

รายงานการสำรวจและขุดค้นทางโบราณคดีแหล่งโลหะกรรม ในเขตลุ่มน้ำยมตอนบน กับการวิเคราะห์ตีความเกี่ยวกับกระบวนการผลิตโลหะสมัยสุโขทัย Survey and Excavation Report on Metallurgical Sites in the Upper Yom River Basin, and an Initial Analysis of Metallurgical Production in the Sukhothai Period

ธีรศักดิ์ ธนุศิลป์

นักโบราณคดี กรมศิลปากร, กระทรวงวัฒนธรรม

theerasak.thanusilp@gmail.com

บรรณาธิการ โดย: อุดมลักษณ์ ชื่นตระกูล, ทีมบรรณาธิการ วารสารประตู่ (บรรณาธิการต้นฉบับ)

ได้รับ 19 กันยายน 2562; ตอรับ 2 มิถุนายน 2563; ตีพิมพ์ 31 กรกฎาคม 2566

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการศึกษาวิจัยพัฒนาการทางสังคมและวัฒนธรรมก่อนกำเนิดรัฐสุโขทัย ดำเนินงานและสนับสนุนงบประมาณโดยสำนักศิลปากรที่ 6 สุโขทัย

ผู้เขียนรับรองว่าไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน

สรุปความ: รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการศึกษาวิจัยพัฒนาการทางสังคมและวัฒนธรรมก่อนกำเนิดรัฐสุโขทัย ดำเนินงานโดยสำนักศิลปากรที่ 6 สุโขทัย โดยมีประเด็นเรื่องพัฒนาการด้านโลหะกรรมเป็นคำถามสำคัญหนึ่งของงานวิจัย เนื่องจากงานศิลปกรรมสำริดในสมัยสุโขทัยเป็นหลักฐานสำคัญที่บ่งชี้ถึงนวัตกรรมขั้นสูงที่มีฝักฝน ปฏิบัติ และถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นจนเกิดความเชี่ยวชาญ อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาไม่เพียงการศึกษาเชิงรูปแบบศิลปะ และคติความเชื่อของประติมากรรมสำริด ในขณะที่ความรู้ความเข้าใจในด้านโลหะวิทยา ทั้งในแง่ของแหล่งวัตถุดิบ แหล่งผลิต เทคนิคการผลิต รวมไปถึงกลุ่มช่างผู้ผลิต ยังเป็นประเด็นที่มีการศึกษาน้อย ผลการดำเนินงานทางโบราณคดีในครั้งนี้ พบหลักฐานใหม่เพิ่มเติมทางด้านโบราณโลหะกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำยมนำไปสู่การระบุแหล่งทรัพยากรสินแร่ เทคนิคการผลิต และวิถีชีวิตของผู้คน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มช่าง และประติมากรรมโลหะที่มีบทบาทสำคัญในเศรษฐกิจและสังคมตั้งแต่สมัยก่อนสุโขทัยเรื่อยมาจนถึงสมัยสุโขทัย

คำสำคัญ: โบราณโลหะกรรม, พื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน, สุโขทัย

Summary: This report outlines part of a research project conducted by the Sixth Regional Fine Arts Office, Sukhothai Province, relating to social and cultural developments prior to the founding of the Sukhothai state. One of the main research questions concerns metallurgical developments. Bronze sculptures from the Sukhothai period are considered important as evidence for technological advancements passed from generation to generation as skills and expertise developed. However, previous research has primarily focused on the art historical or religious aspects of these bronze sculptures, whereas metallurgical aspects including sources of raw materials, production sites, casting techniques and the craftsmen themselves, have not been well studied. This archaeological study helps develop our understanding of ancient metallurgy in the Yom River basin, through the discovery of the source of ore, and allowing a greater appreciation of production techniques and the way of life of the probable craftsmen. In addition, the craftsmen and bronze sculptures appear to have played a significant role in the socio-economic arena both prior to and during the Sukhothai period.

Keywords: Archaeometallurgy, Upper Yom River basin, Sukhothai



ภาพที่ 1 พระศรีศากยมุนี วัดสุทัศนเทพวรารามวรมหาวิหาร กรุงเทพฯ ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนุศิลป์ (CC BY-NC 4.0).

“พระศรีศากยมุนี” พระพุทธรูปหล่อด้วยสำริดขนาดใหญ่ (ภาพที่ 1) ที่สันนิษฐานว่าสร้างในสมัยสุโขทัย (พ.ศ.1781–2127) หน้าตักกว้าง 3.75 เมตร สูง 6 เมตร และน่าจะเป็นพระพุทธรูปสำริดที่ปรากฏในศิลาจารึกวัดป่ามะม่วง ปี พ.ศ. 1904¹ ว่าถูกประดิษฐานไว้กลางเมืองสุโขทัย ถูกเคลื่อนย้ายมาจากเมืองเก่าสุโขทัย ในสมัยพระบาทสมเด็จพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลกมหาราช รัชกาลที่ 1 แห่งกรุงรัตนโกสินทร์ (พ.ศ. 2325–2352) ปัจจุบันพระพุทธรูปองค์นี้ประดิษฐานภายในพระวิหาร วัดสุทัศนเทพวรารามราชวรมหาวิหาร กรุงเทพมหานคร พระพุทธรูปองค์นี้ ตลอดจนพระพุทธรูปและเทวรูปสำริดจำนวนมาก ที่พบในสมัยสุโขทัย สะท้อนให้เห็นถึงองค์ความรู้ขั้นสูงเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตโลหะ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการตั้งคำถามและสืบค้นถึงหลักฐานทางโบราณคดีเกี่ยวกับโลหะกรรมสมัยสุโขทัย ใครคือช่างผู้อยู่เบื้องหลัง แหล่งวัตถุดิบอยู่ที่ใด และองค์ความรู้ขั้นสูงมีพัฒนาการอย่างไร บทความนี้จะนำเสนอหลักฐานใหม่ทางโบราณคดีเกี่ยวกับชุมชนโบราณ แหล่งสินแร่ และกระบวนการผลิตโลหะ กรณีศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ยมตอนบน

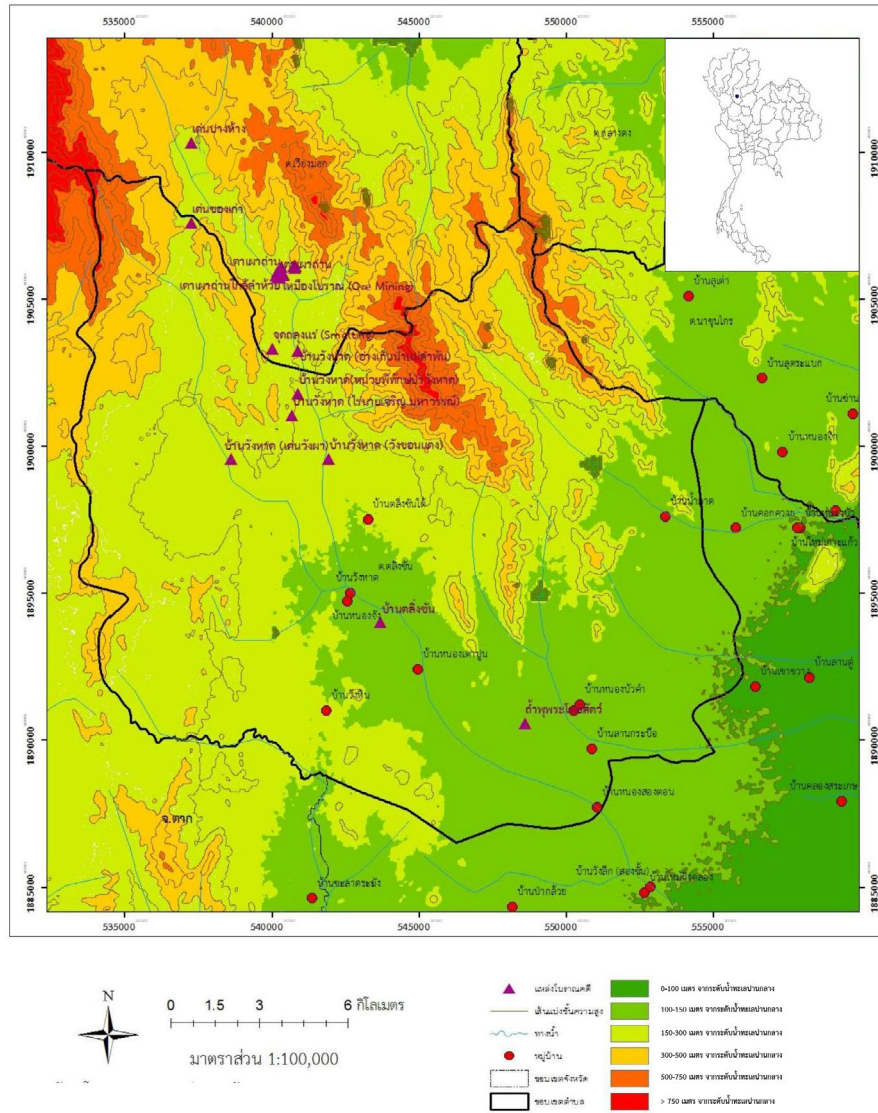
บทนำ

รัฐสุโขทัย มีพัฒนาการมาตั้งแต่ราวพุทธศตวรรษที่ 18 มีเครือข่ายทางการเมืองครอบคลุมอยู่ในลุ่มน้ำยม ลุ่มน้ำปิง และลุ่มน้ำ่าน ได้แก่ เมืองกำแพงเพชร พิษณุโลก ตาก อุตรดิตถ์ นครสวรรค์ แพร่น่าน แพรกศรีราชา (สรนครบุรี)² การศึกษาที่ผ่านมามีพบว่ามีเมืองโบราณสมัยสุโขทัยหลายแห่งมีความเชื่อมโยงกับชุมชนโบราณตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ลุ่มน้ำยมจากการศึกษาวิจัยเรื่อง “พัฒนาการทางสังคมและวัฒนธรรมก่อนกำเนิดรัฐสุโขทัย” ด้วยวิธีการสำรวจและขุดค้นทางโบราณคดี นำไปสู่การค้นพบชุมชนโบราณที่ตั้งถิ่นฐานกระจายอยู่ในเขตพื้นที่เทือกเขาทางตอนเหนือของเมืองสุโขทัย พบร่องรอยหลักฐานของชุมชนโบราณตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ เรื่อยมาจนถึงสมัยประวัติศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้าไปใช้พื้นที่เพื่อค้นหาและถลุงสินแร่มาใช้ประโยชน์ อาจหมายรวมถึงการเป็นฐานการ

² ศักดิ์ชัย, ศิลปกรรมโบราณในอาณาจักรสุโขทัย, ๑๔.

³ ดุรายละเฮียดิน ธีรศักดิ์, รายงานการศึกษาวิจัยโครงการศึกษาพัฒนาการทางสังคมและวัฒนธรรมก่อนกำเนิดรัฐสุโขทัย, 188.

¹ กรมศิลปากร, ประชุมจารึกภาค ๔ จารึกสมัยสุโขทัย, ๓๐๓.



ภาพที่ 2 แหล่งโบราณคดีในเขตเทือกเขาสูงทางตอนเหนือของจังหวัดสุโขทัย © ธีรศักดิ์ ธนุศิลป์

ผลิตเพื่อการใช้ในชุมชนเมืองสุโขทัยเอง และส่งออกทรัพยากรให้กับชุมชนและเมืองโบราณอื่น บทความนี้จะนำเสนอหลักฐานและการตีความใหม่ทางโบราณคดีเกี่ยวกับพัฒนาการทางโลกรรรมสมัยก่อนเมืองสุโขทัยและสมัยสุโขทัยในเขตลุ่มน้ำแม่ลำพัน อันเป็นลำน้ำสาขาของแม่น้ำยม ซึ่งนำไปสู่การเสนอข้อสมมติฐานต่อความเป็นไปได้ในการตีความเรื่องกำเนิดการสร้างประติมากรรมสำริดในสมัยสุโขทัย

ลุ่มน้ำแม่ลำพัน - หลักฐานใหม่เกี่ยวกับแหล่งผลิตเหล็กที่สำคัญ

จากการสำรวจทางโบราณคดีโดยสำนักศิลปากรที่ 6 สุโขทัย พบร่องรอยการตั้งถิ่นฐานในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ลำพัน⁴ มีอายุกว่า 3,000 ปี แหล่งโบราณคดีมากกว่า 30 แห่ง สามารถจำแนกได้เป็น แหล่งที่อยู่

⁴ คุรยละเอียดใน ธีรศักดิ์, “คนก่อนสุโขทัย: ข้อมูลและหลักฐานทางโบราณคดีบนพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ลำพัน,” ๓๐-๕๗.

อาศัย แหล่งเพาะปลูก แหล่งฝังศพ และแหล่งผลิตเครื่องมือเครื่องใช้ ประเภทหินและโลหะ ในบทความนี้จะมุ่งเน้นแหล่งที่เกี่ยวข้องกับการผลิตโลหะที่จะอธิบายถึงองค์ความรู้และข้อสันนิษฐานด้านโลหวิทยาของผู้คนในสมัยสุโขทัย พื้นที่ศึกษาจะมุ่งเน้นเขตเทือกเขาสูงทางตะวันตกเฉียงเหนือของเมืองสุโขทัยซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำแม่ลำพัน อันเป็นแหล่งโลกรรรมที่อยู่ใกล้เมืองสุโขทัยมากที่สุดราว 20 กิโลเมตรจากตัวเมืองโบราณ แหล่งโบราณคดีโลกรรรมสำคัญที่นำมาอธิบายในบทความมีจำนวน 3 แห่ง ได้แก่ 1.แหล่งโบราณคดีเด่นปางห้าง อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง 2.แหล่งโบราณคดีบ้านวังหาด อำเภอบ้านด่านลานหอย จังหวัดสุโขทัย (ประกอบด้วย 3 พื้นที่ย่อยคือ บริเวณเหนืออ่างเก็บน้ำแม่ลำพัน บริเวณที่ตั้งหน่วยรักษาพันธุสัตว์ป่าวังหาด และบริเวณอ่างเก็บน้ำห้วยแม่กองค้าย) และ 3.แหล่งโบราณคดีบ้านดั่งลิ้งชัน อำเภอบ้านด่านลานหอย จังหวัดสุโขทัย ซึ่งสามารถสรุปประเด็นอื่นที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการของชุมชนที่เกี่ยวข้องกับโลกรรรมในพื้นที่ได้ ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3 สภาพภูมิประเทศของพื้นที่วิจัย ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนศิลป์ (CC BY-NC 4.0).

1. แหล่งทรัพยากร

จากแผนที่ทางธรณีวิทยาและการสำรวจทางโบราณคดี โดยสำนักศิลปากรที่ 6 สุโขทัย ระหว่าง พ.ศ.2527–2561 พบว่าเทือกเขาสูงในเขตอำเภอบ้านด่านลานหอย จังหวัดสุโขทัย และเขตติดต่อกับอำเภอเถิน จังหวัดลำปางนี้เป็นแหล่งที่อุดมด้วยแร่ตะกั่ว ดีบุก ซึ่งต่อเนื่องกับเทือกเขาแถบตะวันตกของประเทศไทยในเขตจังหวัดตาก (ภาพที่ 2–3) และแร่เหล็กที่มีจำนวนมาก พบการทำเหมืองแร่โบราณทั้งในเขตพื้นที่บ้านวังหาด และบ้านตลิ่งชัน อำเภอบ้านด่านลานหอย จังหวัดสุโขทัย การได้มาซึ่งวัตถุดิบ (สินแร่) พบลักษณะการทำเหมือง 2 ลักษณะ คือ การเก็บสินแร่จากผิวดินแล้วนำมาถลุง (ภาพที่ 4–5) และ การขุดเจาะภูเขาหินเพื่อสกัดตามสายแร่ อาทิ เฮมาไทต์ (haematite - Fe_2O_3) แมกนีไทต์ (magnetite - Fe_3O_4) เป็นต้น (ภาพที่ 6)

ในบางพื้นที่อาจปรากฏสินแร่เหล็กหรือโลหะบางชนิดบนพื้นดินจึงทำการขุดเจาะตามจนกลายเป็นร่องลึกและกว้าง บางจุดลึกกว่า 10 เมตร โดยใช้เครื่องมือทำจากหินกรวดแม่น้ำหรือหินอัคนี ที่มีความแข็งกว่าซึ่งพบตกอยู่ในแหล่งแร่วัตถุดิบสินแร่ที่นำมาใช้ประโยชน์ที่พบจำนวนมากคือเหล็ก นอกจากนี้ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และสำรวจพื้นที่เพิ่มเติมพบแหล่งสินแร่ประเภททอง เงิน ตะกั่ว และทองแดงในพื้นที่บ้านวังหาดและบ้านตลิ่งชัน อำเภอบ้านด่านลานหอย จังหวัดสุโขทัย ในพื้นที่บางจุดนั้น พบว่าต้องใช้ความชำนาญเป็นพิเศษคือการกะเทาะเอาแร่ เช่น ไพไรต์ และแมกนีไทต์ โดยตรงจากหินควอตซ์ แล้วจึงนำแร่มาถลุงเพื่อให้ได้โลหะที่บริสุทธิ์ (ภาพที่ 5)

2. เทคโนโลยีการผลิต

การสำรวจในพื้นที่ดินน้ำแม่ลำพัน พบหลักฐานเตาถลุงโลหะมากกว่า 100 เตา⁵ ซึ่งสันนิษฐานว่ามีการผลิตมาตั้งแต่สมัยโลหะตอนปลายและอาจต่อเนื่องมาถึงยุคประวัติศาสตร์ด้วยรูปแบบของเตาที่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะบางประการ เช่น ช่องคูไฟ และท่อลม ซึ่งอยู่ระหว่างการดำเนินการศึกษาวิจัยการจัดทำฐานข้อมูลและขุดค้นทางโบราณคดีเพื่อจัดลำดับอายุสมัยอย่างละเอียดในขั้นต่อไป เตาถลุงทั้งหมดนี้พบว่ากระจายตัวอยู่ในแหล่งวัตถุดิบซึ่งแต่ละจุดจะมีลักษณะเป็นเนินตะกรัน (Slag Heap) (ซีแร่ที่ถูกขับออกมาจากกระบวนการถลุงซึ่งเป็นส่วนที่มีปริมาณโลหะน้อย หรือมีเศษหินอยู่) ปะปนกับผนังเตาที่ถูกทุบหลังจากการผลิตแต่ละครั้งเสร็จสิ้นเพื่อนำเหล็กที่ได้มาแปรรูปต่อไป บางจุดพบว่าการผลิตซ้ำในจุดเดิมหลายครั้งทำให้พื้นที่เป็นเนินสูงกว่าพื้นที่โดยรอบจากการทับถมของผนังเตาถลุง และมีการทิ้งตะกรันเหล็ก (Iron Slag) แยกกับผนังเตา สันนิษฐานว่าเป็นพื้นที่การผลิตต่อเนื่องและมีการจัดสรรพื้นที่ถลุงและทิ้งเศษตะกรัน แต่ละกลุ่มเตาที่พบในพื้นที่เทือกเขาต้นน้ำแม่ลำพันนี้จะอยู่ใกล้แหล่งน้ำตามธรรมชาติ และมีแหล่งสินแร่เป็นส่วนมาก เพื่อความสะดวกต่อการลำเลียงเข้าสู่กระบวนการผลิต แหล่งโบราณคดีที่สำรวจพบส่วนใหญ่ยังอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ในบริบทเดิม (In situ) สามารถอธิบายรายละเอียดกระบวนการสกัดและแปรรูปสินแร่ได้ ดังนี้

⁵ ดูรายละเอียดใน THEERASAK [ธีรศักดิ์], "Before Sukhothai: Recent Archaeological Discovery from Lamphan Valley" [ก่อนสุโขทัย: หลักฐานใหม่จากหุบเขาลำพัน], 254–93.



ภาพที่ 4 ตัวอย่างพื้นที่แหล่งหินควอตซ์ที่มีสินแร่อยู่ในภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนุศิลป์ (CC BY-NC 4.0).



ภาพที่ 5 ตัวอย่างของเหมืองขุดแร่ (ore mining) ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนุศิลป์ (CC BY-NC 4.0).

ก. สินแร่จากแหล่งสกัดแร่ (เหมือง) จะถูกย่อยให้มีขนาดพอที่จะขนลำเลียงได้มาในพื้นที่ใกล้จุดที่ถลุง

ข. หินกรวดแม่น้ำ หรือหินกลุ่มหินอัคนีที่มีความแข็งกว่าสินแร่ จะถูกนำมาทุบย่อยสินแร่ เพื่อให้ได้แร่บริสุทธิ์ และมีขนาดเล็กเท่าที่จะสามารถทำได้ (ภาพที่ 7)

ค. เตาถลุง ใช้ดินเหนียวในพื้นที่ ผสมทรายและอาจมีเศษหินเล็กๆ แทรกอยู่ นำมาปั้นขึ้นรูปเตาถลุง ซึ่งจากฐานเตาที่เหลือในบางพื้นที่ สันนิษฐานรูปทรงสมบูรณ์ ว่าอาจจะเป็นทรงกระบอกสูง (ไม่ทราบความสูงแน่ชัด) เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.0-1.5 เมตร (ภาพที่ 8) บริเวณฐานเตาจะมีช่องวงรีปลายแคบเข้าสู่ด้านในเตา เรียงเป็นคู่ๆ เว้นจังหวะโดยรอบเตาซึ่งสันนิษฐานว่าอาจจะเป็นจุดเพิ่มลมสำหรับการถลุง และสังเกตสีของแร่ภายในเตาระหว่างการถลุง (ภาพที่ 9) การถลุงแร่ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ลำพันพบว่าถลุงแบบทางตรง (direct iron smelting process หรือ bloomery process) จะได้ก้อนเหล็กที่มีรูพรุน (bloom)

ง. นำก้อนโลหะที่มีรูพรุน (bloom) มาตีขึ้นรูปขณะร้อนเพื่อกะเทาะตะกอนและได้เหล็กที่พร้อมจะนำไปตีขึ้นรูปเป็นเครื่องมือเครื่องใช้ต่อไป ซึ่งเหล็กที่ได้จะเป็นก้อนเหล็กอ่อน (wrought iron) ซึ่งจะมีคาร์บอนปนอยู่ต่ำมาก⁶

3. ช่างที่มีความเชี่ยวชาญ/ช่างฝีมือ

หลักฐานที่พบจากการสำรวจและขุดค้นทางโบราณคดีที่ผ่านมาบ่งชี้ว่าองค์ความรู้ความเชี่ยวชาญด้านโลหวิทยาพัฒนาขึ้นตั้งแต่ ราว 2,000 ปีมาแล้ว องค์ความรู้ที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ สอดคล้องกับปัจจัยทางเศรษฐกิจ และเครือข่ายการค้าที่ขยายตัวโดยรอบเขตแนวเทือกเขาสูงฝั่งตะวันตกของประเทศไทย และพื้นที่ราบลุ่มอันเป็นที่ตั้งของเมืองโบราณสุโขทัย ประกอบ

⁶ สุรพล, “โลหกรรมสมัยโบราณในประเทศไทย,” 51.



ภาพที่ 6 ตัวอย่างสินแร่โลหะ (เหล็กแมกนีไทท์ และ ไพไรท์) ที่พบภายในหินควอตซ์ ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนุศิลป์ (CC BY-NC 4.0).

กับทรัพยากรสินแร่ที่มีอยู่มาก ทำให้เกิดอุตสาหกรรมการผลิตกระจายอยู่เป็นบริเวณกว้างซึ่งในระดับการผลิตนี้จำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่กระบวนการเริ่มต้นในการค้นหาสินแร่ที่อยู่ในชั้นหินซึ่งต้องมีปริมาณมากพอสำหรับการผลิต รวมถึงผู้เชี่ยวชาญในการควบคุมกระบวนการถลุงสินแร่ จนเสร็จสิ้นกระบวนการได้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

4. ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิต

หลักฐานที่บ่งชี้ถึงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตในพื้นที่นี้จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป เนื่องจากยังไม่พบผลิตภัณฑ์ชิ้นสมบูรณ์ในแหล่งผลิตโลหะ สันนิษฐานว่าผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์ถูกส่งออกไปแล้ว ผลจากการขุดค้นในแหล่งโบราณคดีประเภทแหล่งฝังศพร่วมสมัยที่อยู่ใกล้เคียงกับแหล่งถลุงโลหะ (ภาพที่ 10) และการสำรวจในแหล่งฝังศพร่วม



ภาพที่ 7 ตัวอย่างจุดทาบย่อยแร่เพื่อเข้าสู่กระบวนการถลุง พบโดยทั่วไปใกล้กับแหล่งเหมืองและเตาถลุง ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนุศิลป์ (CC BY-NC 4.0).



ภาพที่ 8 ตัวอย่างวงขอบผนังเตาถลุงที่เหลืออยู่บนเทือกเขาซึ่งกระจายตัวเป็นกลุ่ม ๆ ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนุศิลป์ (CC BY-NC 4.0).

สมัยในเขตเทือกเขาใกล้เคียง เช่น แหล่งโบราณคดีเด่นปางห่าง แหล่งโบราณคดีเด่นของเก่า เป็นต้น พบว่ามีเครื่องมือเหล็กจำนวนมากฝังร่วมกับศพในฐานะสิ่งของอุทิศ เครื่องมือเหล็กที่ได้จากการสำรวจและขุดค้นนี้มีรูปแบบสอดคล้องกับเครื่องมือและอาวุธเหล็กที่พบจากแหล่งถลุงโลหะในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ลำพัน (ภาพที่ 11) เช่น มีดพร้า สิว ขวาน หอก และเครื่องมือปลายแหลม เป็นต้น ทำให้สามารถสันนิษฐานและเทียบเคียงรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิตในพื้นที่นี้ในช่วงเวลาร่วมสมัยกัน หลักฐานดังกล่าวยังชี้ให้เห็นว่ากลุ่มคนผู้เข้ามาถลุงและผลิตเครื่องมือโลหะได้เข้ามาตั้งถิ่นฐานอยู่ในพื้นที่นี้ และเมื่อมีผู้เสียชีวิตก็ฝังไว้ในพื้นที่ใกล้เคียงกับแหล่งถลุงโลหะนั้นพร้อมกับเครื่องมือเครื่องใช้ที่ผลิตได้อุทิศให้กับผู้ตายด้วย นอกจากนี้ยังสันนิษฐานเพิ่มเติมว่ามีการส่งเครื่องมือเครื่องใช้ที่ได้จากการผลิตในพื้นที่นี้ให้กับเมืองสุโขทัยในเวลาต่อมา เนื่องจากมีการขุดค้นพบเครื่องมือบางรูปแบบ เช่น มีดพร้า สิว รวมถึงตะปูเหล็ก ในพื้นที่เมืองสุโขทัยด้วยเช่นกัน⁷

นอกจากเครื่องมือเหล็กแล้ว ก็พบหลักฐานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตทองแดงเช่นกัน ได้แก่ เศษตะกรันสำริด และเบ้าหลอมที่มีคราบสำริดติดอยู่ (ภาพที่ 12) ซึ่งหากสามารถถลุงโลหะประเภทเหล็กที่มีจุดหลอมเหลวสูงมากได้แล้วนั้น การหล่อสำริดก็สามารถทำควบคู่กันไปได้เช่นกัน⁸ พบผลิตภัณฑ์ประเภทสำริดหลายรูปแบบซึ่งคาดว่าน่าจะผลิตในพื้นที่นี้ด้วยการหล่อแบบขี้ผึ้ง (lost wax) (ภาพที่ 13) และบางชิ้นมีความบางและเงามากน่ามีตะกั่วผสมในปริมาณสูง (high tin bronze) (ภาพที่ 14) ผู้เขียนเสนอว่าการศึกษาเทคโนโลยีของการผลิตโลหะในพื้นที่นี้มีความสำคัญอย่างยิ่งวดีในการทำความเข้าใจพัฒนาการทางเทคโนโลยีการหล่อสำริดในสมัยสุโขทัย เพราะองค์ความรู้ต่าง ๆ น่าจะได้รับการส่งต่อมาจากชุมชนในเขตเทือกเขาแห่งนี้เอง

⁷ กรมศิลปากร, รายงานการสำรวจและขุดแต่งบูรณะโบราณสถานเมืองเก่าสุโขทัย พ.ศ. ๒๕๐๘-๒๕๑๒, ๘๙.

⁸ สุรพล, "ข้อคิดเห็นบางประการที่เกี่ยวข้องกับสำริดสมัยสุโขทัย," ๔๘.



ภาพที่ 9 ตัวอย่างเตาถลุงที่มีช่องรูวงรีและมีรอยนิ้วบุปรากฏขณะขึ้นรูปเตา ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนุศิลป์ (CC BY-NC 4.0).

ในการวิจัยขั้นต่อไปจะทำการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหลักฐานประเภทสำริดที่พบในพื้นที่วิจัยกับโบราณวัตถุสมัยสุโขทัยเพื่อเปรียบเทียบปริมาณส่วนผสมของโลหะแต่ละชนิด ว่ามีลักษณะร่วมหรือแตกต่างของการผลิตอย่างไร และศึกษาไอโซโทปของแร่ตะกั่ว (lead isotope analysis) เพื่อยืนยันแหล่งวัตถุดิบและแหล่งผลิตของสำริดสมัยสุโขทัยต่อไป

การขุดค้นทางโบราณคดี ในแหล่ง โลหกรรมโบราณใกล้เมืองสุโขทัย

จากการสำรวจทางโบราณคดีในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ลำพันข้างต้น ทำให้พบหลักฐานเพิ่มเติมเป็นจำนวนมาก ที่แสดงถึงการทำโลหกรรมและการอยู่อาศัยอย่างต่อเนื่องตั้งแต่สมัยโลหะ (500 BCE-700 CE) เรื่อยมาจนถึงสมัยสุโขทัย



ภาพที่ 10 เครื่องมือเหล็กที่พบจากการขุดค้นทางโบราณคดี ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์ (CC BY-NC 4.0).



ภาพที่ 11 เครื่องมือเหล็กรูปแบบต่าง ๆ ที่พบจากการสำรวจทางโบราณคดี ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์ (CC BY-NC 4.0).



ภาพที่ 12 เบ้าหลอมสำริด พบจากการสำรวจพื้นที่ถลุงโลหะ ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์ (CC BY-NC 4.0).



ภาพที่ 13 กาลิอะพรวนสำริดที่ผลิตด้วยการหล่อแบบขี้ผึ้ง (lost wax) ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์ (CC BY-NC 4.0).

ในปี พ.ศ.2561 กลุ่มโบราณคดี สำนักศิลปากรที่ 6 สุโขทัยได้ดำเนินการขุดค้นในพื้นที่ปลายเนินฝั่งศพสมัยโลหะตอนปลายอายุราว 2,000–1,500 ปีมาแล้ว ซึ่งลาดเทสู่ลำน้ำแม่กงค้ำห่างจากพื้นที่ฝั่งศพมาทางทิศตะวันตกประมาณ 100 เมตร พื้นที่ขุดค้นเป็นแหล่งถลุงโลหะกำหนดอายุได้สมัยโลหะตอนปลายถึงสมัยสุโขทัยตอนต้น โดยทำการขุดค้น 2 หลุม ขนาดหลุมละ 6 x 6 เมตร โดยหลุมที่ 1 (Pit 1) เป็นพื้นที่สำหรับทิ้งขยะ (ภาพที่ 15–17) ซึ่งพบตะกรันรูปแบบต่าง ๆ จำนวนมาก ประปนกับเศษผนังเตาถลุง และเศษเหล็กที่เหลือจากการผลิต (ภาพที่ 18) ส่วนพื้นที่หลุมที่ 2 (Pit 2) (ภาพที่ 19) อยู่ห่างไปด้านทิศเหนือประมาณ 10 เมตร พบชิ้นส่วนผนังเตาและกันเตาถลุง (ภาพที่ 20) สามารถจำแนกในเบื้องต้นได้อย่างน้อย 6 เต้า มีขนาดใกล้เคียงกัน เป็นเตาวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 1–1.20 เมตร จากนั้นมีการนำตะกรันที่ได้จากการขุดค้นมาวิเคราะห์ทางเคมีด้วยเครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (X-ray diffractometer–XRD) และเครื่องมือวิเคราะห์ธาตุด้วยหลักการเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ (X-ray fluorescence spectrometer–XRF) แสดงธาตุองค์ประกอบทางเคมีที่เหลืออยู่บ่งชี้ว่าเป็นแร่รัตนภูมิที่มาจากในพื้นที่เดียวกับจุดถลุงโลหะการวิเคราะห์ตะกรันเหล็ก (Iron Slag) ที่เหลืออยู่ในแหล่งพบว่า



ภาพที่ 14 กาลิสำริดที่มีส่วนผสมของดีบุกในปริมาณสูง (high tin bronze) ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์ (CC BY-NC 4.0).

อุณหภูมิที่ใช้ในการถลุงอยู่ระหว่าง 1148–1160 องศาเซลเซียส⁹ จากการนำตัวอย่างผนังเตาถลุงจำนวน 5 ตัวอย่าง ไปกำหนด

⁹ SUTASINEE [สุธาสิณี], "The Geochemical Analysis of Metal Slag from Ban Wang Hat Archaeological Site, Sukhothai" [การวิเคราะห์ทางธรณีเคมีของตะกรันโลหะจากแหล่งโบราณคดีบ้านวังหาด], 37.



ภาพที่ 15 ภาพรวมของหลุมขุดค้นที่ 1 (Pit 1) พบว่าเป็นพื้นที่ทิ้งเศษตะกรันและผืน้งเตาหลังเสร็จสิ้นกระบวนการผลิต ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์ (CC BY-NC 4.0).



ภาพที่ 16 การขุดค้นพื้นที่จุดทิ้งขยะจากการถลุง ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์ (CC BY-NC 4.0).



ภาพที่ 17 การขุดค้นพื้นที่จุดทิ้งขยะจากการถลุง ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์ (CC BY-NC 4.0).



ภาพที่ 18 ตัวอย่างของกลุ่มตะกรันและเศษผืน้งเตาถลุงที่พบในหลุมขุดค้นที่ 1 (Pit 1) ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์ (CC BY-NC 4.0).



ภาพที่ 19 หลุมขุดค้นที่ 2 (Pit 2) จากการขุดค้น พบว่าเป็นพื้นที่ถลุงโลหะ ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์ (CC BY-NC 4.0).



ภาพที่ 20 กลุ่มผืน้งเตาที่ถูกทุบหลังการผลิต พบจากการขุดค้นในหลุมขุดค้นที่ 2 (Pit 2) ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์ (CC BY-NC 4.0).



ส่งท้าย

ความสำคัญของประติมากรรมสำริดที่พบในเมืองสุโขทัย นอกจากเป็นการทำบุญเนื่องในศาสนาของชนชั้นสูงในสังคมสุโขทัย ยังเป็นเครื่องมือในการประกาศพระราชอำนาจของกษัตริย์ เช่น ในสมัยพระมหาธรรมราชาที่ 1 (ลิไท) ทรงโปรดให้สร้างพระพุทธรูปสำริดขนาดใหญ่ไว้กลางเมือง และในปีมหาศักราช 1269 (พุทธศักราช 1904) โปรดให้หล่อเทวรูปสำริดประดิษฐาน ณ เทวาลัยมหาเกษตรนอกเมืองสุโขทัย¹⁰ (ภาพที่ 21) ดังนั้น โลกรวมและแหล่งทรัพยากรจึงมีบทบาทส่วนสำคัญ เช่นเดียวกับกลุ่มช่างฝีมือที่สัมพันธ์กับศาสนาและการเมืองของสุโขทัยอย่างยิ่ง ทว่า ในการศึกษาเกี่ยวกับประติมากรรมสำริดที่ผ่านมายังไม่มีงานศึกษาชิ้นใดระบุได้ว่าประติมากรรมเหล่านี้ผลิตขึ้นโดยใคร และเทคโนโลยีการผลิต หรือแม้กระทั่งแหล่งวัตถุดิบนั้นมีที่มาจากไหน จึงอาจกล่าวได้ว่างานวิจัยชิ้นนี้เป็นงานชิ้นแรกที่พยายามตอบคำถามดังกล่าว ในเบื้องต้นผู้เขียนเสนอว่าประติมากรรมสำริดจำนวนมากที่ผลิตในสมัยสุโขทัยนั้นน่าจะเกิดจากการสังสมความรู้และเทคโนโลยีด้านโลหกรรมที่มีมาตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ จากข้อมูลการขุดค้นข้างต้นแสดงให้เห็นว่าชุมชนในลุ่มน้ำแม่ลำพันเป็นผู้ผลิตโลหะที่สำคัญในช่วงยุคต้นของสุโขทัย และน่าจะเป็นกลุ่มคนที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างสรรคงานหล่อสำริดของสุโขทัย รวมไปถึงเกี่ยวข้องกับกลุ่มชนชั้นปกครองของสุโขทัยด้วยเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

กรมศิลปากร. รายงานการสำรวจและขุดแต่งบูรณะโบราณวัตถุสถานเมืองเก่าสุโขทัย พ.ศ. ๒๕๐๘-๒๕๑๒. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา, ๒๕๑๒.

———. ประชุมจารึกภาค ๘ จารึกสมัยสุโขทัย. กรุงเทพฯ: คณะอนุกรรมการฝ่ายจัดทำหนังสือที่ระลึก ในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ในโอกาสที่วันพระบรมราชสมภพครบ ๒๐๐ ปี, ๒๕๔๘.

ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์ [THEERASAK Thanusilp]. “Before Sukhothai: Recent Archaeological Discovery from Lamphan Valley” [ก่อนสุโขทัย: หลักฐานใหม่จากหุบเขาลำพัน]. ใน ASEAN Archaeologies in the 21st Century: The First International Symposium in Honor of Professor Chin You-Di, 16th–17th November 2016, Royal River Hotel, Bangkok [โบราณคดีอาเซียนในศตวรรษที่ ๒๑: การประชุมสัมมนาระดับนานาชาติครั้งที่ 1 เพื่อเป็นเกียรติแก่ ศาสตราจารย์ชิน อยูดี ระหว่างวันที่ 16-17 พฤศจิกายน 2559], บรรณาธิการโดย บรรณาธิการ

ภาพที่ 21 เทวรูปสำริดสมัยสุโขทัย เทวรูปพระศิวะ ปัจจุบันจัดแสดง ณ พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ พระนคร กรุงเทพมหานคร ภาพถ่ายโดย ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์ (CC BY-NC 4.0).

อายุด้วยวิธี การหาอายุด้วยวิธีเปล่งแสงความร้อน (Thermoluminescence Dating-TL) และการกำหนดอายุคาร์บอน 14 (C14) ด้วยเครื่องเร่งอนุภาพ (Accelerator Mass Spectrometry-AMS) จากถ่านที่เหลืออยู่ในก้อนตะกอน กำหนดอายุได้อยู่ระหว่าง 670–822 ปีมาแล้ว (พุทธศักราช 1671–1823) เป็นข้อมูลบ่งชี้สำคัญถึงแหล่งอุตสาหกรรมผลิตโลหะในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำยมซึ่งมีการผลิตต่อเนื่องเรื่อยมาจนกระทั่งมีรัฐสุโขทัย

¹⁰ กรมศิลปากร. ประชุมจารึกภาค ๘ จารึกสมัยสุโขทัย, ๒๕๐๘-๒๕๑๒.

โดย ภาควิชาโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร, 254–93.
กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์, 2559.

———. “คนก่อนสุโขทัย: ข้อมูลใหม่จากหลักฐานทางโบราณคดีบนพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ลำพัน.” นิตยสารศิลปากร ปีที่ ๖๑ เล่มที่ ๒ (๒๕๖๑): ๓๐–๕๗.

———. รายงานการศึกษาวิจัยโครงการศึกษาพัฒนาการทางสังคมและวัฒนธรรมก่อนกำเนิดรัฐสุโขทัย. กรมศิลปากร, รายงานโครงการวิจัย (เอกสารอัดสำเนา), 2562

ศักดิ์ชัย สายสิงห์. ศิลปกรรมโบราณในอาณาจักรสุโขทัย ประมวลศิลปกรรมโบราณเมืองสุโขทัย ศรีสัตนาลัย กำแพงเพชร พิษณุโลก. กรุงเทพฯ: มิวเซียม เพรส, ๒๕๖๑.

สุรพล นาถะพินธุ. “ข้อคิดเห็นบางประการที่เกี่ยวข้องกับสำริดสมัยสุโขทัย.” ใน พลิกประวัติศาสตร์แคว้นสุโขทัย ศิลปวัฒนธรรม ฉบับพิเศษ, บรรณาธิการโดย สุจิตต์ วงษ์เทศ, ๒๙–๕๖. กรุงเทพฯ: มติชน, ๒๕๔๐.

———. “โลหะกรรมโบราณในประเทศไทย.” ใน โครงการศึกษาความเชื่อมโยงของวัฒนธรรมท้องถิ่นสมัยอดีตถึงปัจจุบัน เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลวัฒนธรรมและอารยธรรมโบราณในพื้นที่บริเวณลุ่มแม่น้ำโขงและคาบสมุทรปลายาระยะที่ ๒. กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, ๒๕๔๒.

SUTASINEE Sutthiklub [สุธาสินี สุทธิกลับ]. “The Geochemical Analysis of Metal Slag from Ban Wang Hat Archaeological Site, Sukhothai: Implications for Metal Usage and Distribution during the Late Prehistoric Period” [การวิเคราะห์ทางธรณีเคมีของตะกรันโลหะจากแหล่งโบราณคดีบ้านวังหาด]. สารนิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต, Mahidol University [มหาวิทยาลัยมหิดล], 2018 [2561]

ประวัติผู้เขียน

ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์ เป็นนักโบราณคดี สังกัดกรมศิลปากร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีด้านโบราณคดี จากมหาวิทยาลัยศิลปากร และระดับปริญญาโท ด้านภูมิทัศน์โบราณคดี จากมหาวิทยาลัยเซฟฟีลด์ สหราชอาณาจักร หลังจบการศึกษาระดับปริญญาตรีธีรศักดิ์ได้สอบบรรจุเข้ารับราชการในตำแหน่งนักโบราณคดีกรมศิลปากร โดยเริ่มทำงานในสังกัดสำนักศิลปากรที่ 6 สุโขทัย กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม รับผิดชอบดูแลพื้นที่ต่าง ๆ ครอบคลุมเมืองประวัติศาสตร์สุโขทัยและเมืองบริวาร ที่ได้รับการประกาศขึ้นทะเบียนเป็นมรดกโลก โดยองค์การยูเนสโก ตลอดจนงานศึกษาวิจัยและพัฒนามรดกวัฒนธรรมอื่น ๆ ในจังหวัดสุโขทัย ตาก พิจิตร อุตรดิตถ์ กำแพงเพชร และพิษณุโลก ประสบการณ์การทำงานภาคสนามกว่า 6 ปี ในฐานะนักวิจัย ทำให้พัฒนาความสนใจในทฤษฎีเกี่ยวกับภูมิทัศน์ทางโบราณคดี และการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ ธีรศักดิ์ยังร่วมทำงานในโครงการวิจัยของกรมศิลปากร เรื่อง “คนก่อนสุโขทัย: ข้อมูลและหลักฐานทางโบราณคดีบนพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ลำพัน” ซึ่งโครงการมุ่งเน้นไปที่พัฒนาการของชุมชนโบราณบริเวณลุ่มน้ำแม่ลำพัน ภาคเหนือของประเทศไทย

Survey and Excavation Report on Metallurgical Sites in the Upper Yom River Basin, and an Initial Analysis of Metallurgical Production in the Sukhothai Period

รายงานการสำรวจและขุดค้นทางโบราณคดีแหล่งโลหะกรรม ในเขตลุ่มน้ำยมตอนบน กับการวิเคราะห์ตีความเกี่ยวกับกระบวนการผลิตโลหะสมัยสุโขทัย

THEERASAK Thanusilp
Archaeologist, Department of Fine Arts, Ministry of Culture

theerasak.thanusilp@gmail.com

Translation by: KRISADAPORN Indravichien

Edited by: UDOMLUCK Hoontrakul, Pratu Editorial Team (Handling editor)

Received 19 September 2019; Accepted 2 June 2020; Published 31 July 2023

This report is part of a research project conducted and funded by the Sixth Regional Fine Arts Office, Sukhothai Province.

The author declares no known conflict of interest.

Summary: This report outlines part of a research project conducted by the Sixth Regional Fine Arts Office, Sukhothai Province, relating to social and cultural developments prior to the founding of the Sukhothai state. One of the main research questions concerns metallurgical developments. Bronze sculptures from the Sukhothai period are considered important as evidence for technological advancements passed from generation to generation as skills and expertise developed. However, previous research has primarily focused on the art historical or religious aspects of these bronze sculptures, whereas metallurgical aspects including sources of raw materials, production sites, casting techniques and the craftsmen themselves, have not been well studied. This archaeological study helps develop our understanding of ancient metallurgy in the Yom River basin, through the discovery of the source of ore, and allowing a greater appreciation of production techniques and the way of life of the probable craftsmen. In addition, the craftsmen and bronze sculptures appear to have played a significant role in the socio-economic arena both prior to and during the Sukhothai period.

Keywords: Archaeometallurgy, Upper Yom River basin, Sukhothai

สรุปความ: รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการศึกษาวิจัยพัฒนาการทางสังคมและวัฒนธรรมก่อนกำเนิดรัฐสุโขทัย ดำเนินงานโดยสำนักศิลปากรที่ 6 สุโขทัย โดยมีประเด็นเรื่องพัฒนาการด้านโลหะกรรมเป็นคำถามสำคัญหนึ่งของงานวิจัย เนื่องจากงานศิลปกรรมสำริดในสมัยสุโขทัยเป็นหลักฐานสำคัญที่บ่งชี้ถึงนวัตกรรมขั้นสูงที่มีฝีมือ ปฏิบัติ และถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นจนเกิดความเชี่ยวชาญ อย่างไรก็ตามการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา มีเพียงการศึกษาเชิงรูปแบบศิลปะ และคติความเชื่อของประติมากรรมสำริด ในขณะที่ความรู้ความเข้าใจในด้านโลหะวิทยา ทั้งในแง่ของแหล่งวัตถุดิบ แหล่งผลิต เทคนิคการผลิต รวมไปถึงกลุ่มช่างผู้ผลิต ยังเป็นประเด็นที่มีการศึกษาน้อย ผลการดำเนินงานทางโบราณคดีในครั้งนี้ พบหลักฐานใหม่เพิ่มเติมทางด้านโบราณโลหะกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำยมนำไปสู่การระบุแหล่งทรัพยากรสินแร่ เทคนิคการผลิต และวิถีชีวิตของคน ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มช่าง และประติมากรรมโลหะที่มีบทบาทสำคัญในเศรษฐกิจและสังคมตั้งแต่สมัยก่อนสุโขทัยเรื่อยมาจนถึงสมัยสุโขทัย

คำสำคัญ: โบราณโลหะกรรม, พื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน, สุโขทัย



Figure 1. Si Sakkayamuni Buddha, Wat Suthat Thepwararam Rachaworamahawihan, Bangkok. Photograph by Theerasak Thanusilp ([CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)).

“Si Sakkayamuni” is an enormous bronze Buddha statue (Figure 1). It is considered to have been made in the Sukhothai period (1238–1584 CE), and has a width of 3.75 m across the lap and a height of 6 m. It is most likely the same bronze Buddha statue that is mentioned in the inscription of Wat Pa Mamuang temple dating to 1361 CE, as being enshrined in the heart of the ancient city of Sukhothai.¹ The statue was later moved from ancient Sukhothai, during the reign of King Rama I (King Phra Phutthayodfachulalok the Great) of the Rattanakosin period (1782–1809 CE). Today the statue is enshrined inside the vihara of the Suthat Thep Wararam Ratchaworamahawihan temple, in Bangkok. This Buddha statue, like the many other bronze sculptures that have been found in Sukhothai, reflects advanced technological knowledge and is important for clarifying and tracing the archaeological evidence for the metallurgy of the Sukhothai Kingdom. Who were the craftsmen? Where did the metal ores come from? How did this advanced knowledge

develop? This article presents new archaeological evidence relating to the ancient communities, ore sites and metal production processes by studying, in particular, the area of the upper Yom River basin, northern Thailand.

Introduction

Sukhothai had been developing around the fourteenth century CE. Its political networks covered the Yom River basin, Ping River basin and Nan River basin, and the following towns: Kamphaeng Phet, Phitsanulok, Tak, Uttaradit, Nakhon Sawan, Phrae, Nan and Preak-Siracha (Sankhaburi).² Previous studies have shown that many ancient towns of the Sukhothai period had been interconnected communities since prehistoric times, particularly in the Yom River basin. A study titled Research Project on Social and Cultural Development before the Formation of the Sukhothai State identified the ancient settlements scattered in the mountainous

¹ กรมศิลปากร [FINE ARTS DEPARTMENT], ประชุมจารึกภาค ๘ จารึกสมัยสุโขทัย [Corpus of Thai Inscriptions Vol. 8: Sukhothai Inscriptions], ๓๐๓ [303].

² ศักดิ์ชัย [SAKCHAI], ศิลปกรรมโบราณในอาณาจักรสุโขทัย [Ancient Arts of the Sukhothai Kingdom], ๑๔ [14].

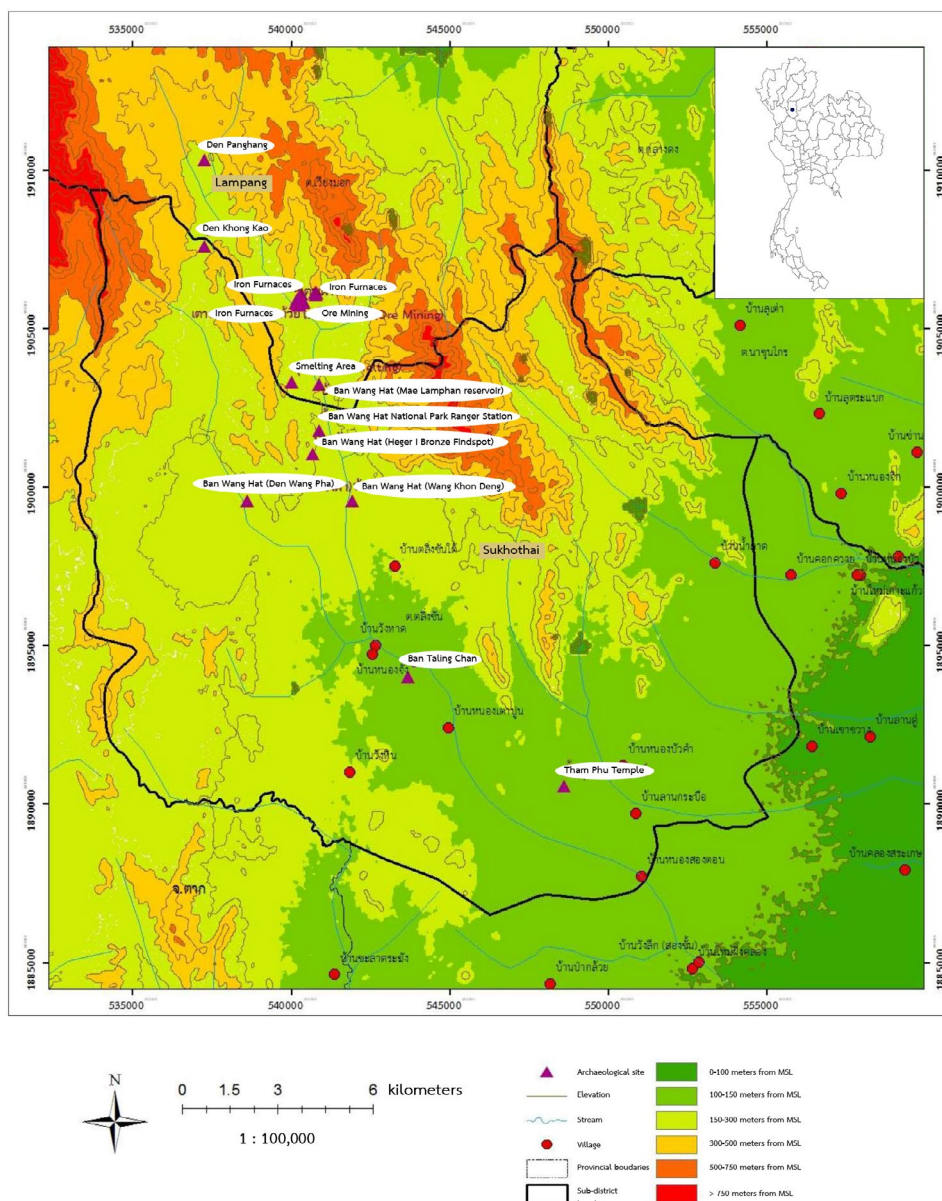


Figure 2. Archaeological sites in the mountains to the north of Sukhothai. © Theerasak Thanusilp.

area of northern Sukhothai, using archaeological survey and excavation.³ Some evidence for these communities has been found from the prehistoric period, continuing into the historic period, especially after their arrival in the area to seek out and smelt ore, likely for use at production sites within Sukhothai or for export. This report presents new archaeological evidence and interpretations regarding the early development of metallurgy in the area of the Lamphan River, (a tributary

of the Yom River), which may subsequently be associated with bronze sculptures during the Sukhothai period.

Lamphan River basin – new evidence of important metal production sites

According to archaeological surveys conducted by the Sixth Regional Office of Fine Arts Department, Sukhothai Province, (FAD) evidence for settlements in the Lamphan River basin dates back over 3,000 years and more than 30 archaeological sites have been discovered.⁴ They can be classified as habitation,

³ See more details in อธิศักดิ์ [THEERASAK], รายงานการศึกษาวิจัยโครงการศึกษาพัฒนาการทางสังคมและวัฒนธรรมก่อนกำเนิดรัฐสุโขทัย [Research Project on Social and Cultural Development before the Formation of the Sukhothai State], 188.

⁴ See more details in อธิศักดิ์ [THEERASAK], “คนก่อนสุโขทัย: ข้อมูลและหลักฐานทางโบราณคดีบนพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ลำพัน” [Before Sukhothai: New Data



Figure 3. Topography of the research area. Photograph by Theerasak Thanusilp ([CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)).

cultivation, burial, and stone or metal tools and equipment production sites. This report focuses only on sites associated with metal production to help expand our knowledge and understanding of metallurgy in the Sukhothai period. The study area covers the highland area to the northwest of the ancient city of Sukhothai, where the source of the Lamphan River is located. The nearest metallurgical sites to Sukhothai are roughly 20 km from the ancient city. Three important ancient metallurgical sites are referred to in this report, as follows: 1. Den Pang Hang archaeological site, Thoen district, Lampang province; 2. Ban Wang Had archaeological site, Ban Dan Lan Hoi district, Sukhothai province (including three sub-areas which are the northern Lamphan reservoir, the Wang Had Wildlife Conservation Office and the Mae Kong Khai reservoir area); 3. Taling Chan archaeological site, Ban Dan Lan Hoi district, Sukhothai province. These areas can be characterised according to the following aspects of metallurgical development in their communities.

1. Resources

Based on geological maps and archaeological surveys undertaken by the FAD (1984–2018), the high mountains of Ban Dan Lan Hoi district and the boundaries of the Thoen district, have been found to contain abundant quantities of tin, lead, and iron ore. This area is connected to the mountains in western Thailand, Tak Province (Figure 2 & 3). Ancient mines have been found in the areas of Ban Wang Had and Ban

Taling Chan of Ban Dan Lan Hoi district. Regarding the process of acquiring raw materials (ore), there are two mining methods: collecting ore at the ground surface (Figures 4 & 5) and drilling into a rocky outcrop in order to extract the metal ore, such as haematite (Fe_2O_3) or magnetite (Fe_3O_4) (Figure 6).

Iron ore or other minerals may have been visible on the ground in some areas, which led to the development of pit mines of more than 10 m in depth and width, created by using river pebble tools or harder granite stones. These types of tools were found at the raw mineral sites. The most frequently extracted mineral in this area was iron ore. Furthermore, according to our survey and local interviews, gold, silver and lead have also been found within the areas of Ban Wang Had and Ban Taling Chan of Dan Lan Hoi District. A few mining areas have been discovered where a special technique of rock chipping was used to extract minerals such as pyrite and magnetite from quartz, for smelting to obtain the pure metal (Figure 5).

2. Production Technology

According to surveys in the headwater area of the Lamphan River, more than a hundred furnaces have been discovered.⁵ These furnaces may have been in operation since the late Iron Age and most likely continued through subsequent historical periods. They are distinguished by variations in furnace designs which include open channels and vent channels. Both design types are still being

and Evidence from Archaeological Discoveries in the Lamphan River Basin], ๓๐–๕๗ [30–57].

⁵ See more details in THEERASAK, "Before Sukhothai: Recent Archaeological Discovery from Lamphan Valley," 254–93.



Figure 4. Example area of quartz stone site containing ore. Photograph by Theerasak Thanusilp (CC BY-NC 4.0).



Figure 5. Example of ore mining. Photograph by Theerasak Thanusilp (CC BY-NC 4.0).

researched as further studies and archaeological excavations determine the chronological sequence of their use. Both furnace types have been found scattered around the raw material sites. Each site contains a slag heap where waste material containing metal residue was removed during the smelting process. Mingled with fragments of smashed furnaces, these heaps resulted after successfully smelting the ore and before moving on to the next step of the metallurgical process. Some locations have been used repeatedly for production, resulting in a slag heap much higher than the surrounding area due to the deposition of furnace fragments. In addition, some areas have shown a separation of waste iron slag and furnace fragments. It can therefore be inferred that there was continual production along with the allocation of smelting areas and waste areas. Each of the furnace clusters discovered in the mountainous Lamphan headwater area was located close to a natural water source and was rich in ore, which may have helped facilitate transportation during the production process. Most of the archaeological sites uncovered have been found in situ and in an undisturbed condition. Therefore, details of mineral extraction and processing can be outlined as follows:

- a. Ore from the mining area was broken up into small pieces to make it easier to transport to the smelting areas.
- b. River pebbles or granite stones, which are harder than the ores, were used as hammers for breaking the ore into as many small pieces as possible (Figure 7).
- c. Furnaces were made of local clay combined with sand and small particles of rock. From the form of furnace bases in some areas, it appears that the complete structure may have been cylindrical in shape (although of uncertain height) with a diameter

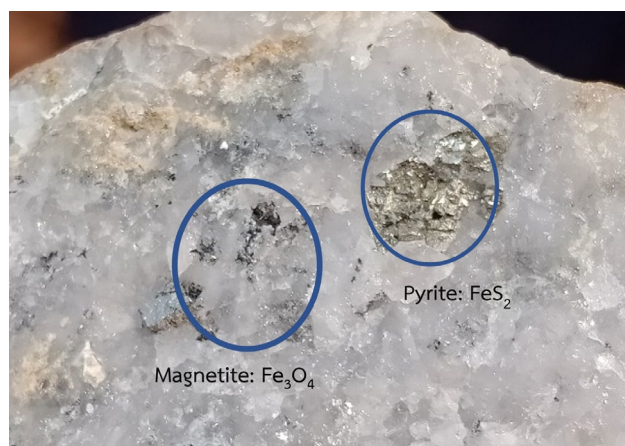


Figure 6. Sample of metal ore (magnetite and pyrite inside quartz). Photograph by Theerasak Thanusilp (CC BY-NC 4.0).

of 1.0 to 1.5 m (Figure 8). Surrounding the furnace base are pairs of narrow oval holes forming channels in the side of the furnace, which are thought to have been used for both airflow and observing the ore during the smelting process (Figure 9). Smelting in the Lamphan River basin used a direct iron ore smelting method similar to a bloomery furnace smelting process, in which a sponge-like lump of iron (or bloom) is obtained.

- d. The bloom is then forged through repeated reheating and hot hammering to eliminate much of the slag, to make it ready for forging tools and equipment. The wrought iron that is obtained has a very low carbon content.⁶

⁶ สุรพล [SURAPOL], “โลหะกรรมสมัยโบราณในประเทศไทย” [Ancient Metallurgy in Thailand], 51.



Figure 7. Example of a site where ore is broken up in preparation for the smelting process, commonly found near mining sites and furnaces. Photograph by Theerasak Thanusilp ([CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)).



Figure 8. Example of parts of the wall in situ of the smelting furnace bases that remain on the mountain, scattered in groups. Photograph by Theerasak Thanusilp ([CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)).

3. Skilled Technicians/Craftsmen

Based on evidence obtained from previous archaeological surveys and excavations conducted by the FAD team, it appears that knowledge and expertise in metallurgy was first developed around 2,000 years ago. They were also developed in accordance with an expansion of economic and commercial networks that existed around the mountainous terrain of western Thailand, and on the plain where the ancient city of Sukhothai is located. It was also aided by the discovery of vast ore reserves, which caused the manufacturing industry to spread over a wider area. Given this increased level of production, experts would have been required from the very start, to search for sufficient quantities of ore. Expert knowledge would also have been necessary to conduct the whole ore smelting process, in order to manufacture the desired products.

4. Products Obtained

Further data needs to be collected and products from sites in this area require further study – as yet an intact finished product has not been found at a metal production site. It is therefore possible that they were already dispatched out of the area. Archaeological excavations and surveys at contemporaneous burial sites located near smelting sites (Figure 10), and on nearby mountain ridges such as the Den Pang Hang or Den Khong Kao sites, have uncovered many iron tools that were buried with the deceased as offerings. The iron tools collected from these surveys and the excavations are consistent with the iron tools and weapons that were found at smelting sites in the Lamphan River basin (Figure 11), for example machetes, chisels, axes, spears, and pointed tools. This suggests that they were from the same period. It also suggests



Figure 9. Example of the oval-shaped furnace holes, with a finger mark impressed on the surface when the furnace was formed. Photograph by Theerasak Thanusilp ([CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)).

that a group of metalworkers and toolmakers settled in the area and were buried near the smelting sites, along with tools made in the area for burial with the dead. In addition, the tools manufactured in this area must have been subsequently delivered to Sukhothai, because tools including machetes, chisels and iron nails have also been unearthed in the ancient city.⁷

In addition to iron tools, there is evidence associated with copper production, including bronze slag and crucibles with bronze residues (Figure 12). If smelting of metals with very high melting points was possible, then bronze casting could also have

⁷ กรมศิลปากร [FINE ARTS DEPARTMENT], รายงานการสำรวจและขุดแต่งบูรณะโบราณสถานเมืองเก่าสุโขทัย พ.ศ. ๒๕๐๘-๒๕๑๒ [Survey and Excavation of Sukhothai Ancient Monuments in B.E. 2508–2512], ๘๙ [89].



Figure 10. Iron tools discovered by archaeological excavation. Photograph by Theerasak Thanusilp (CC BY-NC 4.0).



Figure 11. Various types of iron tools found through archaeological survey. Photograph by Theerasak Thanusilp (CC BY-NC 4.0).



Figure 12. Bronze crucible found at a smelting site. Photograph by Theerasak Thanusilp (CC BY-NC 4.0).



Figure 13. Bronze bangle made using the lost-wax technique. Photograph by Theerasak Thanusilp (CC BY-NC 4.0).

been conducted using the same process.⁸ Many types of bronze products have been found in the area, and they may have been produced using the lost-wax casting method (Figure 13). Some pieces are thin and very shiny, and are likely made of high-tin bronze (Figure 14). I propose that the study of metallurgical technology in this region is crucial for understanding the development of Sukhothai bronze technology, because metallurgical knowledge may have been passed from these communities to Sukhothai bronzeworkers.

The next stage of research will be an analysis of the chemical compositions of the bronze artifacts found within the research area, for comparison with artifacts from the Sukhothai period. This would help to compare the admixture quantities of each metal to determine whether they show common character-

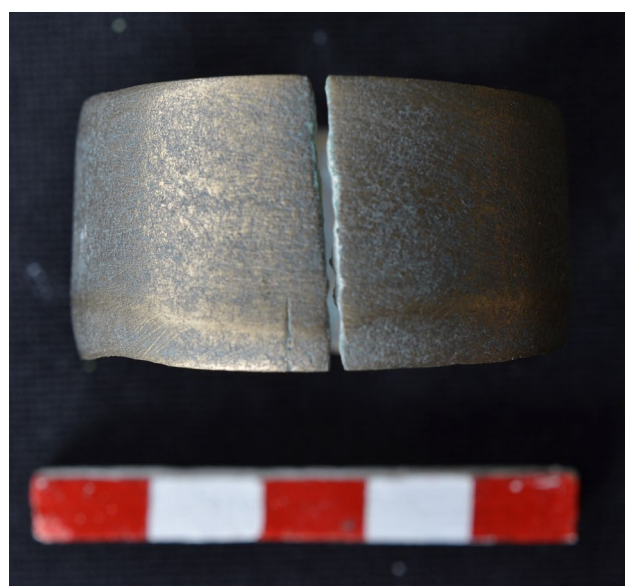


Figure 14. The high-tin bronze bangle. Photograph by Theerasak Thanusilp (CC BY-NC 4.0).

⁸ สุรพล [SURAPOL], “ข้อคิดเห็นบางประการที่เกี่ยวกับสำริดสมัยสุโขทัย” [Some Comments on Sukhothai Bronzes], ๔๘ [48].



Figure 15. An overview of Pit 1, which was a disposal area for slag and fragments of furnace wall remaining after production. Photograph by Theerasak Thanusilp (CC BY-NC 4.0).



Figure 16. Excavation in the disposal area. Photograph by Theerasak Thanusilp (CC BY-NC 4.0).



Figure 17. Excavation in the disposal area. Photograph by Theerasak Thanusilp (CC BY-NC 4.0).



Figure 18. Examples of the slag and furnace walls found in Pit 1. Photograph by Theerasak Thanusilp (CC BY-NC 4.0).



Figure 19. Excavation in Pit 2, which was a smelting area. Photograph by Theerasak Thanusilp (CC BY-NC 4.0).



Figure 20. A group of furnace walls, which were smashed after production, found in Pit 2. Photograph by Theerasak Thanusilp (CC BY-NC 4.0).



Figure 21. Bronze sculpture of the Sukhothai period. Sculpture of Shiva, currently on display at the National Museum, Bangkok. Photograph by Theerasak Thanusilp (CC BY-NC 4.0).

istics or differences in production, and by conducting lead isotope analysis it is possible to identify where the raw material sites and Sukhothai bronze production sites were located.

Archaeological excavation at a metallurgical site near Sukhothai

Archaeological surveys conducted in the Lamphan River basin have revealed evidence of metallurgical production and continual habitation from the Metal Age (500 BCE–700 CE) until the Sukhothai period.

In 2018, the FAD team excavated the side of a late Metal Age burial mound (2,000–1,500 BP), where it sloped down towards the Kong Khai stream approximately 100 m west of the burial area. The excavated area is a smelting site dating from the late Metal Age into the early Sukhothai period. Two pits of 6 × 6 m each were excavated. The first pit (Pit 1) contained a slag disposal area (Figures 15–17) where many lumps of slag were uncovered, along with fragments of broken furnace walls and pieces of metal left over from the production process (Figure 18). The second

pit (Pit 2) (Figure 19) was located about 10 m to the north and revealed fragments of broken furnace walls and furnace bases (Figure 20). At least six circular-shaped furnaces of similar size were discovered, with diameters of 1.0–1.2 m. The slag from the pit was later removed for chemical analysis using an X-ray diffractometer (XRD) and an X-ray fluorescence (XRF) spectrometer. Results indicated a chemical composition similar to ore samples from around the smelting site. Analysis of the iron slag revealed that smelting temperatures of 1148–1160°C were used.⁹ Five pieces of furnace wall were sent for thermoluminescence dating (TL), and AMS carbon-14 testing of char in a piece of slag indicated a production date of 670–822 BP (1128–1280 CE). This is important evidence that the metal production industry in the Yom River basin continued until the end of the Sukhothai state.

Conclusion

The significance of bronze sculptures found in Sukhothai was to derive religious merit for the elites of Sukhothai society, but they were also used to proclaim the king's power. For example, King Mahathammaracha I (Lithai) commanded that a large bronze Buddha statue be established in the heart of Sukhothai during his reign, and in 1361 CE a cast Hindu bronze sculpture was enshrined in the Maha Kaset Thewalai temple, located outside the city (Figure 21).¹⁰ Metallurgy and the surrounding resources therefore played an important role, as did the craftsmen who were closely connected to the religious and political world of Sukhothai. Previous studies of the bronze sculptures have not identified who produced them, the metallurgical technology involved, or even where the raw materials were sourced. It can therefore be said that this is the first study attempting to answer these questions. This report proposes that many of the bronze sculptures produced during the Sukhothai period were made using knowledge and metallurgical technology that had been accumulating and developing since the prehistoric period. Based on the excavation data given above, it is clear that communities in the Mae Lamphan River basin were important metal producers during the early Sukhothai period and they are very likely to have played an important role in the origin of Sukhothai's bronze casting technology, as well as having good relations with the ruling class of Sukhothai.

References

กรมศิลปากร [Fine Arts Department]. รายงานการสำรวจและขุดแต่งบูรณะโบราณวัตถุสถานเมืองเก่าสุโขทัย พ.ศ.๒๕๐๘–๒๕๑๒ [Survey and Excavation of Sukhothai

⁹ SUTASINEE, "The Geochemical Analysis of Metal Slag from Ban Wang Hat Archaeological Site, Sukhothai," 37.

¹⁰ [FINE ARTS DEPARTMENT], [Corpus of Thai Inscriptions Vol. 8: Sukhothai Inscriptions], ๒๙๘–๓๐๓ [298–303].

Ancient Monuments in B.E. 2508–2512]. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา [Bangkok: Khurusapha Publishing], ๒๕๑๒ [1969].

———. ประชุมจารึกภาคที่ ๘ จารึกสมัยสุโขทัย [Corpus of Thai Inscriptions Vol. 8: Sukhothai Inscriptions]. กรุงเทพฯ: คณะอนุกรรมการฝ่ายจัดทำหนังสือที่ระลึก ในคณะกรรมการอำนวยการจัดงานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ในโอกาสที่วันพระบรมราชสมภพครบ ๒๐๐ ปี [Bangkok: Commemorative Book Subcommittee of the Organising Committee for the Event in Honour of King Mongkut, On the Occasion of the 200th Anniversary of the Royal Birth], ๒๕๔๔ [2005].

ศักดิ์ชัย สายสิงห์ [SAKCHAI Saising]. ศิลปกรรมโบราณในอาณาจักรสุโขทัย ประมวลศิลปกรรมโบราณเมืองสุโขทัย ศรีรัตนาลัย กำแพงเพชร พิษณุโลก [Ancient Arts of the Sukhothai Kingdom: Classification of the Ancient Arts of Sukhothai, Si Satchanalai, Kamphaeng Phet and Phitsanulok]. กรุงเทพฯ: มิวเซียม เพรส [Bangkok: Museum Press], ๒๕๖๑ [2018].

สุรพล นาถะพินธุ [SURAPOL Natapintu]. “ข้อคิดเห็นบางประการที่เกี่ยวข้องกับสำริดสมัยสุโขทัย” [Some Comments on Sukhothai Bronzes]. In พลิกประวัติศาสตร์แคว้นสุโขทัย ศิลปวัฒนธรรม ฉบับพิเศษ [Rewriting the History of Sukhothai: Silapawattanatham Special Issue], edited by สุจิตต์ วงษ์เทศ [UJIT Wongthet], ๒๙–๕๖ [39–56]. กรุงเทพฯ: มติชน [Bangkok: Matichon], ๒๕๔๐ [1997].

———. “โลหกรรมโบราณในประเทศไทย” [Ancient Metallurgy in Thailand]. In โครงการศึกษาความเชื่อมโยงของวัฒนธรรมท้องถิ่นสมัยอดีตถึงปัจจุบัน เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลวัฒนธรรมและอารยธรรมโบราณ ในพื้นที่บริเวณลุ่มแม่น้ำโขงและคาบสมุทรมลายูระยะที่ 2 [Research Project on the Relationship of the Ancient through Present Culture for the Development of a Cultural and Civilizations

Database for GMS and Malay Peninsula Regions, Phase 2]. กรุงเทพฯ: สำนักงานส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม [Bangkok: Thailand Science Research and Innovation], 2542 [1999].

SUTASINEE Sutthiklub. “The Geochemical Analysis of Metal Slag from Ban Wang Hat Archaeological Site, Sukhothai: Implications for Metal Usage and Distribution during the Late Prehistoric Period.” BSc thesis, Mahidol University, 2018.

ธีรศักดิ์ ธนูศิลป์ [THEERASAK Thanusilp]. “Before Sukhothai: Recent Archaeological Discovery from Lamphan Valley.” In ASEAN Archaeologies in the 21st Century: The First International Symposium in Honor of Professor Chin You-Di, 16th–17th November 2016, Royal River Hotel, Bangkok, edited by บรรณาธิการ โดย ภาควิชาโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร [Department of Archaeology, Silpakorn University], 254–93. กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์ [Bangkok: Ruenkaew Publishing], 2559 [2016].

———. “คนก่อนสุโขทัย: ข้อมูลใหม่จากหลักฐานทางโบราณคดีบนพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ลำพัน” [Before Sukhothai: New Data and Evidence from Archaeological Discoveries in the Lamphan River Basin]. นิตยสารศิลปากร [Silpakorn Journal] ปีที่ ๖๑ เล่มที่ ๒ (๒๕๖๑): ๓๐–๕๗ [61, no.2 (2018): 30–57].

———. รายงานการศึกษาวิจัยโครงการศึกษาพัฒนาการทางสังคมและวัฒนธรรมก่อนกำเนิดรัฐสุโขทัย [Research Project on Social and Cultural Development before the Formation of the Sukhothai State]. รายงานโครงการ [Project report], กรุงเทพฯ: กรมศิลปากร [Bangkok: Fine Arts Department], 2562 [2019].

Biography

Theerasak Thanusilp is an archaeologist in the Fine Arts Department of Thailand. He earned a BA in Archaeology from Silpakorn University, Thailand, and an MA in Landscape Archaeology from the University of Sheffield, the United Kingdom. After graduating with his BA, he enlisted as a government archaeologist for the Fine Arts Department, which placed him at the 6th Regional Fine Arts Department, Ministry of Culture, Thailand (FAD). The office is responsible for the UNESCO-Historic Town of Sukhothai and Associated Historic Towns, as well as archaeology and heritage research in Sukhothai, Tak, Pichit, Uttaradit, Kamphaengphet, and Phitsanuloke provinces. Six years of working in the field as a researcher have developed his interest in theories surrounding landscape and human settlements. He has been working on a FAD research project entitled, “Pre-Sukhothai Humans: Discovery of Archaeological Evidence and Data from the Lamphan River Basin.” The project focuses on the evolution of ancient communities along the Lamphan River Basin in northern Thailand.

About *Pratu*

Pratu: Journal of Buddhist and Hindu Art, Architecture and Archaeology of Ancient to Premodern Southeast Asia is funded by the Alphawood Foundation, under the auspices of the Southeast Asian Art Academic Programme (SAAAP). The journal is managed and edited by a group of research students and alumni in the Department of History of Art and Archaeology at SOAS University of London, in collaboration with an advisory group formed of members of SAAAP's Research & Publications Committee.

Pratu is conceived as a site for emerging scholars to publish original research and reports related to the journal's remit, which adheres to that of SAAAP itself. This covers 'study of the built environment, sculpture, painting, illustrated texts, textiles and other tangible or visual representations, along with the written word related to these, and archaeological, museum and cultural heritage'.

For more information about *Pratu*, including other published articles and reports, and submission guidelines for authors, please visit <https://pratujournal.org/>.

Copyright Information

Articles and reports are licensed under a Creative Commons Attribution License (CC BY-NC 4.0). This enables all content to be shared, copied and redistributed in any medium or format, with permissible exceptions where required. See individual figure captions for the copyright status of illustrations. Those images accompanied by the copyright symbol © are not covered by the Creative Commons licence and cannot be further reproduced without the permission of the copyright owner. For more information see <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

Disclaimer

The views expressed in *Pratu* are those of the authors and not necessarily those of the *Pratu* team.

The *Pratu* team

Editorial team:

Panggah Ardiyansyah
Udomluck Hoontrakul
Duyen Nguyen
Sonetra Seng
Heidi Tan
Ben Wreyford

SAAAP Administrative Support:

Alan Goulbourne, SAAAP Project Manager
Siris Karadia, SAAAP Project Administrator

Design and Layout:

Christian Luczanits
Owen Hoadley
Alex Stillwell

Advisory group:

Ashley Thompson, Hiram W. Woodward Chair in Southeast Asian Art, Department of History of Art and Archaeology

Christian Luczanits, David L. Snellgrove Senior Lecturer in Tibetan and Buddhist Art, Department of History of Art and Archaeology

Crispin Branfoot, Reader in the History of South Asian Art and Archaeology, Department of History of Art and Archaeology

Acknowledgement

Our sincere thanks to the anonymous scholars providing peer review of *Pratu* articles.