

和紙の音響特性を活かした新規プロダクトの開発 (第2報)

宮川 理恵・岩間 貴司・串田 賢一・鈴木 文晃・平川 寛之

Development of the New Product Utilized the Acoustic Feature of the Japanese Paper(2nd Report)

Rie MIYAGAWA, Takashi IWAMA, Ken'ichi KUSHIDA, Fumiaki SUZUKI and Hiroyuki HIRAKAWA

要 約

本研究で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の開発を支援する事を目的に、データの収集及び試作を行った。同一形状を有する一般紙(コート紙)と後処理を行った各種和紙(手漉き和紙)に圧電スピーカーを装着し、音響特性の比較試験(共振試験)を行った。その結果、供試体に曲率を与えない形状では、一般紙、各種和紙ともに同一発生音量であったが、曲率を与えた形状では、各種和紙は一般紙と比較してA特性騒音レベルが3~4dB増加した。また、発生音質の比較では、一般紙は曲率を与えても音質(周波数特性)に変化は生じなかった。一方、各種和紙においては曲率を与える事で2kHz~5kHz域のパワーレベルが増加した。聴感的には音質が明瞭になり、手漉き和紙の違い(素材・後処理)によりそれぞれ音質に違いが生まれ、和紙毎に特徴が付与できる事が明らかとなった。

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、近年では書道紙や障子紙等の他、インテリアなどへ幅広く活用されるようになってきている。県内和紙製造業においても他産地との差別化を図るために、和紙素材の特性を活かした新しい活用方法の検討を行っている。その中で、音響特性を活かした新規プロダクト開発の要望も高まっているが、和紙が音響特性に及ぼす効果に関するデータが得られていないことが開発の課題となっている。

そこで、本研究で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することを目的に、有効なデータの収集及び試作を行なった。平成24年度は製品化に向けて振動源や形状等について検証を行い、和紙の音響特性の一つである共振特性を中心に評価及びデータの収集を行った。

2. 実験方法

2-1 振動源の特性

和紙への装着を想定して選定した図1に示す3種類の圧電スピーカーの振動特性を比較測定した。加速度センサー(株式会社エーアンドデイ, 3114M1)を使用し、ワックスにて圧電スピーカーに圧着し、ホワイトノイズ(50~20000Hz)を信号源とし、スピーカー中心位置での振動レベルのオーバーオール値(O.A.値)、周波数特性を周

波数解析装置(株式会社エーアンドデイ, AD3525)により評価した。

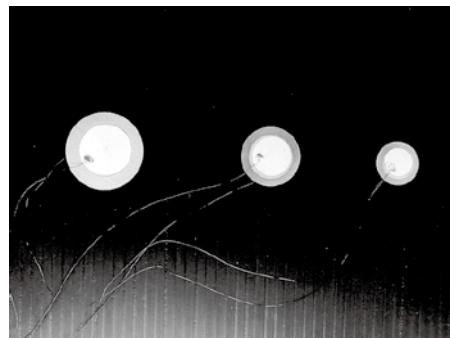


図1 圧電スピーカー(左よりφ36mm, φ27mm, φ20mm)

2-2 和紙の共振特性

和紙の共振特性の評価として、供試体から発生するA特性騒音レベルを測定した。図2に上面から見た実験概略図を示す。振動源(圧電スピーカーφ36mm)は紙の端面にメンディングテープ(幅18mm)で高さ方向150mm位置に固定した。ホワイトノイズを信号源とし、供試体中心から正面方向500mmの位置で普通騒音計(リオン株式会社, NA-20)にて測定を行った。供試体形状は曲率なしの状態と曲率ありの2種類の形状とし、曲率は3点を支点とし高さ150mm位置にて形状を保持した。図3に示す4種類の紙(高さ:295mm, 幅:415mm)を使用して共振実験を行った。

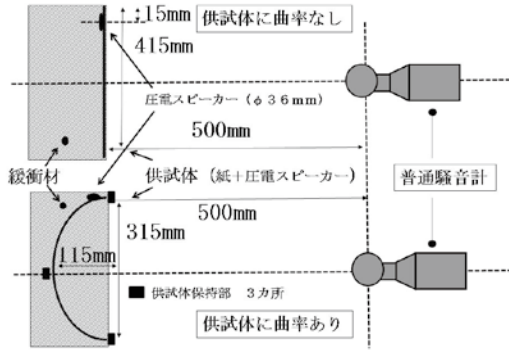


図2 実験概略図

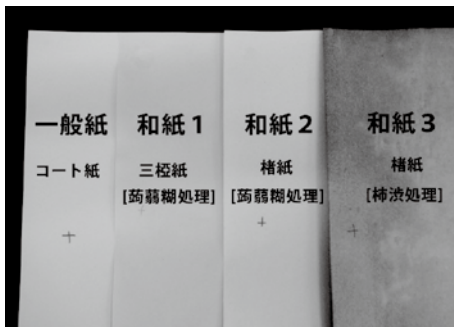


図3 評価試験用手漉き和紙等

3. 結果

3-1 振動源の特性

図1に示す3種類の圧電スピーカー (No.1: φ36mm, No.2: φ27mm, No.3: φ20mm) の比較測定を行い周波数範囲全体での振動加速度 (0. A. 値) と 1/3 オクターブ中心周波数毎の振動レベル (パワーレベル) を評価した。振

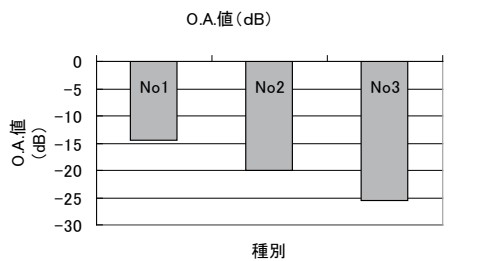


図4 圧電スピーカーの振動レベル

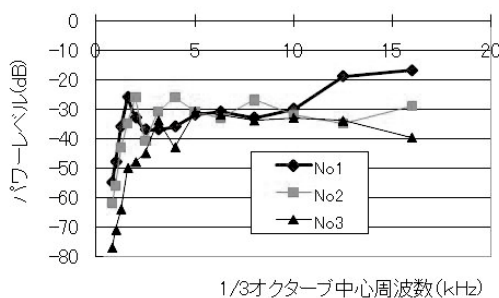


図5 圧電スピーカーの周波数特性

動加速度の 0. A. 値は圧電スピーカーの直径に比例して増加した (図4)。周波数特性においては、高周波域である 16kHz 付近で直径に比例して振動レベルが増加している (図5)。そこで、今回の実験においては、図3に示す和紙への振動源として、0. A. 値が高くかつ減衰しやすい高周波域の振動レベルも高い No.1: φ36mm を選択した。

3-2 供試体の騒音レベル評価

騒音レベル評価として、紙を複数準備し、曲率なしの状態では A 特性騒音レベルがほぼ等しい (約 60dB) 4種類の紙を選定して曲率を与えた時の騒音レベルを普通騒音計にて測定した。

今回使用した3種類の和紙 (和紙1: 三桧蒟蒻糊処理, 和紙2: 楮蒟蒻糊処理, 和紙3: 楮柿渋処理) は、一般紙 (コート紙) と比較して曲率を与えて振動させることで 3~4dB 騒音レベルが向上することが認められた (図6)。

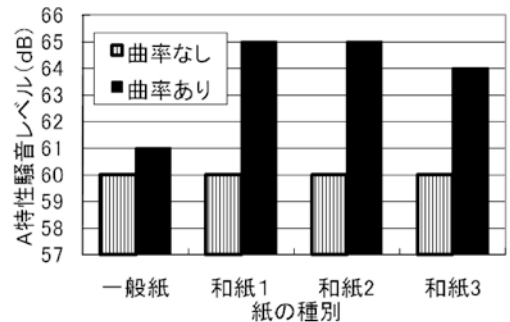


図6 供試体の A 特性騒音レベル測定

3-3 供試体の音質特性評価

図6の結果から、曲率の有無により騒音レベルに変化が生じる事が明らかとなった。そこで各サンプルについて音質特性 (周波数特性) を解析した。

解析は 1/3 オクターブ分析により評価し、曲率なしと曲率ありの状態と比較を行なった。図7に一般紙

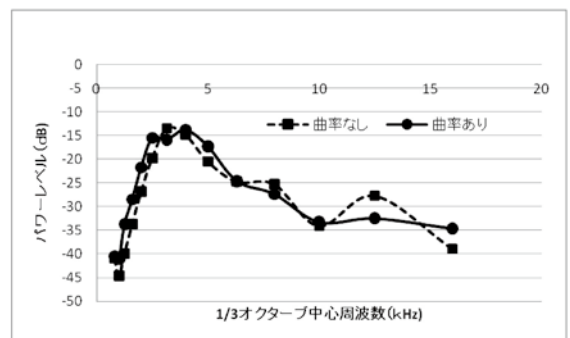


図7 曲率の違いによる周波数特性 (一般紙: コート紙)

(コート紙)の音質特性を示す。曲率ありとなしの状態でほとんど周波数特性に変化はなかった。

次に、和紙1(三椏蒟蒻糊処理)の音質特性を図8に示す。曲率なしと曲率ありの状態で変化があり、曲率を与える事で2.5kHz付近のパワーレベルが向上し、7kHz近傍のレベルが低下している。

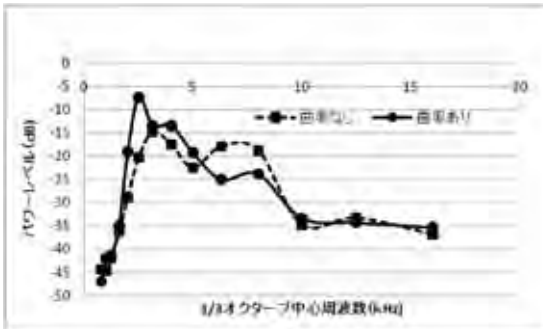


図8 曲率の違いによる周波数特性(三椏蒟蒻糊処理)

図9に和紙2(楮蒟蒻糊処理)の音質特性を示す。曲率なしと曲率ありの状態で変化があり、曲率を与える事で2.5kHz~5kHzのパワーレベルが向上している事が分かる。

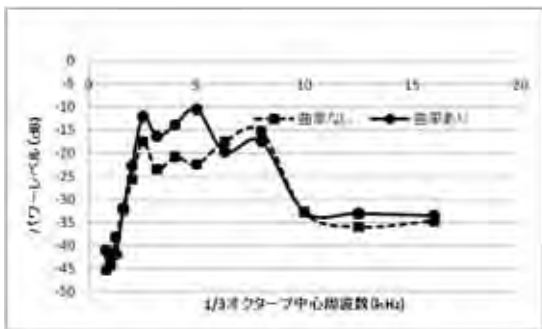


図9 曲率の違いによる周波数特性(楮蒟蒻糊処理)

図10に和紙3(楮柿渋処理)の音質特性を示す。曲率なしと曲率ありの状態で変化があり、曲率を与える事で2.5kHz付近のパワーレベルが向上し、さらに5kHz近傍のレベルが広範囲で上昇している。

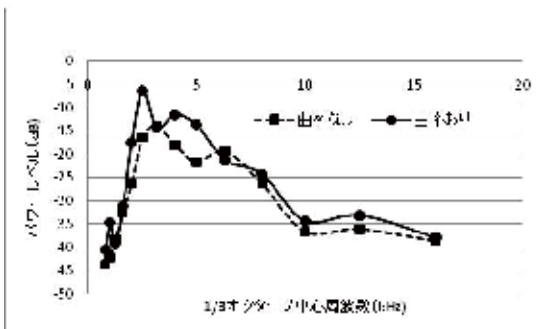


図10 曲率の違いによる周波数特性(楮柿渋処理)

4. 考察

手漉き和紙を用いた供試体は、曲率を与える事により同一供試体で発生する音量(A特性騒音レベル)を増加できる事が明らかとなった。また、手漉き和紙の素材・処理方法の違いにより曲率を与えた状態で音質(周波数特性)に違いが生じる事も明らかとなった。特に手漉き和紙はどの素材とも2kHz~5kHz領域でのパワーレベルが増加しており、聴感的には明瞭な音質に変化していると感じられた。この特性は、人間の音声に使われている範囲に大部分一致おり^{1,2)}、新規プロダクトを提案する上で有用な知見となる。

5. 結言

本研究で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の開発を支援する事を目的に、データの収集及び試作を行った。具体的には、同一形状を有する一般紙(コート紙)と各種素材及び後処理を行った手漉き和紙に圧電スピーカーを装着し、音響特性の比較試験(共振試験)を行った。

供試体に曲率を与えない形状で、一般紙、各種和紙ともに同一発生音量のものを選択して実験した結果、曲率を与えた形状では、各種和紙は一般紙と比較してA特性騒音レベルが3~4dB増加した。また、発生音質の比較では、一般紙は曲率を与えても音質(周波数特性)に変化は生じなかった。一方、各種和紙においては曲率を与える事で2kHz~5kHz域のパワーレベルが増加した。聴感的には音質が明瞭になり、手漉き和紙の違い(素材・後処理)によりそれぞれ音質に違いが生まれ、和紙毎に特徴が付与できる事が明らかとなった。

参考文献

- 1) 公害防止の技術と法規：監修 通商産業省立地公害局，財団法人産業公害防止協会，p.26 (1980)
- 2) 音のなんでも小辞典：編集 日本音響学会，p.294 (1996)