



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Computational analysis of lead isotope ratios in artefacts and ores from China: tracing connections, quantifying ambiguity, and rethinking provenance

Wang, C.

Citation

Wang, C. (2026, May 13). *Computational analysis of lead isotope ratios in artefacts and ores from China: tracing connections, quantifying ambiguity, and rethinking provenance*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/4303477>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/4303477>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Samenvatting

Dit proefschrift onderzoekt het gebruik van lood en loodertsen in de productie van glazuur en glas in het oude China, en ontwikkelt daarbij nieuwe benaderingen tot de interpretatie van loodisotopenratio's. Dit onderzoek richt zich op twee onderling verbonden uitdagingen: de mogelijkheid tot het traceren van loodertsen, en het belang van lood als essentiële grondstof in de oudheid. Gezien veel Chinese loodafzettingen overlappende chemisch-isotopische eigenschappen vertonen, is het onderscheiden van verschillende herkomsten van lood niet evident. Om deze uitdagingen aan te pakken, past het onderzoek bestaande analytische methoden voor loodisotopenratiometingen toe in nieuwe contexten en ontwikkelt het een methodologisch kader om isotopische gegevens beter te interpreteren.

Hoofdstuk 1 introduceert de achtergrond van het onderzoek, schetst de geschiedenis van metallisch lood in China en daarbuiten, en geeft een overzicht van de stand van zaken van loodisotopenonderzoek binnen de Chinese archeologie. Het formuleert het onderzoeksprobleem en de doelstellingen van dit werk en identificeert twee centrale thema's: de herkomst en circulatie van lood in glas en glazuur, en de overlap en onscherpte in de isotopensignatuur van Chinese loodertsen.

Hoofdstuk 2 presenteert een methodologisch studie die zich richt op vier lood-bariumglazen bi-artefacten uit de Warring States-periode (475–221 v.Chr.) en de Westelijke Han-dynastie (202 v.Chr.–8 n.Chr.). Met behulp van chemische en loodisotopenratio analyses, gecombineerd met kernel density estimation (KDE), illustreert dit hoofdstuk hoe statistische analyse kan worden toegepast om mogelijke grondstofbronnen te evalueren. De analyse benadrukt de belangrijke rol van Zuid-China als regio voor glasproductie.

Hoofdstuk 3 breidt het onderzoek uit naar lood-geglazuurd aardewerk uit de Han-dynastie (202 v.Chr.–220 n.Chr.). Door een combinatie van chemische en loodisotopenratio analyses onderzoekt dit hoofdstuk de herkomst van het lood dat in glazuurproductie wordt gebruikt en vergelijkt deze met andere archeologische objecten. Dit onderzoek toont aan dat er een aanzienlijke diversiteit is in de herkomst van de gebruikte grondstoffen, en bespreekt de verschillende herkomstgebieden van lood voor de productie van verschillende types materialen (brons, glas en glazuur). Deze vaststellingen worden besproken in de bredere context van de imperiale expansie en uitwisseling tijdens de Han-dynastie.

Hoofdstuk 4 verschuift de focus van gevalstudies naar het bredere methodologische probleem van gelijkaardige chemische signaturen tussen verschillende Chinese loodbronnen. Het introduceert een risicobewust analytisch kader en construeert een Indistinctiveness Index om de mate van ambiguïteit op afzettingsniveau te kwantificeren. Deze benadering gaat verder dan traditionele statistische groeperingsstrategieën en

biedt archeologen een duidelijker inzicht in waar het onderscheid tussen ertsbronnen op basis van loodisotopensignaturen vervaagt. Het hoofdstuk toont aan dat geologische zonering en ertsprocessen geen garantie bieden voor unieke loodisotopensignaturen en classificeert afzettingen volgens verschillende niveaus van onscherpte. Daarnaast documenteert het eerdere pogingen om afzettingen rechtstreeks te groeperen op basis van loodisotopengegevens.

Hoofdstuk 5 bespreekt bredere implicaties, waarbij loodisotopenratio's gemeten in artefacten niet functioneren als vingerafdrukken die absolute uniciteit aanduiden. In plaats daarvan zijn zij beter vergelijkbaar met mitochondriaal DNA, waarmee onderzoekers afstammingslijnen en relaties binnen overlappende populaties kunnen traceren. Daarnaast evalueert het hoofdstuk aannames over nabijheidsgebaseerde statistiek en clusteranalyse en vergelijkt het loodisotopensamenstellingen in culturele artefacten en erts.

Dit proefschrift ontwikkelt een nieuwe benadering van loodisotopenonderzoek. De nadruk ligt op het digitale en statistische aspect van de interpretatie en op het transparanter maken van analytische procedures. In plaats van te vertrouwen op intuïtie of louter visuele inspectie introduceert het kwantitatieve instrumenten die de structuur, distributie en overlap in de gegevens expliciet zichtbaar maken. Op deze wijze worden onderliggende aannames meetbaar gemaakt, en worden elementen zoals lokale grondstofexploitatie, de relatie tussen lokale geologie en isotopensignatuur en het gebruik van biplots in visuele interpretatie kritisch geëvalueerd. Dit onderzoek verschuift de focus van het identificeren van één enkele bron naar het in kaart brengen van netwerken van herkomst, relaties en patronen van onzekerheid. Een dergelijke benadering verbetert niet alleen de nauwkeurigheid en helderheid van loodisotopenanalyse, maar biedt de archeologie tevens een wiskundig-statistisch sterker fundament voor het begrijpen van grondstoffengebruik, technologische ontwikkeling en sociale interactie.