

# ベトナム中央高原に住む少数民族が所有するゴングの 金属成分分析

塩川博義<sup>\*</sup>，中川一人<sup>\*\*</sup>，柳沢英輔<sup>\*\*\*</sup>

## Analysis of Metal Composition of Gongs Owned by Ethnic Minorities Living in the Central Highlands of Vietnam

*Hiroyoshi SHIOKAWA<sup>\*</sup>, Kazuto NAKAGAWA<sup>\*\*</sup> and Eisuke YANAGISAWA<sup>\*\*\*</sup>*

Keywords: Bossed Gong, Flat Gong, Central Highlands of Vietnam, Metal Composition

### 1. 序論

東アジアおよび東南アジアには、銅鑼（ゴング）、梵鐘、双盤（鉦）、風鈴などの金属製打楽器が広く分布している。これらは主に、青銅、黄銅（真鍮）、鉄などを材料として作られており、日常生活における合図あるいは時報としてだけでなく、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。これら金属製打楽器の製造方法は、大きく鑄造および鍛造の二つに分けられる。鑄造は溶かした金属を鑄型に入れて製作するもので、梵鐘や鉦、そして、風鈴などがこの方法で作られる。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。東南アジアの音楽などで用いられるゴングは、主に鍛造あるいは板金の方法で作られる（ベトナムには鑄造で作られる銅鑼もある<sup>1)</sup>）。鍛造で造られた青銅製の銅鑼と板金で造られた黄銅製の銅鑼はいずれもハンマーで叩きながら形状を整えていくので、外観だけではなかなか判別が付きにくい。

そこで、使われている材料（青銅あるいは黄銅）の判

別を成分分析によって行い、それから製作方法も知ることができるのではないかと考えた。

今回、ベトナムのゴング15枚の成分分析を行う機会を得たので、その結果を報告する。

### 2. 測定対象のゴングセット

本報で測定に用いたゴングセットを Fig. 1 に示す。このゴングセットは、6枚のコブ付きゴング（Bossed Gong）と9枚のフラットゴング（Flat Gong）の計15枚のゴングにより構成される。これらのゴングはベトナム中央高原に住む少数民族ジャライ族の調律師が所有し



Fig. 1 A Set of Vietnamese Gongs

<sup>\*</sup>日本大学生産工学部建築工学科教授

<sup>\*\*</sup>日本大学生産工学部創生デザイン学科専任講師

<sup>\*\*\*</sup>京都大学大学院アジア・アフリカ地域研究研究科特任助教

ていたものを柳沢が譲り受けたもので、現在、京都大学に保管してある。

ベトナム中央高原に住む少数民族はゴングを製造しておらず、沿岸部に住むキン族や国境を接するラオス、カンボジアから購入したゴングを、ゴング調律師がゴングセット毎に適切な音階、音色に調律し、村落の儀礼・祭礼の際に演奏に用いている。

### 3. 測定方法

測定は2021年11月に京都大学で、(株)レックス社製ハンドヘルド蛍光X線分析計VANTAを用いて行った。一般的に定量分析においてハンドヘルド型蛍光X線分析計はICP発光分析と比較して分析精度が劣るとされている。また、今回の分析では試験体表面の酸化被膜を除去せず分析するため、酸化被膜の有無による影響も評価する必要がある。今回は、銅(Cu)と亜鉛(Zn)の合金である黄銅(Cu-Zn)、銅(Cu)と錫(Sn)の合金である青銅(Cu-Sn)を判別するための計測が主な目的である。そこでまず、予備試験としてICP発光分析を行った標準試験体A:Cu-27.1mass% Zn合金、試験体B:Cu-8.5mass% Sn合金(以下単に%)との比較を行った。また、意図的に塩基性炭酸銅被膜を発生させた標準試験体Bを分析し、酸化膜の影響について調べた。なお、ハンドヘルド型蛍光X線分析計による測定は3か所とし、その平均値とした。

ハンドヘルド型蛍光X線分析計で計測した結果、試験体A:Cu-26.8% Zn、試験体B:Cu-7.8% Snとなり、いずれの試験体でも合金元素の定量値は低い値を示したが、その差は0.5%程度と極めて小であった。また、意図的に被膜を発生させた試験体Bの分析結果はCu-7.6% Snとなり、酸化被膜の影響も小であることが確認された。このことから、本実験の目的である合金種の同定には大きく影響しないと考え、分析結果の補正および酸化被膜の除去は行わなかった。

本実験では測定器との距離・測定時間などの測定条件は、測定器の標準的な条件に準じた。測定箇所は測定対象の大きさに関わらず、原則として表面3箇所、側面2箇所の計5箇所とし、主要合金元素の割合が最大および最小となる測定結果を除いた3箇所の平均値を定量分析結果とした。また、測定結果のばらつき、特定部分に微量合金元素が見られるなど測定箇所の影響が認められた際には測定箇所を増やした。

### 4. 分析結果および考察

各ゴングの定量分析結果をTable 1に示す。ここで、Snは錫、Znは亜鉛、Pbは鉛、Cuは銅である。

これらによれば、いずれもCu-Znを主成分とした黄銅(真鍮)で造られており、①から⑥のコブ付きゴングに関しては現行のC2600またはC2700に相当する材料で、塑性加工性と見た目(金色)のバランスに優れた材質である。これらはトランペットやサクソなどの金管楽器によく使われる。

また、⑦から⑮のフラットゴングに関しても上記と同様にCu-30.0% Znを主成分とした材料であるが、錫および鉛が微量ではあるが見られる。

Cu-Zn合金に対する錫添加の効果として鑄造欠陥の軽減、あるいは、耐食性の向上、鉛添加の効果として鍛造性や被削性の向上などがある。今回の材料では錫の分量は少なすぎて、これらの効果を得ることは難しいと考える。

また、鉛に関しては鍛造性を改善するために1%程度入れる材料もあるが、この場合、材料の亜鉛(Zn)量は40%程度と今回分析した材料よりも高い。黄銅においては亜鉛量が増加すると加工性が低下するため亜鉛増加による加工性の低下を補うため鉛を添加することが考えられるが、今回分析した材料はいずれもZn量が30%程度と加工性に優れた成分であるので、加工性の向上を目的として鉛を加える可能性は低いと考えられる。
















これらから、分析によりみられた錫および鉛は意図的に導入したものでは無く、真鍮板製作工程で混入した不純物、または、リサイクルメタルを使ったために不純物が混入したものと考えられる。

以上のことから、コブ付きゴング6枚とフラットゴング9枚は、可能性として、それぞれを別々の製造場所から購入されたものと考えられ、コブ付きゴングを製作した場所はC2600やC2700など現行の真鍮板を用いており、それに比して、フラットゴングはリサイクルメタルなどを用いて真鍮板から製作している場所と考えることができる。また、前者は後者に比して、新しいものと考えられることもできるが、現在でもリサイクルメタルを用いてゴングを製作している楽器工場も存在する可能性もあるので、一概には言えない。今後、さらにベトナムを含めた東南アジアのゴングの調査を行う必要がある。

### 5. まとめ

ベトナムのゴングにおける成分分析の測定から、いずれも板金で造られた黄銅製で、Cu-Znを基準した一般的な真鍮板で造られており、コブ付きゴングの材料は現行のC2600またはC2700に相当する真鍮板であり、フラットゴングのそれは微量の錫と鉛が含まれていることが明らかになった。このことから、コブ付きゴングとフラットゴングは、それぞれ別の場所で製作されたものと考えられる。

Fig. 1 Percentage of Metal Compositions for each Gong

Gong	Picture	Bossed	diameter	Sn	Zn	Pb	Cu
		or Flat	(mm)	(%)	(%)	(%)	(%)
①		Bossed	540		32.9		67.1
②		Bossed	443		32.3		67.7
③		Bossed	340		35.3		64.7
④		Bossed	317		30.3		69.7
⑤		Bossed	285		29.2		70.8
⑥		Bossed	238		29.5		70.5
⑦		Flat	415	0.2	27.1	0.4	72.3
⑧		Flat	380	0.2	29.1	0.4	70.3
⑨		Flat	360	0.2	28.5	0.2	71.1
⑩		Flat	340	0.2	28.4	0.5	71.0
⑪		Flat	320	0.2	28.0	0.2	71.6
⑫		Flat	305	0.2	30.1	0.2	69.5
⑬		Flat	275	0.1	26.8	0.6	72.5
⑭		Flat	250	0.3	25.7	0.1	73.9
⑮		Flat	230	0.2	26.0	0.1	73.7

### 謝辞

本研究は、JSPS 科研費 21H00485（基盤研究（B））、研究代表者：塩川博義、課題名：音響解析を用いた金属製打楽器の変遷—「うなり」の文化としての東洋音楽史—、令和3～7年度）を受けて実施した。

### 参考文献

1) 柳沢英輔：ベトナムの大地にゴングが響く、灯光舎、

(2019), pp.149-190

2) Eisuke Yanagisawa, Makiko Sakurai, Hidemi Akimoto and Naoki Sakurai: Acoustical analysis of Vietnamese flat and bossed gongs before and after tuning, *Journal of New Music Research*, 48(5), (2019), 458-468

(R 4 . 3 . 23 受理)

## Biographical Sketches of the Authors



Shiokawa Hiroyoshi was born in March 31, 1961 in Kanagawa Prefecture, Japan. He obtained his Bachelor's Degree of Engineering in 1983, his Master's Degree of Engineering in 1985 and his Doctoral Degree of Engineering in 1994 from Nihon University. Dr Shiokawa is a professor of department of Architecture and Architectural Engineering, College of Industrial Technology, Nihon University. He is a member of The Acoustical Society of Japan (ASJ), The Society for Research in Asiatic Music (Tôyô Ongaku Gakkai, TOG), and Soundscape Association of Japan (SAJ) and the Architectural Institute of Japan (AIJ).



Kazuto Nakagawa was born in June 20, 1976 in Kagawa Prefecture, Japan. He obtained his Bachelor's Degree of Engineering in 1999, his Master's Degree of Engineering in 2001 and his Doctoral Degree of Engineering in 2004 from Nihon University. Dr Nakagawa is a associate professor of department of conceptual design, College of Industrial Technology, Nihon University. He is a member of The Japan Society of Mechanical Engineers (JSME), The Japan Society for Design Engineering (JSDE), The Japan Foundry Engineering (JFS) and The Acoustical Society of Japan (ASJ).



Eisuke Yanagisawa received his Bachelor of Arts in Environmental Information from Keio University in 2004 and his PhD in Area Studies from Kyoto University in 2010. He is currently a specially appointed assistant professor at the Graduate School of Asian and African Area Studies, Kyoto University. His research interests include application of audiovisual media in ethnography. He is a member of the Society for Research in Asiatic Music (Tôyô Ongaku Gakkai), the Soundscape Association of Japan, and the Japanese Society of Cultural Anthropology.