

출토 지역과 시대에 따른 한국 청동기의 납동위원소비 분류 특성

Lead isotope ratios characteristics of Excavated bronzes from
Korea peninsula

국문초록

한반도에서 출토된 청동기의 납동위원소비 분석 자료 673건을 이용하여 시대별, 유형별, 지역별로 분류하고 그에 따른 납동위원소비 특성을 밝히고자 하였다. 초기철기시대는 한반도 남부의 전역에 걸쳐 넓게 분포하는 반면, 조선시대의 납동위원소비는 대부분 zone 3로 대변되는 충청남·북도와 전라남·북도에 분포되었다. 또한 서울·경기, 충청, 전라, 경상도에서 출토된 청동기는 한반도 전역의 원료를 사용하여 제작한 것으로 추정되나, 북한의 경우 경상남·북도의 원료를 사용하지 않은 것을 알 수 있다. 이번 연구결과를 기초자료로 하여 시대가 명확한 출토 청동기의 납동위원소비 분석 자료를 추가적으로 확보한다면 청동기 원료의 이동 경로 뿐만 아니라, 납이 혼합되고 재활용되는 시기를 구분할 수 있을 것이라 판단된다.

* 주제어 : 청동기, 납, 납동위원소비

김소진^{1*}, 한우림¹, 황진주², 정연중³, 한민수¹

¹ 국립문화재연구소 보존과학연구실

² 국립문화재연구소 문화재보존과학센터

³ 한국기초과학지원연구원

So-Jin Kim^{1*}, Woo-Rim Han¹, Jin-Ju Hwang²,
Youn-Joong Jeong³, Min-su Han¹

¹ Conservation Science Division, National Research
Institute of Cultural Heritage

² Cultural Heritage Conservation Science Center,
National Research Institute of Cultural Heritage

³ Korea Basic Science Institute

* Corresponding Author

E-mail : kimsj84@korea.kr

Abstract

This paper confirms characteristics of lead isotopes of bronze artifacts excavated from Korea peninsula using 673 data classified according to Age, type and region. Lead isotopes data in Early iron ages are distributed in the southern Korean peninsula, but data in Joseon ages are concentrated in zone 3. Also Bronze artifacts excavated from Seoul, Gyeonggi, Chungcheong, Jeolla and Gyeongsang are manufactured using raw materials of the entire Korea peninsula, but bronzes excavated from North Korea aren't produced using raw materials of Gyeongsang provinces. Lead isotopes data will be able to find moving routes of raw materials and to separate the period of mixing and recycling of lead.

* Keywords : Bronzes, Lead, Lead isotopes

I. 서론

청동기는 한반도의 문화이동 특성 및 교역 관계를 확인할 수 있는 중요한 문화유산으로, 유물 내부에 존재하는 납의 동위원소비를 이용하여 원료의 산지를 추정할 수 있다. 납(Pb)은 ^{204}Pb · ^{206}Pb · ^{207}Pb · ^{208}Pb 라는 4가지의 동위원소를 가지고 있으며, 동위원소 조성은 생성연대, 우라늄 및 토륨의 최초의 양 그리고 그 광상의 생성 이후 역사에 의해 좌우된다. 납동위원소비를 이용한 청동기의 산지추정은 1965년 미국 코닝 박물관의 Brill에 의해 시도된 이후, 영국의 옥스퍼드 대학교에서 장기간의 사업을 통해 많은 양의 분석 자료를 확보한 상태이며 아시아권 국가에서는 일본이 동아시아 지역의 산지추정 연구를 선도하고 있는 실정이다.

최근의 납동위원소비 연구는 탈국가적인 장기 연구과제 형태로 수행되고 있다. 예를 들어 영국의 옥스퍼드에서는 27년간 지중해 및 남동·북서 유럽, 아나톨리아 등의 유물 및 방연석의 납동위원소비 분석 자료를 확보하였으며(Zofia Anna Stos-Gale et al., 2009), 영국·프랑스·오스트리아·필리핀 등의 다양한 국가의 연구자들은 동남아시아의 8개국, 30곳의 방연석 및 출토 청동기를 3년간 분석하였다(Thomas Oliver Pryce et al., 2013). 이처럼 산지추정 연구는 다양한 국가의 장기 연구과제를 통해 납동위원소비 분석 자료를 확보하여 다양한 역사적 의미를 재생산하고 있다.

본 연구에서는 한반도에서 출토된 청동기의 납동위원소비 분석 결과를 통해 시대 및 지역별 납동위원소비 특성이 어떠한 변화를 보이는지 확인하고자 하였다. 또한 시대별 납동위원소비 특성을 통해 청동기의 생산체제가 변화되는 양상을 추정하고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

초기철기~조선시대 청동기의 납동위원소비 분석 자료 673건을 이용하여 산지추정 연구를 수행하였다. 논문 및 발굴보고서 등 기존의 연구자료에서 516건(최주 외, 1992a, 1992b; 강형태 외, 1998, 1999; 2002; 허일권, 2006; 허일권 외, 2007; 정광용 외, 2009; 노유정, 2012; 박지혜, 2008; 윤혜성, 2010; 김우현, 2008; 齋藤 努 외, 2009) 채취한 시료를 분석하여 157건을 확보하였으며, 확보한 분석 자료를 고고학적인 자료를 바탕으로 유형·시대·출토지별로 구분하였다(Fig. 1).

유형별로 분류하면 금동세환이식 및 마형대구와 같은 장신구가 152건, 청동합·청동개 등 청동용기류가 145건, 세형동검·청동촉 등의 무기류가 102건이었으며 기타 동전·동종·동경·불상 등의 순으로 구분되었다. 장신구의 경우, 주로 초기철기시대부터 삼국시대의 것이 대부분이었으며, 청동용기류의 경우 통일신라시대 이후의 것이 대부분임을 확인할 수 있다. 또한 확보한 청동기의 납동위원소비 분석결과를 서울·경기, 충청도, 전라도, 경상도, 북한의 5개 지역으로 구분하여 지역별 납동위원소비 특성을 확인하고자 하였으며 출토지와 원료 산지간의 상관관계를 파악하고자 하였다.

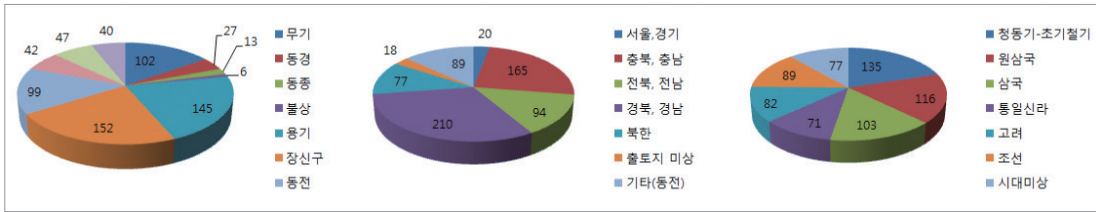


Fig. 1. Types, Sites and Period divisions of the excavated bronzes.

III. 결과 및 고찰

시대별 청동기의 납동위원소비 특징을 확인하기 위해 분석 자료 673건을 한반도 납동위원소비 분포도 (Jeong et al., 2012)인 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 와 $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 로 도시한 결과는 Fig. 2~4와 같다. 한반도 납동위원소비 분포도는 기존에 사용되던 馬淵久夫의 분포도(1985)의 단점을 보완하고자 한반도 남부지역의 방연석 광상을 분석하여 제작된 것으로, 국내 지역별 납 원료의 생산지 추정 작업이 가능하다는 장점이 있다. 한반도 납동위원소비 분포도는 방연석의 납동위원소비 분석 결과 및 지질학적 분포상황을 고려하여 zone 1~4로 나뉘는데, zone 1은 경상분지 일대로 지역적으로는 경상남·북도 일대를 의미한다. zone 2는 태백산 분지 및 영남육괴 일부를 말하며 경상북도 및 강원도 일부에 위치한다. zone 3은 옥천대 및 영남육괴를 포함한 가장 넓은 위치에 속하며, 충청남·북도 및 전라남·북도를 말한다. zone 4는 경기육괴, 지역적으로는 경기도 및 강원도 일부를 의미하나, zone 4에 대한 분석 자료가 매우 부족하여 분석 자료가 확보된다면 더 넓게 확장될 가능성이 있다. 기존의 납동위원소비 분포도와 한반도 납동위원소비 분포도를 비교해보면, 기존 馬淵久夫(1985)의 도표에서 나타나는 일본은 한반도 납동위원소비 분포도의 zone 1과 납동위원소비 특성이 상당히 유사함을 알 수 있다. 또한 중국 남부는 zone 3과, 중국 북부는 zone 4와 납동위원소비 특성이 유사하여 구분이 불가함을 확인할 수 있다. 여기서 특징적인 점이 바로 zone 2이다. zone 2는 우리나라의 태백산분지에 포함되는 영역으로, 기존 馬淵久夫(1985)의 분포도에서는 한국 남부(Southern Korea)로 도시되는 위치이다. zone 2는 우리나라 고유의 납동위원소비 특징을 가지고 있는 영역으로, 이 영역에 도시되는 청동기는 우리나라의 원료를 이용하여 제작하였다고 판단할 수 있다.

초기철기시대 청동기의 납동위원소비 범위는 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 값이 16.316~20.262, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 이 15.370~16.034이었으며, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 값이 35.918~40.784로, zone 1에서 zone 4까지 넓게 분포하는 것을 확인할 수 있다(Fig. 2A). 대부분은 zone 2와 zone 3에 분포하였으며, 한반도 영역을 벗어난 곳에도 많은 수의 청동기가 분포함을 알 수 있는데 이는 馬淵久夫(1985)의 자료를 이용하여 중국 북부지역(Nch)으로 추정하였다. 원삼국시대에는 대부분 zone 3 및 zone 4를 벗어난 지역에 분포하였으며(Fig. 2B), 삼국시대에는 zone 3에 집중 분포해있음을 알 수 있다(Fig. 3A). 통일신라시대에는 대부분 zone 3에 포함

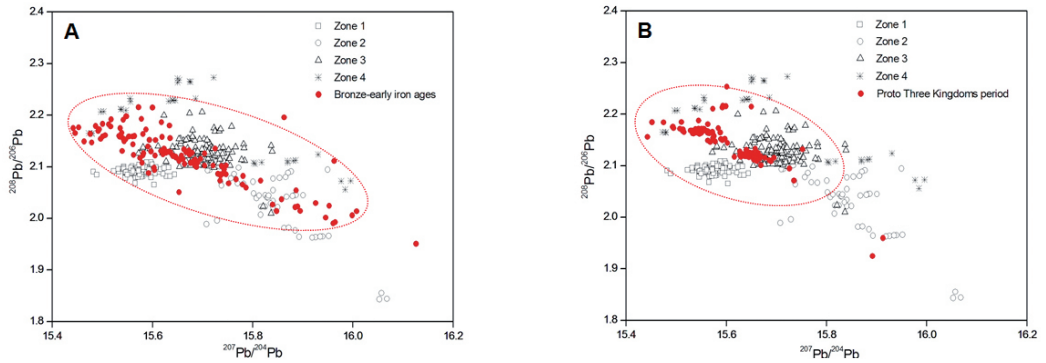


Fig. 2. Lead isotopes characteristics of Bronzes from different time period; (A) Bronze~early iron ages and (B) Proto three kingdoms period.

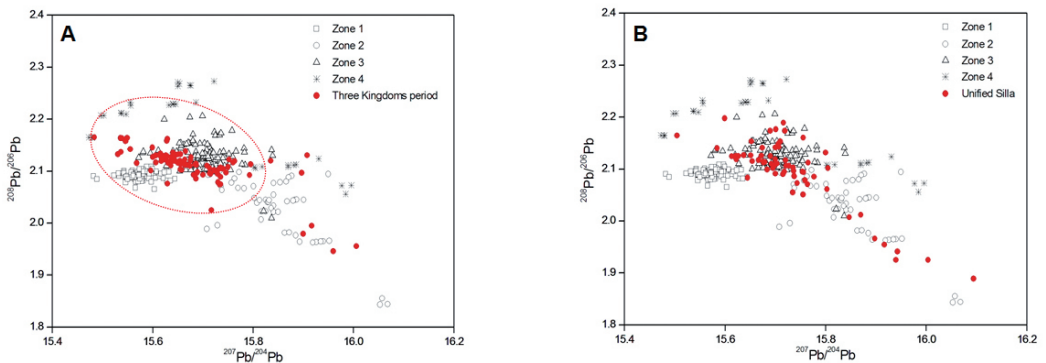


Fig. 3. Lead isotopes characteristics of Bronze from different time period; (A) Three kingdoms period and (B) Unified silla.

되나 몇몇은 zone 2에 속하며(Fig. 3B), 고려시대의 경우 zone 3를 중심으로 zone 2와 zone 4에 분포함을 확인할 수 있다(Fig. 4A). 반면 조선시대의 납동위원소비의 범위는 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.503 \sim 19.053$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 15.457 \sim 15.843$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} = 36.542 \sim 39.782$ 의 수치를 보여 대부분 zone 3에 모여 있음을 알 수 있다(Fig. 4B). 조선시대 청동기의 대부분이 zone 2와 zone 3의 경계에 분포함을 확인할 수 있다. 이를 통해 시대가 변화할수록 청동기의 원료산지가 한반도 전역에서 특정한 지역으로 좁아짐을 추정할 수 있으며, 시대가 발전할수록 기존의 가내수공업 형태의 생산에서 전문화된 생산체제로 변화함을 판단할 수 있다.

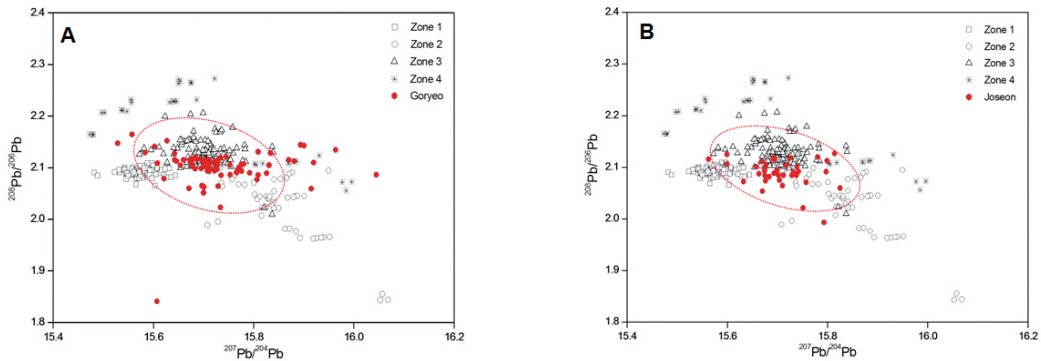


Fig. 4. Lead isotopes characteristics of Bronze from different time period; (A) Goryeo and (B) Joseon.

출토지별로 분석 자료를 구분한 결과, 경상남·북도에서 출토된 청동기가 210건으로 분석 자료의 1/3을 차지하였으며, 그 뒤로 충청남·북도와 전라남·북도의 순으로 분석 자료가 집중됨을 알 수 있다. 확보된 청동기의 납동위원소비 분석 자료를 서울·경기, 충청남·북도, 전라남·북도, 경상남·북도, 북한의 5개 지역으로 구분하여 한반도 납동위원소비 분포도와 같이 도시하였다(Fig. 5~7). 서울·경기에서 출토된 청동기의 수는 많지 않으나 zone 2와 zone 3에 걸쳐 분포함을 알 수 있으며(Fig. 5A), 충청의 경우 zone 3에 출토 청동기의 대부분이 위치해 있다(Fig. 5B). 전라도와 경상도에서 출토된 청동기의 납동위원소비는 비슷한 분포 경향을 보이는데, zone 1에서 zone 4에 걸쳐 넓게 분포함을 알 수 있다(Fig. 6A, 6B). 또한 서울·경기, 충청과 달리 radiogenic한 시료들이 많음을 확인할 수 있다. 북한의 경우, zone 3에 분포하는 그룹과 zone 4를 벗어난 지역에 분포하는 그룹 2개로 나눌 수 있다(Fig. 7). 이를 통해 서울·경기, 충청, 전라, 경상도에서 출토된 청동기는 한반도 전역의 원료를 사용하여 제작한 것으로 추정되나, 북한의 경우 zone 1에 분포된 청동기가 확인되지 않아 경상남·북도의 원료를 사용하지 않은 것을 추정할 수 있다. 또한 경상남·북도에서 출토된 청동기들의 원료 산지가 경상도인 zone 1이 아닌 zone 3에 대다수 포함되는 것을 확인할 수 있다.

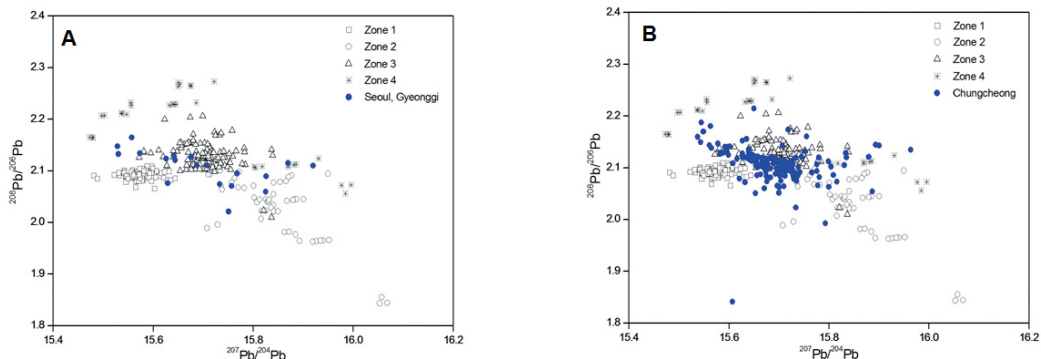


Fig. 5. Lead isotopes characteristics of Bronze excavated from (A) Seoul, Gyeonggi and (B) Chungcheong.

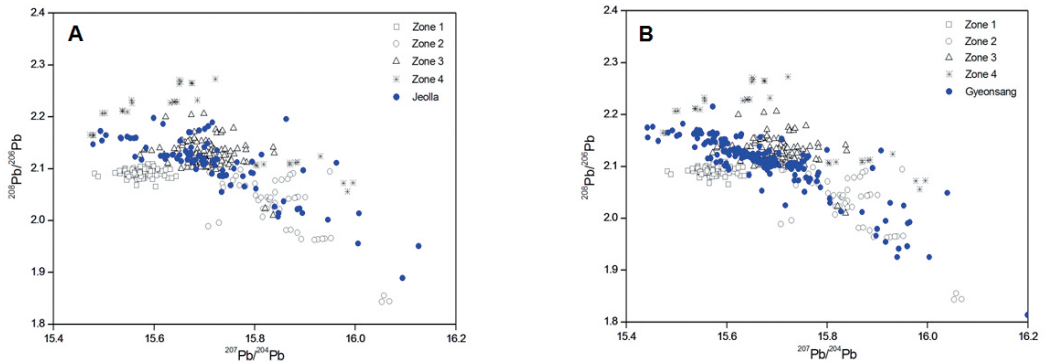


Fig. 6. Lead isotopes characteristics of Bronze excavated from (A) Jeolla and (B) Gyeongsang.

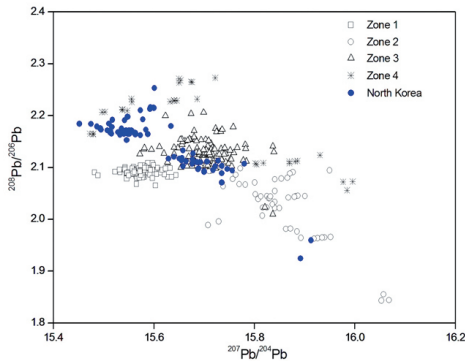


Fig. 7. Lead isotopes characteristics of Bronze excavated from North Korea.

IV. 결론

한반도에서 출토된 청동기의 납동위원소비 분석 자료 673건을 이용하여 시대별, 출토지별 청동기의 납동위원소비 특성을 확인한 결과는 다음과 같다.

1. 초기철기시대의 납동위원소비는 한반도 남부의 전역에 걸쳐 넓게 분포하는 반면, 조선시대의 납동위원소비는 대부분 zone 3로 대변되는 충청남·북도와 전라남·북도에 모여있음이 확인된다.
2. 서울·경기, 충청, 전라, 경상도에서 출토된 청동기는 한반도 전역의 원료를 사용하여 제작하였으나, 북한의 경우 경상남·북도의 원료를 사용하지 않음이 판단된다.
3. 한반도 출토 청동기의 납동위원소비를 통해 시대가 발전할수록 기존의 가내수공업 형태의 생산에서 전문화된 생산체제로 변화됨을 알 수 있다.

이번 연구결과를 기초자료로 하여 시대가 명확한 출토 청동기의 납동위원소비 분석 자료를 추가적으로 확보한다면 청동기 원료의 이동 경로 뿐만 아니라, 납이 혼합되고 재활용되는 시기를 구분할 수 있을 것이라 판단된다.

참고문헌

- 최주, 도정만, 김수철, 김선태, 엄태윤, 김정배, 1992a, 「한국 세형동검의 미세구조 및 원료산지 추정」, 분석과학 5(2), pp.191-197.
- 최주, 김수철, 김정배, 1992b, 「한국의 세형동검 및 동경의 금속학적 고찰과 납동위원소비법에 의한 원료산지 추정」, 선사와 고대 3, pp.189-223.
- 강형태, 문선영, 홍태기, 김승원, 김규호, 허우영, 1999, 「고대 청동기의 과학적 분석(Ⅰ)-미륵사지, 경주유적 출토품을 중심으로」, 한국고사학보 5, pp.33-48.
- 강형태, 정광용, 이기길, 2002, 「납동위원소비법에 의한 영광 수동유적 청동기의 산지추정」, 호남고고학보 15, pp.7-18.
- 허일권, 조남철, 강형태, 2007, 「익산 미륵사지 출토 동경의 금속학적 연구 및 산지 추정」, 보존과학회지 20, pp.23-30.
- 정광용, 이주현, 2009, 「안동 옥동유적 출토 청동시의 미세조직 및 산지연구」, 보존과학회지 25(4), pp.411-420.
- 허일권, 2006, 「미륵사지 출토 동경과 동종의 금속학적 연구」, 한서대학교 대학원 학위논문.
- 강형태 김승원, 김규호, 허우영, 나경임, 문선영, 1998, 「납동위원소비에 의한 조선시대 동전의 산지추정 연구」, 한국전통과학기술학회 초록집.
- 노유중, 2012, 「충청지역 조선시대 청동제품에 대한 자연과학적 특성 평가」, 공주대학교 대학원 학위논문.
- 박지혜, 2011, 「경북 군위 인각사지 출토 청동유물의 금속학적 연구」, 공주대학교 대학원 학위논문.
- 정미연, 2008, 「서천 옥북리 유적 출토 청동 및 금동제 유물의 금속학적 특성과 고고과학적 해석」, 공주대학교 대학원 학위논문.
- 윤혜성, 2010, 「3~4세기 청동제 마형대구의 재료적 특성과 산지연구」, 용인대학교 대학원 학위논문.
- 김우현, 2008, 「중부내륙지역 출토 동경, 동제병의 금속학적 연구」, 한서대학교대학원 학위논문.
- 齋藤努, 2009, 考古學と自然科学, 日本文化財科學會誌 59.
- Youn-Joong Jeong, Chang-sik Cheong, Dongbok Shin, Kwang-Sik Lee, Hui Je Jo, Mukesh Kumar, Insung Lee, 2012, 「Regional variations in the lead isotopic composition of galena from southern Korea with implications for the discrimination of lead provenance」, Journal of Asian Earth Sciences, pp.116-127.
- 국립문화재연구소, 2013, 『용역연구개발과제 최종보고서-한반도 납동위원소 광역분포도 제작』, pp.99-104.
- Zofia Anna Stos-Gale, Noel H. Gale, 2009, 「Metal provenancing using isotopes and the Oxford archaeological lead isotope database(OXALID)」, Archaeological and Anthropological Science 1, pp.195-213.
- Thomas Oliver Pryce, Pryce, Sandrine Beereenice H.M. Bellina, Peter S. Bellwood, Nigel Charles F.W. Higham, Aung Aung Kyaw, Vincent C. Pigott, Mark Pollard, Christophe Pottier Andreas eine, Thongsa Sayavongkhamdy, Viengkeo Souksavatdy, Joyce White, 2014, 「More questions than answers: The Southeast Asian Lead Isotope Project 2009-2012」, Journal of Archaeological Science 42, pp.273-294.