

室内飼育・犬猫の音環境に関する QOL 改善に向けた 建築技術とシステムに関する研究

Architectural Technology and System toward Enriching The Quality of Life on Living Sound Environment for Companion Animals

工学院大学建築学部建築学科・准教授 田村雅紀(研究協力者 田村研卒論生 浅見樹里)

School of Architecture, Kogakuin University, Associate Prof., Masaki Tamura and Jyuri Asami

かねまき・こくぼ空間工房, 工学院大学客員研究員 金巻とも子

Kanemaki and Kokubo Space Design, Visiting Researcher, Kanemaki Tomoko

(株)アニマルライフ・ソリューションズ・鹿野 正顕

Animal Life Solutions, Masaaki Kano

(株)アニマルライフ・ソリューションズ・長谷川成志

Animal Life Solutions, Takashi Hasegawa

キーワード: 室内音環境、ペット、QOL

Keywords: Living Sound Environment, Companion Animals, Quality of Life

1. はじめに

近年、人とペットの共棲においてペット居住可マンションの増加に伴い、ペットの室内飼育が増加している。ペットと屋内で共棲することが増加している中、集合住宅の騒音における判例件数¹⁾は重量床衝撃音と同列でペットの鳴き声が45件中6件と最も多くなっている。平常時の住居にはペットの鳴き声を防ぐとともに、ペットが過度のストレスを感じる音を防ぐ必要がある。

また、平成25年に環境省から「災害時におけるペットの救護対策ガイドライン」²⁾が制定された。これにより、飼い主の救護支援、放浪動物による人への危害防止や生活環境保全対策としてもペット救護は必要になる。対象は愛玩動物及び伴侶動物とし、従事者の安全確保を前提にペットの同行非難を行う。避難後には、避難所・仮設住宅におけるペット管理は飼い主の責任となるので、災害時の避難所等の住環境品質保証も必要となる。

以上をふまえ、本稿は浅見らの卒業関連研究³⁾⁴⁾を兼ね、研究1では住宅内外において発生する音を調査し、研究2では東日本大震災にて建設された仮設住宅の音環境の実態調査を行い、研究3では住宅を構成する建築材料の音響特性評価をし、音源と建築材料の特性を音圧レベルと周波数において研究する。以上より、ペット共棲住環境の音に着眼した QOL 改善に向けた実験的検討を行う。

2. 住居内外で発生する音の調査(研究1)

2.1 発生音の調査及び測定方法

表1に使用材料、表2に実験要因と水準を示す。人とペットが共棲するにあたり、発生する音には様々なものがある。ペット共棲における発生音を大きく3つに分類し、人システム・ペットシステム

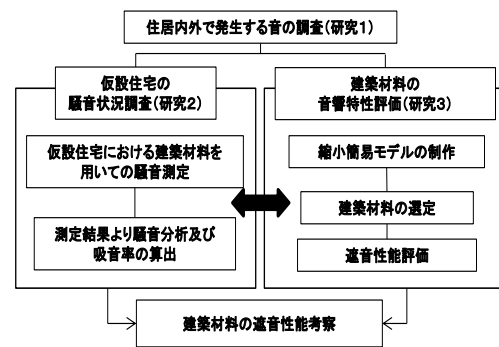


図1 研究の流れ

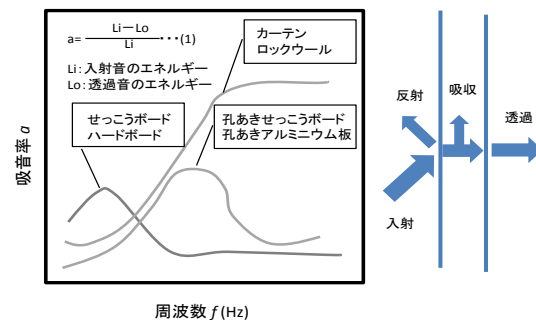


図2 吸音特性による材料と透過断面図

・外部発生音とする。これらの音を測定し、音圧レベル、周波数を分析する。測定方法は、精密騒音計を用いて騒音測定を行った。JIS-Z-8731 より地上1.2~1.5mの高さにて、屋外では地面以外の反射物から3.5m、建物周辺では対象とする建物の外壁面から1~2m、建物内部では壁その他の反射面から1m以上離れた位置で測定した。測定は、対象音に加え、測定点における暗騒音の2つを測定し、暗騒音との差分量にも着眼した。

2. 2 発生音の騒音分析

図3に人システムの騒音分析の一部を示す。a)では630Hzが突出して騒音レベルが高くなる。b)は低周波数域で騒音レベルが高く、c)では63Hzで騒音レベルが減少するが、前後の周波数で高い

値を示した。発生音源の種類により、騒音エネルギーがピークとなる周波数特性が相違する。

図4にペットシステムの騒音分析の一部を示す。騒音分析は犬種ごとに測定を行った。a)は全波長域で騒音が大きくなく、b)は同じ小型犬のa)より吠声の騒音レベルが高くなる。c)は全体として高い値を示し、犬種・体長による違いが確認された。

図5に外部発生音の騒音分析の一部を示す。外部騒音の多くには騒音レベルが高いものが多い。a)は低周波域で高いが、高音域は低い値にある。b)も低周波域で高い値を示し、63Hzにおいて騒音レベルが急に増加した。c)は目立ったピークはなく平均的な値を示す。外部発生音は、暗騒音の周波数特性の影響を受けやすい傾向にある。

表1 使用材料(研究1, 2, 3)

	種類
下地材	せっこうボード(9mm)
仕上材	ベニヤボード
機能材	ポリエステル製カーテン(遮音)・ナイロン製ラグ(遮音)

表2 実験要因と水準(研究1, 2, 3)


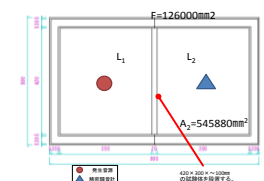


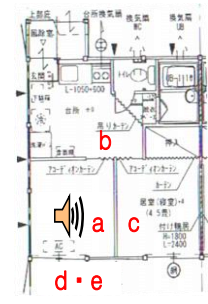

	実験要因	水準
研究1	人	テレビ, 電気掃除機, 冷蔵庫, 洗濯機, インターホン, 換気扇, 給排水音, ドア開閉音, 足音
	ペット	鳴き声, 吠え声
	外部発生	室外機, 車, バス, トラック, 飛行機, ヘリコプター, 雨, 雷
研究2	実験面積	4.5 畳 (31.59 m ²)
	音源	ペットシステム(シェパード(Ps)、ダックスフンド(Pd))、人システム(靴音(Hk))
	音源発生形態	壁向き(1)、窓向き(2)、外部発生(3)
	測定位置	同室(a)、幕裏(b)、壁裏(c)、一重窓の窓外(d)、二重窓の窓外(e)
研究3	記号	Ps1a, Ps1b, Ps1c, Ps1d, Ps1e, Ps2a, Ps2e, Pd1a, Pd1b, Pd1c, Pd1d, Pd1e, Pd2a, Pd2e, Pd3f, Pd3g, Pd3h, Hk3f, Hk3g, Hk3h
	仕上構法	遮音カーテン、遮音ラグ、石膏ボード
	寸法	幅 800 mm × 奥行 580 mm × 高さ 360 mm
	厚さ	15 mm
	縮小簡易モデル構想図	
		
	備考)透過損失は、 $R=L_1-L_0+10\log_{10}F-20\log_{10}(r/r_0)-14$ 又は $R=L_1-L_2-10\log_{10}(A_2/F)$ により評価、仮設住宅の内装材の透過	

表3 実地調査(研究2, 3)

項目	内容	
調査日程	2013年10月23・24日	
調査箇所	南相馬市千倉応急仮設住宅(タイプ1),	
調査内容	気温・湿度・騒音(dB)・放射線・住宅劣化度	
聞取調査	震災3年目における人生活状況、ストレスの度合いを把握	
遮音性能測定	人の声と犬の吠え声を音源として測定。音源の発生向きの変化も必要。測定より内外装下地と仕上でストレス軽減の機能向上を目的とし、仮設住宅を想定したプレハブ住宅での内外装の改善を図る。	
使用機器	 精密騒音計 NL-52 20Hz~20000Hz 測定可能	 スピーカー-PM0.3 出力: 15W+15W (RMS)
測定箇所		
	a)Pシステム: 室内音源(同室 a・幕裏 b・壁裏 c・一重窓 d・二重	b)P・Hシステム: 室外音源(室外 f・窓際 g・壁際 h)

3. 仮設住宅の騒音状況調査 (研究2)

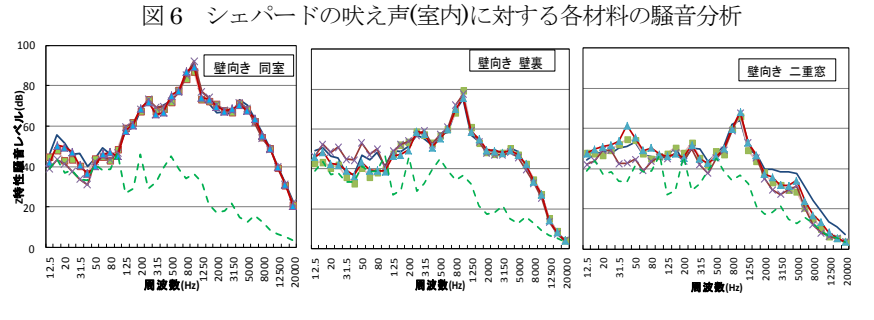
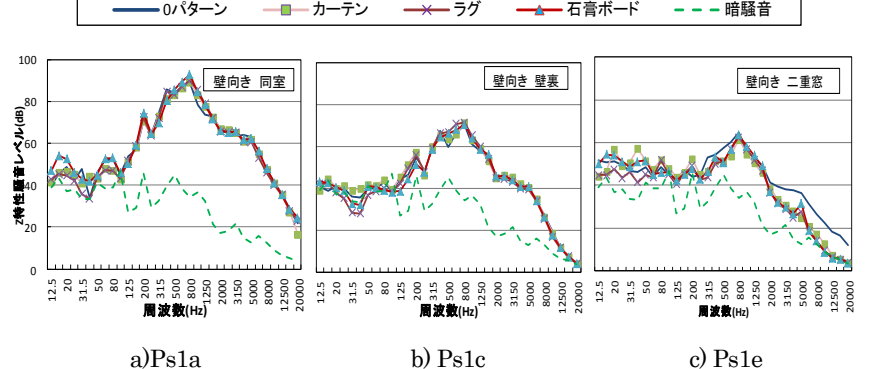
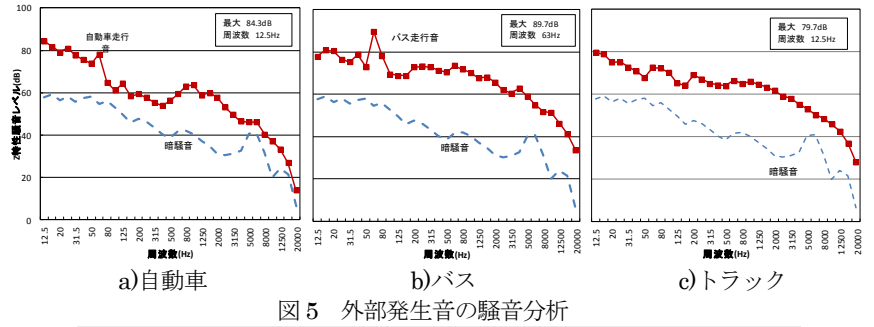
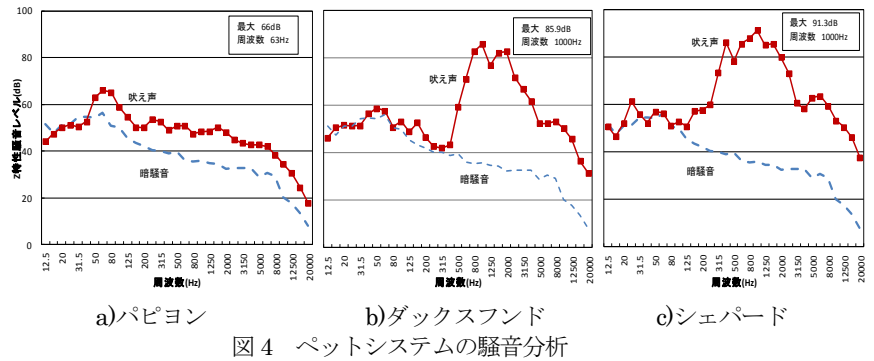
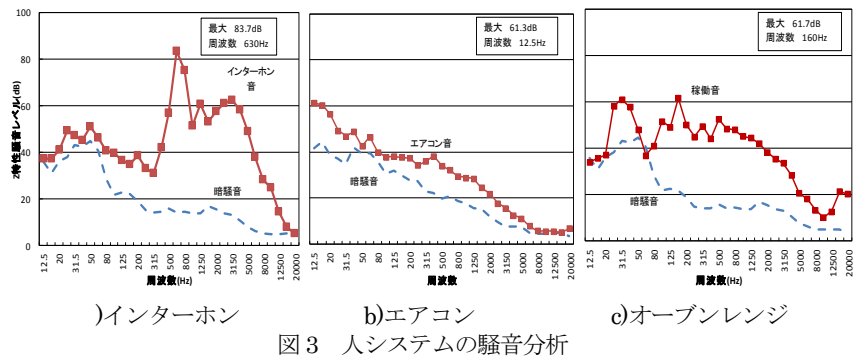
3.1 仮設住宅騒音調査概要・方法

表2に実験要因と水準、表3に実地調査の内容を示す。2013年10月23・24日、福島県南相馬市鹿島区の仮設住宅へ赴き調査を行った。調査内容は、仮設住宅内外での騒音調査、選定した建築材料を設置しての防音性能調査、飼い主の生活状況、ペットの様子等の調査等を行う。仮設住宅の室内・室外を利用して精密騒音計を用いて、ペットシステムは室内から音源を発生し同室 a・幕裏 b・壁裏 c・一重窓 d・二重窓 e の5点で測定、人システムおよびペットシステムにおけるダックスフンドの吠え声は室外から音源を発生し室外 f・窓際 g・壁際 h の3点で測定した。

3.2 仮設住宅騒音測定の結果

図6にシェパードの吠え声に対する各材料の騒音分析を示す。a)では材料による差はなく、b)は低周波域で減衰した。c)は高周波を吸収し騒音レベルが低下した。図7にダックスフンドの室外の吠え声に対する各材料の騒音分析を示す。a)はシェパードの吠え声同様大きな減衰は見られないが、b)は低周波域で騒音レベルが減衰した。c)は高周波域で騒音レベルが減衰

したが、5000Hzでは減衰が少



a) Pd1a が、b) Pd3g は 3150Hz から 6300Hz の範囲でカーテンが吸音し、c) は 3000Hz
 図7 ダックスフンドの吠え声(室内)に対する各材料の騒音分析

なくなっている。図9は靴音に対する各材料の騒音分析を示す。外部から音源を発生された状態では、a)及びb)での減衰は見られないが、c)において3150Hzから6300Hzの範囲で石膏ボード設置した場合に騒音レベルが減衰している。

また、各音源の騒音分析をもとに各材料の吸音率を評価した。図10シェパードの吠え声に対する各材料の吸音率を示す。a)は吸音率は小さく、b)ではラグ、石膏ボードにて主に低周波域で吸音された。c)ではどの材料も低周波、高周波域で大きく吸音された。

図11にダックスフンドの室内からの吠え声に対する各材料の吸音率を示す。a)は低周波域で吸音され、b)では高周波域においてラグの吸音がみられ、c)は高周波域でどの材料も大きく吸音する。

図12にダックスフンドの室外からの吠え声に対する各材料の騒音分析を示す。a)30Hzから100Hzにてラグが多少吸音し、b)及びc)ではカーテンが大きく吸音している。

図13は靴音に対する各材料の吸音率を示す。a)では吸音がみられない

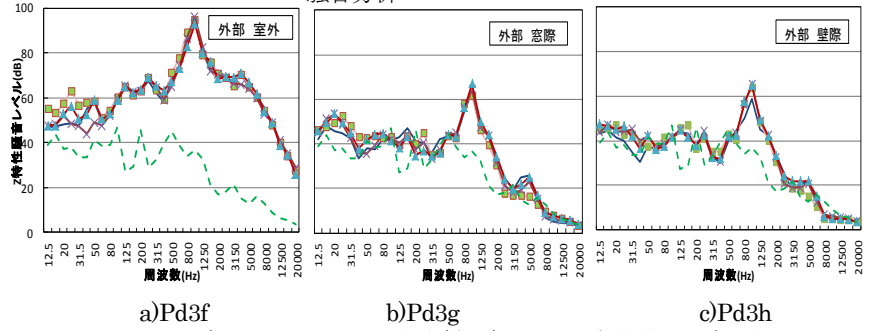


図8 ダックスフンドの吠え声(室外)に対する各材料の騒音分析

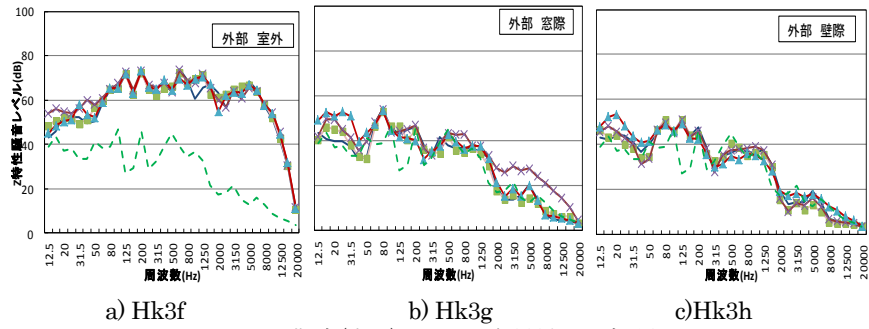


図9 靴音(室外)に対する各材料の騒音分析

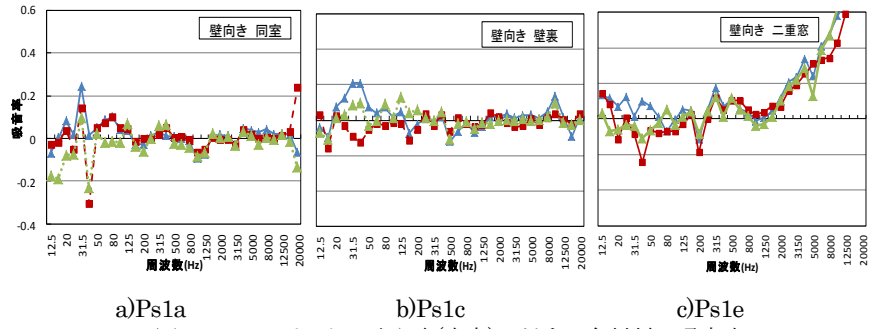
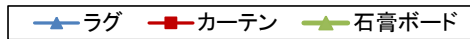


図10 シェパードの吠え声(室内)に対する各材料の吸音率

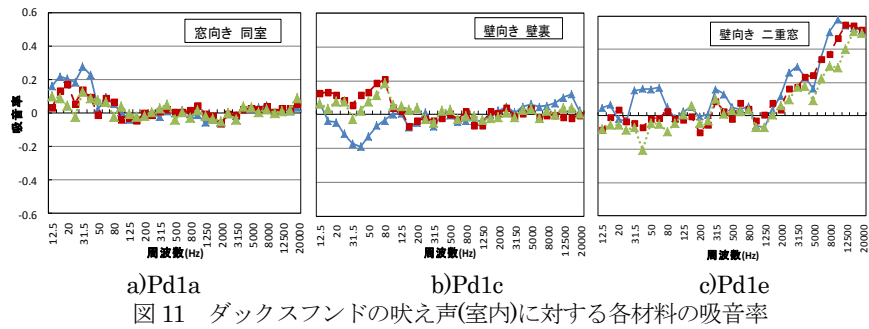


図11 ダックスフンドの吠え声(室内)に対する各材料の吸音率

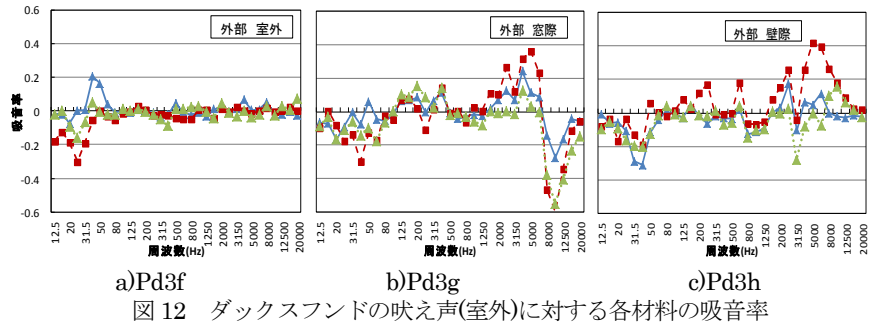


図12 ダックスフンドの吠え声(室外)に対する各材料の吸音率

を除く高周波域でカーテン、ラグが吸音した。算出した吸音率より、シェパードの吠え声に関して、壁を介しては高音域の低下が求められるため多孔質材料の使用が必要となる。ダックスフンドの吠え声に関して、壁を介しては中音域の低下がより求められるため、孔あき板材料の使用が必要となる。靴音に関して、中音域及び低音域を吸音する材料の使用が必要である。

4. 簡易縮小モデルを用いた建築材料の音響特性評価(研究3)

4.1 音響特性評価実験の概要

3章における仮設住宅における各種建材の遮音・吸音特性を踏まえ、簡易な方法でペットと共棲する住環境における騒音対策の可能性を検討するため、現地での検討が効果が見出された建築材料について、縮小簡易モデルを製作し実験を行う。縮小簡易モデル作成のための予備実験として、断熱材による遮音程度を確認する。実験方法は、簡易な断熱材の特性（ポリプロピレン製、厚みが相違する断熱層付き）を踏まえ、箱内部に音源を設置し、箱を開閉した状態を、箱上部と側部におい

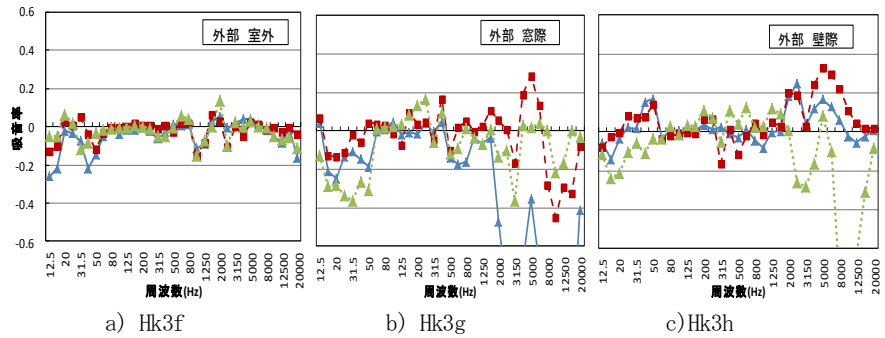


図13 靴音(室外)に対する各材料の吸音率

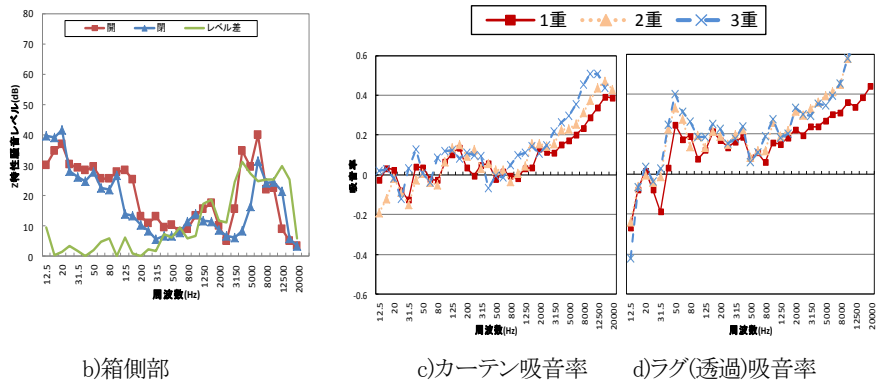
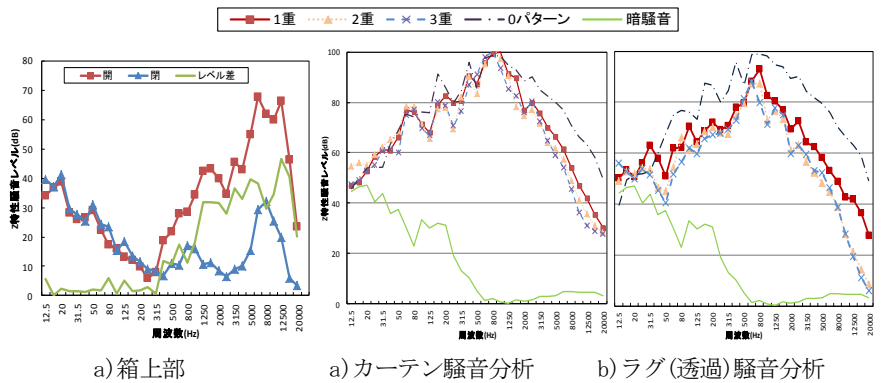


図14 ポリプロピレン製箱の騒音測定 (音源:電話ベル)

図15 簡易縮小モデルにおける騒音測定 (音源:シェパード)

て精密騒音計を用いて測定し、箱上部及び側部において、開口部の開閉の変化を与えた上で測定し、各周波数領域での騒音レベルを評価する。その結果、厚さの相違する上部・側部の方向により密閉していない状態での回り込みを含めた騒音特性に差があるが、中高周波数域では、開口部を閉じることにより騒音レベルが半減している。また、密閉した状態においても測定点における騒音レベルの差異はほぼ無い場合(箱側部)と、一定の遮音性が確保される場合(箱上部)があることが確認された。よって、一定厚さを有する断熱材を含むボックス試験での遮音性評価は可能と考えられた。

以上の予備実験を踏まえ、断熱層がより大きな寸法のプラスチック製の箱を用意し、試験体を設置した上での測定を行った。表1に示される拡大簡易箱試験装置の概要により、外壁の構造として断熱材として使用される発泡スチロール等を内包する多層構造とし、2室で構成される。

実験方法は、簡易試験装置の片側に音源装置を、もう一方に精密騒音計を設置し、境界部分には、福島仮設住宅での調査で一定の効果が確認された試料を用い、それらを複層化（1～3層構造）することで、試験体の透過損失、遮音性能がより改善できる可能性を評価した。

4. 2 複層化による音響特性評価

図 15 に音源をシェパードとした簡易縮小モデルにおける騒音測定を示す。カーテンとラグを対象とした。これらは、簡易な建築内装材料であり、建物の内装材として比較的自由に取付け、取外しが可能であり、音環境改善が期待できる。これらを複数枚（1～3枚）の内装材を重ね合わせすることで、吸音効果の有無を確認すると、a)は低周波域ピークで減少し、b)中周波数で少なくなることが確認された。吸音率についても、複層化が進むことで全体的に大きく減少させることができ、とくに 800～9000Hz までの周波数域で大きく吸音率を高めることができ、壁材であるカーテンと、床材であるラグの双方において、簡易な方法で音環境改善に向けた内装改修が効果的であることが確認できた。

3. まとめ

本研究より以下の知見が得られた。

- 1) 人システムは音源種類が様々あるが、人の可聴域(20～20kHz)のうち、比較的低中周波域で高い騒音レベルを有し、ペットシステムは中周波域で高レベルを示した。外部発生音は高周波域の騒音レベルは低く、暗騒音の影響を受けるため、住環境内部においては人とペット各々の発生音特性を評価することが重要であることが確認された。
- 2) 福島仮設住宅での騒音レベルの調査結果より、ペットシステムにおいては、高音域で騒音が卓越し、シェパードとダックスフンドで顕著であったが、内装材（カーテン、ラグ）で高音域での吸音による減衰効果が確認できた。なお、人システムの靴音は内装付与をしても大きな吸音が確認できず、通常の建材でも隣部屋に対して遮音できない音が存在するといえる。

- 3) 福島仮設住宅で効果が確認された建材に対し、内装材の複層化による効果を再検証したところ、カーテン及びラグにおいて騒音レベルの減少量の増大、特にピーク周波数での吸音効果を高めることができた。
- 4) 避難所や仮設住宅における狭小な空間においても、騒音影響を減少するための簡易な手法による技術的な検証ができ、簡易な内装材により、人のペットが共棲する住空間における音環境の改善につなげられる基礎的な検討ができた。

参考文献

- 1) 高橋,井上,関口：騒音源別に見た裁判事例の分析,日本建築学会学術講演梗概集、環境工学 I ,pp.183~186,2009
- 2) 環境省、災害時におけるペットの救護対策ガイドライン,2013
- 3) 浅見、田村、金巻、鹿野、長谷川：人とペットが共棲する住環境における音響特性に関する研究、2013年度日本建築学会関東支部研究報告集1、CD-ROM, 2014.3
- 4) 浅見、田村、金巻、鹿野、長谷川：応急仮設住宅における人とペットが共棲する住環境に関する音響特性評価 平成 25 年度研究成果報告書、工学院大学都市減災研究センター、2014.3
- 5) 浅見、田村、金巻、鹿野、長谷川：災害時を含めたペット共棲住環境の品質評価、その2 住環境改善システムの適用による音響特性：社会貢献学会,第4回、東京、2013年12月

謝辞

本研究の実施にあたり、NPO 法人アナイスの平井様、元麻布大学の谷口様、工学院大学岡様、石橋様、南相馬市鹿島区役所産業建設課仮設住宅係様に多大な助力を頂きました。また、公益社団法人日本愛玩動物協会の平成 25 年度家庭動物の適正飼養管理に関する調査研究助成、H25 年度科研費(若手 A:23680681 田村雅紀)による研究援助を受けた。付記して謝意を表する。