

납동위원소비 분석을 활용한 청주 송절동유적 출토 마형대구의 원료산지 고찰

Provenance Analysis of Horse-shaped Bronze Buckles Excavated from Site of Songjeol-dong, Cheongju

배고운¹, 이상옥¹, 정광용^{1,*}, 신승철²

¹한국전통문화대학교 보존과학연구소, ²(재)한국선사문화연구원

Go Woon Bae¹, Sang Ok Lee¹, Kwang Yong Chung^{1,*}, Seoung Chul Shin²

¹Institute of Conservation Science, Korea National University of Cultural Heritage, Buyeo 33115, Korea

²Institute of Korean Prehistory, Cheongju 28763, Korea

Received April 12, 2019
Revised May 20, 2019
Accepted June 10, 2019

*Corresponding author
E-mail: kychung@nuch.ac.kr
Phone: +82-41-830-7368

Journal of Conservation Science
2019;35(3):209-216

<https://doi.org/10.12654/JCS.2019.35.3.03>

pISSN: 1225-5459, eISSN: 2287-9781

© The Korean Society of Conservation Science

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

초록 청주 송절동유적 출토 마형대구 29점의 납동위원소비 분석결과를 활용하여 납의 원료산지를 확인하고, 출토지와와의 연관성을 확인하고자 하였다. 먼저 동북아시아 방연석 분포도 (Mabuchi, 1985) 대입결과 대부분 중국 남부영역 내에서 매우 밀집한 분포 경향성을 나타내었으며, 한반도 납동위원소 분포도 적용결과 전라도와 충청도 지역에 해당하는 영남육괴 및 옥천변성대 지역인 Zone 3으로 확인되었다. 따라서 청주 송절동유적 출토 마형대구는 출토지와 유사한 지역에 위치한 방연석 광산에서 채취한 원료를 사용하여 제작하였을 것으로 볼 수 있다. 이와 함께 한반도 마형대구 출토 중심지역에 해당하는 중서부지역의 미호천유역 및 안성천유역 출토 마형대구 38점의 납동위원소비 분석결과와 비교하여 해당 문화권 내 마형대구 제작에 사용된 납 원료산지의 연관성 및 지역적 특성을 확인하였다. 향후 시대적·지역적 특성을 나타내는 마형대구를 대상으로 한 납동위원소비 분석결과를 축적하여 추가적인 원료산지 비교분석 연구를 통해 한반도 출토 마형대구의 납 원료산지에 대한 종합적인 정보를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

중심어 청주 송절동유적, 마형대구, 청동기, 납동위원소비, 산지추정

ABSTRACT Lead isotope ratios in horse-shaped bronze buckles excavated from the Songjeol-dong site in Cheongju and the mid-western region of the Korean Peninsula have been determined by thermal ionization mass spectrometry. The lead isotope ratios of the samples with data provenance were plotted in zone 3 of the South Korean galena map. The results indicated that the horse-shaped bronze buckles could be made using galena located in the same area as the archaeological site. These results can be used as basic data for comparison purposes in future studies on the manufacturing technology and provenance of bronze artifacts.

Key Words Songjeol-dong site in Cheongju, Horse-shaped bronze buckle, Bronze artifacts, Lead isotope ratio, Provenance

1. 서론

청동제 마형대구는 말(馬) 모양의 허리띠 장식구를 말하는 것으로, 1918년 경상북도 영천시 어은동 유적에서 최초로 발견되었다. 한반도 출토 마형대구는 총 25곳 이상의 유적에서 약 150점이상 출토되었으며, 이 중 중서부지역에서 출토된 마형대구가 약 2/3 이상을 차지하고 있다. 시기적으로 초기철기시대에서 원삼국시대 말기, 혹은 삼국시대 초기까지 편년되는 유적에서 출토되고 있으며(Kim, 2011), 지역별 출토범위를 살펴보면 우리나라 동남부지역인 경상도지역과 중서부지역인 충청도 및 경기도지역의 분묘유적에서 집중적으로 출토되었다. 특히 3~4세기 충청지역의 단순토광묘 및 주구토광묘 부장유물의 특징적인 양상 중 하나로, 곡교천유역, 미호천유역, 남한강유역을 중심으로 출토되는 상징적인 유물이다(Kim, 2013).

마형대구를 대상으로 한 선행연구를 살펴보면 마형대구의 기원과 편년연구가 중점적으로 이루어져 왔으며, 형태적 특징에 따른 형식분류 및 착용법 등에 대한 고고학적 연구가 진행되고 있다. 이중 청동제 마형대구를 대상으로 한 과학적 분석연구는 미세조직 관찰을 통한 제작기법 연구를 비롯하여 납동위원소비 분석법을 이용한 납 원료산지에 대한 연구가 주를 이루고 있다. 청동유물의 산지연구는 유물 내부에 포함된 납의 동위원소비를 분석함으로써 가능하다. 이렇듯 청동에 포함된 납의 산지를 연구함으로써 재료의 원산지를 추정하고 이를 토대로 고대의 교역 및 교류의 실상을 파악할 수 있다(Kang *et al.*, 2002). 특히 마형대구는 시대적·지역적 특성이 뚜렷한 유물로서 납동위원소비 분석을 통한 원료산지 추정연구를 진행한다면 한반도 출토 마형대구의 납 원료산지에 대한 정보를 축적함과 동시에 청동기 제작에 사용된 납 원료 수급 및 유통체계에 관한 학술적 자료로서의 활용가치가 매우 높을 것으로 생각된다.

현재까지 마형대구의 납 원료산지에 관한 연구가 다수 발표되었다. 이중 1990년대 후반 천안 청당동유적 출토 마형대구(Kang *et al.*, 1998)부터 연기 응암리 가마골유적 출토 마형대구(Yun, 2011)까지 중서부지역 내 여러 유적에서 출토된 마형대구를 대상으로 산지추정 연구가 진행된 바 있다. 그러나 각 유적별 납 원료산지 추정결과를 바탕으로 한 비교분석 및 상호연관성 연구가 이루어지지 않아 마형대구 제작에 사용된 납 원료산지 간의 연관성 및 시대적·지역적 특성에 대한 심층적인 고찰이 부족한 실정이다. 따라서 한반도 내 마형대구 출토 중심지역의 출토품을 대상으로 납동위원소비 분석결과를 축적하여 심층적인 비교분석을 통해 유사 지역 및 동일 문화권 내 납 원료산지 특성 및 유통에 대한 종합적인 정보를 얻을 수 있을 것으로 기대

된다.

본 연구에서는 청주 송절동유적 출토 마형대구 29점을 대상으로 납동위원소비 분석을 실시하여 원료산지를 밝히고, 출토지와 연관성을 확인하고자 하였다. 이와 함께 기 발표된 동일 문화권 내 유적 출토 마형대구 38점의 납동위원소비 분석결과와 비교하여 유적별 납 원료산지의 상호 연관성에 대해 알아보하고자 하였다. 이러한 연구결과를 종합하여 중서부지역의 마형대구 제작에 사용된 납 원료산지 및 시대적·지역적 특성에 대한 학술적 자료를 확보하고자 하였다.

2. 연구대상 및 방법

2.1. 연구대상

청주 송절동유적은 청주지역 마한~백제의 고대 대규모 취락유적에 대한 고고학 자료를 제공하였다는 점에서 중요한 학술적 가치를 지닌다. 1982년 청주 신봉동고분군의 발굴조사와 함께 백제 고고학 자료가 소개되었고, 이후 송절동, 봉명동 일대에서 원삼국시대 토광묘 유적에 대한 조사가 진행된 바 있다. 이와 같이 마한~백제 한성기에 이르는 대규모 고분유적이 청주지역에서 확인됨에 따라 당시 주요 중심지로 인식된 반면, 취락유적이 확인되지 않아 마한~백제의 문화상을 복원하는데 큰 어려움이 있었다.

이후 2015년 ‘청주 테크노폴리스 조성사업부지 내 청주 송절동유적 발굴조사’를 통해 이러한 한계점을 극복하는 계기가 마련되었다. 따라서 마한~백제의 대규모 분묘유적 및 취락유적에서 다양한 유물이 출토된 청주 송절동유적의 중요성은 매우 크다고 볼 수 있다.

청주 송절동유적의 마형대구 출토수량은 I 지구의 토광묘에서 26점, 주거지에서 2점, 지표에서 1점이 출토되었고, III지구 토광묘 출토 2점, VII지구 주거지에서 2점이 출토되었다. 본 연구에서는 이러한 고고학적 배경을 바탕으로 동일 유적 내 가장 많은 마형대구가 출토된 청주 송절동유적 I 지구 마형대구 29점을 분석대상으로 선정하였다. (재)한국선사문화연구원에서 발간된 발굴조사보고서에 의하면 청주 송절동유적 I 지구는 주구가 없는 단순 토광묘가 중심으로 4세기를 중심 연대로 편년하였다. 분석대상으로 선정된 마형대구의 형태학적 특징을 살펴보면 굴레나 가슴걸이 및 안장 등의 세부표현이 거의 사라지고 격판의 문양도 축약된 형태로 유적 연대와 동일한 3세기~4세기에 해당하는 것으로 볼 수 있다.

2.2. 연구방법

2.2.1. 납동위원소비 분석

본 연구에서는 한국기초과학지원연구원(KBSI)의 열이온화질량분석기(VG Sector 54-30, Isotopx Ltd, GBR)를 활용하여 납동위원소비 분석을 실시하였다. 분석방법은 4점의 청동유물에서 약 3 mg 정도의 시료를 채취하여 테프론 바이알에 넣고 정제된 왕수(염산:질산=3:1)를 2~3 ml 첨가하고 150℃의 가열판에서 10시간 이상 가열하였다. 그 다음 바이알 뚜껑을 열고 가열하여 건조하고, 6N 염산 2 ml 정도를 사용하여 다시 건조시킨 후 1N HBr 1 ml 정도에 녹였다. 원심분리시켜 녹인 시료는 음이온교환수지(AGI-X8,

chloride form, 100-200#)와 1N HBr을 사용하여 납을 분리하여 Re single filament에 얹어 열이온화질량분석기를 사용하여 동위원소비를 측정하였다. 분석결과는 표준물질(NBS SRM 981)의 측정치를 사용하여 보정한 것이다. 분석과정 중 총 바닥값(total blank)은 1 ng 내외였다.

3. 연구결과

3.1. 산지추정

본 연구에서는 청주 송절동유적 출토 마형대구의 납동위원소비 분석결과(Table 1)를 동북아시아 방연석 자료

Table 1. Lead isotope ratio analysis results of horse-shaped bronze buckles excavated from Songjeol-dong, Cheongju

No.	Sample name	Site	Lead isotope ratio				
			²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁶ Pb
1	CT1-7	Dwelling site No.19	18.222	15.650	38.590	0.8588	2.1177
2	CT1-14	Dwelling site No.36	18.259	15.662	38.648	0.8578	2.1160
3	CT1-35	Pit tomb No.9	18.209	15.651	38.630	0.8595	2.1215
4	CT1-36		18.191	15.645	38.567	0.8600	2.1201
5	CT1-37	Pit tomb No.10	18.218	15.652	38.613	0.8592	2.1196
6	CT1-38		18.222	15.650	38.596	0.8588	2.1181
7	CT1-39		18.214	15.654	38.602	0.8594	2.1195
8	CT1-40	Pit tomb No.12	18.211	15.646	38.583	0.8592	2.1187
9	CT1-49		18.297	15.652	38.680	0.8557	2.1140
10	CT1-51	Pit tomb No.13	18.190	15.638	38.536	0.8603	2.1188
11	CT1-52		18.271	15.646	38.662	0.8564	2.1160
12	CT1-61	Pit tomb No.15	18.160	15.640	38.532	0.8613	2.1218
13	CT1-62		17.960	15.620	38.584	0.8698	2.1484
14	CT1-64	Pit tomb No.15	18.211	15.647	38.587	0.8592	2.1189
15	CT1-70	Pit tomb No.19	18.218	15.649	38.587	0.8578	2.1181
16	CT1-71		18.243	15.655	38.621	0.8582	2.1170
17	CT1-72	Pit tomb No.20	18.210	15.651	38.589	0.8595	2.1190
18	CT1-75	Pit tomb No.21	18.222	15.650	38.591	0.8588	2.1178
19	CT1-76		17.763	15.569	38.106	0.8765	2.1452
20	CT1-77		18.277	15.658	38.646	0.8570	2.1153
21	CT1-78	Pit tomb No.26	18.279	15.666	38.715	0.8571	2.1181
22	CT1-91		18.225	15.650	38.596	0.8587	2.1174
23	CT1-92	Pit tomb No.26	18.209	15.647	38.581	0.8593	2.1188
24	CT1-93		18.203	15.643	38.587	0.8594	2.1197
25	CT1-94		18.200	15.643	38.568	0.8595	2.1191
26	CT1-95		18.296	15.661	38.684	0.8560	2.1143
27	CT1-96		18.301	15.666	38.716	0.8560	2.1155
28	CT1-97		18.041	15.609	38.419	0.8652	2.1295
29	CT1-111		Ground	18.397	15.661	38.860	0.8513

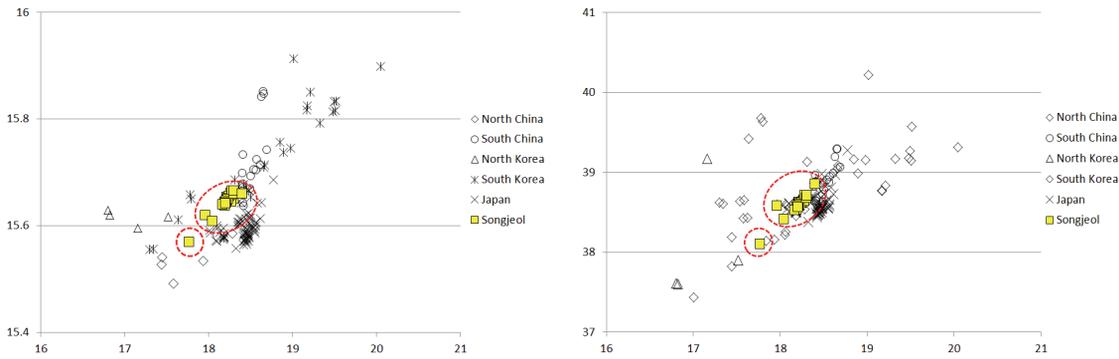


Figure 1. Lead isotope ratio distribution diagram of horse-shaped bronze buckles from Songjeol-dong by map of Mabuchi. (Left) $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, (Right) $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$.

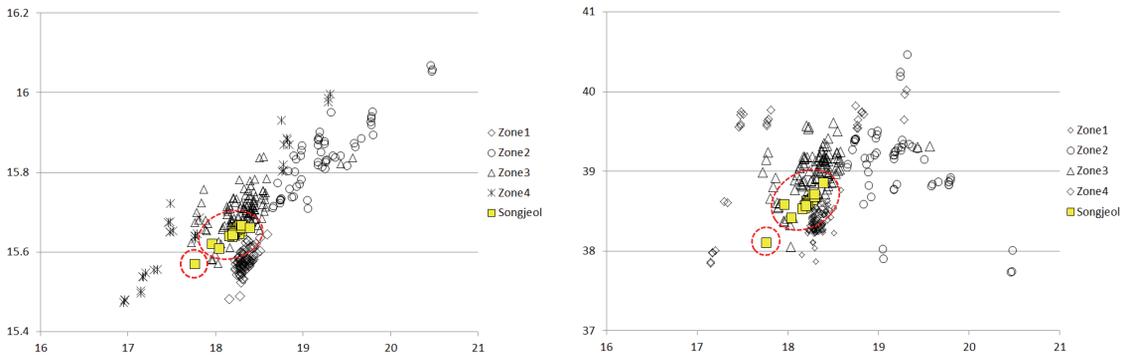


Figure 2. Lead isotope ratio distribution diagram of horse-shaped bronze buckles excavated from Songjeol-dong by map of KOPLID. (Left) $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, (Right) $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$.

(Mabuchi, 1985)와 한반도 남동위원소 분포도[Korean Peninsula Lead Isotope Database(KOPLID), 2010~2012]에 적용하여 원료산지를 추정하였다.

먼저 동북아시아 방연석 분포도에 적용한 결과(Figure 1) 총 29점 중 26점은 중국 남부영역과 유사한 범위 내에서 매우 밀집한 분포 경향성을 나타내었다. 이외에 3점 중 2점(CT-62, 97)은 일본영역, 나머지 1점(CT-76)의 경우 중국 북부영역과 연관성을 보이고 있으나 정확한 분포위치를 확인하기 어렵다. 이러한 결과를 바탕으로 원료산지를 분류할 때 청주 송절동유적 출토 마형대구는 중국 남부영역 또는 일본영역 등에서 수급한 원료를 사용하였을 것으로 해석할 수 있다. 그러나 동북아시아 방연석 분포도는 국가별 시료의 수가 많지 않으며, 특히 한반도에 대한 정보가 적어 국내 지역별 추정작업에 한계가 있다. 이러한 단점을 해결하여 세밀한 기원지 추정 연구 및 산지 추정 연구의 다양성을 도모하고자 한반도 남부 방연석 광산에 대한 조사 및 그에 따른 남동위원소비 분포도가 작성되었다(Lee *et al.*, 2014).

본 연구에서도 이러한 한계점을 극복하고자 한반도 남동위원소 분포도를 활용한 원료산지 분포도를 작성하였으며(Figure 2), 대입결과 1점을 제외한 나머지 28점 모두 Zone 3으로 확인되었다. 이를 동북아시아 방연석 분포도 대입결과와 비교해 볼 때 중국 남부영역에 도시된 마형대구 26점은 Zone 3에 매우 밀집하게 도시되었으며, 일본영역과의 연관성을 나타낸 2점 또한 밀집성에서 미세한 차이는 있으나 동일하게 Zone 3에 도시되는 것을 확인하였다. 한반도 남동위원소 분포도에서 Zone 3은 전라도와 충청도 지역에 해당하는 영남육괴 및 옥천변성대 지역을 말하는데, 마형대구의 출토지인 충북 청주시가 해당 영역에 속한다. 따라서 남동위원소비 분석결과 청주 송절동유적 출토 마형대구는 출토지의 인근 지역에 위치한 방연석 광산에서 채취한 원료를 사용하여 제작하였을 것으로 볼 수 있다.

이중 중국 북부영역과 연관성을 나타낸 21호 토광묘 출토 마형대구 1점(CT-76)의 경우 특정한 원료산지 분포를 확인하기에 어려움이 있다. 그러나 21호 토광묘 출토 마형대구는 총 4점으로 그중 과반수인 3점의 분포도 대입결과

에서 Zone 3으로 분류되는 것으로 볼 때 제작 시 사용된 원료의 재사용 또는 혼합사용 가능성을 제시할 수 있으며, 시료의 오염정도 및 분석결과의 오차가 발생하였을 가능성 또한 배제할 수 없을 것으로 생각된다.

위의 분석결과를 바탕으로 Kim *et al.*(2015)에 의해 발표된 한반도 납동위원소비 분포도를 활용한 출토지역 및 시대별 한국 청동기의 납동위원소비 분류특성 연구결과를 참고하여 청주 송절동유적 출토 마형대구의 원료산지 특성을 비교하고자 하였다. 선행연구결과에 따르면 원삼국시대 청동기의 납 원료산지는 대부분 Zone 3 및 Zone 4를 벗어난 지역에 분포하며, 삼국시대에는 Zone 3에 집중 분포하는 것을 알 수 있다. 이와 함께 출토 지역별 분류결과 충청지역의 경우 Zone 3에 대부분이 위치해 있는 것을 확인한 바 있다. 이를 통해 청주 송절동유적 출토 마형대구 또한 선행연구결과와 일치하는 것을 확인하였으며, 충청지역 출토 원삼국시대~삼국시대 청동기의 납 원료산지 분류결과와 동일한 경향성을 나타내는 것을 알 수 있다.

4. 고찰

본 연구에서는 청주 송절동유적 출토 마형대구의 납동위원소비 분석결과를 바탕으로 한반도 마형대구 출토 중심지역에 해당하는 중서부지역 내 유적 출토 마형대구의 납동위원소비 분석결과와 비교분석하였다. 이와 함께 고고학적 배경을 접목하여 중서부지역 마형대구의 납 원료산지 특성 및 연관성에 대해 알아보하고자 하였다.

선행연구에 따르면 중서부지역 문화권 내 마형대구 출토 현황을 하천유역권에 따라 크게 3구역으로 분류하였다. 경기 남부와 충청 서북부지역에 해당하는 경기도 평택·안성과 충남 천안·아산지역의 안성천유역권과 충북 청원·청주와 충남 연기지역을 포함한 미호천유역권, 충주를 중심으로 한 남한강유역권으로 크게 대별할 수 있다(Hyun and Kwon, 2011). 현재까지 발굴조사된 중서부지역 중 미호천 유역권에 해당하는 청주 및 세종지역에서 가장 높은 출토 빈도를 나타내고 있다. 특히 청주 송절동유적은 청주 봉명동유적(20점), 청원 송대리유적(10점)을 제외하고 단일 유적에서 가장 많은 마형대구가 출토되었다. 이러한 고고학적 배경으로 볼 때 중서부지역 마형대구의 출토 중심지는 청주 송절동유적이 포함된 미호천 유역권임을 알 수 있다.

따라서 청주 송절동유적 출토 마형대구를 중심으로 동일 유역권에 해당하는 미호천유역 및 안성천유역 출토 마형대구의 납동위원소비 선행연구결과와 비교분석하여 중서부지역 마형대구 제작에 사용된 납 원료산지 특징 및 원

료수급 배경을 알아보하고자 하였다. 비교분석대상은 청동제 마형대구 총 38점으로 미호천 유역권의 청원 송대리유적(Korea Cultural Heritage Foundation, 1999), 청주 봉명동유적(Saito, 2006), 연기 응암리(An, 2007) 및 응암리 가마골유적(Yun, 2011) 출토 마형대구와 안성천유역에 해당하는 천안 청당동유적 출토 마형대구의 납동위원소비 분석결과(Kang *et al.*, 1998)를 참고하여 데이터베이스를 작성하였다(Table 2). 이를 청주 송절동유적 출토 마형대구 29점과 비교하여 동북아시아 방연광 분포도와 한반도 납동위원소비 분포도에 적용하여 원료산지를 추정하고자 하였다.

먼저 동북아시아 방연석 분포도 적용결과(Figure 3) 청주 송절동유적 출토 마형대구를 포함한 총 67점 중 약 90%에 해당하는 60점의 경우 중국 남부영역과 유사한 구역에서 매우 밀집한 분포 경향성을 나타내었다. 이외 연기 응암리 가마골유적 출토 마형대구 4점과 청주 봉명동유적 출토 마형대구 1점은 중국 남·북부영역과 연관성을 보이고 있는 것을 알 수 있다.

이어 한반도 납동위원소비 분포도 대입결과(Figure 4) 총 67점 중 약 93%에 해당하는 62점의 마형대구가 Zone 3에 도시되었다. 이를 통해 청주 송절동유적을 비롯하여 한반도 중서부지역에 해당하는 천안 청당동유적, 청원 송대리유적, 청주 봉명동유적, 연기 응암리유적 출토 마형대구와 연기 응암리 가마골유적 출토 마형대구 일부는 출토지와 유사 지역에 해당하는 광산에서 수급한 납 원료를 사용하였을 것으로 판단된다. 특히 마형대구 출토 중심지역에 해당하는 미호천유역 및 안성천유역에서 출토된 마형대구의 원료산지 유사성을 확인함으로써 중서부지역 출토 마형대구의 제작에 사용된 납 원료산지가 매우 밀접한 연관성을 나타내는 것을 알 수 있다. 이는 마한을 대표하는 시대적 특성을 나타내는 유물이자 출토범위에서 지역적 특성을 강하게 나타내고 있다는 마형대구의 고고학적 연구배경을 뒷받침할 수 있는 과학적 근거자료라 할 수 있다.

그러나 납 원료산지 분류결과에서 청주 송절동유적 출토 마형대구 1점과 연기 응암리 가마골유적 출토 마형대구 4점의 경우 상이한 값을 나타내는 것을 확인하였다. 특히 연기 응암리 가마골유적 출토 마형대구 4점 중 1점은 경상북도 북부 및 강원도 일대의 태백산분지에 해당하는 Zone 2에 도시되어 지리적 위치상 출토지와 원료산지 간의 차이점을 보이며, 나머지 3점은 정확한 분포영역을 확인하기 어렵다.

이와 같은 마형대구의 원료산지 분류결과와 차이점에 대해 보다 심층적으로 해석하고자 제작시기 및 출토유적

Table 2. Lead isotope ratio analysis results of horse-shaped bronze buckles excavated from mid-western region, the Korea Peninsula

No.	Site	Age	Lead isotope ratio				
			$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
1			18.214	15.651	38.607	0.8593	2.1197
2			18.197	15.646	38.596	0.8599	2.1210
3			18.208	15.646	38.601	0.8593	2.1200
4			18.268	15.668	38.706	0.8577	2.1188
5	Cheongdang-dong, Cheonan-si	AD 2~3C	18.216	15.657	38.636	0.8595	2.1210
6			18.216	15.657	38.640	0.8595	2.1212
7			18.158	15.647	38.586	0.8617	2.1250
8			18.189	15.650	38.618	0.8604	2.1231
9			18.198	15.648	38.603	0.8599	2.1213
10			18.213	15.654	38.629	0.8595	2.1209
11			18.348	15.667	38.784	0.8539	2.1138
12	Bongmyeong-dong, Cheongju-si	AD 5C	18.229	15.752	39.028	0.8617	2.1319
13		AD 6C	18.187	15.616	38.506	0.8586	2.1171
14			18.245	15.656	38.642	0.8581	2.1180
15	Songdae-ri, Cheongwon-gu	AD 3C	18.409	15.669	38.678	0.8512	2.1010
16			18.204	15.647	38.589	0.8595	2.1198
17			18.204	15.650	38.596	0.8615	2.1246
18		Proto-Three	18.196	15.637	33.135	0.8594	2.1204
19	Eungam-ri Yeongi-gun	Kingdoms Period~	18.210	15.644	35.947	0.8591	2.1200
20		Three	18.184	15.640	35.950	0.8601	2.1209
21		Kingdoms Period	18.186	15.638	35.944	0.8599	2.1208
22			18.633	15.726	39.024	0.8440	2.0944
23			17.509	15.545	38.307	0.8878	2.1878
24			17.664	15.563	38.516	0.8811	2.1805
25			17.757	15.578	38.122	0.8773	2.1469
26			18.219	15.640	38.601	0.8585	2.1187
27			18.294	15.655	38.699	0.8557	2.1155
28			18.343	15.655	38.732	0.8535	2.1115
29			18.271	15.645	38.671	0.8563	2.1165
30	Eungam-ri(Gamagol) Yeongi-gun	AD 3~4C	18.212	15.637	38.582	0.8586	2.1184
31			18.203	15.640	38.601	0.8592	2.1205
32			18.182	15.645	38.570	0.8605	2.1213
33			18.182	15.627	38.549	0.8595	2.1202
34			18.450	15.689	38.902	0.8503	2.1084
35			18.193	15.634	38.572	0.8594	2.1202
36			18.199	15.637	38.582	0.8592	2.1199
37			18.249	15.648	38.659	0.8575	2.1184
38			18.209	15.643	38.613	0.8591	2.1205

의 성격 등에 따른 특성을 비교하였다. 먼저 제작시기에 따른 차이점을 비교해 볼 때 연구대상 총 67점의 마형대구는 AD 2세기부터 6세기까지로 넓은 시대적 범위를 나타내고 있으나, 시기적으로 가장 이른 천안 청당동유적 마형대구에서부터 5~6세기로 편년되는 청주 봉명동유적 출토 마형대구까지 납 원료산지의 유사성 및 출토지와의 연관성을 나타내고 있다. 따라서 제작시기에 따른 원료산지

의 변화양상 및 특징점은 확인하기 어려운 것으로 판단된다.

또한 고고학적 연구배경에 따르면 마형대구는 주로 분묘유적에서 출토되는 부장품의 성격을 띠고 있는 반면, 연구대상 마형대구 67점 중 청주 송절동유적 출토품 3점과 연기 응암리 가마골유적 출토품 19점은 분묘가 아닌 주거지 및 환호, 지표 등에서 출토되었다. 따라서 출토 유구의

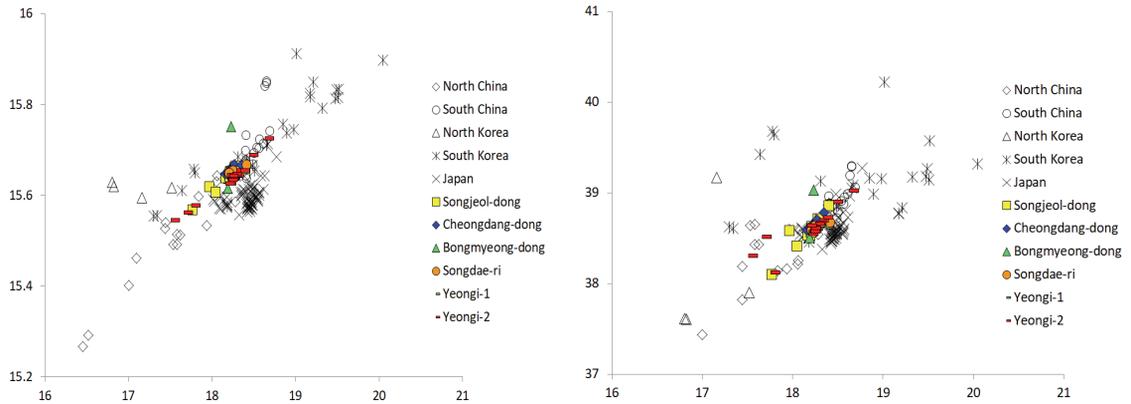


Figure 3. Lead isotope ratio distribution diagram of horse-shaped bronze buckles excavated from mid-western region Korea Peninsula by map of Mabuchi. (Left) $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, (Right) $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$.

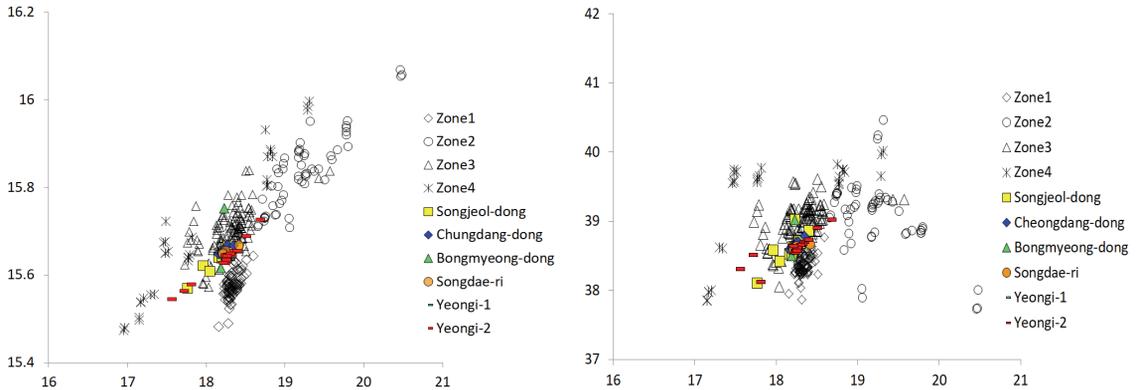


Figure 4. Lead isotope ratio distribution diagram of horse-shaped bronze buckles excavated from mid-western region Korea Peninsula by map of KOPLID. (Left) $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$, (Right) $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$.

성격에 따른 제작목적 및 사용원료의 차이점에 주목하여 원료산지 추정결과를 해석하고자 하였다.

먼저 청주 송절동유적 출토 마형대구 29점 중 분묘유적이 아닌 기타 유적에서 출토된 마형대구는 총 3점이다. 이는 납동위원소비 분포도 작성결과 기타 토광묘 출토 마형대구와 동일한 Zone 3으로 분류되었다. 따라서 청주 송절동유적 출토 마형대구는 출토 유구에 따른 납 원료산지의 차이점은 확인되지 않았으며, 해당유적 출토 마형대구는 모두 동일한 원료를 사용하여 제작하였을 것으로 볼 수 있다.

반면 연기 응암리 가마골유적 출토 마형대구는 다른 5개 유적과는 달리 19점 모두 분묘가 아닌 주거지에서 출토되었다. 또한 다른 유적에서 분묘별로 소량의 마형대구가 동반 출토되는 것에 반해 8호·9호 주거지에서 각각 13점과 8점이 여러 개가 겹쳐진 상태로 출토되었다. 해당 유적 출토 마형대구의 원료산지 분류결과 19점 중 15점은 출토지와 원료산지 간의 연관성 및 기타 유적 출토 마형대구와

의 유사성이 확인되었으며, 원료산지의 차이점을 보이는 마형대구는 4점에 불과하다. 따라서 연기 응암리 가마골유적 출토 마형대구는 대부분 출토지와 동일한 지역에서 수급한 원료를 사용하였을 것으로 판단되며, 주거지에서 출토된 마형대구 또한 출토지와 동일한 지역에서 수급한 납 원료를 사용하였음을 알 수 있다. 또한 이중 1점의 마형대구는 분포도 상에서 출토지와 지리적으로 다소 거리가 있는 경상북도 북부 및 강원도 일대의 태백산분지의 광산에서 수급한 원료를 일부 사용하였을 가능성을 엿볼 수 있으며, 나머지 3점의 경우 제작과정에서 원료의 재사용 및 혼합 사용 등으로 인한 차이점이 발생하였을 것으로 추정된다.

다만 연기 응암리 가마골유적 출토 마형대구는 부장품의 성격을 가진 분묘유적 출토품과는 상이한 목적으로 제작되었을 가능성이 있으며, 이에 따른 납 원료 수급체계 등의 차이점을 나타낼 수 있을 것으로 추정된다. 따라서

한반도 출토 마형대구의 시대별·지역별 납 원료산지 특성 및 유통에 관한 심층적인 연구를 위해서는 해당 유적의 고고학적 연구배경과 함께 다양한 유적에서 출토되는 마형대구를 대상으로 납동위원소비 분석법을 활용한 원료산지 분류연구가 뒷받침되어야 할 것이다.

5. 결론

이번 연구에서는 마한을 특징할 수 있는 유물인 마형대구를 대상으로 납동위원소비 분석법을 이용한 원료산지 추정연구를 통해 원료산지의 시대적·지역적 특성을 알아보고자 하였다. 먼저 청주 송절동유적 출토 마형대구 29점을 대상으로 한 원료산지 추정연구를 통해 출토지와 원료산지 간의 연관성을 확인하였다. 이와 함께 한반도 마형대구 출토 중심지인 중서부지역에서 출토된 원삼국시대에서 삼국시대 마형대구와의 원료산지 비교연구를 통해 해당 문화권 내 납 원료산지 연관성 및 유사성에 대한 정보를 확보하였다.

청주 송절동유적 출토 마형대구 납동위원소비 분포도 작성결과 동북아시아 방연광 분포도에서는 대부분 중국 남부영역에 도시되었으며, 한반도 납동위원소비 분포도 작성결과 1점을 제외한 28점 모두 전라도와 충청도 지역에 해당하는 영남육괴 및 옥천변성대 지역인 Zone 3에 도시되는 것을 확인하였다. 이를 통해 청주 송절동유적 출토 마형대구는 출토지의 인근 지역에 위치한 방연석 광산에서 채취한 원료를 사용하여 제작하였을 것으로 판단된다.

이어 중서부지역 출토 마형대구 38점의 납 원료산지는 출토지와 동일한 영역인 Zone 3으로 분류되었으며, 청주 송절동유적 마형대구와 유사한 출토지와 원료산지 간의 연관성을 나타내었다. 이는 중서부지역 내 동일 문화권에서 마형대구 제작에 사용된 납 원료산지 및 수급체계의 유사성을 대변하는 것으로, 마형대구의 시대적·지역적 특성을 알 수 있는 과학적 근거자료라 할 수 있다. 또한 일부 납 원료산지 분류결과에서 차이점을 나타내는 것은 다양한 청동유물의 납 원료산지에 대한 다각적인 연구를 통해 청동기 제작과정에서 발생한 원료의 재사용 또는 혼합 사용에 대한 심층적인 고찰이 지속적으로 진행되어야 할 것으로 생각된다. 이러한 연구결과와 함께 향후 마형대구의 납동위원소비 분석결과를 축적하여 출토지별 원료산지 비교분석에 대한 연구가 활발히 진행된다면 한반도 출토 마형대구의 시대별·지역별 특성 연구의 과학적 근거자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

- An, J.Y., 2007, An investigation of provenance on the bronze artifacts found in Korea by lead isotope ratio. Master's thesis, Kongju National University, Gongju. (in Korean with English abstract)
- Hyun, N.J. and Kwon, Y.K., 2011, Excavation in mid-western region, Korea Peninsula; Horse shape buckle review. *Prehistory and Ancient History*, 35, 47-73. (in Korean with English abstract)
- Kang, H.T., Kim K.H., Ham S.S., Yoshimitsu, H., Oshio, R. and Yasuhiro, H., 1998, Provenance analysis of bronze buckle excavated from site of Cheongdang-dong, Cheonan. *Journal of Anthropology*, 9, 127-136. (in Korean)
- Kang, H.T., Chung, K.Y. and Ryu, K.J., 2002, Chemical composition and lead isotope ratio of bronze sword excavated from Hwasan-ni site, Seochon. *Journal of the Hoseo Archaeological Society*, 7, 609-618. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.Y., 2013, A study on (*Jugu*) *Togwangmyo* in the Hoseo area during the 3~4 centuries. *Mahan-Baekje Culture*, 22, 163-203. (in Korean with English abstract)
- Kim, S.J., Han, W.R., Hwang, J.J., Jeong, Y.J. and Han, M.S., 2015, Lead isotope ratios characteristics of excavated bronzes from Korea Peninsula. *Conservation Studies*, 36, 4-10. (in Korean with English abstract)
- Kim, S.W., 2011, The chronology and local identity of horse-shaped bronze buckle from South Korea. Master's thesis, Korea University, Seoul. (in Korean)
- Korea Cultural Heritage Foundation, 1999, Site of Ochang, Cheongwon. 3, 277-299. (in Korean)
- Lee, E.W., Kim, S.J., Han, W.R., Han, M.S. and Hwang J.J., 2014, Lead isotope analysis of bronze artefacts excavated from Inyongsaji site. *Journal of Conservation Science*, 30(4), 345-351. (in Korean with English abstract)
- Mabuchi, H., 1985, The lead isotope systematics in Asia and near East. Grant Report to the Ministry of Education, Science, and Culture, Japan, 19. (in Japanese)
- Saito, T., 2006, Multilateral study by the comparative method on ingression, acculturation and distribution of bronze culture in East Asia. National Museum of Japanese History. (in Japanese and Korean)
- Yun, H.S., 2011, Study on material characteristics of copper horse shape buckles in the 3~4th centuries and producing district. Master's thesis, Yongin University, Yongin. (in Korean with English abstract)