそれがある地域の最寄りの住宅、学校、病院等の施設の現状の騒音レベルの測定	・騒音の状況 ・低周波音の状況	・建設前の騒音調査			設置前の騒音の状況、設置後の騒音予測			
事業説明会の実施	・事業者は、環境影響評価書作成前に、住民等へ事業内容を説明し、地元市町の同意を得る。 【説明事業内容】 ①具体的計画内容(施設位置、建設規模、スケジュール、工事内容) ②環境調査結果及び環境影響評価書 ③環境影響評価に基づく配慮事項(実施設計に反映する内容とする。) ④予測以上の影響発生時及び事故発生時の対処方法等	事業者は、縦覧期間内に、関係市町村内において、事業概要書の記載事項を周知するため、説明会を開催するものとする。	・基本設計終了時 ・工事着手前、 ・工事完了後等の適切な時期 【説明内容】 ・住民との調整事項 ・建設後の騒音の発生予測	準備書の縦覧期間内に説明会の開催	・建設後の発生騒音の予測。	住民説明会し、実施結果を市に報告	・風力発電施設の計画段階で、関係住民等に事業説明し、その結果を市に報告	・環境影響評価方法書等の説明会を開催し、住民の意見を求める ・環境影響評価書案に基づく説明会を開催し、住民等の理解を得られた場合には、同意を書面で得る	住民、地権者並びに地元自治会、関係する公的機関等へ事前に騒音予測等の事業内容を説明する	住民、各種関連団体等に、建設規模・スケジュール、安全対策、建設後の管理体制及び環境評価項目を説明会で説明する。	自治会等の住民に対して説明会を開催し、関係自治会の同意を書面で得るものとする。
事後調査と報告	・事業者は、施設稼働後に環境影響調査を実施し、調査結果等について住民等から意見聴取を行う。		・風力発電施設の環境に対する影響の範囲及び程度及び環境保全等措置の効果の検証 ・改善点や課題は住民説明会等で周知し、施設の改善や問題解決等の適切な措置の実施 ・地域に深刻な影響を及ぼす課題には、施設の運転を一時休止するなどの措置		・建設後の騒音調査を市に報告	騒音のガイドラインについて工事完了後に調査を行い、結果を市に報告	・事後調査を行い、結果を市に報告 ・影響が回避できない場合は、改善の措置 ・影響が甚大で復元が困難で計画の変更、中止が求められた場合は、必要な措置	工事中及び完了後の環境、景観及び住民生活への影響調査を行い、調査の結果を市、住民等及び各種関連団体へ書面で報告する。	・影響が生じると予測された事項について、事後調査を実施する。	事後調査を行い、結果を市へ提出し、環境影響が認められた場合は、改善のための措置を講じる	・建設等にあつてはの基準に関する調査を行い、結果を市の総合的な窓口へ報告する ・環境影響が認められた場合には、改善のための措置を講じる
紛争の処理等							建設後に紛争等が発生した場合は、誠意を持って適切かつ迅速に対処	・風力発電施設等に起因する紛争の予防に常に努めるものとする。 ・紛争が発生した場合には、適切かつ迅速な調整、対応を行う。 ・紛争の対応に当たっては、市に当該紛争の状況について報告する。	・騒音、電波等の障害が発生したときは、原因調査と対応内容を市に報告するものとする。	・騒音、電波等の障害が発生したときは、原因調査と対応内容を市に報告するものとする。	・風力発電施設等に起因する紛争の予防に常に努める ・紛争が発生した場合には、当該紛争の適切かつ迅速な調整、対応する。 ・紛争の対応の状況について市へ報告する

表3.2.1 風力発電施設から発生する騒音等の測定方法の比較表

No.	項目	低周波音測定方法マニュアル (平成12年環境庁)	低周波音問題対応の手引書 (平成16年環境省)	風力発電のための環境影響評価マニュアル(第2版) NEDO(出力規模10,000kW程度以上を対象)	JIS C1400-11:2005(IEC61400-11:2002)
1	調査地点の選定	原則屋外、必要に応じて屋内 (1) 屋外：マイクロホン高さは地上1.2~1.5m(風の影響があれば地上設置可)、BGN、反射・遮蔽・回折に配慮。 (2) 建物の周囲：音源方向に面した所、実用的には窓の外側で窓から1~2m離れた場所、床上1.2~1.5m相当の高さ。 (3) 距離減衰：機械から概略2倍ずつ離れた点を測定点にとる。 (4) 指向性の測定：どの方向に強く発生しているか調べる場合には、発生源の周りに測定点をとる。例えば、正面方向から30度、あるいは45度ごとに測定点をとる。 (5) 発生源周辺の音圧レベル分布の測定：①水平面上の音圧レベル分布、②高さ方向の音圧レベル分布 (7) 建物の内部における測定 (6)、(8)は省略 p. 29~36	●物的苦情：問題となる住居などの建物の屋外、建物から1~2m。 ●心身苦情：苦情者の住居などの問題となっている部屋の問題となっている位置。(原則として窓閉め条件) p. 21~22, 解説p. 27	●騒音(選定が望ましい) (1) 調査地域：音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響を受けるおそれがある地域。一般的には対象事業実施区域及びその周辺、半径500m前後の範囲内とする。 (2) 調査地点：音の伝搬の特性を踏まえ、調査地域における騒音に係る環境影響を予測し、評価するために適切かつ効果的な地点。環境保全のために特に配慮が必要な施設(学校、病院等)及び住宅の配置の状況を考慮して施設の稼働による騒音の予測及び評価を行うことが適切かつ効果的と考えられる地点。具体的には、風力発電機設置予定位置から最寄りの住宅等を選定するのが望ましい。 P28、p30  ●低周波音(学校、病院等、住宅等が近接する場合に選定が望ましい) 騒音と同様。近年の主流機アップウインド型2MW級風力発電機の低周波音(オールパス)は風下側200mで65dB(風速12m/s時)。500mでの低周波音は56dB程度と推定される。 p. 34~36	●騒音：基準位置：風車の風下側、風車高Ro(m)の位置1か所(随意にはほかに3か所測定し、指向性を決定できる) 風車の音響放射を確実に特徴づけるために設ける。 測定は、地形の影響、大気条件又は風雑音の影響をできるだけ避けるため、風車に近い位置で行う。 測定位置の方向は、測定時の風向に対しプラスマイナス15度以内にならなければならない。  ●低周波音：規定なし。 p. 4、p. 6
	マイクロホンの設置位置及び具体的な測定手法		●原則として「低周波音の測定方法に関するマニュアル」による。 ●発生源側と苦情者側の同時測定、施設の稼働・停止を行うことを推奨している。 p. 9、p. 12	●騒音：全天候防風スクリーンを設置し、ノイズ除去に努めることが望ましい。 p. 29  ●低周波音：特に記述なし。	風雑音を抑え、地表面の種類の違いによる影響を少なくするため、地表面上に置いた板状にマイクロホンを取り付けて測定を行う。 p. 4  マイクロホンのダイヤフラムを硬い平板に直交させ、マイクロホン軸を風車に向けて取り付けなければならない。板は最小直径が1.0mの円形、音響的に硬い材料、例えば、少なくとも12.0mmの厚さを持つ合板、又は最低2.5mmの厚さを持つ金属で作られていなければならない。 p. 5
3	風の状況等を考慮した測定時期及び測定時間	苦情が発生している場合には、低周波音が発生する時間帯、時期等に測定を行う。苦情が発生していない場合には、低周波音の問題を生じやすい時期、時間帯、あるいはその地域における低周波音の状況を代表するような時期、時間帯に行うとしている。	●苦情が発生している場合：低周波音が発生する時間帯、時期等に測定を行う。 ●苦情が発生していない場合：低周波音の問題を生じやすい時期、時間帯、あるいはその地域における低周波音の状況を代表するような時期、時間帯に行うとしている。 p. 41	●騒音：音の伝搬の特性を踏まえ、調査地域における騒音に係る環境影響を予測し、評価するために適切かつ効果的な期間、時期及び時間帯。事態に応じた適切な時期を選定し、1季以上について、平日又は休日、或いはその両日に昼間及び夜間の各時間帯に連続調査する。 p. 28、p. 31  ●低周波音も同様の記述。p. 34、p. 36	広い風速範囲で、音圧レベル及び風速を同時に短時間測定する。 標準風速6, 7, 8, 9及び10m/sにおける音のレベルを決定し、見かけのA特性音響パワーレベルを計算するために用いる。 p. 4 十分な風速範囲を得るために、何度かの測定が必要となるかもしれない。 p. 7
4	防風の手法等の配慮事項	風が吹いている場合には、録音に際して、・・・(略)風雑音による影響をこまめにアナウンスすることが望ましい。 p. 22  マイクロホンには防風スクリーンを装着する。測定時に風雑音により、見かけ上の音圧レベルが不規則に変動する場合には、低周波音音圧レベル計を地上において測定すれば風雑音の影響をいくらか軽減できる。 p. 39ほか	「低周波音の測定方法に関するマニュアル」と同様に、風雑音による影響には注意が必要である。	●騒音：JIS Z8731 全天候防風スクリーンを設置し、ノイズ除去に努めることが望ましい。 p. 29  ●低周波音：特に記述なし。	地表面設置のマイクロホンとともに使用する防風スクリーンは、主防風スクリーン及び必要な場合には2次防風スクリーンで構成しなければならない。  高風速時に十分な信号対雑音比を低周波数域で得なければならないときには2次防風スクリーンが必要。 p. 5
5	測定量及び具体的な測定手法	感覚・睡眠影響	G特性音圧レベル(L <sub>G</sub> )及び1/3オクターブバンド音圧レベル(L <sub>p,1/3oct.</sub> ) (dB) p. 19	●騒音：等価騒音レベルLA <sub>eq</sub> (時間率騒音レベルも記録に留める) 騒音レベル測定方法JIS Z8731, 測定機器JIS C1505, JIS C1502, JIS C1512, 測定時には、騒音測定に影響を与える天気、風向、風速、気温、湿度についても調査する。特に、風向、風速については、様々な条件下での測定を行い、その状況を幅広く把握することが望ましい。 測定は、環境基準の時間の区分ごとに全時間を通じて連続測定することを原則とする。対象とする騒音の範囲は、環境基準の適用対象である騒音。(航空機騒音、鉄道騒音、建設作業騒音、鳥の鳴き声や虫の声を除外して測定評価する。なお、木の葉の擦れ音については、測定・評価の対象に加える。 また、騒音レベルは必要に応じて1/1オクターブバンド別(63~8000Hzの8周波数帯域)に記載する。 p. 29、p. 30	整数風速6, 7, 8, 9及び10m/s(10m高さ及び0.05mの粗度長)における風車の音響放射に関する次の諸量 1. かけの音響パワーレベル 2. 1/3オクターブバンドレベル 3. 純音性 随意的測定には、指向性、超低周波音、低周波音及び衝撃性が含まれる。 p. 7
		建具等のがたつき	1~50Hzの1/3オクターブバンド音圧レベル(L <sub>p,1/3oct.</sub> ) (dB) p. 19	物的苦情の場合 5~50Hzの1/3オクターブバンド音圧レベル(L <sub>p,1/3oct.</sub> ) p. 21	
		圧迫感・振動感	1~80Hzの1/3オクターブバンド音圧レベル(L <sub>p,1/3oct.</sub> ) (dB) p. 19	心身苦情の場合 G特性音圧レベル(L <sub>G</sub> )及び10~80Hzの1/3オクターブバンド音圧レベル(L <sub>p,1/3oct.</sub> ) p. 21	●低周波音： 低周波音レベル 低周波音測定マニュアルによる。低周波音測定に影響を与える天気、風向、風速、気温、湿度についても調査する。特に、風向、風速については、様々な条件下での測定を行い、その状況を幅広く把握することが望ましい。必要に応じて1~80Hzの1/3オクターブバンド別に記載する。 p. 35
6	測定結果の整理方法	①変動の少ない低周波音平均値を求める。 ②変動する低周波音 最大値を適当な回数について読み取るか、測定時間内(例えば10分間)の最大値及びパワー平均値を求める。 ③単発的又は間欠的に発生する低周波音 発生時の最大値を読み取る。間欠的に発生する場合は、発生ごとの最大値を読み取る。 p. 60  (注意事項) 測定時に風が吹いている場合には、①と③については風の影響のない測定時間より結果を導出する。②については、風雑音により測定値が変動する場合には、原則として結果の導出は出来ないとしている。	「低周波音問題対応の手引書」で想定している発生源は変動の少ない固定された発生源であることから、間欠的・衝撃的な低周波音は想定していない。また、変動する低周波音の整理方法を記載しているのは、伝搬過程における風などによる影響によるレベル変動や、発生源側の唸り等に伴うレベル変動を想定してのことである。 ① 変動の少ない低周波音 10秒間から1分間程度のパワー平均値を求める。 ② 変動する低周波音 音圧レベルが(5dBを超えて)変動する場合は、指示値が大きくなるときに注目して、それらの最大値を適当な回数(5回から10回程度)測定し、それらのパワー平均値を求める。	●騒音：調査結果のとりまとめに当たっては、調査地点別に各時間帯の騒音レベル、天候、風向、風速等を一覧表等により整理する。また、騒音レベルは必要に応じてオクターブバンド別(63~8000Hzの8周波数帯域)に記載する。 p. 29  ●低周波音：現地調査を実施する場合においては、調査地点別に低周波音レベル、天候、風向、風速等を一覧表等により整理する。また、低周波音レベルは必要に応じて1/3oct.別(1~80Hzの20周波数帯域)に記載する。 p. 35	●基準位置での音響測定： A特性音圧レベル：風速の測定と同時に、一連の少なくとも30個の等価騒音レベル。各測定値の実測時間は少なくとも1分間。各整数風速のプラスマイナス0.5m/s内に3個以上の測定値が必要。  ●1/3オクターブバンド測定：各整数風速において、1分間以上の測定で得た少なくとも3個のスペクトルのエネルギー平均から決定。少なくとも、50Hz~10kHzの中心周波数の範囲の1/3オクターブバンドの測定が必要。風車が停止した状態の暗騒音測定も同様。  ●狭帯域測定：各整数風速において、少なくとも2分以上の風車の音及び暗騒音の測定が必要。 p. 7
7	発生源の稼働状況及び上空の風速の把握方法等	発生源の種類・発生状況などをわかる範囲で記録しておく。 p. 57	発生源の種類・発生状況などをわかる範囲で記録しておく。		方法1：風速計及び風向計は、10mとロータ中心との間の高さで、風車の風上側に設置しなければならない。 p. 6  方法2：風速測定に風速計を用いる場合、風速の測定値は10m高さ及び基準粗度長に補正しなければならない。音の測定時には、風車が風速計として用いられる。 p. 9
8	風力発電用防風スクリーンの性能(従来型との違い)	風速と風雑音の大きさ(1~80Hz平坦特性)の測定例が示されている。 従来型1(直径9cm)：約10dB 従来型2(直径20cm)：約20dB p. 52~55			

## 4. 騒音等の測定結果及びその解析結果

### 4.1 調査箇所の確認

平成 22 年度に地方公共団体が環境省からの委託を受けて風車音に係る調査を実施した箇所を視察した。調査は静岡県と兵庫県の 2 県で行われたが、実測は既に終了していたため、測定地点及び周囲の状況について確認を行った。表 4.1.1 に現場確認を行った箇所の一覧を示した。

表 4.1.1 現場確認箇所の一覧

No.	踏査年月日	サイト	風車概要	視察者	担当部課
1.	H22. 12. 20	静岡県 東伊豆町	定格出力：1.5MW 全高：103.5m 10 基	塩田正純 石橋雅之	静岡県くらし・環境部環境局生活環境課 静岡県賀茂郡東伊豆町建設産業課
2.	H23. 1. 17	兵庫県 南あわじ市	定格出力：2.5MW 全高：129m 15 基	落合博明	兵庫県農政環境部環境管理局大気課

#### (1) 静岡県東伊豆町

風車近傍地点(4号基から約90m地点)、及び2箇所の苦情者側の建物付近(最も近い5号基風車から各々約570m、約720mの地点)を視察した。当日は、風が弱かったため、風車はほとんど回っていなかった。

#### 【調査地点の状況】

##### ①調査地点A：風車近傍（屋外）

事業所の敷地内で近くには管理事務所があり、係員が24時間常駐している。視察時には、風車のほとんどは回っていなかった。タワー直近では、ナセル内の機械音と思われる「ブーン」という音が聞こえた。タワー壁面に手を触れたが、振動は感じられなかった。

##### ②調査地点B（苦情者宅に近い住宅）：屋外・屋内（2階和室の中央）

県による調査時には空き家だったが、状況が変わり、当日は室内には入れなかった。調査地点付近から一連の風車が良く見える。最も近い風車（5号基）から約570mの距離にある。

### ③調査地点C（別荘地建物）：屋外・屋内

現在改装中で、屋内の窓から尾根沿いに設置された一連の風車が良く見える。最も近い風車（5号基）から約720mの距離にある。また、東伊豆町が設置した600kWの風車3基は距離がかなり離れている。

## （2）兵庫県南あわじ市

風車近傍地点、及び2箇所之苦情者宅の建物付近（屋外のみ）を視察した。当日は、北西風が強かったため（事業者によると平均で8m/s程度）、風車は稼働していたが、一部の風車は停止していた。

### 【調査地点の状況】

#### ①測定点1：風車近傍測定点

測定対象風車2号基から、風車の北北東方向に約130mの取付け道路に沿い。1号基まで約190m、3号基まで約300m、4号基まで約400mの距離があるが、それぞれの風車が見通せる。

#### ②測定点2：住宅側測定点

ウィンドファームの北端に設置された1号基風車の北東約330mに位置する。南側が山で、山の尾根に風車が立っている。北西側は瓦の工場がある。南東側は畑で、屋外測定点は畑とのこと。北側の道路は1.5車線程度の道幅でときどき車が通る。踏査当日は風が強く、風車音は屋外では気にならなかった。

#### ③測定点3：住宅側測定点

ウィンドファーム北側風車群の東側およそ1km程度の距離に位置する。苦情者宅付近から、西側の尾根に数基の風車が望まれる。最も近い3号基風車からは約900m離れている。周囲は畑で、屋外測定点は南西側の畑とのこと。周りの道路は、たまに車が通る。踏査時、こちらでも風が強かったこともあり、風車音は屋外では気にならなかった。

## 4.2 平成22年度地方委託データの解析・整理方法

### 4.2.1 対象風車及び測定の状況

測定を実施した風車の概要と、測定時における風車の稼働・停止状況を表4.2.1に示した。なお、風車を構成する機器の標準的な名称、一般的なナセル内の機器配置を次頁に示した。

表 4.2.1 風車の概要と測定時における風車の稼働停止状況

No.	サイト	風車概要	←	測定時の稼働停止状況
1.	静岡県 東伊豆町	定格出力：1.5MW 全高：103.5m 10基	定格風速：14m/s カットイン風速：3.5m/s カットアウト風速：25m/s	・完全停止 ・冷却装置のみ稼働 <sup>※1</sup> ・通常稼働
2.	兵庫県 南あわじ市	定格出力：2.5MW 全高：129m 15基	定格風速：12.5m/s カットイン風速：3.5m/s カットアウト風速：25m/s	・完全停止 ・冷却装置のみ稼働 <sup>※2</sup> ・通常稼働

※1：ナセルに設置された機器で稼働したもの：放熱器、オイルクーラー、カップリング、制御盤、放熱器、ギヤボックス、旋回モーター、ローターシャフト、軸受、ローターハブ、スピナー

タワー下部に設置された機器で稼働したもの：変圧器、コンバーター冷却装置

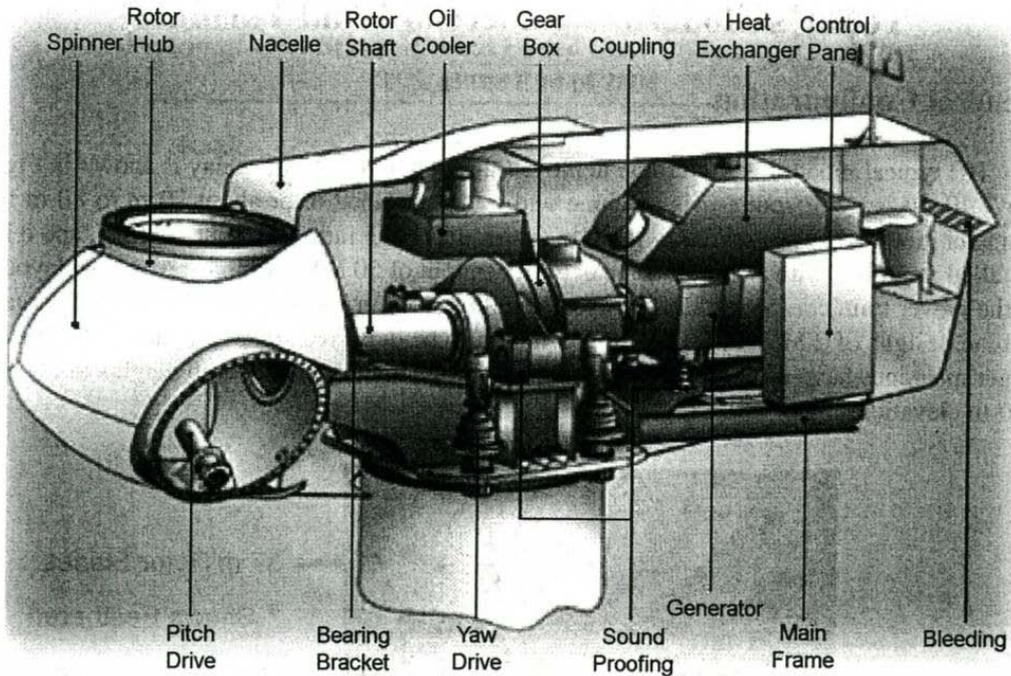
※2：ナセルに設置された機器で稼働したもの：カップリング、制御盤、放熱器、ギヤボックス、旋回モーター、ローターシャフト、ローターハブ、スピナー

タワー下部に設置された機器で稼働したもの：変圧器、コンバーター冷却装置

測定点は発生源近傍と苦情者宅の屋外、屋内に設定した。測定にあたって、静岡県では、通常の測定で用いられる直径 9cmφ のウレタン製防風スクリーンを、兵庫県では、通常より倍の大きさの直径 20cmφ のウレタン製防風スクリーンをマイクロホンに被せた。測定では、10 秒間の等価騒音レベルを連続的に計測した。



風車を構成する機器の標準的な名称



一般的なナセル内機器配置

以下に、測定地域ごとの測定状況を記した。

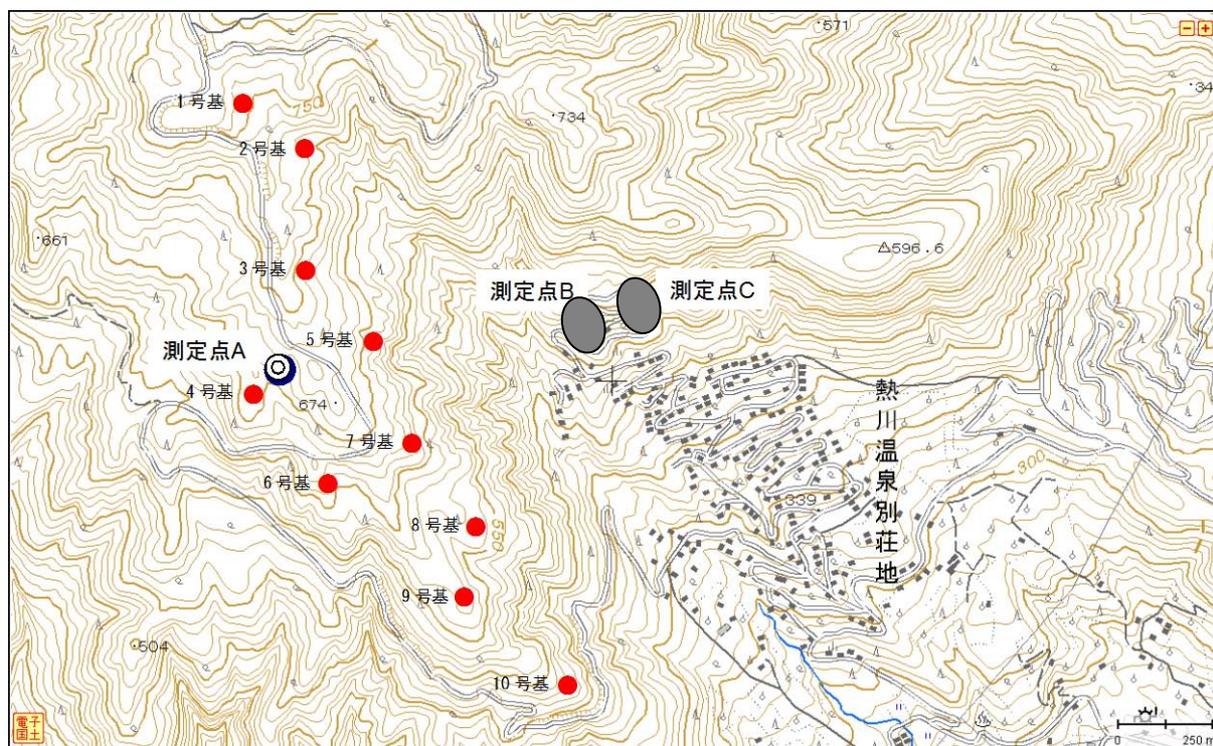
### (1) 静岡県東伊豆町

東伊豆町では夏季に測定が行われた。測定点は、発生源近傍（4号基から約90m）と、5号基風車から約570m、720mの距離にある住宅内外の、計5ヶ所である。測定点周辺の平面図及び風車と測定点の位置関係を図4.2.1.1及び図4.2.1.2に示した。測定にあたり、風車の稼働条件は以下の3条件とし、これらの稼働条件は10基全ての風車を対象として実施した。

- I 風車完全停止（以下、「暗騒音」と記載）
- II 羽根は停止、冷却装置は稼働（以下、「機械稼働」と記載）
- III 通常稼働（以下、「風車稼働」と記載）

測定は午後・夜間・午前の3回行った。しかし、夜間・午前の測定では風速がカットイン風速に満たなかったため、通常稼働のデータは得られなかった。

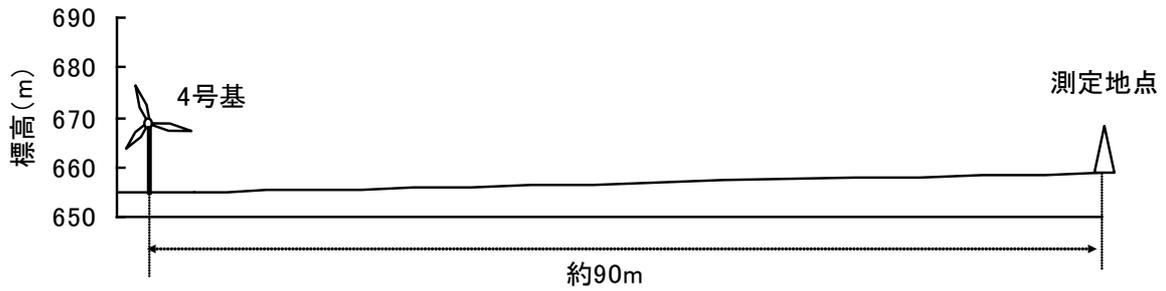
測定に際し、事業者からはナセル高さにおける10分ごとの風向・風速データ、回転数のデータを得た。



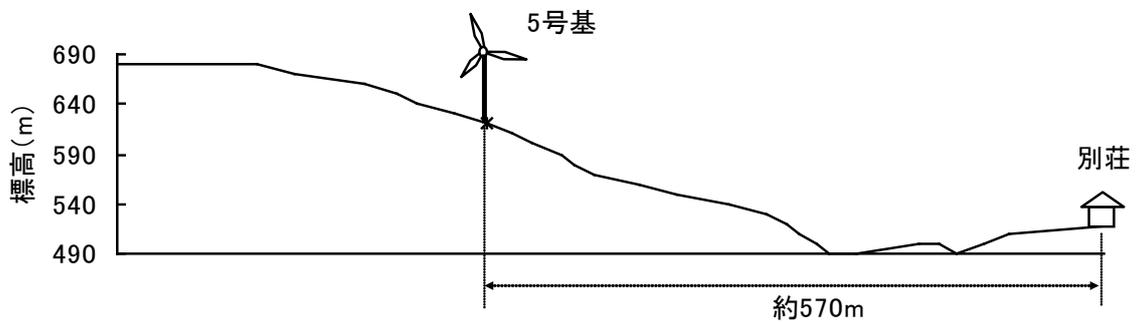
出典：「電子国土」 URL <http://cyberjapan.jp/>

図4.2.1.1 測定点周辺の平面図（東伊豆町）

### 測定点 A



### 測定点 B



### 測定点 C

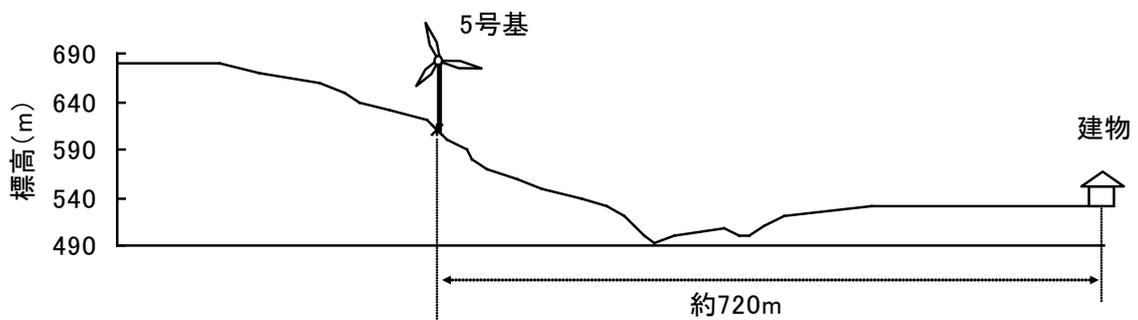


図 4.2.1.2 測定点と風車の位置関係（東伊豆町）

なお、稼働操作の ON/OFF は、各風車のタワー内で事業者スタッフが直接行う必要があるため、各条件の設定に際して時間を要するとのことで、各条件は続けて測定されたわけではなく、各条件の測定と測定には数分から 40 分程度の時間間隔があった。図 4.2.1.3、図 4.2.1.4 に測定当日のナセル高さの風速、風車の回転数（4 号基、5 号基、7 号基）と各条件の測定時間区間を示した。

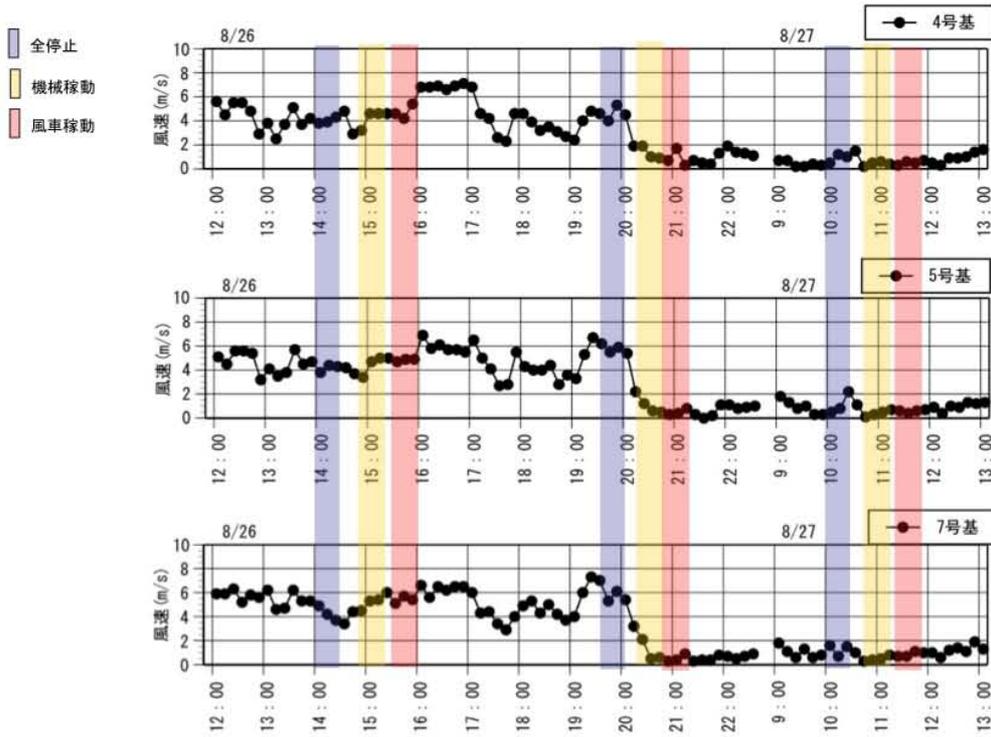


図 4.2.1.3 測定時のナセル位置の風速の時間変化（4・5・7号基）

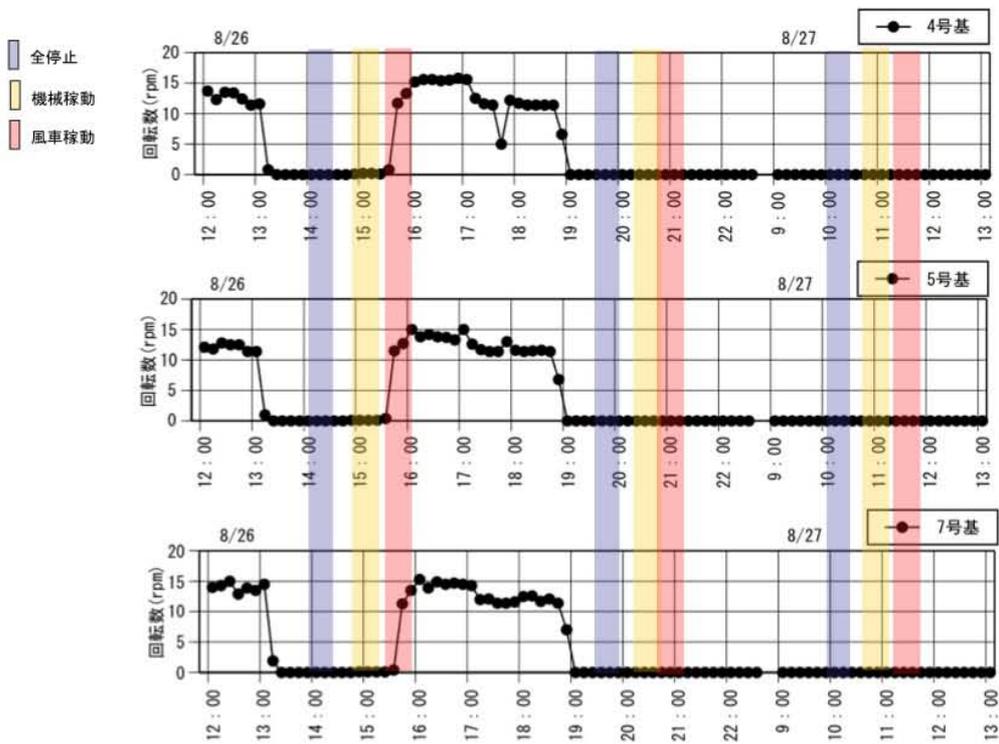


図 4.2.1.4 測定時の風車回転数の時間変化（4・5・7号基）

(2) 兵庫県南あわじ市

- ・ 南あわじ市では秋季に測定が行われた。
- ・ 測定点は、発生源近傍（2号基から約130m）と、1号基風車から約330mの距離にある住宅及び3号機風車から約900mの距離にある住宅内外の、計5ヶ所である。測定点周辺の平面図及び風車と測定点の位置関係を図4.2.1.5及び図4.2.1.6に示した。
- ・ 測定にあたり、風車の稼働条件は以下の3条件とし、これらの稼働条件は測定対象とした住宅寄りの1号基から7号基の風車を対象として実施した。
  - I 風車完全停止（以下、「暗騒音」と記載）
  - II 羽根は停止、冷却装置は稼働（以下、「機械稼働」と記載）
  - III 通常稼働（以下、「風車稼働」と記載）

測定は夜間に2回行った。測定に際し、事業者からはナセル高さにおける10分ごとの風向・風速データ、回転数のデータを得た。

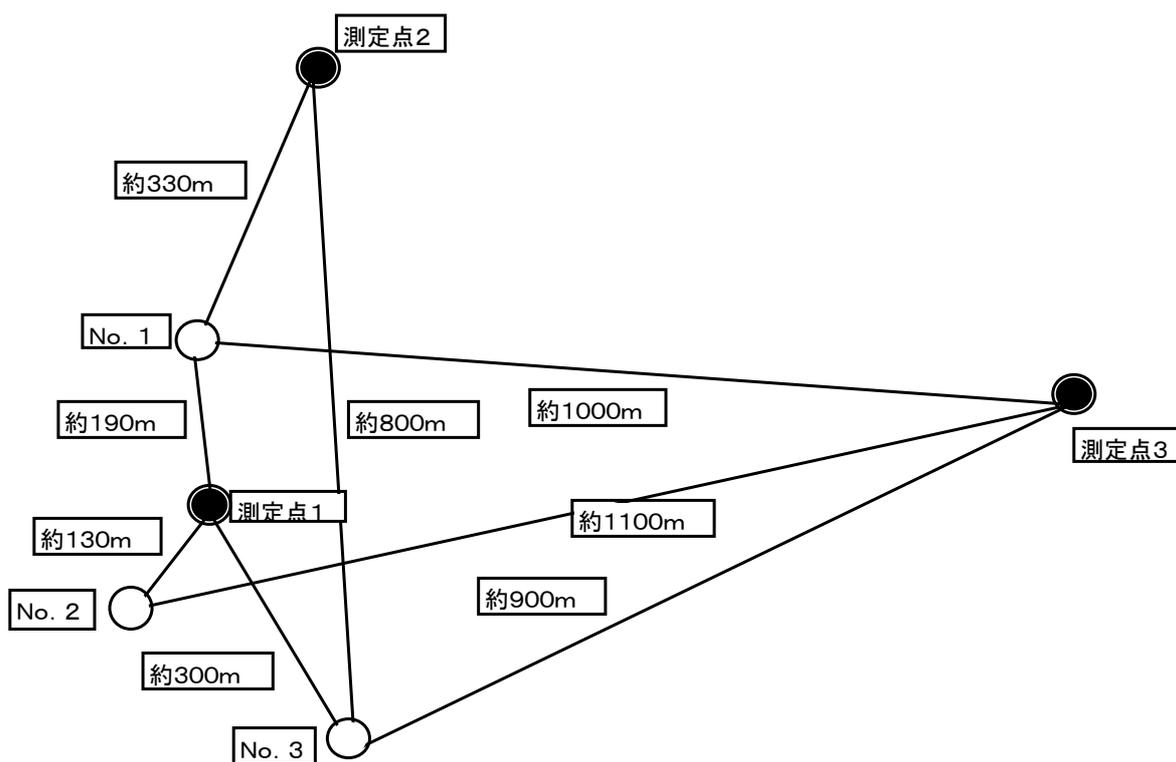
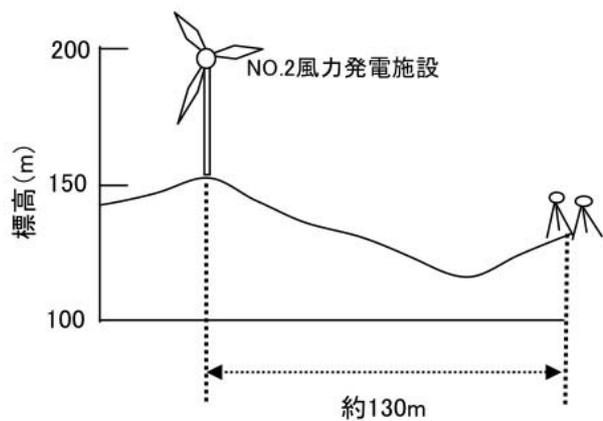
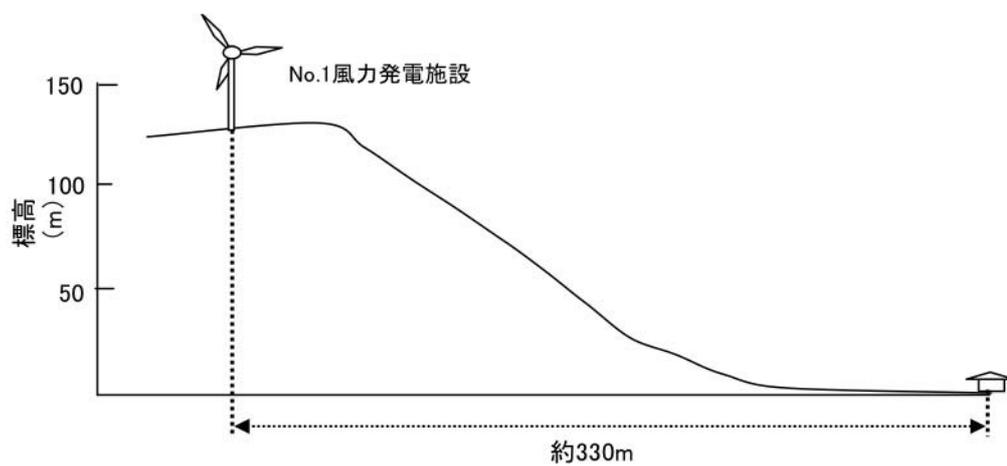


図 4.2.1.5 測定点と風車の位置関係（南あわじ市）

測定点 1 :



測定点 2 :



測定点 3:

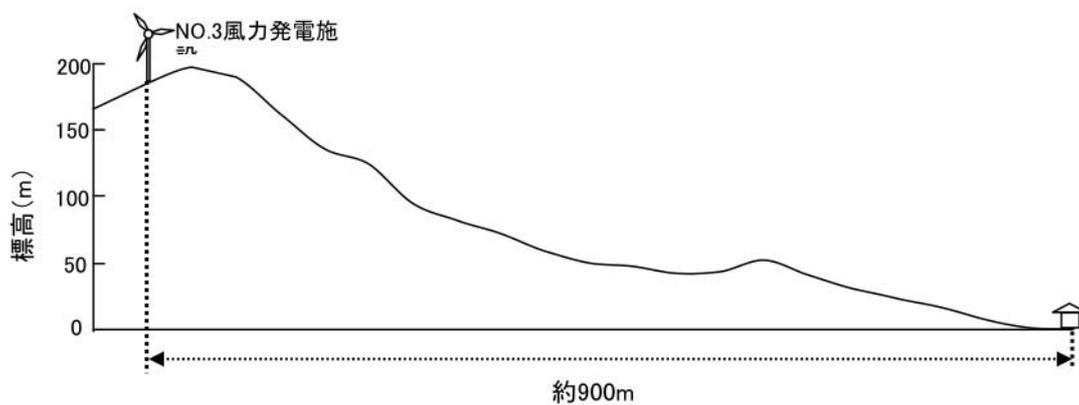


図 4.2.1.6 測定点と風車の位置関係 (南あわじ市)

#### 4.2.2 測定データの解析・整理方法

平成 22 年度の調査は、風車稼働時と、羽根を停止させた状態で冷却装置等が稼働している条件、全停止で暗騒音のみの条件についての測定を行い、平成 21 年度の実測調査で観測された風車音の卓越成分に関する手がかりを得ることと、風速の違いによる暗騒音の違いについて検討することを目的として行われた。測定データの解析にあたっては、静岡県、兵庫県の測定で得られた各測定点における 10 秒間  $L_{eq}$  データの中から、主な周波数について音圧レベルの時間変化を書き出した。音圧レベルの時間変化を確認したところ、東伊豆、南あわじとも測定点周辺は暗騒音が非常に小さいこと、最も近い風車から住宅までおよそ 300m から 900m 離れていること等から風車音の音圧レベルは減衰しており、各測定点で観測されたデータは、家屋の近くを通る車や遠方を通る車の音、上空や遠方を飛行する航空機、測定点周辺の対象以外の発生源、室内の機器や人の動作等に伴う音の影響や風の影響を受けていることがわかった。そのため、測定データの解析にあたっては、発生源近傍測定点、住宅 2 軒の内外測定点の合計 5 点で測定された 10 秒間  $L_{eq}$  の時間変動グラフを眺めながら、全測定点にわたって対象音以外の騒音・低周波音及び風雑音による影響が最も少ないと思われる時間区間を、測定日・測定条件毎に 2 分間選定した。選定した 2 分間に観測された 1/3 オクターブバンド別の 10 秒間  $L_{eq}$  を各条件別に色分けして重ね描きした。風速による暗騒音の違いの検討については、測定日・測定条件毎の暗騒音測定データの中から、全測定点にわたって対象音以外の騒音・低周波音及び風雑音による影響が比較的少ないと思われる 2 分間の区間をさらに 2 箇所選定した。選定した 2 分間に観測された 10 秒間  $L_{eq}$  データパワー平均し、グラフに重ね描きした。

### 4.3 平成 22 年度地方委託データの解析・整理結果

解析整理結果を以下に示す。

#### ○風車の稼働条件別の騒音・低周波音の周波数特性

- ・ 図 4.3.1.1～図 4.3.1.15 風車音の周波数特性の一例（東伊豆町）
- ・ 図 4.3.2.1～図 4.3.2.10 風車音の周波数特性の一例（南あわじ市）

#### ○暗騒音の風速別周波数特性

- ・ 図 4.3.3.1～図 4.3.3.5 暗騒音の周波数特性の比較（東伊豆町）
- ・ 図 4.3.4.1～図 4.3.4.5 暗騒音の周波数特性の比較（南あわじ市）

#### ○風車の稼働条件別の騒音・低周波音の音圧レベル変動

- ・ 図 4.3.5.1～図 4.3.5.35 風車音の周波数特性の一例（東伊豆町）
- ・ 図 4.3.6.1～図 4.3.6.10 風車音の周波数特性の一例（南あわじ市）

#### 4.3.1 風車の稼働条件別の騒音等の周波数特性

##### (1) 静岡県東伊豆町

測定データの解析にあたり、10 秒間  $L_{eq}$  の測定データから、いくつかの周波数帯域について音圧レベルの時間変動を整理した。結果を図 4.3.5.1～図 4.3.5.35 に示す。図中には、4 号基風車で観測された風速と回転数（いずれも 10 分間平均値）の時間変動も併せて示した。

図より、各測定点で観測された音圧レベルは、様々な騒音やマイクロホン周りの風による影響を少なからず受けている。測定データの解析にあたっては、全測定点にわたって対象音以外の騒音や風雑音の影響が比較的小さいと思われる時間帯を 2 分間切り出した。なお、整理にあたり、2 分間の間で突発的な騒音が含まれる場合にはその 10 秒間のデータはとり除いた。

測定時の 4 号基ナセル位置における風速は、8 月 26 日の午後は 2.9～6.8m/s、26 日の夜間は 0.4～5.3m/s（但し風速が大きかったのは暗騒音測定時のみ）、27 日の午前は 0.2～1.5m/s であった。したがって、風車が実際に稼働したのは 26 日の午後のみで、26 日の夜間と 27 日の午前はカットイン風速に至らず風車は稼働しなかった。

##### ア) 風車停止時の暗騒音

発生源近傍測定点：暗騒音の周波数特性で違いが大きいのは 10Hz 以下程度の周波数域である。この周波数域に着目すると、図 4.3.1.11 によると発生源に近い測定点 A では、風のほとんどない 27 日午前におけるこの帯域の音圧レベルは 25～50dB 程度である。それに対して、4m/s 程度の風速が観測された 26 日午後と夜間におけるこの帯域の音圧レベルは図 4.3.1.1 及び図 4.3.1.6 によるとおよそ 30～80dB であり、風雑音によって低周波数域の音圧レベルが増加していることがわかる。このような傾向は、測定点 B、測定点 C における観測結果にも現れている。なお、27 日午前の測定結果のうち発生源近傍と測定点 C で図 4.3.1.11、図 4.3.1.14、図 4.3.1.15 に示すように 20Hz 付近に卓越成分が観測されたが、全測定点に共通して出現していないこと、測定点 C は測定点 B よりも風車から離れていることから、これらの測定点周辺で発生した何らかの暗騒音によるものと考えられる。なお、数 kHz の高周波数域に卓越成分がみられるが、蝉や虫の鳴き声によるものである。

##### イ) 機械稼働による発生音

発生源近傍の測定点 A について、暗騒音と機械稼働時における騒音・低周波音の周波数特性を比較した。図 4.3.1.1 によると、40～125Hz の周波数域で機械稼働時の音圧レベルが大きい、それより高い周波数では概ね変わらない。図 4.3.1.6 によると、31.5Hz 以下と 200Hz 以上の周波数域で暗騒音の方が音圧レベルは大きくなっており、40～160Hz の周波数域での音圧レベルは変わらない。図 4.3.1.11 によると、10Hz 以下では機械稼働時の方が音圧レベルは大きい、16Hz、20Hz 及び 1.25kHz 以上の周波数域では暗騒音の方が音圧レベルは大きくなっており、31.5～1kHz の周波数域では音圧レベルは変わらない。低周波数域における違いは風雑音による影響と考えられる。図 4.3.1.11 の 16～125Hz にかけての音圧レベルの盛り上がりは測定点付近における何らかの暗騒音による影響と考えられる。これらの影響を除けば、暗騒音と機械稼働時における音圧レベルの明確な違いは見られない。

このような傾向は、住宅側の測定点 B、測定点 C で観測された結果にも現れている。なお、図 4.3.1.7 や図 4.3.1.8 のように、50Hz 帯域が卓越しているところがあるが、これは測定時に信号に電源周波数が重畳してしまったためではないかと考えられる。暗騒音測定時も含めて、測定点によってはこのほかにもいくつか卓越成分がみられるが、発生源側との対応がないことから、測定点周辺の発生源に起因する騒音によるものと推察される。

#### ウ) 風車稼働による発生音

発生源近傍の測定点 A における風車稼働時の発生音の周波数特性は、図 4.3.1.1 に示すように周波数が低いほど音圧レベルが大きい傾向を示している。本測定結果では、1.6Hz 帯域に卓越成分がみられた。図に示した測定時の 4 号基風車の回転数はおよそ 15rpm であることから、1.6Hz 帯域の卓越成分は回転に起因する 2 次の周波数成分であると考えられる。一方、平成 21 度の調査結果で特徴的であった 160～200Hz 帯域をはじめとして、1.6Hz を除く他の帯域において、本測定結果では、明確な卓越成分はみられなかった。発生源近傍測定点 A における風車稼働時の発生音の音圧レベルを暗騒音・機械稼働時と比較すると、風車稼働時には、およそ 20Hz 以上の周波数帯域で、暗騒音や機械稼働時に比べて音圧レベルが 15～20dB 程度上昇している。住宅側測定点では、音圧レベルの上昇分は少ないものの、このような傾向は測定点 B、測定点 C における測定結果にも現れている。測定結果のなかには図 4.3.1.4 の測定点 C 屋外のように、低い周波数域で、風車稼働時よりも暗騒

音や機械稼働時において音圧レベルが大きいところもあった。これは、風車稼働時よりも暗騒音や機械稼働時のほうが測定点周辺における風が強く、風雑音による影響が大きく現れたためと考えている。

## (2) 兵庫県南あわじ市

測定データの解析にあたり、10 秒間  $L_{eq}$  の測定データから、いくつかの周波数帯域について音圧レベルの時間変動を整理した。結果を図 4.3.6.1～図 4.3.6.10 に示す。図中には、2 号基風車で観測された風速と回転数（いずれも 10 分間平均値）の時間変動も併せて示した。図より、各測定点で観測された音圧レベルは、様々な騒音やマイクロホン周りの風による影響を少なからず受けている。測定データの解析にあたっては、全測定点にわたって対象音以外の騒音や風雑音の影響が比較的小さいと思われる時間帯を 2 分間切り出した。なお、整理にあたり、2 分間の間で突発的な騒音が含まれる場合にはその 10 秒間のデータはとり除いた。測定時の 2 号基ナセル位置における風速は、10 月 5 日の夜間は 2.9～7.2m/s、10 日の夜間は 3.4～9.0m/s であった。

### ア) 風車停止時の暗騒音

発生源近傍における測定結果によると、図 4.3.2.1 に示すように 10 月 5 日の測定結果では 31.5Hz の帯域が卓越している。図 4.3.2.6 に示す 10 月 10 日の測定では風雑音の影響が大きく、卓越成分の有無ははっきりしない。

住宅側の測定点における測定結果によると、図 4.3.2.2、図 4.3.2.4 に示すように、10 月 5 日の測定結果では住宅側屋外測定点の測定結果にも発生源近傍と同じ 31.5Hz 帯域の卓越成分が現れているが発生源近傍よりも卓越の度合いは小さい。図 4.3.2.5 によれば、測定点 3 の屋内で 10Hz に卓越成分がみられるが、図 4.3.2.4 に示す屋外の測定結果にはこの卓越成分が現れていない。なお、屋外の測定点で数 kHz の高周波数域に卓越成分がみられるが、虫の鳴き声によるものである。

### イ) 機械稼働による発生音

測定点周辺の暗騒音は低く、「暗騒音」・「機械稼働」とも、測定データは少なからず周囲の他の発生源による騒音・風雑音による影響を受けており、一概に比較することが難しい。発生源近傍の測定点 1 について、機械稼働時における騒音・低周波音の周波数特性をみると、図 4.3.2.1 に示すように、

10月5日の測定結果では、12.5、25、50、100、200Hzの帯域に小さな卓越成分がみられる。しかし、**図 4.3.2.6**では、10月10日の測定結果では、25、50Hzの周波数帯域に卓越成分がみられた。次に暗騒音と機械稼働時の音圧レベルを比較すると、**図 4.3.2.1**に示すように、10月5日の測定結果では、20～25Hz、40～100Hz、及び200Hz以上の周波数で機械稼働時の方が暗騒音に比べて音圧レベルが若干大きくなっている。一方、**図 4.3.2.6**に示したように、10月10日の測定結果では、逆にほぼ全ての周波数帯域にわたって暗騒音の方が機械稼働時よりも音圧レベルは大きくなっている。住宅側測定点における結果に着目すると、**図 4.3.2.7**によれば、測定点2屋外では、暗騒音の方が1～2dB大きい程度で両者の音圧レベルにほとんど差はみられない。**図 4.3.2.2**においても20Hz、31.5Hz、160～200Hzを除き音圧レベルに大きな違いはない。このうち、10月5日の機械稼働時にみられる20Hzの卓越成分は、**図 4.3.2.7**からもわかるように測定日が異なるとみられないこと、発生源近傍では観測されていないことから、対象以外の発生源が原因である可能性があると考えている。

#### ウ) 風車稼働による発生音

発生源近傍で観測された測定結果は、**図 4.3.2.1**や**図 4.3.2.6**に示すように、風による影響を受けて、周波数が低いほど音圧レベルが大きい傾向を示している。卓越周波数成分に着目すると、**図 4.3.2.1**では、25Hz、50Hz、160Hzの帯域が卓越している。昨年度測定した風車音の測定結果と比較すると、25～31.5Hz、50～63Hz、160～200Hzに卓越周波数成分があることでは共通している。しかし、南あわじの測定結果では、25Hz帯域が大きく卓越しているのが特徴的である。25Hz帯域、50Hz帯域は機械稼働時にも卓越してはいるものの、風車稼働時に比べて25Hz帯域で約20dB、50Hz帯域で約10dB小さい。なお、160Hz帯域の成分は、10月5日の測定結果でははっきりと卓越しているが、10月10日の測定でははっきりとした卓越成分は現れておらず日によって発生状況が異なっている。両日の風向・風速には大きな違いがないことから、継続した調査が望まれる。住宅側測定点における測定結果では、**図 4.3.2.2**及び**図 4.3.2.7**に示すように、測定点2の屋外における測定結果においても25Hz帯域が卓越している。特に10月5日は卓越の度合いが顕著である。また、**図 4.3.2.3**及び**図 4.3.2.8**に示すように、屋内の測定点では、風車の回転数に起因する1.6Hz成分が観測された。屋内では、風による影響

が低減されたことによって、この周波数域の卓越成分がはっきりと現れたものと考えている。測定点3の屋外では、**図 4.3.2.4**、**図 4.3.2.9**に示すように10月5日は25Hzと63Hzが、10日は50Hz帯域が卓越している。このうち63Hzは風車近傍では観測されておらず、50Hzについては風車近傍でも観測されているもののその音圧レベルは1dB程度しか変わらない。測定点3に近い3号基風車によるものかあるいは、対象以外の発生源によるものかを見極めるには測定データの蓄積が必要である。なお、**図 4.3.2.5**及び**図 4.3.2.10**に示すように、屋内の測定点では、風車の回転数に起因する1.6Hz帯域、及び2.5Hz帯域の成分が観測された。

### 4.3.2 暗騒音の風速別周波数特性

#### (1) 静岡県東伊豆町

8月26日の午後と夜間、及び27日午前の暗騒音の測定時間において、全測定点にわたって風車以外の測定点周辺の騒音や室内の騒音の影響が比較的少ない時間帯2分間を各々3箇所選び、間欠的な騒音は除いた後平均を行ったデータを重ね描きして、**図 4.3.3.1**～**図 4.3.3.5**に示す。なお、図中に記された風速は解析した時間帯を含む10分間の平均風速である。暗騒音測定時の4号基ナセル位置における風速は、8月26日の午後と夜間はおおよそ4～5m/sであったのに対して、27日の午前は風が弱い状況であり、さまざまな風速条件でのデータは得られなかった。**図 4.3.3.1**、**図 4.3.3.2**、**図 4.3.3.4**によると、屋外の測定点では風でマイクロホンの膜面が振動することにより、20Hzより低い周波数域で音圧レベルが見かけ上増加する傾向が見てとれる。例えば、風車位置で4～5m/sの風が吹くような環境においては1Hzでは無風時に比べて約30dB音圧レベルが増加している。住宅側測定点屋内での測定結果を**図 4.3.4.3**、**図 4.3.4.5**は屋外ほど風による低周波数域の音圧レベルの増加が少ない。**図 4.3.3.2**と**図 4.3.4.3**より、測定点Bの住宅内外で暗騒音を比較すると、4～5m/sの風が吹いた場合、屋内では1Hzで無風時に比べて10dB程度、最大でも15dB程度しか増加していない。**図 4.3.3.5**に示した測定点C屋内では、風の吹いた条件での低い周波数域の音圧レベルが測定点Bの屋内に比べて大きくなっているが、これは建物の窓の大きさなど、風を受けやすいことによる可能性もあると考えている。

#### (2) 兵庫県南あわじ市

10月5日の夜間、及び10日夜間の暗騒音の測定時間において、全測定点にわたって風車以外の測定点周辺の騒音や室内の騒音の影響が比較的少ない時間帯2分間を各々3箇所選び、間欠的な騒音は除いた後平均を行ったデータを重ね描きして、**図 4.3.4.1**～**図 4.3.4.5**に示す。図中、赤色で示したのが10月5日の測定データ、青色で示したのが10日のデータである。なお、図中に記された風速は解析した時間帯を含む10分間の平均風速である。暗騒音測定時の2号基ナセル位置における風速は、10月5日はおおよそ3～4m/s、10日はおおよそ4～5m/sであり、幅広い風速条件でのデータは得られなかった。**図 4.3.4.1**より風車近傍の測定点1で観測された暗騒音の周波数特性をみると、両日とも63Hzより低い周波数域で周波数が低くなるにつれて音圧レベルが上昇しており、風雑音による影響がうかがえる。2.5kHzと5kHzの卓越成分は虫の鳴き声と推定

される。両日の測定結果を比較すると、63Hz以下の周波数域でおよそ12dB、80～2kHzでおよそ8dB、10月10日の方が音圧レベルが大きい。この原因として、測定点周辺の風速の違いと、測定時刻の違いが考えられる。63Hz以下の周波数域については、2号基ナセル位置以上に風速の違いが大きかったのではないかと推測される。一方、80～2kHzについては、10月5日の暗騒音測定が20時前後に行われたのに対して、10日の測定は18時30分前後であることから、10日は通勤帰りの車等により暗騒音が全体的に上昇したのではないかと推定している。図4.3.4.2、図4.3.4.4より、住宅側屋外の測定点で観測された暗騒音の周波数特性に着目すると、風による低周波数域の音圧レベルの上昇は風車近傍測定点ほど大きくなく、測定点2屋外では10Hz以下、測定点3では12.5Hz以下程度の周波数で風による影響が見られる。測定当時、2号基ナセルにおける観測データによると西北西ないし北西の風が吹いており、住宅側測定点では西側の山に風が遮られる形となったことで、風車近傍測定点に比べて風による影響が少なかったのではないかと推測される。通勤帰りの車等の背景騒音の影響に伴う暗騒音の違いは、風車近傍測定点ほどではないが、住宅側屋外測定点における測定結果にも現れている。風車近傍測定点ほど差が大きいのは、風車近傍測定点では尾根の上であることから広い範囲の音が伝搬してくるのに対して、住宅側屋外測定点では周辺の建物や地形により音が遮られて減衰されるためと推測される。なお図4.3.4.2では63～100Hz付近に、図4.3.4.4では20～125Hz付近に一部の測定結果に音圧レベルの盛り上がりが見られるが、これは車の通行音など周囲の暗騒音の影響と考えられる。また、1.6kHzと5kHzの卓越成分は虫の鳴き声と推定している。

住宅側屋内における暗騒音の周波数特性を図4.3.4.3、図4.3.4.5に示す。図4.3.4.3より、測定点2の屋内ではおよそ8Hz以下の周波数域で風によると思われる音圧レベルの上昇が見られ、4Hz以下の周波数域で測定日により違いがみられる。しかし、6.3Hz以上の周波数域では測定日による違いや風速による違いはほとんどみられなかった。また、屋内の測定結果では1.6kHzと5kHzには卓越成分も現れておらず、窓等によってこの周波数成分が低減したものと考えている。図4.3.3.5に示した測定点3の屋内では、風の吹いた条件での低い周波数域の音圧レベルは測定点2の屋内に比べて大きくない。測定日による違いでは、屋内でも屋外と同様に、10月10日の方が5日より音圧レベルが全体的に若干大きくなっている。なお、16～125Hz付近で一部の測定結果に音圧レベルの盛り上がりが見られるが、これは室内における何らかの物音などによ

るものと考えられる。屋外で観測された 5kHz には卓越成分は、測定点 2 の屋内と同様に観測されなかった。なお、10 月 10 日の測定結果で、1.6Hz と 2.5Hz 帯域に卓越成分がみられるが、これは 8 号基以降の南側の風車に起因する音である可能性があると考えている。

### 4.3.3 閾値との比較

#### (1) 静岡県東伊豆町

測定結果を低周波音の感覚閾値(「平成 15 年度低周波音対策検討調査」参照)、最小可聴値 (ISO 226-2003) と比較した。図 4.3.1.1 より、測定点のうち風車音の音圧レベルが最も大きい発生源近傍の測定点における 20Hz 以下の成分に着目した。この周波数域では、周波数が低くなるにつれて感覚閾値と測定値の差が広がっている。そこで両者の差の最も小さい 20Hz で両者を比較したところ約 15dB の差があり、20Hz 以下の周波数域では、風車から発生する超低周波音は感覚閾値より 15dB 以上小さいことがわかった。平成 21 年度の風車近傍地点の測定結果と比較すると、20Hz 以下の周波数域ではおよそ 20dB 以上感覚閾値を下回っていたのに比べて、平成 22 年度はこの周波数域における両者の差が 5dB 程度小さいことから、近接して複数基の風車があることに起因する可能性もあると考えられる。住宅側・建物側では、図 4.3.1.2 及び図 4.3.1.4 より、風車稼動時において屋外では 50Hz で測定値が最小可聴値を上回った。一方屋内では、図 4.3.1.3 及び図 4.3.1.5 に示すように、100Hz で測定値が最小可聴値を上回った。

#### (2) 兵庫県南あわじ市

測定結果を低周波音の感覚閾値(「平成 15 年度低周波音対策検討調査」参照)及び最小可聴値 (ISO 226-2003) と比較した。図 4.3.2.1 より、測定点のうち風車音の音圧レベルが最も大きい発生源近傍の測定点でも測定値は感覚閾値よりも約 15dB 小さく、20Hz 以下の周波数域では、周波数が低くなるにつれて感覚閾値と測定値の差がさらに拡大する傾向にある。20Hz 以下の周波数域で、測定値と感覚閾値の差が昨年度の結果より小さいのは、東伊豆と同様に、近接して複数基の風車が設置されていることによる可能性もあると考えられる。

図 4.3.2.2 及び図 4.3.2.7 より、住宅側のうち風車に近い測定点 2 の屋外では、風車稼動時において卓越している 25Hz の音圧レベルはおよそ 60~65dB であり、最小可聴値よりわずかに小さい。風車稼動時には、屋外では 50Hz 以上の周波数域で最小可聴値を上回った。一方屋内では、図 4.3.2.3 及び図 4.3.2.8 より、125Hz 以上の周波数域で最小可聴値を上回っている。図 4.3.2.3 によれば、測定点近傍測定点で 160Hz の帯域が卓越している 10 月 5 日には、住宅側測定点 2 の屋内においても、測定値が最小可聴値を上回っている周波数域では 160Hz の帯域が卓越していることが注目される。

#### 4.3.4 データ解析・整理結果のまとめ

静岡県と兵庫県で行った風力発電所からの騒音・低周波音に関する測定データの解析・整理を行い、下記の結果を得ることができた。

ア) 東伊豆における測定結果によると、風車稼動時の発生音の周波数特性は 1.6Hz 帯域に卓越成分がみられたものの、それ以外の帯域にははっきりとした卓越成分はみられなかった。

南あわじにおける測定結果によると、風車稼動時の発生音の周波数特性は、25Hz、50Hz、160Hz の帯域に卓越成分がみられた。南あわじの測定結果では、25Hz 帯域が大きく卓越しているのが特徴的である。160Hz 帯域の成分は、日によって発生状況が異なった。なお、住宅屋内では、1.6Hz 帯域に卓越成分が観測された。

イ) 東伊豆、南あわじとも、機械を一部稼動した条件において観測された騒音および低周波音は、風車近傍測定点においても暗騒音とほとんど変わらなかった。

ウ) 風速による暗騒音の違いについては、東伊豆の測定結果によると、風車ナセル位置で風速 4~5m/s の風が吹いたときは、屋外では無風時に比べて 1Hz で約 30dB 音圧レベルが増加したが、住宅屋内では 10dB 程度しか増加しなかった。

南あわじの測定結果によると、屋外ではナセル位置の風速による音圧レベルの違いが確認されたが、低周波数域については測定点のマイクロホン周りの風による影響を受けて変化するものであり、風速による暗騒音への影響の変化を把握するためには、各測定点のマイクロホン近傍における風速を押さえておく必要がある。80Hz 以上程度の周波数範囲については暗騒音に違いがみられたが、風速よりも測定を行った時間による背景的な騒音の違いに起因すると推測された。住宅屋内の測定結果では、一方の住宅では風速の違いによる音圧レベルの違いはほとんどみられなかった。

エ) 風車稼動時の測定結果を低周波音の感覚閾値（「平成 15 年度低周波音対策検討調査」参照）、最小可聴値（ISO 226-2003）と比較したところ、東伊豆、南あわじとも、超低周波音領域では測定値が閾値を大きく下回った。風車近傍測定点における測定値でさえ、両者の差の最も小さい 20Hz ですら、測定結果は閾値よりおよそ 15dB 以上小さかった。

住宅・建物屋外では 50Hz 以上で、屋内では東伊豆が 100Hz 以上、南あ  
わじでは 125Hz 以上で測定値が最小可聴値を上回った。

オ) 住宅側の測定点が風車からの距離が離れている場合や、測定点周辺の暗  
騒音が低い場合には、測定点周辺の様々な騒音やマイクロホン周りの風  
による影響を受けやすい。特に山間などの、暗騒音が非常に低い場所  
では、遠方の車や航空機などの比較的小さなレベルの騒音でさえも影響を  
受けやすいので、測定にあたっては、測定員がついて時々刻々の騒音に  
よる影響を詳細にチェックするなど、細心の注意が必要である。

カ) 風速や風車の回転数との対応関係を調べたい場合には、可能であれば  
10 秒間隔、最低でも 1 分間隔程度での風速や風車の回転数のデータを事  
業者から提供を受けることが望ましい。

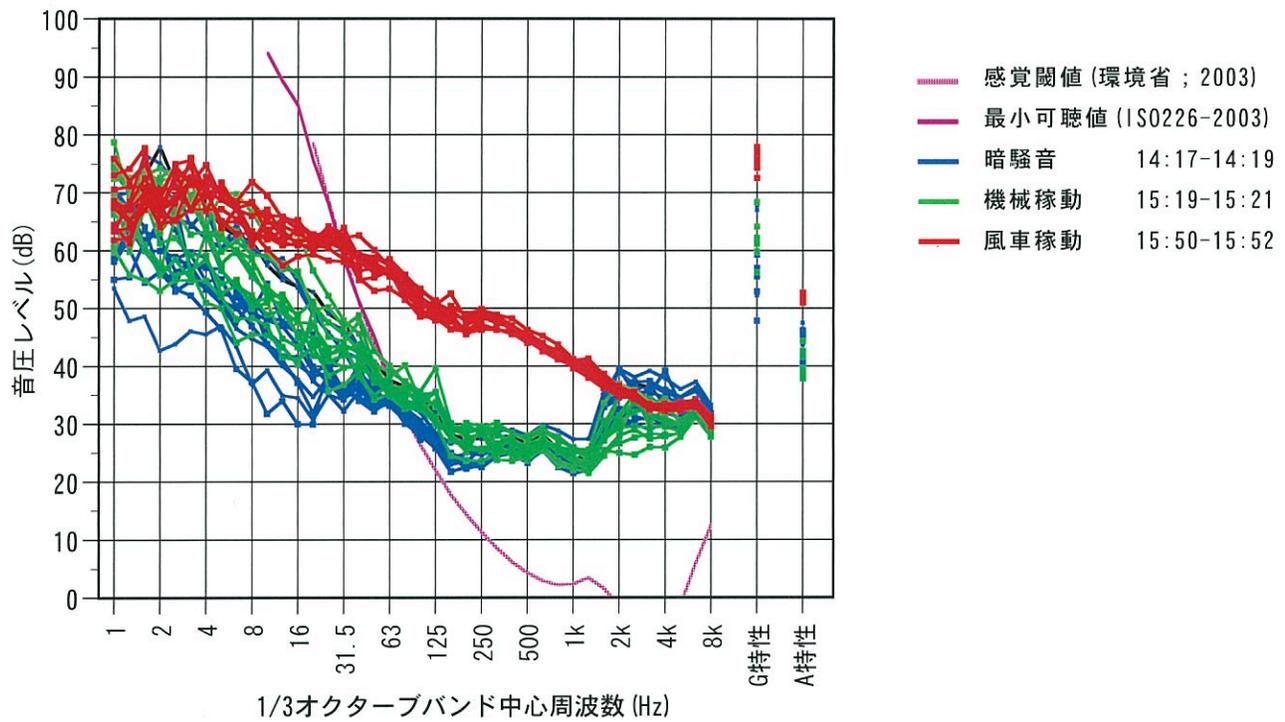


図4. 3. 1. 1 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点A)

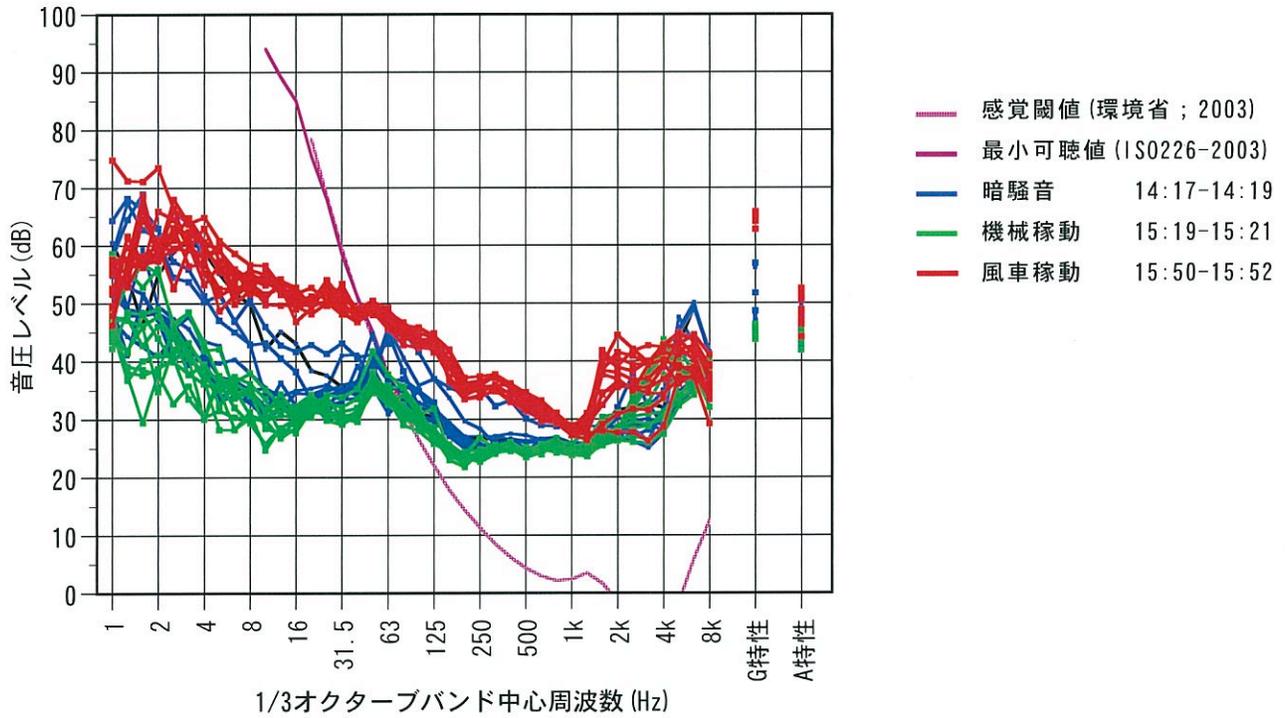


図4. 3. 1. 2 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点B、屋外)

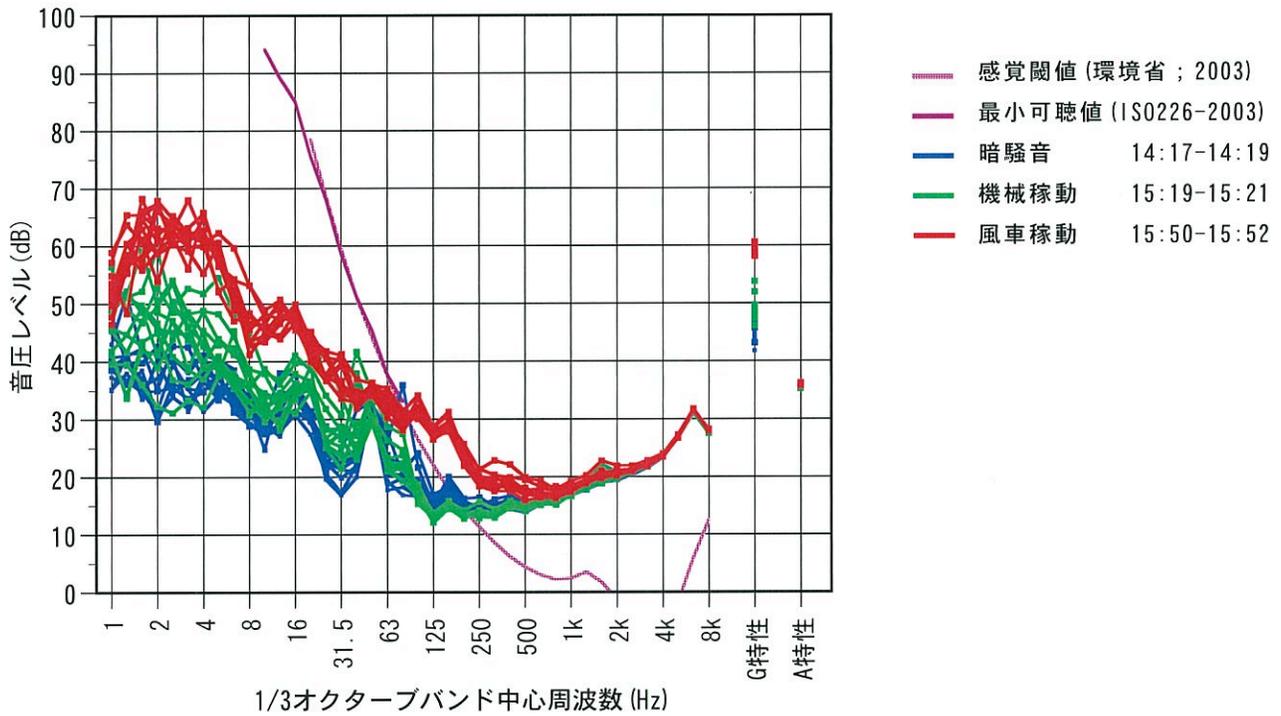


図4. 3. 1. 3 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点B、屋内)

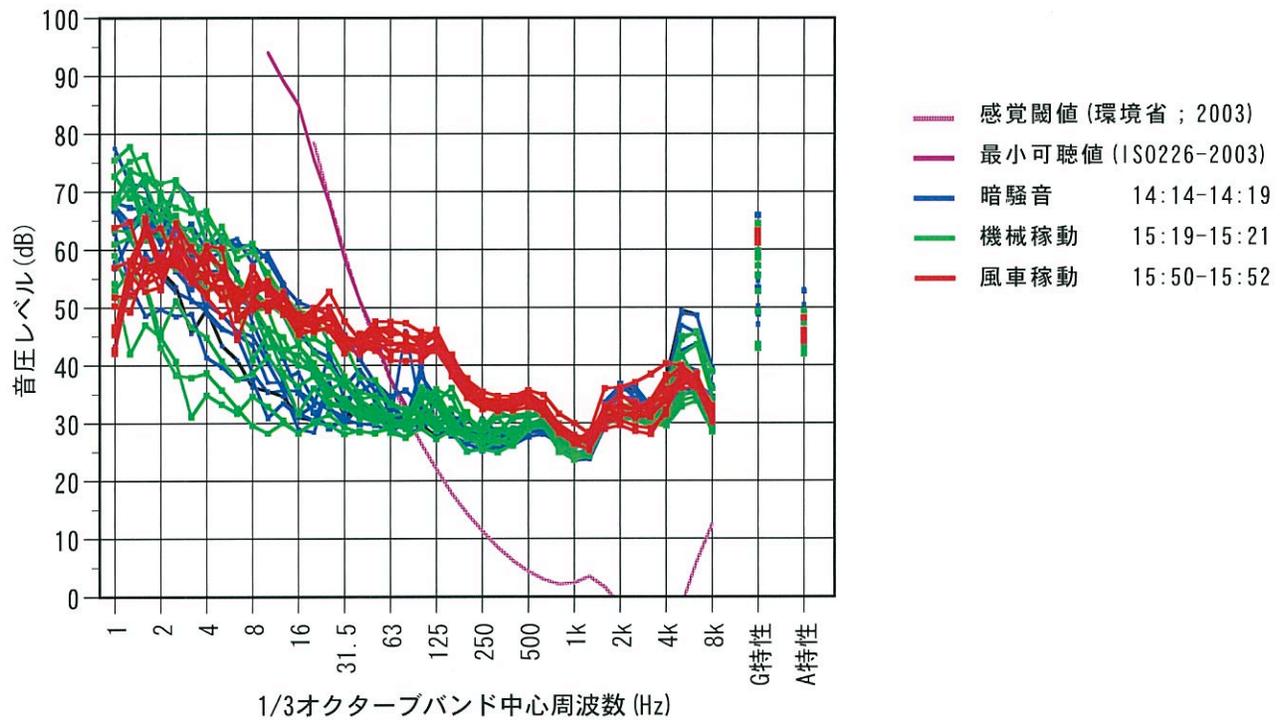


図4. 3. 1. 4 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点C、屋外)

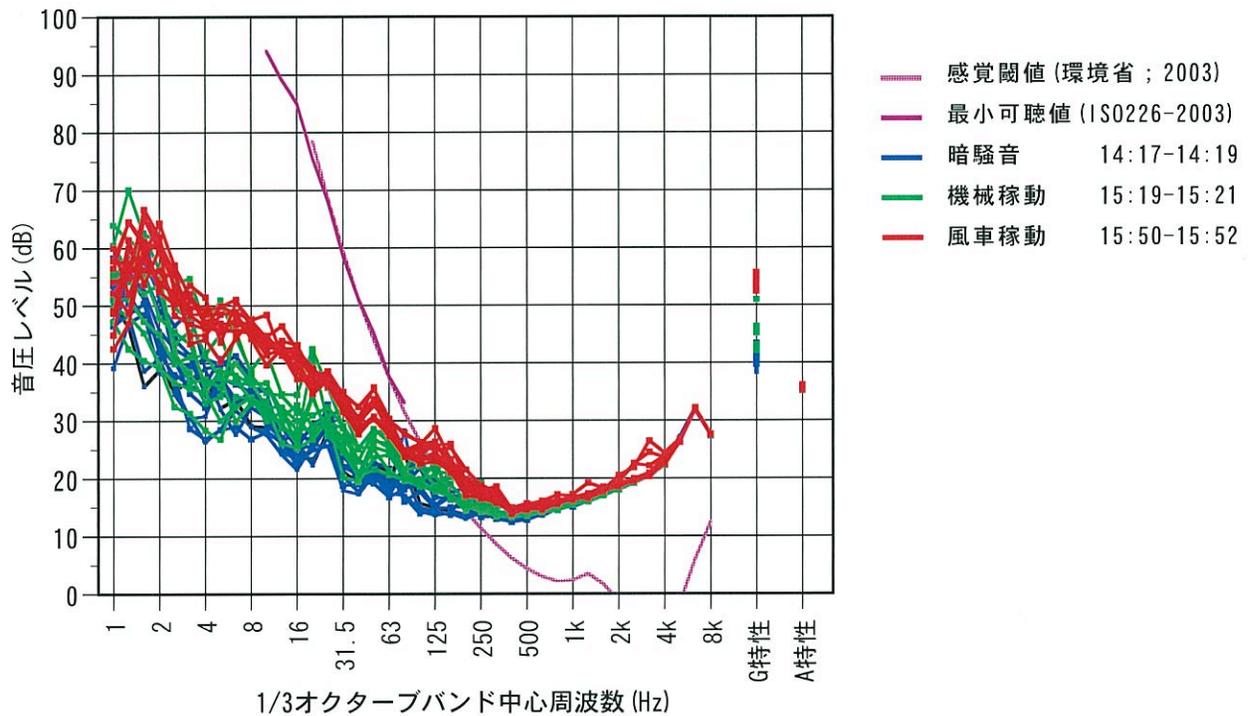


図4. 3. 1. 5 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点C、屋内)

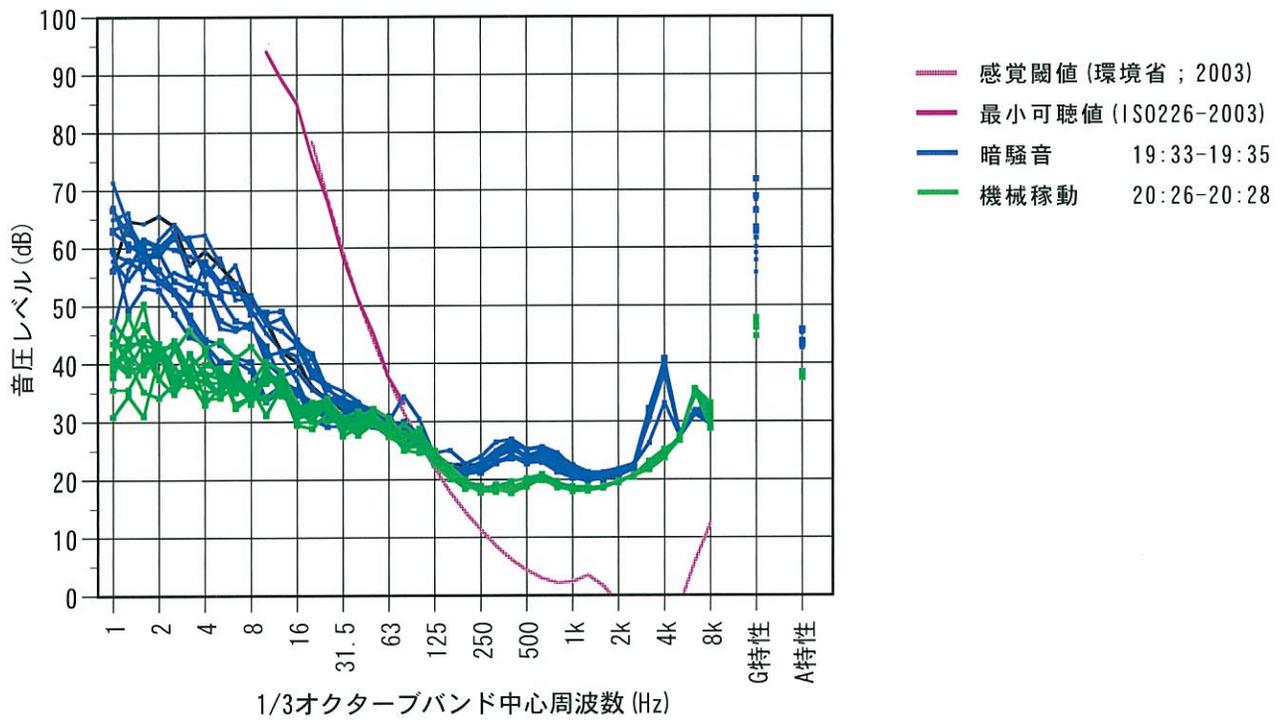


図4. 3. 1. 6 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点A)

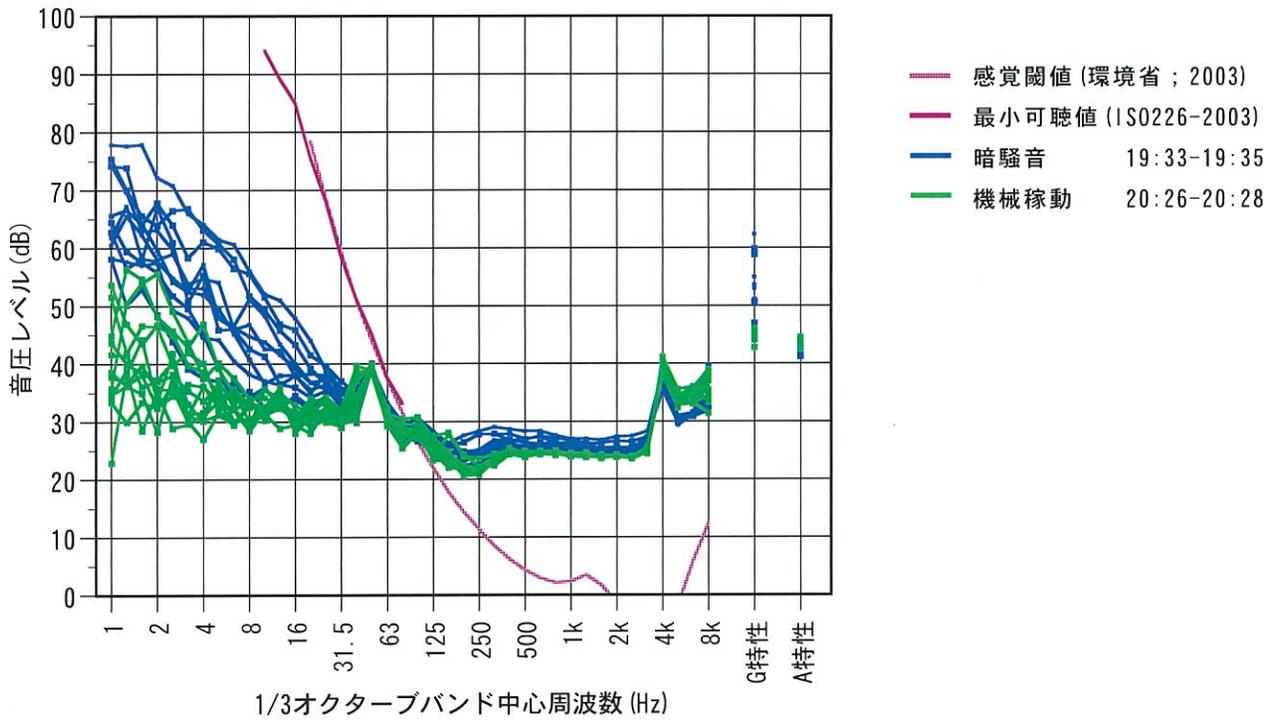


図4. 3. 1. 7 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点B、屋外)

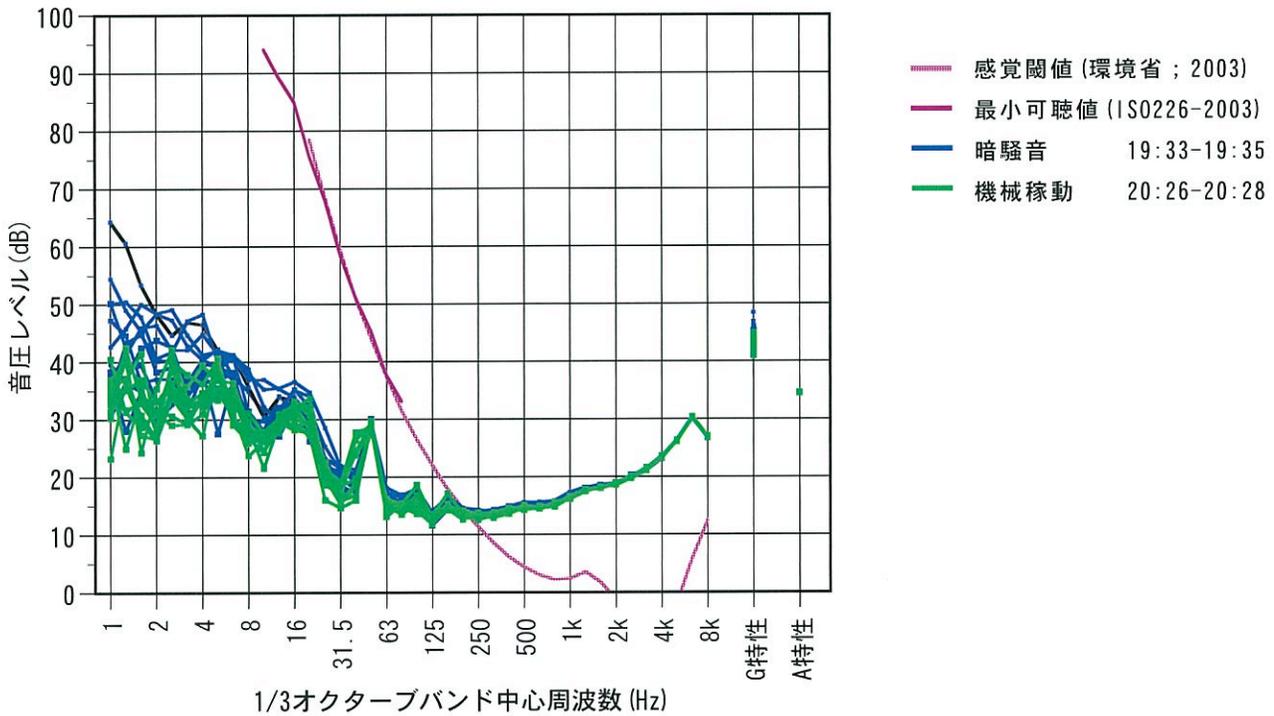


図4. 3. 1. 8 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点B、屋内)

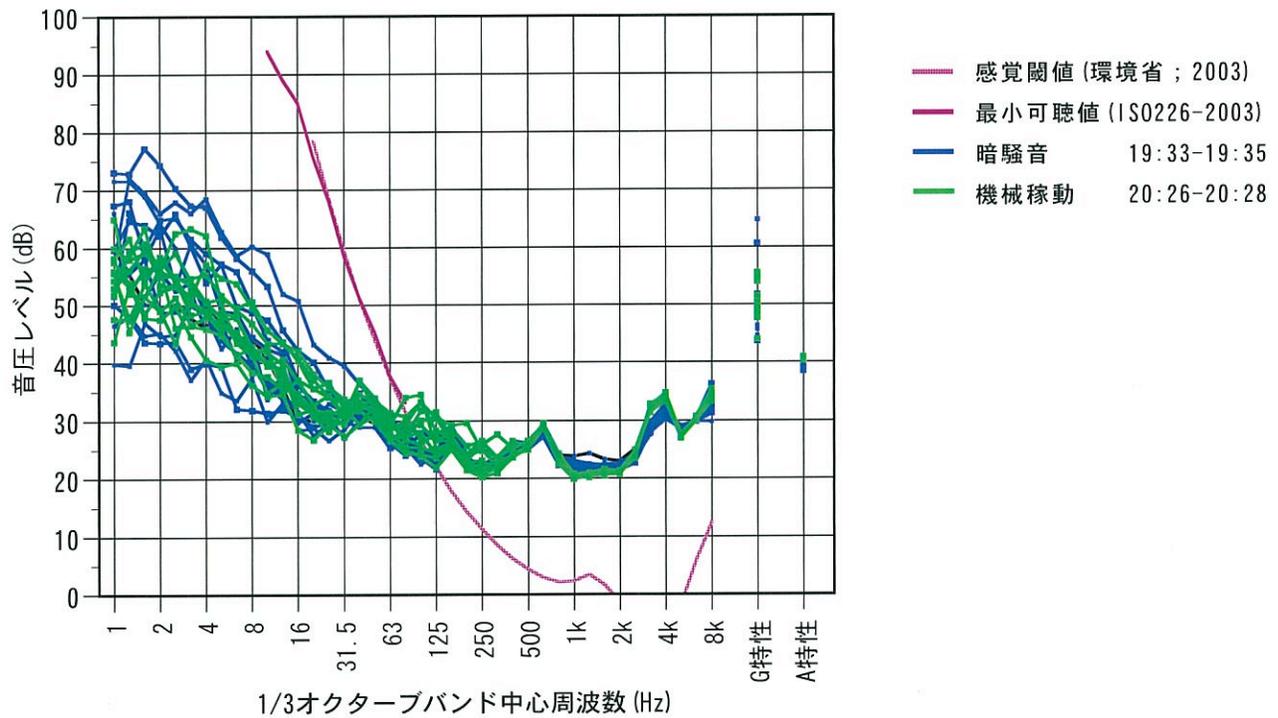


図4. 3. 1. 9 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点C、屋外)

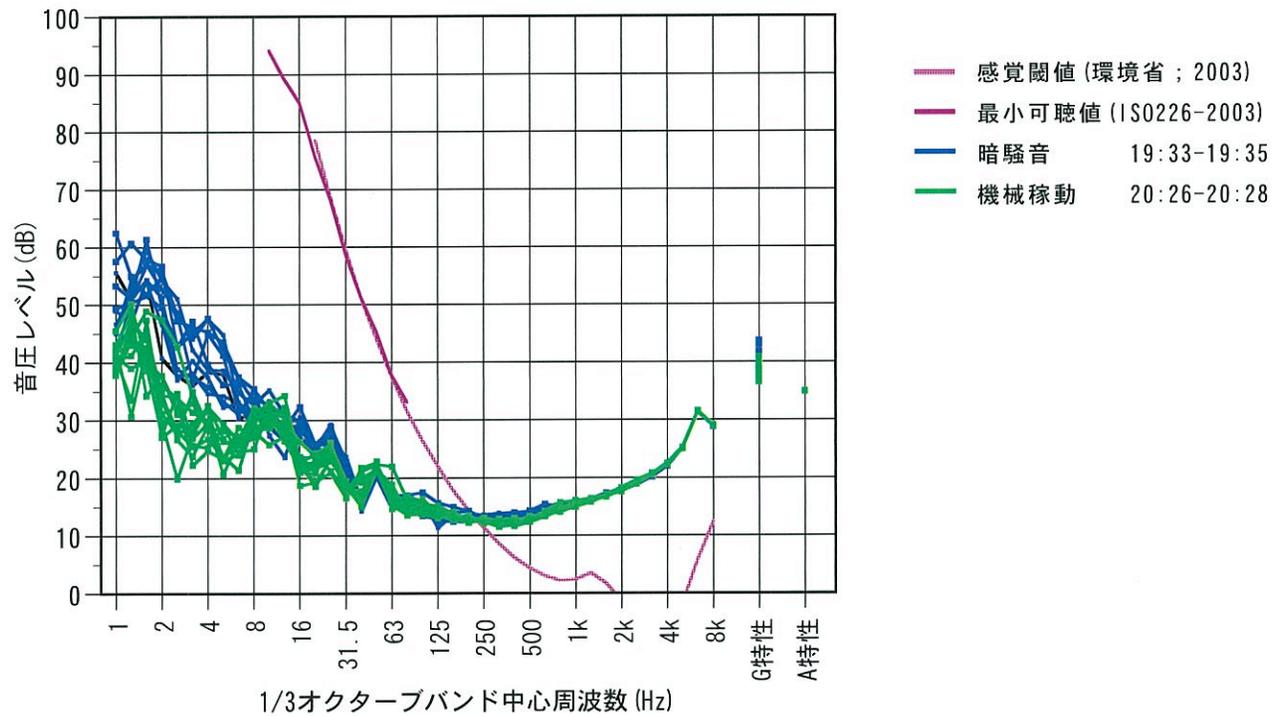


図4. 3. 1. 10 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点C、屋内)

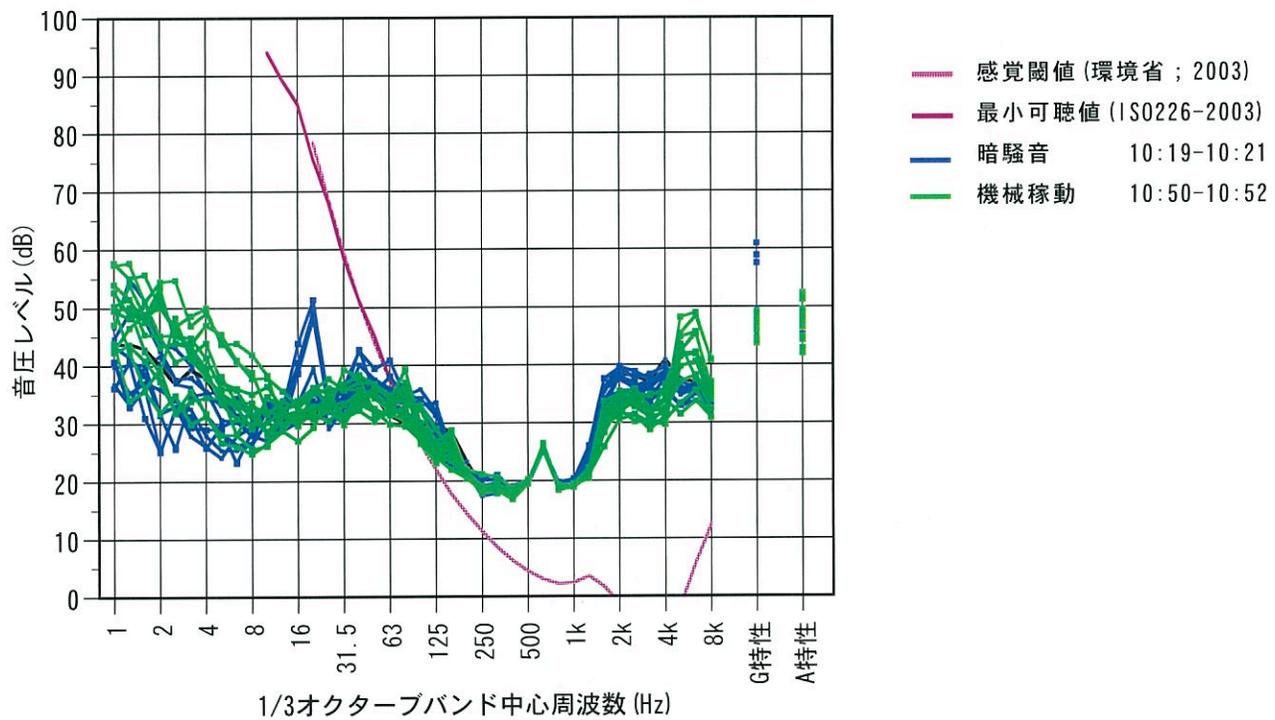


図4. 3. 1. 11 稼働条件別の風車音の周波数特性の一例  
(東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点A)

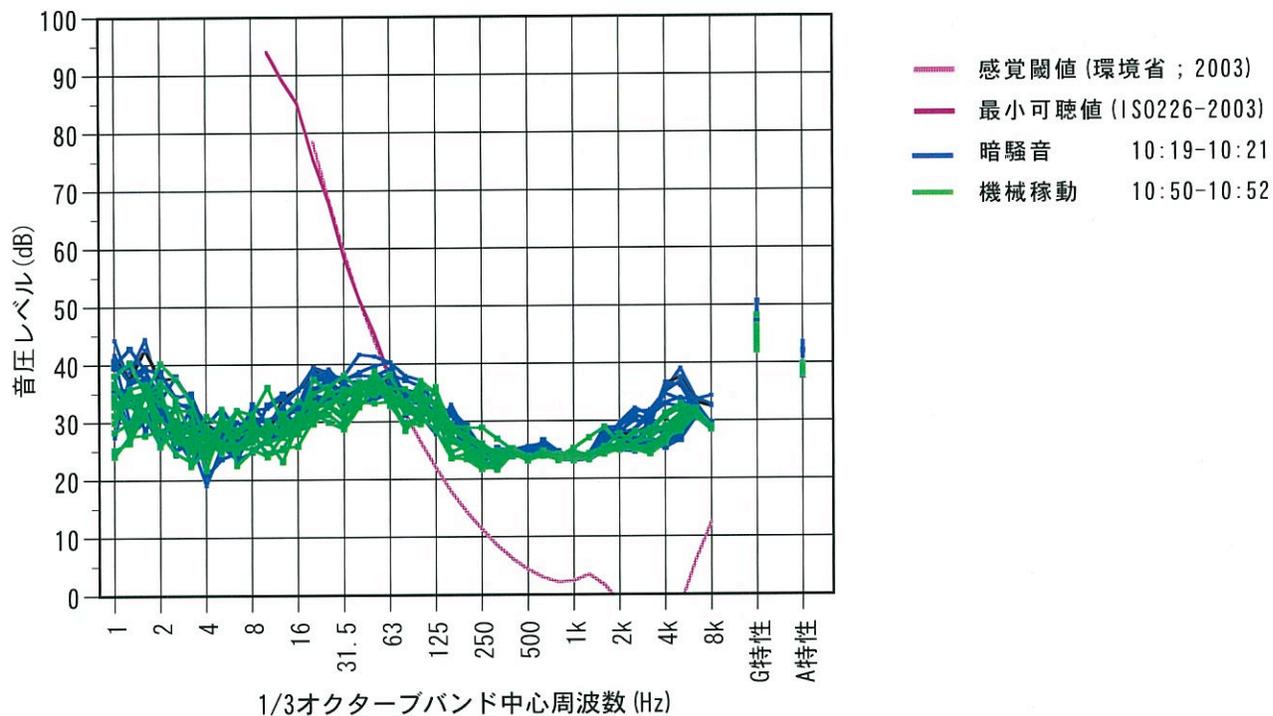


図4. 3. 1. 12 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点B、屋外)

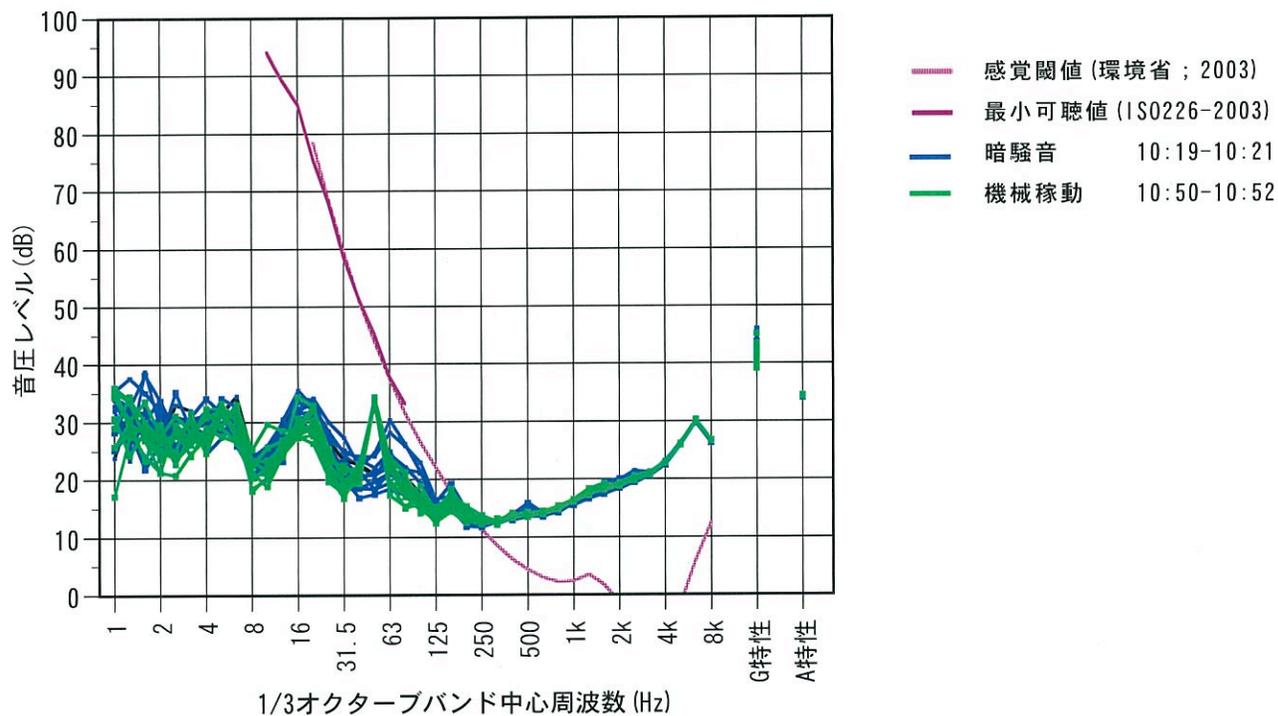


図4. 3. 1. 13 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点B、屋内)

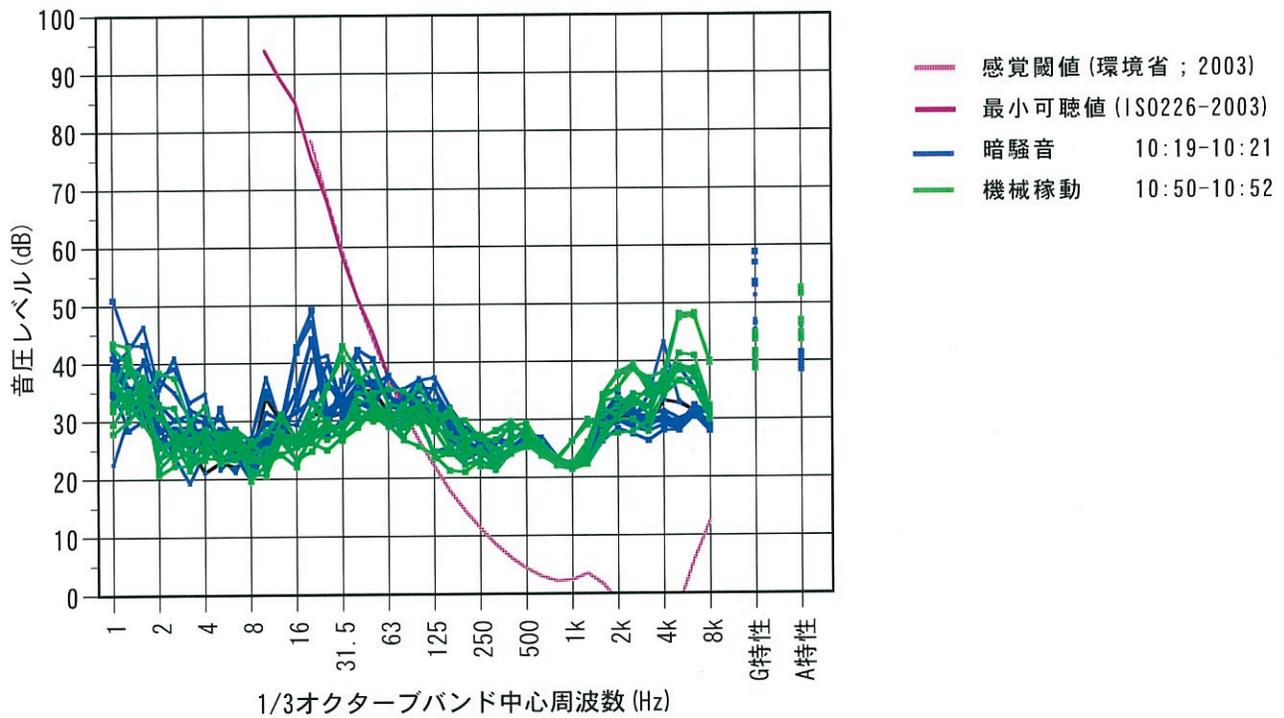


図4. 3. 1. 14 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点C、屋外)

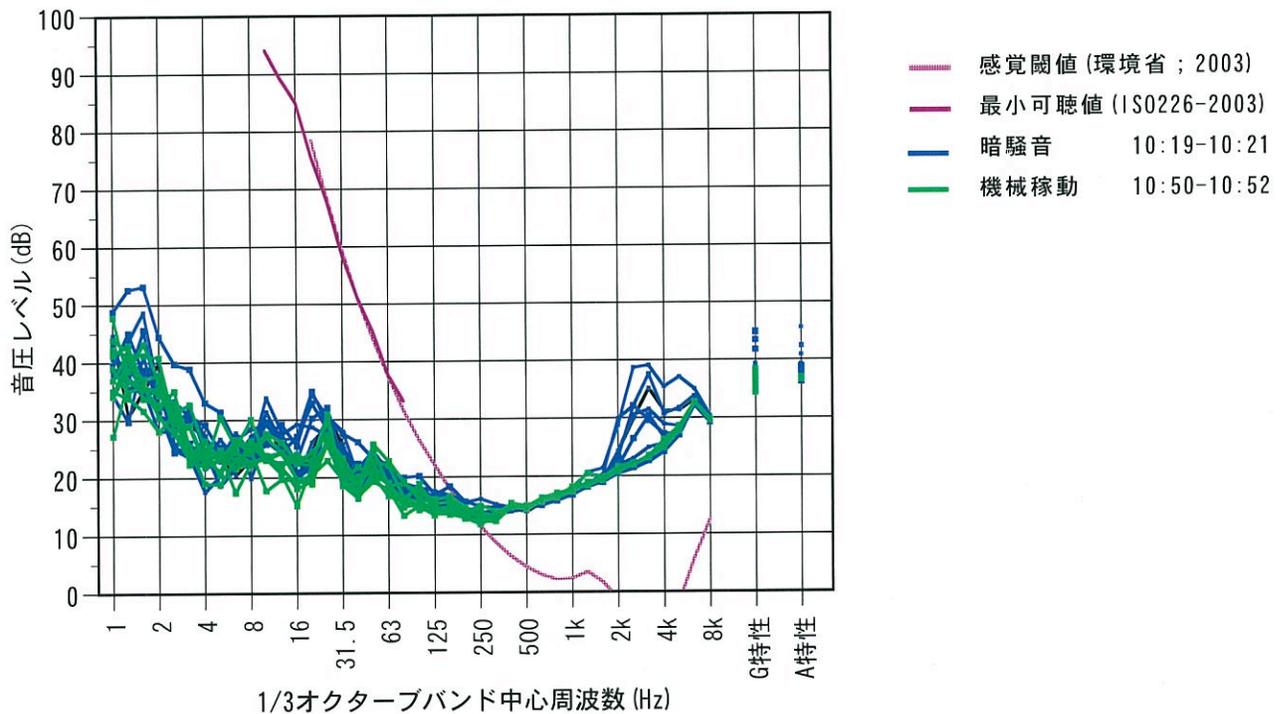


図4. 3. 1. 15 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点C、屋内)

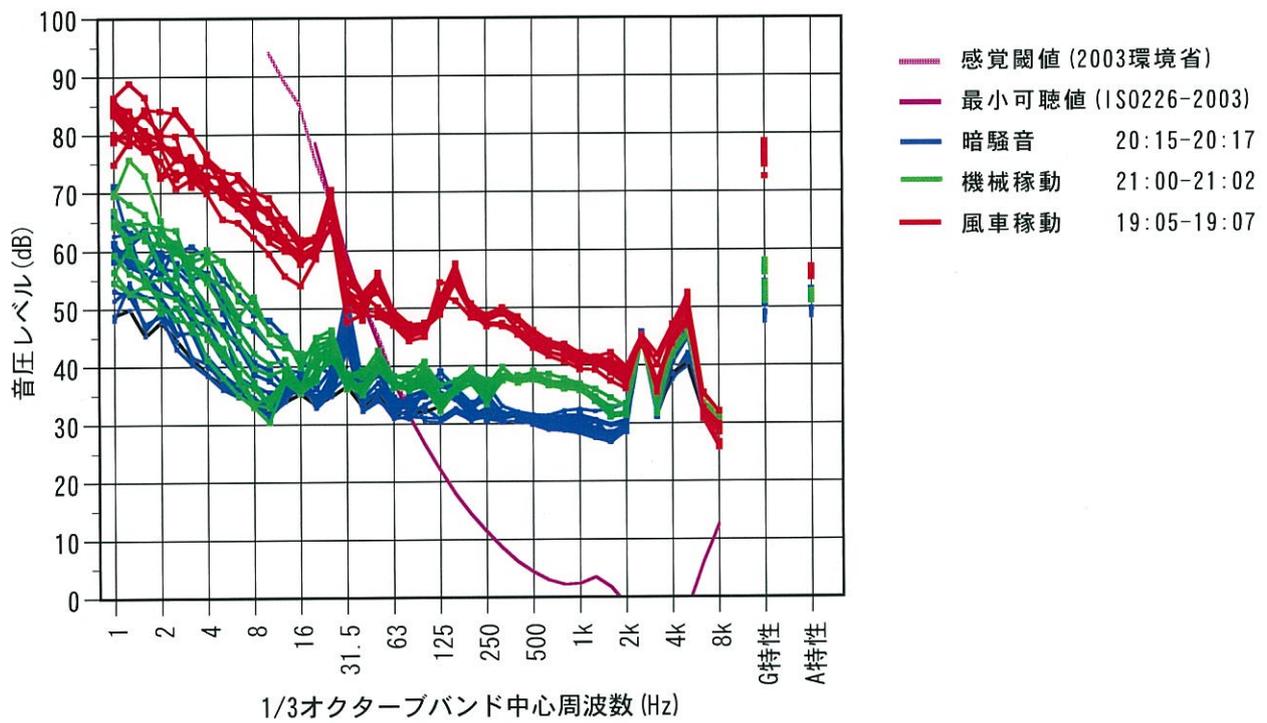


図4. 3. 2. 1 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(南あわじ市、2010. 10. 5、夜間、測定点1)

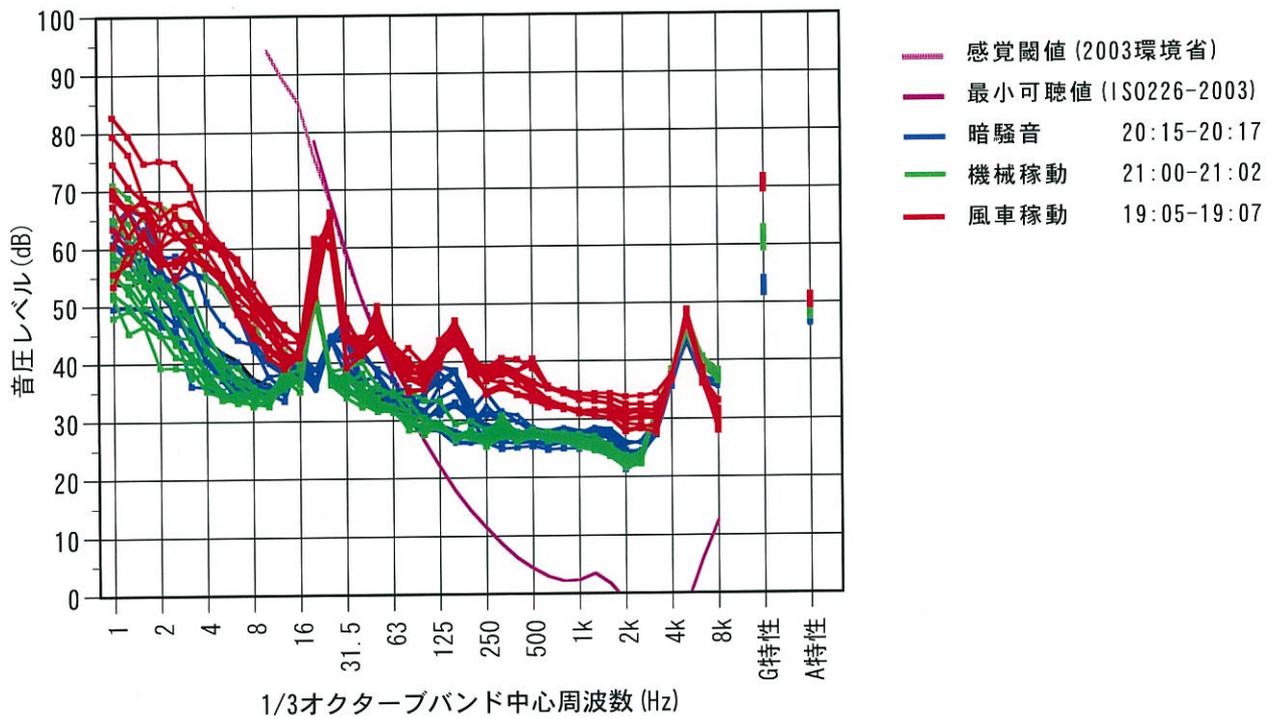


図4. 3. 2. 2 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(南あわじ市、2010. 10. 5、夜間、測定点2、屋外)

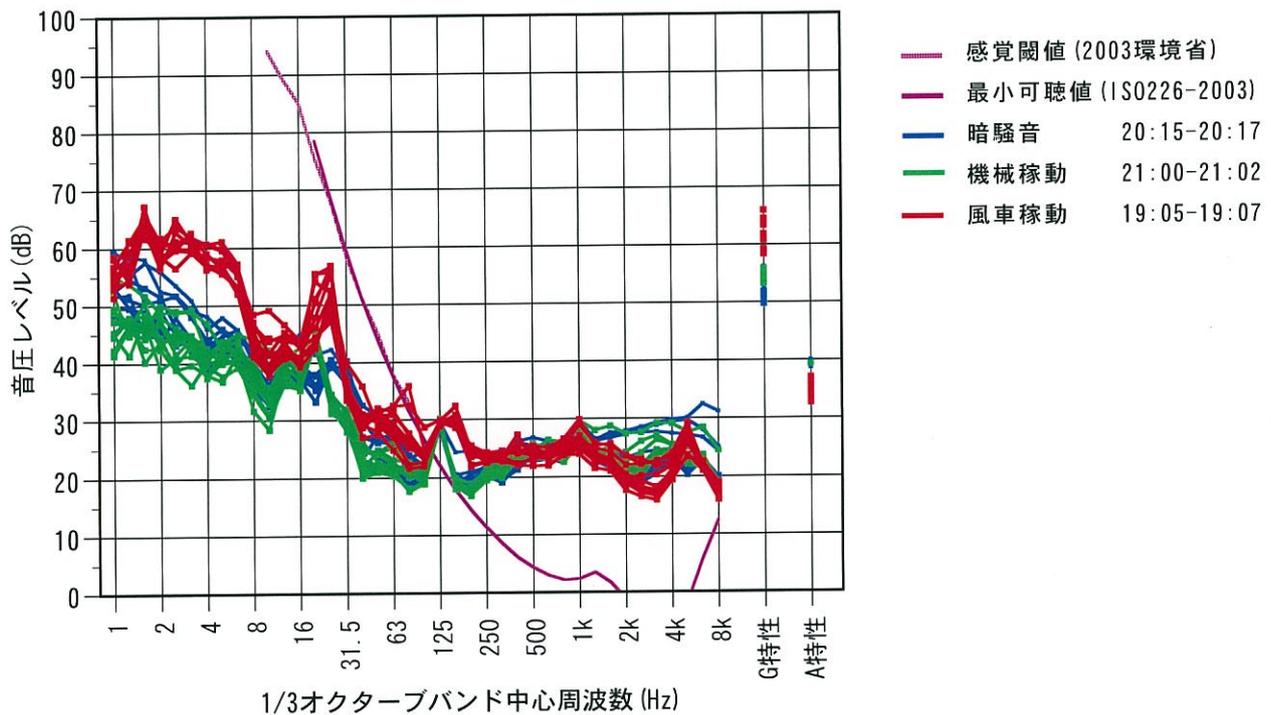


図4. 3. 2. 3 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(南あわじ市、2010. 10. 5、夜間、測定点2、屋内)

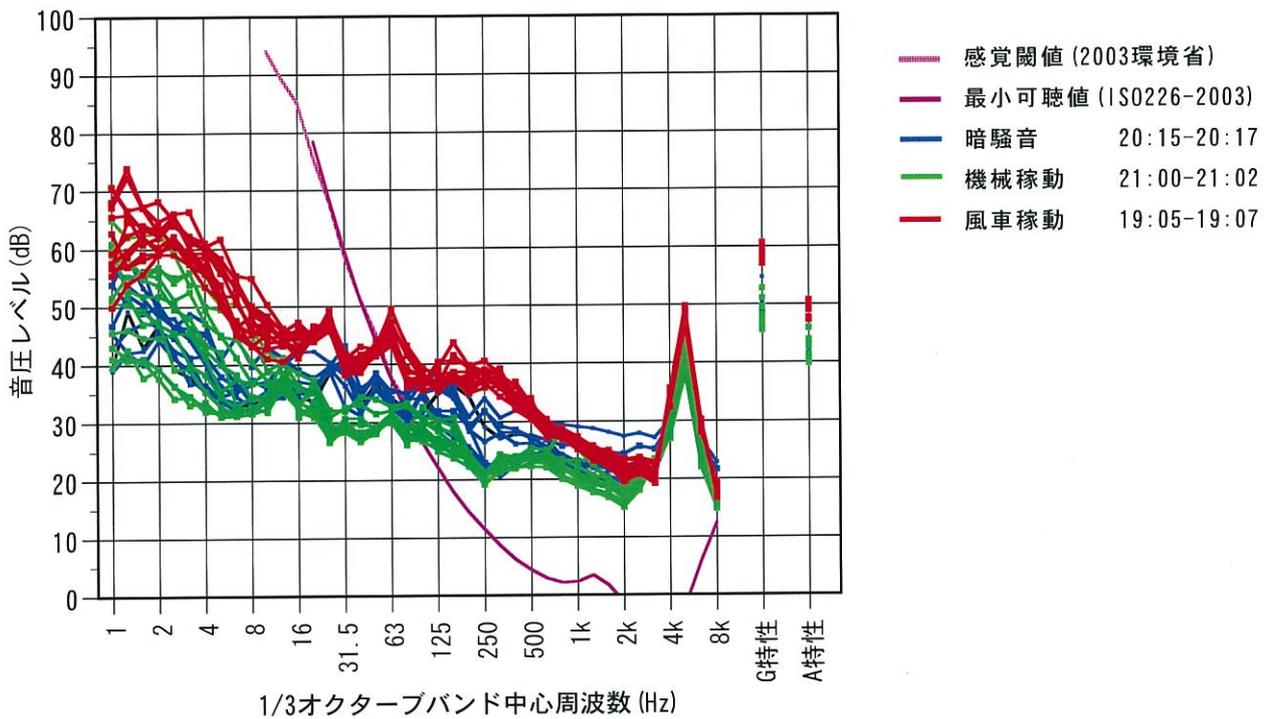


図4.3.2.4 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(南あわじ市、2010.10.5、夜間、測定点3、屋外)

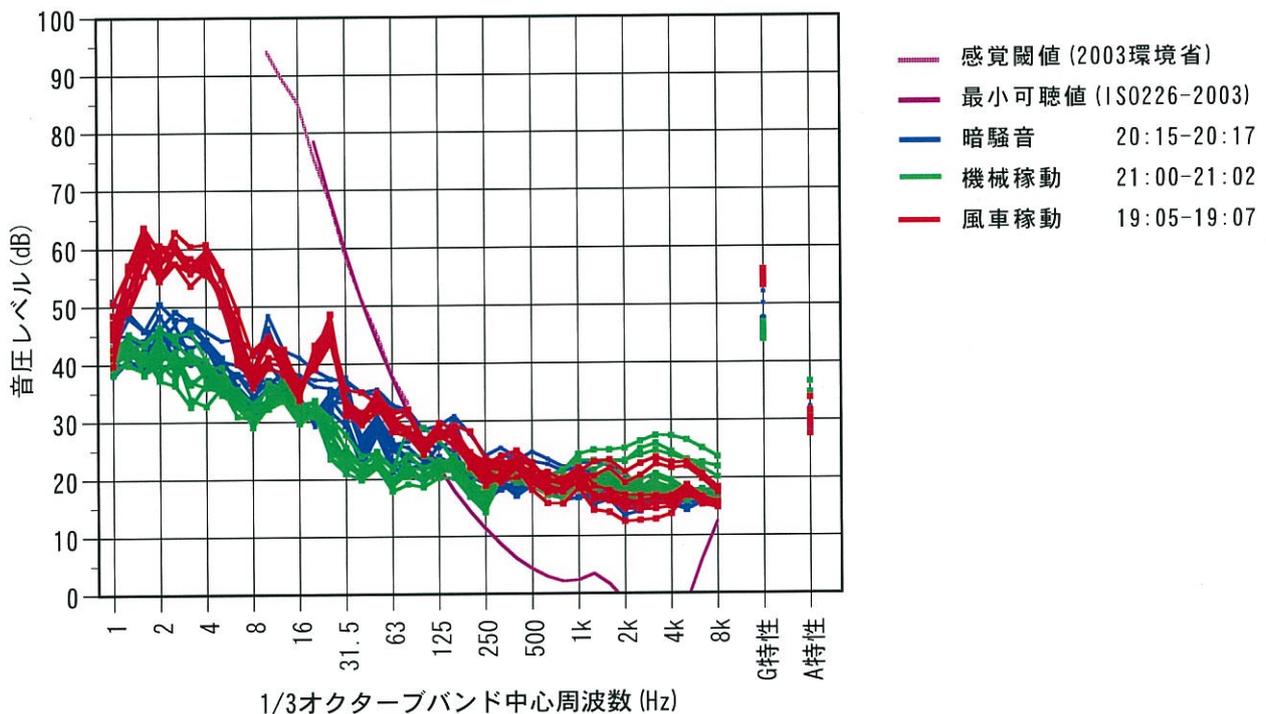


図4.3.2.5 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(南あわじ市、2010.10.5、夜間、測定点3、屋内)

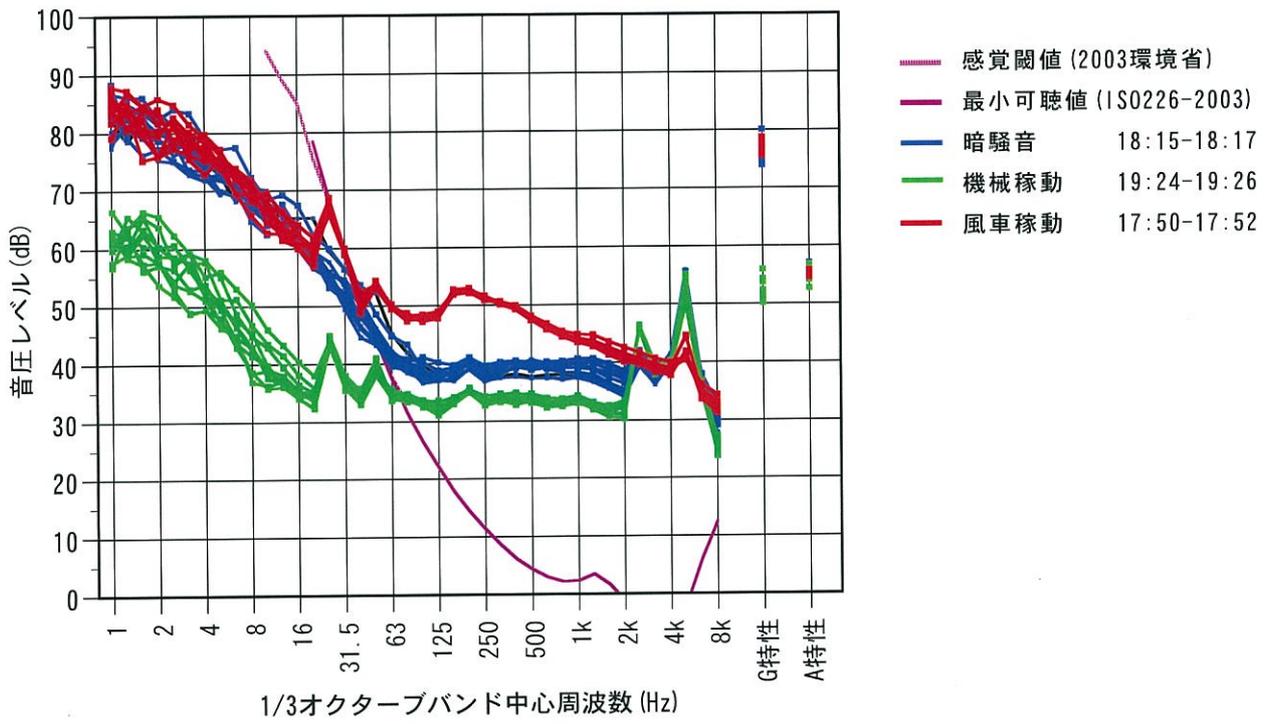


図4. 3. 2. 6 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(南あわじ市、2010. 10. 10、夜間、測定点1)

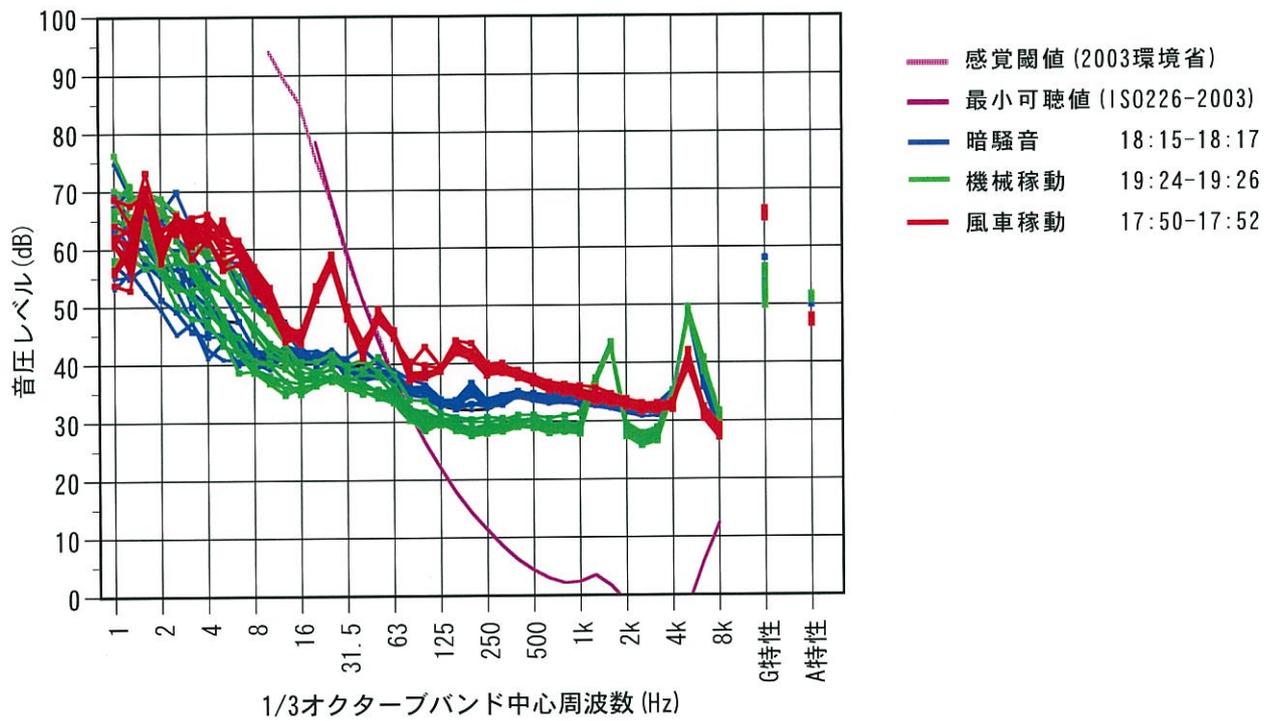


図4.3.2.7 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(南あわじ市、2010.10.10、夜間、測定点2、屋外)

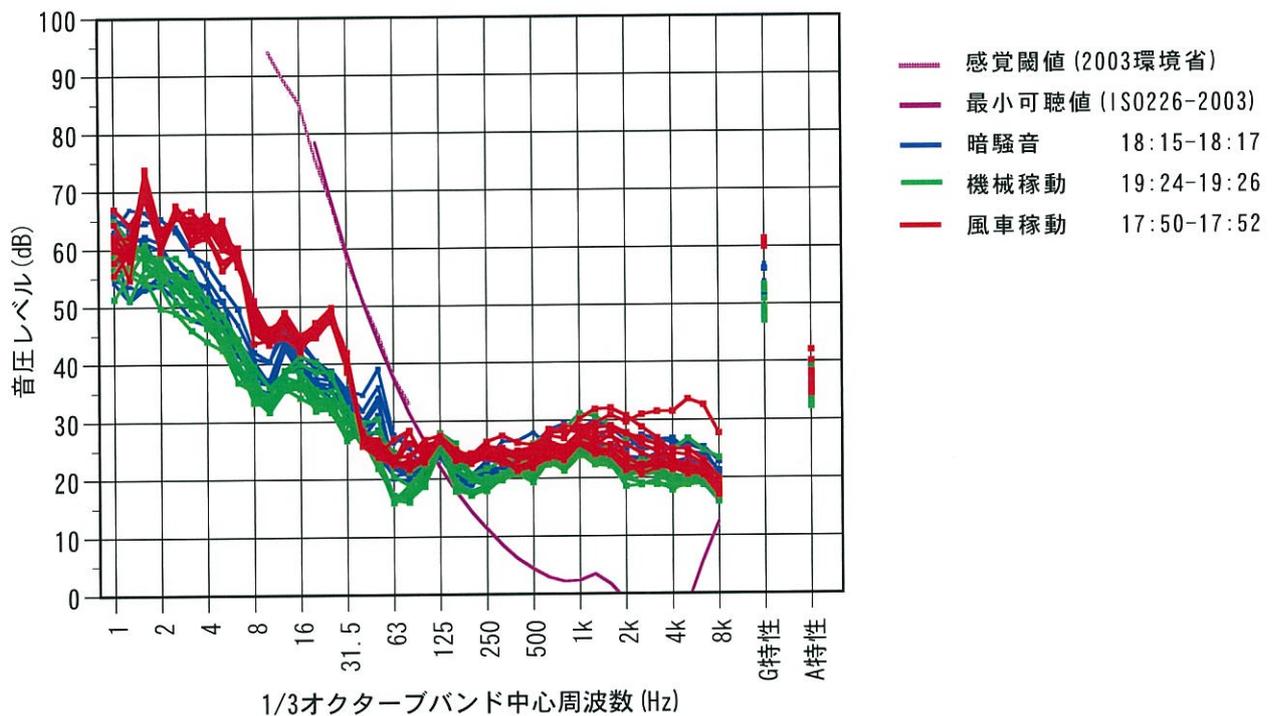


図4.3.2.8 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(南あわじ市、2010.10.10、夜間、測定点2、屋内)

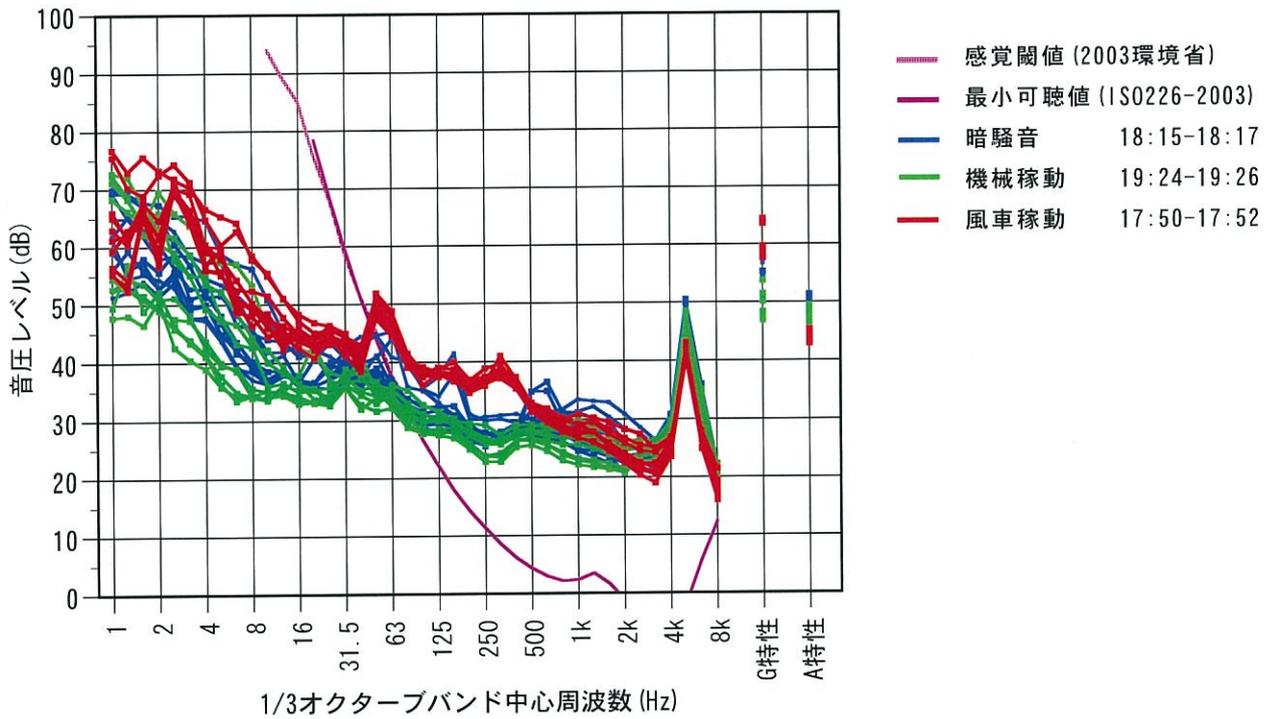


図4.3.2.9 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(南あわじ市、2010.10.10、夜間、測定点3、屋外)

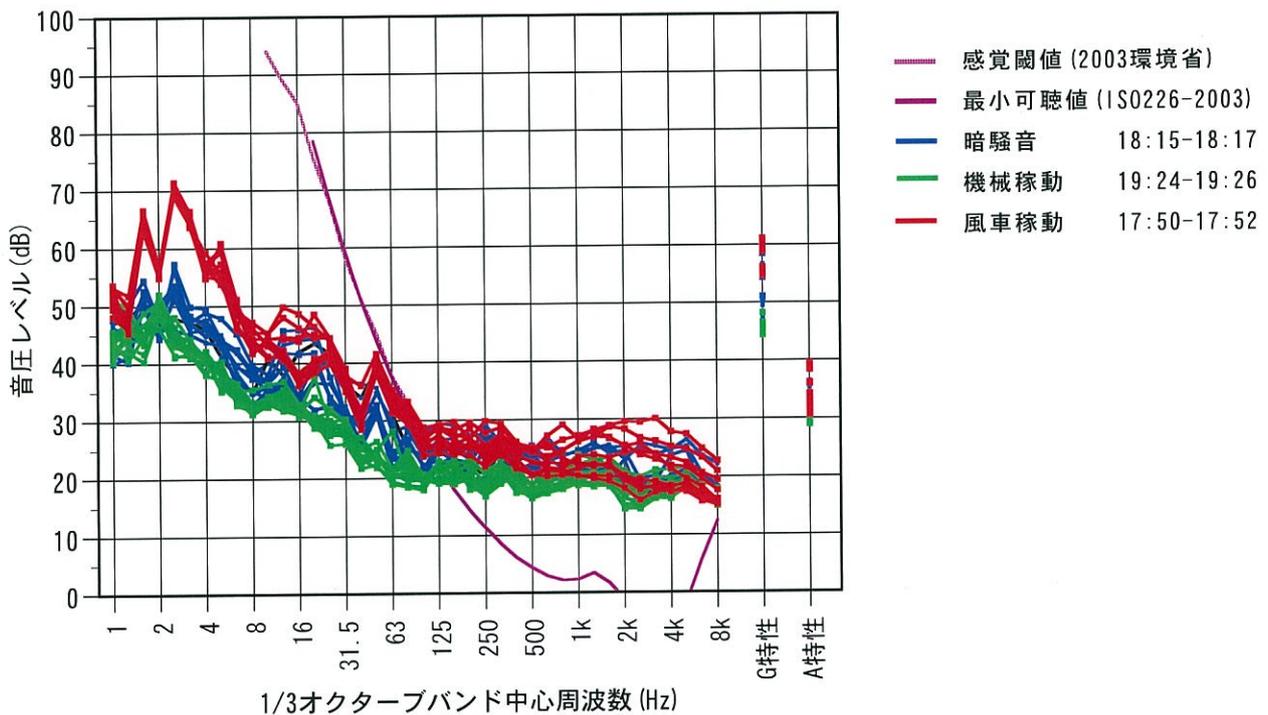


図4.3.2.10 稼動条件別の風車音の周波数特性の一例  
(南あわじ市、2010.10.10、夜間、測定点3、屋内)

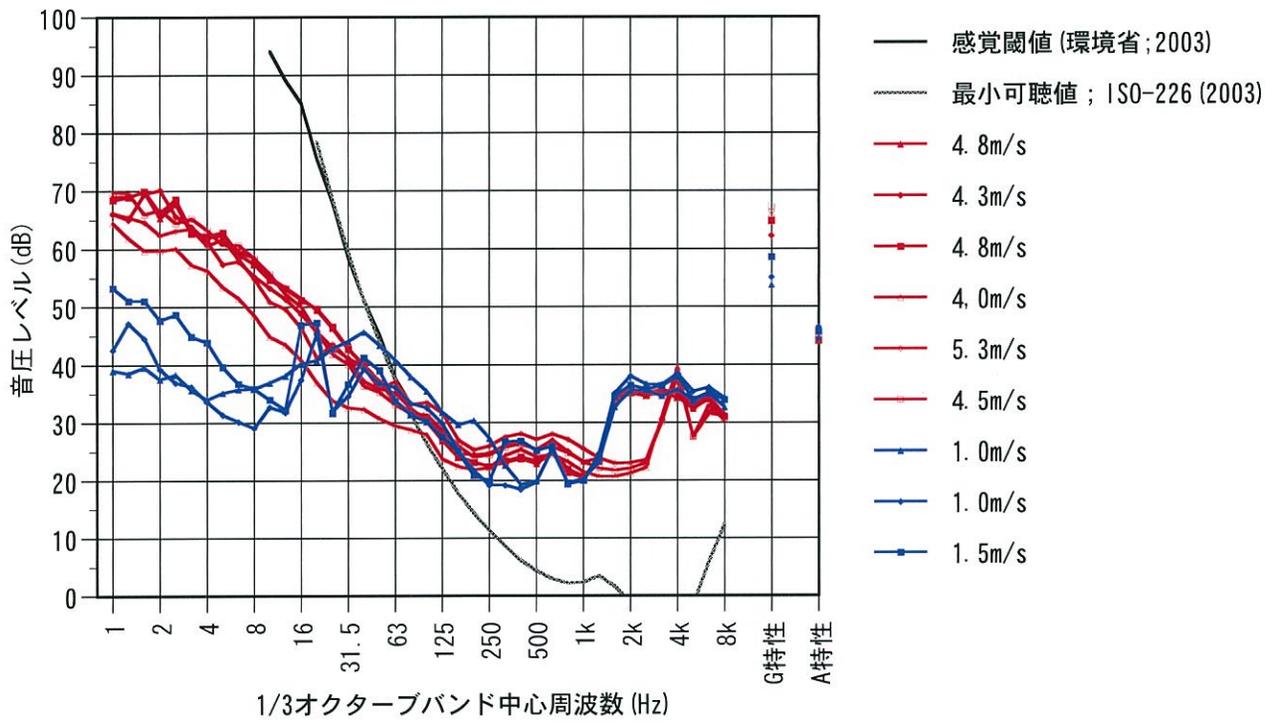


図4. 3. 3. 1 風速の違いによる暗騒音の周波数特性比較 (東伊豆町、測定点A)

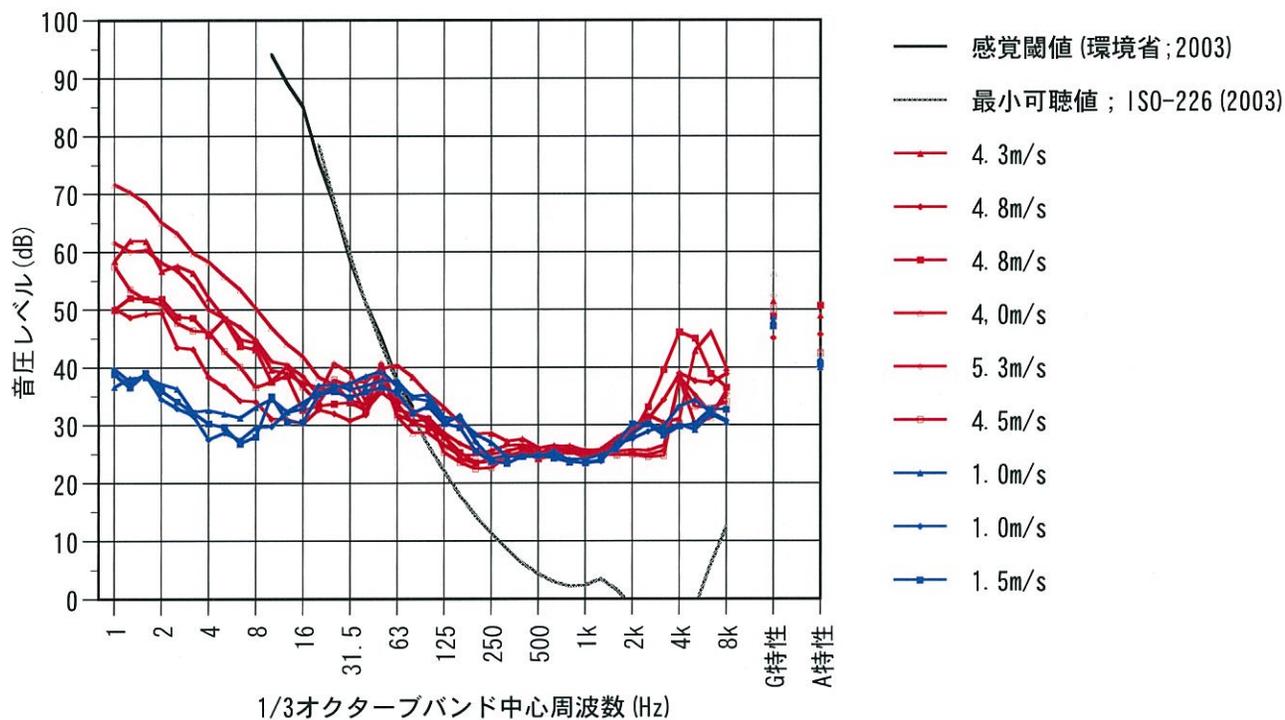


図4. 3. 3. 2 風速の違いによる暗騒音の周波数特性比較（東伊豆町、測定点B、屋外）

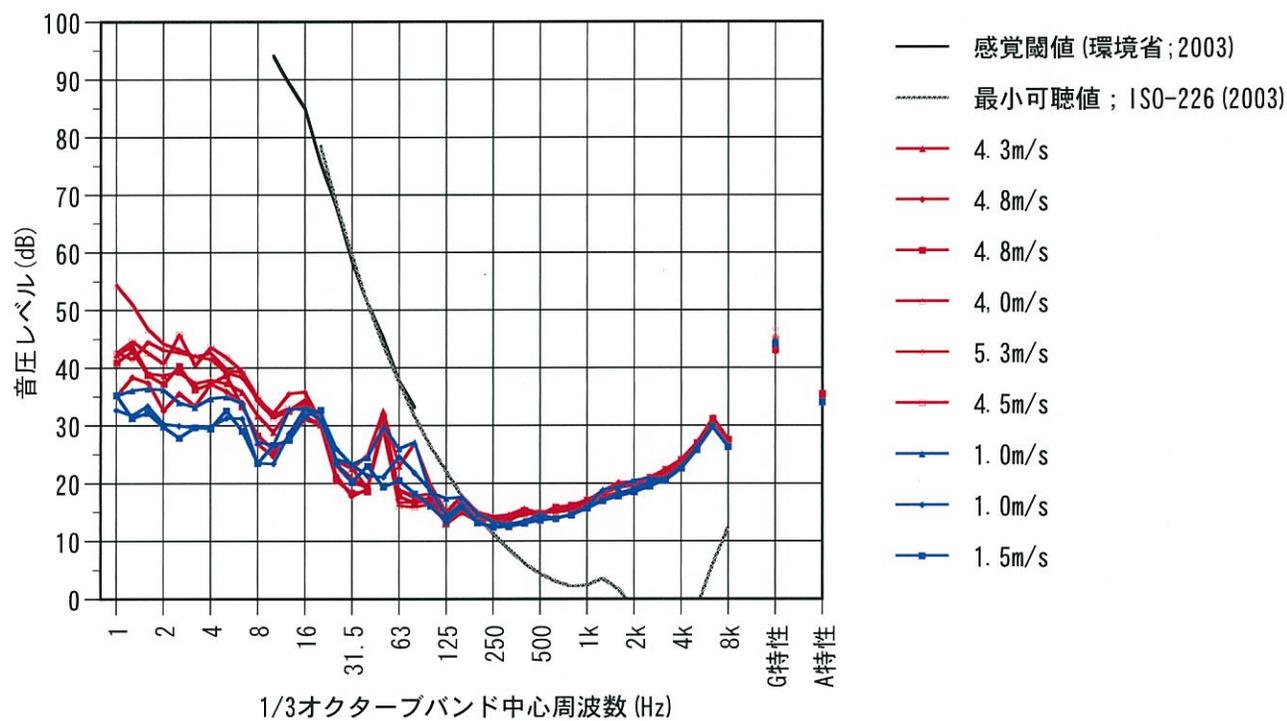


図4. 3. 3. 3 風速の違いによる暗騒音の周波数特性比較（東伊豆町、測定点B、屋内）

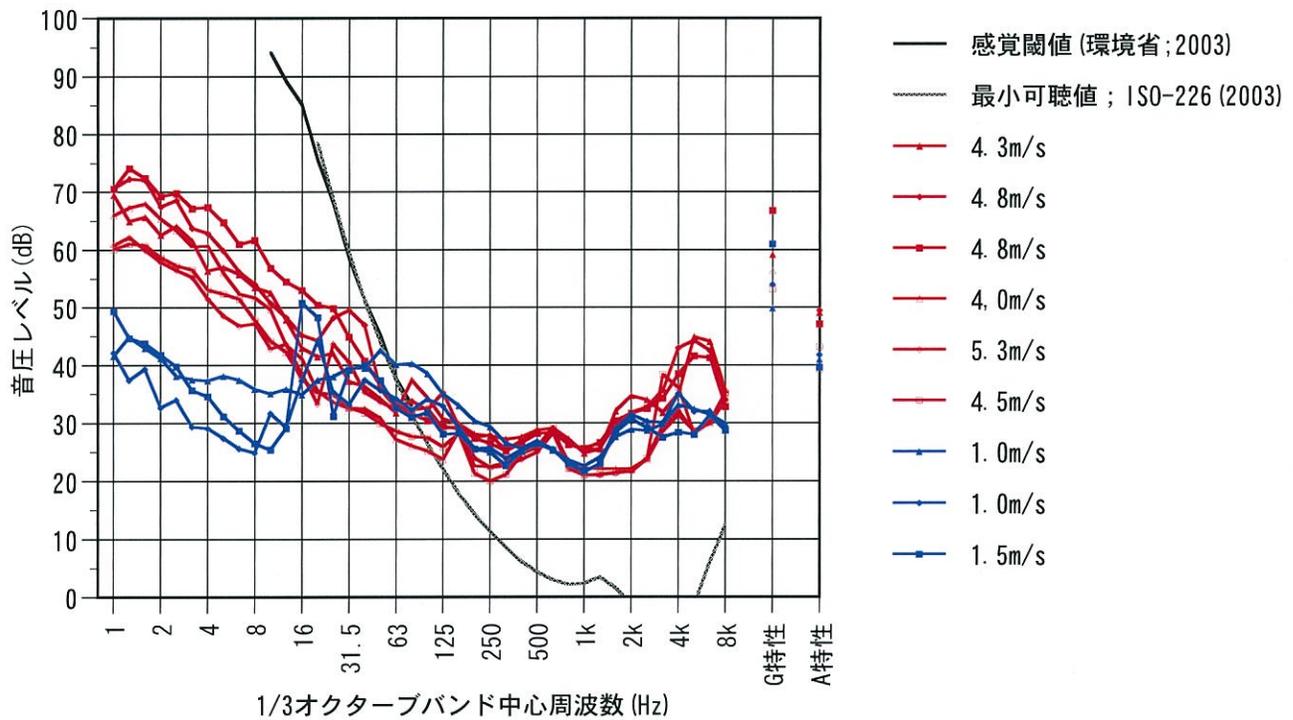


図4. 3. 3. 4 風速の違いによる暗騒音の周波数特性比較（東伊豆町、測定点C、屋外）

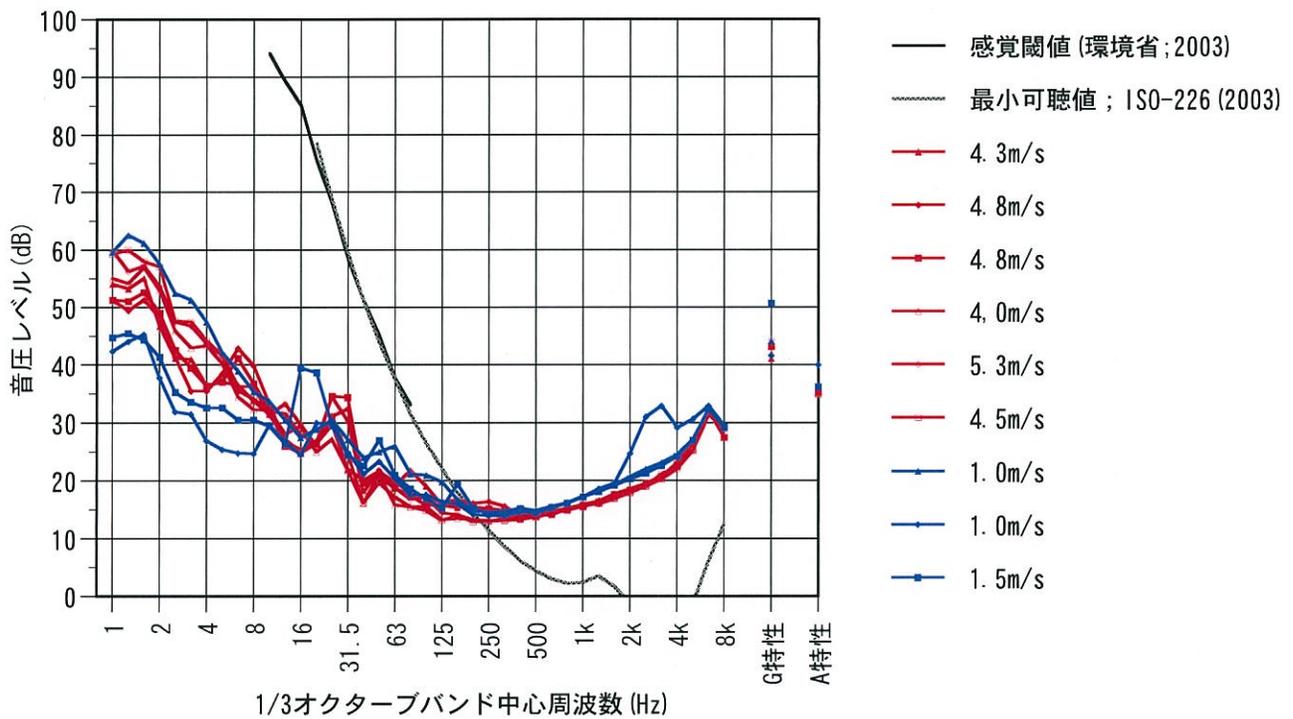


図4. 3. 3. 5 風速の違いによる暗騒音の周波数特性比較（東伊豆町、測定点C、屋内）

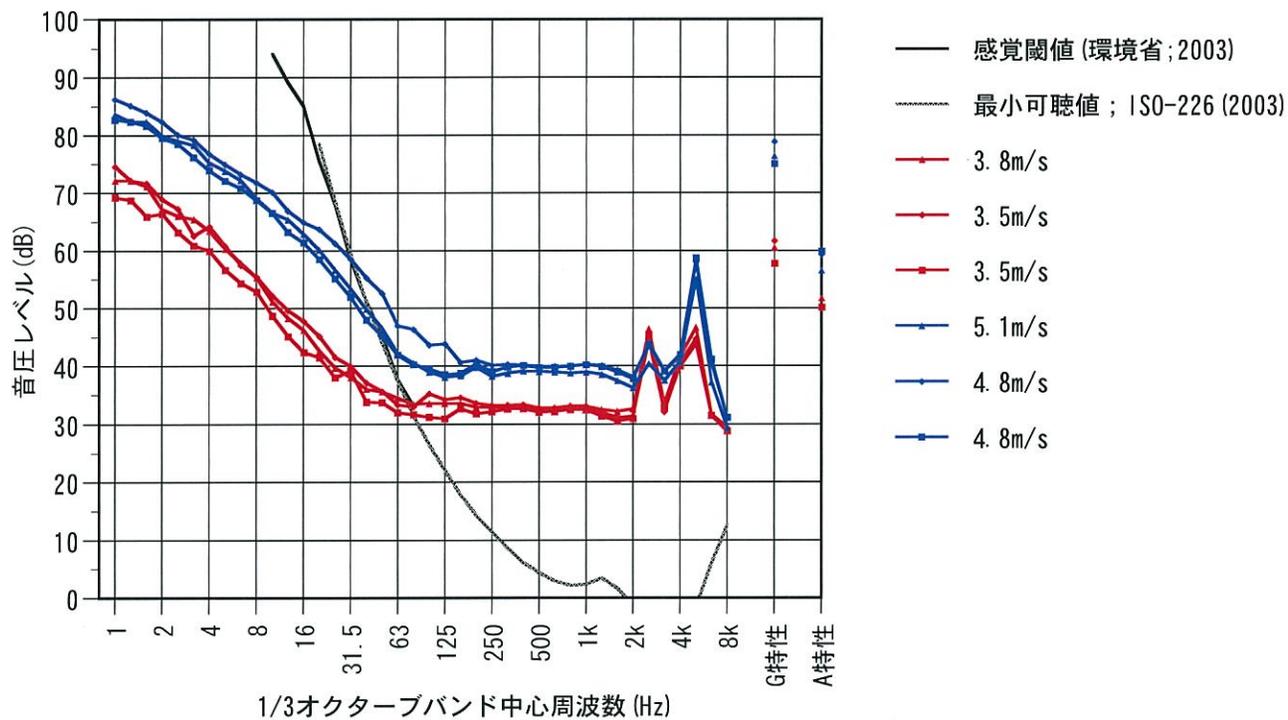


図4. 3. 4. 1 風速の違いによる暗騒音の周波数特性比較 (南あわじ市、測定点1)

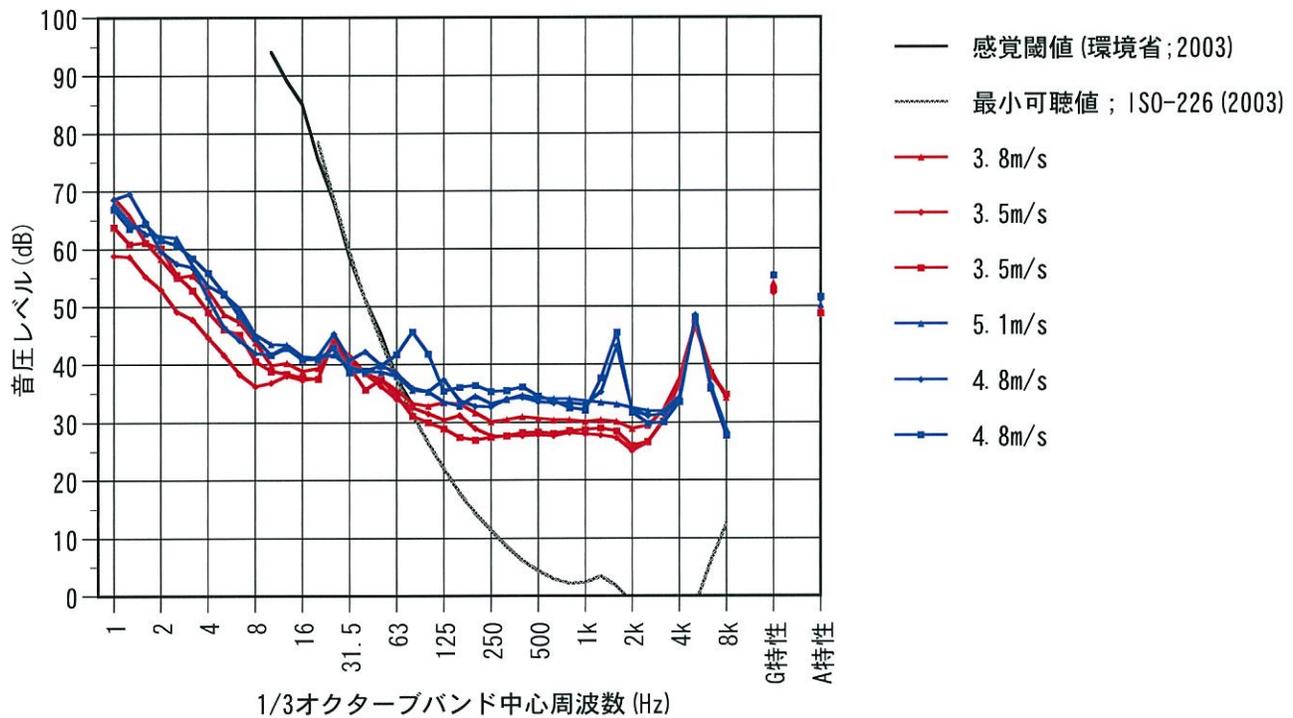


図4. 3. 4. 2 風速の違いによる暗騒音の周波数特性比較（南あわじ市、測定点2、屋外）

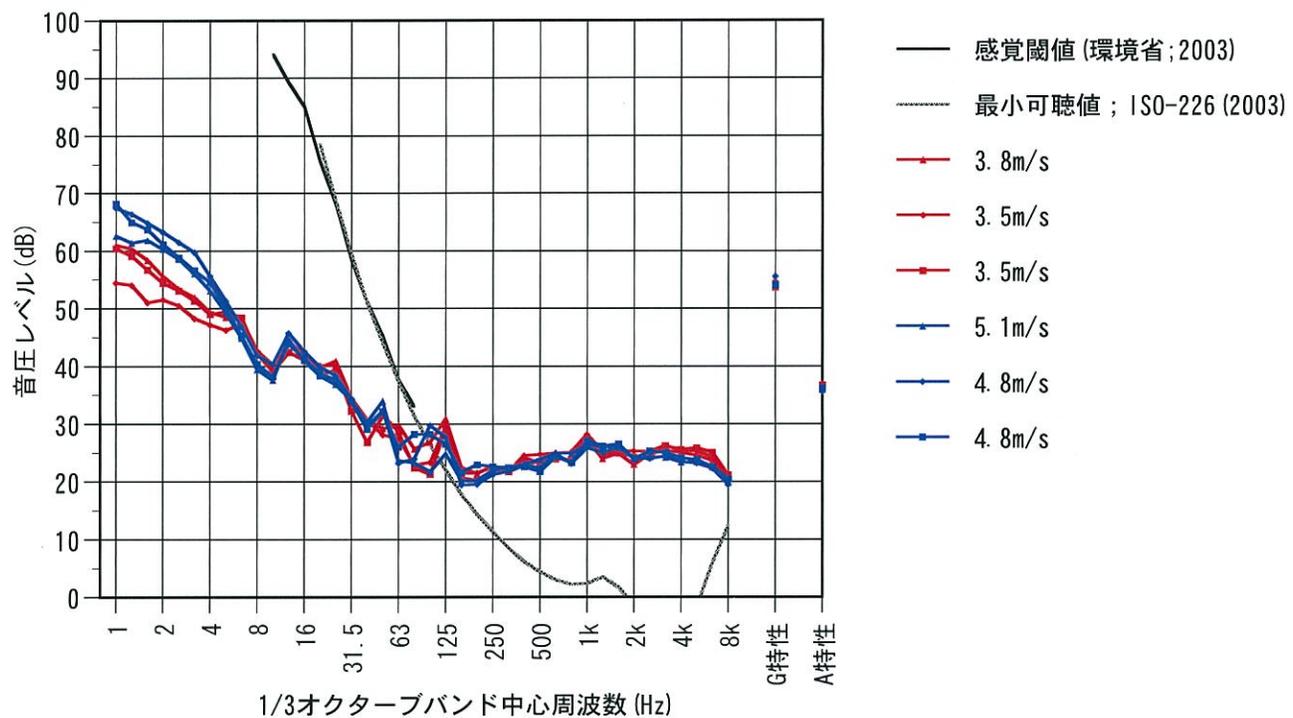


図4. 3. 4. 3 風速の違いによる暗騒音の周波数特性比較（南あわじ市、測定点2、屋内）

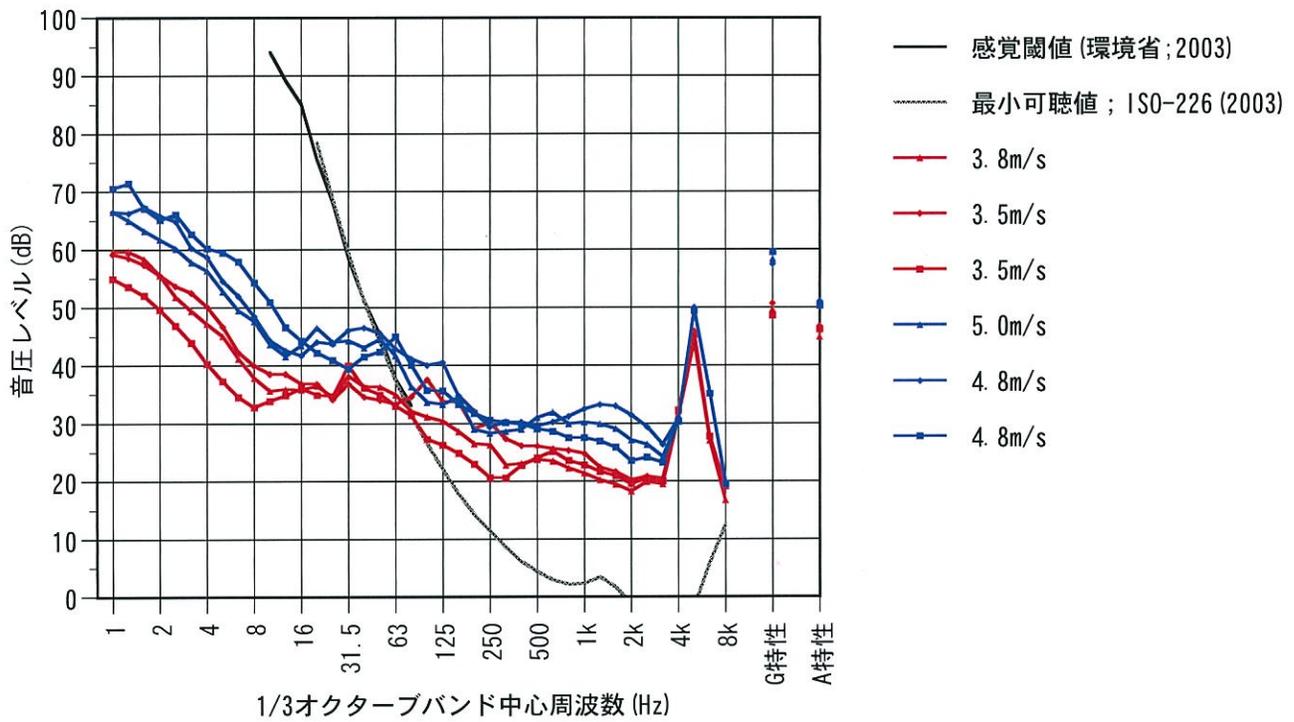


図4. 3. 4. 4 風速の違いによる暗騒音の周波数特性比較（南あわじ市、測定点3、屋外）

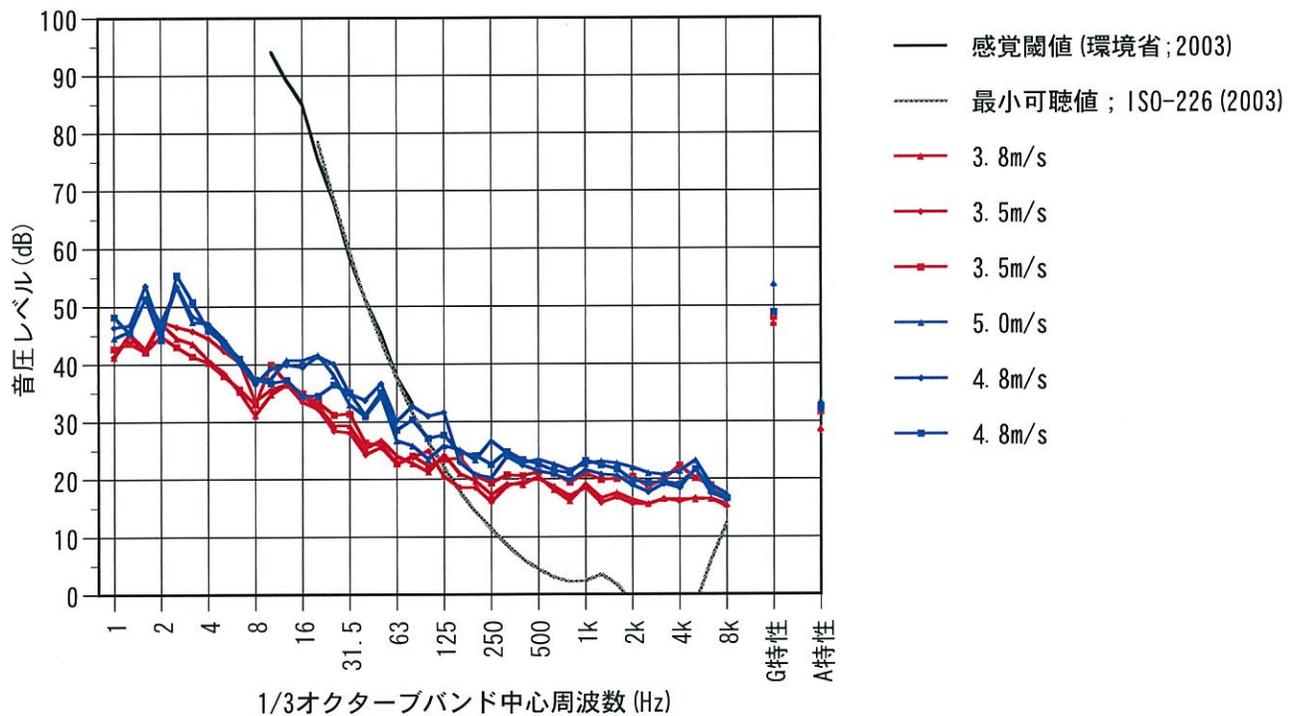


図4. 3. 4. 5 風速の違いによる暗騒音の周波数特性比較（南あわじ市、測定点3、屋内）

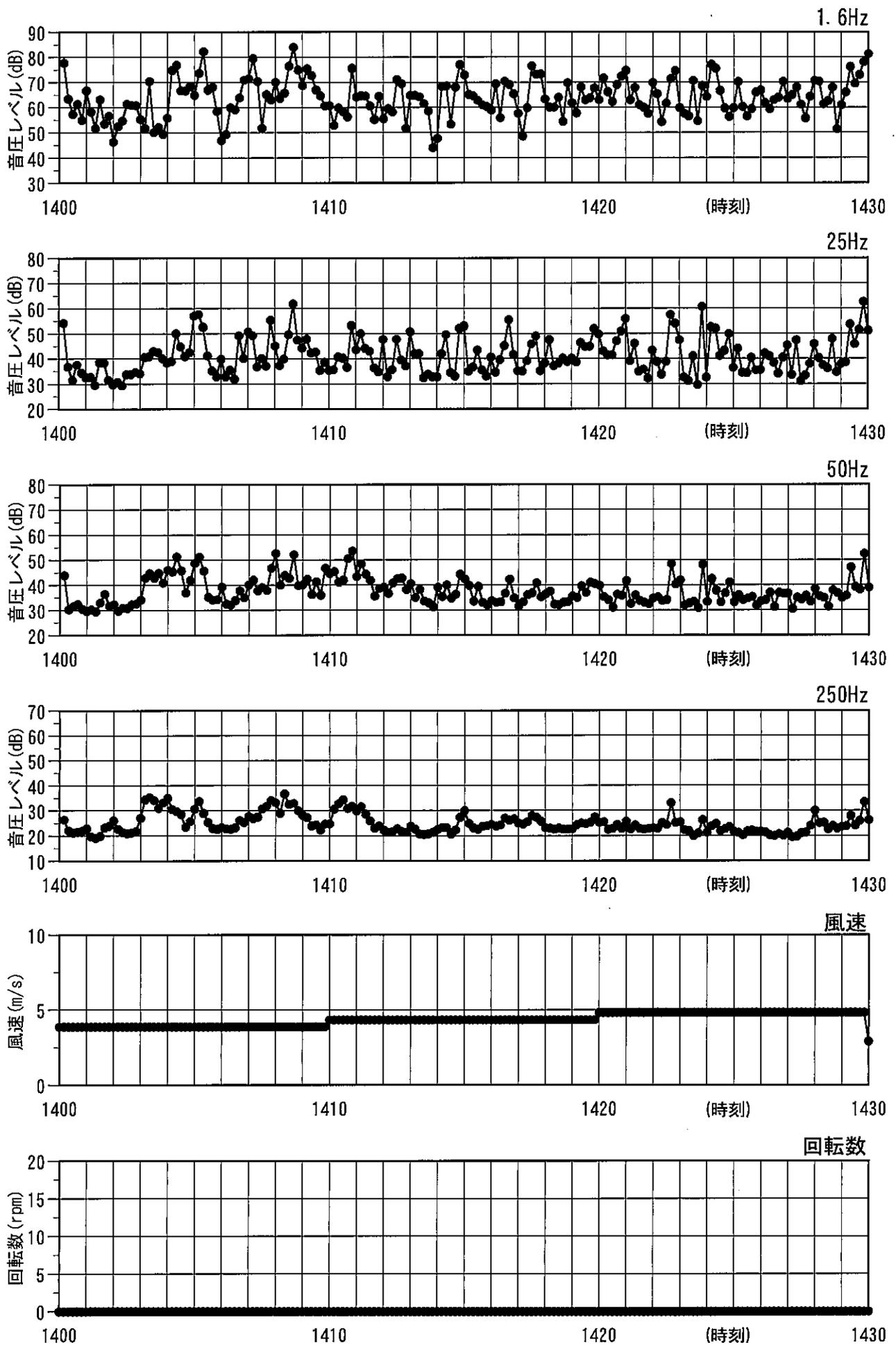


図4. 3. 5. 1 稼働条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点A、暗騒音)

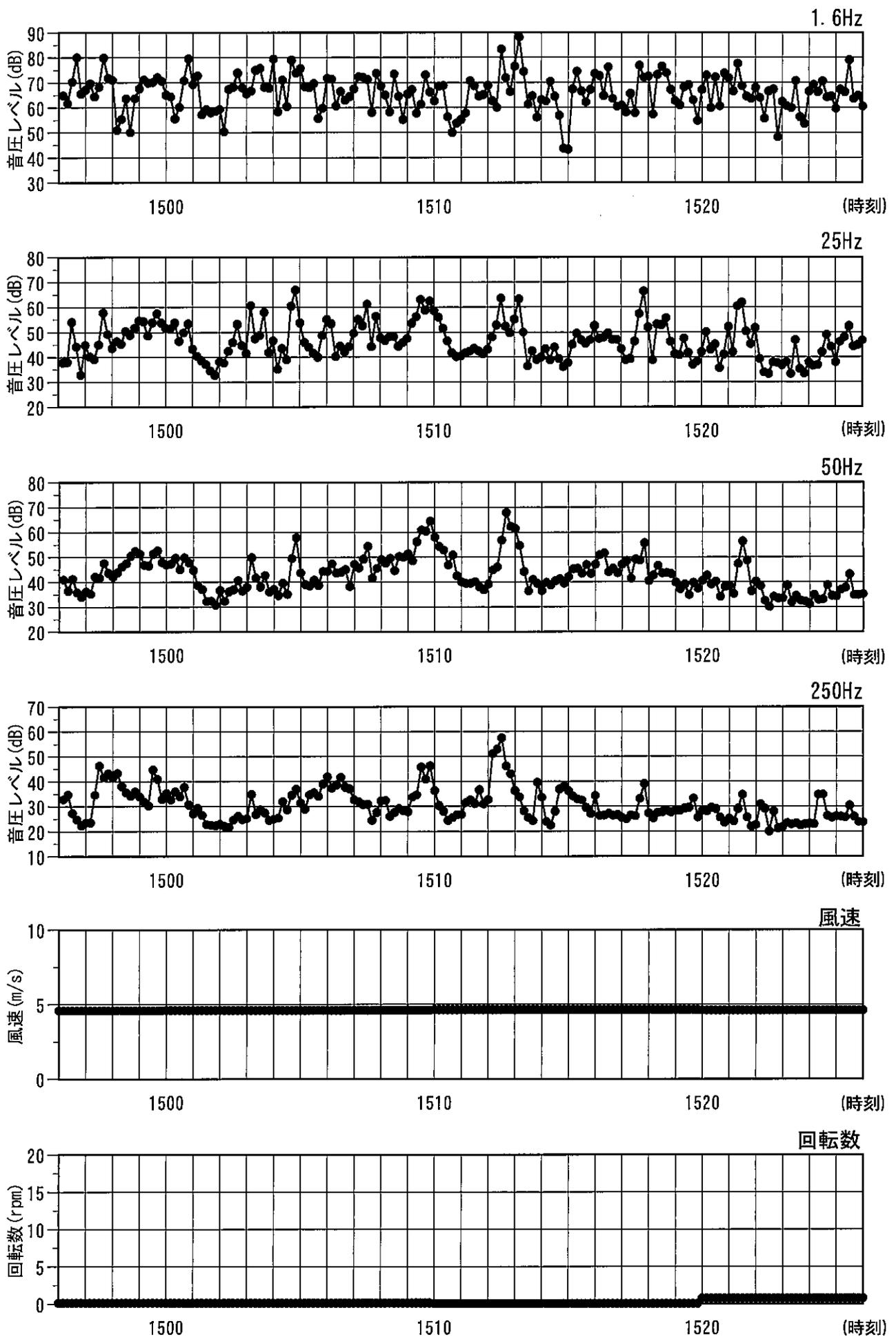


図4. 3. 5. 2 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点A、機械稼動)

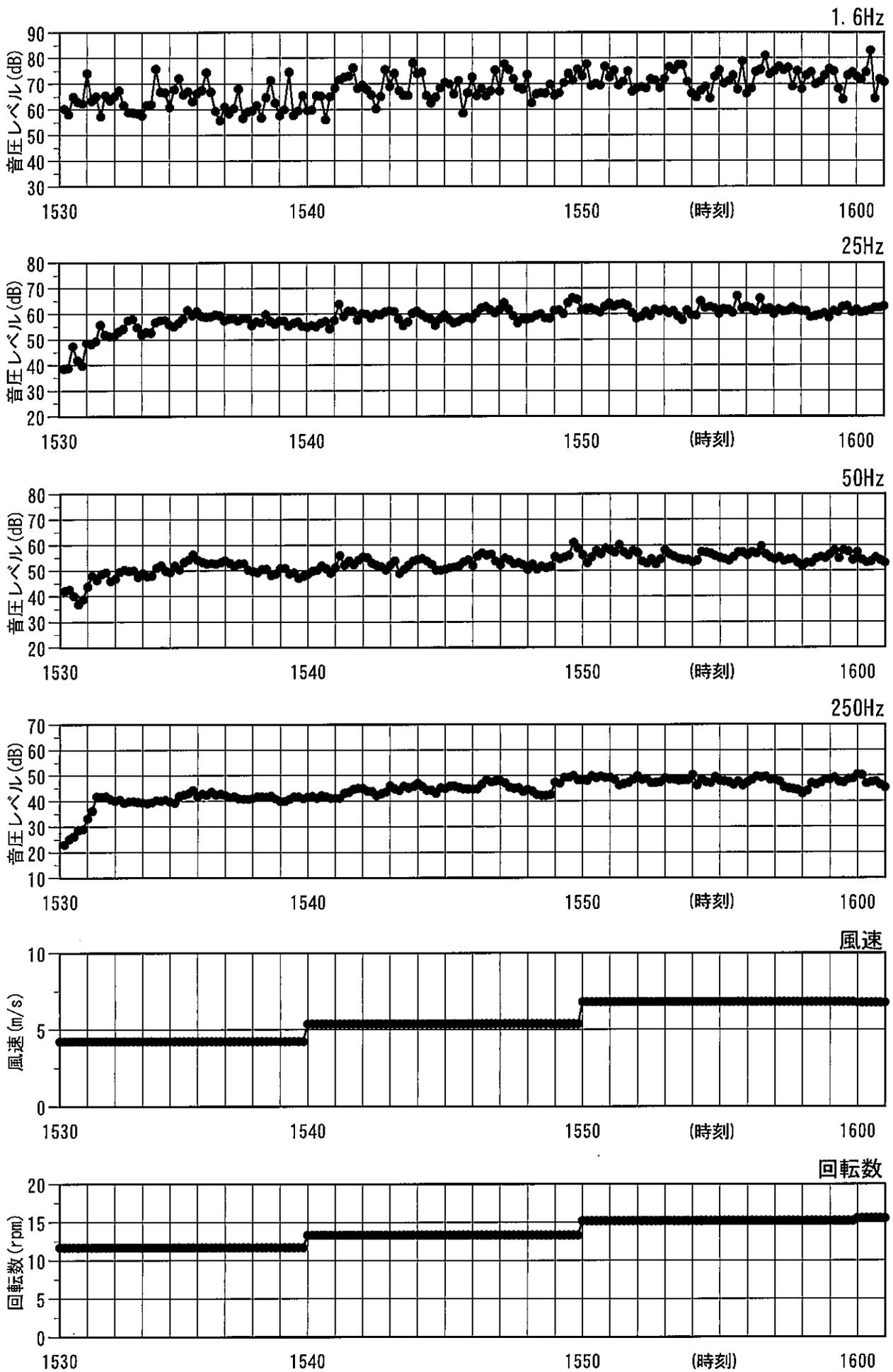


図4. 3. 5. 3 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点A、風車稼動)

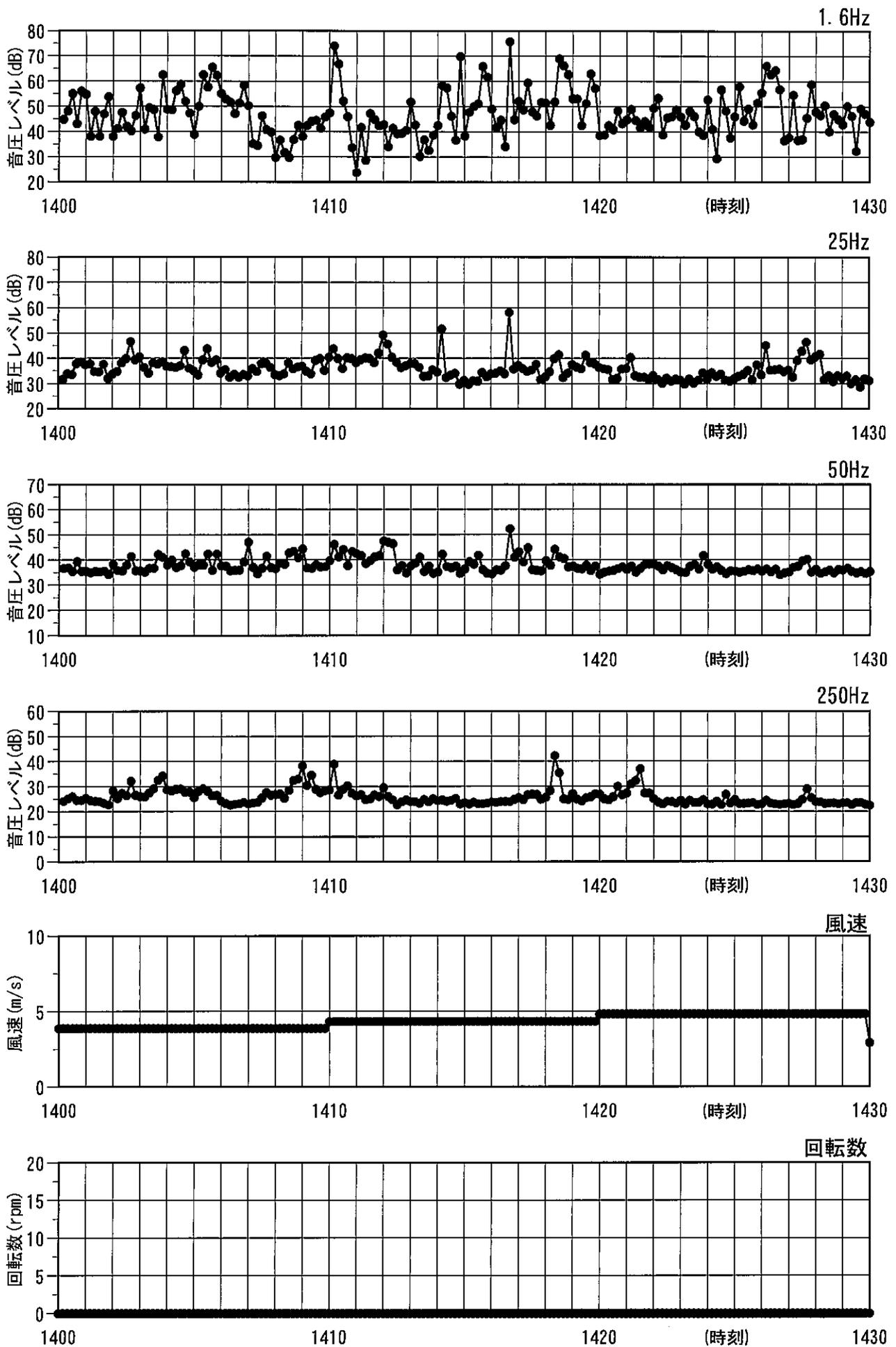


図4.3.5.4 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010.8.26、午後、測定点B、暗騒音、屋外)

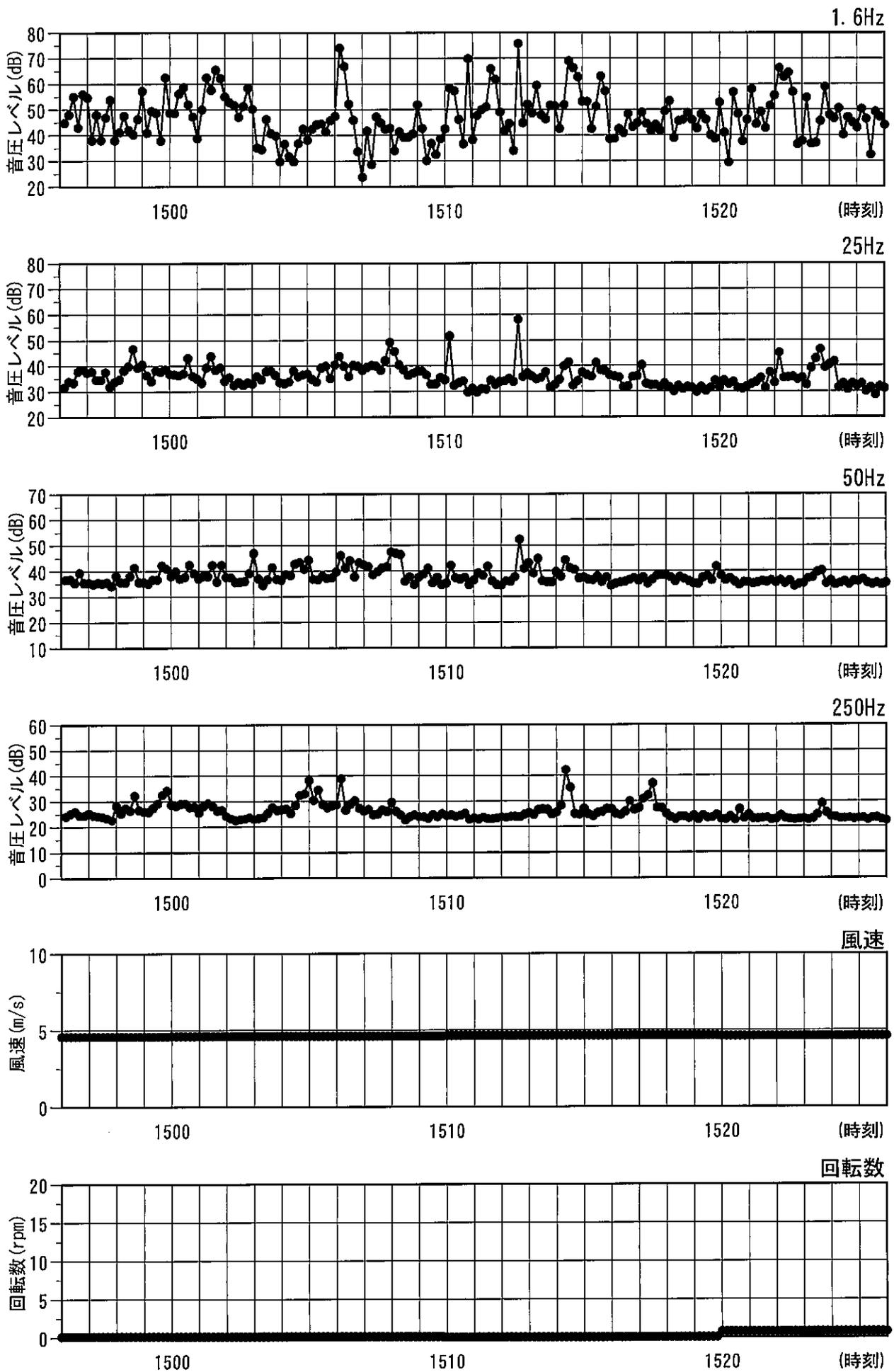


図4. 3. 5. 5 稼働条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点B、機械稼働、屋外)

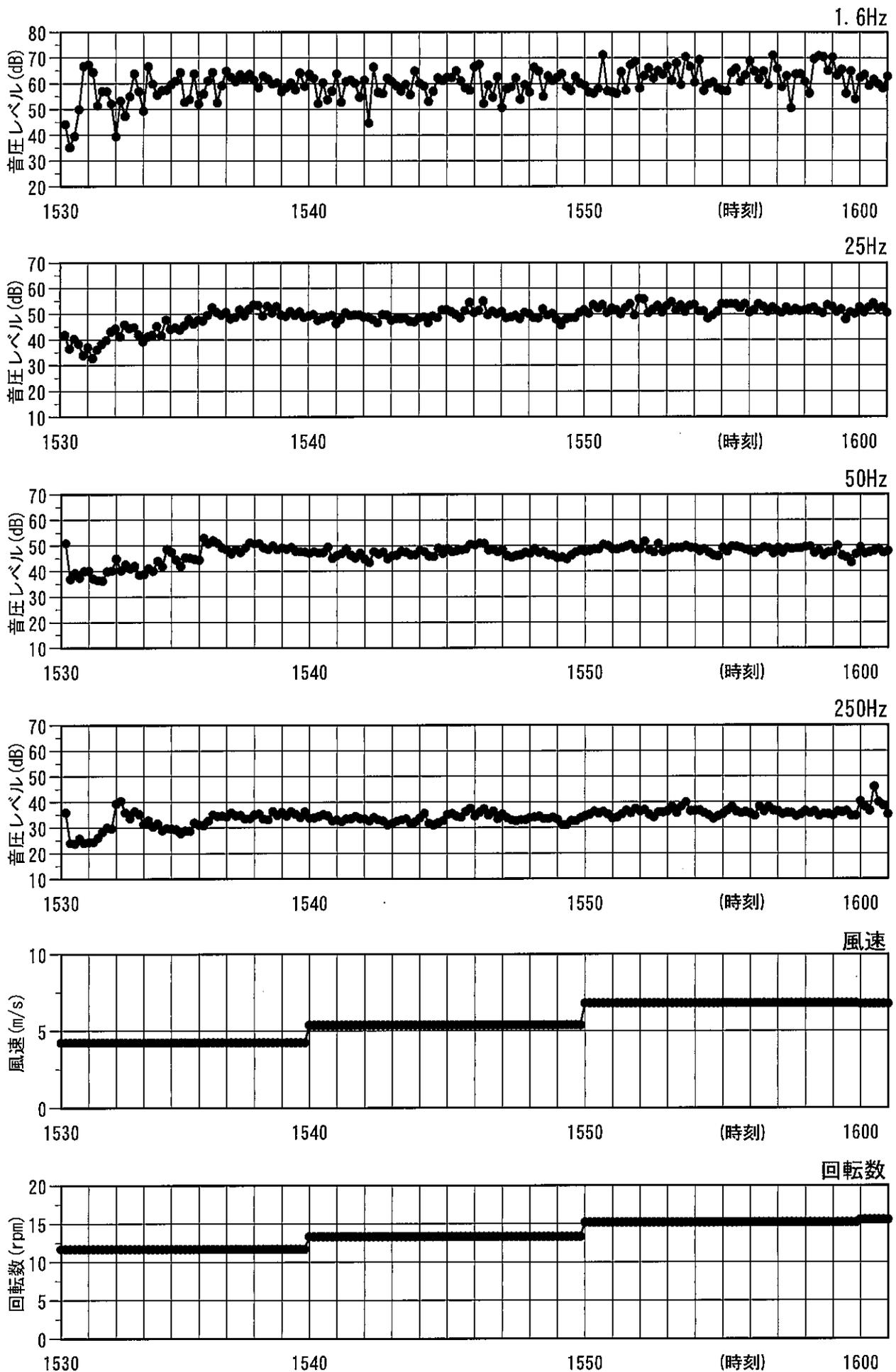


図4. 3. 5. 6 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点B、風車稼動、屋外)

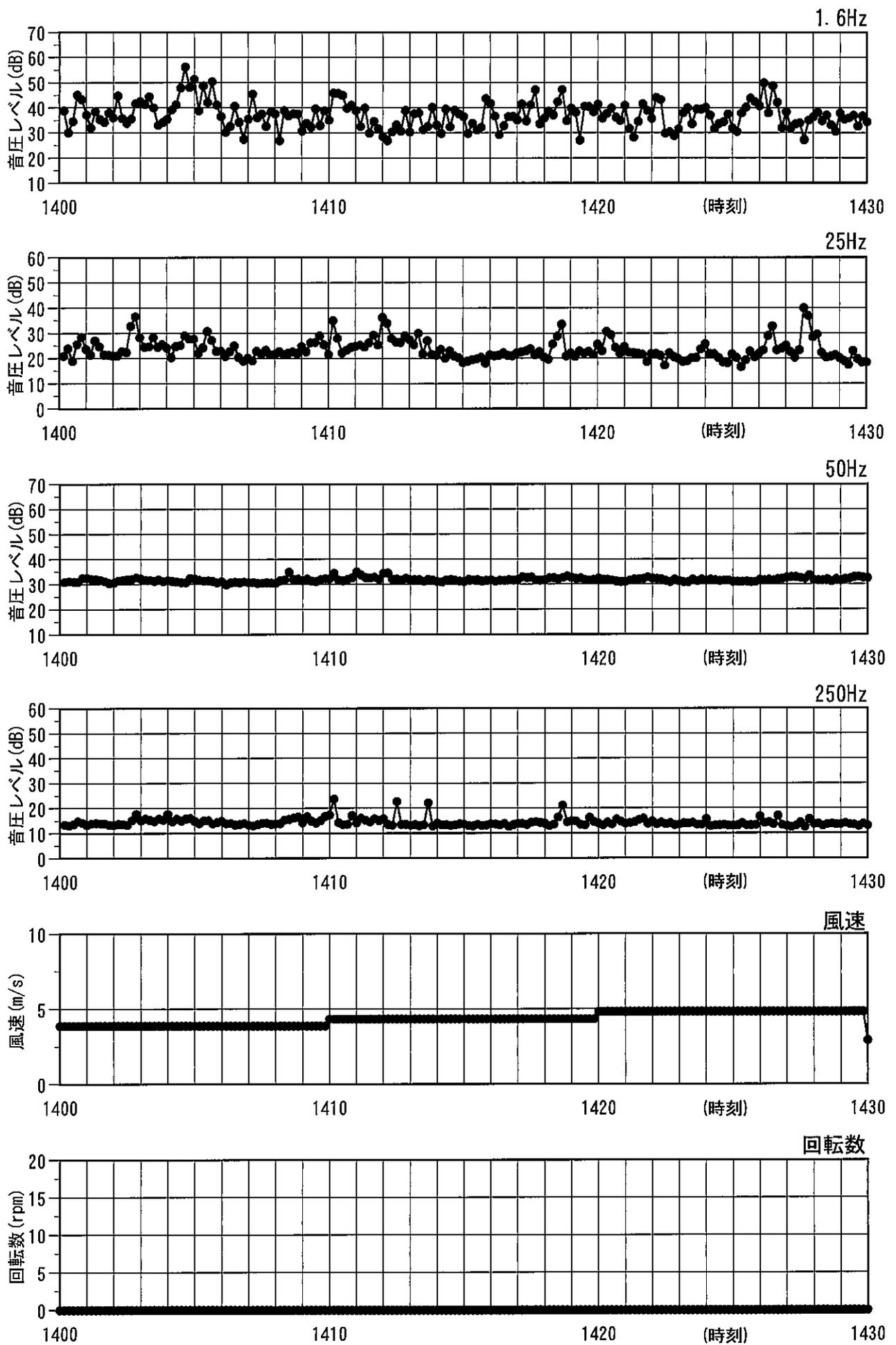


図4.3.5.7 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010.8.26、午後、測定点B、暗騒音、屋内)

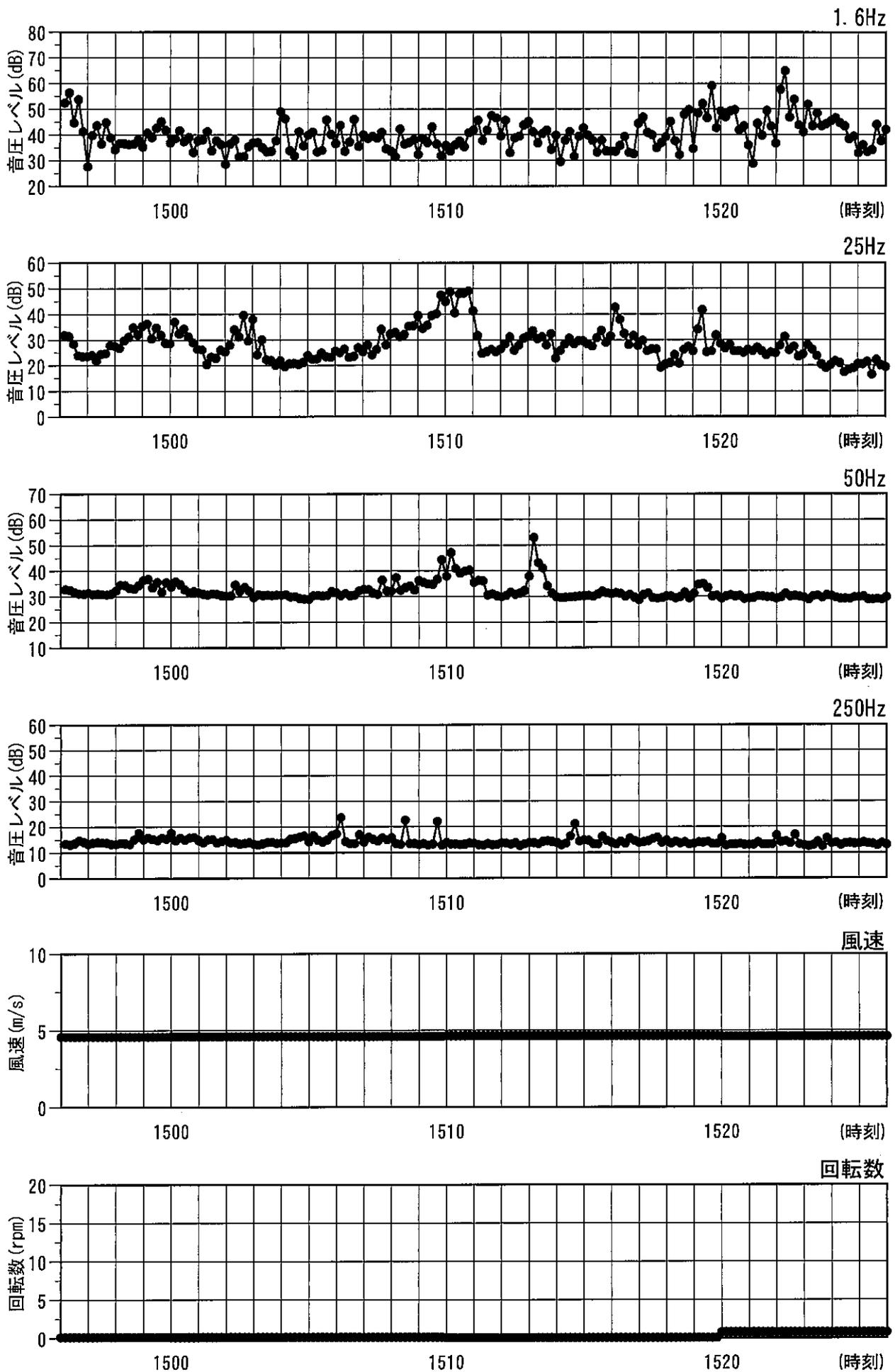


図4.3.5.8 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010.8.26、午後、測定点B、機械稼動、屋内)

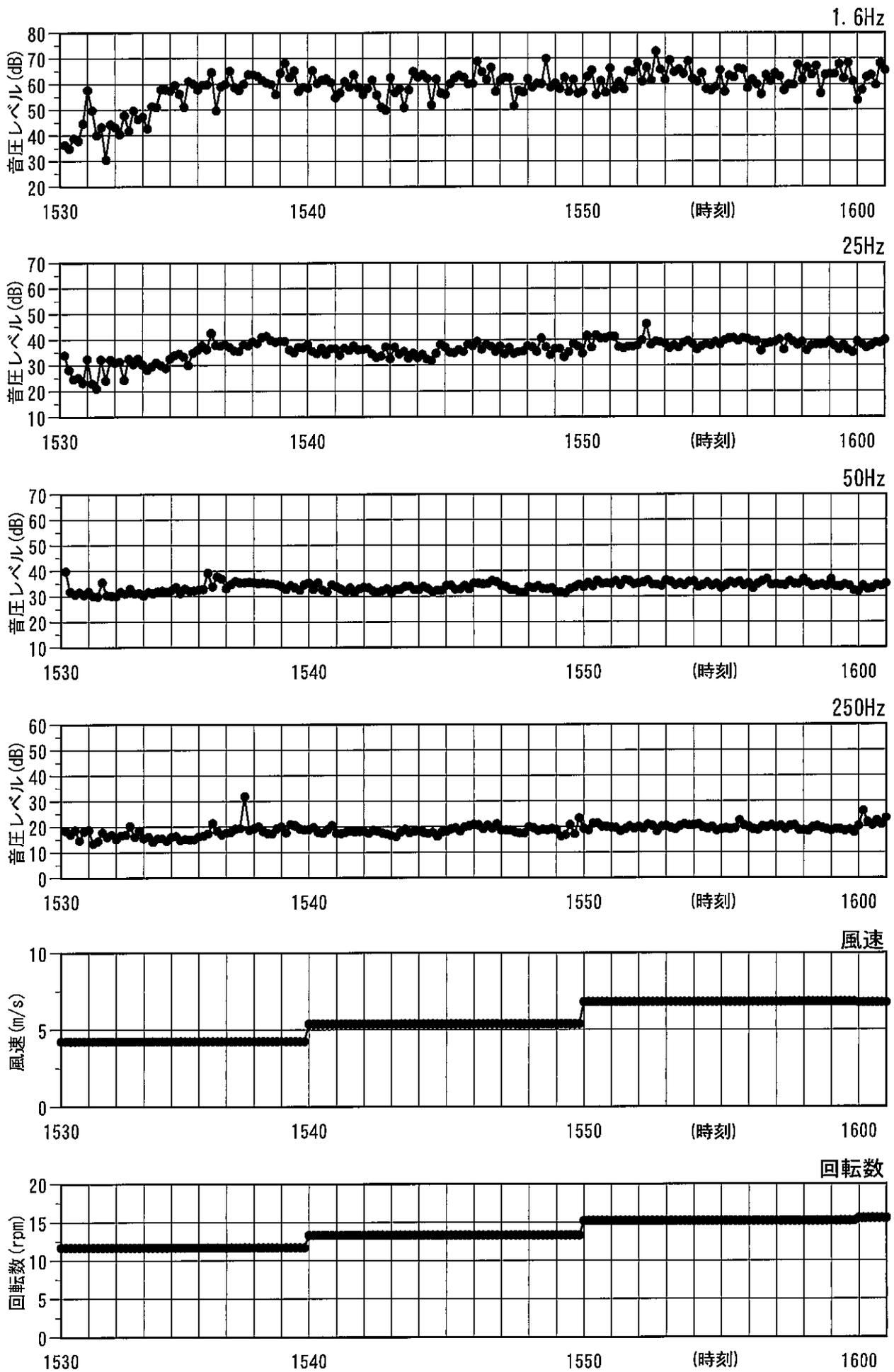


図4. 3. 5. 9 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点B、風車稼動、屋内)

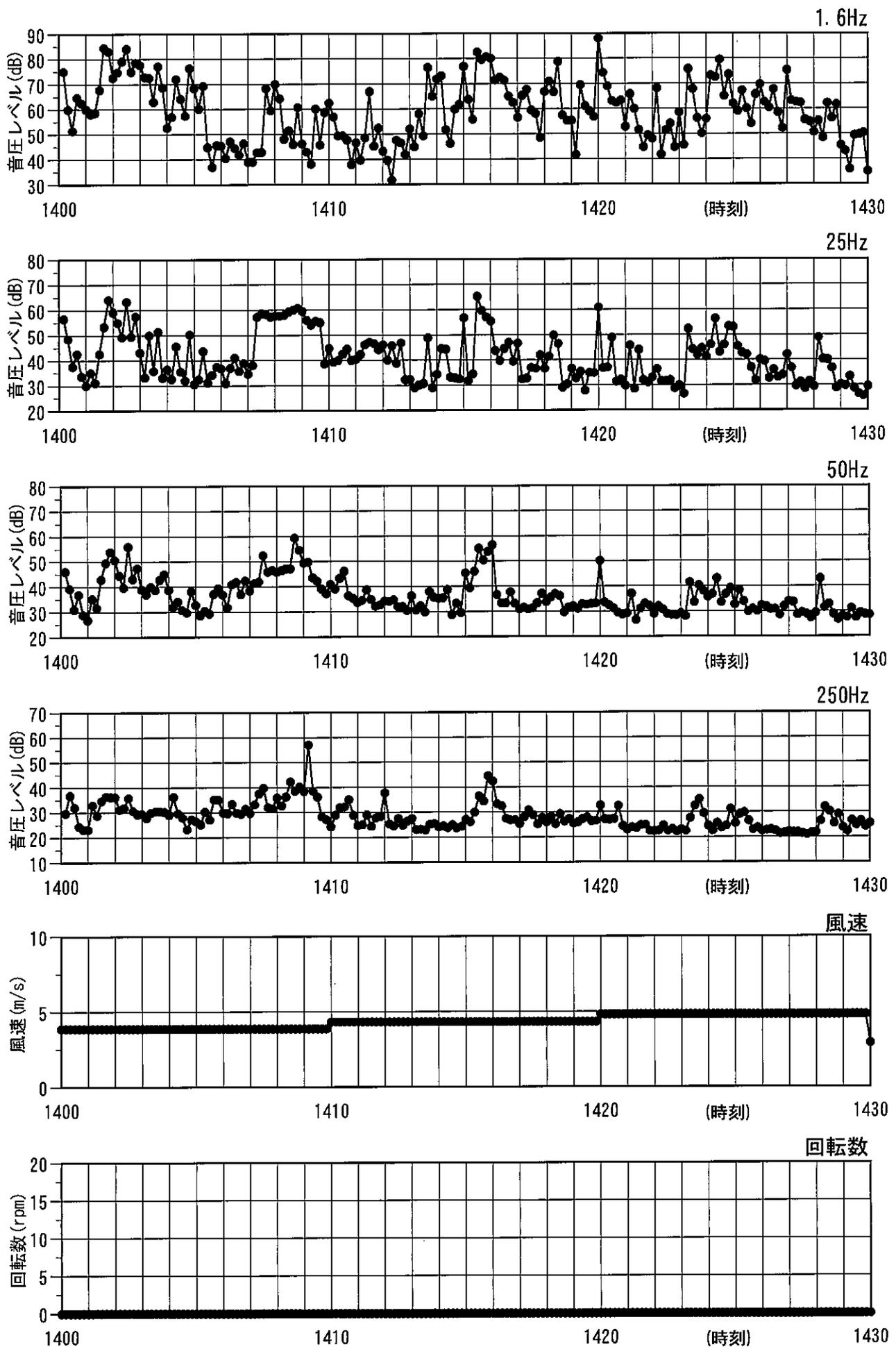


図4. 3. 5. 10 稼働条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点C、暗騒音、屋外)

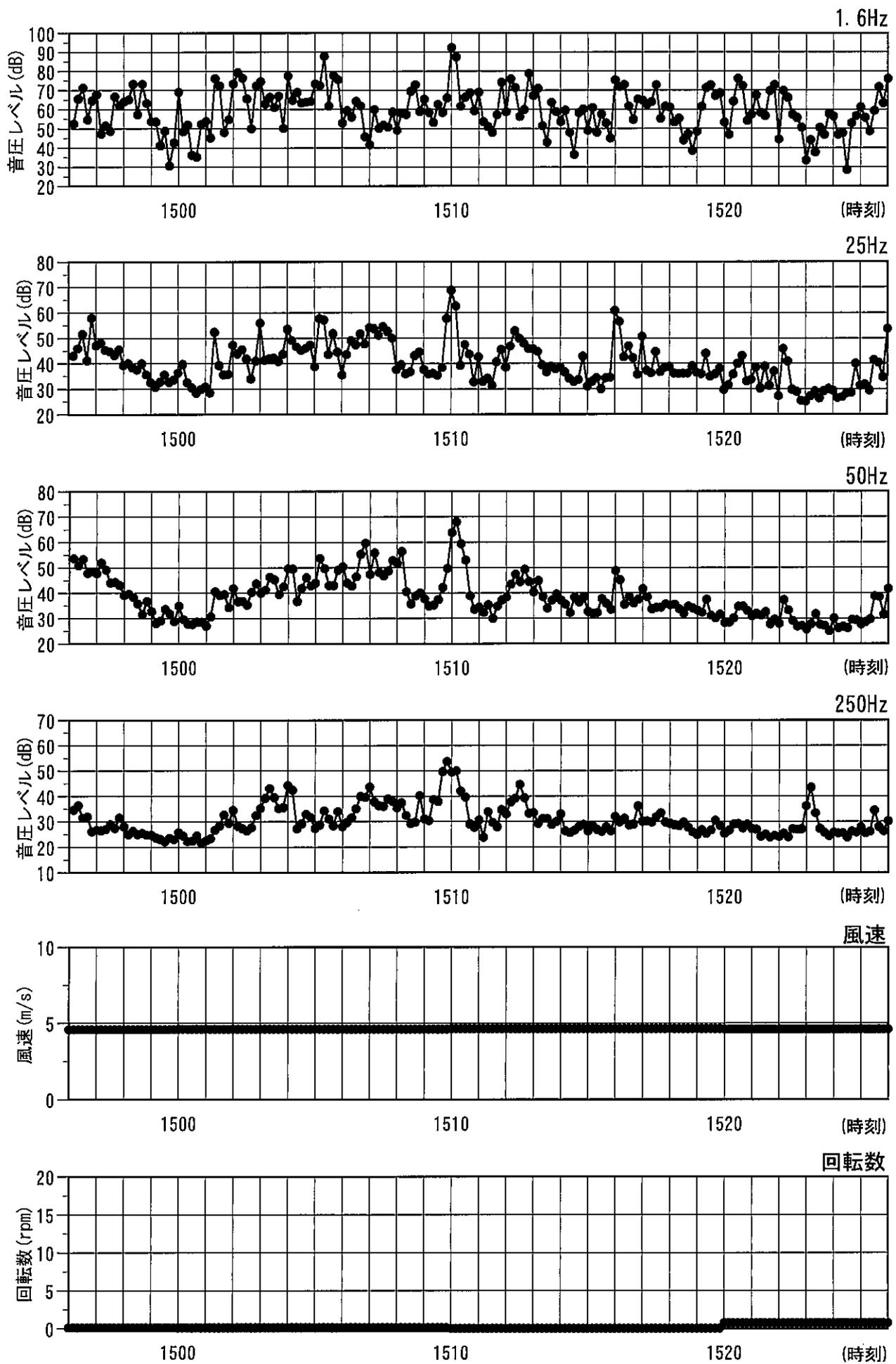


図4. 3. 5. 11 稼働条件別の風車音のレベル変動  
 (東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点C、機械稼働、屋外)

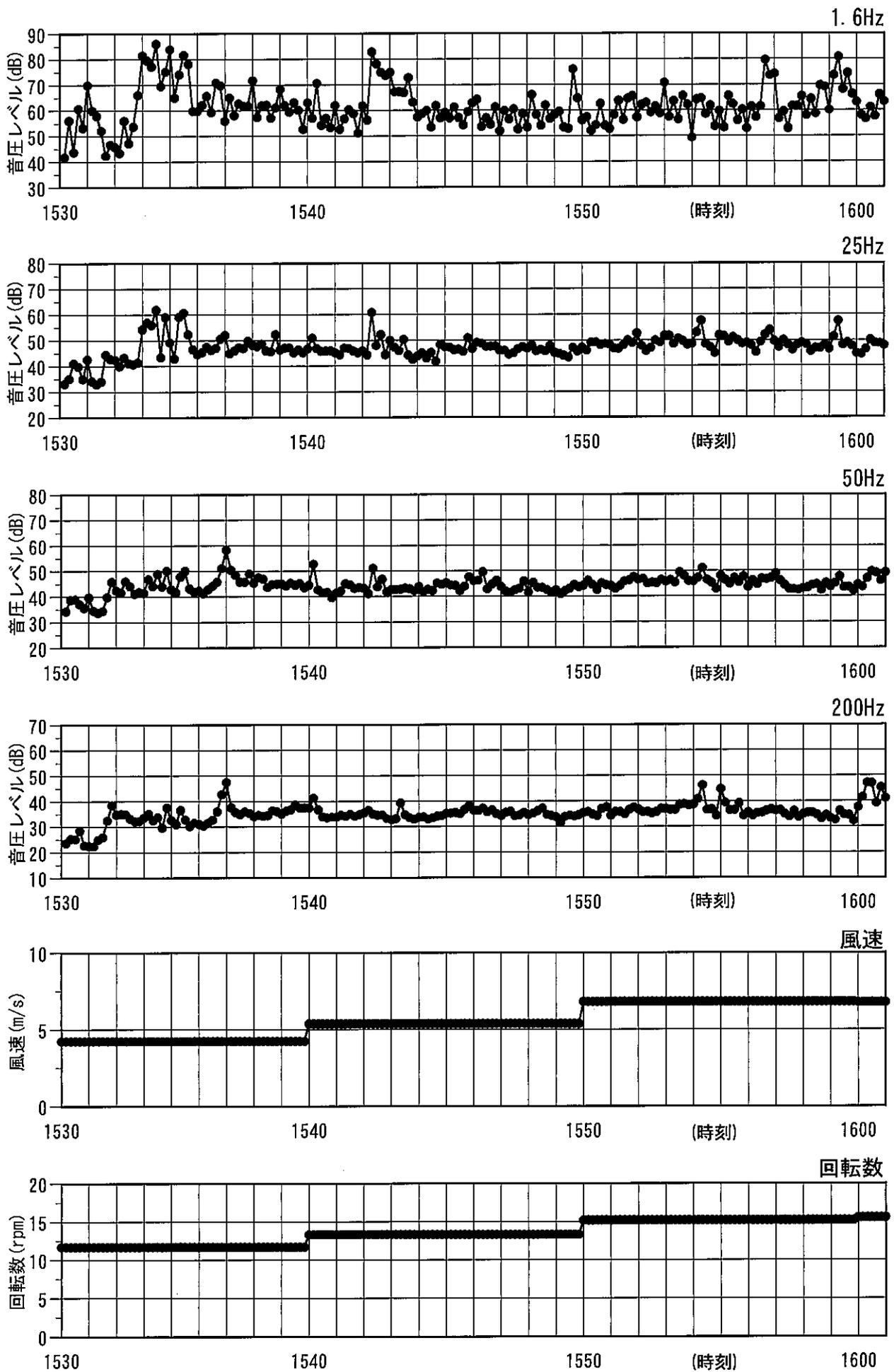


図4. 3. 5. 12 稼働条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点C、風車稼働、屋外)

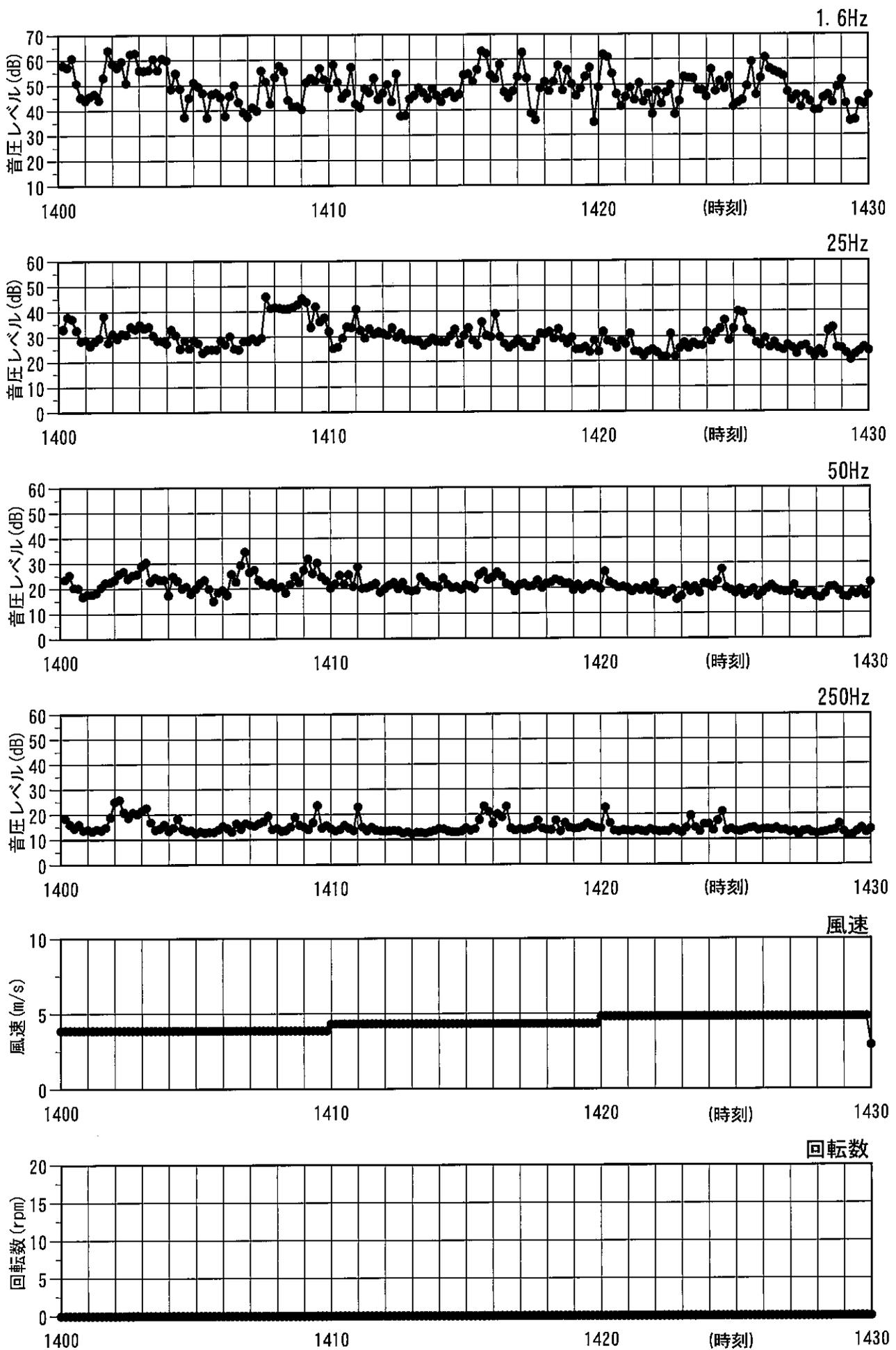


図4. 3. 5. 13 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点C、暗騒音、屋内)

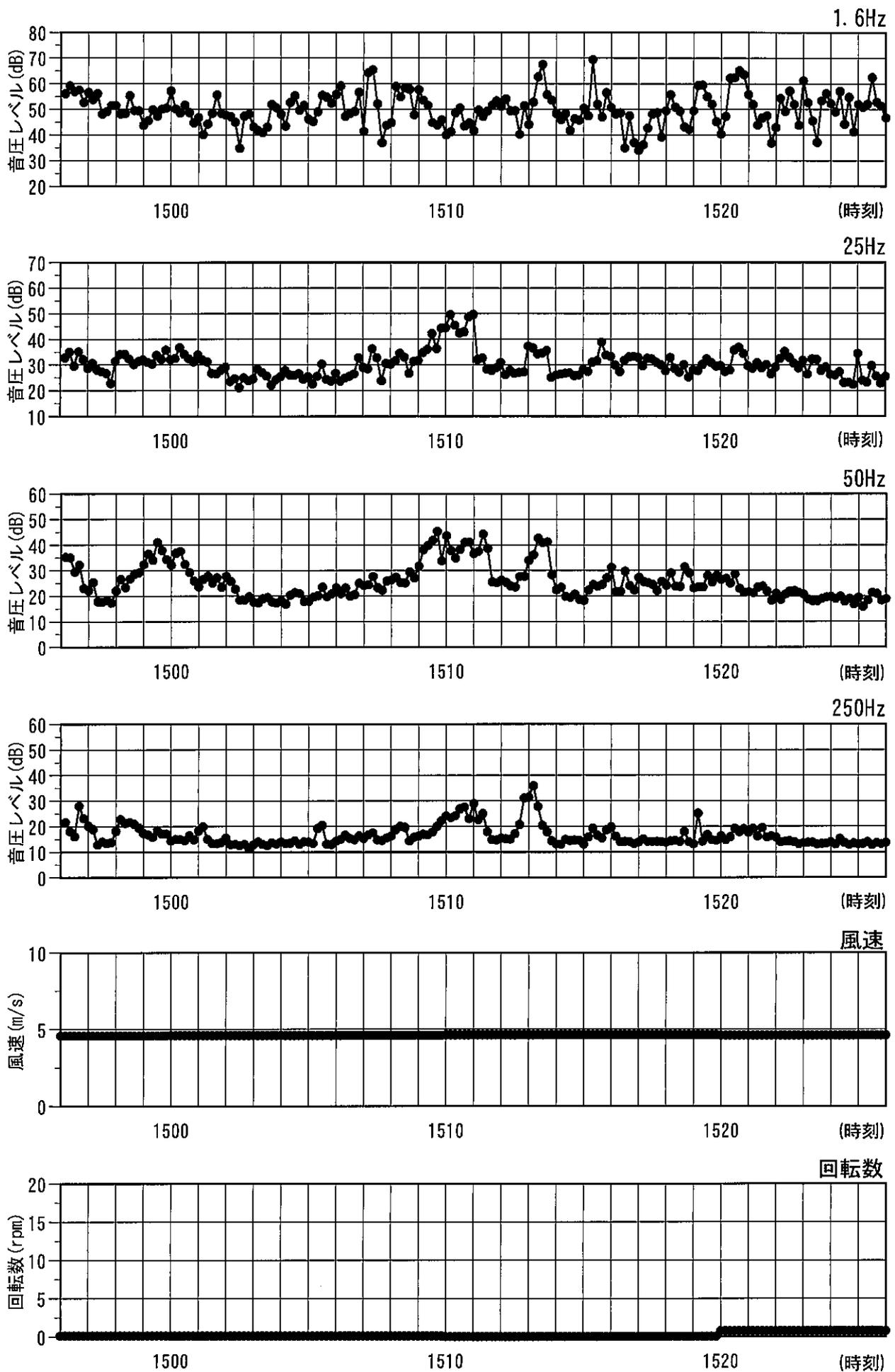


図4. 3. 5. 14 稼働条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点C、機械稼働、屋内)

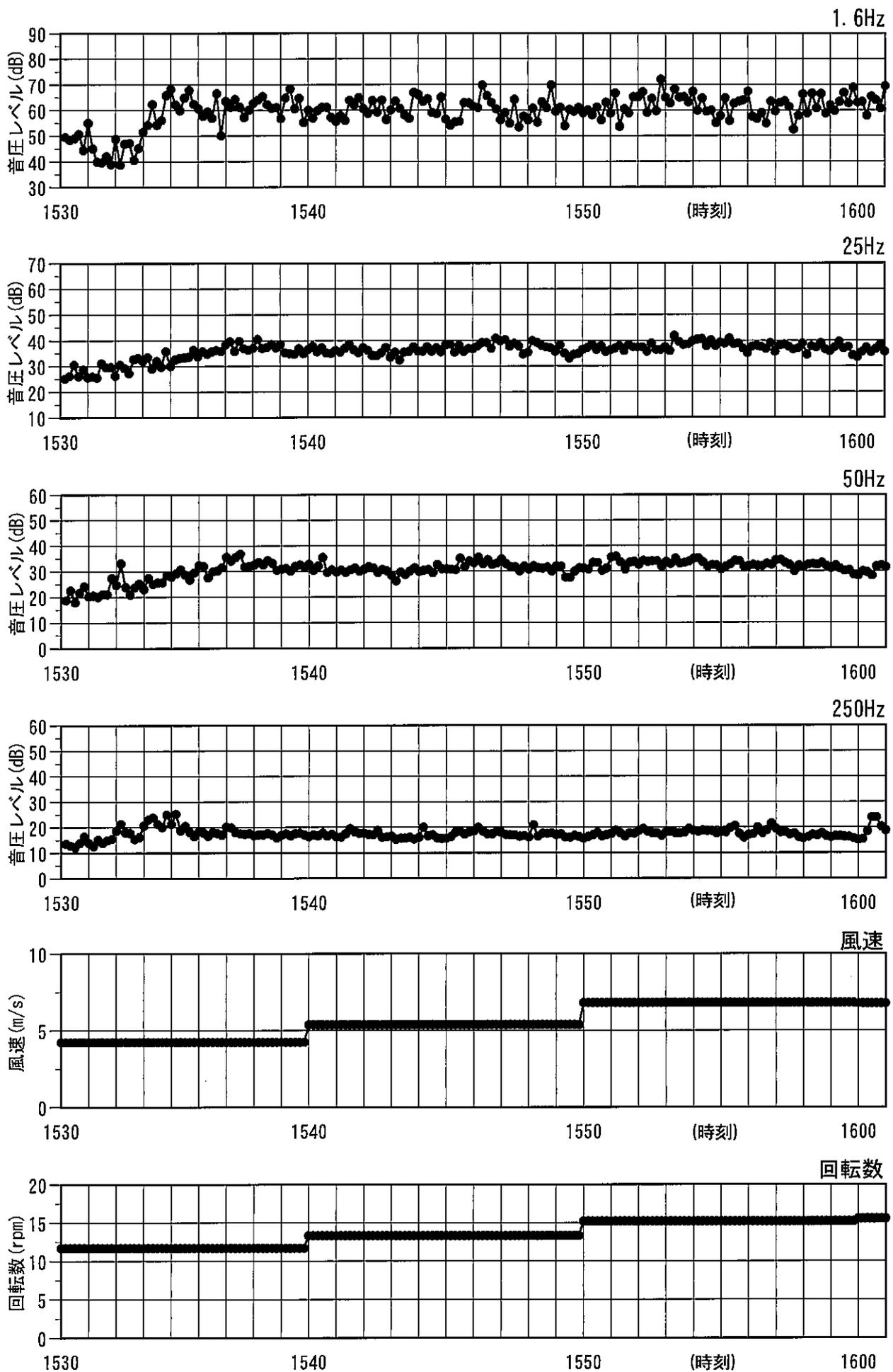


図4. 3. 5. 15 稼働条件別の風車音のレベル変動  
 (東伊豆町、2010. 8. 26、午後、測定点C、風車稼働、屋内)

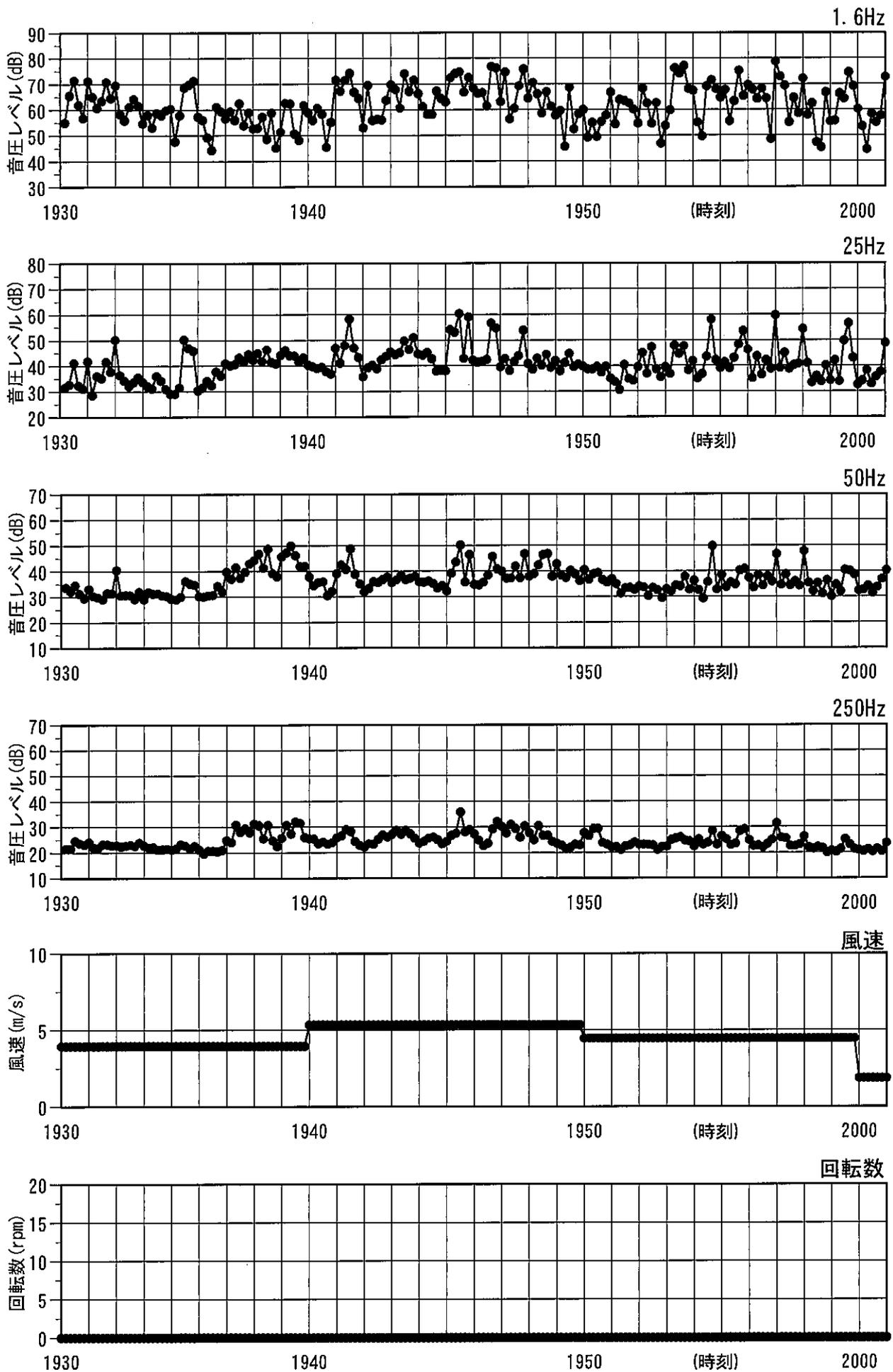


図4. 3. 5. 16 稼動条件別の風車音のレベル変動  
 (東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点A、暗騒音)

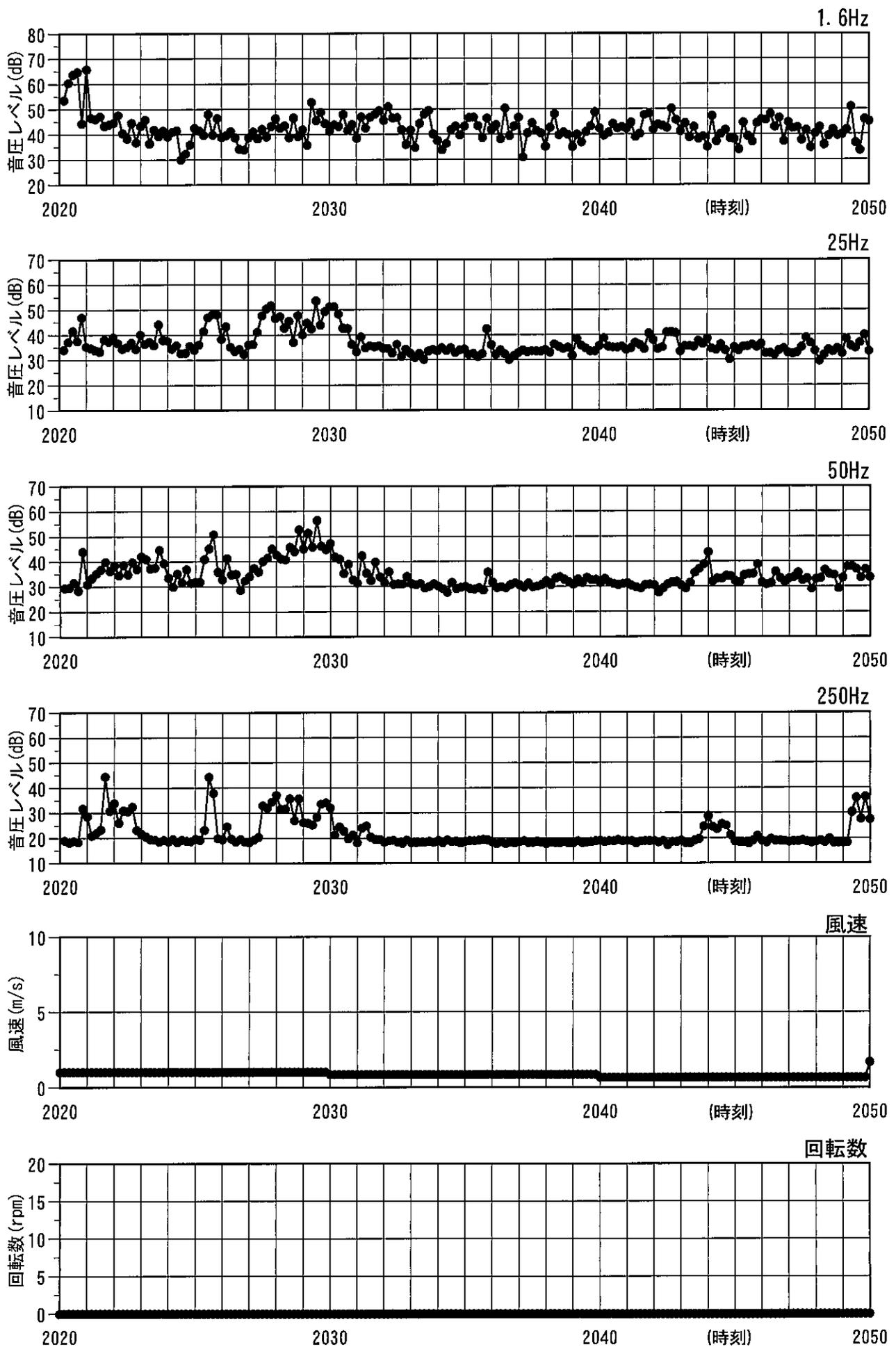


図4. 3. 5. 17 稼働条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点A、機械稼働)

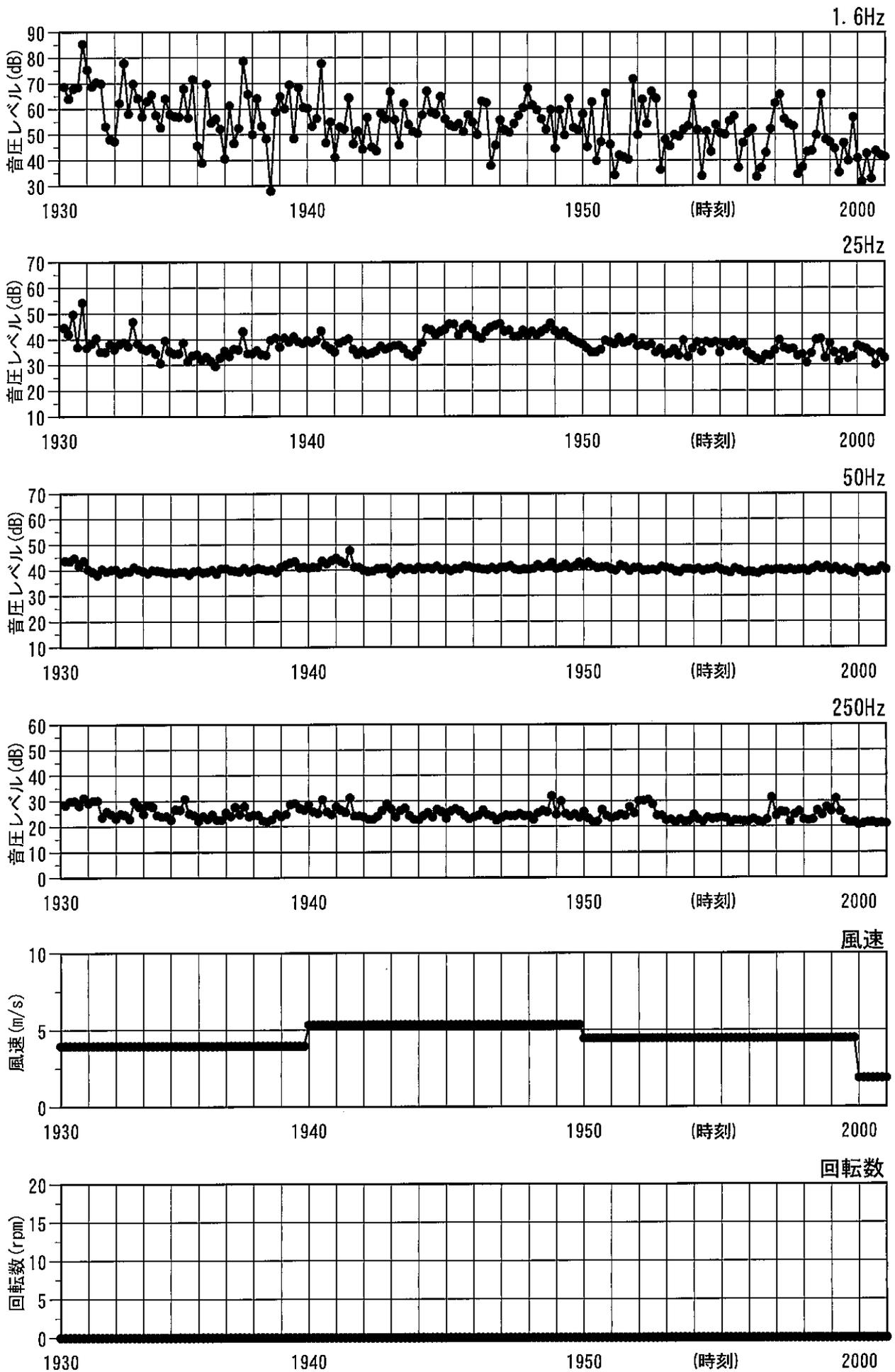


図4. 3. 5. 18 稼動条件別の風車音のレベル変動  
 (東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点B、暗騒音、屋外)

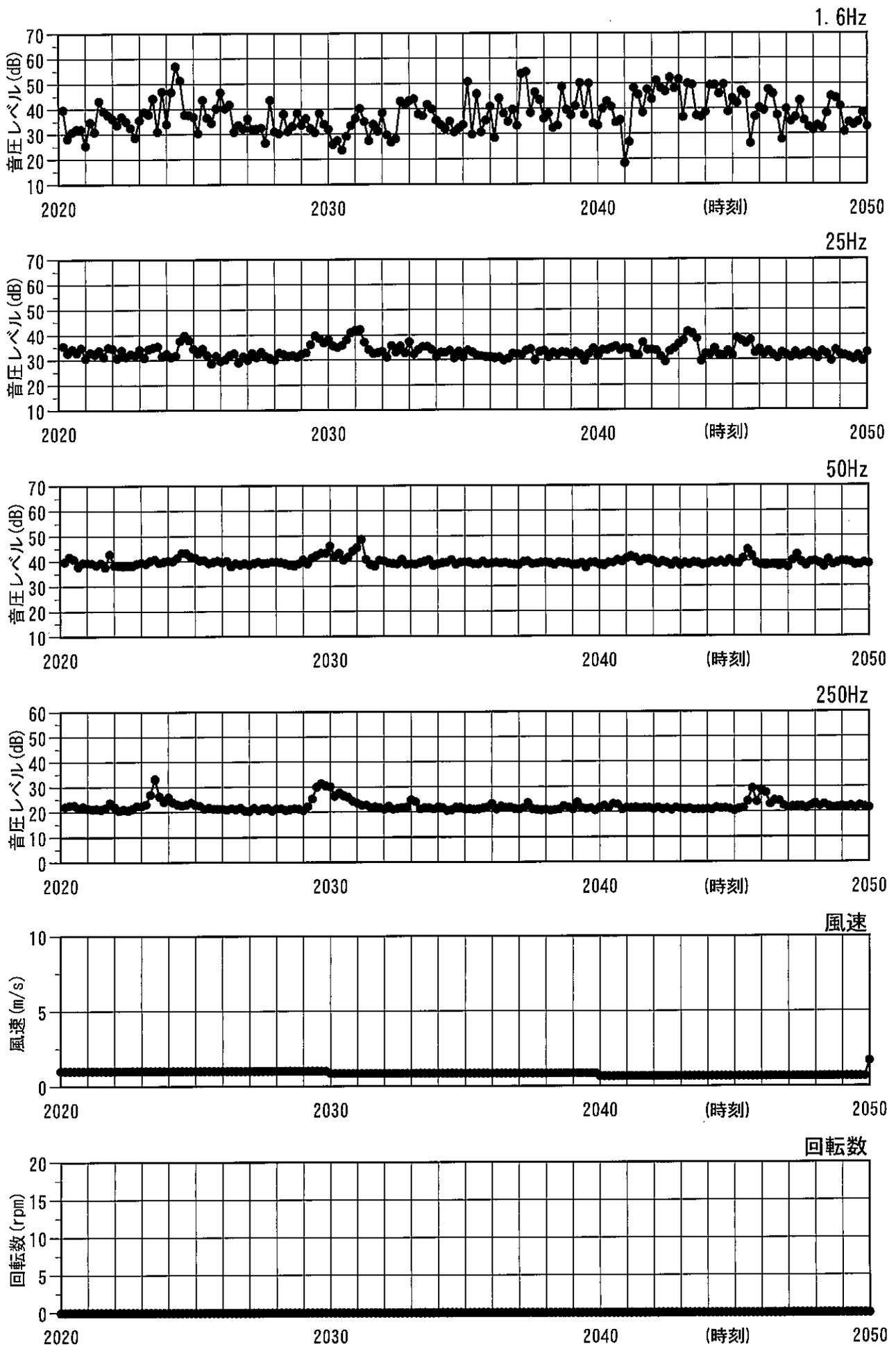


図4. 3. 5. 19 稼働条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点B、機械稼働、屋外)

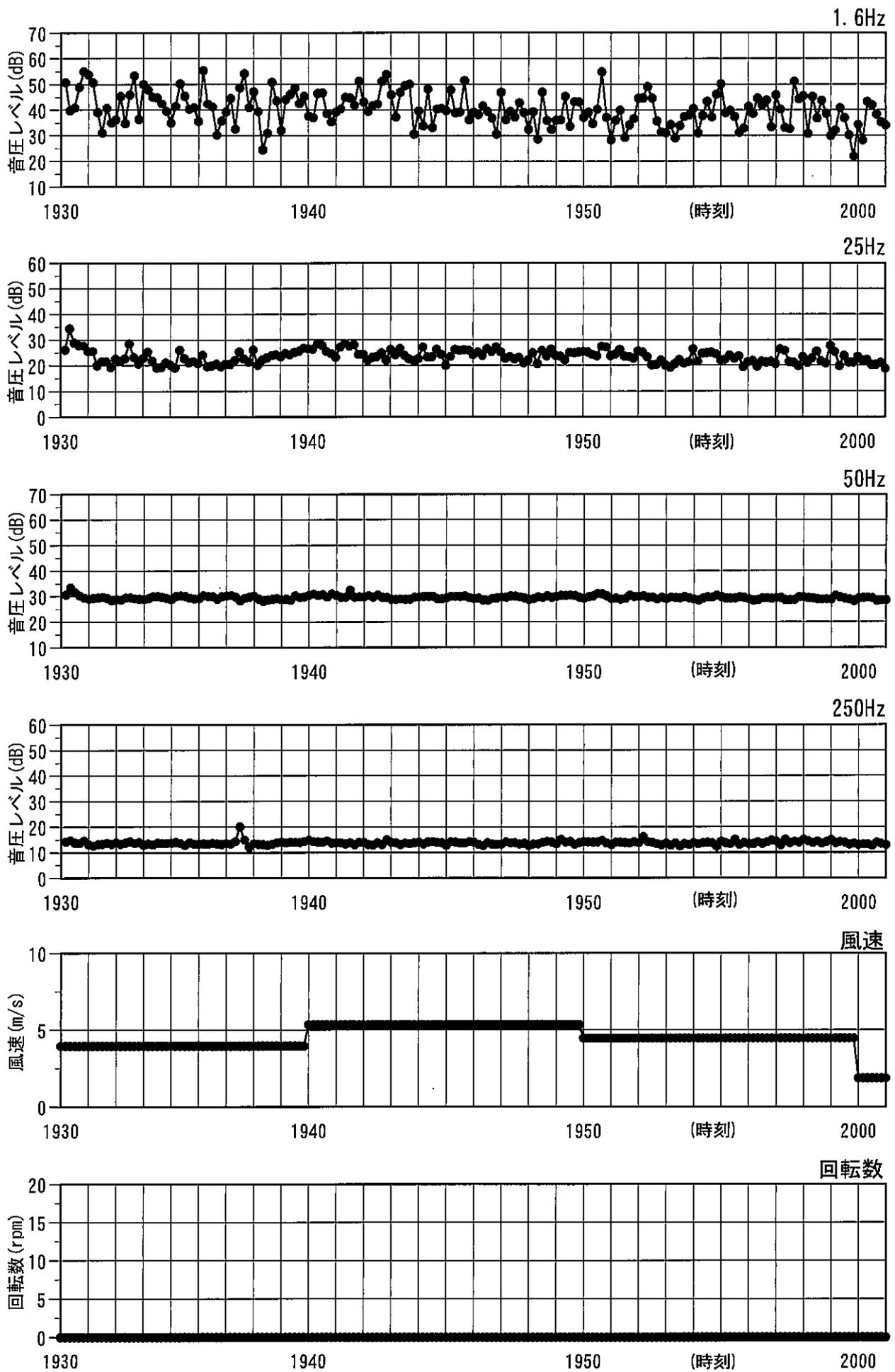


図4. 3. 5. 20 稼働条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点B、暗騒音、屋内)

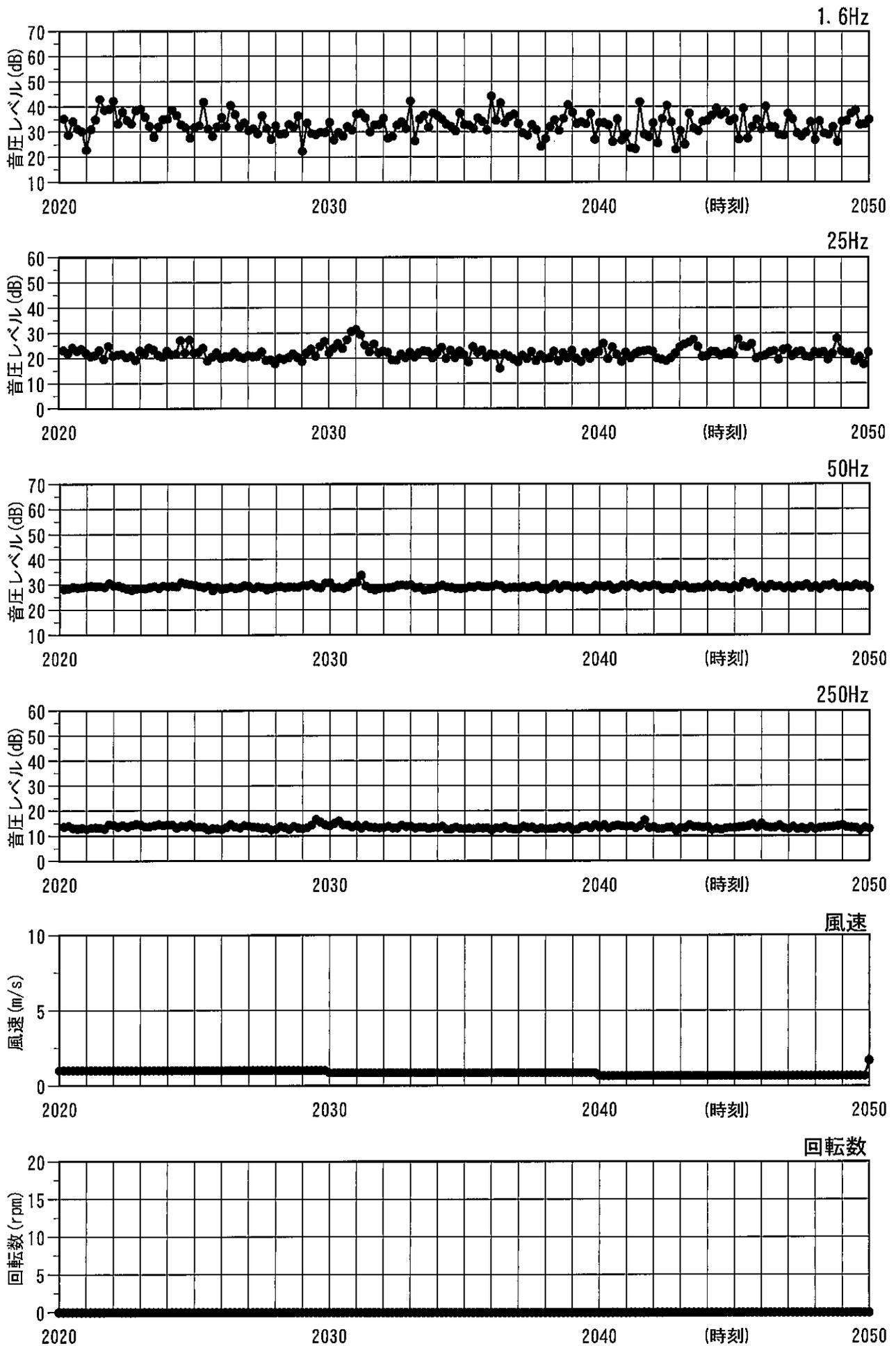


図4. 3. 5. 21 稼働条件別の風車音のレベル変動  
 (東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点B、機械稼働、屋内)

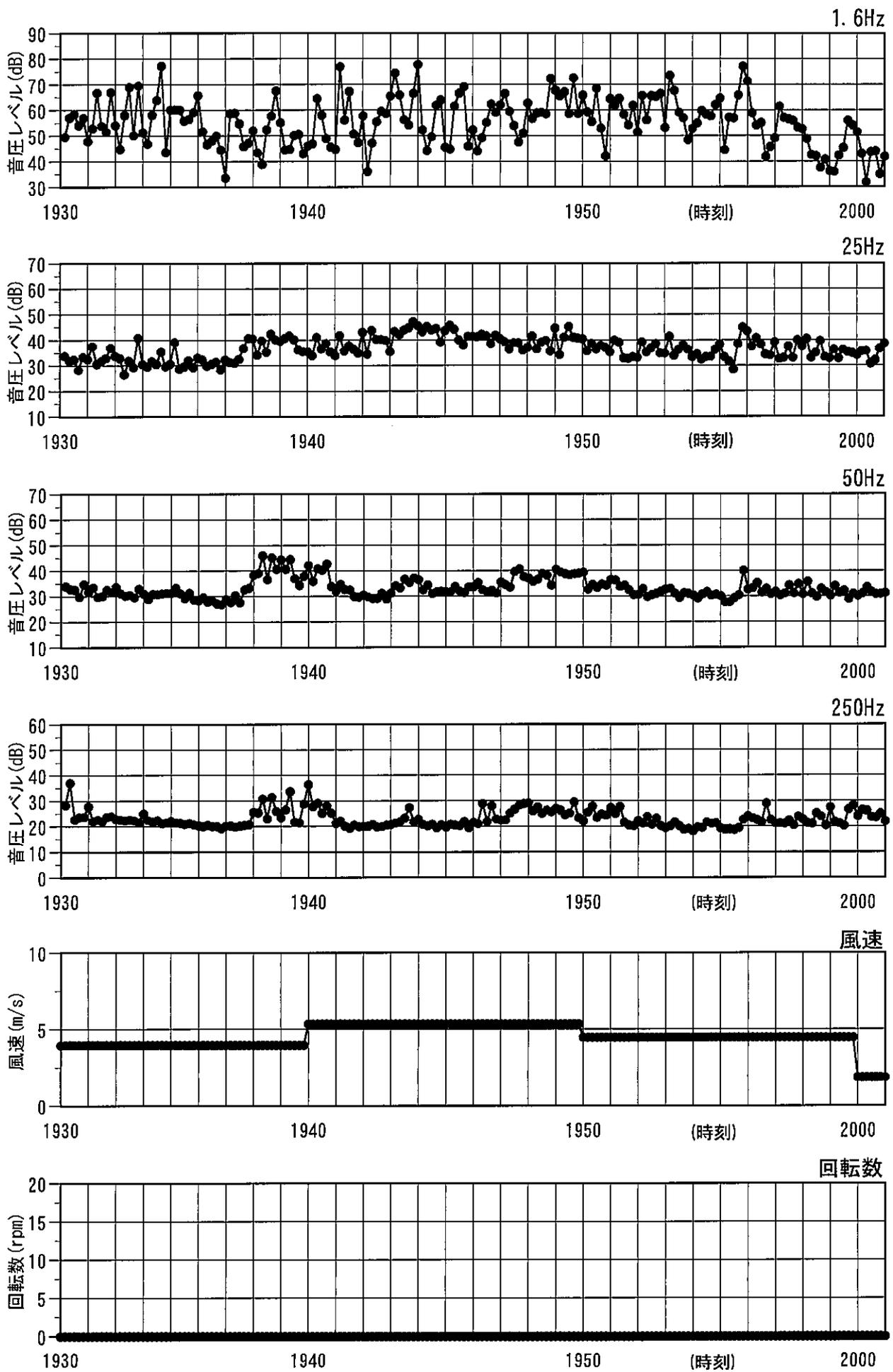


図4. 3. 5. 22 稼動条件別の風車音のレベル変動  
 (東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点C、暗騒音、屋外)

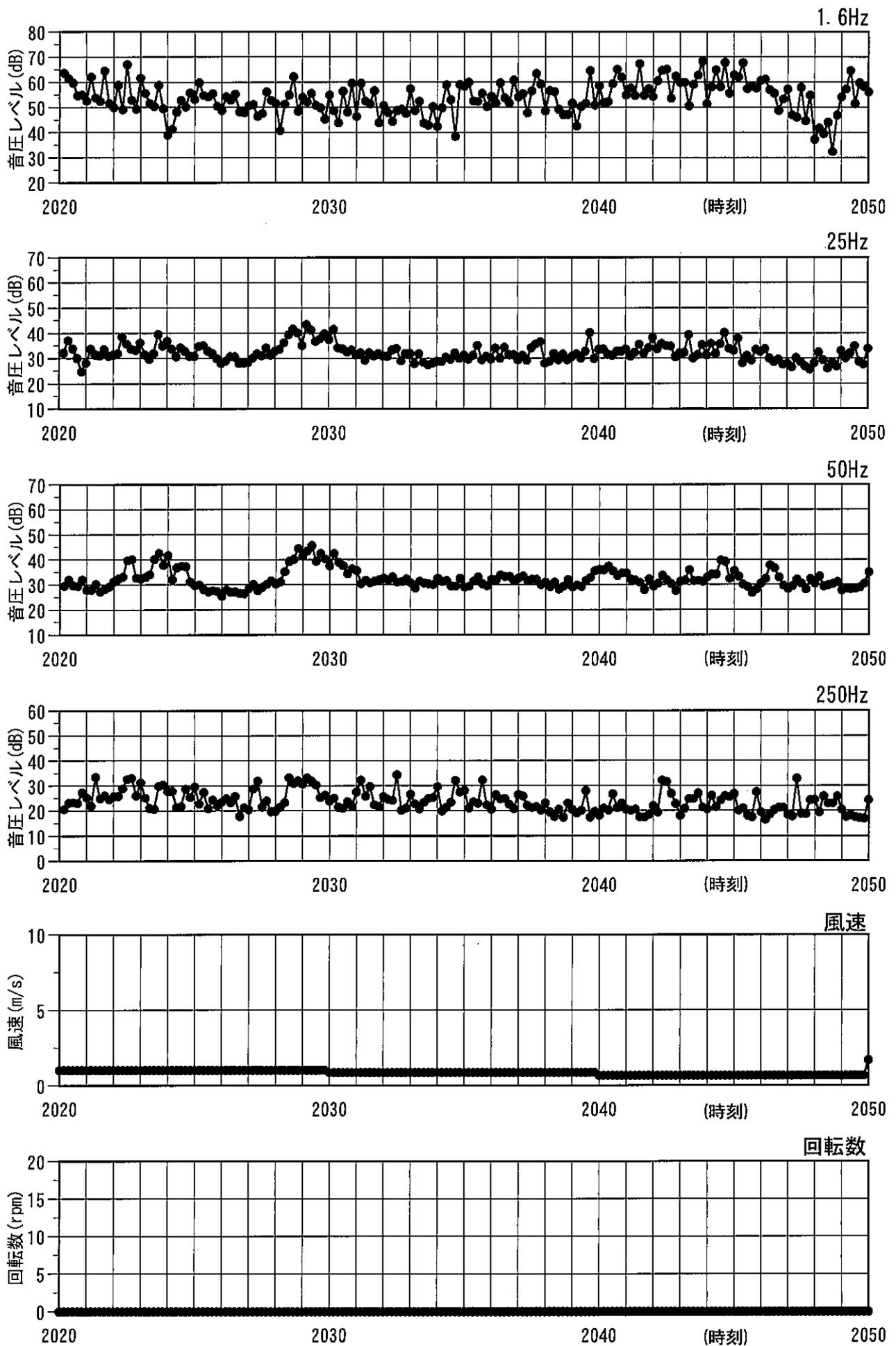


図4. 3. 5. 23 稼働条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点C、機械稼働、屋外)

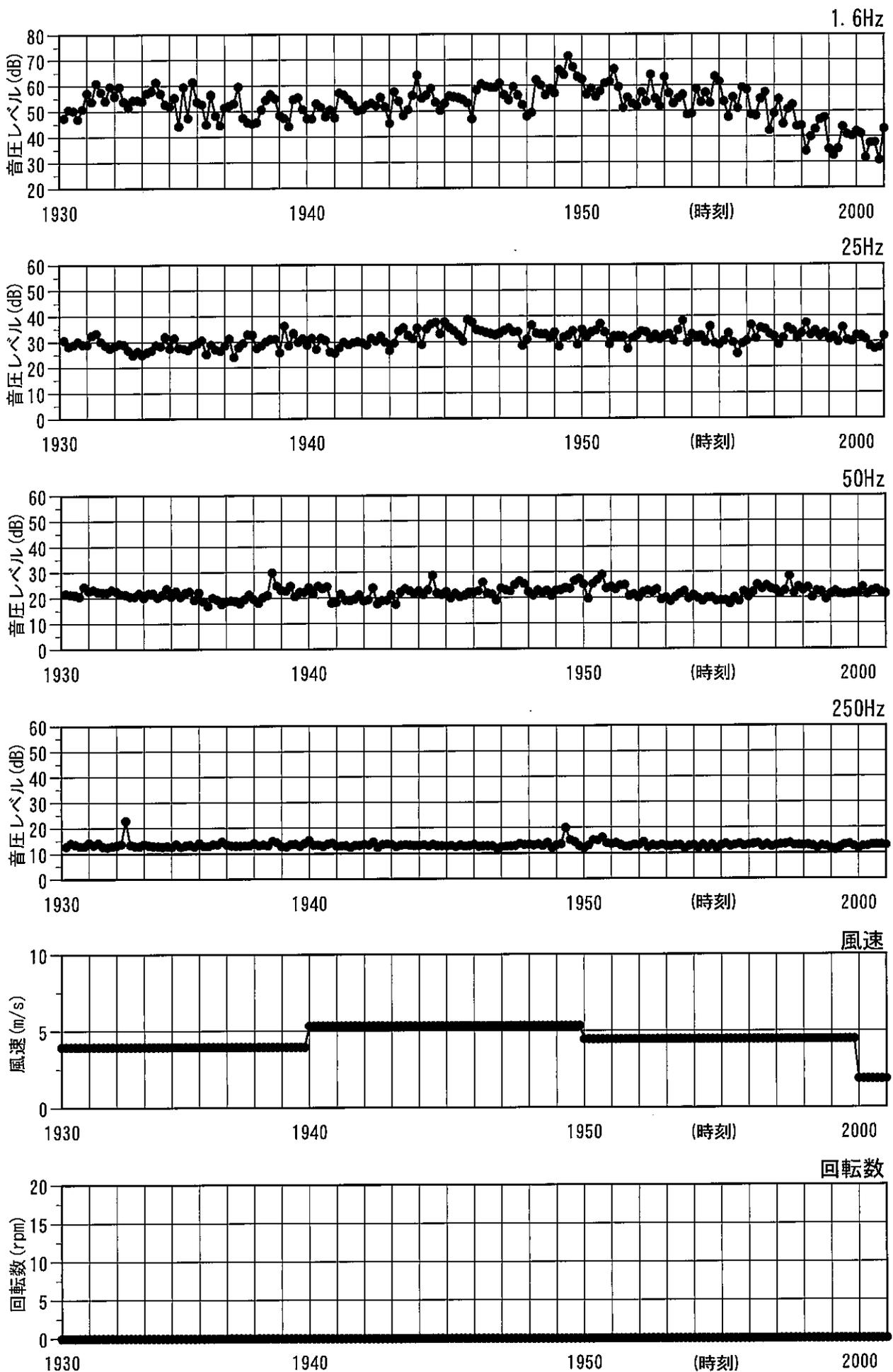


図4. 3. 5. 24 稼動条件別の風車音のレベル変動  
 (東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点C、暗騒音、屋内)

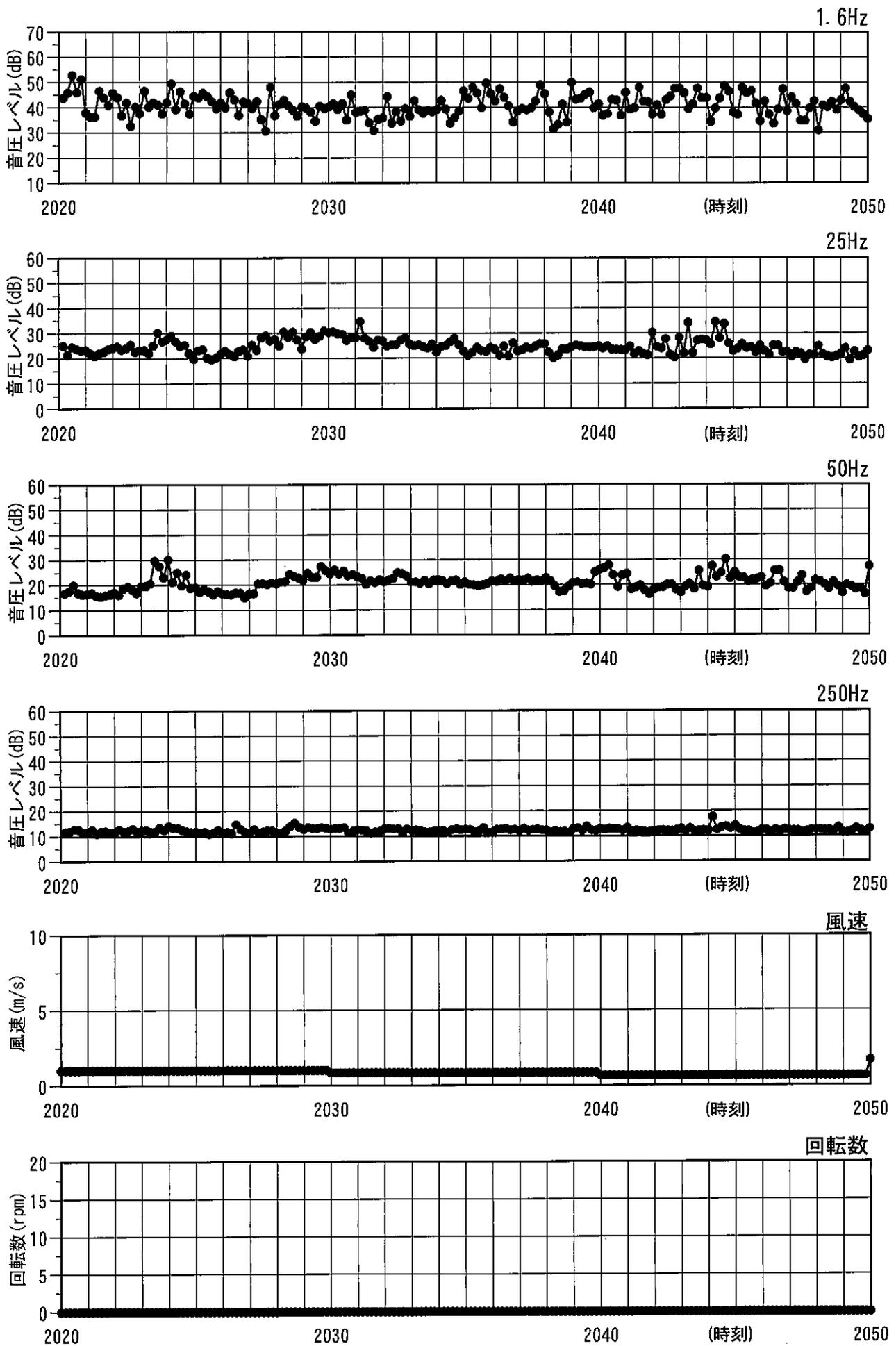


図4. 3. 5. 25 稼働条件別の風車音のレベル変動  
 (東伊豆町、2010. 8. 26、夜間、測定点C、機械稼働、屋内)

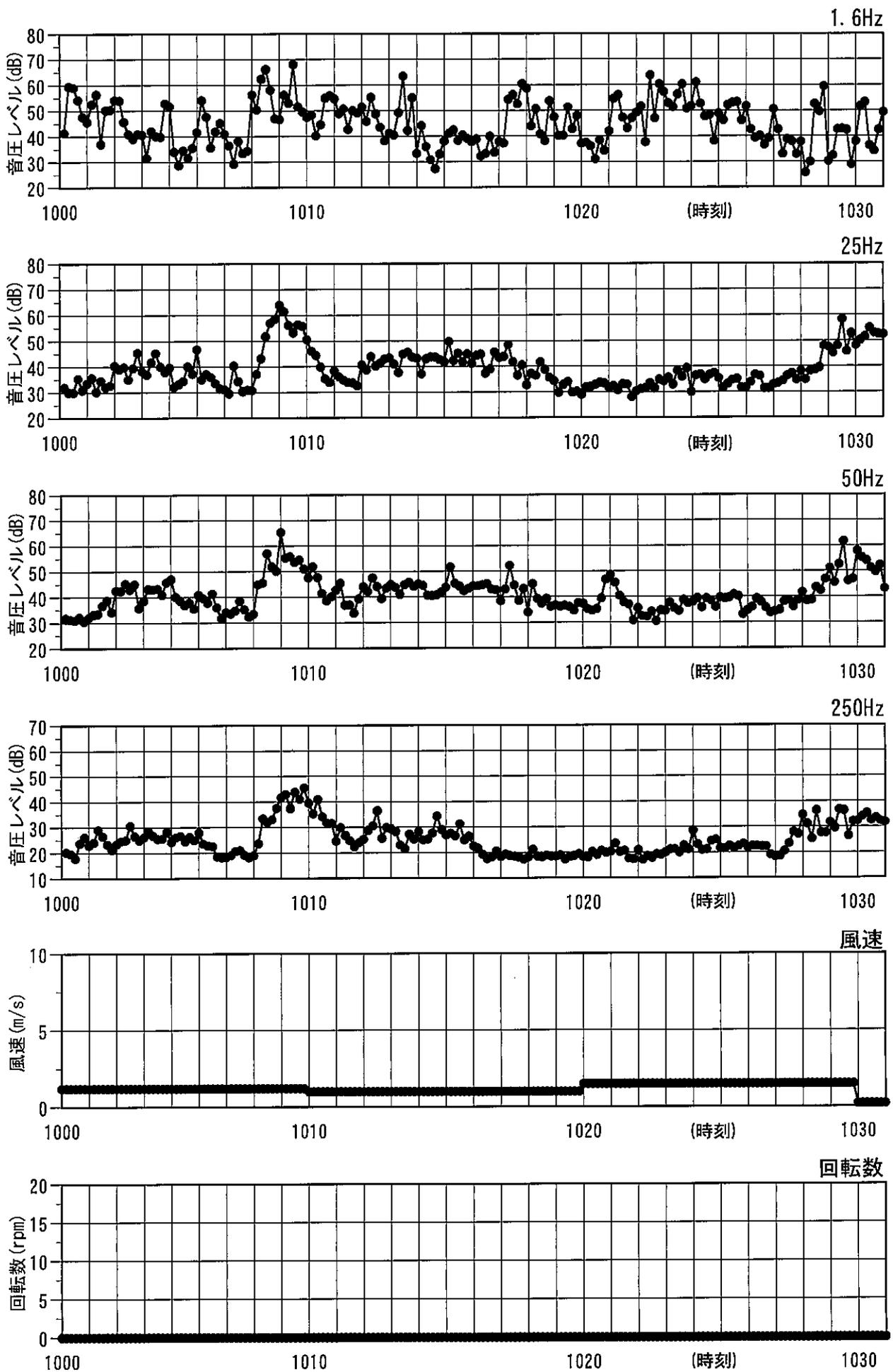


図4. 3. 5. 26 稼働条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点A、暗騒音)

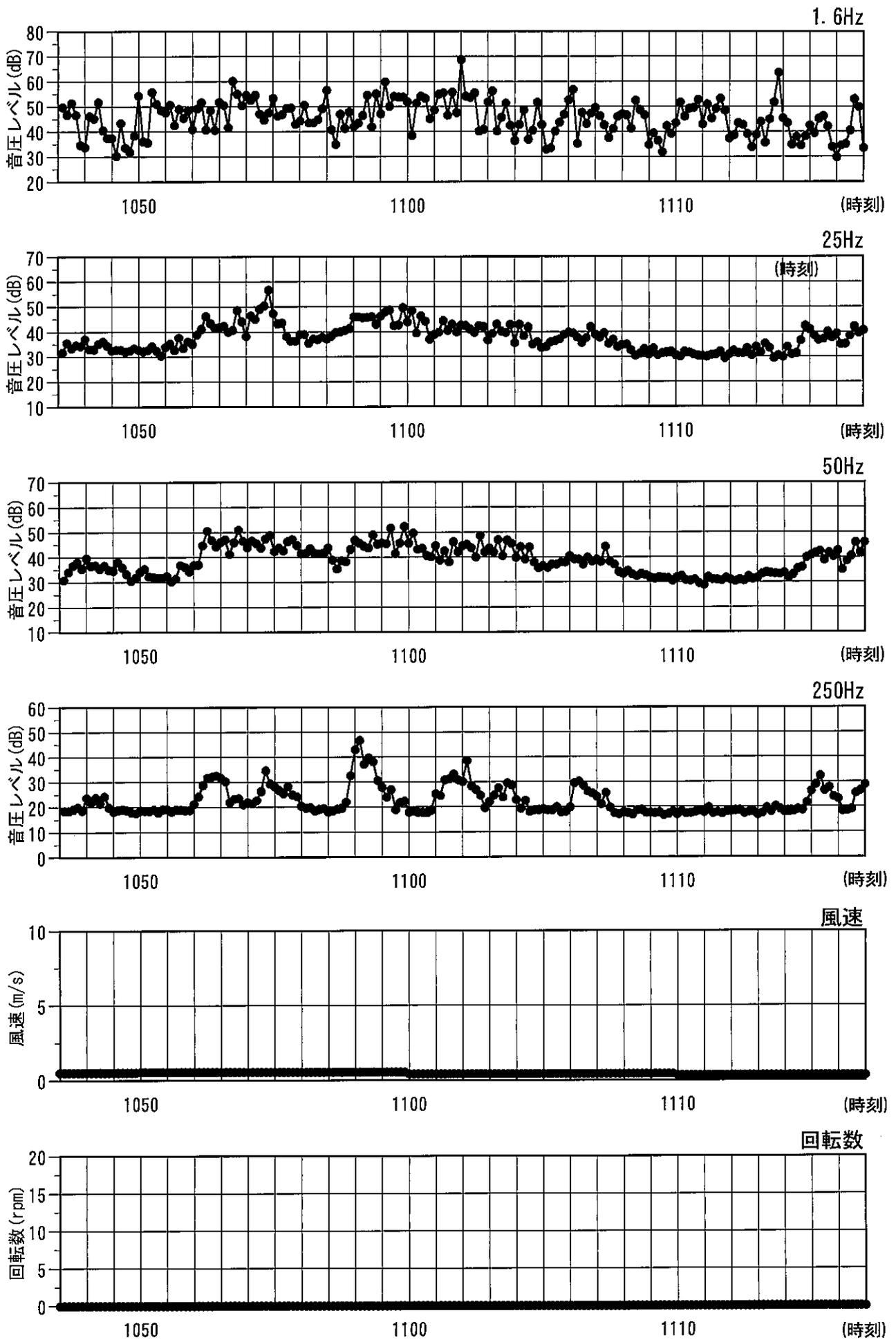


図4. 3. 5. 27 稼働条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点A、機械稼働)

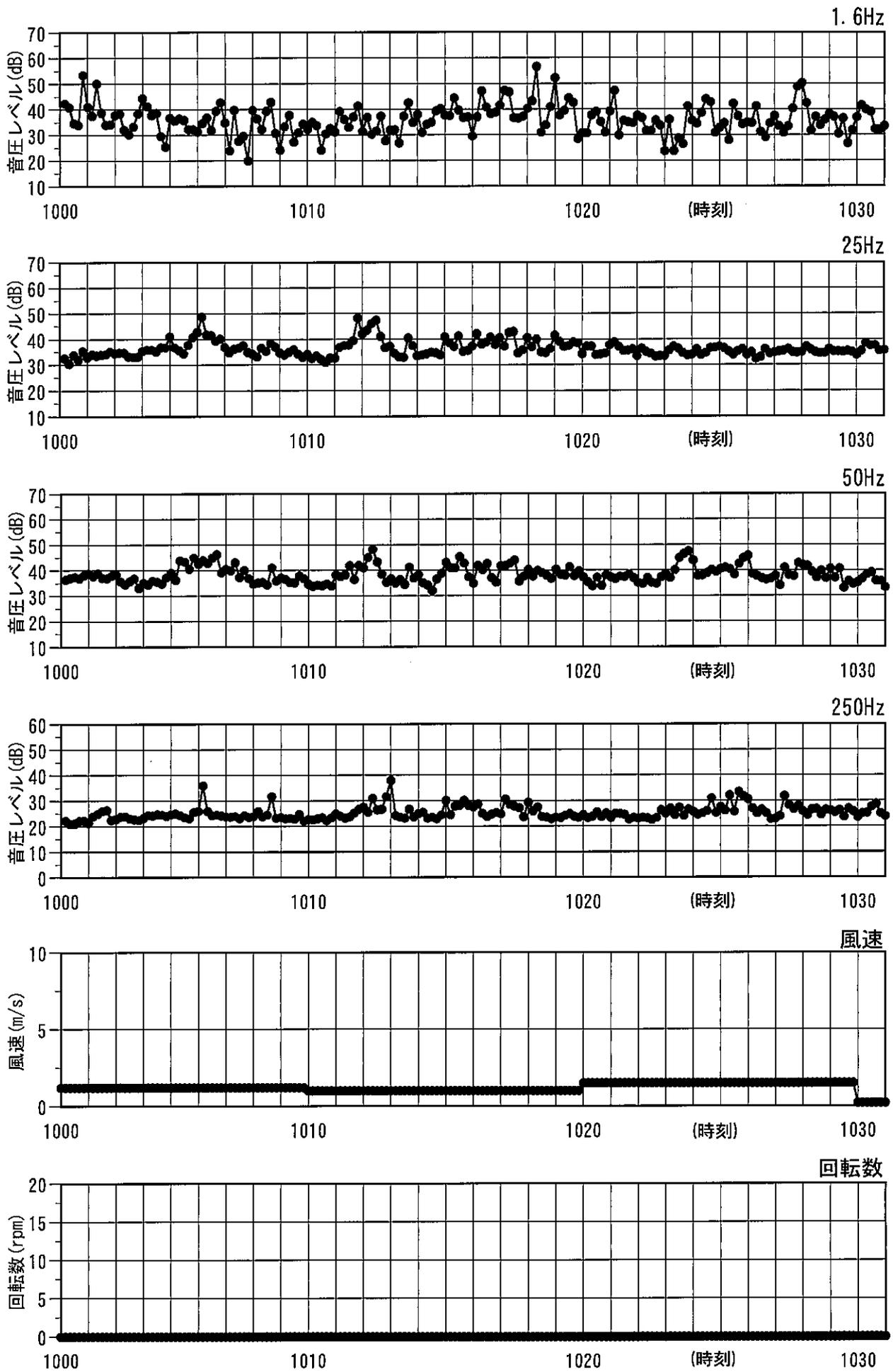


図4. 3. 5. 28 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点B、暗騒音、屋外)

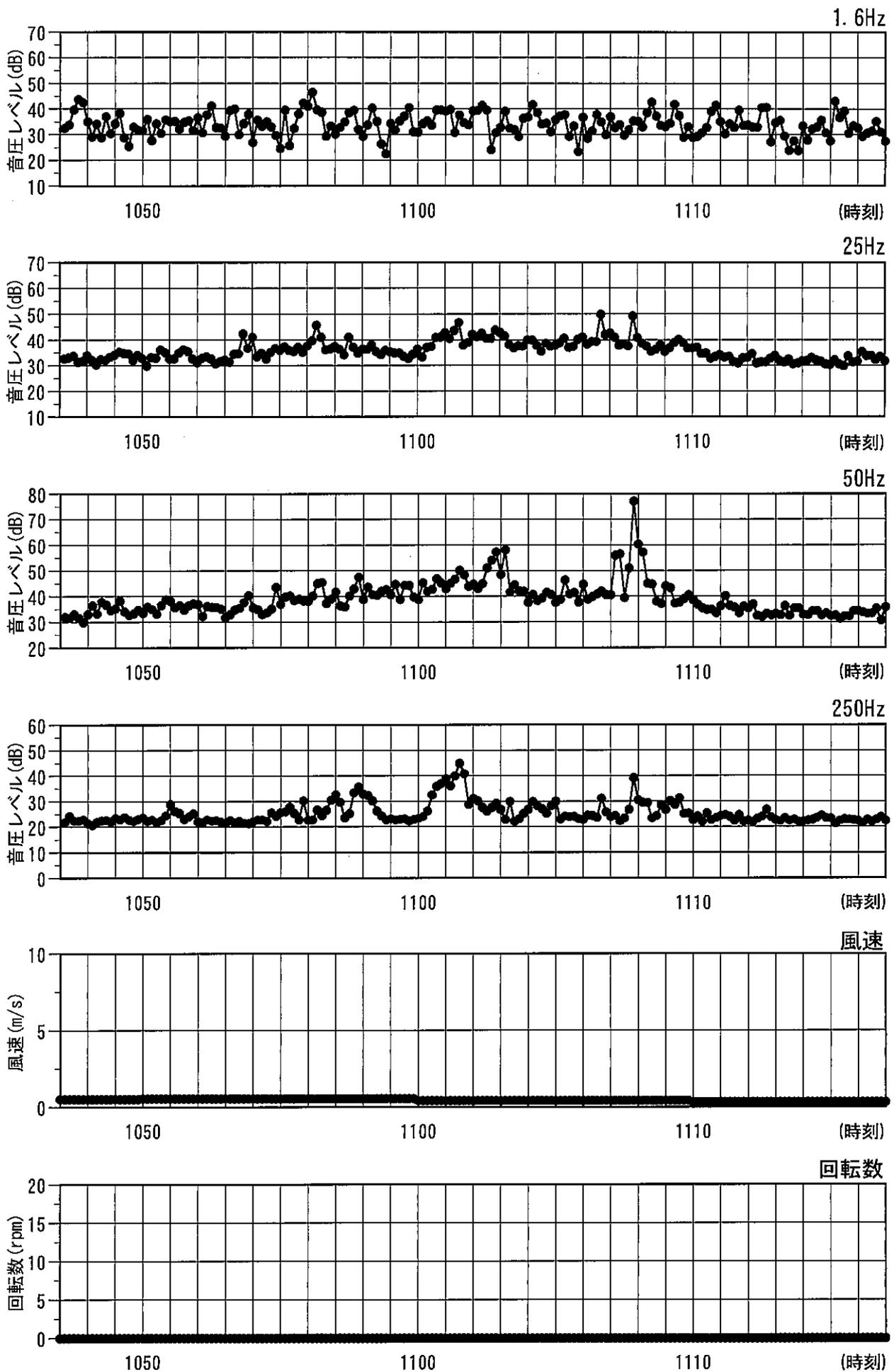


図4. 3. 5. 29 稼働条件別の風車音のレベル変動  
 (東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点B、機械稼働、屋外)

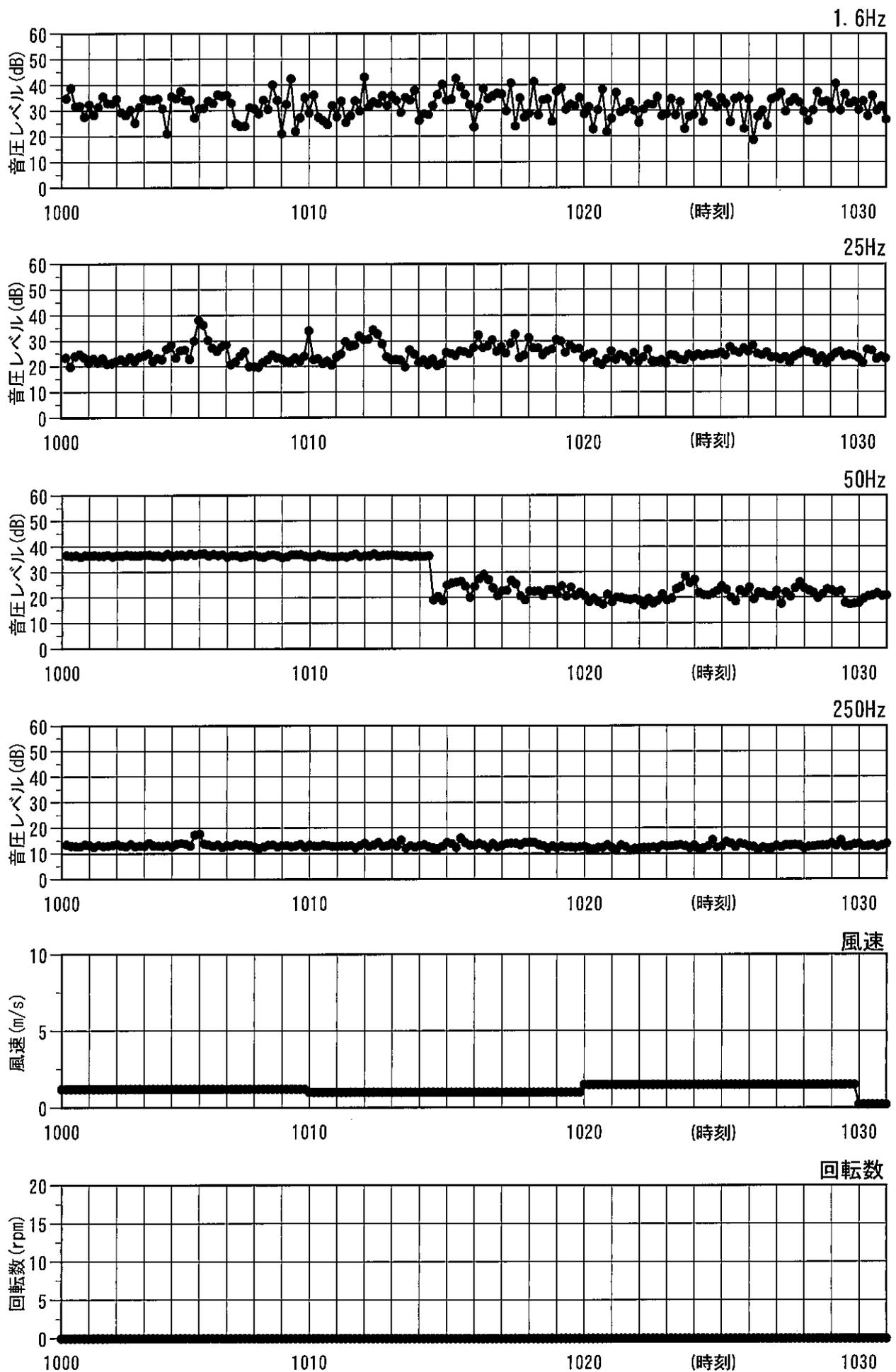


図4. 3. 5. 30 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点B、暗騒音、屋内)

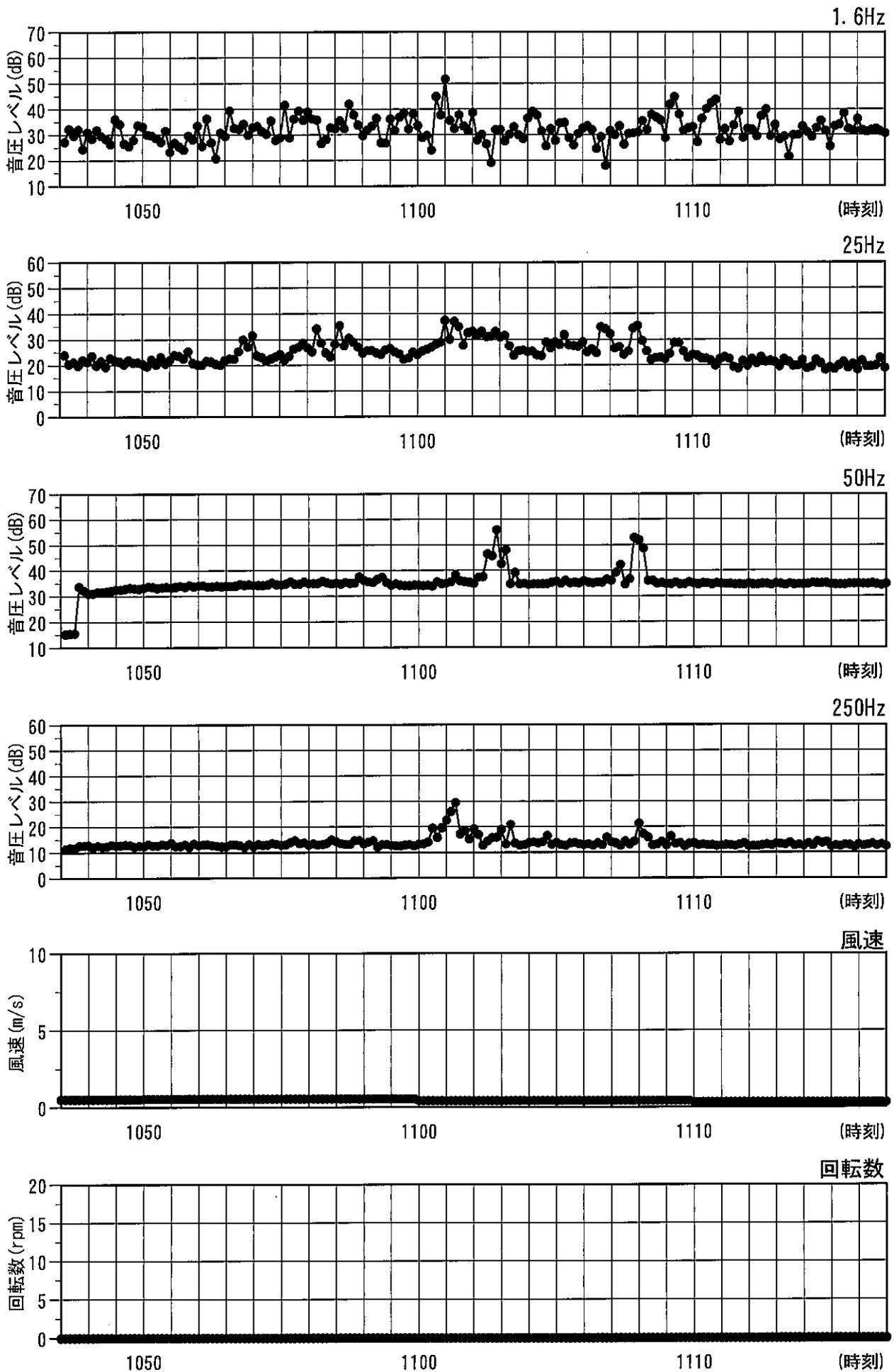


図4. 3. 5. 31 稼働条件別の風車音のレベル変動  
 (東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点B、機械稼働、屋内)

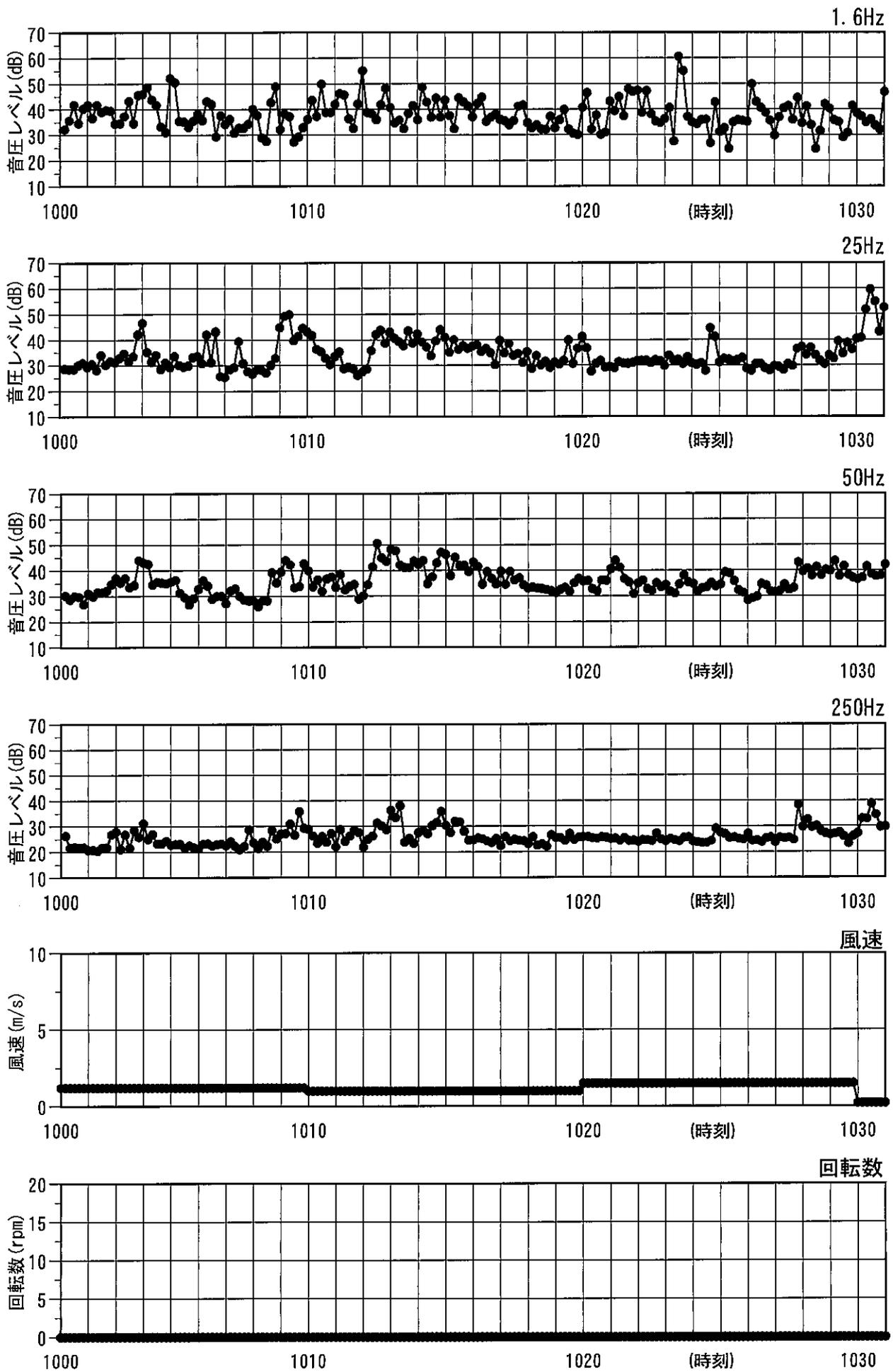


図4. 3. 5. 32 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点C、暗騒音、屋外)

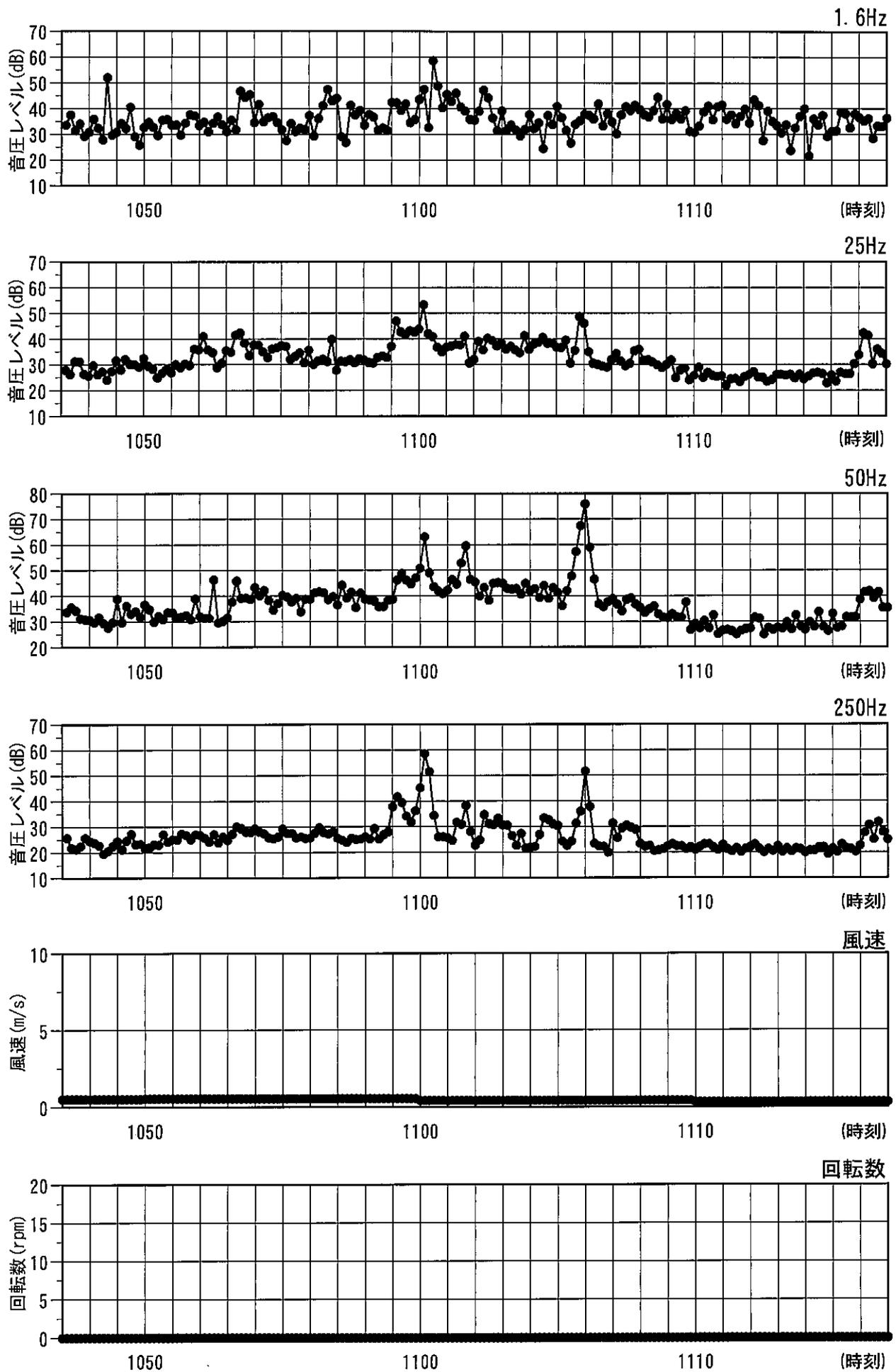


図4. 3. 5. 33 稼働条件別の風車音のレベル変動  
 (東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点C、機械稼働、屋外)

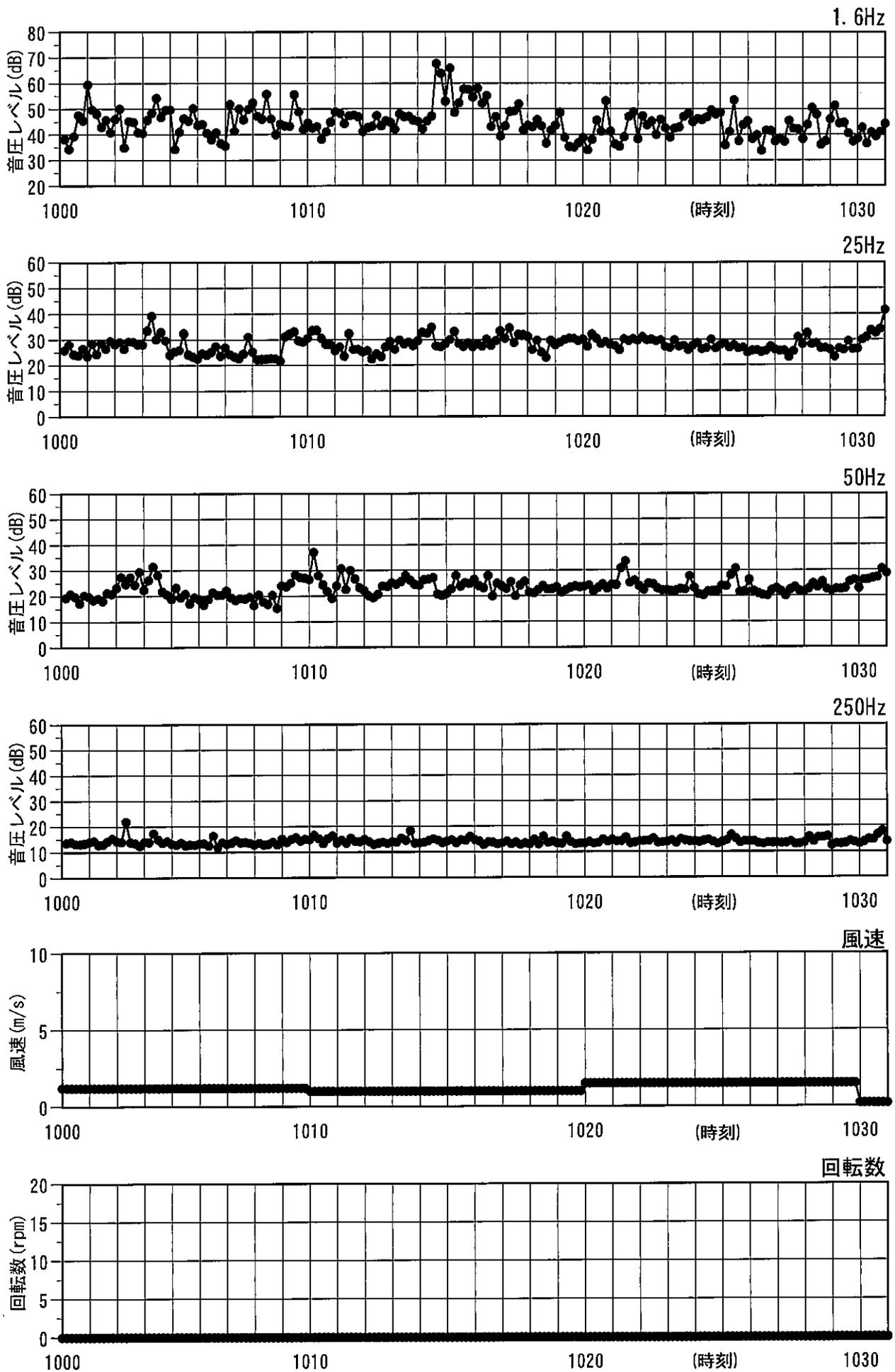


図4. 3. 5. 34 稼働条件別の風車音のレベル変動  
 (東伊豆町、2010. 8. 27、午前、測定点C、暗騒音、屋内)

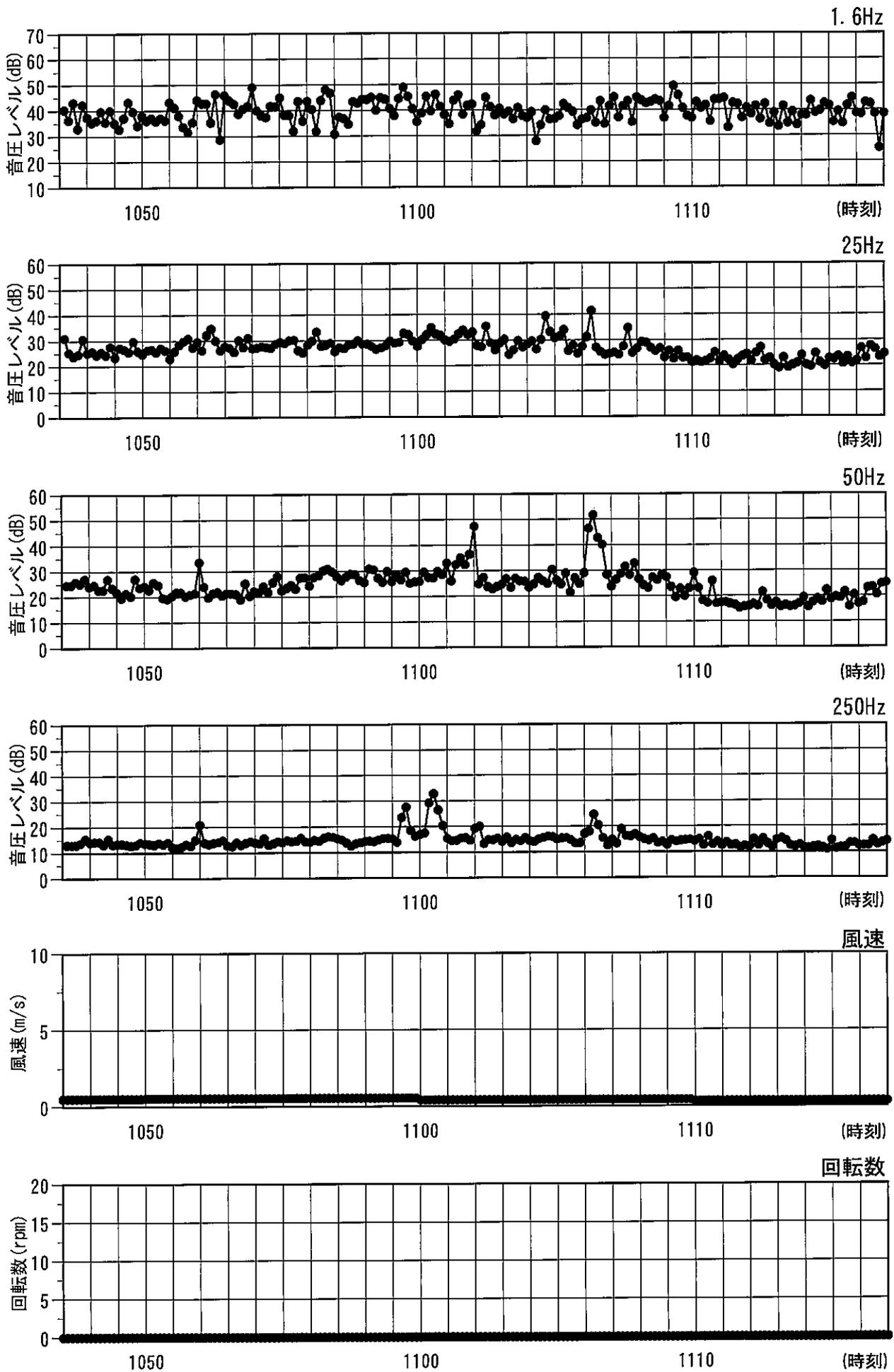


図4.3.5.35 稼働条件別の風車音のレベル変動  
 (東伊豆町、2010.8.27、午前、測定点C、機械稼働、屋内)

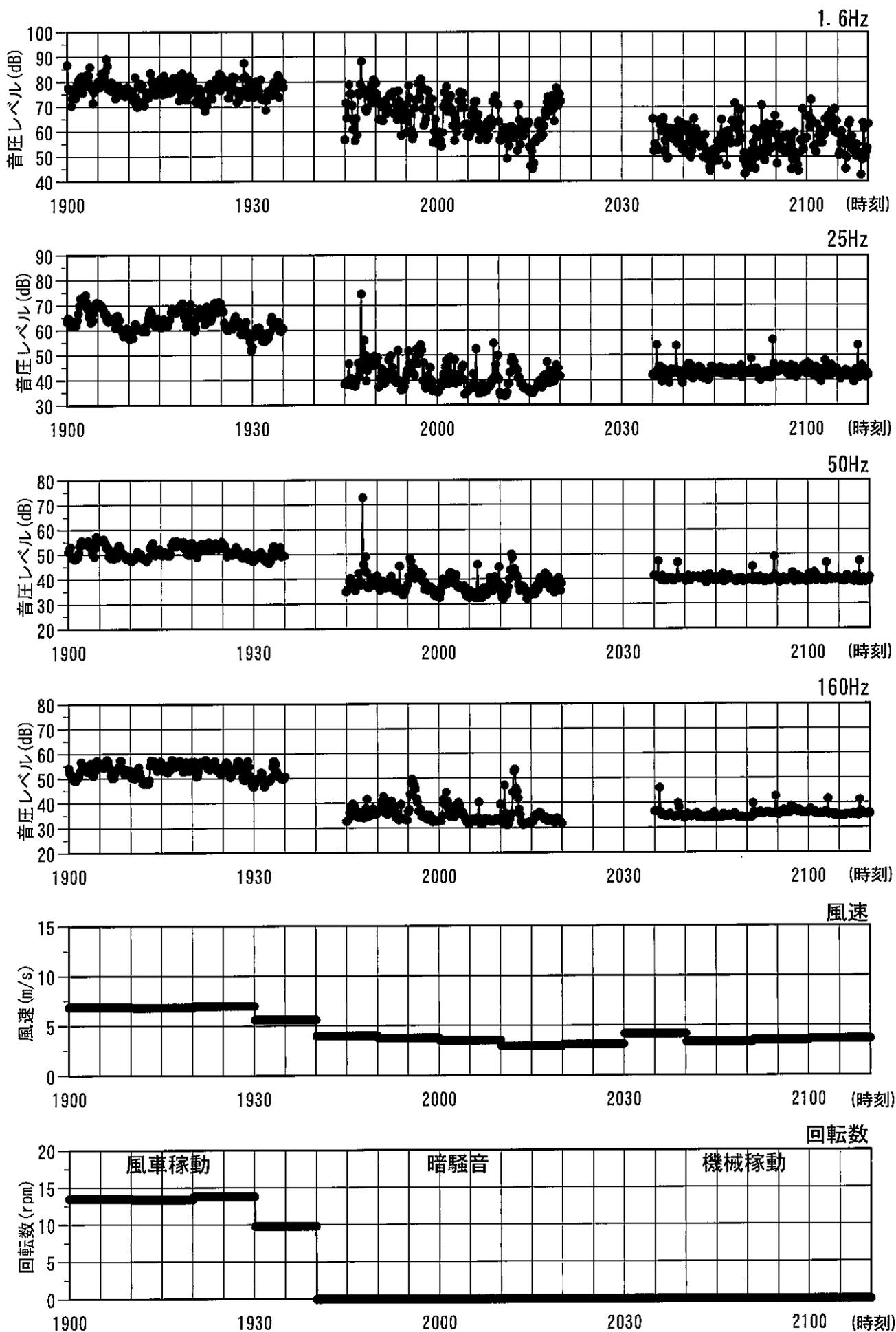


図4. 3. 6. 1 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(南あわじ市、2010. 10. 5、夜間、測定点1)

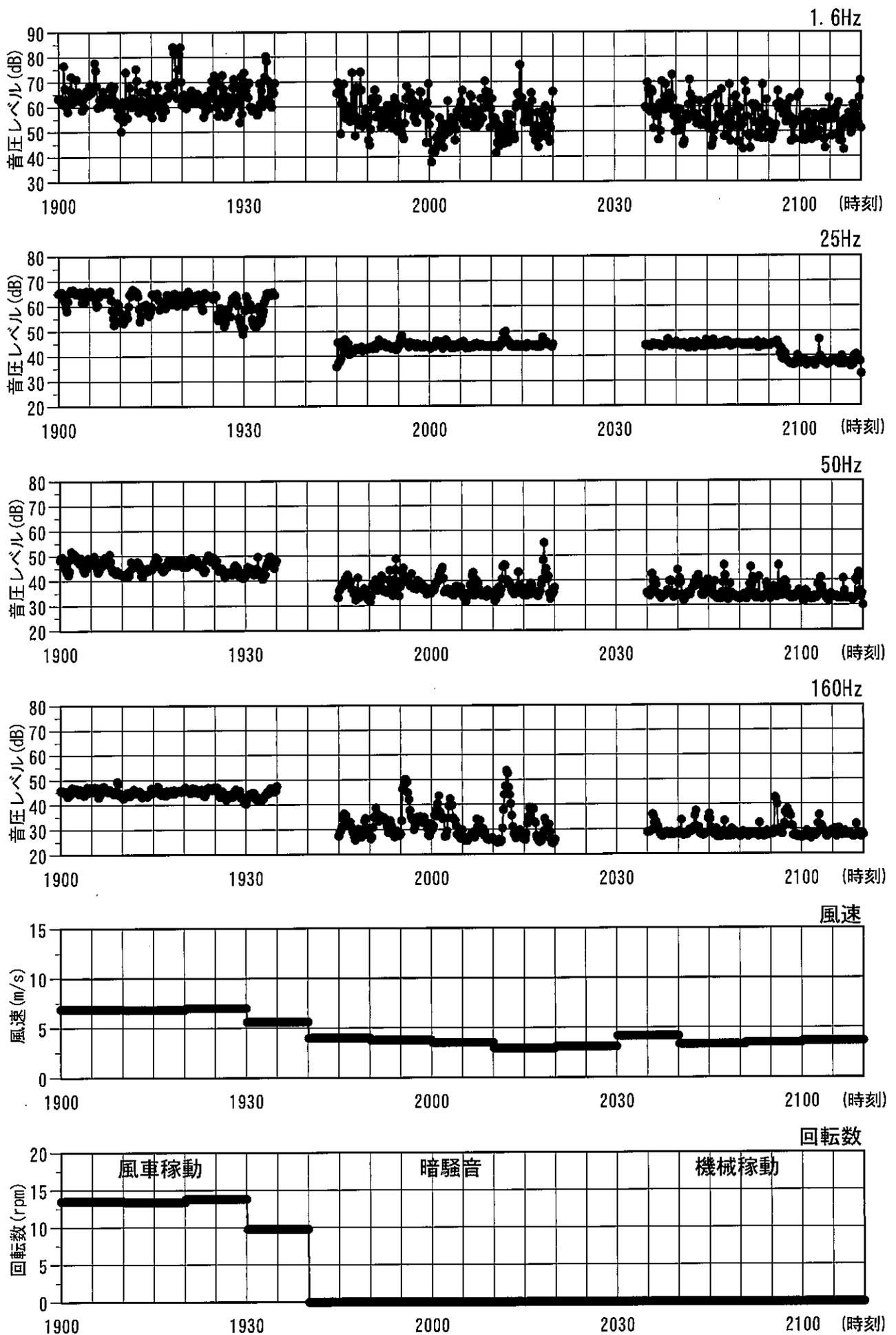


図4.3.6.2 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(南あわじ市、2010.10.5、夜間、測定点2、屋外)

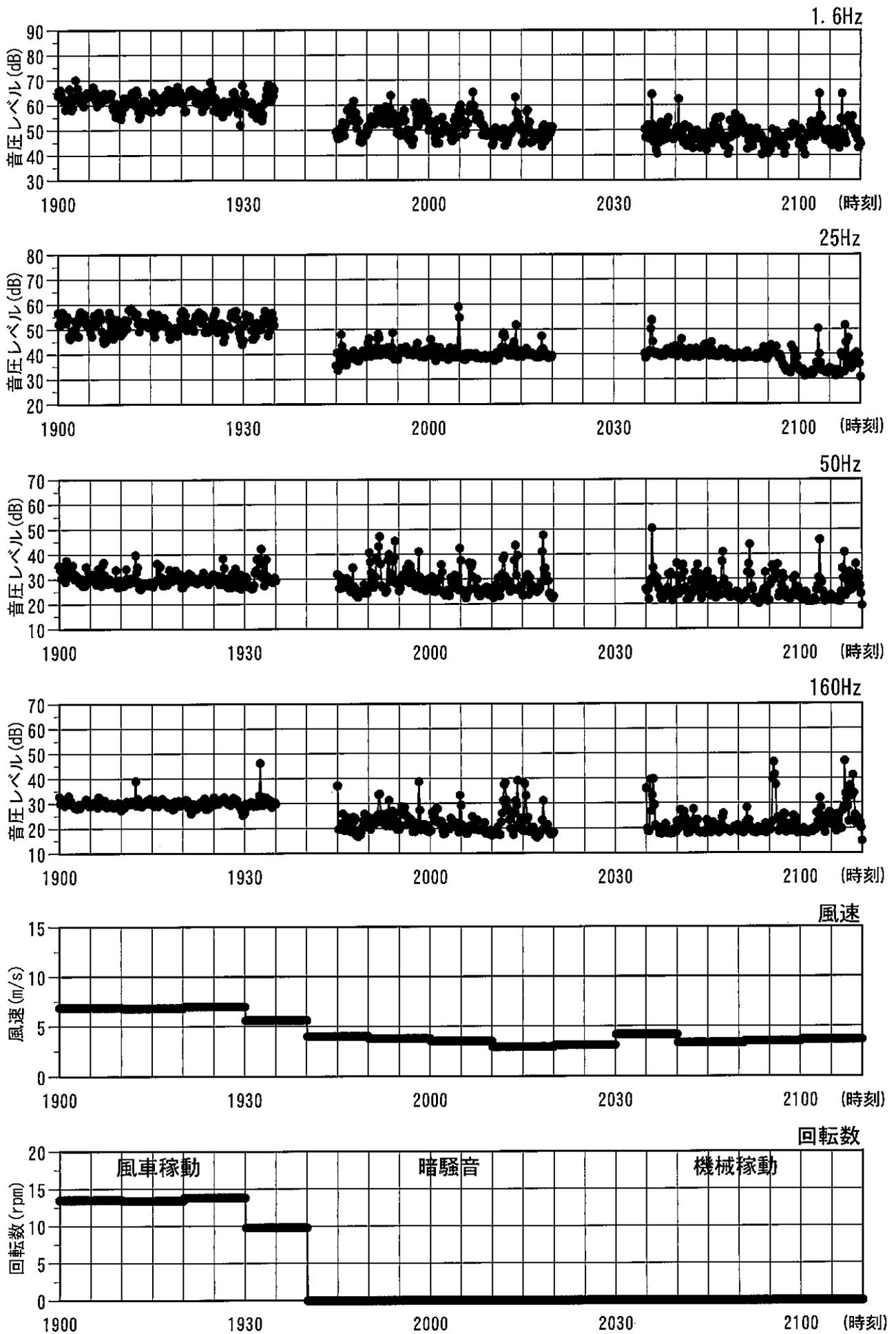


図4. 3. 6. 3 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(南あわじ市、2010. 10. 5、測定点2、屋内)

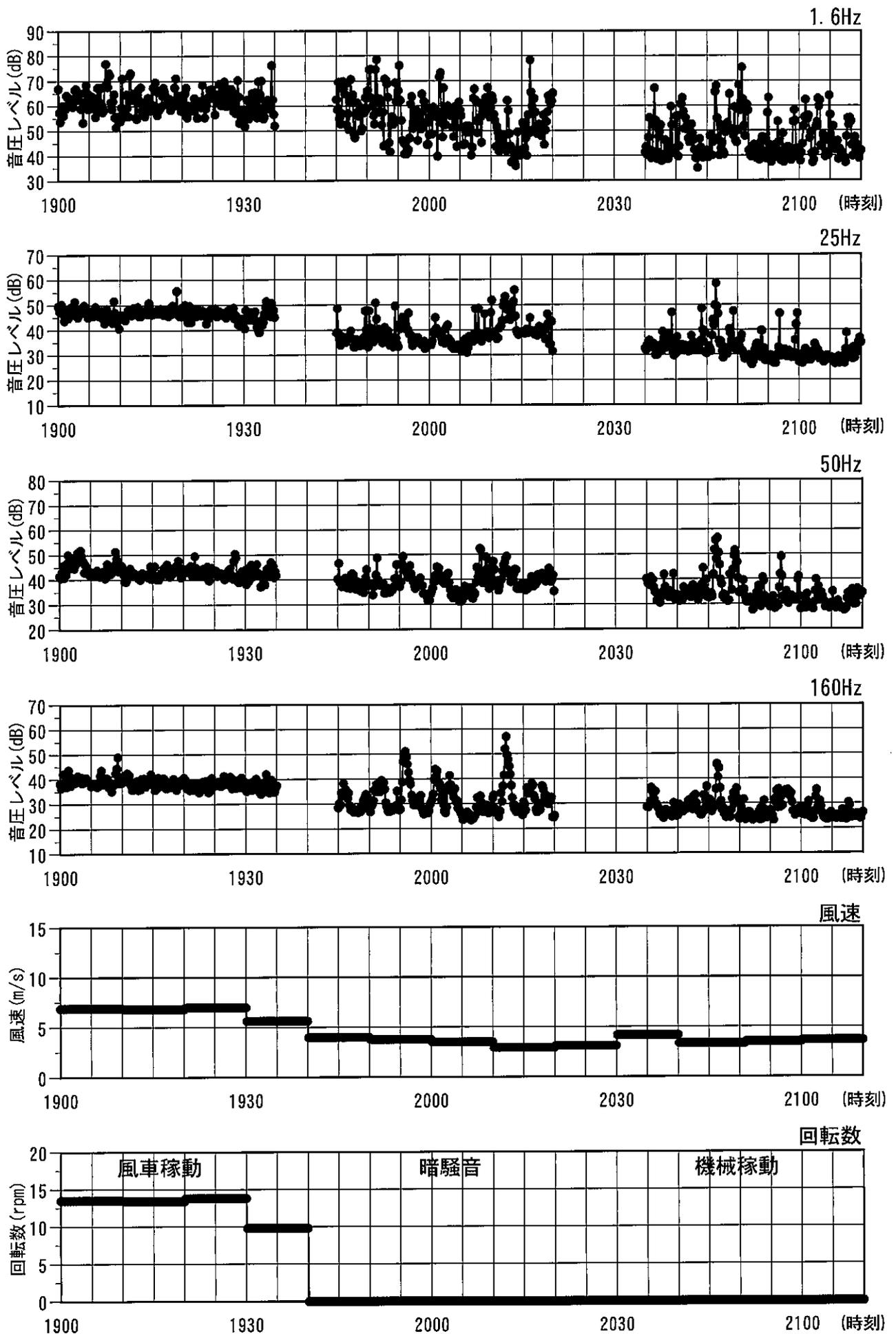


図4. 3. 6. 4 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(南あわじ市、2010. 10. 5、夜間、測定点3、屋外)

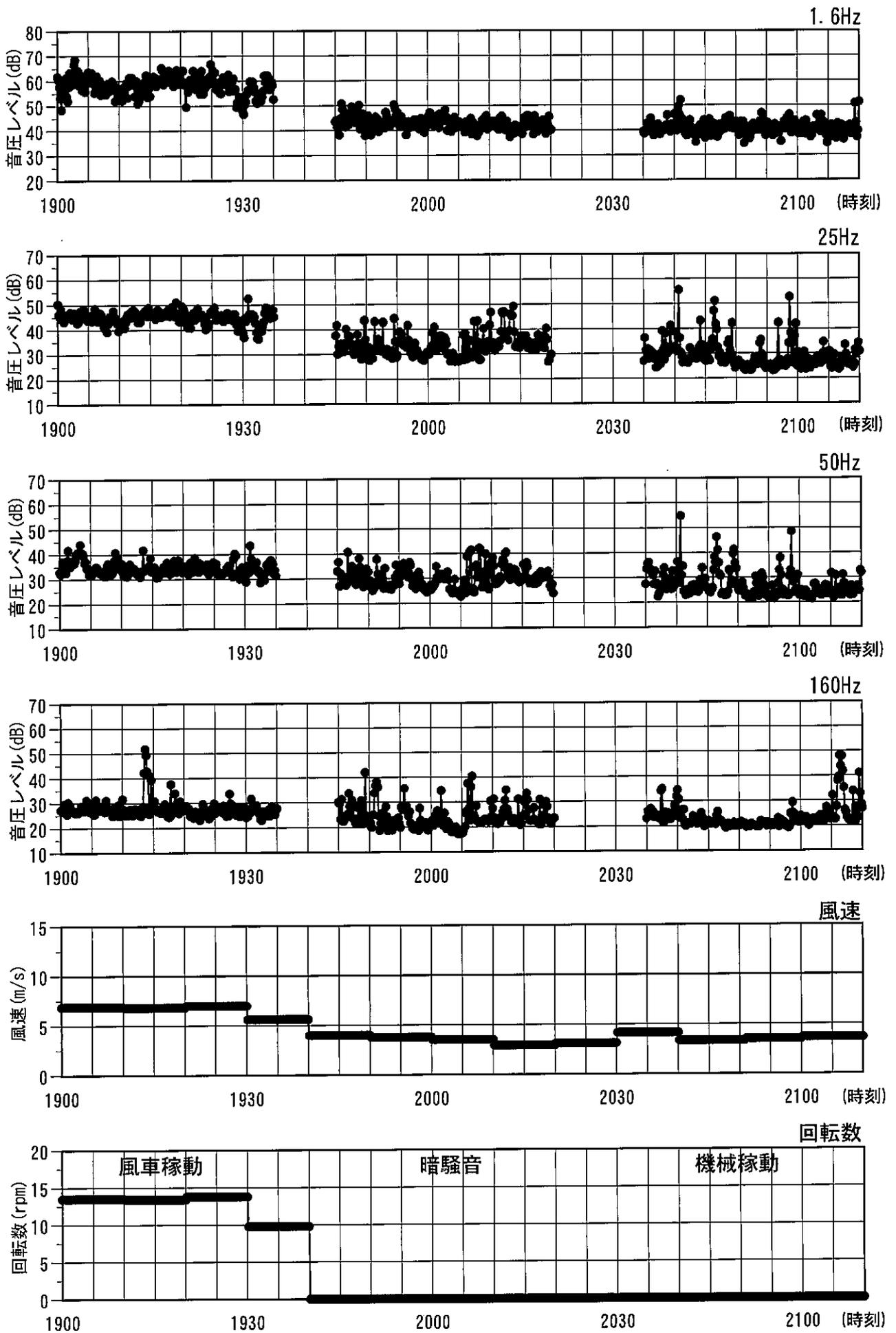


図4. 3. 6. 5 稼働条件別の風車音のレベル変動  
(南あわじ市、2010. 10. 5、夜間、測定点3、屋内)

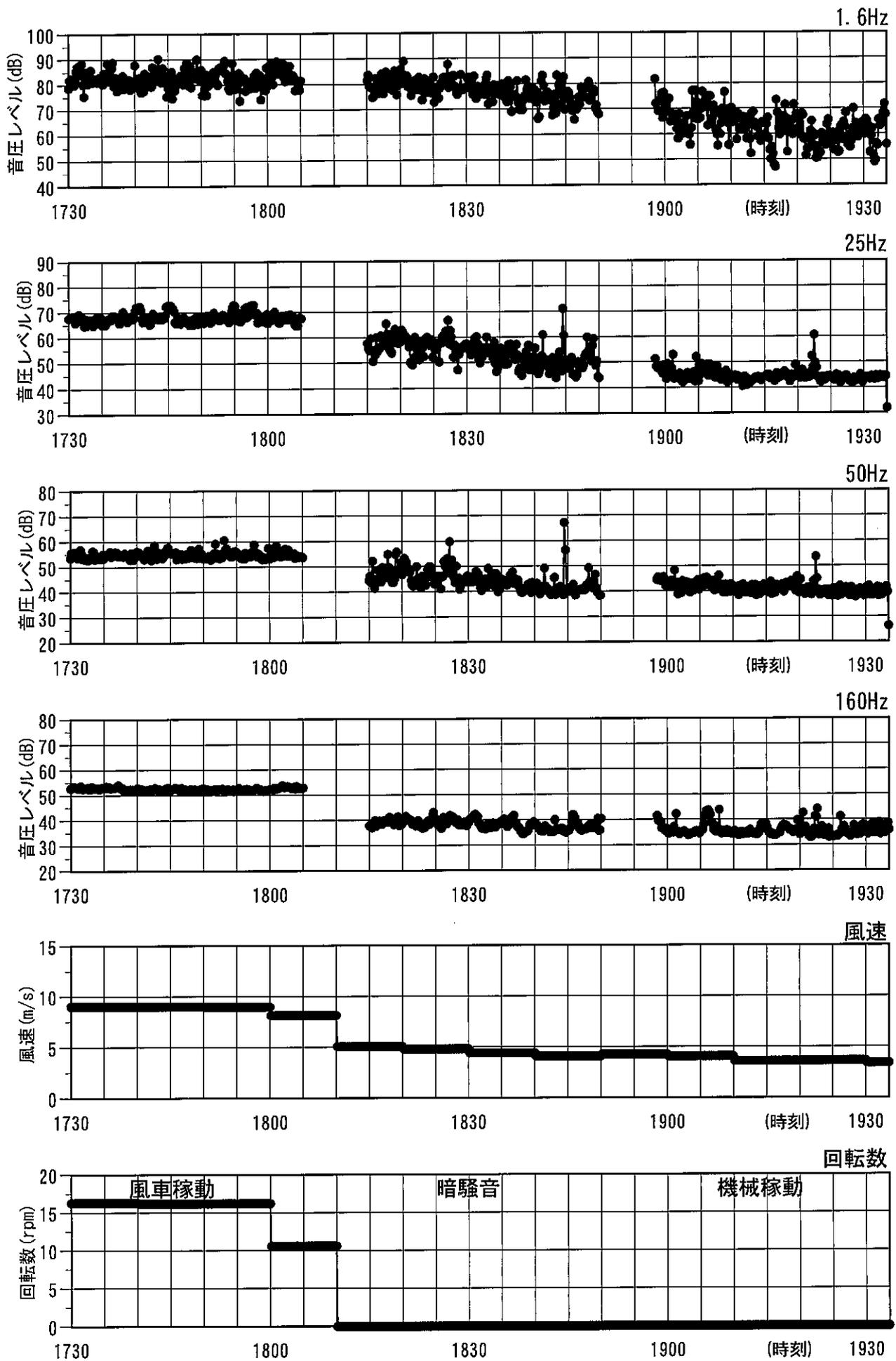


図4. 3. 6. 6 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(南あわじ市、2010. 10. 10、夜間、測定点1)

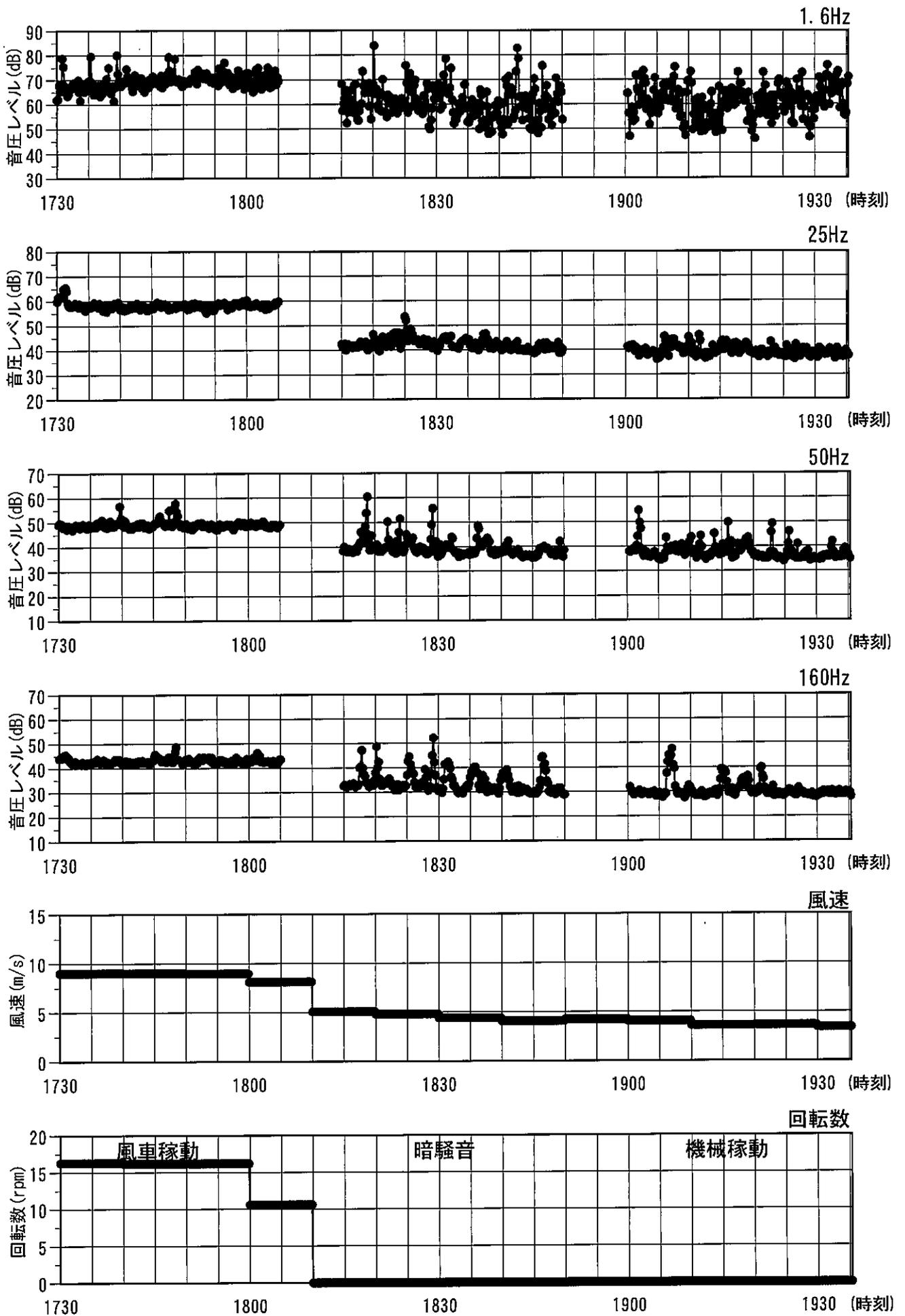


図4. 3. 6. 7 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(南あわじ市、2010. 10. 10、夜間、測定点2、屋外)

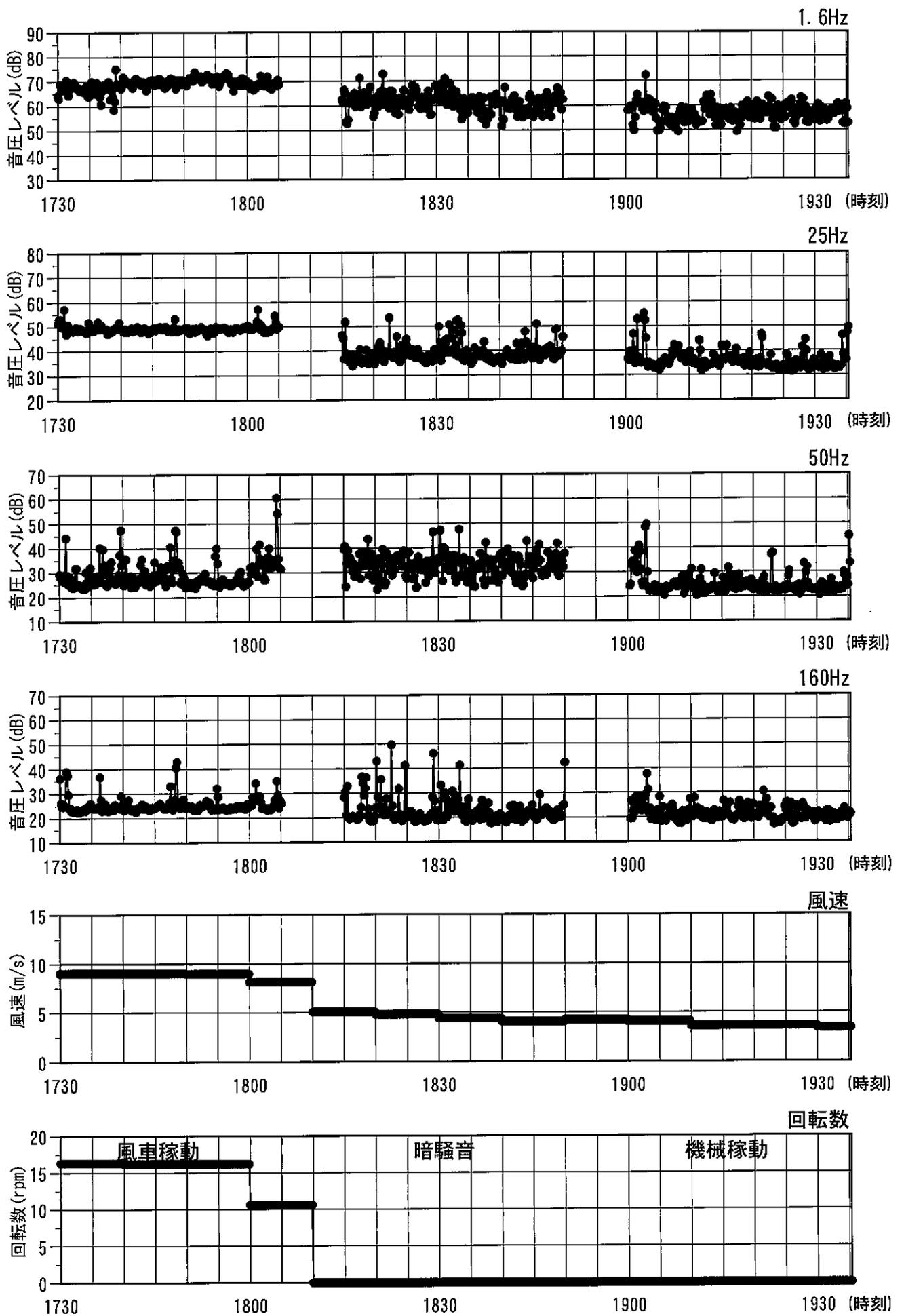


図4. 3. 6. 8 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(南あわじ市、2010. 10. 10、夜間、測定点2、屋内)

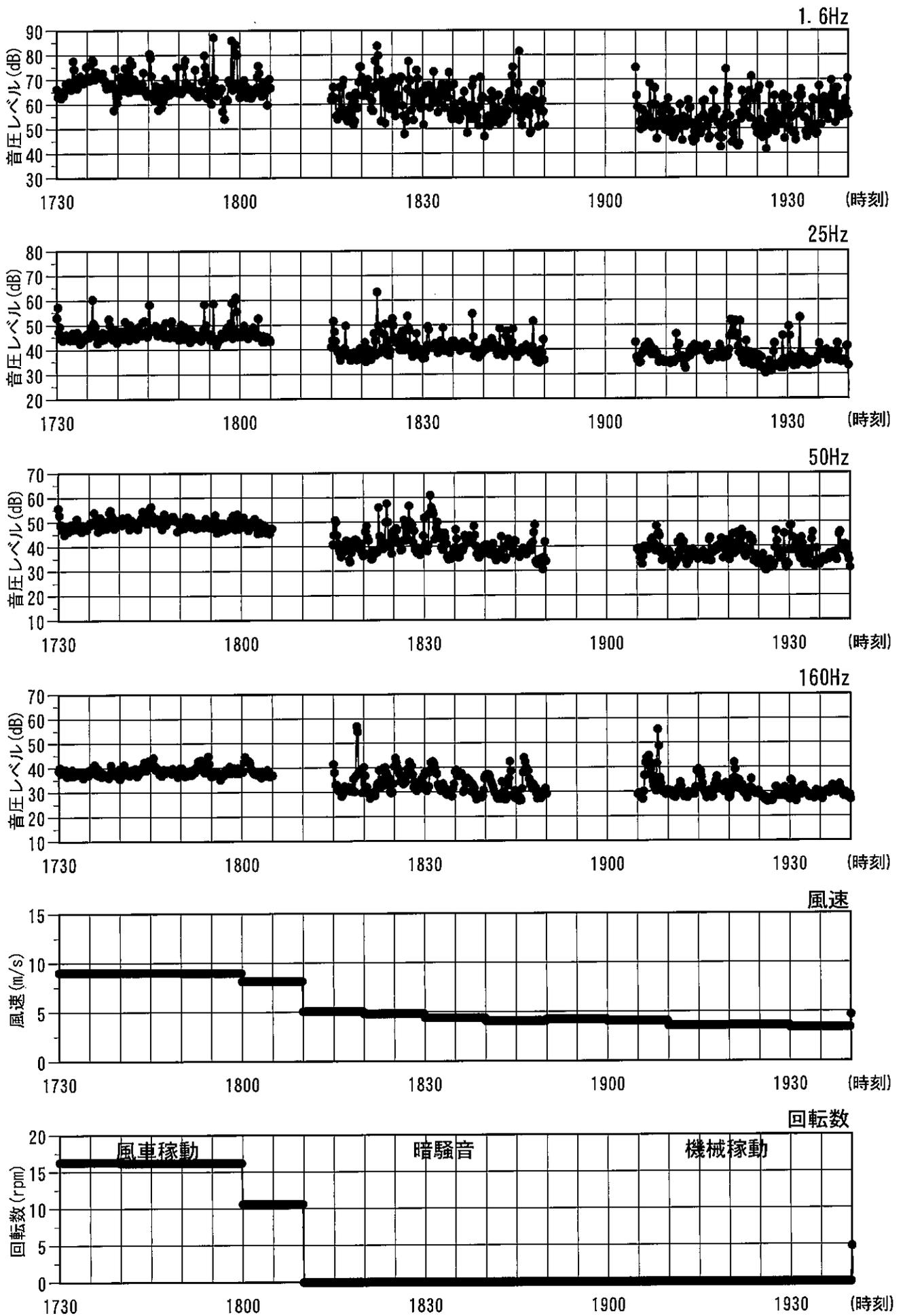


図4. 3. 6. 9 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(南あわじ市、2010. 10. 10、夜間、測定点3、屋外)

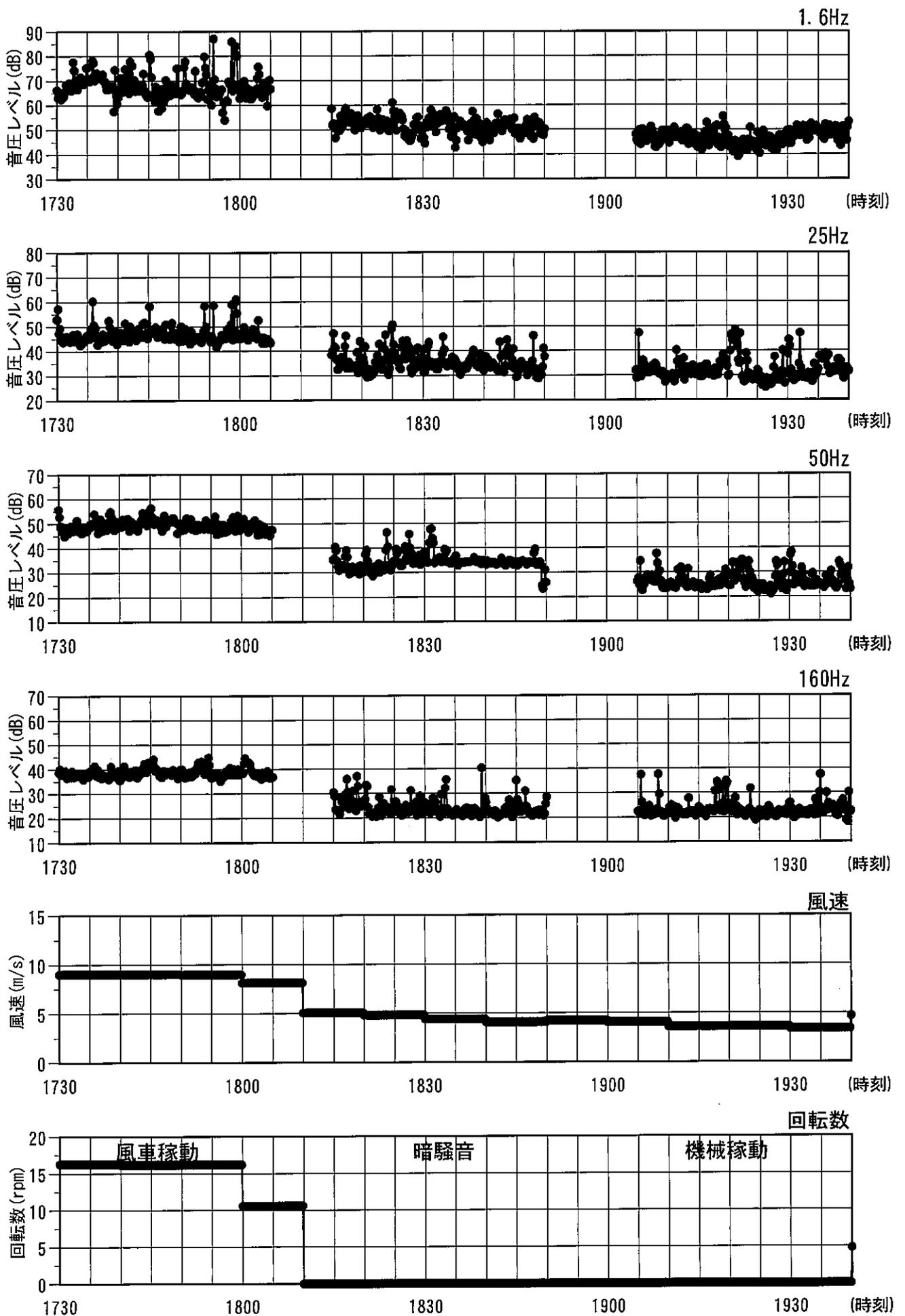


図4. 3. 6. 10 稼動条件別の風車音のレベル変動  
(南あわじ市、2010. 10. 10、夜間、測定点3、屋内)

## 5 騒音等に係る環境影響評価について - 課題の整理-

### 5.1 既設の風力発電所に対する苦情内容の把握

環境省報道発表<sup>1)</sup>にもある通り、風力発電所からの騒音等による苦情が数多く発生し、現在までに解決した事案と未解決の事案がある。本検討調査委員会における検討結果を踏まえて策定されるガイドラインによって将来的に騒音等に係る苦情が皆無になることが望まれるが、そのためには現在発生している苦情に関して詳細に分析することが不可欠である。本検討調査委員会では今年度、騒音等に係る苦情を独自に収集し、それらの発生要因を探ることによってガイドラインの策定に向けた課題の整理を試みた。

ここで独自に収集した4つの事例について調査した結果、下記に示すような傾向が明らかになった。

- ア) 騒音・低周波音の苦情は風力発電所近傍ばかりではない。また、景観やバードストライクなどの苦情もある。今回調査した事例では、約1.2km離れた住宅地においても騒音等に係る苦情が発生している。また苦情発生箇所周辺の地形や気象条件、暗騒音の状況も影響している可能性があるものと推察している。
- イ) 苦情の直接的な原因として、風力発電所から発生していた純音成分が指摘される。この純音成分の主要な発生箇所がナセル部分のようである。
- ウ) 上記の苦情原因を未然に防ぐためには、堅実な予測の実施が求められる。具体的には、環境影響評価の際に、風力発電所から放射される（見かけの）音響パワーレベルのオーバーオール値のみから予測計算が実施されているケースがあるが、純音成分を考慮するためには音響パワーレベルの1/3オクターブバンド音圧レベル値が提示されることが有効であり、そのためには多くのデータの蓄積とともに騒音ラベリング制度等の確立が急務であると推察される。
- エ) 予測過程で地形や気象等による影響を反映させることが求められ、そのような予測手法の開発およびその検証を経た運用が必要である。当然、そのためには様々な条件下において収集された風力発電所から発生した騒音等の実測データの充実が不可欠である。
- オ) 予測結果の評価において、比較対象として頻繁に利用されている「騒音に係る環境基準」における基準値を下回る値でも苦情が発生していることから、留意する必要がある。なお、その際の予測条件も確認が必要である。

騒音等に係る苦情以外に、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<sup>2)</sup>でも指摘されているシャドーフリッカーなど他の要因やそれらの複合的な影響も示唆される。今後、環境省戦略指定研究<sup>3)</sup>や地方公共団体の調査等を含めて、風力発電所からの騒音等に係る苦情内容の解明に努めてゆく必要がある。

## 5.2 測定対象の選定方法に関する課題

環境省報道発表資料<sup>1)</sup>にある通り、風力発電設備単機当たりの定格出力及び苦情等の発生状況から、定格出力が大きくなるほど苦情等の発生する割合が高くなっている。具体的には、20kW以上500kW未満では1箇所苦情等が発生し終結、500kW以上1,000kW未満では10箇所苦情等が発生し9箇所終結したのに対して、1,000kW以上では53箇所苦情等が発生し24箇所継続している。つまり、苦情等の発生の現状を踏まえて、測定対象として単機で1,000kW以上とする方向が考えられる。また設備規模を基本とすることも考えられる。同資料によれば、10基以上になると、総出力が2万kWを超えると苦情が急増する傾向がある。なお、これらは地方公共団体における環境影響評価の実施状況を併せて考慮されるべきである。前項でも触れたように、苦情等の発生の背景には様々な要因が指摘されているため、今後も継続的な検討・考察が必要である。

## 5.3 事前調査に関する課題

### 5.3.1 時期について

#### (1) “時”を指定する方法

対象地域の暗騒音を把握するために、現状は数日のみの測定が大半を占める中で、通年、季節、月、日等のある程度の“期間”を単位とした測定が考えられる。しかし、鳥の鳴き声や風雑音、遠くを飛ぶ航空機騒音、道路交通騒音や鉄道騒音等のような一過性の除外すべき音を効果的に処理する方法が確立されていないため、現状では手作業による方法に頼らざるを得ず、闇雲な長期間測定を避けることが望ましい。今後においては、除外音の処理方法を含めた暗騒音の効果的な測定方法の検討が必要であり、さらに、戦略指定研究<sup>3)</sup>において得られた測定方法の検討内容について参照することも必要である。

#### (2) “特徴”を指定する方法

ある程度の期間を設定した上で、ある一定の特徴を呈する時を測定する方法が考えられる。暗騒音レベルの高低に関連して、天候や出現頻度の高い風向風速、温度勾配の強弱等の影響が考えられる。この場合、風向風速によって木々の葉ずれ音や地域によっては波音の影響もあるので注意が必要である。また、騒音・低周波音による影響が大きい場合を考慮すべきであるとの意見もあるため<sup>2)</sup>、建設予定の風力発電設備が定格出力で運転する条件を想定した測定も検討に値するものである。

### 5.3.2 場所について

#### (1) 測定場所

環境影響評価は受音側に対して実施するものであり、事前調査において周辺の住居内における測定を実施するのは通常困難であることが多いことから、測定場所は原則として屋外とすることに妥当性があると言える。

#### (2) 測定地域

測定地域としては、

- ①最寄りの住居、病院、学校等の近傍
- ②これらが無い場合は風力発電所からの水平距離
- ③風車全高程度の距離（基準点）

等の区分が考えられる。

①に関して、特に静寂が求められる施設への配慮が必要であり、風力発電所からの騒音等には風上側と風下側とで放射特性（指向性）があるため、併せて、それらの影響について注意が必要である。

②に関して、周辺にこれらが無い場合でもある距離を決めて調査が必要である。この場合、妥当な距離の設定方法が今後の課題であり、海外における事例や国内の苦情発生状況等を参考に検討する必要がある。

③に関して、風車全高程度の距離における測定値からの推計によって特定地点の値を求める方法も考えられる。この場合、騒音推計法の確立が必要となるが、本検討調査委員会の実測結果では倍距離 6dB の減衰傾向があることを既に報告している<sup>4)</sup>。

#### (3) 測定地点

測定地点に関しては、

- ①noisy facade（騒音等の影響を最も受ける側）
- ②地上 1.2～1.5m

③地上 4m

④地表面上

等の考え方がある。

この内、①については、発生源側にある場所を選定する。ただし、障害物からの反射音等には注意が必要であり、「低周波音測定方法マニュアル」<sup>5)</sup>や「低周波音問題対応の手引書」<sup>6)</sup>では、建物から 1~2m 離れるよう記載している。

②については、地上 1.2~1.5m における測定が慣例的に実施されているが、高風速下において測定機器の転倒等を避けながら安全に測定することは困難であることが多い。さらに無人測定となれば、一層困難となる。

③について、地上 4m における測定は、EU 諸国における環境騒音測定や日本の航空機騒音の通年測定におけるマイクロホン高さであり、環境騒音が対象である。風力発電所からの騒音等の測定に当てはめた場合には、風の影響が避けられず、測定そのものが困難になることが推察される。

④については、地表面近傍は風速が低いため、風による影響をある程度避けることができる<sup>7)</sup>。その低減効果については、周波数分析等を用いた比較検討が必要である。

### 5.3.3 測定量について

#### (1) 周波数重み付け特性

風力発電所からの騒音等を測定する場合、周波数重み付け特性としては A 特性、C 特性、G 特性、あるいはこれらの組み合わせ等が考えられる。

音の周波数に対する人の耳の感度が異なることから幾つかの周波数重み付け特性が定められている。A 特性で測定すると感覚量を近似し、C 特性で測定すると音圧レベル（物理量）を近似する。G 特性は 20Hz 以下の音（超低周波音）の感覚閾値に基づいて定められた評価加重特性であり、ISO 7196 によって規定されている<sup>8)</sup>。なお、Z 特性（FLAT）は重み付けしない特性で、音圧レベル（物理量）が測定される。G 特性音圧レベルで 100dB を超えると超低周波音を感じ、120dB を超えると強く感じるとされ、概ね 90dB 以下では人間の知覚としては認識されないとされている。風力発電所からの騒音等の性状が十分把握されていない現状では、どの指標が適切か判断することは難しく、これらの組み合わせによる方法も検討する必要がある。海外では A 特性音圧レベルの測定が主であるが、一部 C 特性音圧レベルを併用する事例があることを本検討調査委員会で既に報告している。

## (2) 測定値

時間平均音圧レベルや時間率音圧レベルが考えられる。なお、周波数重み付け特性については上記した通りである。

海外では、様々な指標が用いられ、我が国も発生源毎に騒音指標が統一されていない状況である<sup>9)</sup>。その中で、我が国は等価騒音レベル等の時間平均値に収れんさせる動向にある。本検討調査委員会では、風力発電設備からの騒音等の実測結果から  $L_{eq,10s}$  (10 秒平均の等価騒音レベル) を連続測定することで、一過性の騒音等を比較的除外し易いと報告している。また、 $L_{eq,10s}$  から  $L_{90}$  や  $L_{95}$  に近い値の算出も可能と報告するとともに、 $L_{den}$  や  $L_{dn}$  の算出も可能であるとしている。

## (3) 周波数分析

音の大きさだけでなく、周波数特性を把握する場合に必要であり、一般的に 1/1 オクターブバンドあるいは 1/3 オクターブバンド毎の周波数分析が考えられる。風力発電所からの騒音等には純音性が強い成分が含まれることがあり、その有無を判別するためにも暗騒音の周波数成分を事前に把握することは重要である。可能な限り、その周波数成分を同定する観点から 1/3 オクターブバンド周波数分析が適当と考えられる。なお、対象地域周辺の別の騒音源の影響が混入する可能性もあることにも留意が必要である。

## (4) ナセル高さの温湿度・風向風速

風力発電所からの騒音等の測定条件として、ナセル高さにおける温湿度や風向風速の値が必要であり、実測と推計による方法が考えられる。実測の場合は対象地域近傍の気象観測データの活用が考えられる。予測の場合が IEC61400-11<sup>10)</sup> で定められていたが、実測との整合を理由に見直されている。

## (5) 測定点近傍の温湿度・風向風速

測定点近傍の風向風速データについては、測定点周辺の風に伴う葉ずれ音や波音などの影響や低周波数域における風雑音による影響を把握するために重要である。主に実測によるデータ取得が必要である。

## (6) 周辺の地形条件や残留騒音源の把握

我が国の風力発電所の立地状況を勘案すれば、地形条件による反射や回折等を考慮せざるを得ない場合も想定される。この場合、対象地域に対する方角も考慮する必要がある。しかし、それらを予測計算にどう反映させるかは実測データの蓄積等を通じて今後の検討が必要である。また、風力発電所以外の騒音発生源の有無 (残留騒音) も測定および予測結果等を正しく評価するために不

可欠である。

### 5.3.4 測定方法について

#### (1) 測定機器

測定機器として、サウンドレベルメータ（低周波音の場合は低周波音レベル計）、データレコーダ（あるいはレベルレコーダ）ならびに 20cm 径防風スクリーン等の組み合わせが考えられる。サウンドレベルメータには、風雑音の影響を防ぐために 20cm 径防風スクリーンが必須であり、一般的な 9cm 径防風スクリーンでは不十分である。二次的な防風スクリーンの使用も有効である。サウンドレベルメータ等には最近、周波数分析機能を有するものがあるので、測定時に併用することも考えられる。データレコーダへの収録やレベルレコーダへのレベル波形の書き出しは後処理で除外音を取り除く場合に有効である。一過性の騒音や風雑音等を判別するために、発生源近傍と同時に測定することも有効であり、検討する必要がある。

#### (2) 有人／無人による測定

受音側における測定であり一過性の騒音や風雑音等の影響を極めて受け易いため、有人による測定で、かつ測定状況等を細かく記載した野帳の作成が極めて重要である。航空機騒音の監視用に無人測定システムが市販されているので、風力発電所からの騒音用のシステムの開発が望まれる。

## 5.4 予測方法に関する課題

### 5.4.1 NEDO マニュアルによる方法

本マニュアルには、関係業界が広く利用している予測方法を記載している。風力発電設備からの音を半自由空間における点音源と仮定し、減衰項として距離減衰と空気の音響吸収による減衰（ISO 9613-1<sup>11)</sup> あるいは JIS Z 8738<sup>12)</sup>を参照）を考慮している。周波数毎の予測計算を想定せず、オーバーオール値を算出する。予測するには、風力発電設備の（見かけの）音響パワーレベル値（低周波音範囲を含む）が必須であり、製造メーカから関連するデータを提出させる仕組みづくりが必要である。その際、騒音ラベリング制度の活用も考えられる。風力発電設備からの音を点音源として扱えるかどうかの検討が必要である。本検討調査委員会では面音源的な扱いが適当ではないかとの意見もあった。当手法では気象影響が考慮できないし、我が国特有の地形の影響等の考慮も難しい。ただし、地形の影響の見極めは今後の検討課題であり、また気象影響等に

よる異常伝搬の条件の扱いも要検討であり、データの蓄積が欠かせない。風力発電設備からの音のうなり（大きなレベル変動）を考慮する必要がないかどうかの検討も必要である。なお、通常、低周波音に対する空気の音響吸収の影響は大きくないと考えられる。予測方法を検討する場合、運用上のデータが揃うかどうか、検証用データが入手可能かどうか等も大切な視点と考えられる。

#### 5.4.2 ISO 9613-2 による方法

海外において適用事例が多いようである。風力発電設備からの音を自由空間における点音源と仮定し、“音が伝搬し易い条件”を前提として予測方法が構築されている。つまり、風下にある受音点での騒音伝搬予測方法である。減衰項として距離減衰，空気の音響吸収による減衰，地表面減衰，障害物による減衰およびその他（植栽，工場立地および家屋群による減衰）を考慮する。また、音源の指向性や気象影響による補正（音が伝搬し易い条件と異なる場合に対する補正）を組み込むことが可能である。予測計算は、オクターブバンド毎の周波数（63Hz～8kHz）に対して可能である。計算にあたっては、風力発電設備の（見かけの）音響パワーレベル値（オクターブバンド毎，低周波音範囲を含む）が必須であり、指向性に関するデータの入手も求められる。そのためには、製造メーカーから関連するデータを提出させる仕組みづくりが必要であることから、ラベリング制度の活用も考えられる。また、指向性について、予測への寄与度を見極める必要がある。風力発電設備からの音を点音源として扱えるかどうかの検討も必要である。本検討調査委員会では面音源的な扱いが適当ではないかとの意見もあった。地形による影響については、我が国特有の地形の影響等の考慮も可能かもしれないが、知見の蓄積はほとんどなく今後の課題である。

なお、通常低周波音に対する空気の音響吸収の影響は大きくないと考えられる。我が国の風力発電所の立地状況から考え、“その他”による減衰項の影響がどの程度かについても検討が必要である。予測方法を検討する場合、運用上のデータが揃うかどうか、検証用データが入手可能かどうか等も大切な視点と考えられる。

### 5.5 予測結果の評価方法に関する課題

#### 5.5.1 評価量について

##### （1）周波数重み付け特性

風力発電所からの騒音等を評価する場合の周波数重み付け特性としては A 特

性、C特性、G特性、あるいはこれらの組み合わせ等が考えられる。

風力発電所からの騒音等の性状が十分把握されていない現状では、どの指標が適切か判断することは難しく、これらの組み合わせによる方法も検討する必要がある。海外ではA特性音圧レベルの測定が主であるが、一部C特性音圧レベルを併用する事例があることを本検討調査委員会で既に報告している<sup>4)</sup>。

20Hz以下の音（超低周波音）に対する評価加重特性のG特性では、その音圧レベル値が100dBを超えると超低周波音を感じ、120dBを超えると強く感じるとされ、概ね90dB以下では人間の知覚としては認識されないとされている。昨年、今年の本検討調査委員会により実測結果の解析を行ったところ、風力発電設備近傍においても超低周波音の音圧レベルは閾値を15dB以上も下回った<sup>13)</sup>。超低周波音はG特性、20～100HzはC特性で評価する考え方もある。

#### (2) 測定値：時間平均音圧レベル，時間率音圧レベル

本検討調査委員会では、 $L_{eq,10s}$ （10秒平均の等価騒音レベル）を連続測定し一過性の除外音を取り除いた後で処理する方法を報告している<sup>4)</sup>。なお、 $L_{eq,10s}$ から $L_{90}$ や $L_{95}$ に近い値が算出でき、 $L_{den}$ や $L_{dn}$ も計算可能である。しかし、実測データの蓄積が極めて乏しいため、今後その妥当性の検討が不可欠となる。

#### (3) 周波数分布

音の大きさだけでなく、周波数特性を把握する場合に必要であり、一般的に1/1オクターブバンドあるいは1/3オクターブバンド毎の周波数分析が考えられる。風力発電施設からの騒音等に含まれる純音成分の有無を見出すためにも暗騒音の1/3オクターブバンド周波数分析が有効である。

### 5.5.2 評価方法について

#### (1) 一定の値を基準値として設定する方法

基準値を設定する際に暗騒音の状況に十分配慮する必要があるが、どの状態、どの場所における暗騒音を基本と位置付けるか等、判断が難しい。また基準値の設定にあたっては、その明確な設定根拠が必要である。

現状の環境影響評価では、環境基準（として定められたある類型に該当する値）との比較が散見されるが、風力発電所が開発される地域の大部分は環境基準の設定が行われていないし、そもそも環境基準は「現状の騒音が高い状況にありそれを低減するための行政的な目標値」であり、その値まで騒音を高くしてよいというものではない。その意味で、環境基準の意味を事業者等に改めて周知する必要がある。ほかの主要な騒音源の場合と同様に、時間区分（例えば、

昼間と夜間)で基準値を設定するかどうかも検討しなければならない。

騒音等による影響が最大の場合を考慮すべきであり、風力発電設備が定格出力時に対して評価すべきか等の検討が必要である。少なくとも、年間平均風速による予測結果を評価に用いることは適用ではないのではないかとの意見がある<sup>2)</sup>。さらに、純音成分にはペナルティを課すかどうか、その値は一定値か変動値か、何に対して可変か、特段の配慮を要する地域への対応をどうするか等も検討課題である。

#### (2) 風速に応じて変化する基準値を設定する方法

風速(暗騒音)上昇とともに基準値が上昇するため、風力発電所からの騒音等の現象に適合し、時間区分の概念が不要である。その一方で、基準値の設定が困難であり、明確な設定根拠が示せるか、設定のための大規模な実測調査が伴う可能性が高く、風の局所性をどう反映させるか等、難しい課題がある。また、ナセル高さで地上で、あるいは地形等の影響によって風況が大きく異なる状態もあり、その場合予測値の不確実性が増大する等、基本となる風速をどこで代表させ、どう規定するかを決める必要がある。純音成分にはペナルティを課すかどうか、その値は一定値か変動値か、何に対して可変か、特段の配慮を要する地域への対応をどうするか等も課題として挙げられる。なお、国際的には一定の値に収れんする方向にあるようである。

#### (3) 暗騒音に一定値を加えた基準値を設定する方法

(2)と共通項があるものの、より一層厳格な暗騒音の決定が必要であり、そのためには適正な除外音の処理方法や風雑音の除去方法の確立等が必須である。同一地域内でも騒音源の配置によって一様に扱えない場合があり煩雑な面もある。一定値を決定する場合、増分の明確な設定根拠を示す必要もある。設定のための大規模な実測調査が伴う可能性が高く、風の局所性をどう反映させるか等、難しい課題がある。また、ナセル高さで地上で、あるいは地形等の影響によって風況が大きく異なる状態もあり、その場合予測値の不確実性が増大する等、基本となる風速をどこで代表させ、どう規定するかを決める必要がある。純音成分にはペナルティを課すかどうか、その値は一定値か変動値か、何に対して可変か、特段の配慮を要する地域への対応をどうするか等も課題として挙げられる。なお、国際的には一定の値に収れんする方向にあるようである。

#### (4) 風力発電所から住居までの距離を制限する方法

風力発電設備のナセル高さの何倍あるいはその全高の何倍等を決める必要がある、明確な設定根拠を示さなければならない。一方で、過大な安全率を設定

することで、風力発電開発の障害となる場合も考えられる。距離の設定に当たっては、騒音等の予測手法の確立が求められ、データ入手を含めた正確な音源特性の把握や正確な予測計算モデルの構築等、今後の課題となる。なお、複数基が一定地域内に設置されるウィンドファームについての設定方法も検討する必要がある。純音成分にはペナルティを課すかどうか、その値は一定値か変動値か、何に対して可変か、対象地域の周辺に特段の配慮を要する地域への対応をどうするかも今後の検討課題として挙げられる。

これ以降の（５）～（８）に関しては、特に**低周波音に対する評価方法**である。

#### （５）最小可聴値による方法

人の純音に対する最小可聴値は ISO 226<sup>14)</sup>で規定されている。比較対象となる風力発電所からの低周波音を求める場合に年間平均風速を適用することは適当ではなく、定格出力時での評価が必要であるとの意見がある<sup>2)</sup>。このほか、C特性音圧レベルによる値が評価に適用できないかとの考えもある。実測データの蓄積が極めて乏しいため、評価の妥当性の検討が不可欠であり、今後の課題である。なお、本検討調査委員会において純音に対する値とバンドレベル値を比較して評価することが妥当かどうかも検討すべきであるとの意見もあった。

#### （６）心身影響による方法

単一値 ( $L_G=92\text{dB}$ ) や睡眠影響 ( $L_G=100\text{dB}$ ) で評価する考え方も適用可能かどうか検討が必要である。少なくとも、現状の苦情の中にこれに該当する事案の有無を精査しなければならない。実測データの蓄積が極めて乏しいため、評価の妥当性の検討が不可欠である。

#### （７）気になる一気にならない曲線による方法

本手法は屋内における心理評価であり、客観性の観点から、まずは物理量による評価が優先されるかも知れない。実測データの蓄積が極めて乏しいため、評価の妥当性の検討が不可欠である。

#### （８）物的影響による方法

現状の苦情の中に物的影響に該当する事案の有無を精査する必要があるが、例えば、風力発電施設全高の何倍以上離れば物的苦情は発生していないという判断基準を見出せる可能性があり、苦情事例の収集と分析さらに風力発電施設からの低周波音に係る実測データを蓄積し、評価の妥当性の検討が今後と課題となる。

## (9) その他

景観、シャドーフリッカーとの相乗効果が騒音等への苦情として表面化しているとの指摘があり、騒音等の評価だけではなく、景観も考慮した包括的な評価方法の確立が必要となる可能性がある。これも今後の検討課題である。

### 5.5.3 評価条件について

比較対象となる風力発電所からの騒音・低周波音を求める場合に年間の平均風速を適用することは適当ではなく、定格出力時の稼働条件における予測・評価が必要であるとの意見がある<sup>2)</sup>。

### 5.5.4 情報公開について

風力発電所に係る環境影響評価の基本的考え方に関する検討会<sup>2)</sup>において、住民への情報公開の重要性が指摘されている。風力発電所からの騒音等に係る環境影響評価の流れとその結果を住民に十分説明し周知することが、その後の問題発生を抑制することに繋がる可能性が高いと言える。

## 5.6 事後調査に関する課題

### 5.6.1 時期について

上記の事前調査に依る。

### 5.6.2 場所について

上記の事前調査に依る。苦情発生箇所については、状況把握の観点から、屋内も含めて苦情申し立ての場所における測定も必要と考えている。

### 5.6.3 測定量について

上記の事前調査に依る。実測を中心に実施する必要がある。なお、苦情発生箇所における長期監視の場合は、その内容に応じた測定量の絞り込みを検討する必要があると考えている。

### 5.6.4 測定方法について

上記の事前調査に依る。苦情発生箇所では長期監視が必要なケースも考えられる。様々な因子が苦情発生の背景にあると考えられるため、それらの因果関係を解明するための疫学的調査手法やリスク評価手法等の検討も課題として挙

げられる。

#### 5.6.5 評価量について

上記の事前調査に依る。

#### 5.6.6 評価方法について

上記の事前調査に依る。

#### 5.6.7 評価条件について

上記の事前調査に依る。

#### 5.6.8 情報公開について

住民への情報公開の重要性が指摘されているため、事後調査の結果も住民に十分説明する必要がある。もし事前調査の結果と逸脱があれば、住民との意見交換を経て、必要に応じた対策措置を講じる必要がある。この対策措置の立案のために予測計算を実施することもある。施設稼働後の騒音・低周波音に関する状態について、密な意見交換による合意形成に努める必要がある。

### 5.7 低周波音による健康影響を評価する場合の疫学調査の考え方

風力発電所から発生した騒音等に対する苦情が数多く生じている中で、両者の因果関係が明確になっているとは必ずしも言えない状況にある。この因果関係を明確にする方法として、物理的計測や主にアンケートによる社会調査など、幾つかのアプローチが実施されているが、疫学的な調査手法もその中の一つとして考えられる。本節では、一般的な状況下で低周波音に曝露された場合の健康影響の評価における疫学調査の考え方について述べ、これを風力発電所から発せられた低周波音に適用する場合の調査手順（あるいは方法）について考察する。低周波音曝露による健康影響を評価することは次のような理由から非常に困難である。

- ・ 実際に曝露を認知しているかどうかを判断するのが難しい。
- ・ 主たる健康影響がアノイアンス（いらいら感）であるため、その大きさを客観的に評価できない。
- ・ アノイアンスの大きさは情動に左右されるため、曝露者の性格、あるいはその時の精神状態、あるいは過去の経験に影響される。

- ・ したがって、影響の感受性の個人差が大きいことが予想されるため、集団結果を各個人の評価に用いることが困難である。

このような前提の下、出来得る範囲内で疫学調査を適用するにはどのようなデザインが可能かを下記に整理・検討した。

#### (1) 低周波音による健康影響の特徴の整理

- ア) 不定愁訴：不定愁訴とは、頭痛、めまい、耳鳴り等、様々な自覚症状が組み合わさった症状であり、その症状の多くは他者から客観的にその有無や症状の強さを判定できない。不定愁訴は精神的ストレスが関わっていることが多く、不定愁訴を訴えてきた患者で、通常の検査で異常がない場合は「自律神経失調症」と診断される場合が多い。
- イ) 個人差：低周波音による健康影響は個人差が著しく、同じ環境下においても影響を訴える者と訴えない者がある。
- ウ) 潜伏期：一定の時間を経過してから低周波音を認知しその影響が出現する場合が多い。
- エ) 鋭敏化：一般の騒音には徐々に慣れるのに対し、「一旦気がつくと、翌日も、翌々日も、それも次第に状況が厳しくなっていく、やがて不定愁訴も伴って耐えられなくなる」というのがよく経験されるパターンとし、これを「鋭敏化」と称している。

#### (2) 疫学的因果関係の推論

原因と結果としての健康影響との因果関係を推論するために、疫学的には幾つかの項目に分けて検討した。

- ア) 関連の時間性：原因が結果に先んじること（例えば、風力発電施設やエコキュートが取り付けられてから訴えが出現すること。）
- イ) 関連の整合性：他の方法によって得られた既知の知識や事実と矛盾なく説明できること（例えば、喫煙と肺がんの因果関係を推論する際に、タバコ煙の中に発がん物質が含まれる事実等のことを指している。低周波音等のストレスで不定愁訴を起こすことについては考えられるものの、その他の状況についての整合性には欠けている。）
- ウ) 関連の普遍性：他の疫学研究でも同様の結果が得られること。
- エ) 関連の強固性：要因と結果との間に強い関連があること（例えば、喫

煙する人が非喫煙者の10倍肺がんになる、ということによって確かめられる。喫煙する人でも肺がんにならない人はいるし、喫煙しない人でも肺がんになる人はいるが、総体として、どれだけ肺がんになりやすいかを見ることによる。低周波音の場合、曝露している人のうちの極僅かな人しか影響を訴えていないため評価できにくくなっている。)

オ) 関連の特異性：ある要因から特異的な結果が生じているかどうか(不定愁訴は様々な要因により引き起こされるので、低周波音については当てはまらない。)

カ) 量 - 反応関係:曝露量の多い人ほど影響を受ける人が多いということ(低周波音については当てはまらない。)

### (3) 疫学調査の考え方

低周波音曝露が健康影響を生ずるかどうかを疫学研究で検討するためには、低周波音に曝露する集団(曝露群)は、曝露しない集団(非曝露群)に比べ、何らかの健康影響が、曝露後により多く発現するか否かを調べる必要がある。この検討を意義あるものにするためには「バイアス」と呼ばれる「真実をねじ曲げる要因」をできるだけ排除する工夫をしなければならない。即ち、曝露群と非曝露群は集団としての特性が同一であり、曝露の有無以外は健康影響発現に関わる因子一切が同じでなければならない。

例えば、薬の効果を調べるために、服薬群と非服薬群(実際は偽薬という一見本当の薬かどうかわからないものを服用)で効果の差を調べるが、この際、バイアスを排除するためには、服薬前の条件を同一にするために、ア) 2群を無作為に割り付ける(くじびきでどちらの群に入るかを定める)、これによりサンプル数が多くなれば2群はほぼ同一の特性を持つことになる。また、「思い込み」による影響を排除するために、イ) 真薬か偽薬かどちらを飲んでいるかをわからないようにする(盲検化)という工夫を行う。いわゆる「盲検化無作為化比較対照試験」と呼ばれるものである。この方法は、疫学研究デザインとしては、もっともバイアスが制御された方法として、結果の確からしさが高いものとみなされている。しかし、低周波音の健康影響を評価するために、この方法を現実に行うことは不可能である。なぜならば、たとえ、風力発電機の近隣に住む群と、遠方に住む群に無作為に割り付けることができたとしても、どこに住んでいるかについて盲検化することはできず、思い込みによる影響を

排除できないからである。すなわち、近隣に住んでいる（＝低周波音に曝露している）と認知することで影響が出る可能性がある。前述したように、低周波音の健康影響の主たるものであるアノイアンスは、「不定愁訴」の一つであり、思い込みによる影響で発現しうるものである。

以上を考えると、「日常レベルの低周波音曝露により健康影響は発現するか」というリサーチクエスション（RQ）に答える調査は極めて困難であると言わざるを得ない。従って、「どのような人が健康影響を訴えやすいか」（以下 RQ1 とする）または「曝露前の介入によりこのような健康影響の訴えに変化を起こし得るか」（以下 RQ2 とする）という RQ が实际的であると考えられる。

これまでの知見によれば、低周波音曝露による健康影響が出やすい人の特徴として、

- ・ 精神的疾患を有する人あるいは精神疾患の気質を有する人
- ・ その他の身体疾患を有する人
- ・ 強いストレスを受けている人

などが想定できる。従って、RQ1 を検討するためには、調査対象者の低周波音曝露前におけるこれらの状況について把握しておく必要がある。そのためには、精神科領域で通常実施されている性格テスト、抑うつ度テストの他、身体疾患に関する質問票の他、血圧等を含む検査を実施することになる。

次に、RQ2 に関していえば、これはいわゆる「プラシーボ（偽薬）効果」<sup>15)</sup> に類するものと言えるもので、「低周波音が健康に悪影響を及ぼす」という先入観により、何らかの健康影響を生ずる可能性が考えられる。従って、事前の十分な説明等の介入により、健康影響の発現に変化があるかどうかを調べようとするものである。このためには、調査対象者を無作為に介入群と非介入群の 2 群に分ける必要がある。

以上をまとめると、次のような調査が考えられる。

- ア) 風力発電所の設置が今後予定されている地域を対象とする。
- イ) 近隣の住民を無作為に 2 群に分け（距離は均等になるように）、一方には十分な説明と補償等の介入を行い、一方には行わないものとする。
- ウ) 両群の対象者につき、施設稼動前に質問票調査、健康診断を実施する。
- エ) 稼動後、定期的に曝露量調査、質問票調査および健康診断を実施する。
- オ) 有訴率の群間差、曝露前調査結果と有訴状況、曝露量との関連等を検討する。

風力発電所に関わらず、低周波音と健康影響との因果関係を推論するために

疫学研究を実施することは概して困難であると思われるが、上記した物理的計測や主にアンケートによる社会調査などで得られる結果と相補的に利用できる可能性はあり、今後の検討課題になり得るとと思われる。さらに関連して、風力発電所から発せられる騒音等に曝露されることに対するリスク評価手法の活用も考えられ、今後の研究の進展が望まれる。

## 5.8 ガイドラインの策定に向けた考え方の基本的な骨格（案）

これまでに述べた通り、風力発電施設からの騒音等に関する環境影響評価ガイドラインの策定のためには未解決の課題が山積し多角的な研究・検討が不可欠な状況にある。それらを改めて整理し、表 5.1 に示す。なお、低周波音に関係の深い事項は下線で付けている。

### 参考文献

- 1) 環境省：報道発表資料「風力発電施設に係る騒音・低周波音の実態把握調査」について（平成 22（2010）年 10 月 7 日）。
- 2) 環境省：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，  
<http://www.env.go.jp/policy/assess/2-5windpower/index.html>.
- 3) 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，” <http://www.env.go.jp/houdou/gazou/12772/s2-11.pdf>.
- 4) 環境省：平成 21 年度移動発生源等の低周波音に関する検討調査等業務報告書（2010）。
- 5) 環境省大気保全局：低周波音の測定方法に関するマニュアル（平成 12（2000）年 10 月）。
- 6) 環境省環境管理局大気生活環境室：低周波音問題対応の手引書（平成 16（2004）年 6 月）。
- 7) 大熊恒靖：低周波音測定器，騒音制御，Vol. 4, No. 4, pp. 51-54（1980）。
- 8) ISO 7196：Acoustics -- Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements（1995）。
- 9) 橘秀樹：わが国における環境騒音の測定・評価の現状と今後の課題，騒音制御，vol. 34, no. 1, pp. 2-4（2010）。
- 10) IEC：Wind turbine generator systems - Part 11: Acoustic noise measurement techniques（2006）。
- 11) ISO 9613-1：Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors

- Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere (1993) .
- 12) JIS Z 8738 : 屋外の音の伝播における空気吸収の計算 (1999) .
- 13) 環境省 : 平成 20 年度移動発生源等の低周波音に関する検討調査等業務報告書 (2009) .
- 14) International Organization for Standardization: ISO : ISO 226:2003 Acoustics  
-- Normal equal-loudness-level contours (2003) .
- 15) 例えば、<http://ja.wikipedia.org/wiki/プラセボ>.

表 5.1 風力発電施設からの騒音・低周波音に関する環境影響評価の考え方を整理する際の考慮すべき事項と参考情報・論点

段階	項目	考慮すべき事項（選択肢）	検討すべき課題、参考情報・論点等
対象	出力	単機で規定する方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1000kW を超えると騒音・低周波音に関する苦情（継続）が散見（環境省報道発表資料;H22. 10. 7）。</li> <li>・苦情発生の背景等も含めた吟味が今後必要。</li> </ul>
	規模	(1) 設置基数で規定する方法  (2) 総出力で規定する方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・10 基以上になると騒音・低周波音に関する苦情が急増する傾向（環境省報道発表資料;H22. 10. 7）。</li> <li>・2 万 kW を超えると騒音・低周波音に関する苦情が増加する傾向（環境省報道発表資料;H22. 10. 7）。</li> <li>・苦情発生の背景等も含めた吟味が今後必要。</li> </ul>
事前調査	時期	(1) “時” を指定する方法：年／季節／月／日／時間（昼／夜）  (2) “時” と共に “特徴” を指定する方法：暗騒音が低い／高い、	<ul style="list-style-type: none"> <li>・場（対象地域）の暗騒音を把握するためには通年、季節、月、日等のある程度の期間を単位とした測定が考えられる。</li> <li>・航空機騒音は風向によって飛行方向が変化することから、季節変化に応じて連続1週間測定を夏と冬の2回、あるいは春夏秋冬の4回等実施するよう記載されている（航空機騒音測定・評価マニュアル）。</li> <li>・現状に多く見られる数日のみの暗騒音の測定（2日が大部分）に対して十分かとの意見がある。</li> <li>・鳥の鳴き声や自動車の通過音、遠くを飛ぶ航空機騒音、微かな道路交通騒音や鉄道騒音等の一過性の騒音や風雑音が暗騒音の測定に大きく影響することが戦略指定研究の実測調査の結果で明らかになっている。</li> <li>・除外音の効果的な処理方法が確立されていない。</li> <li>・無人測定では除外音処理に対応できない。</li> <li>・手作業による除外方法しかないため、単なる長期間測定は避けるべきとの意見がある。</li> <li>・暗騒音の効果的な測定方法の検討が必要である。</li> <li>・戦略指定研究における測定方法の検討を参照すべきである。</li> <li>・ある程度の期間を設定した上で、ある一定の特徴を呈する時を測定する方</li> </ul>

	<p>風向風速とその発生頻度，天候，温度勾配の強弱，風車の回転状況の想定（定格出力状態）</p>	<p>法が考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・暗騒音レベルの高低に関連して、天候や出現頻度の高い風向風速，温度勾配の強弱，地形等の影響が考えられる。</li> <li>・風向・風速によって木々の葉ずれ音や海岸近くでは波音の影響もあるので注意が必要である。</li> <li>・建設予定の風車が定格出力状態（あるいはそれに近い状態）で運転する条件を想定した暗騒音の測定が考えられる。</li> <li>・騒音・低周波音による影響が大きい場合を考慮すべきであるとの意見もある。</li> <li>・防衛省の航空機騒音の評価では、騒音の大きい時の印象が強いという考え方に基づいている。</li> <li>・ナセル高さにおける風向・風速と地上におけるそれが必ずしも一致しない場合があり、暗騒音を測定する際の条件設定について継続した検討が必要である。</li> </ul>
<p>場 所</p>	<p>(1)屋外  (2)地域：①最寄りの住居、病院、学校等の近傍，②これらがいない場合は風力発電施設からの水平距離，③風車全高程度の距離（基準点）</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事前調査段階で屋内での測定は困難である。</li> <li>・静寂が求められる施設への配慮は必要である。</li> <li>・風車音には風上側、風下側、側方で指向性があり注意を要する。</li> <li>・周辺に住居等がない場合でも、ある距離を決めて調査が必要である。</li> <li>・妥当な距離（セットバック）の設定は今後の課題である。</li> <li>・複数基が一定地域内に設置されるウィンドファームについて、セットバックの設定方法も検討する必要がある。</li> <li>・海外情報や国内の苦情発生状況等が参考になる。</li> <li>・セットバックを決めるための技術的な方法を提案している地域がある（本検討調査委員会の昨年度の報告書）。</li> <li>・風車全高程度の距離において暗騒音を測定しておくことが事後調査の際に役立つことが考えられる（事後調査を参照）。</li> <li>・風車の設置場所は概ね静寂な地域であることを踏まえ、暗騒音の測定を経</li> </ul>

		<p>(3)地点：①noisy façade（騒音等の影響を最も受ける側）、②地上1.2～1.5m、③地上4m、④地表面上</p>	<p>ないでその概略値を決める方法も考えられるとの意見もある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・本検討調査委員会による実測結果では、倍距離6dBの減衰があることを報告済みである。</li> <li>・発生源側にある場所を選定する必要がある。</li> <li>・ただし、障害物による反射音や回折音等に注意を要する。</li> <li>・<u>「低周波音測定方法マニュアル」や「低周波音問題対応の手引書」では建物から1～2m離れるよう記載がある。</u></li> <li>・地上1.2～1.5mにおける測定が慣例的に実施される。</li> <li>・戦略指定研究による実測調査から、高風速下かつ無人測定では安全な測定が困難との報告がある。</li> <li>・地上4mにおける測定は、風の影響が避けられず測定自身が困難である。</li> <li>・EU諸国における環境騒音測定や日本の航空機騒音の通年測定におけるマイクロホン高さは地上4mである。</li> <li>・<u>地表面近傍は風速が低いため、風による影響をある程度避けることができる。</u></li> <li>・<u>その低減効果については、周波数分析等を用いた比較検討が必要である。</u></li> </ul>
測定量		<p>(1)周波数重み付け特性：A特性、C特性、G特性、あるいはこれらの組み合わせ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・音の周波数に対する耳の感度が異なることから、幾つかの周波数重み付け特性が定められている。A特性で測定すると感覚量を近似し、C特性で測定すると音圧レベル（物理量）を近似する。Z特性（FLAT）は重み付けしない特性で、音圧レベル（物理量）が測定される。</li> <li>・<u>G特性は20Hz以下の音（超低周波音）の感覚閾値に基づいて定められた評価加重特性（特に心身への影響評価）であり、ISOによって規定されている（ISO 7196）。</u></li> <li>・<u>G特性音圧レベルで100dBを超えると超低周波音を感じ、120dBを超えると強く感じるとされ、概ね90dB以下では人間の知覚としては認識されないとされている。</u></li> <li>・風車から発生する音の性状が十分把握されていない状況であり、どの指標</li> </ul>

	<p>(2)測定値：時間平均音圧レベル，時間率音圧レベル</p> <p>(3)周波数分布：1/1, 1/3 オクターブバンド別</p> <p>(4)ナセル高さの温湿度・風向風速（実測あるいは推計，既存データの活用）</p>	<p>が適切か判断できないことから、これらの組み合わせも検討する必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・諸外国ではA特性音圧レベルの測定が主であるが、一部C特性音圧レベルを併用する事例を本検討調査委員会では報告済みである。</li> <li>・諸外国では様々な指標が用いられ、我が国も発生源毎に騒音指標が統一されていない状況である。その中で等価騒音レベル等の時間平均値に収れんさせる動向がある。</li> <li>・諸外国で <math>L_{Aeq}</math> の 10 分値を用いるところが見られたが、暗騒音や風雑音による影響を受けやすいことを本検討調査委員会では報告済みである（昨年度の報告書）。</li> <li>・本検討調査委員会では、風車音の実測結果から <math>L_{eq,10s}</math>（10秒平均の等価騒音レベル）を連続測定することで、一過性の除外音を比較的除外し易いと報告している。また、<math>L_{eq,10s}</math> から <math>L_{90}</math> や <math>L_{95}</math> に近い値の算出も可能と報告している（<math>L_{den}</math> や <math>L_{dn}</math> の算出も可能）。</li> <li>・<u>低周波音成分に着目する場合、変動する低周波音に対して幾つかの最大値を平均する方法がある（「低周波音の測定方法に関するマニュアル」/変動する低周波音ではレベルが高いところの印象が強い）。</u></li> <li>・音の大きさだけでなく、周波数特性を把握する場合に必要である。</li> <li>・風車音には純音性が強い成分が含まれることがあり、その有無を判別するためにも暗騒音の周波数成分を把握することは重要である。</li> <li>・その周波数成分を同定する観点から、可能な限り 1/3 オクターブバンド周波数分析を行うことが適当と考えられる。</li> <li>・純音成分を含む風車音の実測事例が非常に少ないため、データ蓄積とともに分析方法の検討が課題である。</li> <li>・騒音・低周波音の測定条件としてナセル高さ及び(5)測定点近傍の温湿度や風向風速の値が必要であり、実測と推計による方法が考えられる。</li> <li>・実測の場合は対象地域近傍の気象観測データの活用が考えられる。</li> </ul>
--	---	--

		<p>(5)測定点近傍の温湿度・風向風速（実測あるいは既存データの活用）</p> <p>(6)周辺の地形条件（居住地域からの方角等）、残留騒音源（風車音以外）の把握</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・推計の方法が IEC61400-11 で定められていたが、実測との不整合を理由に見直されている。</li> <li>・(4)に記載。</li> <li>・我が国の風車の立地状況を勘案すれば、地形条件による反射や回折等を考慮せざるを得ない場合も想定される。</li> <li>・具体的にどの程度の影響を及ぼすか等は実測データの蓄積等を通じて今後検討する必要がある。</li> <li>・仮にこれらの影響が無視できない場合、予測計算等にどう反映させるかも検討課題である。</li> <li>・風車以外の騒音発生源の有無（残留騒音）も測定および予測結果等を正しく評価するために不可欠と考えられる。</li> </ul>
<p>方 法</p>		<p>(1)機器：サウンドレベルメータ（あるいは低周波音レベル計）＋データレコーダ（あるいはレベルレコーダ）＋20cm 径防風スクリーン</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サウンドレベルメータ（低周波音の場合は低周波音レベル計）には風雑音の影響を防ぐために 20cm 径防風スクリーンが必須である。</li> <li>・二次的な防風スクリーンの使用も有効である。</li> <li>・幾つかの二次防風スクリーンが販売されているが、受音側の測定で使用可能かどうかは検証が必要である。</li> <li>・風雑音の影響を防ぐ観点から、マイクロホンの向きにも注意を払う必要がある。</li> <li>・サウンドレベルメータ等には最近、周波数分析機能を有するものがあるので、測定時に併用することも考えられる。</li> <li>・データレコーダへの収録やレベルレコーダへのレベル波形の書き出しは後処理で除外音を取り除く場合に有効である。</li> <li>・暗騒音と風車音の分離は、録音の確認では不十分な場合が多いことが本検討調査委員会で指摘されている。</li> <li>・一過性の騒音等を判別するために、発生源近傍と同時に測定することも有</li> </ul>

		(2) 有人／無人による測定	<p>効であり、検討する必要がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・受音側における測定であり一過性の騒音等の影響を極めて受け易いため、有人による測定で、かつ測定状況等を細かく記載した野帳の作成が極めて重要である（レベルレコーダのチャート紙に直接書き込む方法もある）。</li> <li>・航空機騒音の監視用に無人測定システムが市販されているので、風力発電施設からの騒音用システムの開発が望まれる。</li> </ul>
予測	予測式	<p>(1) NEDO による方法</p> <p>(2) ISO9613-2 による方法</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・我が国で広く利用されている予測方法である。</li> <li>・風車音を半自由空間における点音源と仮定し、減衰項として距離減衰と空気の音響吸収による減衰（ISO9613-1 あるいは JIS Z 8738 を参照）を考慮する。</li> <li>・周波数毎の予測計算を想定せず、オーバーオール値を算出する。</li> <li>・風車の音響パワーレベル値（低周波音領域を含む）が必須であり、製造メーカーから関連するデータを提出させる仕組みづくりが必要である（ラベリング制度の活用も考えられる）。</li> <li>・風車音を点音源として扱えるかどうかの検討が必要である（本委員会では面音源的な扱いが適当ではないかとの意見があった）。</li> <li>・気象影響や我が国特有の地形の影響等の考慮が困難である。</li> <li>・地形の影響の見極めや気象条件による異常伝搬の扱い等は今後の課題であり、実測データの蓄積とその分析が必要である。</li> <li>・通常、低周波音に対する空気の音響吸収の影響は大きくないと考えられる。</li> <li>・風車音のうなり（大きなレベル変動）を考慮する必要があるかを実測結果をもとに検討が必要である。</li> <li>・予測計算のための運用上のデータが揃うかどうか、また検証用データが入手可能かどうか等の面からも検討する必要がある。</li> <li>・海外において適用事例が多い。</li> <li>・風車音を自由空間における点音源と仮定し、“音が伝搬し易い条件”を前提とした予測方法である（風下側にある受音点での予測方法）。減衰項と</li> </ul>

			<p>して距離減衰, 空気の音響吸収による減衰, 地表面減衰, 障害物による減衰およびその他 (植栽, 工場立地および家屋群による減衰) を考慮する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>音源の指向性や気象影響による補正 (音が伝搬しやすい条件と異なる場合に対する補正) を組み込むことが可能である。</li> <li>オクターブバンド毎の周波数 (63Hz~8kHz) に対して計算が可能である。</li> <li>風力発電施設の (見かけの) 音響パワーレベル値 (オクターブバンド毎, 低周波音領域を含む) が必須であり、指向性に関するデータの入手も求められる。</li> <li>製造メーカーから関連するデータを提出させる仕組みづくりが必要である (ラベリング制度の活用)。</li> <li>指向性について予測への寄与度を見極める必要がある。</li> <li>風車音を点音源として扱えるかどうかの検討が必要である (本委員会では面音源的な扱いが適切ではないかとの意見もあった)。</li> <li>我が国特有の地形の影響等の考慮も可能かも知れないが、知見の蓄積はほとんどなく今後の課題である。</li> <li><u>通常、低周波音に対する空気の音響吸収の影響は大きくないと考えられる。</u></li> <li>我が国の風車の立地状況から考え、“その他” による減衰項の影響がどの程度かについても検討が必要である。</li> <li>風車音のうなり (大きなレベル変動) を考慮する必要があるかを実測結果をもとに検討が必要である。</li> <li>予測計算のための運用上のデータが揃うかどうか、また検証用データが入手可能かどうか等の面からも検討する必要がある。</li> </ul>
評価	評価量	(1)周波数重み付け特性 : A 特性, C 特性, G 特性, あるいはこれらの組み合わせ	<ul style="list-style-type: none"> <li>風車から発生する音の性状が十分把握されていない状況であり、どの指標が適切か判断できないし、これらの組み合わせも検討する必要がある。</li> <li>海外ではA 特性音圧レベルによる評価が主であり、一部C 特性音圧レベルを併用する事例を本検討調査委員会で報告済みである。</li> <li><u>20Hz 以下の音 (超低周波音) に対する評価加重特性の G 特性では、その</u></li> </ul>

		<p>(2)測定値：時間平均音圧レベル，時間率音圧レベル</p> <p>(3)周波数分布：1/1, 1/3 オクターブバンド別</p>	<p>音圧レベル値が 100dB を超えると超低周波音を感じ、120dB を超えると強く感じるとされ、概ね 90dB 以下では人間の知覚としては認識されないとされている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 昨年、今年の本検討調査委員会による実測結果の解析では、風車近傍においても超低周波音の音圧レベルは閾値を 15dB 以上下回っている。</li> <li>• 超低周波音は G 特性、20～100Hz は C 特性で評価する考え方もある。</li> <li>• 本委員会では、<math>L_{eq,10s}</math> (10 秒平均の等価騒音レベル) を連続測定し、一過性の除外音を取り除いた後で処理する方法を報告している (<math>L_{eq,10s}</math> から <math>L_{90}</math> や <math>L_{95}</math> に近い値の算出も可能、<math>L_{den}</math> や <math>L_{dn}</math> の算出も可能)。</li> <li>• 実測データの蓄積が極めて乏しいため、今後それらの妥当性の検討が不可欠である。</li> <li>• 風車音に含まれる純音成分の有無を見出すためにも暗騒音の 1/3 オクターブバンド周波数分析が有効である。</li> </ul>
評価方法		(1)一定の値を基準値として設定する方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 単純で分かり易い。</li> <li>• 基準値を設定する際に暗騒音の状況に十分配慮する必要があるが、どの状態、どの場所における暗騒音をベースとするか、判断が難しい(基準値の明確な設定根拠が必要である)。</li> <li>• 現状のアセスメントでは環境基準(として定められたある類型に該当する値)との比較が散見されるが、風力発電施設が開発される地域の大部分は環境基準の設定が行われていなし、そもそも環境基準は「現状の騒音が高い状況にありそれを低減するための行政的な目標値」であり、その値まで騒音を高くしてよいというものではない。</li> <li>• 環境基準の意味を事業者等に改めて周知する必要がある。</li> <li>• 他の主要な騒音源の場合と同様に、時間区分(例えば、昼間と夜間)で基準値を変えるかどうかを検討する必要がある。</li> <li>• 騒音・低周波音による影響が大きい場合を考慮すべきとの意見があり、風車が定格出力時(あるいはそれに近い状態)に対して評価すべきか(平均</li> </ul>

	<p>(2) 風速に応じて変化する基準値を設定する方法</p>	<p>風速を予測に適用するのは不可) 等の検討が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・純音成分にはペナルティを課すかどうか、特段の配慮を要する地域への対応をどうするか、も検討課題である。</li> <li>・ペナルティは一定値か可変値か、値はいくつか、何に対して可変か等も実測データの蓄積とその分析結果をもとに検討する必要がある。</li> <li>・風速（暗騒音）上昇とともに基準値が上昇するため風車音の現象に適合しているが、基準値の設定が困難である。</li> <li>・設定根拠が示せるか、設定のための大規模な実測調査が伴うかも知れない、風の局所性をどう反映させるか等、難しい課題である。</li> <li>・ナセル高さと地上で風況が大きく異なる状態もあり、その場合予測値の不確かさが増大するため、風速をどこで代表させるのかを長期観測等をもとに検討しなければならない。</li> <li>・地上 10m 高さにおける実測値に基づいたナセル高さにおける予測結果が実際と合わないケースがあると指摘されている。</li> <li>・ナセル高さの予測誤差がパワーレベルの設定に不確かさを生じさせる場合があり、今後の課題である。</li> <li>・純音成分にはペナルティ（一定値か可変値か、値はいくつか、何に対して可変か）を課すかどうか、特段の配慮を要する地域への対応をどうするか等の課題がある。</li> <li>・時間区分の概念が不要である。</li> <li>・国際的には一定の値による評価に収れんする方向にあるようである。</li> </ul>
	<p>(3) 暗騒音に一定値を加えた基準値を設定する方法</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・厳格な暗騒音の決定が必要であり、適正な除外音の処理、風雑音の除去方法の確立等が課題となる。</li> <li>・同一地域内でも騒音源の位置関係によって暗騒音を一律に扱えない場合があり煩雑な面がある。</li> <li>・増分を決定する根拠が必要である。</li> <li>・純音成分にはペナルティ（一定値か可変値か、何に対して可変か）を課す</li> </ul>

	<p>(4) 風力発電施設から住居までの距離を設定する方法</p> <p>(5) 最小可聴値による方法</p> <p>(6) 心身影響による方法</p>	<p>かどうか、特段の配慮を要する地域への対応をどうするか等の課題である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地域毎に暗騒音レベルをあらかじめ設定しておくことが実用的であるとの指摘が本検討調査委員会であった。</li> <li>・時間区分の概念が不要である。</li> <li>・国際的には一定の値に収れんする方向にあるようである。</li> <li>・明快な判断基準である。</li> <li>・ナセル高さの何倍、全高の何倍という事例が諸外国にあるが、過大な安全率は開発の障害になる可能性がある。</li> <li>・設定の根拠を示さなければならない。</li> <li>・複数基が一定地域内に設置されるウィンドファームについて、セットバックの設定方法を検討する必要がある。</li> <li>・距離の設定に当たって予測計算の確立が必要である。</li> <li>・その場合、正確な音源特性の把握、正確な予測モデル、純音成分にはペナルティ（一定値か可変値か、何に対して可変か）を課すか否かなども検討課題である。</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>低周波音に対する評価方法である。</u></li> <li>・風車音は定格出力時（あるいはそれに近い状態）での予測が必要との意見がある（平均風速を予測に適用するのは不可）。</li> <li>・C特性音圧レベルによる値が評価に適用できないか等も考えられるが、実測データの蓄積が極めて乏しいため、評価の妥当性の検討が不可欠であり、今後の課題である。</li> <li>・<u>低周波音に対する評価方法である。</u></li> <li>・風車音は定格出力時（あるいはそれに近い状態）での予測が必要との意見がある（平均風速を予測に適用するのは不可）。</li> <li>・単一値（<math>L_G=92\text{dB}</math>）や睡眠影響（<math>L_G=100\text{dB}</math>）で評価する考え方も適用可能</li> </ul>
--	--	--

	(7) 気になる-気にならない曲線による方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>かどうかが検討が必要である。</li> <li>少なくとも、現状の苦情の中にこれに該当する事案の有無を精査しなければならない。</li> <li>実測データの蓄積が極めて乏しいため、評価の妥当性の検討が不可欠である。</li> <li>低周波音に対する評価方法である。</li> <li>風車音は定格出力時（あるいはそれに近い状態）での予測が必要との意見がある（平均風速を予測に適用するのは不可）。</li> <li>屋内における心理評価であり、客観性の観点から、まずは物理量による評価が好ましいかも知れない。</li> <li>実測データの蓄積が極めて乏しいため、評価の妥当性の検討が不可欠である。</li> </ul>
	(8) 物的影響による方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>低周波音に対する評価方法である。</li> <li>風車音は定格出力時（あるいはそれに近い状態）での予測が必要との意見がある（平均風速を予測に適用するのは不可）。</li> <li>現状の苦情の中にこれに該当する事案の有無を精査しなければならない（例えば、「風車全高の〇〇倍以上離れれば物的苦情は発生していない」という判断基準が見出せるかも知れない、事例の積み上げは不可欠）。</li> <li>実測データの蓄積が極めて乏しいため、評価の妥当性の検討が不可欠である。</li> </ul> <p>(注) 景観やシャドーフリッカとの相乗効果が騒音等への苦情として表面化しているとの指摘があり、騒音等の評価だけではなく、景観も考慮した評価方法の確立が必要かも知れない。</p>
評価条件	風速条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>年間の平均風速を適用することは適当ではない。</li> <li>定格出力時の稼働条件における予測・評価が必要であるとの意見がある。</li> </ul>
情報	評価の流れとその結果を住民に十分説明	「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」の中で

	公開		開催された「風力発電施設と騒音・低周波音に関するヒアリング」において、住民への情報公開の重要性が指摘されている。
事後調査	時期	「事前調査」に依る	
	場所	「事前調査」に依る	<ul style="list-style-type: none"> <li>・苦情発生箇所については、屋内も含めて苦情申し立ての場所において測定する必要がある。</li> </ul>
	測定量	「事前調査」に依る	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実測を中心に実施する必要がある。</li> <li>・苦情発生箇所における長期監視の場合は、その内容に応じた測定量の絞り込みを検討する必要があるかも知れない。</li> </ul>
	方法	<p>(1) 「事前調査」に依る</p> <p>(2) 推計による方法</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風車音と苦情の対応関係を判断するために、風車側と苦情者側における同時測定、風車稼働の ON/OFF が不可欠である。</li> <li>・苦情内容を十分吟味した上で低周波音が一因として疑われる場合に備え、「<u>低周波音問題対応の手引書</u>」に記載の方法を参考に風車音へ適用できる方法を検討する考え方もある。</li> <li>・苦情発生箇所では長期監視が必要なケースも考えられる。</li> <li>・様々な因子が苦情発生の背景にあると考えられるため、それらの因果関係を解明するための疫学的調査手法やリスク評価手法の検討も課題として挙げられる。</li> <li>・風車全高程度の距離における風車音の測定値から推計によって遠方の特定地点（信号／雑音比が確保できない場合がある）の値を求める方法も考えられる。</li> <li>・この場合騒音の推計方法の確立が必須であり、基準点における十分な信号／雑音比を確認することが重要である。</li> <li>・本検討調査委員会では実測結果から倍距離 6dB の減衰傾向を報告済みである。</li> </ul>
	評価量	「事前調査」に依る	

評価方法	「事前調査」に依る	
評価条件	「事前調査」に依る	
情報公開	事後調査の結果を住民に説明	<ul style="list-style-type: none"> <li>・もし事前調査の結果と乖離があれば、住民との意見交換を経て、必要に応じた対策措置を講じる必要がある。</li> <li>・対策措置の立案のために予測計算を実施することもある。</li> <li>・施設稼働後の騒音・低周波音に関する状態について、密な意見交換による合意形成に努める必要がある。</li> </ul>