

琉球大学学術リポジトリ

三線（サンシン）の音色に関する総合的な評価（2） ：弾弦装置について

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学工学部 公開日: 2007-08-23 キーワード (Ja): キーワード (En): Timbre, Frequency, Spectrum, Sanshin, Wave, Picking equipment 作成者: 粟國, 朝英, 山城, 毅, 伊波, 善清, 渡久地, 實 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/1476

三線(サンシン)の音色に関する総合的な評価(2) ～弾弦装置について～

粟國 朝英* 山城 毅** 伊波 善清** 渡久地 實**

Overall evaluation concerned with timbre of Sanshin (2) ～ On the picking equipment ～

Tomohide AWAKUNI* Tsuyoshi YAMASHIRO** Zensei IHA** and Minoru TOGUCHI**

Abstract

Sanshin is three stringed musical instruments in Okinawa. In spite of Sanshin appeared in Okinawa for 600 years ago, it has not been scientifically analyzed the characteristics and its timbre as a musical instrument. So far, we have performed the comparison between Sanshin and another stringed musical instruments (piano and guitar) in their waveforms, spectra, the physical feature analysis of the timbre of Sanshin, the analysis about the influence of the resonance of its body, and about the characteristic of the Sao(Sao is the neck of Sanshin). This paper describes the equipment for picking a bowstring of Sanshin at the same speed in the same strength. Moreover, this paper presents the influence of the timbre on the speed which picks the bowstring of Sanshin by the picking equipment.

Key Words: Timbre, Frequency, Spectrum, Sanshin, Wave, Picking equipment

1. まえがき

人々の生活の中には様々な「音」が存在し、コミュニケーションの手段として会話には「声」が利用され、クラクションやチャイムの様にヒトに危険や来客を伝える音も有る。また、特に意識をしなくても道路の騒音やラジオ等から流れる音楽を耳にしている。ヒトは常に「音」と接している。ヒトは音と接する時、車のクラクションを聞き不快な感情を覚えたり、ピアノの美しい旋律を聞いて心地よと感じたり、様々な感情を覚える。ヒトが楽器音を聞き分ける場合両耳から入る音によってその音源を識別し、音色により様々な情報を得。また、様々な感情を覚えるのである [1]。楽器には様々な形や種類が見られるがその音色も様々であり、同じ楽器でも音色の良い楽器とか悪い楽器と呼ばれる物がある。楽器はその構造により楽器音に含まれる部分音成分(周波数分布)と波形の振幅、それらの時間的な変化が複雑に絡み合い音色を構成している。また、音色は音を聞く時の心理的な影響も受けるとも言われる [1]～[3]。

沖縄には三線(サンシン)という沖縄独自の三弦楽器が600年も以前から存在するが、その音の性質についてはほとんど科学的な解析がなされていない [4]～[6]。本研究では、三線音の波形解析及び周波数分布の解析 [7]～[12] に

より、その音色の善し悪しの要因を具体的な物理量として求めることにより、三線の音色に関する総合的な評価を行うことを目的とする。

これまで、三線音の物理的な特徴や胴の共鳴が音色に及ぼす影響 [13]、また、棹についての考察 [14] を行ってきたが、今回、同じ強さ、速度で弾弦するための装置を考案し、製作した弾弦装置を用いて、弾弦速度による音色への影響 [15] について実験を行ったので報告する。

2. 弾弦について

本研究では、ヒトが三線を弾いた音に対して各種解析を行ってきたが、ヒトによる弾弦では、全く同じ弾弦を行うのは不可能であり、弾弦強度や弾弦速度による音色への影響についての実験が困難であった。

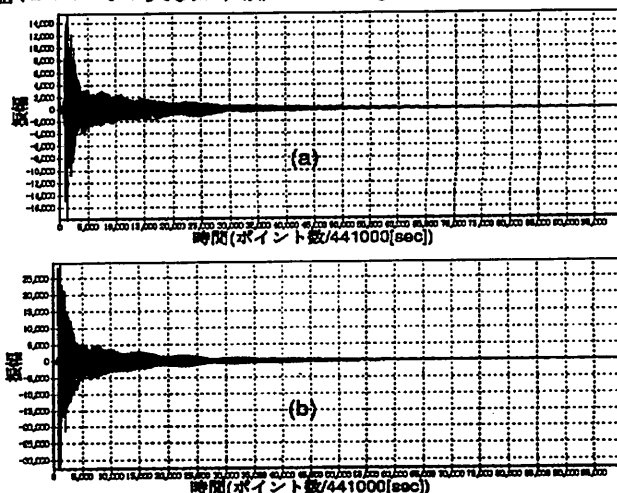


Fig. 1. ヒトが弾弦した場合の波形(第三弦開放音)

受理: 2001年12月10日

平成13年度電気関係学会九州支部連合大会にて発表。

* 大学院理工学研究科 電気電子工学専攻

(Graduate Student, Electrical and Electronic Eng.)

** 電気電子工学科

(Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Fac. of Eng.)

Fig.1(a)(b)は、ヒトによって極力同じ強さ、速度で弾弦を行った波形である。(a)と(b)の時間波形を比較すると、一見して同じ波形のように見えるが、振幅レベルの大きさや波形のうねりが異なる。Fig.1(a)(b)の時間波形を周波数分布で表すとFig.2(a)(b)の様になる。周波数分布についても振幅の異なる分布を示しており、ヒトによる弾弦では、繰り返し全く同様の弾弦を行うことはできないと言える。この様な問題を解決し一定条件下での測定するために弾弦装置を製作した。

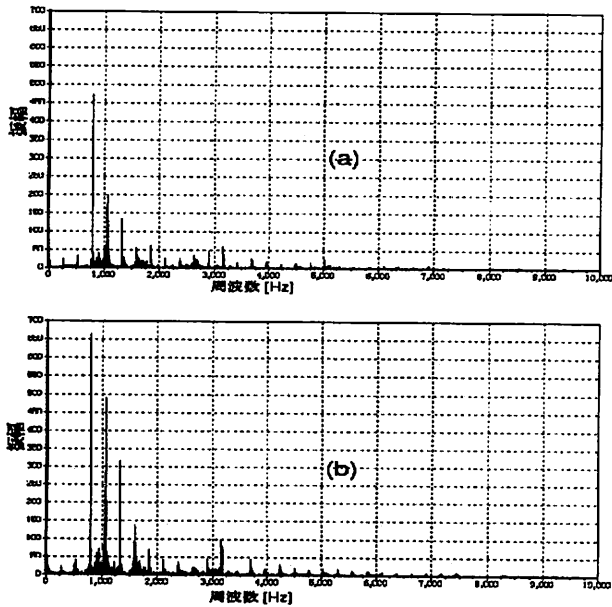


Fig. 2. ヒトが弾弦した場合の周波数分布 (第三弦開放音)

2.1 弾弦装置

弾弦装置はバチを取り付けたアルミ製の棒を直接ステッピングモータで駆動し弾弦を行う機構 (Fig.3) となっており、モータに送るパルスレートにより任意に弾弦速度を設定することができる。また、弦に対するバチの挿入深度により、弾弦強度を変更することが可能である。

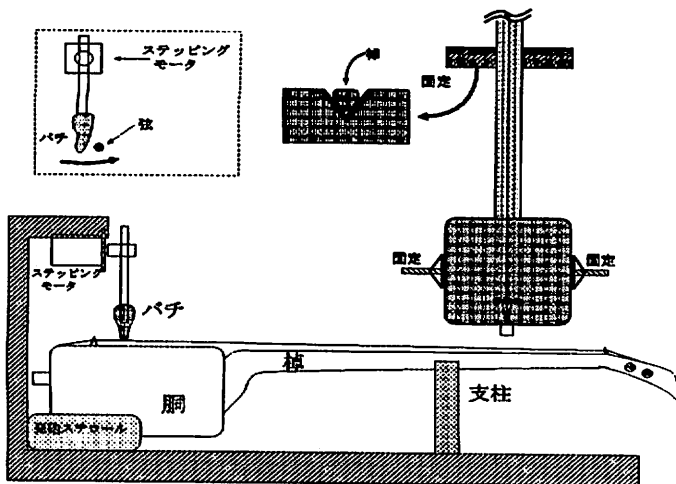


Fig. 3. 弾弦機構

また、ステッピングモータはマイクロステップタイプを用い、ステップ角は最小 0.00288° ($\frac{\pi}{62500}$ [rad]) まで設定でき滑らかな弾弦が可能である。弾弦装置への三線の設置は、棹部分と胴を両側から固定している。また、固定部分は、装置自体への共振による影響を少なくするためゴムや、発砲スチロール等の防振素材を用いている。

弾弦の際には、パルス発振器によりコントローラを介してモータドライバにパルスを送る構成とし、ユニバーサルカウンタによりパルスレートをチェックした。(Fig.4)

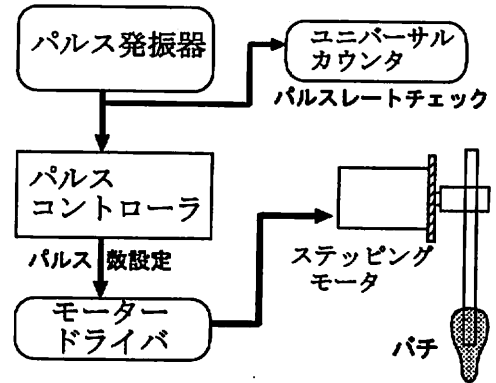


Fig. 4. 弾弦コントロール部

モータドライバは市販のドライバを用いているが、弾弦装置のコントロール部には、モータドライバに送るパルス数を設定するために、4bit バイナリアップダウンカウンタ (74LS191) を4個使い、設定した値までカウントするとモータへのパルス出力を切る回路 (Fig.5) を製作した。また、パルス数は1~4095個まで設定することができる。なお、バチ先端の速度 V [m/s] は、モータ軸の角速度を ω [rad/s] としモータの軸からバチ先端までの距離を r [m] とすると、 $V = r\omega$ [m/s] となる。また、パルス周波数 f_p [Hz]、モータのステップ角 θ_s [rad] を用いると $\omega = f\theta_s$ [rad/s] であるので式 (1) により求められる。

$$V = r\omega = r f_p \theta_s \quad [m/s] \quad (1)$$

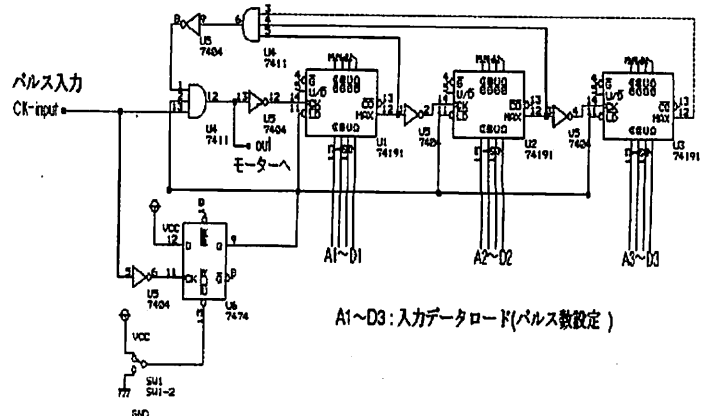


Fig. 5. パルスコントロール回路

2.2 弾弦装置によるデータの再現性

弾弦装置のデータの再現性を確かめるために、第三弦開放音(基本周波数 261.6[Hz])について、同一速度で2回に分けて弾弦した音について測定した。この音の時間波形及び周波数分をそれぞれ Fig.6 と Fig.7 に示す。

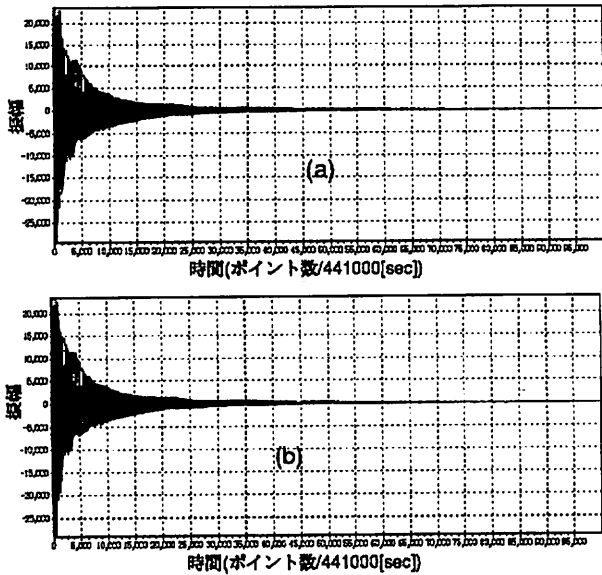


Fig. 6. 2回に分けて録音した波形(第三弦開放音)

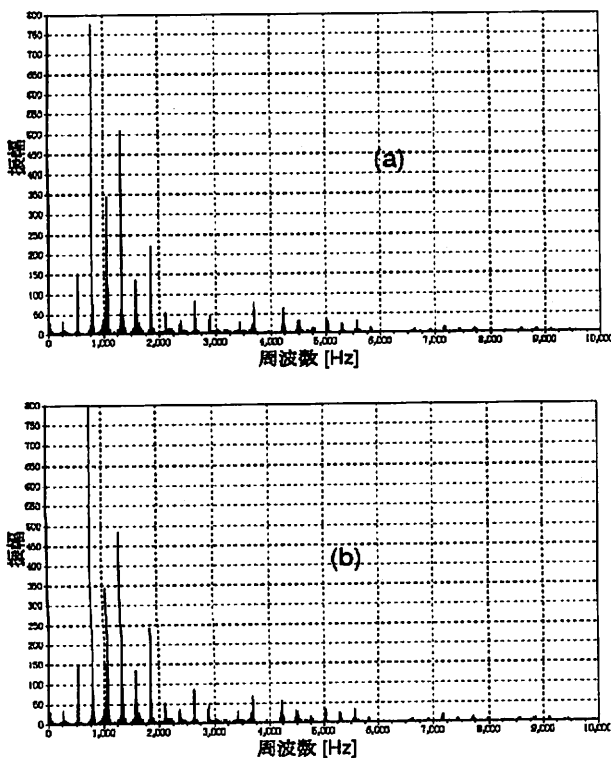


Fig. 7. 2回に分けて録音した周波数分布(第三弦開放音)

Fig.6(a)(b)を比較すると振幅及び形状ともほぼ同様の波形が得られていることが分かる。また、Fig.7の周波数分布においてもほぼ同様の振幅スペクトルが得られており、ヒトが弾弦した場合(Fig.1, Fig.2)に比較べてデータの再現性が高いことが確かめられた。

3. 弾弦速度と音色

弾弦速度による三線の音色に与える影響を調べるため、ステッピングモータへのパルス周波数 $f[Hz]$ を変化させて三線音を録音し周波数分布の比較を行った。ただし、録音については、録音レベルを一定にし、コンデンサマイク(位置固定)を用いてコンピュータに入力した。サンプリング周波数は 44100[Hz]、量子化ビット数は 16[bit]である。

第三弦開放音(基本周波数 261.6[Hz])について、弾弦速度の変化に伴う波形の最大振幅をプロットしたものを Fig.8 に示す。

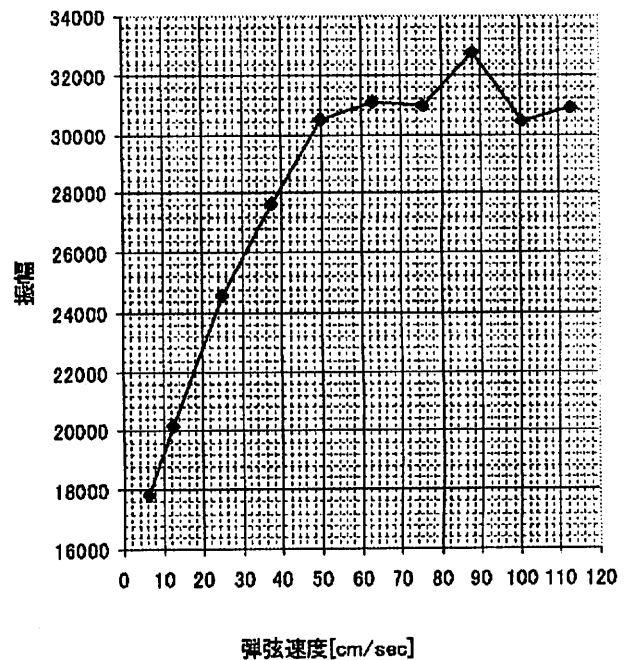


Fig. 8. 弾弦速度に対する最大振幅の変化(第三弦開放音)

Fig.8より、弾弦速度が速くなるに従って波形の最大振幅は増加するが、弾弦速度が 50[cm/sec]より速くなると飽和する傾向が見られる。

次に、弾弦速度による波形変化を調べるために第三弦の開放音をそれぞれ弾弦速度を 12.6[cm/s]と 62.8[cm/s]で録音した三線音の周波数分布(Fig.10, 11)を測定した。

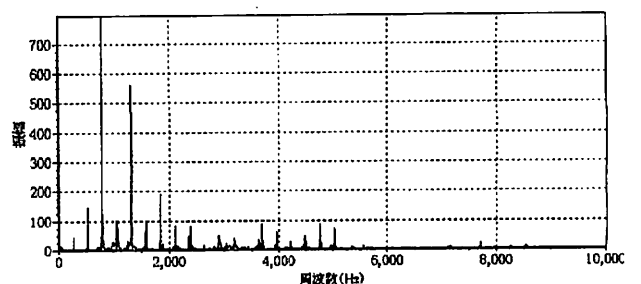


Fig. 9. 62.8[cm/sec]で弾弦した場合の周波数分布(第三弦開放音)

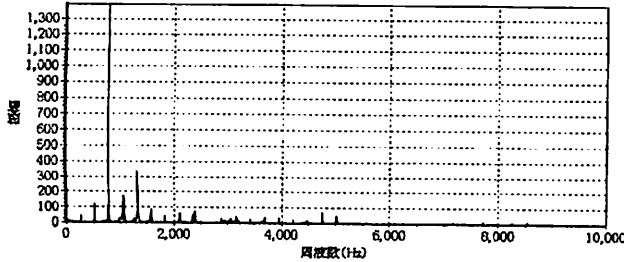


Fig. 10. 12.6[cm/s]で弾弦した場合の周波数分布 (第三弦開放音)

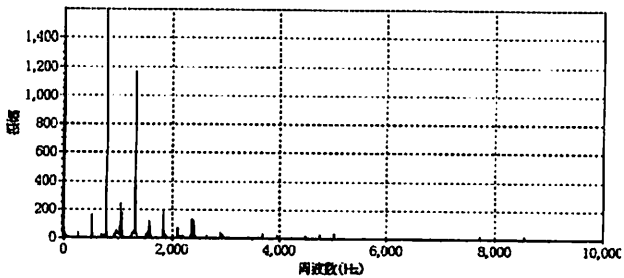


Fig. 11. 62.8[m/s]で弾弦した場合の周波数分布 (第三弦開放音)

Fig9 と fig.10 および fig.11 の周波数分布を比較すると、3000[Hz]以下の倍音、特に3倍音及び5倍音では振幅が増し、それ以上の倍音ではほとんど変化が見られない。実際の音を聞いた印象では弾弦速度が増すにつれて音が太くなる印象を受け、これは低次倍音成分が大きくなった事によると考えられる。

次に、これら周波数分布の主要な倍音成分の振幅について、弾弦速度を変えてプロットしたグラフをFig.12に示す。

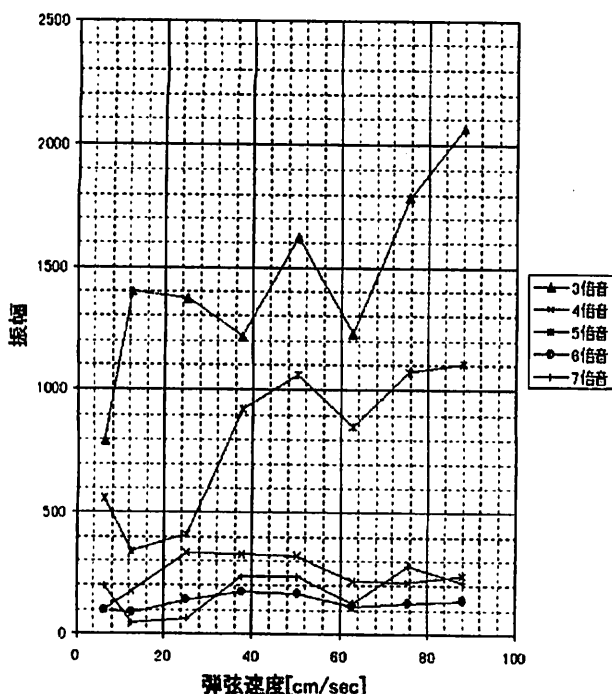


Fig. 12. 弾弦速度に対する各倍音の振幅変化

Fig.12より、特に3, 5倍音での変化が著しく、単調関係ではないが弾弦速度が増すにつれ振幅が増す傾向にあり、他の倍音の振幅変化はわずかである。これらの結果より弾弦速度が増すにつれて特に3倍音と5倍音の強調された音色となることが分かった。

4. まとめ

考案した弾弦装置を用いることにより、一定速度での録音データの再現性が認められた。また、弾弦速度を上げるとある速度まではアタック時の最大振幅が大きくなる。この波形を周波数分布として観ると約3000[Hz]以下の倍音の振幅が増し(特に3倍, 5倍音)、低周波数域の振幅が強調され、音としては太い音色として聞こえる。それより高い周波数での倍音の振幅にはほとんど変化が見られない。

弾き方による音色の違いについては、バチを挿入する深さや角度による影響も考えられ、また、様々な種類の三線について実験を行い総合的に考察する必要がある。

また、胴皮の張力についても、音色に影響をおよぼすと考えられるので検討する必要がある。さらに、部分音の特徴が三線のどの部位(弦, 胴, 棹, 皮など)によるものであるかを究明した上で、一般的に“良い音色の三線である”と呼ばれる三線と普通の三線との各特性を比較する事により“良い音色”の要因となる音の性質について検討が必要であろう。

参考文献

- [1] 難波 精一郎: “音色の測定・評価法とその適用例”, 応用技術出版, 1992.
- [2] 安藤 由典: “新版 楽器の音響学”, 音楽之友社, 1996.
- [3] 波谷 恒司, 菅野 重樹: “バイオリン演奏における感性表現としての音色と運動の関係”, 計測自動制御学会論文集, Vol.32, No.8, pp.1259-1266, 1996.
- [4] 王 耀華: “中国と琉球の三弦音楽”, 第一書房, 1998.
- [5] 磯保 榮治郎: “三線のはなし”, ひるぎ社, 1999.
- [6] 森田 雅一: “幻の楽器を求めて”, 筑摩書房, 1995.
- [7] ジョン・R・ピアーズ/著 村上 陽一郎/訳: “音楽の科学 クラシックからコンピューター音楽まで”, 日経サイエンス社, 1989.
- [8] 金井 浩: “音・振動のスペクトル解析”, コロナ社, 1999.
- [9] 中村 尚五: “ビギナーズデジタルフーリエ変換”, 東京電機大学出版局, 1989.
- [10] 久保 和良, 青島 伸治: “残響応答によるピアノ音とギター音の減衰分析”, 計測自動制御学会論文集, Vol.31, No.6, pp.712-721, 1995.
- [11] 安藤 繁雄, 山口 公典: “三味線音の音響的性質について”, 日本音響学会誌, Vol.39, No.7, pp.433-443, 1983.
- [12] 堀内 竜三, 菊池 恒男, 斎藤 宗純, 三浦 甫: “三味線の発音機構の解析-楽器音の立上り部の波形と皮・駒・撥各部の振動波形の比較-”, 日本音響学会誌, Vol.51, No.9, pp.690-697, 1995.
- [13] 栗園 朝英, 山城 毅, 渡久地 實: “三線(サンシン)の音色に関する総合的な評価(1)”, 電気関係学会九州支部連合大会講演論文集, 1447, p-751, (2000,9)
- [14] 栗園 朝英, 山城 毅, 渡久地 實: “三線(サンシン)の音色に関する総合的な評価～棹について～”, 電子情報通信学会総大会講演論文集, D-14-7, p-177, (2001,3)
- [15] 栗園 朝英, 山城 毅, 伊波 善清, 渡久地 實: “三線(サンシン)の音色に関する総合的な評価(2)～弾弦装置と音について～”, 電気関係学会九州支部連合大会講演論文集, 942, p-490, (2001,10)