

<報 文>

「音色の目安」作成調査結果について*

(騒音小委員会)

小山 佑介**・城 裕樹**・町田 哲***

石橋 雅之****・佐々木 裕也*****・菊地 英男*****

キーワード ①騒音苦情 ②音色の目安 ③周波数特性 ④環境騒音 ⑤騒音の目安

要 旨

2007年度と2008年度の2か年で実施した「騒音の目安」は、騒音の発生源とそのレベルを市民目線のわかりやすいかたちで表現しており、メディア等で引用されるなど、騒音を理解するためのツールとして公表から10年経過した今も幅広く活用されている。一方、近年においては様々な周波数帯における騒音苦情が発生しており、また、測定機器の進歩により周波数分析が比較的容易にできるようになったため、当該分析の機会が増えつつあるが、比較参照用の周波数分析データは充足できていない。そこで騒音小委員会では環境騒音の周波数特性、すなわち「音色」に着目し、「騒音の目安」で調査対象とした騒音項目に周波数情報を付すための調査を実施することとした（「音色の目安」の作成）。

今回、「音色の目安」として新たに収集した周波数情報によって、一般の環境騒音に関する周波数特性を示すことができた。取りまとめたデータは、今後騒音行政や環境学習における基礎資料となることが期待される。

1. はじめに

全国環境研協議会では、2007年度から2008年度にかけて様々な場所の騒音の大きさについて大規模な調査を行い等価騒音レベルのデータベースを構築するとともに「騒音の目安」を作成し、一般市民に向け情報提供を行ってきた⁽¹⁾。この「騒音の目安」は騒音の発生源とそのレベルを市民目線のわかりやすいかたちで表現しており、メディア等で引用されるなど、騒音を理解するためのツールとして公表から10年経過した今も幅広く活用されている。

環境騒音を構成する音源は時代とともに変化していくため、「騒音の目安」については、今後も継続的な更新が求められる一方、これらに新たな価値を加えることで、市民の騒音に関する理解を深め、苦情発生の抑止につながることも期待される。例えば、新宿の繁華街における喧騒と奥多摩の山地における環境騒音レベルが同じ70dBであったとしても、人が騒音として受け取る感覚には個人差があり、大きく異なっている。この騒音レベルだけ

では理解できない要素に関しては、感覚公害としての騒音の取り扱いの難しさを感じる一方で、わかりやすく表現することさえできれば、環境騒音問題を理解するための必要な情報として有用である。すなわち、騒音レベルでは足りない要素を客観的な数値やグラフで示すことができれば、より高度な騒音苦情対応にも資することができると考えられる。

そこで、騒音小委員会では音の3要素の一つとして知られている騒音の周波数特性、すなわち「音色」をこの要素の一つとして捉え、これに着目し、地域性を考慮した調査を実施することとした（「音色の目安」の作成）。

調査は、表1に示す地方環境研究機関が共同で行った。調査期間は、主に人が生活する環境を調査対象とした第1期調査（2013年度から3年間）に加え、測定環境の偏りや測定件数の不足を補うことを目的とした第2期調査（2016年度から3年間）と合わせ、計6年間実施しており、測定件数は502件となった。本稿では、それらを取りまとめた結果を報告する。

* An Investigation of the New Index of the Tone Color in Japan

** Yusuke KOYAMA, Hiroki JO(さいたま市健康科学研究センター) S. C. Institute of Health Science and Research

*** Satoshi MACHIDA(長野県環境保全研究所) Nagano Environmental Conservation Research Institute

**** Masayuki ISHIBASHI(千葉県環境研究センター) Chiba Prefectural Environmental Research Center

***** Yuya SASAKI(山梨県衛生環境研究所) Yamanashi Institute for Public Health

***** Hideo KIKUCHI(宮城県保健環境センター) Miyagi Prefectural Institute of Public Health and Environment

2. 調査方法

本調査では、「騒音の目安」の各データに周波数分析結果を付加することを目標にデータの収集を行った。そのため、調査対象は一般の市民が日常で接する音源・音環境を想定し、「騒音の目安」調査と同様に、一般の地域（屋外）、交通施設の周辺地域（屋外）、人の集まる施設等（屋外）、自然地域（屋外）、交通機関の車内（屋内）、一般の建物内（屋内）及び特別な場所の7つの調査区分に大別し、その中で様々な調査対象項目を設定した（表2）。測定は通常想定される一般市民の騒音暴露状況を反映し、かつ周辺の環境が平均的な日及び場所を選択し、環境代表性のある測定となるように留意した。また、測定者による測定方法の差が出ないように、測定・評価手法の詳細について記載した「「音色の目安」調査に係る騒音測定マニュアル（以下、「測定マニュアル」という。）」を作成し、調査方法の統一を図った⁽³⁾。

評価指標は、等価騒音レベル（ L_{Aeq} ）、最大騒音レベル（ L_{Amax} ）及び一般に人が聴くことができる音の周波数範囲（20Hz～16kHz又は20kHz）の周波数帯における1/3オクターブバンド毎の平坦（Z）特性音圧レベルとした。測定は、時間重み付け特性を（F）Fastとし、マイクロホン高さを原則地上1.2mとした。測定時間は10分間とし、除外すべき音を除く処理は、有人測定の場合はサウンドレベルメータの機能により行い、無人測定等で連続測定する場合は1分間隔で10分以上測定し、除外すべき音が混入した1分間値を除外し10分間値とした。サウンドレベルメータの保持に関しては、測定場所の多様性を考慮し、三脚設置方式（三脚を固定する方法、移動しながら測定する方法）、手持ち方式（静止して測定する方法、移動しながら測定する方法）の4種類を採用した。

表1 調査協力機関（第1期：2013.4～2016.3）

◎宮城県保健環境センター	新潟県保健環境科学研究所
○千葉県環境研究センター	神奈川県環境科学センター
○山梨県衛生環境研究所	さいたま市健康科学研究センター
沖縄県衛生環境研究所	
（第2期：2016.4～2019.3）	
宮城県保健環境センター	◎千葉県環境研究センター
○長野県環境保全研究所	○さいたま市健康科学研究センター
愛知県環境調査センター	京都府保健環境研究所

表中◎は小委員長、○は幹事機関を示す。

3. 調査結果

調査対象項目ごとの調査件数を表2に示す。本稿では、測定した50の調査対象項目から環境代表性のある騒音（比較のために測定を実施した特定騒音も含む）として、調査件数が5以上となった39項目及び調査件数が5

未満であっても他項目との比較に有用と思われる7項目（山間の戸建て住宅地（昼間、夜間）、学校周辺、滝、航空機、パチンコ店、保育園）について評価を行った（この際、同じ状況下で連続して測定を行った場合の調査件数は、測定の件数分加算することとした。）。また、得られた結果は、調査対象項目ごとに算術平均したグラフを図示した。

表2 調査区分、調査対象項目及び調査件数

調査区分	調査対象項目		調査数 (件)	
一般の地域 (屋外)	高層住宅地域		昼間 9 夜間 2	
	戸建て住宅地域	都心部	昼間 14	
		近郊部	昼間 20	
			夜間 6	
			昼間 3	
		山間部	夜間 4	
	エネファーム稼働音		8	
	交通施設の周辺地域 (屋外)	道路周辺地域	主要幹線道路	昼間 8
		幹線道路	昼間 28	
空港周辺地域		展望デッキ・近隣公園		10
人の集まる施設等 (屋外)	公園		10	
	学校周辺		4	
	公園		5	
	竹林（観光地）		7	
自然地域 (屋外)	生き物の声	蟬の鳴き声	20	
	自然地域	海辺	12	
		滝	3	
	山村地域	田畑	5	
交通機関の車内 (屋内)	新幹線・鉄道車内	在来線	57	
		地下鉄	11	
		特急電車	32	
		新幹線	23	
		トロッコ列車	5	
	乗用車内	一般道	21	
		高速道	12	
	バス車内	一般道	10	
		高速道	10	
	その他交通機関	航空機	4	
観光船		2		
一般の建物内 (屋内)	飲食店内	喫茶店	5	
		ファミレス	9	
		居酒屋・宴会場	15	
		書店	5	
	商業施設内	ホテルの部屋	11	
		パチンコ店	1	
		ショッピングセンター	6	
		駅ナカ・改札内側	8	
		役所の窓口周辺	5	
	公共・教育関連施設内	図書館	7	
		保育園	4	
		その他公共施設	3	
		住居内	高層住宅	昼間 5
				夜間 5
	戸建て		昼間 13	
夜間 13				
乳児の泣き声		10		
特別な場所	工事現場周辺（屋外）		5	
	工場・研究所等	屋内	5	
		屋外	2	
502				

3.1 一般の地域（屋外）

一般の地域（屋外）では、調査対象項目として、高層住宅地域と戸建て住宅地域に分類し、後者はさらに都心部、近郊部（町の戸建て住宅地）、山間部に分けて、それぞれ昼間と夜間において調査を行った。また、家庭用燃料電池コジェネレーションシステムの稼働音（屋外測定）も住宅環境における指標の一つとして測定した。その結果を図1に示す。一般の住宅環境における騒音は、先の家庭用燃料電池コジェネレーションシステム（エネファーム）のほか、人や車の通行音、会話音、鳥や虫の鳴き声（夏場は特に蟬）、エアコンの室外機、草木が揺れる音、風切り音といった多様な音源から構成されており、

各要因の影響の度合いで全く異なる周波数特性となるのが特徴である。こうした理由から個々の測定結果を調べると個性的な周波数特性を示す住宅環境であるが、算術平均した各項目の周波数特性の結果はどの住宅環境も緩やかな右肩下がりとなっていた。こうした傾向の中、山間や町の戸建て住宅地の夜間では、蛙の鳴き声や虫の音がした際に関係する周波数帯で音圧レベルが大きくなる様子が確認できた。

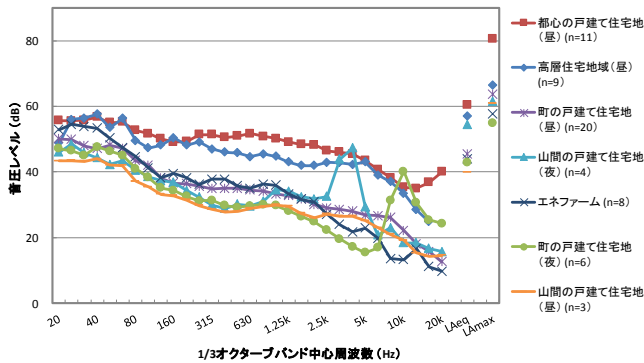


図1 一般地域（屋外）における周波数分析結果

3.2 交通施設の周辺地域（屋外）

交通施設の周辺地域（屋外）では、道路交通騒音と航空機騒音の影響が及ぶ場所を調査対象とした。道路交通騒音は幹線道路付近で測定し、規模によって分類して評価した（片側3車線以上の場合を主要幹線道路とした）。また、航空機騒音は、空港の展望デッキ及びその近隣公園で測定した。結果を図2に示す。車道付近における騒音の主な音源は大型車を中心とした自動車走行音、空港周辺では、航空機騒音が大きく関与しており、いずれも低周波数側から1.25kHz帯にかけて60dBを超える音圧レベルを示した。道路に関して、一般的な幹線道路と主要幹線道路では、全体的な音圧レベルの大きさは主要幹線道路の方が大きい、周波数特性は似ており、いずれも40Hzと1kHzにピーク形状を有する周波数特性を示した。

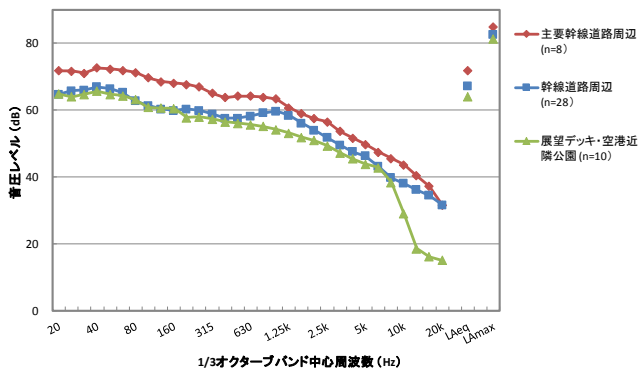


図2 交通施設の周辺地域（屋外）における周波数分析結果

一方、空港の展望デッキ及び空港近隣公園では、10kHz以下は道路環境と類似の傾向を示したが、高周波数側では極端に下がる周波数特性を示した。これは航空機由来の騒音が10kHzより低周波数側であることを示唆している。

3.3 人の集まる施設等（屋外）

人の集まる施設等（屋外）では、公園や学校周辺等を対象として調査した。結果を図3に示す。本調査区分において今回調査対象とした項目は、住宅街に位置する例が多かったことから先の一般の地域（屋外）と類似性の高い環境であり、周波数特性も同じような右肩下がり傾向となった。各項目の特徴を比較してみると、125Hz～2kHzの周波数帯で公園は音圧レベルが小さく、子供の遊ぶ声や大人の話し声が入ってくる公園や竹林（観光地）では同じ周波数帯でも音圧レベルは中程度を示していた。また、学校周辺では子供の声の周波数帯とされる1kHz～2kHz⁽⁴⁾を中心に音圧レベルが大きくなるといった傾向を示し、含まれる音源による違いがみられた。

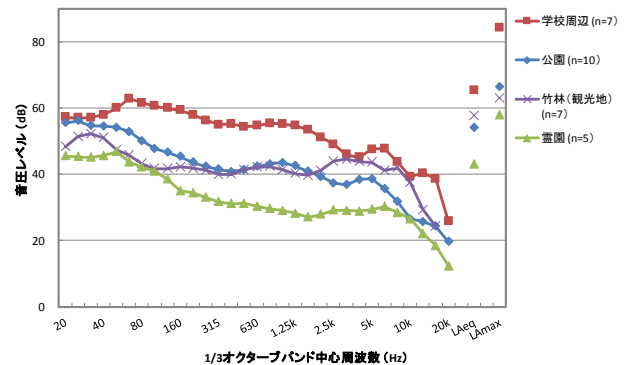


図3 人の集まる施設等（屋外）における周波数分析結果

3.4 自然地域（屋外）

自然地域（屋外）では、海辺、滝、山村の田畑周辺において調査を実施した。また、本調査区分全体を通して調査の多くを夏に実施していることから、夏の屋

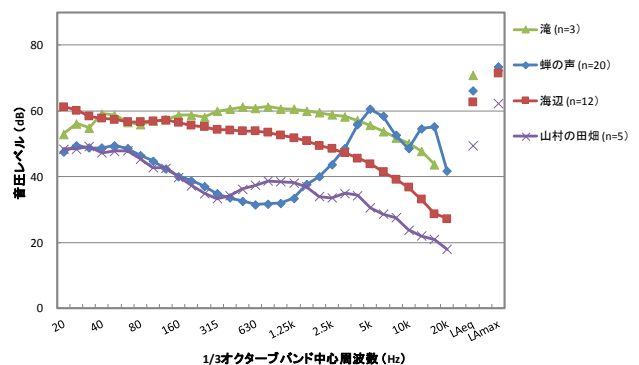


図4 自然地域（屋外）における周波数分析結果

外における騒音環境に大きく影響する蟬の鳴き声についてもサンプリングを行った。測定結果を図4に示す。海辺や滝周辺といった騒音環境は、さざ波や水の音といったほぼ単一の音源からなるもので、周波数特性はシンプルで緩やかな曲線であった。蟬は主として日本の広範囲に生息するアブラゼミを対象としており、その鳴き声は、5kHz～6.3kHzと12.5kHz～16kHzに2つの山を成す特徴的な周波数特性を示すことがわかった。

3.5 交通機関の車内（屋内）

交通機関の車内（屋内）では、一般に利用できる公共交通機関を中心に鉄道、航空機、自動車等を対象とした。鉄道関係の測定結果を図5及び図6に、自動車及び航空機を図7に示した。

鉄道関係は、まとまった調査件数が得られたため、測定時の記録を基に次のように細かく分類し評価した。在来線は、気動車と電車に区分し、電車は、さらに乗車時に特急券やライナー券といった乗車券以外も必要な列車・車両（以下「特急車等」という。）と乗車券だけで乗れる列車・車両（以下「一般車」という。）に区分して比較した。本調査区分では、車両走行音や動力が主な音源であるものが多く、他の調査区分に比べて整った結果が得られ、いずれも右下がりの直線的又は曲線的な周波数特性であった。しかし、その傾きや曲線の形状は様々であり、車両の種類や走行区間によって音色に個性が出ることもわかった。例えば、図5において、新幹線の周波数特性は50Hzで卓越した後、周波数が高くなるにつれて直線的に下がる傾向を示す一方で、在来線は63Hzで最大となった後、わずかに上へ凸な曲線を描きながら周波数が高くなるにつれて直線的に下がる傾向であった。本稿では詳細な考察には至らなかったが、50Hz～63Hzにおけるレベルの上昇は電源周波数由来であると考えられるため、今後は走行する地域の電源周波数による影響の検討が必要であると思われる。その他、電車特急車等は気動車や電車一般車より直線的であるという違いも確認できた。

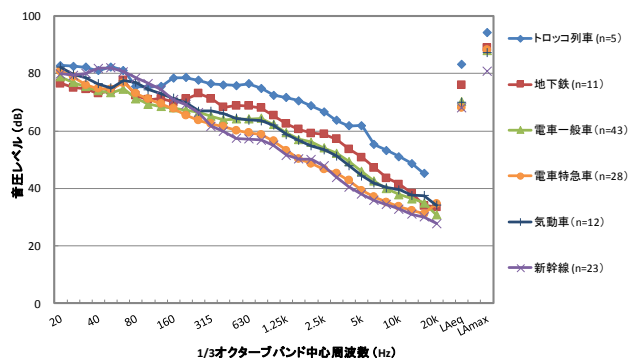


図5 交通機関の車内における周波数分析結果 (1)

また、電車一般車を調査時の記録から動力のある車両（以下、「動力車」という。）と無い車両（以下、「付随車」という。）が特定できるデータについても比較を試みたが、大きな差は確認できなかった（図6）。

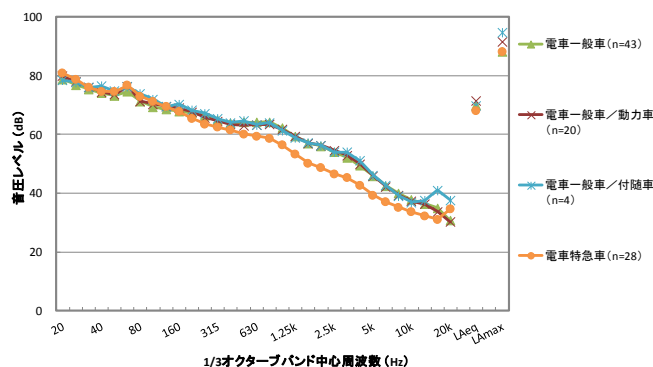


図6 交通機関の車内における周波数分析結果 (2)

自動車は、乗用車（一般道走行、高速道走行）及びバス（一般道走行、高速道走行）を対象とした（図7）。自動車の車内では、低周波数側の音圧レベルが大きく、周波数が高くなるにつれ直線的に右肩下がりとなる周波数特性となった。一般道と高速道を走行した場合を比較すると、乗用車では高速道走行時に100Hz～5kHzの間でわずかに音圧レベルが大きくなる傾向が見られた。これは乗用車がバスに比べ、高速走行時に気流の乱れをおこしやすい形状であり、その影響が示唆される⁽⁵⁾。

一方、航空機は50Hz～400Hzを最大とする山状の周波数特性となった。

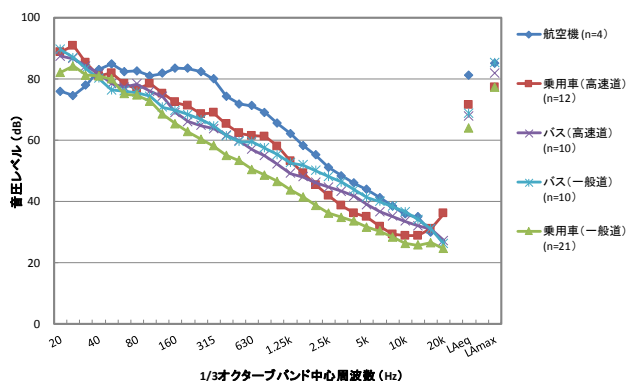


図7 交通機関の車内における周波数分析結果 (3)

3.6 一般の建物内（屋内）

一般の建物内（屋内）の調査は、飲食店、商業施設、公共施設及び住居を対象とした。また、住居では、乳児の泣き声も調査対象とした。飲食店及び商業施設の測定結果を図8に、公共施設及び住居の測定結果を図9に示す。この調査区分は、人の生活・行動エリアという点で共通しており、周波数特性に人の声（会話音）の影響による違いがみられた。商業施設であればホテル室内や書店は

静かな環境であるためか、暗騒音由来の低調な右肩下がりの周波数特性となっているが、喫茶店、ファミレス、ショッピングセンター、居酒屋の順に人が増え、にぎやかになるに従い、会話音が音源となる周波数帯（160Hz～2kHz）の音圧レベルが大きくなり、徐々に弧が描かれていく様子が確認できた。

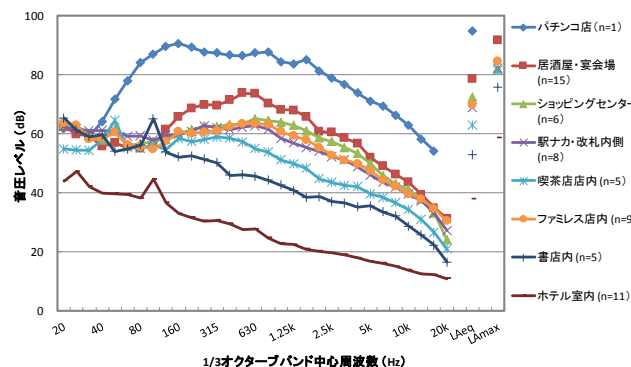


図8 一般の建物（屋内）における周波数分析結果(1)

また、戸建ての居住環境においても同様の周波数帯を見ると夜間では音圧レベルが小さく、昼間は大きくなるのがわかり、ここからも人の声が支配的となっている状況が伺えた。高層住宅屋内における騒音レベルが昼夜逆転しているのは、測定時、昼は留守宅、夜は生活音として家電の音が入っていた影響があると考えられる。

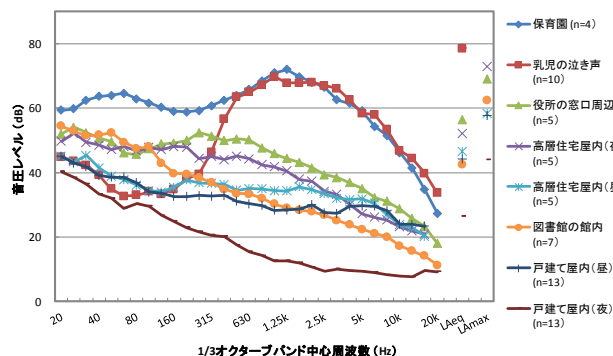


図9 一般の建物（屋内）における周波数分析結果(2)

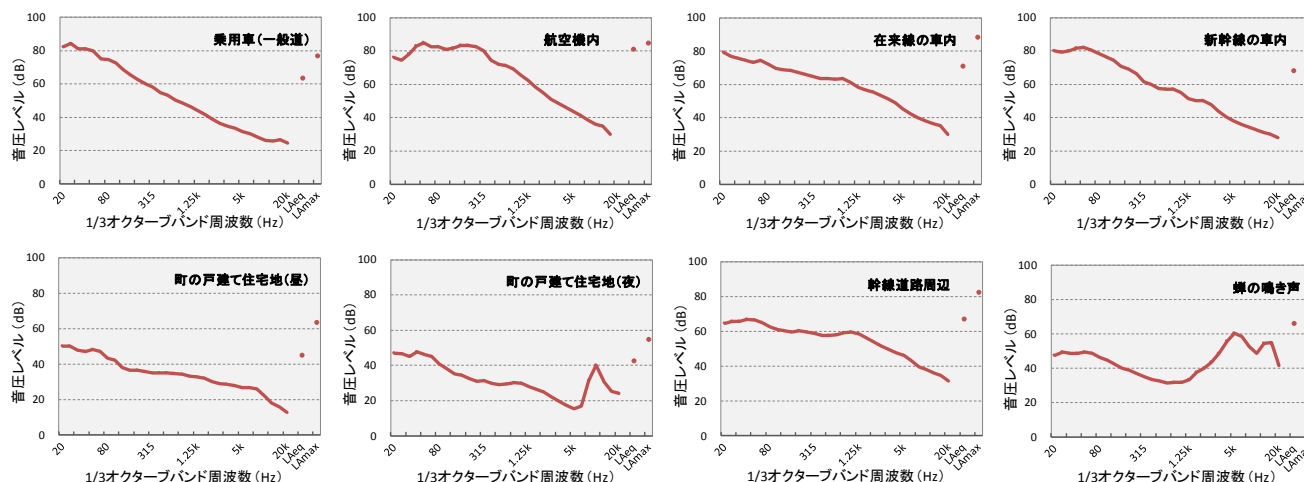


図11 音色の目安の一覧

また、子供の声が主体となる保育園は、子供の声の周波数帯とされる1kHz～2kHz⁽⁴⁾にピーク状の周波数特性を示すこともわかり、指標の一つとして測定した乳児の泣き声とも整合の取れる結果であった。

3.7 特別な場所

特別な場所としては、工場等屋内及び常時作業音が発生している工事現場等を対象に調査を実施した。結果を図10に示す。ここでの測定対象は、重機や焼却炉、脱水機といった大型の設備のある場所で、通常一般の市民が暴露されないような騒音環境である。その周波数特性は歪であるが、総じてどの周波数帯も音圧レベルが大きいものであった。

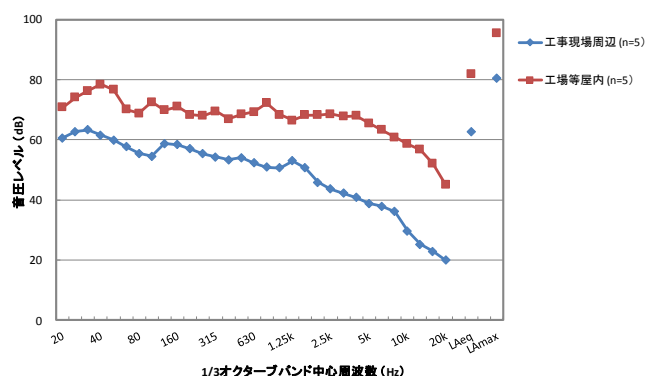


図10 特別な場所における周波数分析結果

4. 「音色の目安」の作成

得られた周波数特性の結果を「音色の目安」として、「騒音の目安」のように市民向けにわかりやすく示し、騒音分野に深い知識をもたない人であっても「音色」を視覚的にとらえることができれば、苦情対応、その他研究材料としても活用できるものと考えられる。

今回は「音色の目安」作成の試みの初期段階として、先に得られた各分類における周波数特性の結果から特徴の見られた騒音環境を巻末に示す（図11）。

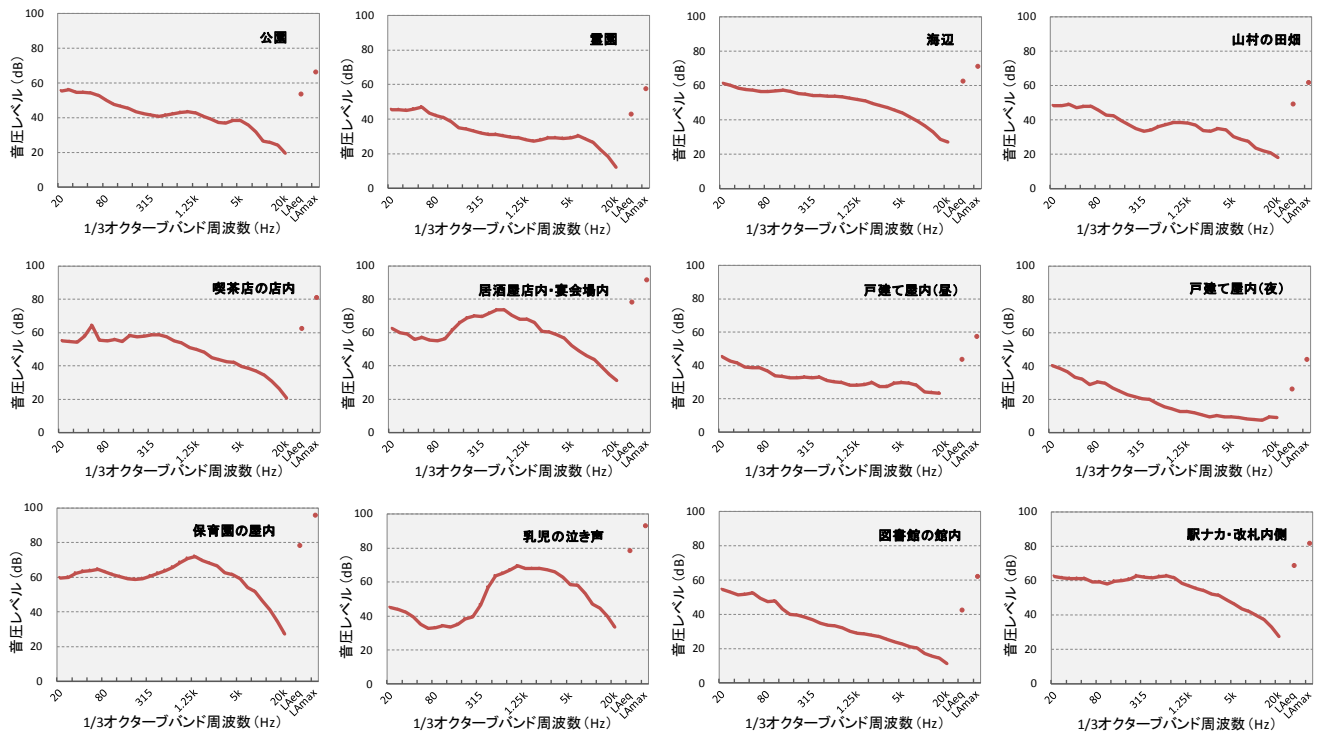


図11 音色の目安の一覧（続き）

5. おわりに

「騒音の目安」に周波数特性に係る情報を付すことを目的として、各騒音環境について周波数分析調査を実施した。この音色の目安に関する調査では502件のデータを収集し、一般環境等における種々固有の周波数特性を示すことができた。一方で、特定騒音の影響が強く出てしまったケースや、調査件数が不足して評価に至らなかった項目が存在するなど、継続した調査、検証、データの補完が必要であると考え。今後は、収集したデータを市民に還元するため、電子情報版等のコンテンツ作成に取り組んでいきたいと考えている。

最後に、調査にご協力頂いた騒音小委員会委員及びオブザーバーとして会議にご参加頂いた各研究機関の諸氏に感謝を申し上げる。

6. 参考文献

- 1) 末岡伸一，内田英夫，菊地英男，鴨志田均，門屋真希子，田中進：「騒音の目安」作成調査結果について．全国環境研会誌，**34**，254-261，2009
- 2) 全国環境研協議会騒音調査小委員会：騒音の目安作成のための測定マニュアル，2009
- 3) 全国環境研協議会 騒音小委員会：第2期「音色の目安」調査に係る騒音測定マニュアル，2017
- 4) 橋本典久：保育園での子どもの遊び声に関する騒音測定調査．*J. Environ. Eng., AIJ*，**81**，909-917，2016
- 5) 星野博之，小沢義彦：車内音を構成する音の要素とその評価．豊田中央研究所R&D レビュー，**30**(3)，29-38，1995