

秋の虫の声に

●シリーズ●

材料の素顔に迫る

身近な金属の
ミクロ組織を読む

第 41 回

はじめに

風鈴には全国各地に特徴のあるものが数多くあります。今回は比較的大きな南部風鈴について調べてみました。¹⁾その特徴は、澄んだ低い音色と打撃場所によっては「うなり」²⁾を発生し、心地よい揺らぎのある音色を生む素晴らしい技術が折り込まれていました。

今回は虫の声にも似た澄んだ高い音色の風鈴を調べてみました。

調査した風鈴

調査した風鈴は、写真1に示すように、ガラス製の江戸風鈴と火箸を吊した明珍(みょうちん)風鈴である。

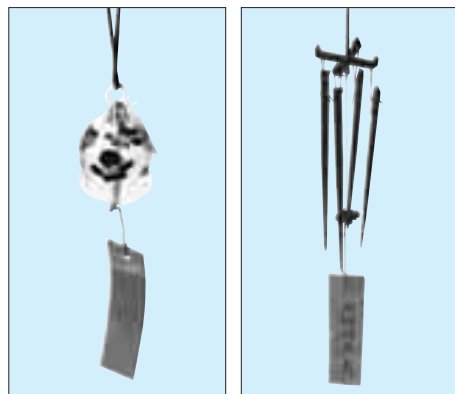
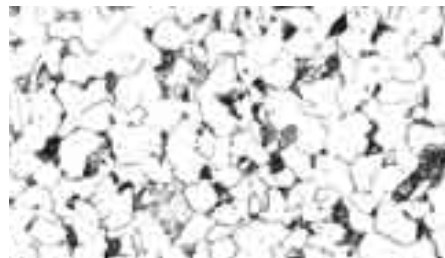


写真1 風鈴の外観

江戸風鈴は小型の金魚鉢を逆さに吊したような形状であり、開口部は少し絞られ、波打った形が特徴である。振り管も細いガラス管で、紐を通して吊されている。江戸風鈴の由来は、江戸中期に長崎ビードロの技術が江戸に伝わり広まったとされている。現在の5世篠原儀治氏がガラス風鈴のことを「江戸風鈴」と名付け、それ以後この名称が広まったとのことである。³⁾

明珍風鈴は丸状と角状の火箸が各2本ずつ吊り下げられており、この4本の火箸に囲まれて歯車状の振り子が中央に取り付けられている。角状火箸の頭部は和釘の形状をしている。明珍の由来は、1150年頃に近衛天皇に献上した武具を賞賛され、「明珍」の姓を賜ったと伝えられている。その後千利休の注文を受け、茶室用火箸をつくるようになった。現在は装



丸火箸



角火箸



振り子

写真2 風鈴の光学顕微鏡組織

飾品など多様の製品がある。火箸で風鈴をつくることを考案したのは今回の火箸の作者である52代明珍宗理氏である。⁴⁾

明珍風鈴火箸の化学成分は表1に示すように、0.25% Cの中炭素鋼である。光学顕微鏡組織は写真2に示すようにフェライト+パーライトである。硬度はHV150程度で比較的柔らかい。丸い形状をした火箸は微細な組織であり、角状の火箸は粗い組織である。これは形状を整える鍛造回数の違いによって、鍛造仕上げ温度が異なったためと考えられる。歯車状の振り子は網目状に僅かなフェライトが存在するパーライト主体の組織である。硬度はHV290と火箸本体より硬い。化学成分からも推測されるようにこの両者の溶製法は異なるものと思われる。南部風鈴は典型的な白鉄鑄鉄であり、硬度はHV600程度であった。¹⁾ また、振り子は鑄鉄(HV270)や極低炭素鋼の打抜き品(HV95)等が使用されていた。

このように両者は全く異なる材料の組み合わせである。風鈴本体とそれに当たる振り子

表1 明珍風鈴の化学成分と硬度 (mass%)

供試材	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	硬度HV
角火箸	0.24	0.23	0.68	0.018	0.026	0.06	0.04	0.08	151
丸火箸	0.23	0.24	0.71	0.017	0.018	0.04	0.05	0.10	152
歯車振り子	0.50	0.18	0.72	0.007	0.001	0.01	0.02	0.03	289

の材料(鋼種、組織、硬度、鑄鉄は鍛造品より音の減衰が早い、など)の組み合わせは、独特の形状とあいまって特徴のある音色を生み出しているのであろう。

明珍風鈴の表面処理

火箸の表面は美しい黒色を呈している。その断面写真を写真3に示す。X線回折結果によれば、地金上には約0.5~1.0μmの酸化物(マグネタイト、Fe₃O₄)が比較的均一に生成している。その上層部は5μm程度の塗装が施されている。この塗装は燃えることから推定されるが、フーリエ変換赤外線分光法(FT-IR)により、樹脂塗膜であることが分かった。この表面処理の方法は南部鉄瓶の着色のように(加熱酸化処理と天然の樹脂を比較的高温で焼き付ける組み合わせ)、伝統の技法によるのであろうが詳細は不明である。これはあかも化学的処理の黒染め(緻密なマグネタイトが生成)などの耐熱性のある表面処理に、耐食性を加味した樹脂塗装が施される表面処理に似ている。

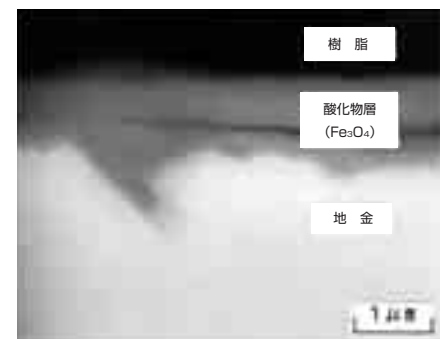


写真3 FE-SEMによる風鈴の断面形態観察

周波数分析

周波数分析は、インピーダンスハンマーで風鈴を叩き、その音をマイクロフォンで収録して、周波数分析を行った。¹⁾⁶⁾

図1に江戸風鈴の時刻歴周波数分析結果を示す。3050~3300HZの周波数が励起されている。ガラス特有の高い音色であるが、音の減衰が極めて早いことがわかる。

図2に明珍風鈴(角火箸)の周波数分析結果を示す。広範囲にわたる周波数の音が励起されている。これらは基音の倍音ではなく、個別の周波数を持った音である。また長く尾を引いた余韻のある音色が特徴である。音階分析(12平均率)によれば、これらの周波数はびったりではないが、ソ[#]、ソ、シ、シ[#]、ラ、ラ[#]、

似た風鈴 (その2)

住友金属工業株式会社●工学博士
大谷 泰夫

秋の夜長に鈴虫などが奏でる美しい調べを楽しむ季節です。

「夏に涼しさと呼ぶ風鈴」に続いて
今回は虫の声にも似た高い音色の風鈴を調べてみました。

の音階に近い。この内の2音間の音程は僅かなずれはあるものの、協和音程に近いので⁵⁾、それが趣のある音色となっているのであろう。図3に打撃音の減衰波形を示す。周期の短い小さなうなりと緩やかなうなりが重畳し、チーンという独特の澄んだ揺らぎのある音色を醸しだしている。

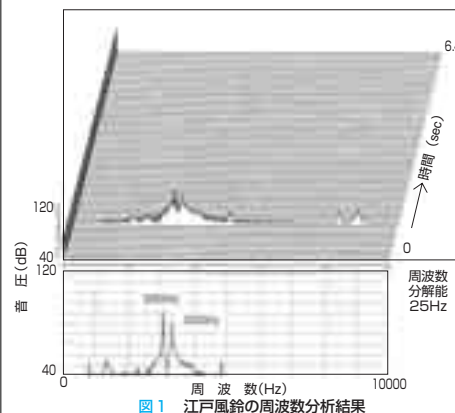


図1 江戸風鈴の周波数分析結果

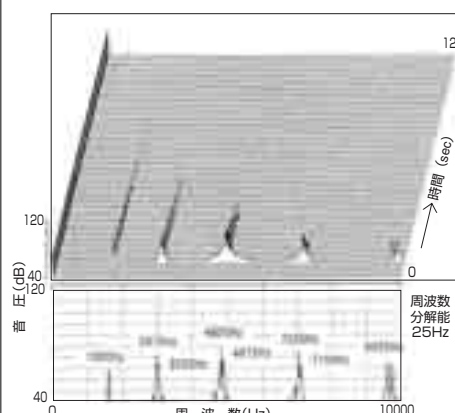


図2 角火箸の周波数分析結果

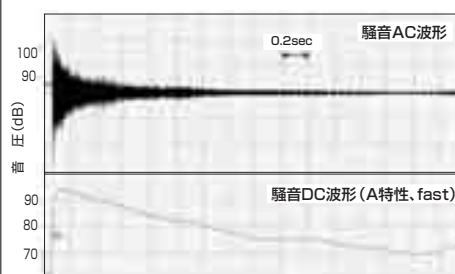


図3 角火箸を叩いた時の音圧減衰曲線

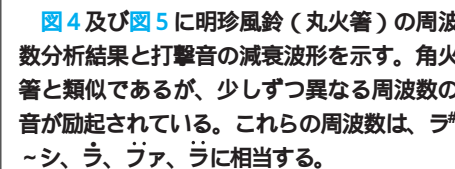


図4 及び図5 明珍風鈴(丸火箸)の周波数分析結果と打撃音の減衰波形を示す

丸火箸、角火箸を各々2本ずつ吊り下げて、歯車の振り子に当たった実際の音の時刻歴周波数分析結果を図6に示す。同じ形状の2組の

火箸はほぼ一致した音色を持っているのは驚くことである。図7に4本吊り下げた場合の実際の音の時刻歴周波数分析結果と減衰波形を示す。異なる2組の音が重畳し合っ、虫の声にも似た美しい調べを与えてくれる。

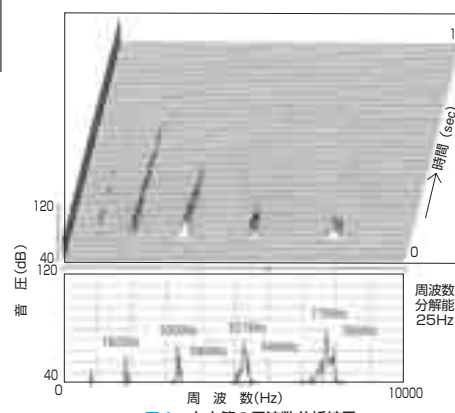


図4 丸火箸の周波数分析結果

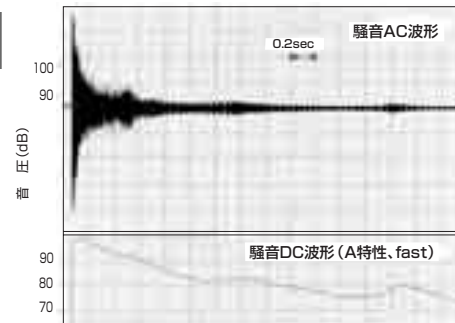
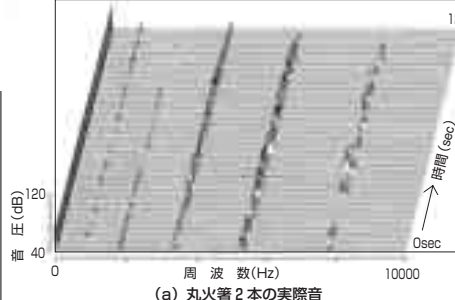
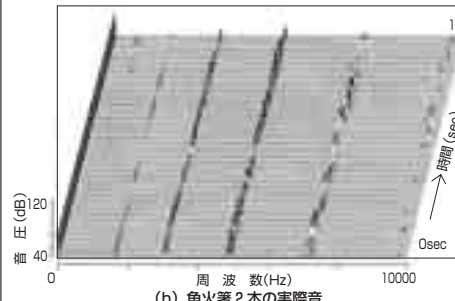


図5 丸火箸を叩いた時の音圧減衰曲線



(a) 丸火箸2本の実際音



(b) 角火箸2本の実際音

図6 火箸2本の実際音の時刻歴周波数分析結果

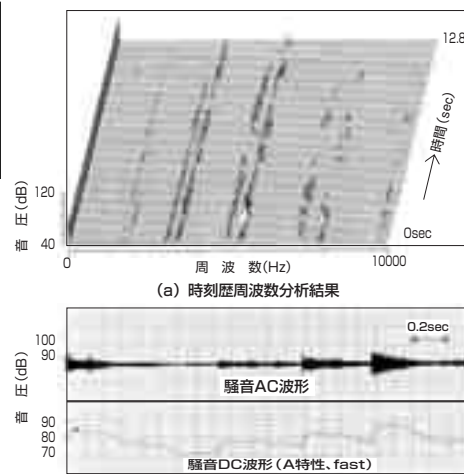


図7 火箸4本の実際音状態

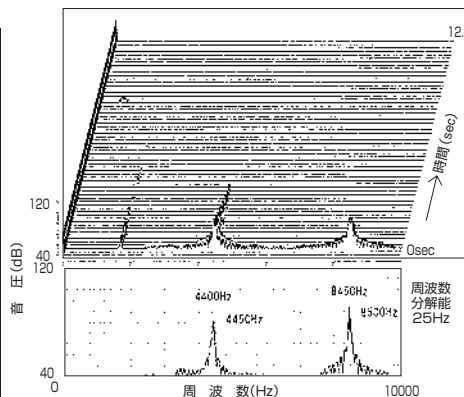


図8 丸火箸切断品の周波数分析結果

長さによる周波数の違い

図8に210mmの丸火箸を140mmに切断した音の周波数分析結果を示す。図4と比較して音の波長が短くなるので、高い周波数側にシフトしていることが分かる。また10,000HZ以上の周波数も励起されている。更にこれより僅か5mm短い135mmに切断すると、一層高周波数側にシフトする。このように音色を決めるのは材質もさることながら、形状が大きく左右していることがわかる。風鈴の音色は作者の芸術的技術によるといえよう。

おわりに

風を巧みに優雅な音に代える風鈴は、いつの世にも我々の気持ちを和ませてくれます。各地の特徴のある風鈴は、それぞれの歴史と新しい発想から、材料の特徴を上手く生かしています。次はどのような風鈴が生まれるか楽しみです。

【参考資料】
1) SMT「つうしん」:vol.40 (2003.7) 2) 中村健太郎:音のしくみ、(2001)、株式会社 3) 江戸風鈴説明書:篠原風鈴本舗
4) 日本経済新聞記事:(2002.7)、明珍火箸/パンフレット:(明珍本舗) 5) 勢本哲也:新しい音楽通論、(1974)、全音楽譜出版社
6) 住友金属テクノロジー-鉄道産機事業部 鉄道システム部(担当:谷本益久 TEL:06-6466-6195);F554-8555大阪市此花区島屋5丁目1番4号