

# 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（1）

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 作成者: 栗國, 朝英, 山城, 毅, 渡久地, 實, Awakuni, Tomohide, Yamashiro, Tsuyoshi, Toguchi, Minoru メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/1475">http://hdl.handle.net/20.500.12000/1475</a>

# 三線(サンシン)の音色に関する総合的な評価(1)

栗國 朝英\* 山城 毅\*\* 渡久地 實\*\*

## Overall evaluation concerned with timbre of the Sanshin (1)

Tomohide AWAKUNI\* Tsuyoshi YAMASHIRO\*\* and Minoru TOGUCHI\*\*

### Abstract

The Sanshin is three stringed musical instruments in Okinawa. In spite of the Sanshin is in Okinawa for 600 years ago, it is not scientifically analyzed about the character and the timbre as musical instruments. This paper is described the comparison of Sanshin and another stringed musical instruments (piano and guitar) about their shape of waves and their spectrum. Moreover, this paper is written about some results of experiments, such as the analysis of resonance between strings of Sanshin and the analysis of vibration of Sao. (Sao is a neck of Sanshin)

**Key Words:** Timbre, Frequency, Spectrum, Sanshin, Wave

#### 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さを感じたり、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る。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]~[10]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。

本稿では、サンシンと他の弦楽器の波形、及び周波数分布の比較、また、弦同士の共鳴による影響 [11] と棹の振動計測についていくつかの実験結果を報告する。

#### 2. 波形と周波数分布

サンシン音の特徴をつかむためサンシン音と他の弦楽器との波形の比較・分析を行い、また部分音構成を観測する為に周波数分布を観測した。比較する弦楽器としてアコースティックギターとピアノを用いた。各楽器の音を聞き比べると、サンシンとアコースティックギターは「キン・カーン」といった「かん高い音」を感じ、「硬い音」といった印象を受け、また、ピアノは「ボン」と聞こえ、落ち着いた印象を受ける。

##### 2.1 波形

各楽器の波形を観測し比較するため、ピアノは中央ハ音、ギターは2弦1フレットの音、サンシンは第3弦の開放弦とし、それぞれの楽器の基本周波数を261.6[Hz]のCの音に統一した。Fig.1~3に観測波形を示す。

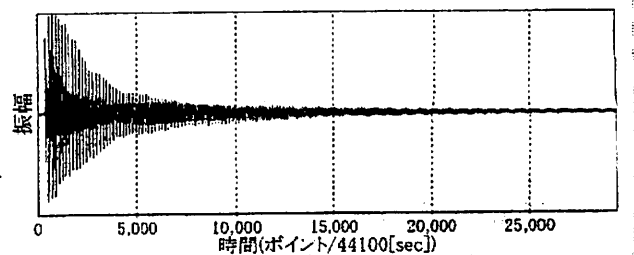


Fig. 1. サンシン音の波形(第三弦の開放弦)

受理: 2000年12月25日

平成12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.)

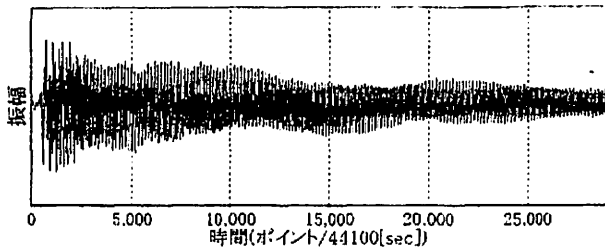


Fig. 2. アコースティックギターの波形 (2弦1フレットの音)

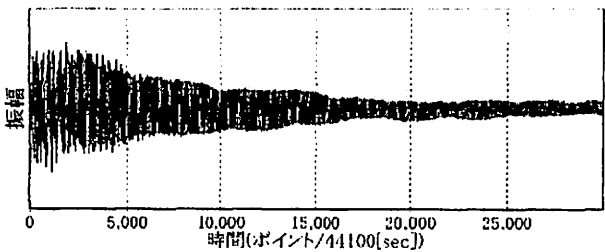


Fig. 3. ピアノの波形 (中央ハ音)

ピアノ音、ギター音では、時間の経過に対し振幅の減衰は緩やかであるのに対し、サンシン音は振幅の減衰が早く、15000ポイントではアタック時の1/10程度に減衰されている。また、ピアノやアコースティックギターではアタック音がはっきりしないのに対し、サンシンではアタック音立ち上がり急峻である。

2.2 倍音の構成

Fig.1~3で得られた各楽器の周波数分布をFig.4~6に示す。

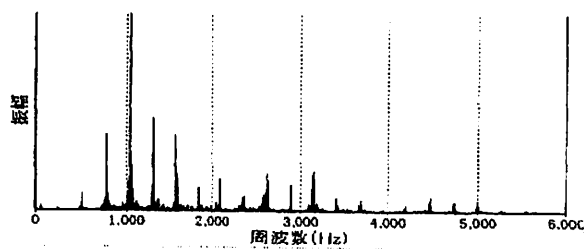


Fig. 4. 三線音の周波数分布 (第三弦の開放弦)

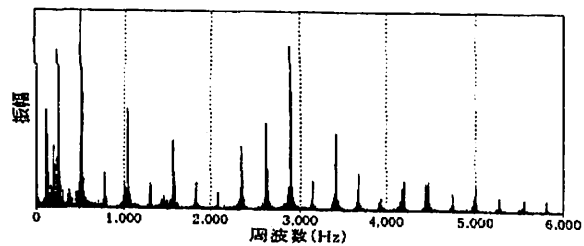


Fig. 5. アコースティックギター音の周波数分布 (2弦1フレットの音)

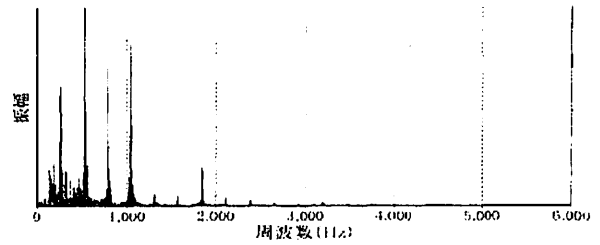


Fig. 6. ピアノ音の周波数分布 (中央ハ音)

各楽器の周波数分布ともに倍音成分のピークが周波数261.6[Hz]ごとに現われて個性的な分布を示している。

ギターと三線には高周波数成分まで倍音が豊富に含まれ、ピアノは高周波数成分の倍音成分が比較的少ないことが判る。サンシンの周波数分布は約5[kHz]まで広がっており、特に500[Hz]~2000[Hz]に強い倍音を含んでいる。また、サンシンは基音である261.6[Hz]のスペクトルが全く含まれていないという特徴がある。

実際に両楽器音を聞くと三線はかん高い印象を受け、ピアノ音は柔らかい音に聞こえる。三線の音は、高周波数の倍音が豊富で基音付近の倍音成分が少ないために高周波数の倍音が強調され、かん高い音となっていると考えられる。

3. 弦同士の共鳴による影響

三線でよく使用される調弦に本調子が有り、一般的に第一弦が130.8[Hz]のド音、第二弦が174.6[Hz]のファ音、第三弦は261.6[Hz]のド音にチューニングされる。第一弦と第三弦が1オクターブ、第二弦と第三弦が全5度の関係に有る。例えば、第三弦の1倍、2倍、3倍、…、n倍音が第一弦の2倍、4倍、6倍、…、2n倍音の共振周波数の振動モード[12][13]に一致し、弦同士の共鳴の起こりやすい状態になっている。(Table.1)

TABLE 1 倍音と周波数の関係

	1倍音(基音)[Hz] 第1モード	2倍音[Hz] 第2モード	3倍音[Hz] 第3モード	4倍音[Hz] 第4モード
第一弦	130.8	261.6	392.4	523.2
第二弦	174.6	349.2	523.8	698.4
第三弦	261.6	523.2	784.8	1046.4

5倍音[Hz] 第5モード	6倍音[Hz] 第6モード	7倍音[Hz] 第7モード
654.0	784.8	915.6
873	1047.6	1222.2
1308	1567.8	1831.2

3.1 共鳴音

弦間の共鳴について調べるため、第三弦を弾いた時の、第一弦、第二弦の共鳴音を録音し、解析を行った。

3.1.1 録音方法

まず、第一弦の共鳴音を録音したい時には、第二弦を指で触れてミュート(消音)しておき、第三弦を弾いて第一弦を共鳴させ、素早く第三弦も指で触れてミュートすると、第一弦の共鳴音だけが残り、それを録音する。第二弦に対しても同様に録音した。また、マイクはダイナミック

式マイクロフォン (Sony F-230A) を用い, サンプリング周波数 44.1[kHz], ビット数 8bit でコンピュータに取り込んだ。

### 3.1.2 周波数分布

得られた共鳴音の周波数分布を Fig.7.8 に示す。

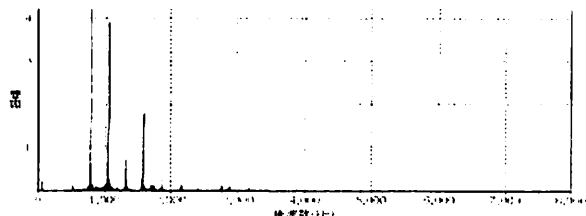


Fig. 7. 第三弦を弾いた時の第一弦の共鳴音

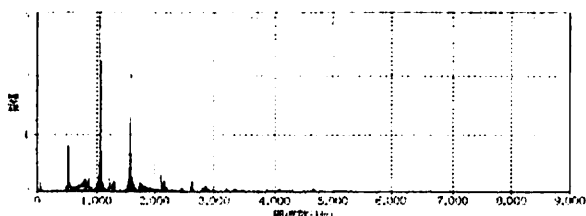


Fig. 8. 第三弦を弾いた時の第二弦の共鳴音

Fig.7では第三弦の基本周波数である約 261[Hz] 間隔のピークが第一弦に現れ, Fig.8では, 第3弦の2倍音である約 523[Hz] 間隔のピークが現れている。これは先に述べた第三弦の倍音によって, 他の弦の振動モードと一致する周波数 (Table.1) で共鳴が起こることが確かめられた。

### 3.2 共鳴の有無

他弦との共鳴による振動波形の影響を調べるために, 第三弦開放を弾く時に, 他弦と共鳴出来る状態と, 他弦を指で触れて消音する事により共鳴出来ない状態を作り, 波形を観測した。(Fig.9,10)

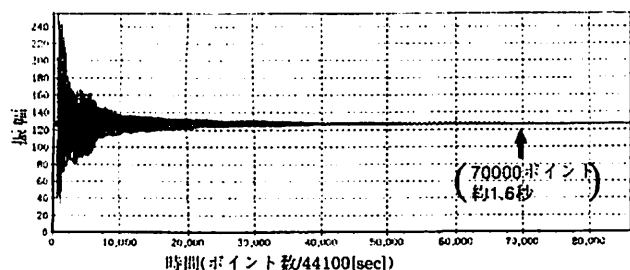


Fig. 9. 他弦が共鳴できる時の第三弦の波形

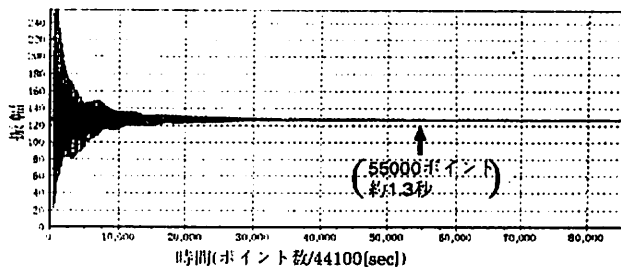


Fig. 10. 他弦が共鳴できない時の第三弦の波形

他弦を開放した場合の波形では, 約 70000 ポイント (約 1.6 秒) まで振動しているのに対し, 他の弦をミュートした波形では約 55000 ポイント (約 1.3 秒) で収束しており, 他弦が共鳴できる状態 (他弦を開放した場合) にしたとき長い余韻が得られている。

### 3.3 調弦のずれによる影響

先に, 他弦との共鳴により波形が影響を受けていることを示したが, サンシンの調弦 (チューニング) を意識的にずらした場合の波形を観測した。録音は, 第三弦を弾く場合に, 第一弦のチューニングを約 1/4 音下げておき, 第一, 二弦を開放して行った。

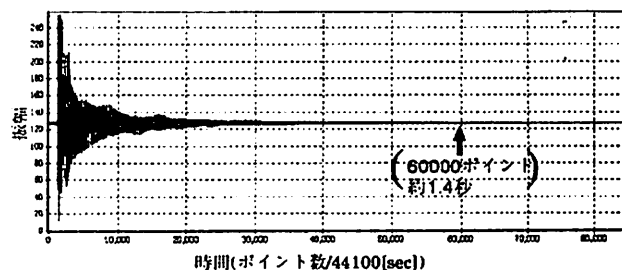


Fig. 11. チューニングのずれた場合の波形 (第三弦)

チューニングのずれた波形の Fig.11 では, 横軸 5000~10000 (約 0.11~0.23 秒) に於いて波形にうなりが確認でき, 実際に耳で聞いてもうなりは確認でき耳障りな音であった。

また, 振動は約 60000 (約 1.4 秒) で収束しており, 他弦の共鳴が無い場合の波形 (Fig.10) に近く, 共鳴できる条件に比べて波形の減衰が速い。調弦が合ってる場合の方がよい余韻が得られており, 良い演奏をするには, 調弦が重要な要素となる。

### 4. 棹の振動

沖縄では昔から三線の音色については, 棹が最も重要と考えられてきた。しかし, その物理的根拠は無く, 弾き手の感覚でしか計られていない [5]。棹は弾弦時にどの様に振動するかを調べるため, 弾弦時の棹の振動を, コンタクトマイク (圧電型) を用いて観測した。

4.1 録音方法

三線の糸巻き部分にコンタクトマイク (KORG 製クリップ式) を取り付け、また、胴 (ボディ) にはダイナミックマイク (Sony F-230A) を設置し、それらの信号をミキサー (Taskam MTR424MR II) を通して、それぞれ Lch, Rch に信号を振り分けコンピュータに人力することにより同時録音した。ただし、録音はサンプリング周波数 44.1[kHz]、ビット数 16bit で行った。

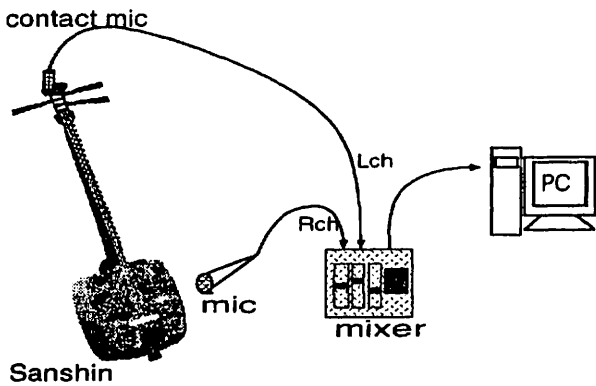


Fig. 12. 録音方法

4.2 波形

このようにして得られた三線の棹の振動音とダイナミックマイクによって得られる全体の三線音を Fig.13 に示す。

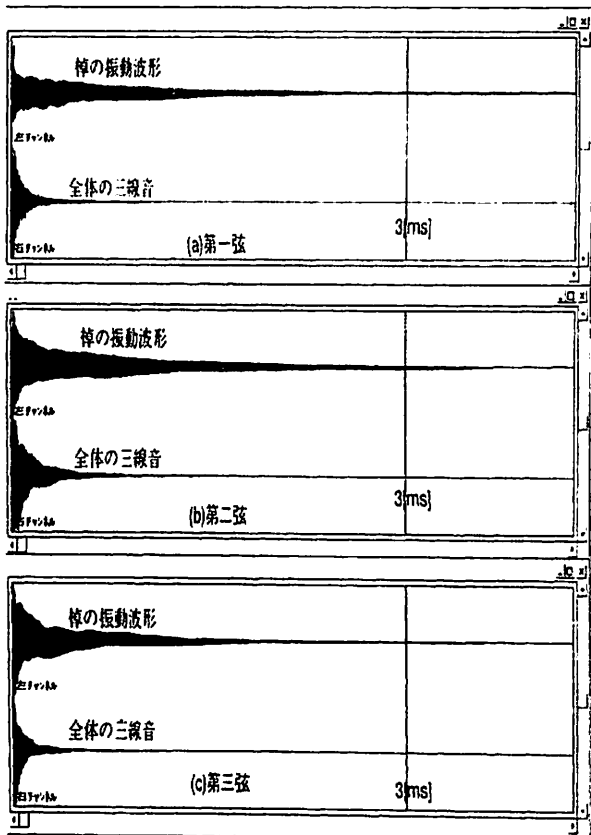


Fig. 13. 棹の振動波形と全体の三線音

Fig.13 の波形より、各弦共に棹の振動波形はアタックが弱く減衰が緩やかであり、全体の三線音に比べて 2~3 倍近く長い波形が得られている。つまり棹は実際に聞こえる音により 2~3 倍近く棹が振動していることになる。

また、棹の振動が実際に聞こえる音より長時間振動していることを考えると、棹は余韻に影響を及ぼしていると推測される。

4.3 周波数分布

第三弦を弾いた場合の波形 Fig.13(c) に於ける棹の振動周波数分布 (Fig.14) と全体の三線音 (Fig.15) に示す。

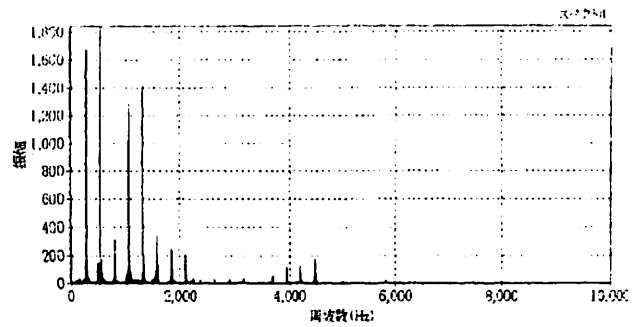


Fig. 14. 弾弦による棹の振動周波数分布 (第三弦)

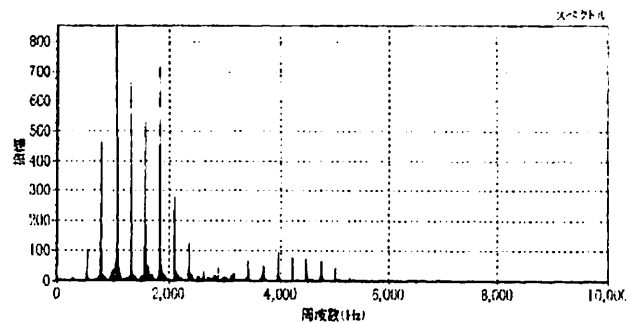


Fig. 15. 全体の三線音の周波数分布 (第三弦)

棹の振動波形の周波数分布 (Fig.14) では、三線の音 (Fig.15) では現われない基音成分 (261.6[Hz]) が含まれており、高次倍音成分は少なく、低次倍音成分が強く含まれることが確認できる。

これらの音を実際に聴き比べると、棹からコンタクトマイクで録音した振動音は、三線特有のかんだかい音ではなく、むしろピアノ音に近い音であり、これは低い周波数に倍音成分が集中しているためである。この様な結果を考慮すると三線特有の高次倍音が強く低次倍音の弱いかんだかい音色の直接の要因は、棹による影響ではなく、胴や皮の張り具合等による影響であると推測される。

## 5. まとめ

三線音の特徴として振幅の減衰が速く、基音の成分が少ないことが挙げられ、倍音成分は約5[kHz]まで広がっており、特に500[Hz]~2[kHz]に強い倍音を含むことが分かった。弾弦をしない弦も減衰やうなりの影響があり、調弦は余韻や音色の為にも重要な要素となる。波形特徴の原因としては、三線の胴や棹、弦の材質、また胴の皮の張力等によるものと考えられる。

今後、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、また、その性質が三線の部位のどのような材質によるものであるかについても検討していきたい。

今回測定した棹では、低次倍音成分が強く含まれ、振動時間の長さから余韻に影響を与えているとも思われる興味ある結果が得られたが、なお多種多様な三線について測定する必要がある。

## 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] 渋谷 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] 儀保 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: “ピギナース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] 栗園 朝英, 山城 毅, 渡久地 賢: “三線(サンシン)の音色に関する総合的な評価(1)”, 平成12年度電気関係学会講演論文集.
- [12] 三井田 惇郎: “音響工学”, 昭晃社, 1987.
- [13] 早坂 寿雄: “楽器の科学”, 電子情報通信学会, 1992.