

## 東南アジア大陸部におけるゴングの音響解析

塩川 博 義

### Acoustic Analysis of Gongs in Mainland Southeast Asia

Hiroyoshi SHIOKAWA

#### はじめに

東アジアおよび東南アジアには、金属製の銅鑼（ゴング）が広く分布している。これらは、主に青銅、真鍮（黄銅）、鉄などを材料として作られており、宗教的儀礼や舞踊における伴奏音楽など様々な用途に使用されている。製造方法としては、大きく分けて鑄造と鍛造の2種類がある。鑄造は溶かした金属を鑄型に入れて製作するものである。これに対して、鍛造は金属の塊を高温に熱しながら、ハンマーで叩いて形状を整えて製作していく。また、近年では金属の板を常温のまま叩いて形状を整えて製作していく板金という方法も用いられているが、材料は主に真鍮板か銅板が用いられる。

ゴングは大きく分けて、中央にこぶ状突起をもつゴング（以下、コブ付きゴングと呼ぶ）とフラットゴングの2種類に分けられる。両者はほぼ同じサイズでも音色は異なり、また、材料や製造方法、そして、叩き方、使用するバチなどによっても、それらはかなり異なる。しかし、それらの音響特性までを分析して比較研究したものはほとんどない。

そこで、今回は田村史子氏が所蔵する直径が約37cmから50cmまでの比較的中型のゴングの音を対象として、叩くバチや叩き方などを変えて周波数分析を行い比較検討したので、それらの結果を報告する。

## 1. 測定対象ゴング

測定対象ゴングの詳細寸法を図1および表1に示す。測定対象ゴングはコブ付きゴング3種類、フラットゴング3種類の計6種類である。いずれも基本的に側面にある穴ふたつに紐を通し吊るして演奏する。コブ付きゴングは表面中央のコブ状突起部分を、フラットゴングは表面あるいは裏面中央を叩く。

ゴングの厚さ（ $t$ ）は、側面における一部分の厚さを計測している。板金製造の場合は板厚が同じなので、他の部位の厚さも（ $t$ ）とほぼ同様と考えることができるが、鋳造や鍛造で製造されたゴングのそれらは異なるので、あくまで参考値である。

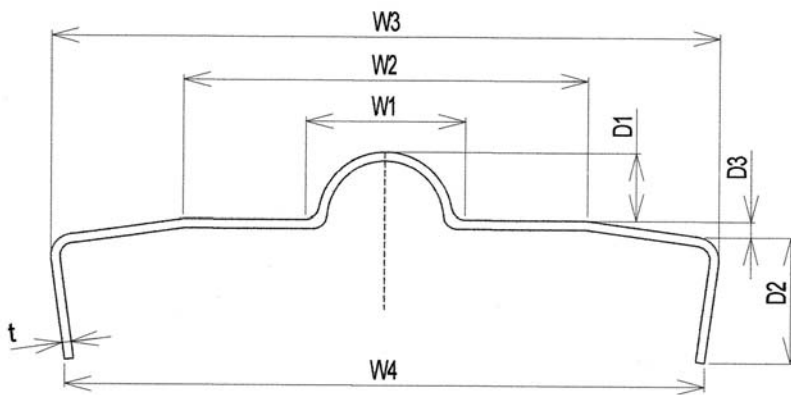


図1 ゴングの詳細図

表1 ゴングの詳細寸法

(単位：mm)

ゴング	F or B	寸法位置								製造方法	原産地 or 所有者
		W 1	W 2	W 3	W 4	D 1	D 2	D 3	t		
①	B	120	342	498	485	52	73	5.1	2.2 <sup>1)</sup>	鋳造	ヴェトナム
②	B	100	265	410	398	52	59	4.5	3.2	鍛造	ミャンマー
③	F	-	-	375	370	-	50.5	-	2.5	不明	ヴェトナム
④	F	-	-	368	360	-	56	-	3	不明	ヴェトナム
⑤	B	119	292	464	460	42	76	5	1.6	板金	ヴェトナム
⑥	F	-	-	398	395	-	50	-	1.6	板金	ヴェトナム

ただし、F：フラットゴング（Flat Gong）、B：コブ付きゴング（Bossed Gong）

### 1. 1 ゴング①（ベトナム製コブ付きゴング：鑄造）

ベトナム中部のクアン・ナム郡ディン・バン県フツ・キェウ村にあるゴング工房において、1999年2月に鑄造で製作されたコブ付きゴングを写真1に示す。直径は約50cmであり、文献1)によれば、厚さは側面が2.2mm、表面が1.5から4.1mm、コブ部分が5.3mmである。また、材料には銅、錫および亜鉛が用いられており、銅に対して、約2%の錫と5%の亜鉛が加えられている<sup>1)</sup>。

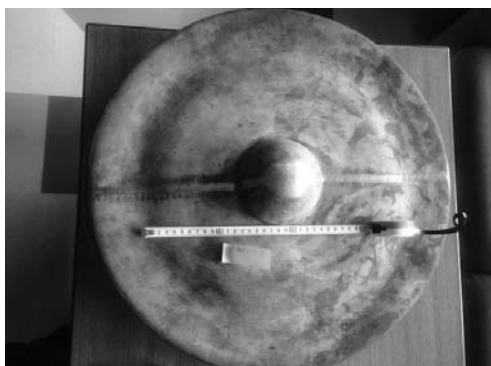


写真1 ベトナム製コブ付きゴング（鑄造）

### 1. 2 ゴング②（ミャンマー製コブ付きゴング：鍛造）

ミャンマーのマンダレー地区にある工房において、2005年に、鍛造で製作されたコブ付きゴングを写真2に示す。直径は約40cmであり、材料は青銅であり、銅と錫は、ほぼ10：3の割合で混ぜられている<sup>2)</sup>。



写真2 ミャンマー製コブ付きゴング（鍛造）

### 1.3 ゴング③（ヴェトナム・エデ族のフラットゴング）

ヴェトナム中部の山岳地帯に暮らす少数民族エデ族が所有するフラットゴングを写真3に示す。直径は約37cmである。このフラットゴングは写真内に示す先が黄色のバチで裏面を叩く。どこで製作されたゴングか不明であるため、材料と製造方法も不明である。



写真3 エデ族のフラットゴングと専用のバチ  
（裏面を叩く）

### 1.4 ゴング④（ヴェトナム・ムヌン族のフラットゴング）

ヴェトナム・ムヌン族が所有するフラットゴングを写真4に示す。直径は約37cmである。このゴングは本来、拳で叩く。やはり、どこで製作されたゴングか不明であるため、材料と製造方法も不明である。

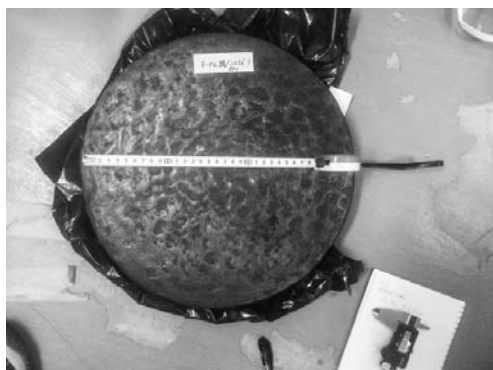


写真4 ムヌン族のフラットゴング

### 1.5 ゴング⑤（ヴェトナム・キン族のコブ付きゴング）

ヴェトナム・キン族が所有するコブ付きゴングを写真5に示す。直径は約46cmである。葬式で用いられる。2018年6月、バクニン省、タイン県、ダイバイ村で製作された。真鍮板を叩いて製作（板金）したものである。



写真5 キン族のコブ付きゴング

### 1.6 ゴング⑥（ヴェトナム・キン族のフラットゴング）

ヴェトナム・キン族が所有するフラットゴングを写真6に示す。直径は約40cmである。やはり、葬式で用いられる。2018年6月、バクニン省、タイン県、ダイバイ村で製作された。真鍮板を叩いて製作（板金）したものである。

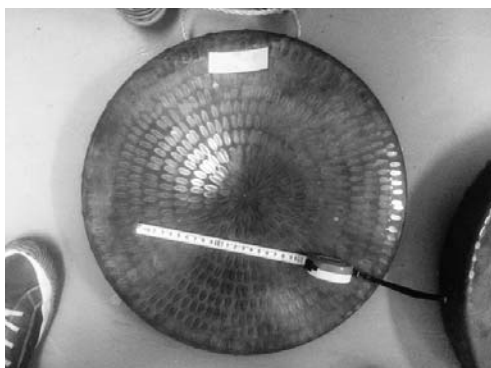


写真6 キン族のフラットゴング

## 1.7 測定で用いるコブ付きゴング用バチ

インドネシア・ジャワ島で用いられるコブ付きゴング用のバチを写真7に示す。先端が布を巻いて作られており、インドネシア・ジャワ島の大きなコブ付きゴングを叩くため、とても重い。本来、東南アジア大陸部におけるコブ付きゴング用バチはもう少し軽いが、このバチを用いて叩いた方が基本周波数のレベルが大きくなるので、本測定では、すべてのゴングにこれを用いる。



写真7 コブ付きゴング用バチ

## 2. 測定および分析方法

測定は、2019年3月に筑紫女子学園大学で行われた。録音にはPCMレコーダー（48kHz サンプリング、24ビット）を用いた。音響分析は、録音したデータを音の立ち上がりから、音がほとんど聞こえなくなるまでのデジタルデータを取り込み、DFT解析を行う。

## 3. 測定分析結果および考察

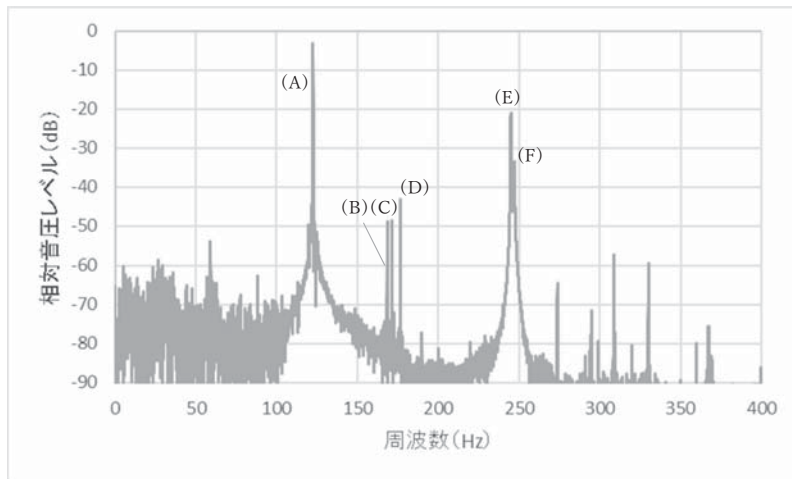
周波数特性は取り込んだ総エネルギー量を基準とし、いずれもそれらの相対音圧レベルで表示する。なお、基本周波数よりも小さい周波数でピークが立つものがあるが、いずれも基本周波数よりも20dB以上レベルが小さく、空調騒音などの暗騒音と考えられる。

### 3.1 鋳造および鍛造で製作されたコブ付きゴングの比較

図2にベトナム製鋳造のコブ付きゴング①、図3にミャンマー製鍛造のコブ付きゴング②の周波数特性を示す。いずれも写真7に示すジャワ製のコブ付きゴング用バチを用いて叩く。

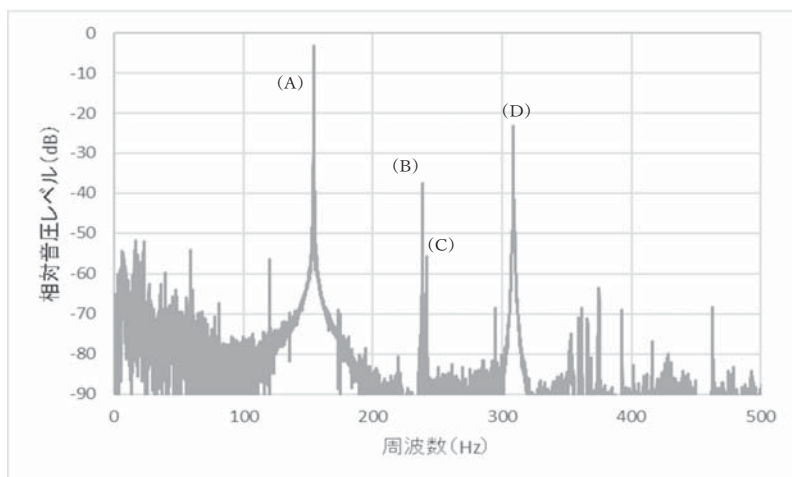
これらによれば、いずれも似たような周波数特性を示し、基本周波数および約1.5倍音と2倍音に大きなピークを持ち、基本周波数のレベルが一番大きく、次に2倍音のレベル、そして、1.5倍音のレベルが一番小さい。また、ゴング①の直径が50cmに対してゴング②のそれは40cmなので、前者の基本周波数が122.6Hzに対して、後者のそれは154.3Hzと高い。

なお、文献1)によれば、田村氏はゴング①の音高を2倍音であるピーク値(F)の約247Hz(B3)としている。ゴング①の基本周波数であるピーク値(A)は122.6Hz(B2)であり、聴覚的にピーク値(F)よりも約7dBほど小さく聞こえることを考慮しても前者の方が10dB以上大きい。また、ピーク値(F)はピーク値(E)と周波数差が2.2Hzであり、うなりが生じており、ゴング①の音色に大きく影響を与えている。いずれにしろ、基本周波数と2倍音はオクターブの関係で一番協和する音でもあるため、どちらをゴングの音高として感じるかを判断するのは難しく今後の課題としたい。



- (A)122.6Hz
- (B)168.4Hz
- (C)171.3Hz
- (D)176.6Hz
- (E)244.9Hz
- (F)247.1Hz

図2 ヴェトナム製 鑄造のコブ付きゴング①の周波数特性



- (A)154.3Hz
- (B)238.3Hz
- (C)241.3Hz
- (D)308.5Hz

図3 ミャンマー製 鍛造のコブ付きゴング②の周波数特性

### 3.2 フラットゴングのパチの違いによる比較

図4にヴェトナム・エデ族のフラットゴング③をこぶ付きゴング用パチ（写真7）を用いて叩いた時の周波数特性を示す。これによると、ゴング①や②のコブ付きゴングと同様に、基本周波数および約1.6倍音そして2倍音に大きなピークを持つが、1.6倍音の方が2倍音よりもレベルが大きく、コブ付きゴングと逆になり、この部分で両者の音色に大きな違いが生じていることが考えられる。

また、図5にエデ族のフラットゴング③を専用のパチ（写真3）を用いて、ゴングの裏面を叩いた時の周波数特性を示す。

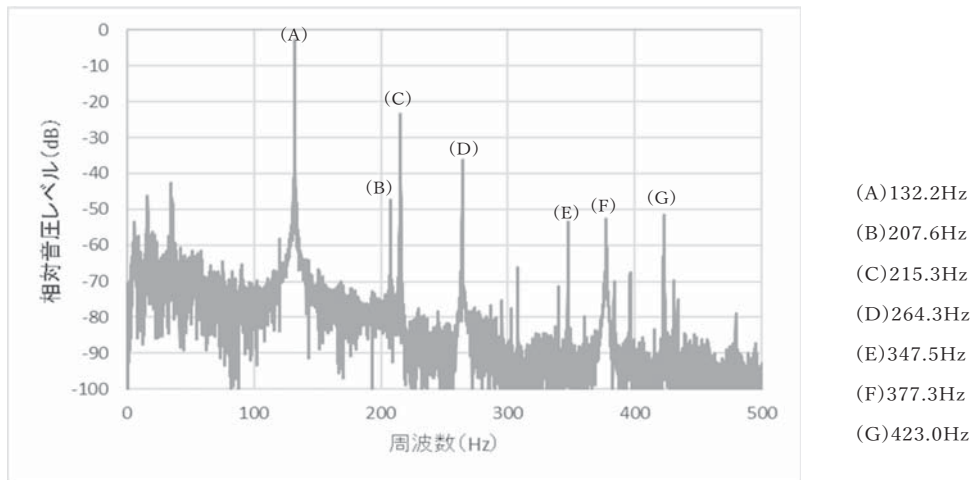


図4 エデ族のフラットゴング③の周波数特性（こぶ付きゴング用パチ（写真7）を使用）

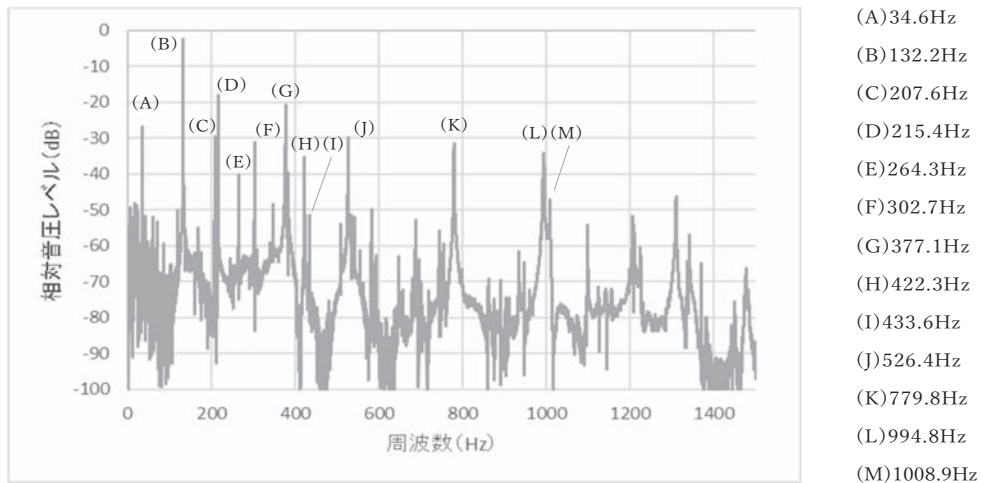


図5 エデ族のフラットゴング③の周波数特性（専用のパチで裏面を叩く）



最大レベルを持つ基本周波数は変わらないが、1400Hz 位まで大きいピークを持つ高次倍音が増え、音高が定まりづらくなると考えられる。なお、前述したように、図5のピーク値(A)は34.6Hzであり、空調騒音などの暗騒音と考えられる。

### 3.3 フラットゴングを拳とバチで叩いたときの比較

図6にベトナム・ムヌン族のフラットゴング④を拳で叩いた時の周波数特性を示す。1000Hz くらいまでピークが大きい高次倍音が見られるが、基本周波数の160.6Hzが他の高次倍音と比して25dB以上の大きなピークをもつ。

また、図7にムヌン族のフラットゴング④をこぶ付きゴング用バチ(写真7)を用いて叩いた

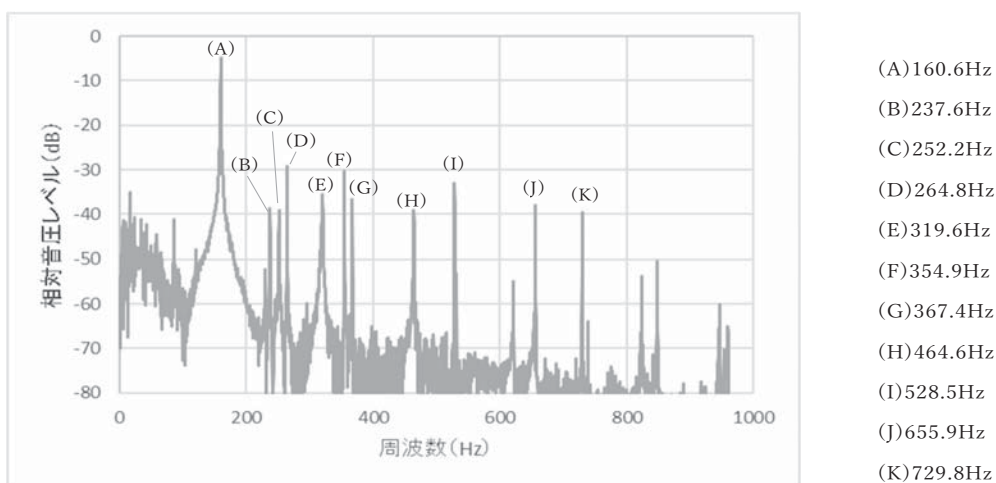


図6 ムヌン族のフラットゴング④の周波数特性(拳で叩く)

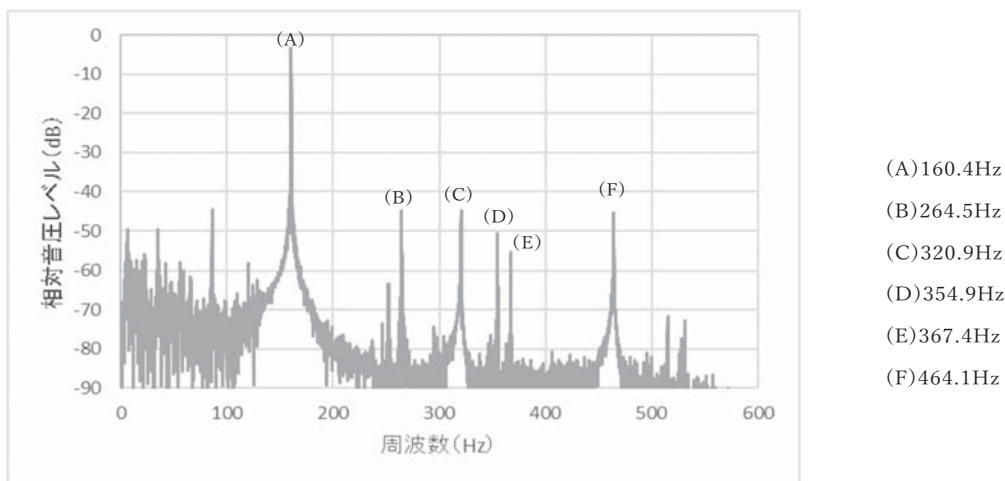


図7 ムヌン族のフラットゴング④の周波数特性(こぶ付きゴング用バチ(写真7)を使用)

時の周波数特性を示す。拳で叩いたときよりもさらに基本周波数は大きくなり、それより40dB位小さいほぼ同じ大きさのピークが1.6倍音、2倍音、そして、約3倍音に現れている。これは、拳で叩くよりバチで叩いた方がより打撃パワーが強いため、減衰時間が長くなり、それによって、より基本周波数のレベルが大きくなり、相対的に高次倍音の値が小さくなったためと考えられる。

### 3.4 板金で製作されたこぶ付きゴングとフラットゴングの比較

図8および9にヴェトナム・キン族のこぶ付きゴング⑤およびフラットゴング⑥をこぶ付きゴング用バチ（写真7）で叩いた時の周波数特性をそれぞれ示す。

図8によれば、板金で製作されたこぶ付きゴングは、鋳造のこぶ付きゴング①および鍛造のこぶ付きゴング②同様に、基本周波数および約1.3倍音と2倍音に大きなピークを持つが、前者は1.3倍音が2倍音よりレベルが大きく、後者らとは逆で、周波数特性としてはフラットゴング③に近い。おそらく鋳造や鍛造のゴングとは異なり、今回の板金で製作されたこぶ付きゴングは表面の厚さが1.6mmと薄いため、フラットゴングに近い特性になったと考えられるが、定かではない。原因を明らかにするために、今後さらに板金で製作されたゴングの測定サンプル数を増やし、詳細に検討する必要がある。

図9によれば、フラットゴング⑥は、800Hz位までピークレベルの大きい高次倍音があり、1600Hz位まで高次倍音のピークがたつ。

また、図10にフラットゴング⑥を専用のバチで叩いた時の周波数特性を示す。最大レベルを持つ基本周波数ピーク値（A）は約301Hzと変わらないが、3000Hz位までピークを持つ高次倍音が増えてノイズに近くなり、音高が定まりづらくなると考えられる。

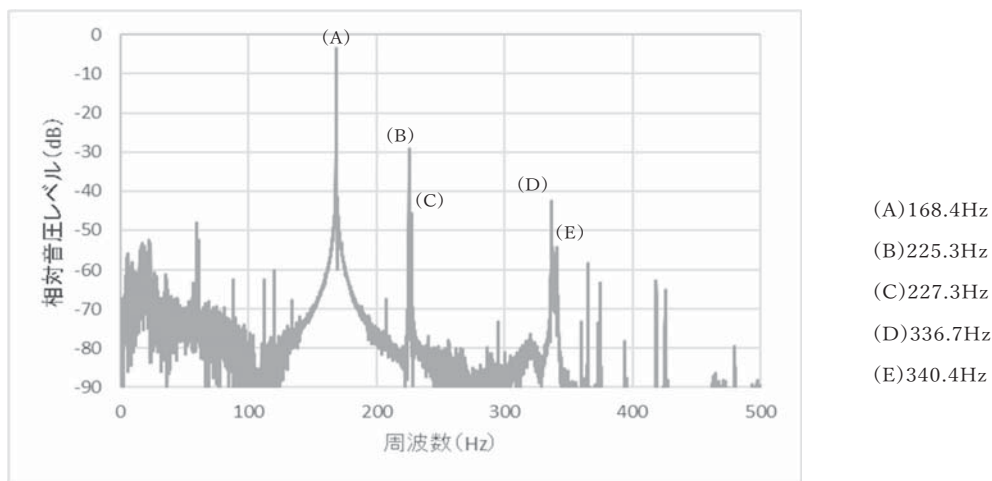
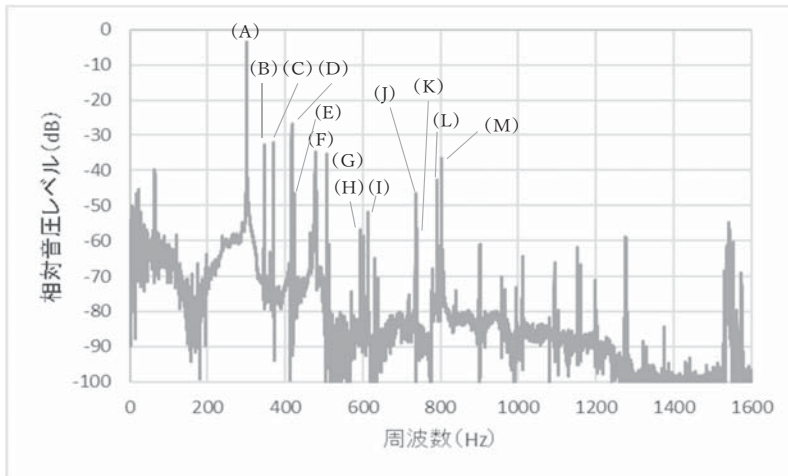
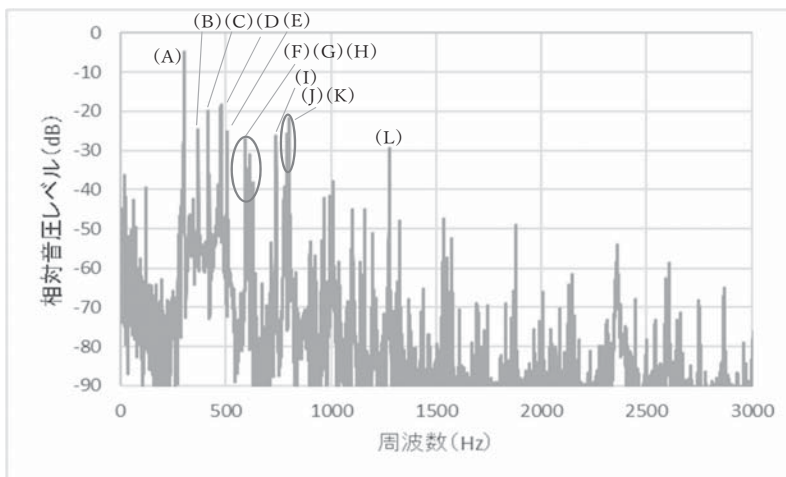


図8 キン族のこぶ付きゴング⑤の周波数特性（こぶ付き用バチ（写真7）を使用）



- (A) 301.2Hz
- (B) 345.3Hz
- (C) 369.3Hz
- (D) 416.7Hz
- (E) 422.8Hz
- (F) 477.2Hz
- (G) 507.4Hz
- (H) 602.4Hz
- (I) 613.5Hz
- (J) 735.2Hz
- (K) 739.3Hz
- (L) 791.7Hz
- (M) 802.9Hz

図9 キン族のフラットゴング⑥の周波数特性（こぶ付き用バチ（写真7）を使用）



- (A) 301.0Hz
- (B) 369.3Hz
- (C) 416.9Hz
- (D) 476.8Hz
- (E) 507.6Hz
- (F) 593.9Hz
- (G) 613.2Hz
- (H) 629.9Hz
- (I) 739.4Hz
- (J) 791.9Hz
- (K) 802.6Hz
- (L) 1277.1Hz

図10 キン族のフラットゴング⑥の周波数特性（専用のバチを使用）

## おわりに

今回、6種類のゴングの周波数特性から得られた結果を以下に示す。

- 1) 鋳造および鍛造で製作されたコブ付きゴング①および②はいずれも基本周波数、約1.5倍音および2倍音で構成され音色が決まり、基本周波数のレベルが一番大きく、次に2倍音のレベル、そして、1.5倍音のレベルが一番小さい。
- 2) フラットゴング③は、コブ付きゴング用の重たいバチで叩くと、コブ付きゴングと同様に、基本周波数、約1.6倍音および2倍音で構成され音色が決まるが、基本周波数のレベルが一

一番大きく、次に1.6倍音のレベル、そして2倍音のレベルが一番小さくなり、コブ付きゴングと逆になる。

- 3) 板金で製作されたコブ付きゴングは鋳造および鍛造で製作されたものと同様に、いずれも基本周波数、1.3倍音および2倍音で構成され音色が決まるが、基本周波数のレベルが一番大きく、次に1.3倍音のレベル、そして2倍音のレベルが一番小さく、フラットゴング③と同じようになる。
- 4) フラットゴングは、専用のバチあるいは拳で叩いた場合、重いコブ付きゴング用バチよりゴングにあたる面積と力が小さくなるため、基本周波数のレベルが小さくなり、相対的に多くの高次倍音のレベルが大きくなる。特に、板金で製作されたフラットゴングは板厚がほぼ等しく薄いので、3000Hz位までピークを持つ高次倍音が増えてノイズに近くなり、音高が定まりづらくなると考えられる。
- 5) コブ付きゴングおよびフラットゴングいずれも基本周波数ではうなりは生じず、1.3から1.6倍音前後の周波数でうなりが生じている。2倍音においては、うなりが確認できるものときないものがある。

謝辞：今回測定したゴングは筑紫女学園大学講師 田村史子氏が所有するものであり、測定にご協力頂いた。また、測定とゴングの寸法詳細の作図に日本大学専任講師の中川一人氏のご協力頂いた。ここに深謝する。

## 参考文献

- 1) 田村史子：Duc Cong Chieg～中部ヴェトナムにおける鋳造技術によるゴング製造－形と響き～，筑紫女学園大学研究紀要第14号，pp. 97-109, 2019年1月
- 2) 田村史子：マウン・カッ：ミャンマーのマンダレー地区における熱間鍛造技法による青銅ゴング製造，筑紫女学園大学研究紀要第13号，pp. 97-110, 2018年1月

(しおかわ ひろよし：日本大学生産工学部建築工学科 教授)

【 共同研究の可能性：＜東南アジアの金属楽器『ゴング』に関する体系的研究＞B 】

# 東南アジア大陸部におけるゴングの音響解析

塩 川 博 義

Acoustic Analysis of Gongs in Mainland Southeast Asia

Hiroyoshi SHIOKAWA

筑紫女学園大学  
人間文化研究所年報  
第33号  
2022年

ANNUAL REPORT  
of  
THE HUMANITIES RESEARCH INSTITUTE  
Chikushi Jogakuen University  
No. 33  
2022