

[報 告]

鳥取県における発電用風車の騒音に係る調査報告

Surveillance Study Concerning the Noise of Windmills for  
Power Generation in Tottori Prefecture

十倉 毅・山本 和季・矢野 大地

TOKURA Tsuyoshi, YAMAMOTO Kazuki, YANO Daichi

鳥取環境大学紀要

第9号・第10号合併号 2012. 3 抜刷

*Reprinted from*

BULLETIN OF TOTTORI UNIVERSITY OF ENVIRONMENTAL STUDIES

Volumes 9 & 10 Mar. 2012

〔報 告〕

## 鳥取県における発電用風車の騒音に係る調査報告

### Surveillance Study Concerning the Noise of Windmills for Power Generation in Tottori Prefecture

十倉 毅・山本 和季・矢野 大地

TOKURA Tsuyoshi, YAMAMOTO Kazuki, YANO Daichi

和文要旨：2002年11月、湯梨浜町に本県初の風力発電所（発電量600kw）が建設された。そして、現在までに合計41基（東部3基、中部23基、西部15基）を数えるが、地域によっては住民から「頭痛がする、窓・障子が震える」など、超低周波音・低周波音によると思われる苦情を生じている。また、苦情の中には、回転するブレードのちらつきもある。本調査研究では、このような苦情をアンケート調査によって把握するとともに、それぞれの発電機からの発生騒音の音響測定をおこない、その実態を明らかにする。

【キーワード】 風力発電機、超低周波音・低周波音、アンケートによる苦情、音の周波数分析、シャドウフリッカー

**Abstract :** In February 2002, the first wind plant (the amount of power generation of 600kW) in Tottori prefecture was built in Yurihama-chou town. And although a total of 41 sets (3 eastern area, 23 central area and 15 western area) will be counted by the present, the complaint considered to depend on infrasonic-wave sound and a low-frequency vibration is produced from residents, such as "having a headache, a window and a shoji tremble", etc. Moreover, flickering of the braid to rotate also occurs in a complaint. In this surveillance study, while grasping such a complaint by a questionnaire, sound measurement of the sound generated from each dynamo was performed, and the actual condition was clarified.

【Keywords】 windmill for power generation, infrasonic-wave sound and a low frequency vibration, complaint by a questionnaire, frequency analysis, shadow flickering of the braid

#### 1. はじめに

##### 1-1 調査研究の背景

文献1)によれば、わが国の風力発電は、明治の中ごろ(1890年頃)、横浜に住むドイツ人貿易商が、自邸の電化のためにドイツ製発電機を設置したのに始まる。その後、1924年(大正13)には伊吹山山頂に、1926年(大正15)には千葉県夷隅郡の山上に10mの鉄塔を建て500Wの発電機が設置されているが、本格的な風力開発は、1935年(昭和10)頃から満州(現在の中国東北地方)の大陸科学院でおこなわれている。

第二次大戦後は、海上保安庁や日本電信電話公社などで風力利用の研究開発がなされ、これらは離島や南極昭

和基地で用いられている。

本格的な風力エネルギー開発は、第一次石油危機を契機に1974年から始まった「新エネルギー技術開発計画(通称サンシャイン計画)」である。以後、日本各地では、主としてヨーロッパの風力発電機が設置され現在に至るが、NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)によると、2010年3月までに約1680基が全国に設置されている。しかし、風車の増加とともに、回転に伴うブレード(翼)の風切り音、景観などの苦情が各地で相次ぎ、現在、風力発電はこれまでの陸上から洋上に向かおうとしている。洋上では、平野部の適地不足を解決するだけでなく、安定した高い平均風速により、効率のよい発

電が可能になる<sup>2) 3)</sup>。

一方、鳥取県では2002年11月に泊村（現湯梨浜町）の高台に初めての風力発電機（600kW、1基）が出現した。そして、その後に設置された発電風車は、2007年3月までに40基（鳥取市3基、北条町9基、琴浦町13基、大山町15基）を数える。

これらの風車は、鳥取県の「風力発電施設建設ガイドライン」（鳥取県生活環境部景観まちづくり課）制定が、2007年3月であることから、建設に際しては1966年の初版以降、8回改定されているNEDOの指針<sup>4)</sup>に従ったと考えられるが、同指針における問題点は、文献5)を引用した「発電風車から民家までの距離は、民家側の視点から風車先端高さまでの仰角を20°以内」としていることにある。先述の本県のガイドラインでも、先端高さ118.5mの風車を例に、風車から民家までの距離を325.5mと算出し、「約300m離すこと」としている。

また、NEDOの指針では、風車騒音の測定・評価方法にも問題がある。すなわち、発生騒音の評価にあたっては、「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）を満足すること、としているが、環境基準で用いられる騒音レベルは、人間の聴覚に合わせた騒音計の「A特性回路」で表示され、人体の体感が関与するといわれる風車特有の超低周波音（1～20Hz）、低周

波音（20～50Hz）成分を低く評価する結果をもたらす。

### 1-2 本調査研究の目的

本調査研究の目的は、すでに設置された41基の発電風車周辺における騒音等のアンケート調査をおこない、住民の心理的・生理的被害を把握するとともに、風車騒音の音圧レベル測定と周波数分析により、今後の風車設置のための基礎資料を得ることにあつた。

### 1-3 風力発電所の所在地と諸元

図1に発電所の位置、また表1には、各発電所の所在地および設置された発電機の諸元ならび事業主体などを示した。



図1 鳥取県における風力発電所

表1 風力発電所の諸元

風力発電所名 (No.)	所在地	発電容量 (kW)	寸法 (m)			建設年	製造会社	事業主体
			支柱高	翼直径	全高			
①大山 (No.1～6)	西伯郡大山町国信ほか	1,500×6基	65	70.5	100.25	'05.11	GWE	大山 WF
②名和 (7～9)	西伯郡大山町大塚	1,500×3基	65	70	100.0	'07.03	〃	〃
③高田工業団地 (10)	西伯郡大山町高田	1,500×1基	80	77	118.5	'05.01	REpower	大山町
④中山 (11～15)	西伯郡大山町塩津ほか	1,500×5基	65	70	100.0	'07.03	GWE	大山 WF
⑤東伯 (16～28)	東伯郡琴浦町森藤ほか	1,500×13基	65	70	100.0	'07.03	GWE	琴浦 WF
⑥北条砂丘 (29～37)	東伯郡北条町松神ほか	1,500×9基	65	77	103.5	'05.11	REpower	北条町
⑦湯梨浜町 (38)	東伯郡湯梨浜町	600×1基	37	45	59.5	'02.11	三菱重工	湯梨浜町
⑧鳥取放牧場 (39～41)	鳥取市越路	1,000×3基	68	61.4	98.7	'05.12	三菱重工	県企業局

## 2. アンケート調査

### 2-1 調査対象と調査方法

現在、各地の行政体は、「発電風車を民家より300m以上離す」よう指導していると考えられるが、各種のネット情報では、「300mでは不十分」との見解も多い。

そこで今回の調査では、範囲をさらに広げて発電風車から500m圏内の民家・事業所を調査対象とし、市販の

最新版「ゼンリン住宅地図」から、それぞれの風車を囲む合計692戸をリストアップした。

アンケートの設問内容を次ページの表2に示すが、作成にあたっては、回答し易いことを念頭においた。

調査に際しては、騒音被害の実態を理解するために現地ヒアリングを原則とし、留守宅および回答を拒否された場合には、数日後にアンケート用紙を郵送した。この

調査の最初の段階では、本学のプロジェクト研究「鳥取県の発電用風車の騒音に関する調査研究」に参加してくれた1、2年生のお世話になった。

アンケート調査は、2011年6月初旬の湯梨浜町風力発電所を最初として、北条砂丘・高田工業団地（8月下旬）、中山（9月初旬）、大山・名和（9月中旬）、東伯・県営放牧場（10月上旬）の各発電所を以って終了した。

表2 アンケートの設問内容

<p>Q1：あなたの年齢はおいくつですか？  <input type="checkbox"/>10代 <input type="checkbox"/>20代 <input type="checkbox"/>30代 <input type="checkbox"/>40代 <input type="checkbox"/>50代  <input type="checkbox"/>60代以上</p> <p>Q2：現在のお住まいを下から選んでください。  <input type="checkbox"/>鳥取市 <input type="checkbox"/>大山町 <input type="checkbox"/>旧名和町 <input type="checkbox"/>北栄町  <input type="checkbox"/>旧中山町 <input type="checkbox"/>琴浦町 <input type="checkbox"/>湯梨浜町</p> <p>Q3：風力発電について、下の中から選んでください。  <input type="checkbox"/>よく思っている <input type="checkbox"/>あまり関心がない  <input type="checkbox"/>あまり良く思っていない</p> <p>Q4：風力発電による騒音被害を受けている。  <input type="checkbox"/>はい <input type="checkbox"/>いいえ</p> <p>Q5：Q4で「はい」と答えた方のみ、症状ではまるものに記入してください。（複数回答可）  <input type="checkbox"/>よく眠れない <input type="checkbox"/>気分がいらいらする  <input type="checkbox"/>振動間がある <input type="checkbox"/>頭痛 <input type="checkbox"/>胃のむかつき・吐き気など <input type="checkbox"/>耳の痛み・不快感 <input type="checkbox"/>肩のこりが激しい <input type="checkbox"/>耳鳴りがやまない <input type="checkbox"/>血圧上昇  <input type="checkbox"/>頭の上に違和感がある <input type="checkbox"/>集中力の低下  <input type="checkbox"/>音、振動が止まっても続いている感じがする  <input type="checkbox"/>ガラス、壁、床が振動していて寝ることができない <input type="checkbox"/>風車をみるとストレスや不安を感じる  <input type="checkbox"/>その他（ ）</p> <p>Q6：風力発電に対するご意見、ご提案等がありましたらお書きください。          （ ）          〈ご協力有難うございました〉</p>
---

2-2 アンケートの集計結果

表3に集計結果を示す。リストアップした692戸のうち、最終的には「非居住建物、居住不明、廃屋」などを除く645戸をアンケート調査の対象とした。回収した調査票445との差、645-445=200票は「無回答、転居先不明」で、全体の回収率は68%にとどまった。また、回答者の80%が60歳以上であった。

同表における苦情数（件）は、表2の「Q4：風力発電による騒音被害を受けている。」のうち、「はい」と答えた者の数である。苦情率は、東伯発電所の44%を筆頭

表3 アンケート集計結果（2011.12.15現在）

調査地域 \ 調査項目	配布数 (件)	回答数 (件)	回収率 (%)	苦情数 (件)	苦情率 (%)
大山発電所	70	59	84	16	27
名和発電所	46	34	74	9	26
高田工業団地発電所	60	31	52	1	3
中山発電所	94	58	62	8	14
東伯発電所	46	27	59	12	44
北条砂丘発電所	59	44	75	10	23
湯梨浜町発電所	269	184	68	22	12
鳥取放牧場発電所	1	1	100	0	0
合計	645	445	69	78	18

に順次、大山発電所（27%）、名和発電所（26%）、北条発電所（23%）、中山発電所（14%）、湯梨浜町発電所（12%）へと続くが、苦情を訴えた79名の症状（表2の「Q5」参照）について、図2を得た。

また、設問「Q6」では、風力発電全般に対する意見、提案を頂いた。寄せられた主なものは、次のような内容であった。

肯定的意見

- ・まちのシンボルになっている。
- ・風車増設を希望する
- ・自然エネルギーとして期待している
- ・漁に出る時、風向きが分かって良い
- ・陸上も良いが、今後は洋上発電に期待する
- ・原発より安全で、環境に優しい、など。

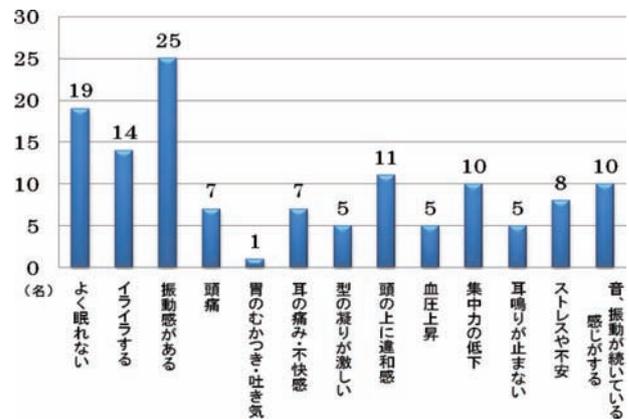


図2 苦情の訴え（「Q5」、複数回答を含む）

否定的意見

- ・風車への落雷が不安 ・回転時の影、光が気なる
- ・回転音がうるさい ・結氷が恐ろしい
- ・風車の撤去を希望する
- ・修理ばかりで電力供給が来ているのか不明である
- ・隣町住民への事前説明がなかった、など。

なお、否定的意見のうち、上位を占めた「風車への落雷が不安」については、指摘26票のうち湯梨浜町発電所が15票、北条砂丘発電所が6票を占めた。また、「回転時の影、光が気になる」(シャドウフリッカー)については、指摘24票のうち大山(6票)、名和・中山・由梨浜町発電所(各5票)が寄せられた。

今回のアンケート調査から、苦情を訴えた回答者の分布図を作成し、巻末「別図1 風力発電所周辺における苦情分布」に示した。

図中、緑丸は「発電機位置」、半径500mの円内に含まれる小さい赤丸は「苦情あり」、青丸は「苦情なし」の住戸、事業所である。

以下、各発電所で得られた結果について補足する。

大山風力発電所(No. 1~6)、名和風力発電所(No. 7~9)

(所在地西伯郡大山町国信・福尾・大塚)

本地区は、近接する風車群の中央を国道9号線が貫通し、騒音環境としては最も不利な状況にあると考えられる。とくに風車6基(No. 3、4、5、6、7、8)の円に囲まれた地区、あるいは風車3基(No. 7、8、9)に囲まれた地区では、騒音が重畳すると考えられる。

たとえば、ある地点から等距離に位置する3基の風車が同時に回ったとすれば、その地点における音響エネルギーは3倍になる。したがって、その音圧レベルL(dB)は、1台の場合の音響エネルギーをE(W/m<sup>2</sup>)、最小可聴音のそれをE<sub>0</sub>(W/m<sup>2</sup>)として、

$$L = 10\log_{10} (3E/E_0) \\ = 10\log_{10} (E/E_0) + 10\log_{10} 3$$

すなわち、1台の場合の音圧レベル10log<sub>10</sub>(E/E<sub>0</sub>)に比べて、10log<sub>10</sub>3=4.8dB ≒ 5dB 上昇する。

また、6基の場合には、10log<sub>10</sub>6=7.8dB 音圧レベルが上昇することになる。なお、上記の計算は、音源を無指向性と仮定している。したがって、風向による指向性の変化、また上空ほどブレードの風切り音が増すこと、などの条件を考慮していないが、複数の風車による音圧レベル上昇については、このような考え方で良いと考えられる。

高田工業団地風力発電所 (No. 10)

(所在地：西伯郡大山町高田)

本風力発電所は、工業団地のシンボリック的存在であり、また、周辺の一部は別荘地のため、騒音苦情は1件にとどまった。

中山風力発電所 (No. 11~15)

(所在地：西伯郡大山町岡・塩津)

5基の発電機は、海岸線に沿って建設されているが、互いに近接しているため、500m圏内の円が重複している区域で苦情が認められた。なお、現在、鳥取県には風速・風向の定点観測をしている7ヶ所の気象観測所(境・米子・塩津・倉吉・青谷・鳥取・岩井)がある。そのうち岩井を除く6ヶ所の3年間(2008~2010年)の気象庁データ(旬ごとの最大風速積算値)を図3に示すが、中山風力発電所が立地する塩津は、県内でも風況の良いことが判る。

東伯風力発電所 (No. 16~28)

(所在地：東伯郡琴浦町法万・森藤・杉下・金屋・槻下)

東西3km、南北5kmの範囲に13基の発電機が散在する。アンケート調査の対象家屋は46戸であるが、回答数27件のうち、苦情率44%で今回の調査では最も高い値を示した。その理由として、大山・名和風力発電所(No. 1~9)、中山風力発電所と同様に、半径500mの円内に重複する住戸の存在も挙げられるが、当風力発電所の場合には、隣接する北栄町の一部が500m圏内に入っており、風車建設時に事前の説明が無かったことを苦情に挙げる回答者もあった。

北条砂丘風力発電所 (No. 29~37)

(所在地：東伯郡北栄町松神・下神・国坂・江北)

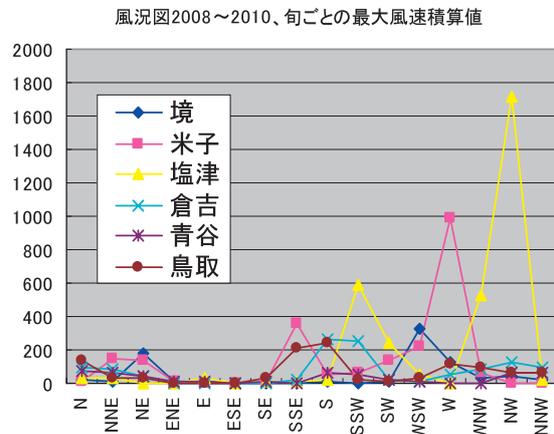


図3 県内6地域の風況図

国道9号線に沿って、東西5kmに9基の風車が存在する。アンケート調査の対象となる住宅・事業所は、西側では疎らで、東端部の集落にある風車No.35、36およびNo.37周辺で苦情の回答が認められた。

湯梨浜町風力発電所 (No. 38)

(所在地：東伯郡湯梨浜町泊)

湯梨浜町風力発電所では、風車の東側に40戸、西側に229戸、合計269戸の民家および事業所を数えた。しかし、苦情は西側の泊地区に集中した。同発電所は東西に並ぶ二つの丘の西側に建ち、東側の集落(石脇地区)からは直視できない。したがって、このことが、石脇地区で苦情を生じなかった大きな理由と考えられる。

また、泊地区のアンケート調査結果では、「落雷による苦情」が大きな割合を占めた。本県で初めて設置された風車であり、海にせり出した高台、と言う地形の特殊性もあるが、Q6の回答によれば、稼動当初は事故続きで泊地区の停電が頻発したそうである。

なお、泊地区の苦情集中は、風向も関係する可能性が考えられた。そこで、同発電所を管理する湯梨浜町に問い合わせたところ、表4を得た。同表から、家屋が開放的になる初夏から夏にかけての風向は、東風を含む傾向が認められ、これも泊地区における苦情発生の一因になっていると考えられる。

鳥取放牧場風力発電所 (No. 39~41)

(鳥取市越路)

同発電所の500m圏内には、鳥取県放牧場事務所が存在するだけであり、苦情は無かった。

表4 湯梨浜町風力発電設備風況データ (月最多風向)

	2008	2009	2010
1月	南西	南西	南西
2月	南西	南西	南西
3月	南西	南西	南西
4月	南西	南西	南西
5月	東	南西	南西
6月	東	南西	東
7月	南西	南西	南西
8月	南西	東	南西
9月	南西	東北東	西
10月	南西	南西	南西
11月	南西	南西	南西
12月	南西	西南西	南西

2-3 考察

- ① 今回のアンケート調査は、2段階(現地ヒアリング、次いで郵送配布)の手順を踏んだが、68%の回答率しか得られなかった。その主な理由は、回答者を市販のゼンリン住宅地図から抽出したことによると考えられる。とくに郡部の住宅地図は、約5年毎に改訂され、必ずしも新しい住宅情報ではないことがわかった。
- ② 500m圏内でも、予想以上に苦情率の高いことがわかった。その筆頭は、東伯発電所(44%)、次いで大山発電所(27%)、名和発電所(26%)であり、今後、風力発電所を陸上に建設する場合には、今回の調査が役立つと考えられる。
- ③ 今回の調査から、発電用風車には「騒音・振動」だけではなく、「落雷への不安」、「風車の光・影のフリッカー」あるいは「落雪・落水への不安」など、安全性あるいは心理的な問題も存在することがわかった。

3. 風車音の音響調査

3-1 調査対象と測定方法

風車騒音の距離減衰を把握するため、県内41基の各風力発電機について、受音点距離が異なる場合の騒音測定を2011年8月中旬から開始した。受音点は、それぞれの風車から15m、30m、60m、120mおよび240m離れた風下の高さ1.5mの位置である。

風車騒音の測定方法については、すでにIEC61400-11およびこれを邦訳したJIS C1400-11「風力発電システム-第11部：騒音測定方法」が存在する。しかし、これらの測定法では、風の影響を避けるため、平板上平面内あるいは地表面にマイクロホンを設置するなど、風車音の厳密な測定に重きが置かれ、実生活の環境測定を目的とした測定方法とは言い難い。また、わが国では現在、測定法に関するさまざまな取組みが環境庁、NEDOの支援のもとに実施されている<sup>6)~15)</sup>のが実情である。

そこで今回の測定は、わが国の交通騒音測定などで一般的になっているJIS Z 8731「騒音レベル測定方法」によることとし、防風スクリーンを装着した低周波精密騒音計NA-18、およびリアルタイム分析器SA-30(いずれもリオン社製)を用い、A特性音圧レベル(騒音レベル)、P特性音圧レベル(平坦特性)、C特性音圧レベルを順次測定した。また、同時にそれらの音を周波数分析(1/3オクターブバンド、1.6Hz~2,500Hz)した。

各受音点から風車までの距離測定には、距離計LASER 550AS(オリンパス社製)を用いた。

### 3-2 測定結果

#### (1) 風車音のA、P特性値

騒音計のA特性、およびP特性による差異の一例として、中山風力発電所1号機から30mの位置における1/3オクターブごとの分析結果を図4に示した。図中、P特性は騒音計への入力レベルそのものである。A特性は低音で鈍い人間の聴感に合わせた聴感補正回路によるレベルであり、AP (All Pass) はそれらの各成分をエネルギー的に合算したレベルである。

#### (2) 風車音の距離減衰

今回の測定で得られた5ヶ所の発電所における音圧レベルAP値を図5に示した。図中、青色マークはP特性、赤色はA特性値である。図中の各値は、風向・風速・ブレード回転数・気温・暗騒音の影響、などの諸条件を考慮しない測定値そのものであるが、同一型式の多数個風車であれば、距離減衰についてある程度の傾向が把握できるものと考えた。そして、このような考えからそれぞれの受音点における平均音圧レベル(エネルギー平均値)を算出し、全体の傾向を知ることにした。(図6)

なお、高田工業団地発電所では、周辺の工場騒音、湯梨浜町発電所および鳥取県放牧発電所では地形の特殊性(丘陵、山)のため、遠距離データが得られず、今回の報告から割愛することとした。

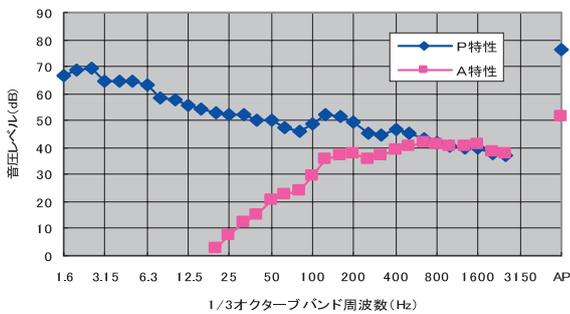


図4 風車騒音の周波数分析結果 (A、P特性値)

#### (3) ブレードの先端速度と音圧レベル

受音点15、30、60、120、および240mにおいて、風車音の音圧レベル測定時に、風車の回転数も計測した。

風車の1回転に要する時間をP(sec)、ブレード半径をr(m) とすれば、ブレードの先端速度v(m/s) は、

$$v = 2\pi r/P \quad [\text{m/s}]$$

で表現される。

本稿では、紙数の関係で図7に大山風力発電所の測定例を示すにとどめるが、どの受音点においてもブレードの先端速度増加につれて、風車音の大きくなることが判る。

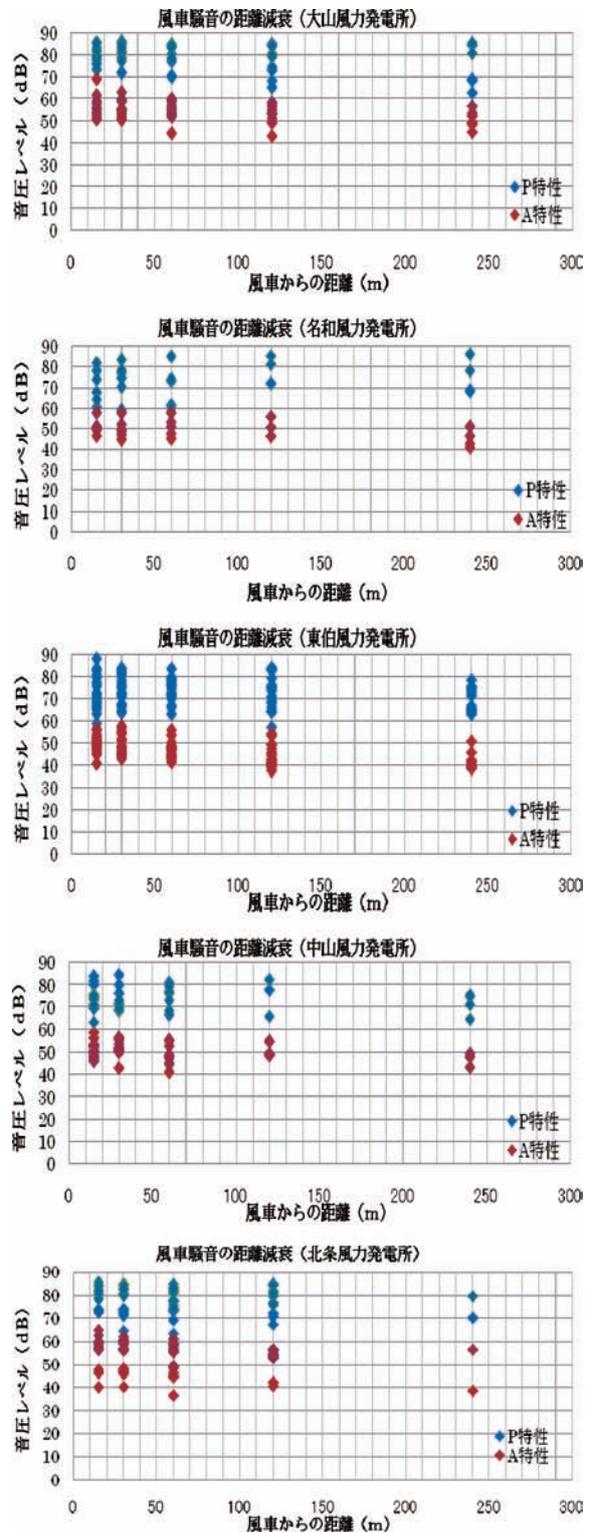


図5 各発電所における騒音の距離減衰 (2011.12末現在)

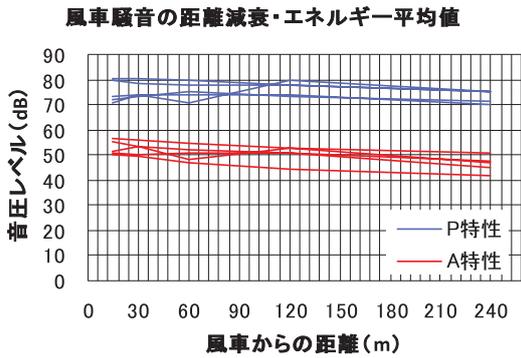


図6 5発電所における距離減衰の定性的傾向

3-3 考察

① 「騒音に係わる環境基準（平成10年環境庁告示）」では、最寄りの住宅等において、基準値（昼間50～60デシベル、夜間40～50デシベル）を満足することと規定している。単位「デシベル」はdB・A、すなわち騒音計のA特性で測定された値である。しかしながら、図4からも明らかなように、dB・A表示では、風車特有の超・低周波音を最初からカットして評価することになる。

超・低周波音による人体への影響については、「超低周波音12.5Hz、16Hzや可聴音31.5Hz、40Hz成分が卓越すると、腹・胃部等の振動・圧迫感を感じる」の記述<sup>16)</sup>に見るごとく、聴覚だけではなく、人間の体腔共鳴も関係するようである。近年の論文にも、「心身への生理的影響については、いまだ生理学的にも工学的にも解明されていないので、今後この分野の研究は、聴覚から体性感覚系に着目点を移すことが必要である」<sup>17)</sup>、との見解がある。

② 図5および図6から、風車騒音の距離減衰の傾向を知ることが出来るが、減衰の勾配はゆるやかで、規則性に乏しいことが判る。今回の測定は風下側で実施したものである。したがって、風車騒音が風に乗って遠くまで伝播する可能性を示すとともに、受音点が遠くなるほど草木のそよぎ、交通騒音、潮騒などの暗騒音が影響すると考えられる。

③ 風車騒音は、主としてブレード先端の風切り音であるが、上空では風速とともに、風切り音も増す。「風速のべき法則」によれば、風車の設置されるような野原、畑地における風速Vは、z (m)を鉛直高さとして、

$$V \propto z^{0.28}$$

で表現される。

たとえば、中山、東伯両発電所に設置された発電機のブレードの上端高さは100m、下端は30mであ

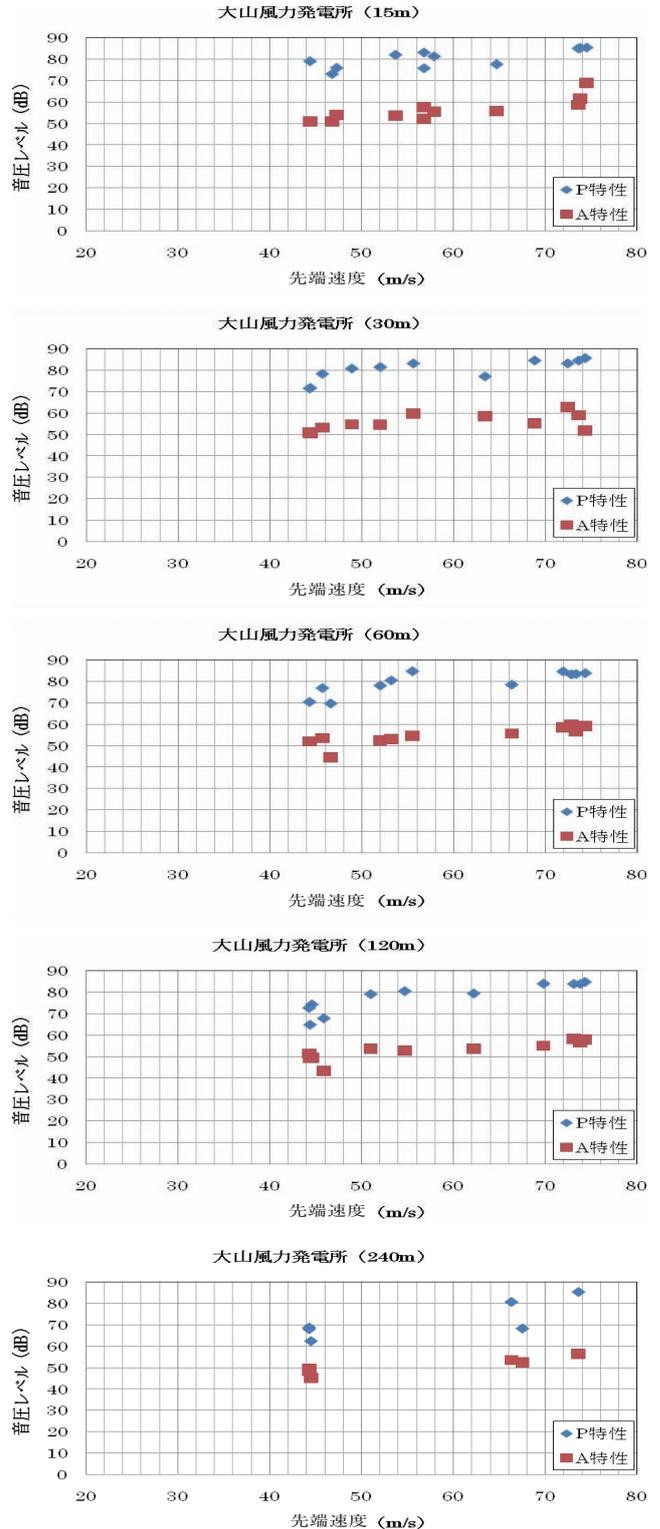


図7 ブレードの先端速度と音圧レベル

るから、上端、下端におけるVの比率は、(3.63/2.59)=1.40となり、上端の速度は下端より40%増すことになる。

したがって、風車騒音の距離減衰は、音を増減し

ながら回転する3音源をモデルにすればよい、と考えられるが、その予測方法は今後の課題である。

- ④ 風車騒音の音圧レベルについては、これまで風速との関係に重きが置かれてきたと思われる。しかし、ブレードは風速に応じてピッチ（角度）が変わるため、風速と回転数とは比例しない。したがって、今後はブレードの先端速度と音圧レベルとの関係について着目すべきと考える。

#### 4. まとめ

- 1) 今回の調査研究は、県内全域の風力発電所を対象にした点で、わが国でも初めての試みである。
- 2) 風車から500m圏内でも「苦情」を生じる今回のアンケート調査から考えて、鳥取県風車建設ガイドラインに示された発電機・民家間の最低距離「300m」は、今後、再検討されなければならない課題である。
- 3) 風車の設置に当たっては、民家までの距離だけではなく、風車群によって囲まれることによる音圧レベルの上昇を考慮しなければならない。

#### 謝辞

本調査研究は、平成23年度鳥取県環境学術研究振興事業の補助を受けたものであり、その開始にあたっては、鳥取県生活環境部景観まちづくり課、および環境立県推進課各位のご指導を得た。また、アンケート調査にご協力頂いた各位に心よりお礼を申し上げたい。

#### 参考文献

- 1) 牛山 泉；風力発電の歴史・その11（日本における風力発電の歴史）、太陽エネルギー、Vol.37.No.5、2011、pp. 51~62
- 2) 牛山 泉；風力発電の今、OHM 9月号、2011.9、オーム社、pp. 17~20
- 3) 井上俊司；浮体式洋上風力発電の開発動向、OHM 3月号、2011. 9、オーム社、pp. 21
- 4) 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（初版1996~改定9版2008）
- 5) 小林武和；土木施設景観の計量心理的評価手法に関

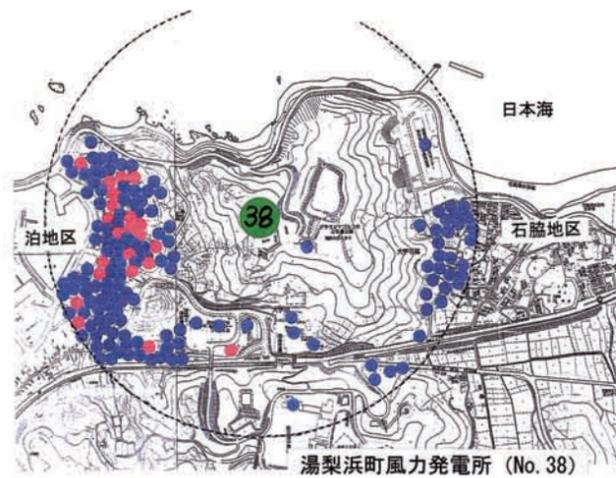
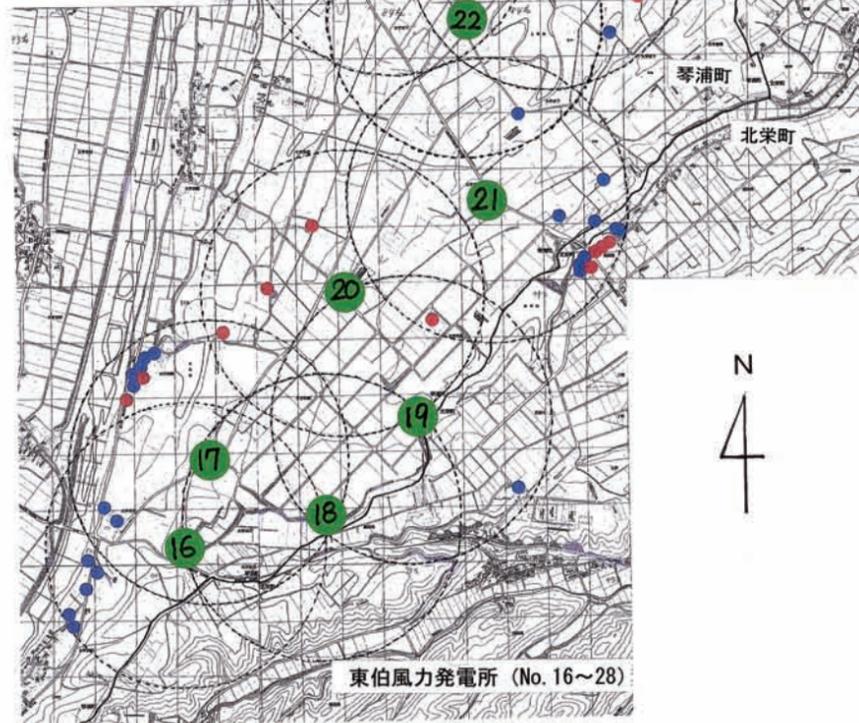
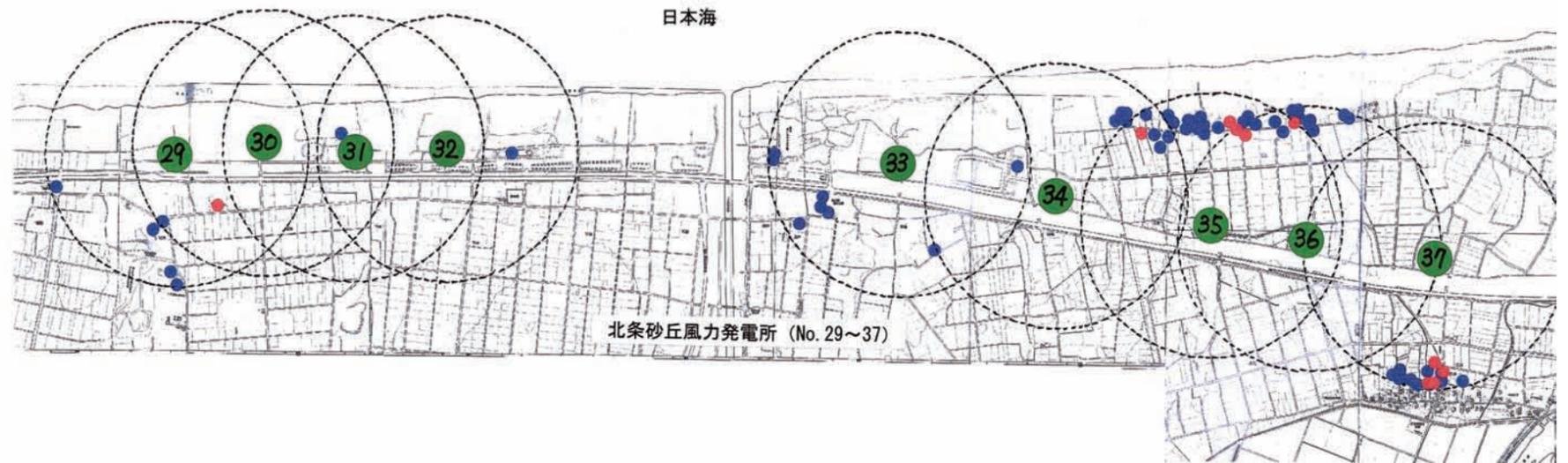
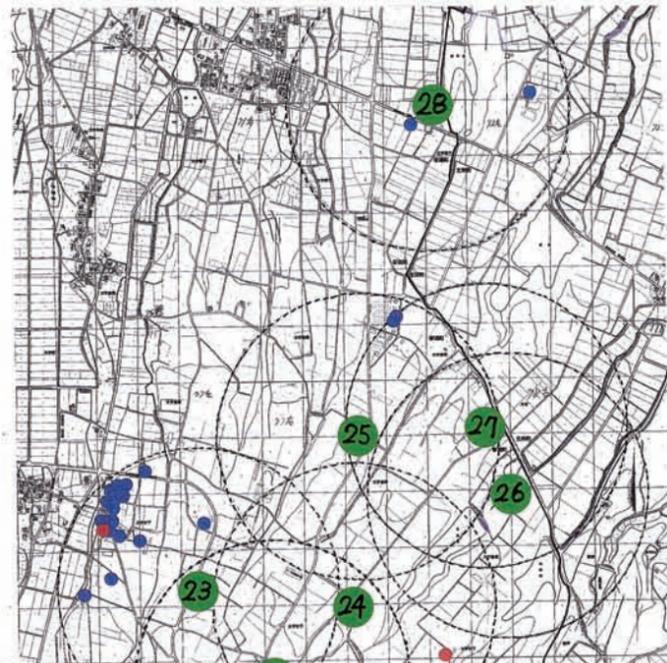
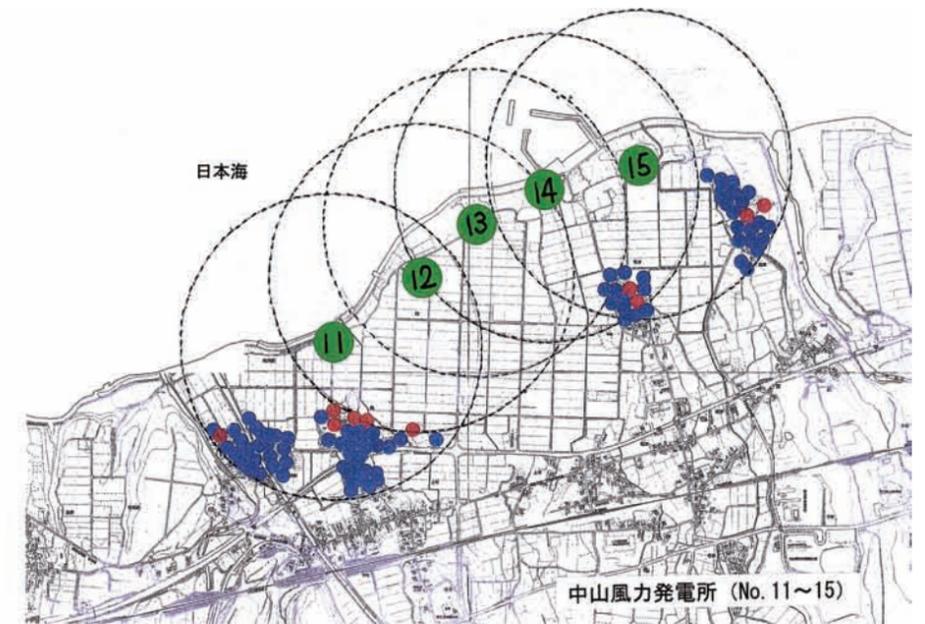
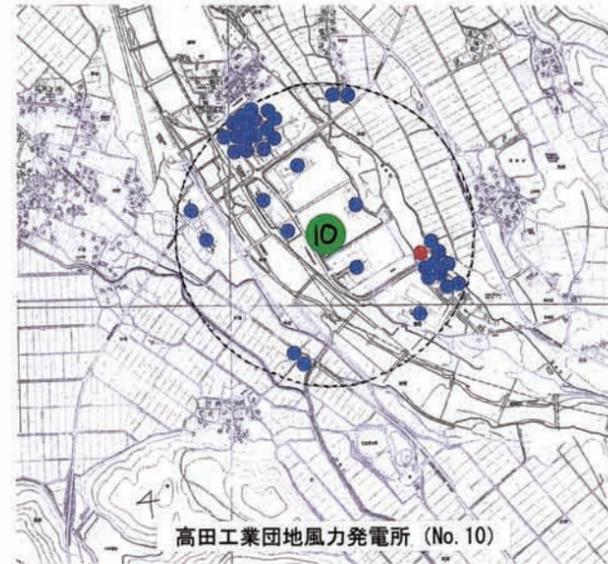
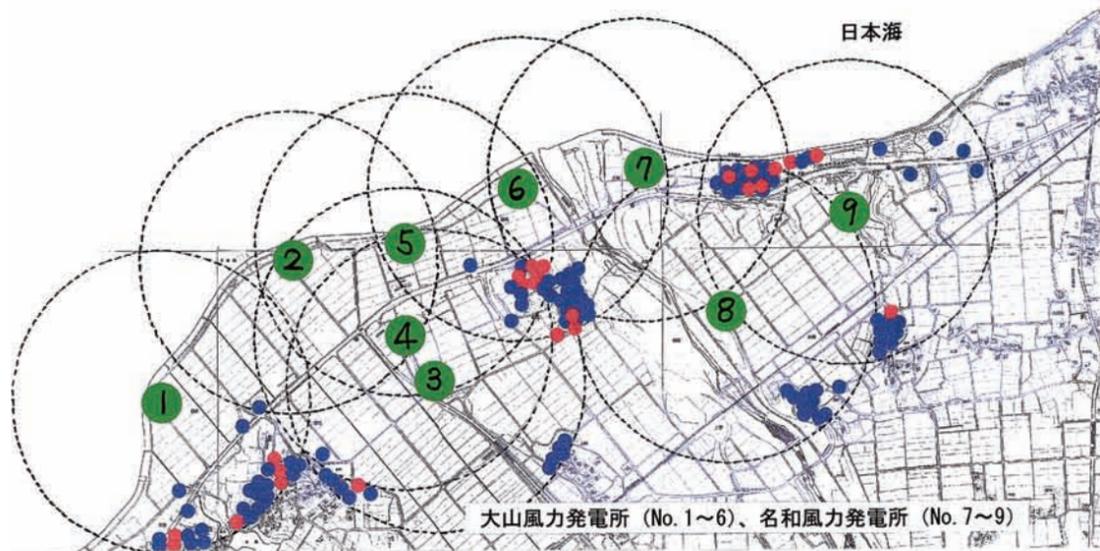
する研究、土木学会年次学術講演会講演梗概集第4部、1976

- 6) 大石 力、牧野康一、落合弘明；低周波音測定におけるマイクロホン高さの検討、日本騒音制御工学会秋季研究発表会講演論文集、2011. 9、pp. 149-152、
- 7) 落合弘明ほか6名；低周波数域に主成分を持つ騒音計測用小型防風スクリーンの検討、（出典：文献6に同じ）、pp. 153-156、
- 8) 丹羽尚史、ほか12名；低周波音測定における風ノイズの影響に関するフィールド予測式の検討、（出典：文献6に同じ）、pp. 157-160、
- 9) 今泉博之；諸外国における風力発電に伴う騒音等の測定・評価方法、（出典：文献6に同じ）、pp. 169-172、
- 10) 落合弘明；風力発電施設からの騒音の測定方法について、（出典：文献6に同じ）、pp. 177-180
- 11) 河野恵介ほか7名；風車音計測システムに関する検討と調査事例、（出典：文献6に同じ）、pp. 173-176、
- 12) 矢野博夫、大田達也、橘秀樹；風車の immission 測定に用いる計測システムの開発、（出典：文献6に同じ）、pp. 181-184、
- 13) 福島昭則ほか3名；風車騒音の評価量と周波数特性の分析方法、（出典：文献6に同じ）、pp. 185-188、
- 14) 山本和寛ほか3名；風力発電施設周辺における残留騒音の推定方法、（出典：文献6に同じ）、pp. 193-196
- 15) 内田英夫ほか3名；風力発電施設周辺地域における騒音・低周波音の音圧レベル頻度分布、（出典：文献6に同じ）、pp. 197-200
- 16) 時田保夫編；音の環境と制御技術／第1巻・基礎技術、フジテクノシステム社発行、2002. 2、pp 50
- 17) 岡田健；風車から放射される超・低周波音と生理的影響、（出典：文献6に同じ）、pp. 161-164

以上

（受付日2011年11月15日 受理日2011年12月21日）

別図1 風力発電所周辺における苦情分布



凡例：半径 500m 圏

