

銅鐸には音階は反映されていたのか

— 模鑄銅鐸等の二次資料を用いた試行的検討 —

石 守 晃

(公財)群馬県埋蔵文化財調査事業団

- | | |
|--------------|---------------------|
| 1 はじめに | 5 厚みによる音程の違い |
| 2 銅鐸の音に関する研究 | 6 材質による音程の違い |
| 3 銅鐸の音響 | 7 加茂岩倉遺跡出土銅鐸を用いての検討 |
| 4 規模による音程の違い | 8 おわりに |

— 要 旨 —

銅鐸は楽器の一種と認識されている遺物である。筆者は一遺跡で規模の異なる複数の銅鐸が出土することから、音階の確認を提起したことがあった(石守1980)が、出土銅鐸の多くは指定文化財であり、その音の測定は現実的に難しい。そこで模鑄銅鐸、ハンドベル、金属板等を用いて、銅鐸の規模の違いに音階が反映されていたか否かの確認を試みることにした。

模鑄銅鐸、ハンドベル、金属板はそれぞれ音を測定し、模鑄銅鐸に対しては、音響や材質による音程の違い、ハンドベルに対しては規模の違いによる音程の変化、金属板に対しては、その厚みによる音程の変化を検討した。残念ながら、明確な規則性等の提示はできなかったが、それぞれの傾向や一部計算式を提示することはできた。

これらの所見を元に、島根県加茂岩倉遺跡の入れ子状態で出土した銅鐸のうち6組を用いて検討を行った。その結果、当初予定したような音階の有無の確認には至ることはできなかったが、同様な比率の合金を用いた場合という前提ではあるが、用いた計算式により算出された音程は、同音ではないものの、大型・小型の銅鐸はそれぞれ近似した音程を出した可能性を示すものであった。また、それぞれの組み合わせの中で、大型、小型の銅鐸の音程差は、凡そ1オクターブ前後の開きがあることが想定でき、加茂岩倉遺跡に銅鐸を埋納した弥生人たちが、1オクターブ前後の音程の組み合わせを意図した可能性を示唆するものであった。

キーワード

対象時代 弥生時代
対象地域 静岡県～福岡県
研究対象 銅鐸 音程反映の有無

1 はじめに

中国では商(殷)・周代より青銅器製楽器・音響発生具が鑄造され、打ち鳴らす鐘、揺り鳴らす鐸、揺れ成る鈴等が作られていた(佐原2002)¹。周代には、既に三分損益法²が成立し、ピタゴラス音律と同様の音律が確立され、紀元前4世紀初頭の曾侯乙墓出土の編鐘で知られるように、楽器にもその音律を反映したものが制作されている³。翻って我が国の青銅楽器の初めである銅鐸は、中国の戦国から漢代の青銅器と朝鮮式小銅鐸の融合により誕生した(井上1993)、或いは中国の畜鈴を源として、朝鮮半島の朝鮮式小銅鐸を経て、日本に到達、発展した(春成1994)青銅器である。銅鐸は、内側に垂下させた棒状具(舌)が体部(身)に接触して音を発する、缶状の青銅製音響発生具であるが、発音のための動作(身を押して揺する、或いは舌を身に放つ)から体部(身)と舌が衝突するまでに、両者が紐を介して在るため、その発音は動作からどうしても1拍、2拍遅れることとなる。従って、その構造故にリズムを刻むには適していない。

上述のように中国では古くより、楽器に音律が取り入れられてきたが、我が国の楽器では、中国大陆や朝鮮半島等の音楽が全面的に取り入れられる飛鳥時代以降は音律の反映が確認されるものの、それ以前の楽器では音律の反映は明確ではない。そもそも、往時の楽器や音響発生具で、音律の反映を確認し得る楽器の種類そのものが少なく、音律の採否の検討対象となり得る楽器は、やまと琴、陶埴、銅鐸などに過ぎない。このうちやまと琴に対しては、音律の反映が検討されてはいるものの(山口1988)⁴、現状では明確にその反映を断定するには至っていない。また、陶埴はその規格に統一性がなく(石守2012)、指穴の配置等に統一性がない(石守2014)ことから、陶埴への音律の明確な反映はやはり否定せざるを得ない⁵。

一方、銅鐸はどうであろうか。単一遺跡で異なる規格の銅鐸が出土することがあるため、その比較により、音律の反映を確認することは可能であり、筆者も、その測音による音階の確認を提起したことがあった(石守1980)。しかし、実際にこれらを確認したことはなかったため、その確認(想定)を試みようとするのが本稿の目的である。しかし、銅鐸の多くは指定文化財であり、実際に敲打等をして、演奏することは現時点では不可能である。そのため、模鑄銅鐸や、規格の違う金属片、ハンドベルの音程や規格等を調査し、その調査成果に鑑みて銅鐸の音程を推定し、その比較に於いて、銅鐸の製作に当たって音程を意識していたか否かを推定しようとするものである。

2 銅鐸の音に関する研究

銅鐸の研究は数多くの研究がなされている。しかし乍

ら筆者の浅学ゆえに、現状に於いてその成果の一部を拝読したに過ぎない。故に先学の研究の一部を以て、研究史の一端に触れたいと思う。

銅鐸の研究の蓄積は多く、形態、文様、図象等に多くの研究成果が示されている。しかし、音そのものに触れた論考は少ないように思われる。出土銅鐸の記録は続日本紀和銅6年7月条の大倭国宇太群波坂郷出土の記事を初出とするが、古代においては、楽器説と塔鐸とする説があり、近世には楽器説が採られるといった論が出されている(井上1993)⁶。近代以降は、形態、文様等の検討が進む一方、舌の出土⁷や、舌と接触する内面の突帯中央部の摩滅⁸や鈕の摩滅痕⁹、等の使用痕の確認により、音の出る道具としての認識が形成された。

しかし、内面の突帯の摩耗痕跡が有るものと無いものが認識された。そして摩耗痕のある状態からない状態への変化は、漸移的に規模が大きくなった銅鐸が、巨大化する変換点と重なっている。田中琢は、この銅鐸の規模の巨大化する開始の時期を突線鈕Ⅱ式と認めて、突線鈕Ⅰ式以前の銅鐸を「聞く銅鐸」、突線鈕Ⅱ式以降の銅鐸を「見る銅鐸」と名付けた(田中1970)¹⁰。

このように、銅鐸が広義の楽器¹¹として使用されたか否かの議論があったが、音や音響そのものについての指摘は、(勿論筆者が確認していないだけである可能性も少なくないが)筆者が確認した範囲では、僅かである。その一つは樋口清之による指摘である。樋口は銅鐸は鐸身が薄く、錫の合金故に高音あり、横断面が押しつぶされた楕円形であるので、円形の梵鐘のように余韻は残せず、音をすぐ放散してしまうため、高く短い音を出すと指摘している(樋口1969)¹²。音に関して実験考古学的成果を通して多くを指摘したのが、久野邦雄である。久野は「銅・錫・鉛の含有率を変えた同形の銅鐸21個を鑄造」して音響実験を行い、また開けられた孔と音響の違いについて実験した(久野1999)。久野は金属の含有量について、錫の含有率の高いものは高音を発し、低いものは「梵鐘のような余韻の長い音色を発」することを確認した¹³。更に、鐸身の型持孔について、不必要な位置にも開けられているという鑄造技術者の指摘と、孔の位置が一定に過ぎるという自身の疑問から、無孔のものから順次数を増やして実験を行った。その結果6孔と2個の切り欠きを持つものが「余韻のある最も良い音色」であり、型持ち孔は音響を考慮したものであるとした結論を得ている¹⁴。また、銅鐸は敲打の位置により、異なる音の出ることを確認している¹⁵。(尚、久野の模鑄銅鐸については、今回測定を行い、その成果を後述する。)

3 銅鐸の音響

3.1 模鑄銅鐸の音調査

これまで幾つかの博物館に展示してある模鑄銅鐸、そ

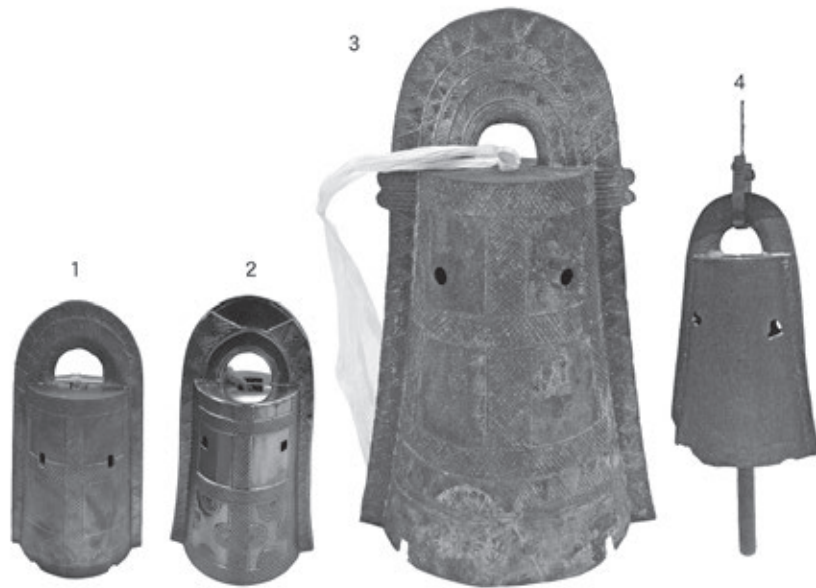


写真1 島根県立古代出雲歴史博物館所蔵模鑄銅鐸(約1/6、原品・文化庁所蔵)

表1 島根県立古代出雲歴史博物館所蔵模鑄銅鐸音測定一覧 ◎：基底音 ○：倍音(音量強) >：倍音(音量小)

No	主従	周 波 数 (hz)	音程	No	主従	周 波 数 (hz)	音程	
1		2287.900 — 2293.290	D7 -46c — D7 -42c	2				
	○	1964.900 — 1270.290	B6 -9c — B6 -5c					
	○	1868.010 — 1873.390	A#6 +3c — A#6 +8c			2492.470 — 2500.540	D#7 +2c — D#7 +8c	
	◎	1652.670 — 1658.060	F#6 -9c — F#6 -3c		◎	2185.620 — 2191.000	C#7 -25 — C#7 -21c	
		1520.780 — 1523.470	F#6 +47c — G6 -50c			2013.350 — 2018.740	B6 +33c — B6 +37c	
	○	611.005 — 616.388	D#5 -32c — D#5 -16c		>	1894.920 — 1900.310	A#6 +28c — A#6 +33c	
						843.750 — 855.469	G#5 +27c — A5 -49c	
				○	738.281 — 750.000	F#5 -4c — F#5 +23c		
No	主従	周 波 数 (hz)	音程	No	主従	周 波 数 (hz)	音程	
3		3533.200 — 3544.920	A7 +6c — A7 +12c	4				
		}	}					
		1388.670 — 1400.390	F6 -10c — F6 +4c					
	>	1330.080 — 1341.800	E6 +15c — E6 +30c					
	○	1265.620 — 1277.340	D#6 +29c — D#6 +45c					
	>	1171.880 — 1183.590	D6 -4c — D6 +13c					
	>	1136.720 — 1148.440	C#6 +43c — D6 -39c					
	>	1037.110 — 1048.830	C6 -16c — C6 +4c		○	1582.030 — 1587.890	G6 +15c — G6 +22c	
	◎	984.375 — 996.094	B5 -6c — B5 +15c		◎	1371.090 — 1388.670	F6 -32c — F6 -10c	
		919.922 — 937.500	A#5 -23c — A#5 +10c					
	○	796.875 — 808.594	G5 +28c — G#5 -47c					
		750.000 — 761.719	F#5 +23c — G5 -50c					
		626.953 — 638.672	D#5 +13c — D#5 +45c					
		550.781 — 562.500	C#5 -11c — C#5 +25c					
		457.031 — 468.750	A#4 -34c — A#4 +10c					
	○	404.297 — 416.016	G#4 -47c — G#4 +3c					

して筆者の勤務先が入る群馬県埋蔵文化財調査センターに保管されている模鑄銅鐸など、数は多くないが、模鑄銅鐸銅鐸の音を出した経験がある。勿論、模鑄銅鐸は、銅鐸をレプリカとして或いは模倣して作られているため、銅鐸そのものの音を出し得るものではない。しかも、銅鐸の鐸身の厚みが凡そ3mm程度であるのに対し、筆者が演奏を体験した模鑄銅鐸の鐸身の厚みは、5、6mmと厚いものが多かった。また上述のように実物の銅鐸での音の確認が困難であるため、模鑄銅鐸を素材として扱わざるを得ない。しかし、展示されている模鑄銅鐸は高さ20数cmのものが殆どであり、大体が1点で、複数の模鑄銅鐸を所有している施設は多くない。

そこで、本調査の初めとして、複数の模鑄銅鐸を保管

している島根県立古代出雲歴史博物館のご厚意により、4点の所蔵資料の音響測定を行う機会を得ることができた。

3.2 島根県立古代出雲歴史博物館所蔵の模鑄銅鐸

調査対象とさせて戴いた古代出雲歴史博物館御所蔵の模鑄銅鐸は、写真1に示した4点である。同館の調査対象とした模鑄銅鐸銅鐸は、6口の銅鐸が出土した島根県出雲市の出雲荒神谷遺跡と39口の銅鐸が出土した島根県雲南市の加茂岩倉遺跡出土銅鐸をモデルにしていると思われるものである。これらの模鑄銅鐸は記録順に1から4の調査番号を附した。

このうち1は、出雲荒神谷遺跡出土の2・3号銅鐸(総高23.7、22.4cm)をモデルにしたと思われるものであるが、鐸身の側縁は直線的で裾が開いておらず、施された袈裟型文の区画帯が、荒神谷遺跡出土銅鐸が横位の区画帯が従位の区画帯の上に通るのと異なり、1は従位の区画帯が横位の区画帯の上を交差するものである。

2は、出雲荒神谷遺跡出土の1号銅鐸(総高23.4cm)をモデルにして作成されたものである。

3は、加茂岩倉遺跡1号銅鐸(総高47.0cm)をモデルに作成されたものである。尚、本模鑄銅鐸の鐸身厚は、測定範囲ではほぼ3mmを測った。

4は、出雲荒神谷遺跡の3号銅鐸(総高22.9cm)をモデルに作成されたもの

である。

尚、これらの模鑄銅鐸は、後述の加茂岩倉遺跡出土銅鐸に見られる大小に区分できるもののうち、1・2・4は加茂岩倉遺跡出土銅鐸の小型のものより小さく、3は大型のものに属する。

3.3 古代出雲歴史博物館所蔵模鑄銅鐸銅鐸の音

音響測定は、その場で音程の測定を行ったが、機材の能力により、不完全な状態での記録しか残せなかった。そのため、周波数、音程の測定値は、調査時点の録音素材を用いて、これを音響分析ソフト¹⁶を用いて解析し、この結果を書き写して記録化した。

測定された周波数¹⁷、音程¹⁸は表1に示した。音は単

音ではなく、複数の音が測定され、表1の中では、最も明瞭な音と判断されたものを基底音として「◎」、倍音のうち、これに次ぐ音に「○」、次が無印、弱い音に「>」記号を附した。このように、模鑄銅鐸の音は複数の音が混在する複合音から成る。以下、基底音を基準として検討することとする。

基底音の音程の平均を見ると、模鑄銅鐸1はF#6-6c、2はC#7-23、3はB5+5c、4はF6-21cであり、弁別閾(丁度可知差異)¹⁹を考慮すれば、模鑄銅鐸1はF#6、3はB5、2はC#7、4はF6より1/4半音ほど低い音ということになる。全体的にその基底音の音程は実際に聴いた感覚よりは、高い音であった。

そして、大きな規模のもの(3)の方が、小さい規模のもの(1・2・4)より低いことが分かるが、大きな3と小さな2では1オクターブ程の違いがあり、3と1・4では半オクターブ程の違いでしかない。また、同じ程度の規模の銅鐸であっても1・4は半音強の音の違いであるが、2とは半オクターブ以上違う音を出していることが分かる。

以上の点から、通常認識されるように、規模の大きな銅鐸の方が低い音を出すことが確認された。しかし、その音程には他の要素が加わることで上下する可能性のあることも確認された。

4 規模による音程の違い

4.1 規模による音程の調査とハンドベル

そこで、規模による音程の違いを検討する素材として、ハンドベルを調査することとした。ハンドベルは、同形の回転体形を呈する複数のベルを用いてメロディやハーモニーを演奏する楽器群である。規模の大小が音階を決定するものと思慮されたため、規模の違いによる音程の差異を検討するに際しハンドベルを選定したのである。

しかし、ハンドベルはポピュラーな楽器ではないため、調査の困難が予想されたが、群馬県前橋市の共愛学園中学校のご厚意により、同校ハンドベル・クワイア所有のハンドベルを調査する機会が与えられた。

4.2 共愛学園のハンドベル

共愛学園中学校ハンドベル・クワイア御所有のハンドベルの一部について、規格の簡易的な測定と、録音を行った。同校所有のハンドベルは、米国シューマリック社製で、測定したハンドベルは、C3、F3、A♭3、B3、C4、C5、C6、C7、C8の10個体であり、録音したものは、C3、C4、C5、C6の4個体であった²⁰。

さて、ハンドベルの持ち手はハンドルと呼ばれ、二折にされた革製で、下端にプラスチックの笠が付く。鐘はイングリッシュハンドベルと呼ばれ、頭部は球冠状を呈し、体部は下方に開き、その下半に外反が見られる回



写真2 共愛学園中学校所有のハンドベル(約1/6、左:A3、右:A#3)

表2 共愛学園中学校所蔵ハンドベル測定値 (cm)

項目 音階	総高	ベル (cm)				推定体積	周波数
	(cm)	高	肩高	肩径	裾径	(cm ³)	(hz)
C3	37.70	20.80	18.50	13.90	24.85	379.95	130.81
F3	34.90	18.25	16.20	12.20	23.25	307.23	176.54
A♭3	29.15	15.20	14.35	8.75	20.20	221.73	233.08
B3	29.00	14.20	14.00	8.35	17.85	192.51	246.94
C4	27.50	13.85	12.40	8.70	17.50	173.28	261.63
C5	23.20	9.55	8.60	5.45	11.90	79.35	523.25
C6	20.00	7.00	6.10	3.65	8.75	40.54	1046.50
C7	18.60	5.20	4.75	3.20	6.30	23.83	2093.00
C8	18.20	4.45	4.00	3.05	5.30	17.68	4186.00

転体である。尚、この鐘の厚みは何れも0.3cmを測ったため、考察は単純化することができた。銅鐸の舌に当たるものは、クラッパーと呼ばれ、頂部は軸を用いて可動するように固定され、下端には外周をやや軟質の材質で包まれた円盤が装着されて、これが鐘に当たって音が出る構造となっている。演奏は、奏者がハンドルを持って、水平に構え、ハンドベルを振って演奏する。複数の奏者が原則として手の届く範囲の2個以上の音を担当し、メロディ或いはハーモニーを奏する。このとき発せられる音は単音ではない。

4.3 ハンドベルの測定

この上記10個体のハンドベルを規模は表2に記した。尚、表中の総高はハンドルとベル本体を合わせた高さであり、ベルの高さは、その頂部がハンドル下端の円盤と当たるため、正確に測定できてはいない。またベルの頂部と体部との境を「肩」、底部を「裾」と仮称することとした。

さて、「推定体積は」、ハンドベルに対する測定を短時間にする必要から簡易化したこともあり、正確な体積を算出することができなかった。従って、ベルの測定値を元に、頂部は球冠と見なし、体部は湾曲するものの、こ

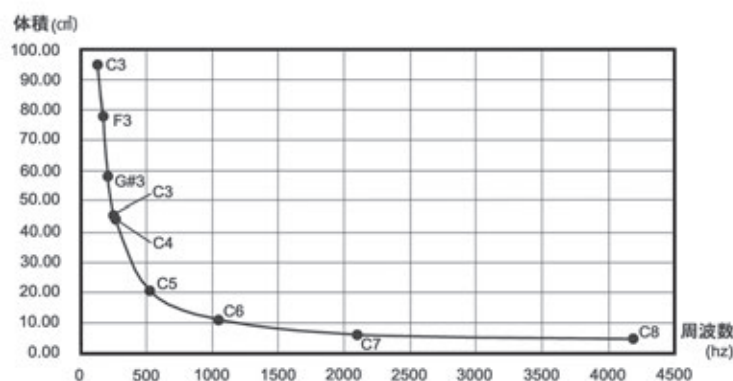


図1 ハンドベルの体積と音程

れを円錐台に見立ててこれらの表面積に、ベルの厚みである0.3cmをかけて算出した²¹。従ってその体積は正確なものではないが、目安とし得るものと考えている。尚、周波数は上述のようにC 3、C 4、C 5、C 6は録音したため測定可能であるが、C 7、C 8の録音に失敗したため、表1に記した周波数はA 4 = 440hzを基準としたものを当て嵌めたものである²²。

4.4 ハンドベル規模による音程の検討

表2の数値が示すように、ハンドベルは大きくなるほど音程が低くなることが分かる(図1)。

弦楽器では、両端が固定される、或いは一方を指で押さえた弦の長さを1.6倍すると半音低い音が出る、という法則がある²³。また、管楽器では三損分益法等で算出が可能である。しかし、立体構造物であるハンドベルでは、これらの方法では算出することができなかった。そ

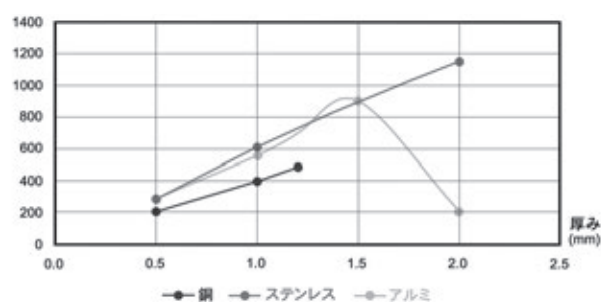


図2 金属板の厚みと音程

表3 金属板の厚みと測音

材質	測定項目	厚み (mm)	基 底		倍		音		音	
			周 波 数 (hz)	音 程	周 波 数 (hz)	音 程	周 波 数 (hz)	音 程	周 波 数 (hz)	音 程
銅		0.5	207.257	— 212.640	G#3-3c	— G#3+41c				
		1.0	395.673	— 401.056	G4+16c	— G4+40c				
		1.2	484.497	— 489.880	B4-33c	— B4-14c	888.245	— 893.628	A5+16c	— A5+27
ステンレス		0.5	293.390	— 296.082	D4-2c	— D4+14c	263.782	— 269.165	C4+14c	— C4+49c
		1.0	608.313	— 613.696	D#5-39c	— D#5-24c	557.172	— 562.555	C#5+9c	— C#5+25c
		2.0	1146.640	— 1154.720	D6-42c	— D6-30c	1017.440	— 1025.520	C6-49c	— C6-35c
アルミ		0.5	282.653	— 288.007	C#4+34c	— D4-34				
		1.0	555.172	— 562.555	C#5+9c	— C#5+25	605.621	— 611.005	D#5-47c	— D#5-32c
		1.5	896.320	— 904.395	A5+32c	— A5+47c	820.953	— 829.028	G#5-20c	— G#5-3c
		2.0	207.257	— 212.640	G#3-3c	— G#3+41c	436.047	— 438.739	A5-16c	— A4-5c

こでハンドベルの体積(v)と周波数(F)の関係を検討したところ、

$$F=47650 \times 1 / v$$

で表すことができた。しかしこの式は、C 8のベルでは175dzほどの誤差が出る粗いものである。筆者の浅学からこの程度の式しか示せなかったが、本稿ではこの式を用いることとする。

5 厚みによる音程の違い

5.1 試験の方法

銅鐸の鐸身の厚みは0.3cmのものが多く、0.2～0.6cm程と幅がある。前述の銅鐸の材質と共に、材の厚みの違いが音に与える影響を考慮すべきではないかと考え、データの測定を試みた。

試験の素材としては市販の金属板を用いることとした。使用した金属板は、銅板、ステンレス板、アルミ板の3種である。金属板は何れも長さ30cm、幅10cmを測るもので、その厚さは以下の通りである。

銅	0.5mm厚	0.5mm厚	0.5mm厚
ステンレス	0.5mm厚	1.0mm厚	2.0mm厚
アルミ	0.5mm厚	1.0mm厚	1.5mm厚
	2.0mm厚		

試験は、金属板を洗濯ばさみで吊るし、木製のドラムスティックで、金属板下位(下端より2cm前後)を敲打し、発する音を録音した上で、音響分析ソフトで解析した。

5.3 試験の成績

本試験の成績を表3と図2に示した。

模铸銅鐸と同様、複数の音が測定されたものもあった。また金属板は、厚みが増すほど音が高くなる傾向が見受けられた。即ち基底音の音程は、銅板では0.5mm厚の材でG# 3 + 17c、1.0mm厚でG 4 + 28c、1.2mm厚でB 4 - 23.5cを測り、ステンレス板では銅板では0.5mm厚の材でD 4 + 6 c、1.0mm厚でD # 53-32c、2.0mm厚でD 6 - 36cを測った。

周波数(f)と材の厚み(t)の関係は以下になる。

銅 $f=96t^2+233t+70$
ステンレス $f=1172t^2-2977t+2416$

しかし、アルミ板では基底音の音程の平均値に関して、0.5mm厚の材がC # 4 +60c、1.0mmがC # 5 +17c、1.5mmがG 5 +40cmと厚みを増すごとに音が高くなるが、2.0mm厚の材ではG # 3 +19cと一転して音程が低くなる。アルミ材に於ける周波数(f)と材の厚み(t)の関係は、0.5～1.5mm厚では

$$f=464t^2-159t+254$$

また、2.0mm厚のデータを加味するとその関係は

$$f=-527t^2+1018t+491$$

となる。

従って、上述のように、現状では材の厚みを増すほど高音になる傾向が見受けられるが、アルミ板の測定値を考慮するならば、ある厚みを超えると音程が逆転して低くなる傾向も考慮される。従って、今後もっと厚い材を加味しての検討が必要だと考えるが、本稿に於いては銅

鐸に材質に近い銅板の計算式を用いて検討を行う。

6 材質による音程の違い

6.1 奈良県立橿原考古学研究所附属博物館の模鑄銅鐸による測定

先に述べたように、久野邦雄は銅・錫・鉛の含有率の異なるものや、型持たせ孔の有無、数量を変えた同形の銅鐸を鑄造して音響実験を試み、実験によってのみ得られる、様々な知見を得ている²⁴。そして、奈良県立橿原考古学研究所附属博物館のご厚意により、同館ご所蔵のこれらの模鑄銅鐸14口に対する調査の機会が与えられた。

6.2 模鑄銅鐸の測定

この模鑄銅鐸の規模の測定値を示したものが、表3である。尚、資料番号は同博物館の当該模鑄銅鐸群の資料番号であり、表3では銅の含有率の高い順に並べている。さて、これらの模鑄銅鐸は、若干の規模の違いはあるもののほぼ同形、同規模であったが、鐸身の厚みについては2～6mmと相違がみられた。合金の比率は重量比による比率と判断して比重を算出した²⁵。また、体積は、鈕、鰭は板材として算出し、これに鈕の隆起帯の膨らみも想

表4 奈良県立橿原考古学研究所附属博物館所蔵模鑄銅鐸一覧

資料 No.	全高 (cm)	最大幅 (cm)	銅身高 (cm)	舞 (cm)		楯 (cm)		身厚 (cm)	想定体積 全体	含 有 量 (%)				比重 kg/cm ³	鐸身 推定重量
				長径	短径	長径	短径			銅	錫	鉛			
20	30.0	16.4	22.2	9.2	6.8	14.6	16.1	0.2	908.8	875.6	78.1	14.1	7.7	0.84	738.35
19	33.8	15.9	25.9	8.6	6.7	14.7	10.7	0.5	966.0	877.8	78.1	14.1	7.6	0.84	740.01
16	30.5	15.8	22.9	8.9	6.2	14.1	10.8	0.4	836.9	768.3	82.2	8.5	4.2	0.86	661.49
15	31.1	16.2	22.7	8.7	6.4	14.5	11.1	0.4	852.6	775.2	83.0	11.6	5.2	0.85	659.07
14	30.3	16.1	22.4	9.0	6.5	14.4	11.0	0.2	808.3	771.1	83.3	7.9	8.7	0.87	673.53
13	30.1	16.3	22.4	8.8	6.2	15.6	11.0	0.3	830.7	782.2	84.2	6.1	9.6	0.88	691.23
12	30.5	16.4	22.6	8.9	6.4	14.5	11.0	0.2	812.2	774.8	84.6	5.9	9.4	0.88	685.17
9	31.1	11.3	22.8	8.9	6.4	14.5	11.0	0.3	820.3	781.1	87.2	5.7	7.0	0.88	688.13
8	29.9	16.0	22.5	9.0	6.6	14.5	10.9	0.6	867.7	776.6	87.8	9.7	2.2	0.85	662.91
7	30.5	11.1	22.6	8.8	6.5	14.7	11.0	0.2	804.0	778.5	89.0	6.0	4.9	0.88	681.73
6	30.2	16.3	22.7	9.3	7.2	14.7	12.0	0.3	875.6	828.5	89.1	5.8	5.0	0.88	726.44
5	30.3	15.8	22.8	10.6	7.6	14.0	11.0	0.3	899.5	840.8	90.3	6.6	3.1	0.87	731.17
3	30.6	16.3	22.5	8.9	6.5	15.4	11.0	0.2	827.0	790.7	92.0	4.1	3.1	0.88	697.00
—	30.4	17.3	22.6	9.4	7.0	15.6	10.8	0.2	851.5	817.1					



写真3 奈良県立橿原考古学研究所附属博物館所蔵模鑄銅鐸6

表5 奈良県立橿原考古学研究所附属博物館所蔵模鑄銅鐸測音一覧

資料No.	基 底 音				倍 音			
	周 波 数 (hz)	音 程	周 波 数 (hz)	音 程	周 波 数 (hz)	音 程	周 波 数 (hz)	音 程
20	559.863 — 565.247	C#5+17c — C#5+34c	576.013 — 286.780	D5-34c — D5-2c	1410.420 — 1421.190	F6+17c — F6+30c	1458.870 — 1469.640	F#6+25c — F#6-12c
19	678.296 — 683.679	E5+49 — E#5-37	710.596 — 721.362	E5+30 — F5-44c				
16	376.831 — 382.214	F#4+32c — G4-44c	974.377 — 985.144	B5-24c — B5-5c	1405.040 — 1415.810	F6+10 — F6+23c	1254.310 — 1265.080	D#6+14c — D#6+28c
			995.911 — 1006.680	B5+14c — B5+33c				
15	446.814 — 452.197	A4+27c — A4+47c	419.897 — 430.664	G#4+19c — A4-37c	1087.430 — 1098.190	C#6-34c — C#6-17c	1297.380 — 1308.140	E6-28c — E6-14c
			1415.810 — 1426.570	F6+23c — F6+36c	1108.960 — 1119.730	C#6 — C#6+17c		
14	360.681 — 371.448	F#4-44c — F#4+7	1410.420 — 1421.190	F6+17 — F6+30	1286.610 — 1297.380	E6-42c — E6-28c		
13	349.915 — 360.681	F4+3c — F#4-44c	893.628 — 899.011	A5+27c — A5+37c	1211.240 — 1222.010	D#6+47c — C#6-32c	1351.210 — 1361.980	E6+42c — F6-44c
			1464.260 — 1475.020	F#6+18c — F#6-6c	904.395 — 915.161	A5+47c — A#5-32		
12	355.298 — 360.681	F4+30c — F#4-44c	904.395 — 915.160	A5+47 — A#5-32	1248.930 — 1259.690	D#6+6c — D#6+21c		
9	387.598 — 392.981	G4-20c — G4+4c	1383.510 — 1394.270	F6-17c — F6-3c	990.527 — 1001.290	B5+5c — B5+24c		
8	699.829 — 705.212	F5+3c — F5+17	737.512 — 748.279	F#5-6c — F#5+19c	1869.140 — 1880.860	A#6+4c — A#6+15c	181.055 — 1816.410	A6+49c — A#6-45c
			1746.090 — 1757.810	A6-14c — A6-2c				
7	382.214 — 392.981	G4-44c — G4+4c	985.144 — 1001.290	B5-5c — B5+24c	1243.540 — 1259.690	D#6-1c — D#6+21c	1394.270 — 1410.420	F6-3c — F6+17c
6	409.131 — 414.514	C#4-26 — G#4-3c	1033.590 — 1044.360	C6-21c — C6-4c	1415.810 — 1426.570	F6+23c — F6+36c	1351.210 — 1361.980	E6+42c — F6-44c
			1275.840 — 1286.610	D#6+43c — E6-42c				
5	382.214 — 387.598	G4-44c — G4-20c	958.228 — 963.611	A#5+47c — B5-43c	1254.310 — 1265.080	D#6+14c — D#6+28c	1383.510 — 1394.270	F6-17c — F6-3c
3	355.298 — 360.681	F4+30c — F#4-44c	915.161 — 925.928	A#5-32 — A#5-12c				
—	360.681 — 366.064	F#4-44c — F#4-18c	920.544 — 925.928	A#5-22c — A#5-12c	1399.660 — 1410.420	F6+3c — F6+17c	1265.080 — 1275.840	D#6+28c — D#6+43c

定の上加算した。鐸身の体積は、筆者の能力では複雑な計算は行えなかったため、縁面の外反は考慮せず、また型持孔も測定 of 不足や、後述する島根県加茂岩倉遺跡出土銅鐸の型持孔が実測図から算出できなかったことから、その要素は加味せず、舞(鐸身頂部)と裾部長径と短径の平均値を以て円錐台と見做して計算した。尚、資料番号5は鈕の内孔のバリが顕著であるため、鈕の体積の誤差は他の資料に比して大きくなる。

表4は模鑄銅鐸の周波数並びに音程の測定値である。本表も銅の含有率の高い順に並べている。さて、音程の測定は、調査当日持参した機材では粗い数値しか測定できず、加えて一部記録に不備も生じさせてしまったため、当日の記録は採用せず、録音した素材を音響分析ソフトを用いて再測定した。

この結果、何れの模鑄銅鐸も古代出雲博物館資料と同様に複数の音程からなる複合音が記録でき、同様に最も明瞭な音を、その模鑄銅鐸の基底音とした。但し、資料番号12と15では、基底音と筆頭の倍音との明瞭さの差は小さい。また、各資料の基底音の音程は、F 4～C# 5であるが、資料番号8、12を除けばF 4～A 4の範疇に収まる。

6.3 分析

表3・4の測定値をまとめたものが表5の左半部であり、これらを鐸身の厚さを3mmに換算したものが右半部である。左半部で見ると鐸身の体積は厚みの差により相当の差が出る。その想定体積は154.2～466.0cm³、平均246.69cm³を測り、標準偏差は99.4である。また基底音の周波数は、凡そ355～563hzであるが、資料番号8だけは703hzと突出している。右半部の周波数は銅板の厚みによる音程変化の式を用いて換算した。

その結果、錫の含有量が4.1～9.7%を少ない資料番号3、5、6、9、7、12、13、14の周波数の平均値は340.78hz、平均の音程はF 4-26cであるが、この中

でD 4-13を示すものが複数あった。また、これらの鐸身体積、同重量(kg/cm³)、質量の平均値は、それぞれ307.86cm³、2.64kg、質量は0.0086であった。一方、錫の含有量が8.5～14.1%と多い資料番号8、15、16、19、20のうち、周波数の突出している資料8を除く模鑄銅鐸についてみると、周波数の平均値は453.30hz、平均の音程はA#4-29であるが、近似した音程で、ヒトにとってはほぼ同音程に聞こえるはA#4-22, A#4-24が目立つ。また、これらの鐸身体積(cm³)、同重量(g)、質量の平均値は、それぞれ、199.10cm³、1.77kg、0.0089であった。

これらの平均値から、錫の含有量のもの多少による、鐸身体積と周波数の平均は、錫の含有量の少ないグループでは鐸身体積238.037cm³、周波数340.78hz、多いグループでは鐸身体積246.844cm³、周波数453.30hzとなる。そこでこの要素をハンドベルで得られた式に加えると、鐸身体積(v)と周波数(f)の関係は

錫含有率の少ない鐸 $f=81118 \times 1 / v$
錫含有率の多い鐸 $f=111895 \times 1 / v$

となる。

7 加茂岩倉遺跡出土銅鐸を用いての検討

7.1 考察の目的

本稿の目的は銅鐸(の製作)に音階が考慮されていたか否かを探るということであった。その検討の判断材料とすべく、以上のように規模の相違、厚みの違い、材質の違いによる音の変化に関する基準を探ってきた。残念ながら各判断材料共に、予想以上にデータが複雑で考慮する要素が多く、極力単純化したものの、現時点で適切な検討成果が得られたとは言い難い。

ところで、異なる規格の銅鐸が同一遺跡から出土することがあるが、時に入れ子状態で出土することがある。この入れ子状態で出土する銅鐸が、1対のものとして扱

表6 橿原考古学研究所蔵模鑄銅鐸一覧

資料No.	測 定 及 び 想 定 値									補 正 値					
	身厚	想定体積		含 有 量 (%)			比重	鐸身推定	主たる音の平均値		想定体積		鐸身	音の平均値	
	(cm)	全体	鐸身	銅	錫	鉛	kg/cm ³	重量(kg)	周波数(hz)	音程	全体	鐸身	推定重量	周波数(hz)	音程
20	0.2	209.6	175.1	78.1	14.1	7.7	0.868	1.52	562.555	C#5+26c	313.7	262.7	2.28	455.880	A#4-24c
19	0.5	528.3	438.9	78.1	14.1	7.6	0.867	3.81	366.065	E#5-59c	793.5	263.3	2.28	519.158	G#4-8c
16	0.4	377.2	307.3	82.2	8.5	4.2	0.833	2.56	379.523	F#4+44c	746.6	230.5	1.92	456.419	A#4-22c
15	0.4	388.8	310.1	83.0	11.6	5.2	0.869	2.69	449.506	A4+37c	814.5	232.6	2.02	540.582	C#5-27c
14	0.2	192.7	154.2	83.3	7.9	8.7	0.891	1.37	390.290	F#4-19c	790.8	231.3	2.06	316.281	D#4+16c
13	0.3	284.5	234.6	84.2	6.1	9.6	0.898	2.11	355.298	F4+35c	721.8	234.6	2.11	355.298	F4+17c
12	0.2	193.6	155.0	84.6	5.9	9.4	0.899	1.39	357.990	F4+48c	795.1	232.4	2.09	290.106	D4-13c
9	0.3	274.7	234.3	87.2	5.7	7.0	0.894	2.09	387.598	G4-8c	627.2	234.3	2.09	387.598	G4-1c
8	0.6	558.4	466.0	87.8	9.7	2.2	0.867	4.04	702.521	F5+10c	690.0	233.0	2.02	1156.911	D6-16c
7	0.2	182.4	155.7	89.0	6.0	4.9	0.888	1.38	357.990	G4-20c	616.4	233.6	2.07	290.106	D4-13c
6	0.3	296.9	248.5	89.1	5.8	5.0	0.888	2.21	411.823	G#4-12c	721.2	248.5	2.21	411.823	G#4-9c
5	0.3	312.2	252.2	90.3	6.6	3.1	0.882	2.22	384.906	G4-32c	840.9	252.2	2.22	384.906	G#4-19c
3	0.2	195.6	158.1	92.0	4.1	3.1	0.883	1.40	357.990	F4+48c	781.8	237.2	2.09	290.106	D4-13c
—	0.2	199.0	163.4						363.373	F#4-32c	761.6	245.1		294.468	D4-3c

われ、同時に演奏に供していたとすれば、和音が奏されていた可能性が考慮される、即ち音階の検討に資するものと考えられた。そこで、本稿に於ては、入れ子の状態での出土が多く見られる、島根県加茂岩倉遺跡出土銅鐸を材料として、上述の成果を取り入れながら、若干の考察を行いたいと思う。

7.2 加茂岩倉遺跡出土銅鐸

島根県加茂岩倉遺跡からは39口の銅鐸が出土し、詳細な検討が為されている(島根県教育委員会、加茂町教育委員会2002)。これらを用い検討を行うが、検討に資する測定を得ることができたものが、資料番号1～10・12・16～20・22～39の34口である。(以下資料番号のみを記す)また、加茂岩倉遺跡の発掘調査報告書には、表裏面それぞれの測定値が記載されるなど、詳細な測定値が掲載されていたため、本稿に於ては、報告書の記載数値から平均値を算出して使用した。

さて、加茂岩倉遺跡出土銅鐸は凡そ、高さ40cm代の大型のものと、高さ30cm代の小型のものに大別される。前者は16口があり、その高さは43.5～47.7cm、平均46.0cm、鐸身高は30.1～35.2cmで、平均33.5cmを測る。また、その形式は外縁付鈕2式が6口、外縁付鈕2式～扁平鈕1式が2口、扁平鈕2式が4口、扁平鈕2式～突線鈕1式が2口であった。一方後者は18口あり、その高さは30.0～32.3cm、平均31.1cm、鐸身高は21.8～

24.5cm、平均22.9cmを測る。また、その型式は18口すべて外縁付鈕1式であった。

また、加茂岩倉遺跡の銅鐸のうち26口は、[2・3][5・6][8・9][11・12][13・14][15・16][18・19][20・27][29・30][31・39][32・33][35・36][37・38]の組み合わせで、入れ子の状態で出土している。このうち、全体および身の高さ、径、幅及び重量の測定値が得られた入れ子状態出土の[2・3][8・9][20・27][29・30][31・39][35・36]を対象として検討を加えた。

7.3 加茂岩倉遺跡の銅鐸の検討

表7は上記6組の入れ子状態での出土銅鐸の一覧である。これらの銅鐸は差し込まれる大型のもの(以下「大型鐸」と記す)と差し込む小型のもの(以下「小型鐸」と記す)があり、大型鐸の総高は43.5～47.3cm、平均45.8cm、鐸身高は30.1～35.0cm、33.5cm、重量3.8～5.98kg、平均5.0kgであり、小型鐸の総高は平均30.3～32.3cm、平均31.3cm、鐸身高は21.8～24.5cm、平均23.1cm、重量2.02～2.5kg、平均2.2kgであった。総体の体積及び身の体積は、先に記した、榎原考古学研究所附属博物館所蔵の模鑄銅鐸と同様の方法で算出した。またこれにより銅鐸としての鐘本体である身の体積は、大型鐸では944.49～1113.92cm³、平均1073.2cm³、身の重量は3.09～4.36kg、小型鐸では身の体積は490.20～561.15cm³、平均526.2cm³、身の重量は1.57～1.87kg、平均1.6kg

表7 加茂岩倉遺跡入れ子状態出土銅鐸

No.	測定値 (cm)								重量 (kg)	型式	文様	総体積	身体積	身重量	質量
	総高	最大幅	鐸身高	舞長径	舞短径	裾長径	裾短径	鐸身厚							kg/cm ³
2	43.5	26.6	30.05	14.75	11.4	22.85	14.8	0.30	5.98	外縁付鈕2式	二区流水文	1301.56	944.49	4.34	0.005
3	31.1	19.1	23.5	10.95	7.6	16.1	11.4	0.30	2.02	外縁付鈕1式	四区袈裟譚文	686.29	536.61	1.58	0.003
8	46.6	27.8	34.25	15	10.7	23.35	15.6	0.30	5.7	扁平鈕2式	六区袈裟譚文	1421.78	1087.01	4.36	0.004
9	31.4	18.3	22.45	10.75	8	15.35	11.6	0.30	2.5	外縁付鈕1式	四区袈裟譚文	832.37	509.14	1.57	0.003
20	45.4	27	34	15	10.6	22.25	16.7	0.30	3.8	扁平鈕2式	六区袈裟譚文	1324.69	1078.10	3.09	0.003
27	31.4	18.9	23.425	11.3	8.05	15.9	11.7	0.30	2.16	外縁付鈕1式	四区袈裟譚文	718.74	544.48	1.64	0.003
29	46.9	27.9	34.95	14.95	10.7	23.1	16.7	0.30	4.4	扁平鈕2式	六区袈裟譚文	1398.40	1123.99	3.54	0.003
30	32.3	18.2	24.5	10.9	7.5	16.25	11.6	0.30	2.38	外縁付鈕1式	四区袈裟譚文	713.04	561.15	1.87	0.003
31	45.3	28	33.05	15.2	10.6	24	17	0.30	4.54	外縁付鈕2式	二区流水文	1322.79	1091.84	3.75	0.003
39	31	19	22.75	10.55	7.4	16.05	11.5	0.30	2.1	外縁付鈕1式	四区袈裟譚文	693.65	515.45	1.56	0.003
35	47.35	28.7	34.7	15.15	10.8	23.05	16.4	0.30	5.38	外縁付鈕2式 ～扁平鈕1式	四区袈裟譚文	1407.24	1113.92	4.26	0.004
36	30.3	17.8	21.75	10.4	7.5	15.45	11.8	0.30	2.12	外縁付鈕1式	四区袈裟譚文	651.45	490.20	1.60	0.003

表8 加茂岩倉遺跡入れ子状態出土銅鐸の音程

No.	身の体積	ハンドベルから想定した音程			錫含有率(低)から想定した音程			錫含有率(高)から想定した音程		
		周波数(hz)	音程	音程差	周波数(hz)	音程	音程差	周波数(hz)	音程	音程差
2	944.49	50.451	G1 + 50c	10 半音 - 1/4	85.886	F2 - 29c	9 半音 + 1/8	118.471	A#2 + 27c	11 半音 + 1/8
3	536.61	88.798	F2 + 29c		151.168	D3 + 50c		208.522	A3 - 5c	
8	1087.01	43.836	F1 + 7c	13 半音 + 1/8	74.625	D2 + 28c	13 半音 + 1/8	102.938	G#2 - 15c	13 半音 - 1/8
9	509.14	93.589	F#2 + 20c		159.324	D#3 + 41c		219.773	A3 - 2c	
20	1078.10	44.198	F1 + 21c	12 半音 - 3/16	75.242	D2 + 42c	13 半音 - 1/16	103.789	G#2 - 1c	12 半音 - 1/8
27	544.48	87.515	F2 + 4c		148.983	D3 + 25c		205.508	G#3 - 18c	
29	1123.99	42.394	E1 + 49c	13 半音 ± 0	72.170	D2 - 30c	12 半音 - 1/4	99.552	G2 + 27c	12 半音 + 1/8
30	561.15	84.915	F2 - 49c		144.557	D3 - 28c		199.403	G3 + 29c	
31	1091.84	43.642	F1 - 0c	13 半音 ± 0	74.295	D#2 - 24c	12 半音 - 0	102.483	G#2 - 23c	13 半音 - 1/4
39	515.45	92.443	F#2 - 0c		157.373	D#3 + 20c		217.082	A3 - 24c	
35	1113.92	42.777	F1 - 36c	13 半音 - 1/4	72.822	D2 - 14c	13 半音 - 1/16	100.452	G2 + 42c	13 半音
36	490.20	97.205	G2 - 14c		165.479	E3 + 7c		228.264	A#3 - 37c	

を算出した。

その質量は $0.0029\sim 0.0046\text{kg}/\text{cm}^3$ 、平均 $0.00337\text{kg}/\text{cm}^3$ を算出したが、橿原考古学研究所附属博物館の模鑄銅鐸のうち、錫の含有量の少ないものの平均質量 $0.00859\text{kg}/\text{cm}^3$ 、多いものの平均質量 $0.00890\text{kg}/\text{cm}^3$ と乖離が見られ、錫の含有量による音程の相違などの成果を反映させることはできなかった。これは、銅、錫、鉛以外の含有物の影響を勘案できなかったためと思慮される。

しかし、加茂岩倉遺跡出土銅鐸の鐸身の厚みは幸い何れも 3mm であったことから、ハンドベルの音程を援用して、相対的なそれぞれの入れ子の組の音程とその差を示したものが表8である。音程についてみると、大形鐸は低く小形鐸は高いものの、大型鐸はE $1+49\text{c}\sim$ G $1+50\text{c}$ と半音三つ分の範囲に入り、平均はF $1+20\text{c}$ である。また、小形鐸はF $2+4\text{c}\sim$ G $2-14\text{c}$ と半音二つ分の誤差の範囲に収まり、平均はF $2+33\text{c}$ であった。同質の合金であるという前提の上ではあるが、このように大形鐸、小形鐸共に正確なチューニングはされていないものの、比較的近似した音程にあったことが想定される。

また、入れ子状態で出土したそれぞれの大型・小形鐸の音程差は[2・3]では9半音より $1/4$ 半音程低く、[8・9]は13半音より $1/8$ 半音高く、[20・27]は12半音より $13/16$ 半音低く、[29・30]は13半音、[31・39] 13半音、[35・36]は13半音より $1/4$ 半音ほど低いことが想定された。その平均は12半音より $1/8$ 半音高い。12半音で1オクターブとなるので、平均値からするとほぼ1オクターブに近いが、実際の音程は1オクターブより半音ほど高い(或いは低い)音程となるため、不協和音となる。

一方、橿原考古学研究所附属博物館所蔵の模鑄銅鐸のうち錫含有率の少ない鐸の式に照らせば、大型鐸の音程はD $2-30\text{c}\sim$ F $2-29\text{c}$ で、平均はD $\#2-38\text{c}$ 、小形鐸の音程はD $3-28\text{c}\sim$ D $\#3+41\text{c}$ で、平均はE $3-14\text{c}$ であり、錫含有率の多い鐸の式に照らせば、大形鐸の音程はG $2+27\text{c}\sim$ A $\#2+27\text{c}$ で、平均A $2+10\text{c}$ 、小形鐸の音程はG $3+29\text{c}\sim$ A $\#3-37\text{c}$ 、平均A $3+57\text{c}$ であった。その音程差は[2・3]は11半音より $1/8$ 半音程高く、[8・9]は13半音より $1/8$ 半音程低く、[20・27]は12半音より $1/8$ 半音程低く、[29・30]は12半音より $1/8$ 程高く、[31・39] 13半音より $1/4$ 半音程低く、[35・36]は13半音という数値が得られ、その平均値は12半音より $1/4$ 半音高い。

また、錫含有率の少ない鐸の式に照らせば、大型・小形鐸の音程差は[2・3]は9半音より $1/8$ 半音程高く、[8・9]は13半音より $1/8$ 半音低く、[20・27]は13半音より $1/16$ 半音程低く、[29・30]は12半音より $1/4$ 程高く、[31・39] 12半音、[35・36]は13半音よ

り $1/16$ 半音低いという数値が得られ、その平均は12半音より $1/4$ 半音高い。従って、これも同質の合金であるという前提で見ると、12半音=1オクターブなので、橿原考古学研究所附属博物館所蔵模鑄銅鐸から得られた数式によれば、正確に1オクターブを測定できるものではないが、1オクターブを意識した音程ということができる。

しかし、錫の含有量の多少による組み合わせを考慮すると、[2・3]は6半音より $1/2$ 半音程高い場合と16半音より $1/8$ 半音程低い場合が想定され、[8・9]はいずれの場合も7半音より $1/8$ 音程高く、[20・27]は6半音と18半音よりそれぞれ $1/8$ 程高い場合があり、[29・30]では5半音と7半音、[31・39]では12半音と16半音より $1/4$ 半音程低い場合があり、[35・36]では8半音より $1/4$ 半音ほど低い場合と、9半音より $1/4$ 半音ほど高い場合があることになる。従って、金属の含有量の差により5～18半音と大きな違いが生じていることになるのであり、合金の比率の把握が肝要なことが分かるのである。

8 おわりに

以上のように実際に演奏する機会が殆どない銅鐸の音程を検討するため、ハンドベルや模鑄銅鐸、金属板を用いて、音程の推定を試みた。奈良県立橿原考古学研究所附属博物館所蔵模鑄銅鐸から得られた質量の値と、加茂岩倉遺跡出土銅鐸の想定体積から算出した質量の値に乖離があり、測定値の不足と、筆者の能力の無さも加わり、残念ながら音程の特定には至らなかった。

更に銅鐸の体積計算も正確さには欠くものであったが、一連の作業の途中段階で把握した幾つかの所見や計算式を用い、島根県加茂岩倉遺跡出土の入れ子になった大小の銅鐸に検討を加えた結果、同様な比率の合金で作製されたという前提の上ではあるが、大小それぞれの銅鐸群の奏する音程は、ある程度の音程に納まるように制作されていたことが窺われた。また、入れ子にした大小二つの銅鐸の音程差は、半音前後の誤差の許容される1オクターブに近い音程で和音を構成していた可能性を想定することができた。或いは、1オクターブの音程になるよう、組み合わせを考慮して銅鐸を選別、使用していた可能性も考慮されるのである。

今回の試みに於いては、このように中途半端な結論しか導き出せず、当初の目的である「銅鐸に音階を求めたか」という問いに対しては、現状では不明であると回答せざるを得ない結果であった。しかし、加茂岩倉遺跡出土の入れ子状態で出土した銅鐸は、同程度の合金比率であるという前提の上ではあるが、1オクターブ程のものの組合せであり、これらを使用、埋納した弥生人たちは1オクターブ程の音程差を意識していた可能性が考慮さ

れるのである。

実物の音を聴くに過ぎるものはない。しかし、実物の銅鐸が調査できない以上、銅鐸の音階調査は捌手からの検討に頼らざるを得ないのであり、遺憾ながらその検討も、調査の入り口にたどりすぎたに過ぎない現状なのである。

最後になりますが、本稿の執筆、特に資料調査に於きまして、諸機関、諸先生方より様々なご協力を賜りました。お名前を記して謝意を表したいと存じます。

(敬称略、五十音順)

北井利幸、木下 亘、共愛学園中学校、共愛学園中学校
ハンドベルクワイア、島根県立古代出雲歴史博物館、奈良県立橿原考古学研究所附属博物館、橋本裕行、原田恵、柳浦俊一

(平成26年度公益財団法人群馬県埋蔵文化財調査事業団
職員自主研究活動事業成果の一部である。)

[註]

1. 佐原(2002)、p3
2. 音の基準となる律管の長さを三分の一減ずると基準音より完全4度の高い音となり、三分の一増やすと完全四度低い音となる。この増減を繰り返して音階を造るのである。
3. 河南省賈湖出土の新石器時代(6000～7000年前)の骨笛には、明確な指穴が備えられており、中国での新石器時代からの音階の認識が確認される。
4. 山口(1988)、pp81-82、山口は、埴輪の表現として多い四弦琴に対して、日本が五音階圏にあることを念頭に検討して、調弦がC、D、E、F、Gになるものと想定している。
5. 陶埴の複製品から、松岡敏行は指孔の穿孔位置に拘りなく同じ音程が出せ、その径は2mmで半音の開きがあること等を指摘し(松岡1969)、釋龍雄は京都府扇谷遺跡、途中ヶ丘遺跡、山口県綾羅木郷遺跡出土陶埴の複製品を作成し、扇谷D-D#-E-F、途中ヶ丘D-E-F-F#-G-G#-A、綾羅木G#-A#-C-C#-D#-F-F#の音を測定し、音階が指孔の開閉の数により決まること、その音階は規則的・等分ではなく、扇谷3音階、途中ヶ丘5音階、綾羅木郷6音階と指摘している。(釋1977、p203)
6. 井上(1993)、pp4-5
7. 樋口清之(1969)、p9
8. 佐原(2002)、p3
9. 山田(1994) p57. 筆者も故吉田恵二國學院大學教授より指摘を受けたことがある。
10. 田中(1970)、pp49-50
11. 所謂「楽器」については、音楽を演奏する道具である狭義の「楽器」と、単に音を出すことのできる道具である「音響発生具」に分類され、更に、自然物、道具に拘わらず音楽に使用した(或いはその可能性を有する)狭義の楽器以外のものを「音具」に分類する。広義の楽器とした場合は「音響発生具」や「音具」も含む。
12. 樋口(1969)、pp9-10
13. 久野(1999)、pp117-121
14. 久野(1999)、pp69-73
15. 久野(1999)、p18. 中国の編鐘の鐘は、この部位による音の違いを利用して、表面中央と右下の2か所を敲打箇所と定めて演奏している。
16. 使用したソフトは、Chris Cannam と英国ロンドン大学Queen Mary カレッジ作成の“Sonic Visualiser ver2.0”(著作権2006-2011)である。
17. 周波数の後ろのcはcentの略であり、半音の差は100cである。音(t)の範囲は-50-t+50の間ということになる。

18. ピアノの中央ハ音(D)がC4であり、低音に向かい1オクターブづつ下がるとC3、C2と表記され、高音に向かい1オクターブづつC5～C8と表記していく。1オクターブはC(D)から上位に、C#、D..A、A#と並び、B(シ)で1組となる。現在の調律はA4(ラ)が440hzに設定されることが多い。本稿ではA4=440hzに基づいて検討した。

19. ヒトが同じ音と認識する誤差範囲。

20. C7、C8は録音に失敗した。

21. 藤田 他(1992)を参考にした。

22. 岩宮(2011)、p199を参照した。

23. 上野・和田(2015)、pp10-11

24. 久野(1999)、p117

25. 山口(2007)、pp127・174・252。密度は銅：8960kg／m³、錫：5450kg／m³、鉛：11350kg／m³ から算出した。

[参考文献]

石守 晃(1980)「原始・古代の出土楽器の考古学的一考察」『長野県考古学会誌』37、pp19-46、長野県考古学会

石守 晃(2012)「Two Viewpoints for Musical Instrument Production in the Ancient East Asia」『世界音楽考古大会论文集』、pp290-296、中国人民大学全球化研究中心东亚音乐考古学研究所編輯

石守 晃(2014)「The form comparison between ancient Chinese clay flutes and Japanese clay flutes of Yayoi period」『东亚音乐文化交流讨论暨第11届音乐国际学术会议 东亚音乐文化考古研究论文集』、pp231-239、中国・河南博物院 韓国・国立国音乐院(韓国・国立国楽院)井上洋一(1993)「銅鐸起源論と小銅鐸」『東京国立博物館紀要』第28号、pp1-95

岩宮眞一郎(2011)『図解入門よくわかる最新音響の基本と応用』、日経印刷

上野健爾、和田純夫(2015)『Newton こんなに便利な指数・対数ベクトル』、ニュートンプレス

笠原 潔(2004)『埋もれた楽器』、春秋社

久野邦雄(1999)『青銅器の考古学』、学生社

佐原 真(2002)『銅鐸の考古学』、東京大学出版

島根県教育委員会、加茂町教育委員会(2002)『加茂岩倉遺跡』

釋 龍雄(1977)「第2節 陶埴について」『京都府峰山町 途中ヶ丘遺跡発掘調査報告書』、pp195-207、峯山町教育委員会

田中 琢(1970)「「まつり」から「まりつごと」へ」『日本の古代第5巻 近畿』、pp44-58、角川書店

中村明一(2010)『倍音』、春秋社、第8刷(2012)

西 弘海(1980)「近年発掘された弥生式時代の楽器」『季刊邦楽』23号、pp37-43、邦楽社

春成秀爾(1994)「銅鐸の起源と年代」『市民の考古学1 論争と考古学』、pp149-189、明治大学考古学博物館

樋口清之(1969)「日本音楽とはじめ一考古学から見た原始音楽一」『雅楽界』49、pp4-16、小野雅楽会

藤田 宏、柴田敏男、島田 茂、竹ノ内脩、寺田文行、難波完爾、野口 廣、三輪辰郎(1992)『図説 数学の辞典』、pp277-290、朝倉書店

松岡俊之(1969)「下関市綾羅木郷遺跡出土陶埴の復元と実験」『月刊考古学ジャーナル』38、pp4-5、ニューサイエンス社

山口潤一郎(2007)『図解入門 よくわかる 最新元素の基本と仕組み』、秀和システム

山口庄司(1988)「弥生・古墳時代の琴箏と音楽一上」『季刊邦楽』59号、pp78-82

山田光洋(1998)『楽器の考古学』、ものが語る歴史シリーズ①、同成社

[図版]

写真1は島根県立古代出雲歴史博物館より平成28年12月7日許可を得て掲載した。

写真2は共愛学園中学校より平成28年12月9日許可を得て掲載した。

写真3は奈良県立橿原考古学研究所附属博物館より平成28年12月21日附考博第2-94号にて許可を得て掲載した。

図1・2は石守が本稿掲載のために作図した。