

和紙の音響特性を活かした新規プロダクトの開発

宮川 理恵・岩間 貴司・串田 賢一・鈴木 文晃・平川 寛之・笠井 伸二*1

Development of the New Product Utilized the Acoustic Feature of the Japanese Paper

Rie MIYAGAWA, Takashi IWAMA, Kenichi KUSHIDA, Fumiaki SUZUKI, Hiroyuki HIRAKAWA and Shinji KASAI*1

要 約

本研究は、手漉き和紙の音響特性を明らかにし、その特性を活かした新規プロダクトを開発して県内和紙製造業の新たな活路の開拓を図ることを目的としている。平成23年度は和紙の音響特性の一つである透過特性を中心に基礎データの収集を行った。高周波数成分を含む再生音（ホワイトノイズ）を和紙へ透過させた透過損失性の測定を行い、透過音圧と透過後の周波数特性を評価した。その結果、和紙の素材や厚み及び加工方法により音響特性（透過音圧・透過時の周波数特性）に差異が見られ、特に加工等により高周波成分が透過しやすくなることが確認された。

1. 緒 言

日本の伝統産業である和紙は、独特の質感や風合いを持つことから、障子紙や書道紙の他、壁紙、ランプシェード等のインテリア関連製品から、バッグ、スリッパ、小物等の生活関連製品まで幅広く活用されてきている。特に近年では安価な輸入製品の増加や消費者のライフスタイルの変化等により主力製品である障子紙や書道紙の需要が減少している状況にあり、各産地では和紙の素材特性を活かした“こだわりのプロダクト”を開発して新しい需要を開拓していく取組みが顕著となってきている。これらの製品は、消費者からの反響が比較的大きいことから、業界の期待も高まる一方、国内での競争も激しさを増してきている状況にあり、差別化が課題となっている。

現在本県和紙製造業では、和紙の素材特性を活かした様々なプロダクトが検討されており、その中で和紙のオルゴール等、音響関連製品の開発も行っている。しかしながら、現在和紙の音響特性に関しては詳しいデータが得られていないため、新たなプロダクトとして市場へ提案するための特性の裏付けに乏しく開発の課題となっている。

そこで、本研究では和紙の音響特性について素材毎の評価を行い、ハイクオリティスピーカーに使用される紙とは違う切り口で、和紙のもつ“あたたかい”“やわらかい”等素材のイメージ及び音響特性を活かした新規プロダクトの開発を行うこととし、和紙の音響特性の一

つである透過特性を中心に、音圧と周波数特性の基礎データの収集を行なった。

2. 実験方法

2-1 材質及び処理の検討

和紙について音響特性を検討するため、手漉き和紙の原料として代表的な楮、三桮、ガンピ、稲わら、龍須草、マニラ麻、竹の7種に対し、加工しないもの、カキシブで染めたもの、こんにやく糊で加工したものをそれぞれ3種、更に薄口と厚口の2種の厚みを持たせ、合計42種類の和紙を準備して評価試験を実施した（表1）。この中で、カキシブ染めとこんにやく糊加工については、いずれも和紙の強度や耐久性を高めるものとして古くから広く活用されている加工方法である。

表1 和紙の種類

素 材		処 理 と 厚 み		
A	楮	1	加工無し	薄口
B	三桮	2	カキシブ染め	薄口
C	ガンピ	3	こんにやく糊	薄口
D	稲わら	4	加工無し	厚口
E	龍須草	5	カキシブ染め	厚口
F	マニラ麻	6	こんにやく糊	厚口
G	竹			

*1 有限会社山十製紙

2-2 音響データの計測

音響データの計測では、音圧測定用に普通騒音計（リオン㈱，NA-20）を用い、音質評価用としてマイクロフォン（㈱小野測器，MI-1531），周波数解析装置（㈱エー・アンド・デー，AD-3525）を用い、周波数分析方法として1/3オクターブ分析を行った。実験外略図を図1に示す。

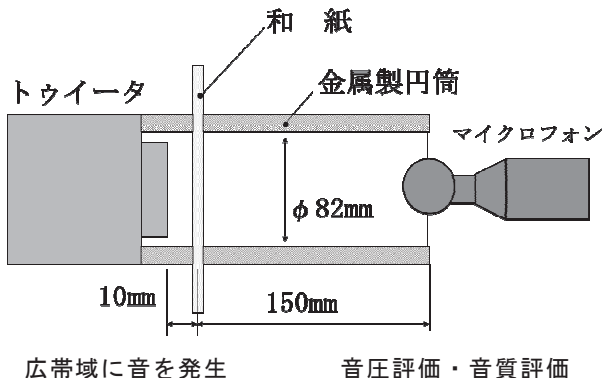


図1 実験概略図

2-3 音響データの再生

高周波数成分を含む音響データを再生するための信号源として、周波数解析装置（㈱エー・アンド・デー，AD-3525）に内蔵された信号発生機能（250Hz～100kHz）によりホワイトノイズを発生させ、その発生した信号を高帯域（～100kHz）まで再生可能なAVアンプ（ヤマハ㈱，DSP-AX361）により増幅し、再生信号は120kHzまでの高域再生が可能なトウイータ（パイオニア㈱，PT-R4）により音響データとして再生して測定評価を実施した。

3. 結果

音圧の測定では、人の聴感に近い特性で評価可能な騒音計（A特性）による各種素材の透過特性評価を行い、音質の測定では、高周波数成分を含む再生音（ホワイトノイズ）の和紙への透過効果等を想定した透過損失性の測定を行い、各種和紙毎のデータを収集した。

3-1 透過特性について

各種和紙（7素材・3処理・厚さ2通り）の透過特性（音圧：減衰量）では、音響発生装置としての使用環境等を想定し、高周波数音を含む再生音で和紙の厚みの違いによる透過状態の測定を行った。トウイータ振動面から和紙の中心位置までの距離は10mm、計測用のマイクロフォン及び普通騒音計までの距離は150mmとし、トウイータと振動面にはΦ82mmの金属製円筒を用いた。これに評価試験用に準備した42種類の和紙サンプルをそれぞれセ

ットして実験を行った。その結果を図2に示す。今回の評価試験に使用した和紙は手漉きにより製造されているため、厚みに若干のバラつきが発生しているが、紙厚と減衰量には一定の相関性が認められた。また、普通騒音計での音圧の測定では、厚さ90～115μmの薄口和紙は、和紙の種類により減衰量に数dBの差が生じることが分かった（図3）。更に、厚さ380～435μmの厚口和紙の減衰量を比較した結果、ほとんどの和紙で8.0dB以上の減衰が明らかとなった（図4）。

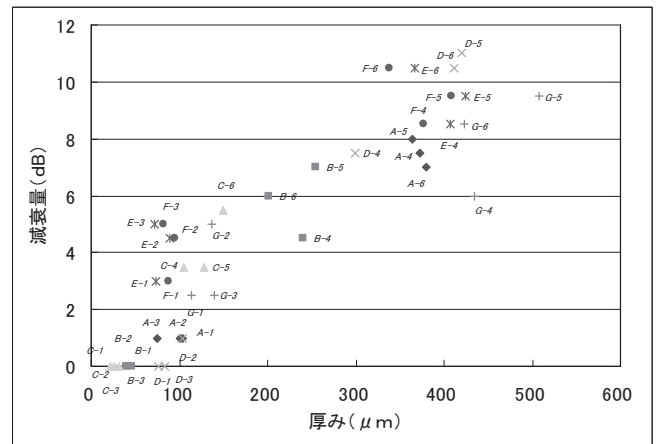


図2 和紙の透過特性（減衰量）

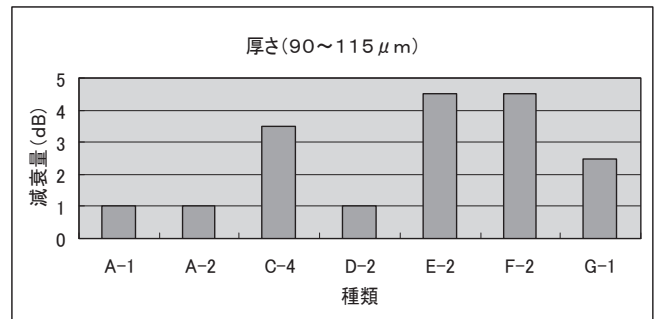


図3 厚さ90～115μm（薄口）の透過特性

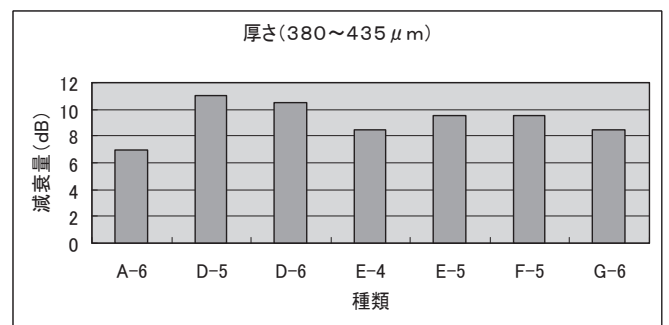


図4 厚さ380～435μm（厚口）の透過特性

3-2 周波数特性について

次に、8kHz以上まで計測可能なマイクロフォンを用い、透過した時の周波数特性の測定を行った。減衰量が

ほぼ同等であった A-1 (楮, 加工無し, 薄口), A-2 (楮, カキシブ染め, 薄口) の透過性に関する周波数特性を比較した。その結果, 薄口和紙はカキシブ染めにより, 高周波成分 (8kHz 以上) が透過しやすくなる事が明

らかとなった (図5)。また減衰量がほぼ同等であった E-2 (龍須草, カキシブ染め, 薄口), F-2 (マニラ麻, こんにやく糊, 薄口) の透過性に関する周波数特性の比較を行った結果, 素材の違いにより周波数特性が若干変化することが明らかになった (図6)。

図4において, 減衰量がほぼ同等であった D-5 (稲わら, カキシブ染め, 厚口), D-6 (稲わら, こんにやく糊, 厚口) の透過時の周波数特性を比較した。その結果, 処理の種類が異なると特性が若干変化し, 特にこんにやく糊による処理では, 高周波成分 (15kHz以上) をより透過することが明らかとなった (図7)。更に, 減衰量がほぼ同等であった E-5 (龍須草, 厚口, カキシブ染め), F-5 (マニラ麻, カキシブ染め, 厚口) の透過性に関する周波数特性を比較した結果でも, 素材の違いにより周波数特性が若干異なることがわかった (図8)。

このことから, 和紙の素材や厚み, 処理の違いにより音響特性 (透過音圧・透過時の周波数特性) に差異が見られ, 特に厚みや処理の違いによりその差が大きくなることが明らかとなった。

4. 考察

既に市販されている和紙オルゴールは三桎を原料とした厚口和紙が用いられているが, 本研究では検討素材の幅を広げ, カキシブ染めやこんにやく糊等加工を取り入れたサンプルによる評価試験を実施し, 音響特性の基礎データの蓄積を行った。実験結果からは和紙の透過による遮音が3.0dB~11.0dB程度確認され, これらの特性を使い分けることで商品としての用途が広がる事が示唆された。今後は更に和紙の形状等を考慮した評価も取り入れる必要があるものと考え。

5. 結言

和紙の音響特性の一つである透過特性を中心とした基礎データを収集すべく, 高周波数成分を含む再生音 (ホワイトノイズ) を和紙へ透過させた透過損失性の測定と, 透過音圧と透過後の周波数特性について評価を行った。その結果, 薄口和紙では厚みはほぼ同じでも種類により減衰量に数dBの差が生じ, 特にカキシブ染めやこんにやく糊加工により高周波成分が透過しやすくなる事が明らかとなった。また厚口和紙では種類や加工にあまり影響されず厚みで音を遮る傾向にあるが, 周波数特性では加工の種類により若干の差異が見られた。これらの結果から, 使用目的により求める音質を選択するための基礎データが確立され, 各種プロダクトに応用できるものと考え。

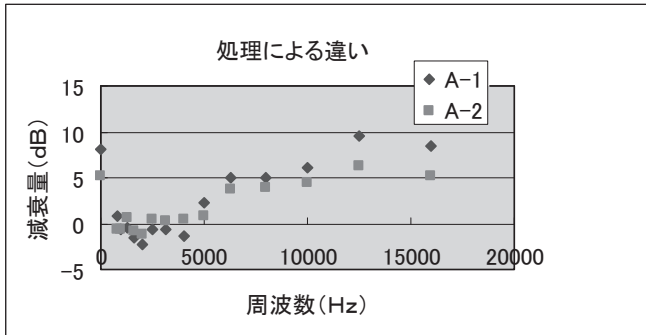


図5 周波数特性 (薄口, A-1加工なし A-2カキシブ染め)

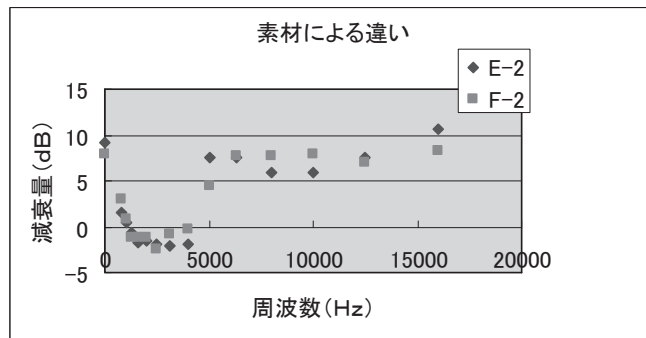


図6 周波数特性 (薄口, E-2龍須草 F-2マニラ麻)

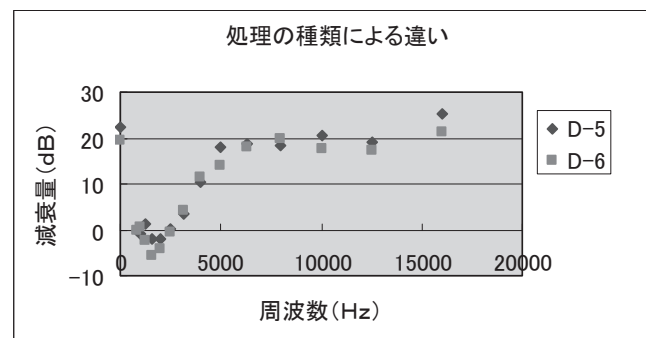


図7 周波数特性 (厚口, D-5カキシブ染め D-6こんにやく糊)

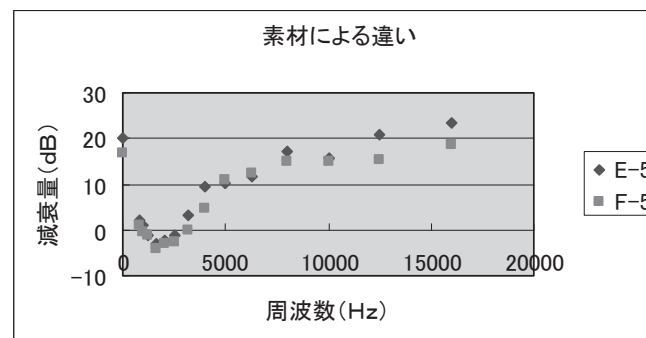


図8 周波数特性 (厚口, E-5龍須草 F-5マニラ麻)

参考文献

- 1) 石田 光男, 齋藤 順子, 永井 正則, 岩間 貴司,
山田 博之: 自然環境の発する音 (超高周波数音) が
人に与える影響, 山梨県総合理工学研究機構研究報告
書, 第4号, p.51-55 (2009)
- 2) 石田 光男, 齋藤 順子, 永井 正則, 岩間 貴司,
山田 博之: 自然環境の発する音 (超高周波数音) が
人に与える影響, 山梨県総合理工学研究機構研究報告
書, 第5号, p.55-58 (2010)
- 3) Oohashi et al. : Inaudible high-frequency sounds
affect brain activity : Hypersonic effect,
Journal of Neurophysiology, 83, p.3548-3558
(2000)