

การศึกษาลูกปัดแก้วยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย
ถึงยุคประวัติศาสตร์ตอนต้น
จากแหล่งโบราณคดีในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย
The Study of Glass Beads from Late Prehistoric to Early
Historic Sites in Central Thailand

ผู้สดี รอดเจริญ
คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร
Putsadee Rodcharoen
Faculty of Archaeology, Silpakorn University
E-mail: nuwhan53@hotmail.com

ทงศักดิ์ เลิศพิพัฒน์วรกุล
ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน)
Tanongsak Lerdpipatworakul
Princess Mahachakri Sirindhorn Anthropology Centre
(Public Organization)
E-mail: tanongsak.l@sac.or.th

วันรับบทความ: 29 กรกฎาคม 2564 (Received July 29, 2021)
วันแก้ไขบทความ: 2 กันยายน 2564 (Revised September 2, 2021)
วันตอบรับบทความ: 16 กันยายน 2564 (Accepted September 16, 2021)

บทคัดย่อ

บทความนำเสนอผลการศึกษาโบราณวัตถุประเภทลูกปัดแก้วจำนวน 254 ตัวอย่าง ที่ได้จากการดำเนินโครงการ “การศึกษาลูกปัดแก้วที่พบจากแหล่งโบราณคดียุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายถึงยุคประวัติศาสตร์ตอนต้น ในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย” ระหว่างปี 2560-2561 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณลักษณะของลูกปัดแก้วทั้งทางกายภาพและทาง

เคมี นำข้อมูลที่ได้ไปจัดเก็บในฐานข้อมูล รวมทั้งนำไปศึกษาแปลความอธิบาย ภาพชีวิตของผู้คนในอดีตที่เกี่ยวข้องกับลูกปัดแก้ว ผลการศึกษาพบว่าความหลากหลายของลูกปัดแก้วเพิ่มสูงขึ้นตามช่วงเวลา คือแหล่งโบราณคดีที่มีอายุน้อยกว่า พบความหลากหลายของลูกปัดแก้วมากกว่า อาจแสดงถึงระดับความนิยมในการใช้ลูกปัดแก้ว และการติดต่อกับชุมชนภายนอกหรือชุมชนโพ้นทะเล ที่เป็นแหล่งผลิตลูกปัดแก้วที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ตามยุคสมัย โดยตัวผลิตภัณฑ์ลูกปัดแก้วและการค้าขายหรือส่งต่อลูกปัดแก้วจากแหล่งผลิตที่อยู่ในต่างแดน เช่น เอเชียใต้ จีน ตะวันออกกลาง เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มายังพื้นที่ภาคกลางของไทยในปัจจุบันนั้น เป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางสายแพรไหมทางทะเล ในช่วงยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายจนถึงยุคประวัติศาสตร์ตอนต้น

คำสำคัญ: ลูกปัดแก้ว, ยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย, ยุคประวัติศาสตร์ตอนต้น, สมัยเหล็ก, สมัยทวารวดี, ภาคกลาง, การค้าขายทางไกล, เส้นทางสายแพรไหมทางทะเล, เทคนิคอิเล็กทรอนิกส์ไมโครแอนาไลซิส

Abstract

This article presents the findings from a study of 254 glass beads obtained from late prehistoric to early historic sites in central Thailand between 2017-2018. The study aimed to characterize the beads physically and chemically, and the results were used to create a database and to elucidate past lifeways. The study observed that the variation of the beads had increased through time, which may have coincided with the gradual increase of glass bead consumption as well as increasing contact with external glass producers. The glass products found in central Thailand are likely to have been a result of extensive interregional trade networks linking the Indian subcontinent, China, the Middle East,

and Southeast Asia, which were part of the Maritime Silk Road during later prehistory to early history.

Keywords: Glass Bead, Late Prehistoric Period, Early Historic Period, Iron Age, Dvaravati, Central Thailand, Long Distance Trade, Maritime Silk Road, Electron Probe Microanalysis, EPMA

บทนำ

ข้อมูลจากการศึกษาทางโบราณคดีที่ผ่านมาชี้ให้เห็นอย่างประจักษ์ชัดว่าช่วงปลายสุดของยุคก่อนประวัติศาสตร์หรือสมัยเหล็กนั้น ผู้คนจากชุมชนโบราณในพื้นที่ประเทศไทยปัจจุบันติดต่อไปมาหาสู่และแลกเปลี่ยนสินค้าระหว่างกันอย่างเข้มข้นและสม่ำเสมอ ทั้งชุมชนที่อยู่ในภูมิภาคเดียวกันและต่างภูมิภาคไปจนถึงชุมชนห่างไกลข้ามทวีป การติดต่อระหว่างชุมชนเป็นไปได้ทั้งทางตรงและทางอ้อมคือติดต่อกันโดยตรงระหว่างคนในชุมชนทั้งสองและติดต่อกันผ่านตลาดหรือชุมชนที่เป็นตัวกลาง เส้นทางติดต่อมีทั้งทางบกทางน้ำในแผ่นดิน และทางทะเล

หลักฐานทางโบราณคดีที่ใช้อยืนยันข้อสันนิษฐานข้างต้น มีอยู่หลายประเภทด้วยกัน เช่น กลองมโหระทึก แบบเฮเกอร์ 1 (Heger type 1) ของวัฒนธรรมด่งเซิน (Dongson) ที่มีศูนย์กลางอยู่ในประเทศเวียดนามปัจจุบัน พบกลองดังกล่าวทั้งในจีนตอนใต้ มาเลเซีย หมู่เกาะซุนดาของอินโดนีเซีย และทั่วทุกภาคในประเทศไทย (ญาณทวี, 2554) หรือหลักฐานการแพร่กระจายของต่างหูที่ทำด้วยหินสีเขียว 2 แบบ คือต่างหูรูปสัตว์ 2 หัว และต่างหูรูปวงกลมมีดอกไม้ตูมยื่นออกมา 3 ดั้ม ที่เรียกว่า ลิง-ลิง-โอ (ling-ling-O) ซึ่งพบมากในวัฒนธรรมซาฮวิน (Sa Huynh) ของเวียดนาม มีแหล่งวัตถุขุดพบหนึ่งอยู่ที่เกาะไต้หวัน (Dussubieux & Bellina, 2018: 25-36) โดยในประเทศไทยพบต่างหูดังกล่าวทั้งในภาคใต้ที่แหล่งโบราณคดีเขาสามแก้ว และแหล่งโบราณคดีเขาเสก จังหวัดชุมพร ภาคกลางพบที่อำเภ่อูทอง จังหวัด

สุพรรณบุรี และบ้านคอนตาเพชร จังหวัดกาญจนบุรี เป็นต้น (คณะโบราณคดี, 2528: 127-129)

เครื่องประดับที่ทำจากแก้ว เป็นหนึ่งในโบราณวัตถุประเภทเด่น (diagnostic artifact) ที่พบได้ในแหล่งโบราณคดียุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายของไทย หรือตั้งแต่สมัยเหล็ก อายุราว 1,500-2,500 ปีมาแล้ว จนล่วงเข้าสู่ยุคประวัติศาสตร์ เป็นหลักฐานอีกประเภทหนึ่งที่แสดงให้เห็นถึงการติดต่อแลกเปลี่ยนสินค้าระหว่างชุมชนข้ามภูมิภาค เนื่องจากแหล่งผลิตแก้วสมัยโบราณล้วนแล้วแต่อยู่ในต่างประเทศเกือบทั้งหมด เครื่องประดับที่ทำจากแก้วในยุคแรก ๆ ที่พบในประเทศไทย มีทั้งกำไล ต่างหู และโดยเฉพาะลูกปัดที่พบอยู่จำนวนมากเมื่อเทียบกับเครื่องประดับชนิดอื่น ๆ

ในประเทศไทย พบโบราณวัตถุประเภทลูกปัดแก้วในแหล่งโบราณคดีทั่วทุกภาค เช่น แหล่งโบราณคดี เขาสามแก้ว จังหวัดชุมพร แหล่งโบราณคดี ภูเขาทอง จังหวัดระนอง แหล่งโบราณคดีคลองท่อม จังหวัดกระบี่ แหล่งโบราณคดีบ้านวังโฮ จังหวัดลำพูน แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี แหล่งโบราณคดีบ้านธารปราสาท จังหวัดนครราชสีมา เป็นต้น (มุสตี, 2556: 2) โดยพื้นที่ภาคกลาง พบลูกปัดแก้วในแหล่งโบราณคดียุคก่อนประวัติศาสตร์ต่อเนื่องจนถึงยุคประวัติศาสตร์หนาแน่นที่สุด โดยกระจายตัวอยู่ตามลุ่มแม่น้ำต่าง ๆ ทั้ง ลุ่มแม่น้ำแม่กลอง-ท่าจีน ลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก และลุ่มแม่น้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี (มุสตี, 2556: 235-240)

ลูกปัดแก้วไม่เพียงแสดงให้เห็นการติดต่อสัมพันธ์กันภายในประเทศเท่านั้น แต่แสดงการติดต่อสัมพันธ์กับต่างถิ่นด้วย โดยสอดคล้องกับชุมชนในอดีตที่มีเส้นทางน้ำสายใหญ่เชื่อมต่อออกไปยังชายฝั่งทะเลโบราณได้ ดังที่ตรงใจ หุตากร (2557: 11-44) ตีความไว้ว่าเขตแนวชายฝั่งทะเลโบราณในที่ราบภาคกลางตอนล่างสมัยทวารวดีนั้นมีขอบเขตไม่ไกลเกินกว่าพื้นที่กรุงเทพมหานครในปัจจุบัน แต่ปัจจัยที่ส่งผลต่อการค้าขายอยู่ที่การมีเส้นทางน้ำเชื่อมที่ต่อกันได้ เช่น เมืองอู่ทองและเมืองนครปฐมโบราณ ในบริเวณลุ่มแม่น้ำแม่กลอง-ท่าจีน บ้านคูเมือง อินทร์บุรี ทางตะวันตกของลุ่มแม่น้ำ

เจ้าพระยา เมืองโบราณดงละคร ในแถบลุ่มแม่น้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี ที่มีเส้นทางน้ำเอื้อต่อระบบการค้าทางทะเลสามารถเชื่อมต่อกับชุมชนภายนอก ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการก่อตัวของรัฐทวารวดีในเวลาต่อมา

การศึกษาลูกปัดแก้วทางโบราณคดีที่ผ่านมา ส่วนใหญ่เน้นศึกษาเฉพาะลักษณะทางกายภาพ ที่สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยตาเปล่า เช่น รูปทรง สี การตกแต่งผิวลูกปัด ทำให้ได้ข้อสันนิษฐานเรื่องหน้าที่การใช้งาน ความนิยมด้านรูปลักษณะลูกปัดแก้วของคนในสมัยก่อน รวมถึงอาจทำให้ได้ข้อสันนิษฐานถึงแหล่งผลิตลูกปัดแก้วได้ในเบื้องต้น อย่างไรก็ตาม ยังมีการศึกษาลูกปัดแก้วด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ ที่ทำให้จัดจำแนกลูกปัดแก้วได้ละเอียดยิ่งขึ้น ทั้งการจำแนกสีและรูปทรง รวมไปถึงการจำแนกธาตุประกอบในลูกปัด ซึ่งจะนำไปสู่การสืบสาวได้ถึงแหล่งผลิตลูกปัดแก้ว เนื่องจากแหล่งผลิตแต่ละแหล่งจะใช้วัตถุดิบและมีวิธีการผลิตลูกปัดแก้วที่แตกต่างกัน ส่งผลให้องค์ประกอบภายในและองค์ประกอบทางเคมีของลูกปัดแก้วแตกต่างกัน

ด้วยเหตุนี้ ในปี 2560-2561 ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร (องค์การมหาชน) จึงได้สนับสนุนโครงการ “การศึกษาลูกปัดแก้วที่พบจากแหล่งโบราณคดียุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายถึงยุคประวัติศาสตร์ตอนต้น ในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย” โดยศึกษาทั้งคุณลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมี เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปเป็นส่วนหนึ่งของการอธิบายแปลความภาพชีวิตของผู้คนในอดีตที่เกี่ยวข้องกับลูกปัดแก้ว เทคโนโลยีการผลิต แหล่งผลิตลูกปัด ความนิยมในแต่ละชุมชน แต่ละสมัย ไปจนถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างชุมชนทั้งในภูมิภาคเดียวกัน ข้ามภูมิภาค และเส้นทางที่ผู้คนเหล่านั้นใช้ในการเดินทางติดต่อระหว่างกัน บทความนี้จึงขอนำเสนอผลการศึกษาลูกปัดแก้วที่ได้จากการโครงการดังกล่าว

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแก้ว

แก้ว คือ ผลิตภัณฑ์จากอนินทรีย์วัตถุที่ได้จากการหลอมโดยใช้ความร้อนเมื่อเย็นแล้วจะอยู่ในสภาพแข็งไม่เป็นผลึก ปัจจุบันวัตถุดิบที่ใช้ผลิตแก้ว ได้แก่ หินทรายแก้ว โซดาแอช หินปูน โซเดียมซิลเฟต หินฟอสฟอรัส เติมน้ำยออกไซด์ของ

โลหะชนิดต่าง ๆ เพื่อให้เกิดสี ขั้นตอนการผลิตเริ่มจากนำวัตถุดิบข้างต้นผสมเข้าด้วยกัน นำไปหลอมที่อุณหภูมิ 1,500-1,600 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้น้ำแก้ว จากนั้นปรับอุณหภูมิให้เหลือ 800-1,000 องศาเซลเซียส เพื่อให้เนื้อแก้วมีความหนืด เหมาะที่จะนำไปขึ้นรูป เมื่อขึ้นรูปเสร็จตามที่ต้องการจึงปล่อยให้เย็นตามอุณหภูมิห้อง (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530: 165)

ในทางโบราณคดี แก้ว จัดเป็นโบราณวัตถุประเภทหนึ่ง ที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นและนำมาใช้ประโยชน์ตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ในช่วงที่เทคโนโลยีการใช้ความร้อน (Pyrotechnology) สำหรับผลิตเครื่องมือเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันได้มีการพัฒนาขึ้นมากแล้ว และเป็นช่วงเวลาที่มีการทำโลหะอย่างแพร่หลายรู้จักการใช้เชื้อเพลิงและควบคุมความแรงของไฟให้เหมาะสมกับการหลอมโลหะชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิต่างกัน (มุสตี, 2556: 17)

ในสมัยโบราณ แก้ว ได้มาจากการหลอมส่วนผสมพื้นฐาน 3 อย่าง คือ ทราย (silicon dioxide) เพื่อการก่อตัวเป็นรูปร่าง อัลลาไลอ็อกไซด์ (alkali oxide) เช่น โซเดียมไบคาร์บอเนต (soda ash) หรือเกลือเนตรอน (natron) ช่วยลดอุณหภูมิในการหลอม และ ปูนขาวหรือหินปูน (calcium carbonate) ช่วยให้คงรูปร่าง ส่วนวัตถุดิบอื่น เช่น โซเดียมซัลเฟต (sodium sulfate) โซเดียมไนเตรด (sodium nitrate) ซีลีเนียม (selenium) โคบอลต์ (cobalt) โครเมียม (chromium) ซัลเฟอร์ (sulfur) คาร์บอน (carbon) เหล็ก (iron) ฯลฯ ใช้ในปริมาณเล็กน้อยเพื่อให้เกิดสี ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้แก้วไม่มีธาตุประกอบทางเคมีเฉพาะ แต่จะมีธาตุประกอบที่หลากหลาย ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จออกมามีลักษณะต่างกัน ทั้งเรื่องขององค์ประกอบทางเคมี และลักษณะทางกายภาพ (Grose, 1989: 30)

องค์ประกอบหลักในการผลิตแก้ว เช่น ทราย ปูนขาว และโซดา ดังกล่าวข้างต้น จะถูกนำมาหลอมในอุณหภูมิ 1,400 องศาเซลเซียส ที่มีโซดาช่วยในการหลอมละลาย และหินปูนช่วยให้แก้วมีความแกร่งมากขึ้น นอกจากนี้ ถ้าผสมตะกั่วลงไปด้วยส่งผลให้แก้วมีความใสและแวววาวมากขึ้น เมื่อนำออกจากเตาหลอมจะแข็งตัวอย่างรวดเร็วจนเย็นลงมาที่อุณหภูมิประมาณ 500

องศาเซลเซียส จึงมีลักษณะคล้ายแก้วที่เห็นอยู่ทั่วไป ก้อนแก้วที่ได้นี้อาจนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อส่งออกค้าขายหรือใช้ภายในท้องถิ่น หรืออาจส่งก้อนแก้วนี้ไปยังแหล่งต่าง ๆ ทั้งในและนอกประเทศ เพื่อนำไปตกแต่ง ตัดแปลงเป็นรูปทรงตามต้องการ หรืออาจส่งทั้งผลิตภัณฑ์สำเร็จและก้อนแก้วไปพร้อมกันได้ (Frank, 1982: 1-2)

หลักฐานการผลิตแก้วปรากฏขึ้นเมื่อราว 4,500 ปีมาแล้วในดินแดนแถบเมโสโปเตเมีย โดยพบก้อนแก้วสีฟ้าจากโบราณสถานเอริดู (Eridu) ปัจจุบันอยู่ในประเทศอิรัก (Lal, 1952: 17-27) จนเมื่อ 4,000 ปีมาแล้ว พบหลักฐานเกี่ยวกับการผลิตแก้ว เช่น แม่พิมพ์ เบ้าหลอม ที่แหล่งโบราณคดี เทลล์เอล-อามาร์นา (Tell el-Amarna) ของอียิปต์ (Hughes-Brock, 2003: 10-22) ขณะที่ในเปอร์เซียพบหลักฐานการผลิตแก้วที่เมืองเอลาม (Elam) เมื่อราว 3,000 ปีมาแล้ว เป็นแก้วสีน้ำเงินเข้มที่นำมาใช้ผลิตเป็นเครื่องบูชาในศาสนสถานแทนหินลาพิสลาซูลี (lapis lazuli) (ถักรฐภัทร, 2527: 36-54)

พื้นที่ที่เป็นแหล่งผลิตแก้วที่สำคัญอีกแห่งหนึ่งของโลกในอดีตคือ อินเดียและจีน มีข้อคิดเห็นว่าผู้คนจากทั้งสองดินแดนนี้ ได้เรียนรู้การผลิตแก้วมาจากทางตะวันตก (Francis, 1987) โดยเมืองอริกเมดู (Arikamedu) ในอินเดียใต้ เป็นเมืองสำคัญที่กลายมาเป็นศูนย์กลางการผลิตและส่งออกแก้วไปยังดินแดนต่าง ๆ รวมถึงในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งแต่เมื่อราว 2,300 ปีมาแล้ว (Dubin, 2009: 194-195)

พัฒนาการการผลิตแก้วในจีนเกี่ยวเนื่องกับการผลิตโลหะ โดยปรากฏหลักฐานการผลิตแก้วที่ชัดเจนในช่วงปลายราชวงศ์โจว หลักฐานที่พบส่วนมากเป็นลูกปัดแก้วแบบมีตา โดยมีตะกั่วและแบเรียมเป็นหนึ่งในองค์ประกอบทางเคมีของแก้วที่พบ ทำให้มีความแตกต่างจากแหล่งในภูมิภาคอื่น การผลิตแก้วที่ใช้ตะกั่วและแบเรียมของจีนพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องในสมัยราชวงศ์ต่อ ๆ มา กระทั่งในสมัยราชวงศ์ถังจึงแพร่หลายมายังประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผ่านเส้นทางสายแพรไหมทางทะเล (An, 1996: 127-138)

ประเทศแถบตะวันออกกลางเป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่มียุทธศาสตร์สำคัญในเครือข่ายการค้าตามเส้นทางสายแพรไหมทางทะเล แหล่งผลิตลูกปัดแก้วที่

สำคัญปรากฏขึ้นระหว่างพุทธศตวรรษที่ 3-18 เช่นที่เมืองโรเดส (Rhodes) อเล็กซานเดรีย (Alexandria) ฟุสตัท (Fustat) ดามัสกัส (Damascus) เป็นต้น ประมาณพุทธศตวรรษที่ 14-16 พบลูกปัดหลากหลายประเภทแพร่กระจายมายังเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ลูกปัดแก้วโมเสกแบบมีตา (mosaic eye bead) ลูกปัดแก้วทองคำ (gold-glass bead) ที่แหล่งโบราณคดีมันไต (Mentai) ลูกปัดโมเสก (mosaic bead) ที่อ็อกแวน (Oc Eo) ลูกปัดหน้าคน (mosaic face bead) ลูกปัดติดกันหลายลูก (segmented beads) ที่ควนลูกปัด อำเภอลองท่อม จังหวัดกระบี่ ลูกปัดเคลือบใสสีทองหรือสีอำพัน (false gold-glass beads) ที่แหล่งโบราณคดีซุงไผ่ (Sungai Mas) แหลมโพธิ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี และตามแหล่งโบราณคดีสมัยทวารวดีหลายแห่ง ที่สำคัญพบว่ามีการผลิตลูกปัดเคลือบใสสีทองขึ้นเองที่แหล่งเหมืองทองเกาะคอเขา อำเภอนาทม จังหวัดพังงา (Francis, Jr., 2002: 87-95)

ลูกปัดแก้วในภาพความทรงจำทั่วไปมักถูกมองในฐานะของเครื่องประดับกาย แต่ถ้ามองในแง่วัตถุทางวัฒนธรรมนั้นสามารถมองได้ถึงสัญลักษณ์ที่แฝงอยู่ เช่น เป็นตัวแทนของสินค้าที่สร้างรายได้ให้กับรัฐ ดังเห็นได้จากอุตสาหกรรมแก้วที่พบในเมืองต่าง ๆ เช่น ตักซิลา (Taxila) พาราณสี (Varanasi) เนวาสะ (Nevasa) โกณฑปุระ (Kondapura) อริกะเมฑู (Arikamedu) กาโรกาฑู (Karaikadu) โกลหาปุระ (Kolhapur) ซึ่งพบหลักฐานการผลิตและส่งออกตั้งแต่พุทธศตวรรษที่ 3 เป็นต้นมา โดยเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นหนึ่งในแหล่งนำเข้าลูกปัดจากอินเดียก่อนที่จะเริ่มผลิตเองในเวลาต่อมา (ผาสุข, 2548: 48-50, Kanungo, 2004: 123-150)

นอกจากนี้ ลูกปัดแก้วยังเป็นตัวแทนของพิธีกรรมและสื่อถึงสถานภาพทางสังคมได้ เช่น ลูกปัดแก้วที่พบร่วมกับโครงกระดูกในแหล่งโบราณคดีทั้งในไทยและต่างประเทศช่วงยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย เช่น แหล่งโบราณคดีบ้านดอนตาเพชร จังหวัดกาญจนบุรี แหล่งโบราณคดีบ้านพรหมทินใต้ และแหล่งโบราณคดีบ้านโป่งมะนาว จังหวัดลพบุรี แหล่งโบราณคดีกู่ขาน (Guishan) ประเทศไต้หวัน แหล่งโบราณคดีอังกอร์ บอเรย (Angkor Borei)

ประเทศกัมพูชา แหล่งโบราณคดีปินเตีย (Pintia) ประเทศสเปน (Wang et al., 2021, Carter et al., 2020: 32-70, Pinto et al., 2021: 170-185) สามารถสื่อถึงเรื่องพิธีกรรมในฐานะเครื่องเช่นสรวย อีกทั้งจำนวนของลูกปัดแก้วที่พบแตกต่างกันในแต่ละโครงยังอาจสื่อถึงสถานภาพของคนที่นั้นเมื่อยังมีชีวิต

ทั้งนี้ ลูกปัดแก้วและลูกปัดจากวัสดุอื่น ๆ เช่น หิน ไม้ เมล็ดพืช ยังสามารถใช้ตกแต่งประดับประดาร่างกายร่วมกับเครื่องประดับจากขนนก ฟันสัตว์ เขาสัตว์ งาช้าง ฯลฯ เพื่อบ่งบอกสถานภาพทางสังคมและพิธีกรรมได้ ดังเช่นในกลุ่มชาติพันธุ์ Angami และ Sema ในรัฐนาగాแลนด์ (Nagaland) ที่มีรูปแบบการประดับประดาร่างกายเพื่อสื่อถึงพลังอำนาจของผู้สวมใส่ แสดงการส่งผ่านสถานะทางสังคมจากรุ่นสู่รุ่น และใช้เพื่อแยกความแตกต่างของกลุ่มชาติพันธุ์ทั้งสองกลุ่ม เช่น กลุ่มชาติพันธุ์ Angami ซึ่งเป็นกลุ่มที่ทำเกษตรกรรมขึ้นบันได ผู้ชายใส่ต่างหู สวมกระโปรงจีบที่ตกแต่งด้วยหอยเบี้ย สวมห่วงขา ส่วนผู้หญิงจะไม่สวมใส่หอยเบี้ย แต่ใส่สร้อยคอลูกปัดจากวัสดุต่าง ๆ ส่วนกลุ่มชาติพันธุ์ Sema ผู้ชายจะสวมสร้อยคอ สวมผ้าถุงตกแต่งด้วยหอยเบี้ย แต่ไม่สวมเครื่องประดับขา ผู้หญิงที่สถานภาพสูงจะสวมหอยเบี้ย (Jacobs, 2012: 103-129)

ตัวอย่างลูกปัดแก้วที่ใช้ศึกษา

ลูกปัดแก้วที่เลือกนำมาศึกษาในครั้งนี้ มีจำนวนทั้งสิ้น 254 ตัวอย่างทั้งหมดได้มาจากการสำรวจและขุดค้นทางโบราณคดีจากแหล่งโบราณคดี 14 แหล่ง ที่อยู่ใกล้ลำน้ำสายสำคัญในพื้นที่ภาคกลางของไทย แหล่งโบราณคดีทั้งหมดล้วนแล้วแต่มีอายุอยู่ในช่วงยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย ถึงยุคประวัติศาสตร์ตอนต้นหรือสมัยทวารวดี โดยสามารถจัดกลุ่มแหล่งโบราณคดีตามยุคสมัยได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 แหล่งโบราณคดียุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย หรือ สมัยเหล็ก มีอายุอยู่ในช่วงพุทธศตวรรษที่ 1-11

กลุ่มที่ 2 แหล่งโบราณคดีที่มีการใช้งานต่อเนื่องตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายหรือสมัยเหล็ก (ราวพุทธศตวรรษที่ 1-11) จนถึงยุคประวัติศาสตร์ตอนต้นหรือสมัยทวารวดี

กลุ่มที่ 3 แหล่งโบราณคดียุคประวัติศาสตร์ตอนต้น หรือสมัยทวารวดี มีอายุอยู่ในช่วงพุทธศตวรรษที่ 11-16

ตารางที่ 1 แสดงกลุ่มแหล่งโบราณคดี รายชื่อแหล่งโบราณคดี และจำนวนลูกปัดแก้วที่ใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษา

แหล่งโบราณคดี	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ลุ่มแม่น้ำ	จำนวนตัวอย่างลูกปัดแก้ว
กลุ่มที่ 1 แหล่งโบราณคดียุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย 1 แหล่ง จำนวน 10 ตัวอย่าง					
บ้านโป่งมะนาว	ห้วยขุนราม	พัฒนานิคม	ลพบุรี	เจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก	10
กลุ่มที่ 2 แหล่งโบราณคดียุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายต่อเนื่องสมัยทวารวดี 4 แหล่ง จำนวน 40 ตัวอย่าง					
บ้านพรหมหินใต้	หลุมข้าว	โคกสำโรง	ลพบุรี	เจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก	21
โบราณสถานวัดปิ่น	ท่าหิน	เมืองลพบุรี	ลพบุรี	เจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก	8
เมืองศรีเทพ	ศรีเทพ	ศรีเทพ	เพชรบูรณ์	เจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก	7
โคกพลับ	โพหัก	บางแพ	ราชบุรี	ท่าจีน-แม่กลอง	4
กลุ่มที่ 3 แหล่งโบราณคดีสมัยทวารวดี 9 แหล่ง จำนวน 204 ตัวอย่าง					
บ้านคูเมืองอินทร์บุรี	ห้วยชัน	อินทร์บุรี	สิงห์บุรี	เจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก	13
เมืองขีดขิน	บ้านหมอ	บ้านหมอ	สระบุรี	เจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก	36

แหล่งโบราณคดี	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ลุ่มแม่น้ำ	จำนวนตัวอย่าง ลูกปัดแก้ว
เมืองโบราณคูบัว	คูบัว	เมืองราชบุรี	ราชบุรี	ท่าจีน-แม่กลอง	23
บ้านการุ้ง	เมืองการุ้ง	บ้านไร่	อุทัยธานี	ท่าจีน-แม่กลอง	9
หอยเือก	พระประโทน	เมืองนครปฐม	นครปฐม	ท่าจีน-แม่กลอง	27
ธรรมศาลา	ธรรมศาลา	เมืองนครปฐม	นครปฐม	ท่าจีน-แม่กลอง	17
เนินพลับพลา	อู่ทอง	อู่ทอง	สุพรรณบุรี	ท่าจีน-แม่กลอง	31
เมืองโบราณดงละคร	ดงละคร	เมืองนครนายก	นครนายก	บางปะกง-ปราจีนบุรี	17
สรมะเพือง	โคกปึก	ศรีมโหสถ	ปราจีนบุรี	บางปะกง-ปราจีนบุรี	31



แผนที่ 1 แผนที่แสดงตำแหน่งของแหล่งโบราณคดีที่ศึกษา

ส่วนหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกลูกปัดแก้วที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง มีดังนี้

1. คัดเลือกลูกปัดแก้วที่พบจากทุกชั้นดินของการขุดค้นในแต่ละแหล่งโบราณคดี
2. ในแต่ละชั้นดินเลือกลูกปัดแก้วให้ครบทุกสี และทุกรูปทรง
3. ในกรณีที่แหล่งโบราณคดีแห่งนั้นพบลูกปัดจำนวนไม่มากนัก จะเลือกทั้งหมดที่พบ

เมื่อคัดเลือกลูกปัดแก้วเรียบร้อยแล้ว จึงดำเนินการศึกษาวิเคราะห์ตามขั้นตอนต่อไป

การวิเคราะห์ลูกปัดแก้ว

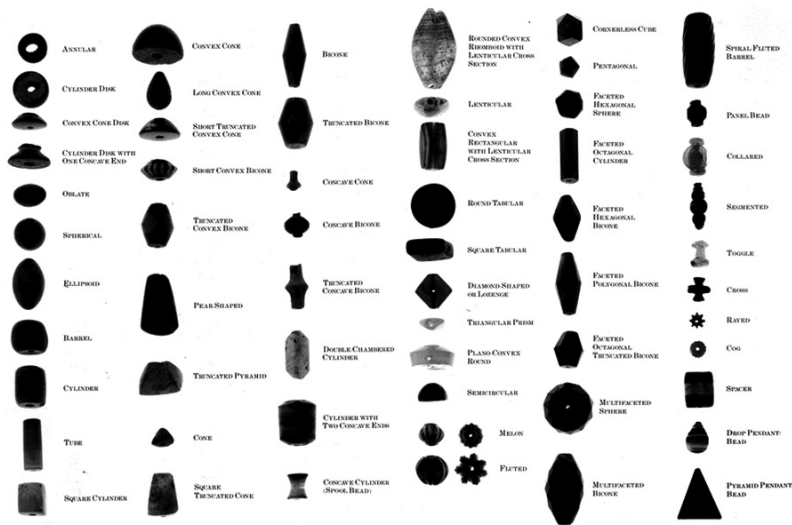
การศึกษาลูกปัดแก้วทำได้หลายวิธีอาจแบ่งออกได้ตามการศึกษาจากคุณลักษณะต่าง ๆ ของวัตถุได้ ดังนี้

1. องค์ประกอบด้านรูปทรง (formal attribute, shape attribute)
2. องค์ประกอบด้านการตกแต่ง หรือผิวนอก (stylistic attribute, surface attribute)
3. องค์ประกอบด้านเทคโนโลยี (technological attribute)

การศึกษาองค์ประกอบด้านรูปทรงและการตกแต่งนั้น เป็นการศึกษาลักษณะทางกายภาพของลูกปัดด้วยตาเปล่า ส่วนการศึกษาองค์ประกอบด้านเทคโนโลยี จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การตรวจคุณสมบัติทางสเปกตรัมโดย Spectrograph (โสมสุตา, 2517: 13-44) การใช้เครื่อง Scanning Electron Microscope พร้อมด้วยอุปกรณ์ติดตั้งเอ็กซ์เรย์ (SEM-EDX) (มุสดี, 2548: 4) การวิเคราะห์อนุภาคด้วยเทคนิค PIXE (Particle-induced X-ray Emission) (สมาคมนิวเคลียร์แห่งประเทศไทย 2564) การใช้ลำแสงซินโครตรอน (Synchrotron) ด้วยเทคนิควัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (X-ray diffraction หรือ XRD) (ประพงษ์, 2553: 4-11) หรือการวิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในกลุ่ม Micro analysis และ Surface analysis ด้วยเครื่อง Electron Probe MicroAnalyzer (EPMA)

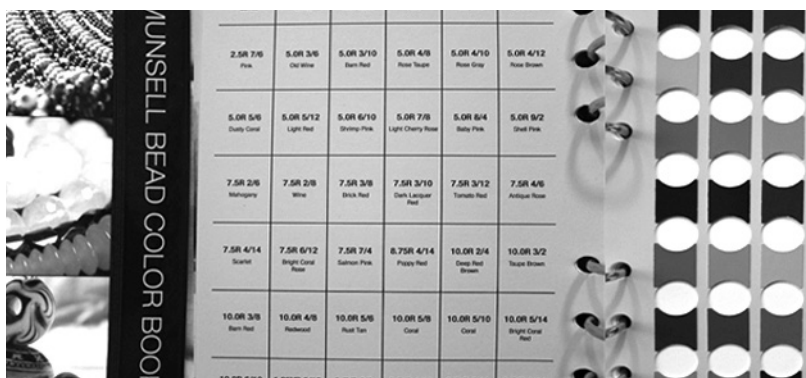
การศึกษาในครั้งนี้ จะใช้การวิเคราะห์คุณลักษณะของลูกปัดแก้วทั้ง 3 องค์ประกอบ โดยมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. จำแนกรูปทรงภายนอก โดยใช้เกณฑ์ของ Horace C. Beck (Dubin, 1987: 342-343) ที่จัดจำแนกรูปทรงของลูกปัดหินและแก้วไว้ 59 แบบ ดังนี้



ภาพที่ 1 ลูกปัดทั้ง 59 แบบ จัดจำแนกโดย Horace C. Beck
ที่มา : Lois Sherr Dubin, *The history of beads from 30,000 B.C. to the present* (New York: Harry N. Abrams, c1987), 342-343.

2. จำแนกสี โดยเทียบสีลูกปัดแก้วกับหนังสือเทียบสีลูกปัดในระบบ Munsell (Munsell Bead Color Book) ซึ่งได้แบ่งสีตาม Hue หรือเฉดสีหลัก และ Intermediate Hues หรือสีผสมของเฉดสีหลัก ทั้งนี้ เพื่อให้การเทียบสีเป็นไปอย่างแม่นยำ ก่อนการเทียบสี จะนำลูกปัดแก้วชุบน้ำให้พอหมาด เพื่อให้สีลูกปัดชัดเจนยิ่งขึ้น ขณะเทียบสี ควรวางลูกปัดไว้บนพื้นหลังสีขาว และต้องใช้แสงสว่างจากธรรมชาติเท่านั้น



ภาพที่ 2 ตัวอย่างสีจากหนังสือเทียบสีลูกปัดแก้วในระบบ Munsell
(Munsell Bead Color Book)

3. วัดขนาดกว้าง ยาว/สูง เส้นผ่านศูนย์กลางรอบนอก และเส้นผ่านศูนย์กลางรูลูกปัด ซึ่งค่าที่วัดได้นั้น จะนำมาศึกษารูปทรงลูกปัด โดยคำนวณจากสัดส่วนระหว่างความกว้างกับความยาว รวมถึงศึกษาเทคนิคการผลิตลูกปัด ลูกปัดที่ผลิตโดยการดึง (drawn bead) รูของลูกปัดทั้ง 2 ฝั่งจะมีขนาดเท่ากัน ขณะที่ลูกปัดที่ผลิตโดยการพัน (wound bead) รูของลูกปัดทั้งสองด้านอาจไม่เท่ากัน เนื่องมาจากขั้นตอนการพันเนื้อแก้วเป็นลูกปัด



ภาพที่ 3 การวัดขนาดลูกปัดรูปทรงต่าง ๆ

4. ชั่งน้ำหนัก โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักระบบดิจิทัลที่มีค่าทศนิยมสองตำแหน่งขึ้นไป

5. ใช้กล้องขยายส่องดูร่องรอยต่าง ๆ ที่ปรากฏบนผิวลูกบิด เช่น การตกแต่งผิวลูกบิด ฟองอากาศ รอยตัด และรอยตำหนิ ร่องรอยเหล่านี้จะบอกได้ถึงเทคนิคการผลิตและการใช้งาน โดยร่องรอยบนลูกบิดที่บ่งบอกถึงเทคนิคการผลิต ยกตัวอย่างเช่น การผลิตลูกบิดแก้วด้วยวิธีดึง จะปรากฏฟองอากาศที่ผิวหรือเนื้อลูกบิดในลักษณะยาวเรียวและเรียงตัวในแนวยาว ซึ่งเกิดจากการดึงยืดแก้วเป็นแท่งยาว และสามารถสังเกตรอยตัดแท่งแก้วเป็นลูกบิดขนาดต่าง ๆ ที่แม้ว่าจะมีการหลอมซ้ำเพื่อลบคมจากการตัดแล้ว แต่บางครั้งก็เหลือร่องรอยไว้ ในขณะที่การผลิตลูกบิดแก้วด้วยวิธีพั่น จะปรากฏฟองอากาศและริ้วของแก้วที่เรียงตัวตามแนวขวางของลูกบิดแก้ว และรูของลูกบิดทั้งสองด้านมักมีขนาดไม่เท่ากัน เป็นต้น



ภาพที่ 4 แสดงลูกบิดที่ผลิตด้วยวิธีดึง จะปรากฏฟองอากาศในแนวยาวและมีร่องรอยที่เกิดจากการตัด ซึ่งสามารถแบ่งออกได้หลายระดับ คือ R0: มีร่องรอยเหลือมาก เพราะโดนความร้อนน้อย, R1: ได้รับความร้อนพอประมาณ จึงลบรอยตัดได้บ้าง, R2-3: ได้รับความร้อนเหมาะสม จึงได้ลูกบิดที่มีรอยตัดกลมมน

6. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเทคโนโลยีด้วยอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการวิเคราะห์ในครั้งนี้ เลือกใช้การวิเคราะห์หาธาตุประกอบเชิงปริมาณ และคุณภาพในกลุ่ม micro analysis และ surface analysis ด้วยเครื่อง Electron Probe MicroAnalyzer (EPMA) เนื่องจากวิธีนี้ สามารถศึกษาองค์ประกอบได้อย่างครอบคลุม คือศึกษาได้ทั้งองค์ประกอบด้านการตกแต่งหรือผิวนอกและองค์ประกอบด้านเทคโนโลยี ทำให้ได้ข้อมูลทั้งเรื่องเทคนิค

การผลิต และธาตุประกอบทางเคมีภายในลูกปัดแก้วแต่ละลูก นอกจากนั้น กระบวนการวิเคราะห์ทำเพียงแค่ขีดพื้นผิวลูกปัดบางส่วนให้เรียบเท่านั้น ไม่จำเป็นต้องบดทำลายตัวอย่างลูกปัด และงบประมาณที่ใช้ก็ไม่สูงมากนัก

การนำลูกปัดแก้วไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง EPMA จำเป็นต้องผ่านกระบวนการเตรียมลูกปัดโดยเริ่มจากนำตัวอย่างลูกปัดที่จะวิเคราะห์แยกบรรจุในภาชนะ กำหนดหมายเลขประจำวัตถุให้เรียบร้อย ล้างลูกปัดด้วยน้ำสะอาด ใช้แปรงอ่อน ๆ ขัดเพื่อล้างดินที่ติดมาจากการขุดค้น จากนั้นจึงขีดทำความสะอาดลูกปัดให้เรียบร้อย ก่อนนำไปบรรจุในถุงตามหมายเลขของตัวอย่าง

เมื่อทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วจึงนำไปวิเคราะห์ทางองค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่อง EPMA การศึกษาในครั้งนี้ ได้ใช้เครื่อง EPMA ของภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้กำลังขยาย 40 และ 250 เท่า เพื่อกำหนดพื้นที่บนตัวลูกปัดที่ต้องการวิเคราะห์ การศึกษาในครั้งนี้จะวิเคราะห์ทั้งหมด 3 พื้นที่ แล้วจึงหาค่าเฉลี่ยของผลวิเคราะห์ออกมา

การศึกษาในครั้งนี้ เลือกวิเคราะห์หาปริมาณธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักในลูกปัดแก้ว โดยแยกเป็นกลุ่มธาตุ ดังนี้

6.1 กลุ่มของธาตุที่ช่วยให้ก่อตัวเป็นรูปร่างและช่วยในการคงสภาพ มีดังนี้

- (1) ซิลิกา (silica - Si)
- (2) แคลเซียม (calcium - Ca หรือlime)
- (3) อะลูมินา (alumina - Al)
- (4) แมกนีเซียม (magnesium - Mg)

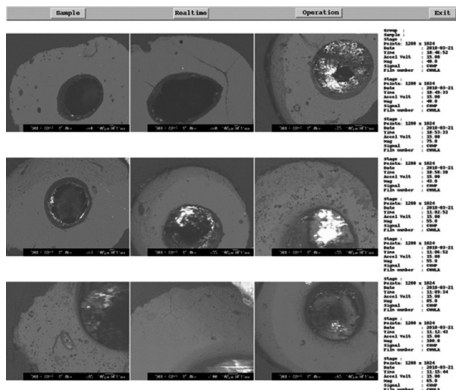
6.2 กลุ่มของธาตุที่ช่วยลดอุณหภูมิในการหลอมละลาย มีดังนี้

- (1) โซเดียม (sodium - Na หรือ alkali soda)
- (2) โพแทส (potash - K)

6.3 กลุ่มของธาตุอื่น ๆ ที่มีปริมาณน้อย และมีส่วนช่วยให้เกิดสีต่าง ๆ

(Koleini, 2019: 2343-2369) เช่น

- (1) เหล็ก (iron - Fe) ให้สีแดงและเหลือง
- (2) ตะกั่ว (lead - Pb) ให้สีเหลือง
- (3) ฟอสฟอรัส (phosphorus - P) ให้สีขาว
- (4) ไทเทเนียม (titanium - Ti) ให้สีขาว
- (5) ทองแดง (copper - Cu) ให้สีเขียวและแดง
- (6) ดีบุก (tin - Sn) ให้สีเหลือง
- (7) ซัลเฟอร์ (sulfur - S) ให้สีฟ้า/สีน้ำเงิน
- (8) โคบอลต์ (cobalt - Co) ให้สีฟ้า/สีน้ำเงิน

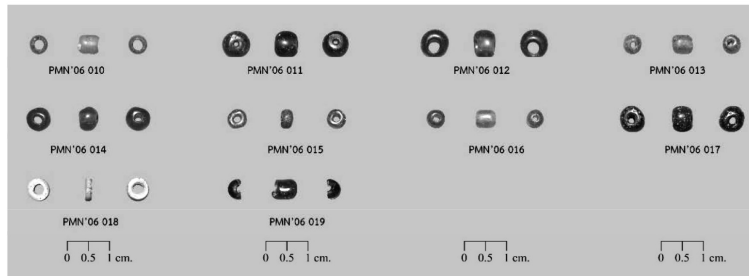


ภาพที่ 5 เครื่อง Electron Probe Micro-Analyzer (EPMA) ของภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และตัวอย่างภาพขยายพื้นผิวของลูกบิด แก้วภายในเครื่อง EPMA ระหว่างเลือกพื้นที่เพื่อวิเคราะห์ธาตุประกอบทางเคมี

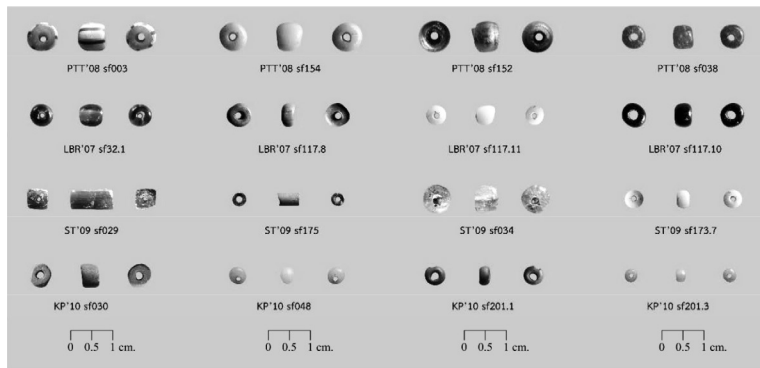
เมื่อได้ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามกลุ่มธาตุต่าง ๆ ของลูกปัดแก้ว จากแหล่งโบราณคดีทั้ง 14 แหล่งแล้ว จึงนำไปจัดกลุ่มลูกปัดแก้วตามธาตุประกอบ ตามการศึกษาของนักวิจัยหลายท่าน (Dussubieux, 2001; Lankton & Dussubieux, 2006; Dussubieux et al., 2010b; Dussubieux and Gratuze, 2010a; Lankton, n.d.) สามารถจำแนกลูกปัดแก้วออกเป็น 7 กลุ่ม แต่ละกลุ่มสามารถบ่งชี้ได้ถึงแหล่งผลิตลูกปัดแก้ว ดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงกลุ่มลูกปัดแก้วจำแนกตามองค์ประกอบทางเคมี สิ่งบ่งชี้
สำคัญและแหล่งผลิตสำคัญในสมัยโบราณของลูกปัดแก้วแต่ละกลุ่ม

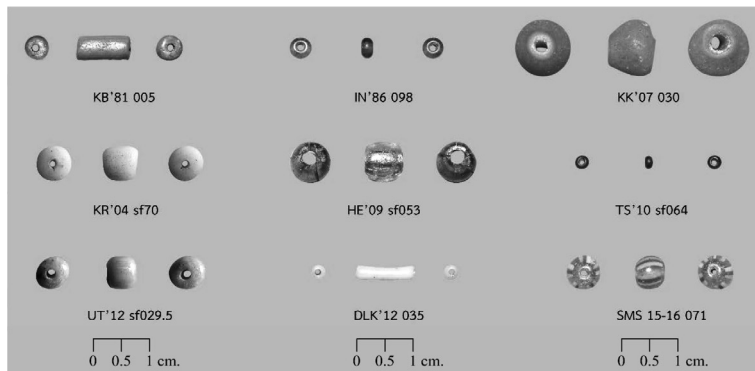
กลุ่มลูกปัดแก้ว	สิ่งบ่งชี้สำคัญ	แหล่งผลิตสำคัญ
กลุ่มที่ 1 ลูกปัดแก้วโปแตสเซียม (K)	มีปริมาณโปแตสเซียม 15% ขึ้นไป	เริ่มผลิตขึ้นที่อินเดียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในยุคก่อนประวัติศาสตร์ ราวพุทธศตวรรษที่ 1
กลุ่มที่ 2 ลูกปัดแก้วอะลูมินา (m-Na-Al)	มีปริมาณอะลูมินาสูงตั้งแต่ 5% ขึ้นไป แคลเซียม 2-3% และโซเดียม 10% ขึ้นไป	เริ่มผลิตขึ้นที่อินเดียและศรีลังกา ราวพุทธศตวรรษที่ 2 ต่อมาจึงขยายพื้นที่ไปยังจีน ประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และประเทศในทวีปแอฟริกา ตะวันออก พบการผลิตต่อเนื่องจนถึงพุทธศตวรรษที่ 24
กลุ่มที่ 3 ลูกปัดแก้วแคลเซียม (m-Na-Ca)	ปริมาณแคลเซียมสูงตั้งแต่ 5% ขึ้นไป อะลูมินา 2-3% และโซเดียม 10% ขึ้นไป	ยังไม่สามารถระบุแหล่งผลิตแรกเริ่มได้ชัดเจน แต่ ปรากฏการผลิตขึ้นในแถบเมดิเตอร์เรเนียนตะวันออก ประเทศอินเดียและศรีลังกา เมื่อราวพุทธศตวรรษที่ 2
กลุ่มที่ 4 ลูกปัดแก้วตะกั่ว (Pb)	มีปริมาณของตะกั่ว มากกว่า 20% ขึ้นไป	เริ่มผลิตขึ้นที่จีน ตั้งแต่พุทธศตวรรษที่ 8
กลุ่มที่ 5 ลูกปัดแก้วซีเฝ้าพิชที่มีแคลเซียมสูง (v-Na-Ca)	มีซีเฝ้าพิชเป็นส่วนผสมในการผลิตแก้ว โดยมีปริมาณของแคลเซียม 5-10% โซเดียม 10% ขึ้นไป และมีปริมาณโปแตสเซียมและแมกนีเซียม มากกว่า 2%	เริ่มผลิตขึ้นในประเทศแถบตะวันออกกลาง ในพุทธศตวรรษที่ 6-16
กลุ่มที่ 6 ลูกปัดแก้วซีเฝ้าพิชที่มีอะลูมินาสูง (v-Na-Al)	มีซีเฝ้าพิชเป็นส่วนผสมในการผลิตแก้ว มีปริมาณของอะลูมินา 2-6% แคลเซียม 5-10% แมกนีเซียม 2-5% โซเดียม 10-17% โปแตสเซียม 2-5%	ผลิตครั้งแรกในเมืองบารา (Bara) ประเทศปากีสถาน ตอนเหนือของอินเดีย เขตซินเจียงของจีน และ บังคลาเทศ ในพุทธศตวรรษที่ 4-7 และในช่วงพุทธ ศตวรรษที่ 14 เป็นต้นไป ปรากฏการผลิตกลุ่มย่อยของ แก้วชนิดนี้ 2 กลุ่มย่อย กลุ่มย่อยที่ 1 ผลิตในบริเวณ แอฟริกาทางตอนใต้ของซายารา (Sub-Saharan Africa) กลุ่มย่อยที่ 2 พบในหมู่เกาะสุมาตรา และในเคนยา
กลุ่มที่ 7 ลูกปัดแก้วมิโซดาในปริมาณสูง (m-Na-Ca-Al)	เป็นแก้วที่ไม่ใช่กลุ่มอะลูมินาและโพแทส (non alumina, non potash glass) เนื่องจากแก้วกลุ่มนี้มีองค์ประกอบของ โซเดียมค่อนข้างสูง และมีความแตกต่างจาก แก้วอะลูมินากลุ่มอื่น จึงกำหนดว่าเป็นแก้ว ที่ไม่ใช่กลุ่มอะลูมินาและโพแทส โดยมีมิโซดาใน ปริมาณสูง (10 – 15%) มีแมกนีเซียมและ โพแทสเซียมต่ำ (ต่ำกว่า 1.5%) มีหินปูน และอะลูมินาไม่เกิน 7%	เนื่องจากมีองค์ประกอบที่หลากหลาย ทั้งยังมีความ คล้ายคลึงกับแก้วจากตะวันออกกลางคือ ซีเรีย- ปาเลสไตน์ (Syro-Palestinian glass) หรือคล้ายกับ กลุ่มแก้ว m-Na-Al นักวิชาการหลายท่านจึงต้องใช้ วิธีการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบอย่างละเอียด และเมื่อ เทียบเคียงความคล้ายคลึงกันของกลุ่มแก้ว m-Na-Ca-Al และแก้วจากอริเคเมซุ (Arika glass) ในอินเดียได้แล้ว พบแก้วประเภทนี้มากถึง 30% ซึ่งมีอายุราวพุทธ ศตวรรษที่ 2 เป็นต้นไป ขณะที่พบได้น้อยในประเทศไทย ศรีลังกาและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทั้งนี้ในประเทศไทย พบตัวอย่างลูกปัดประเภทนี้มากที่สุดที่แหล่งโบราณคดีภูเข ทอง จังหวัดระนอง



ภาพที่ 6 ตัวอย่างลูกปัดแก้วจากแหล่งโบราณคดียุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้



ภาพที่ 7 ตัวอย่างลูกปัดแก้วจากแหล่งโบราณคดียุคประวัติศาสตร์ตอนปลาย ต่อเนื่องถึงสมัยทวารวดี ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้



ภาพที่ 8 ตัวอย่างลูกปัดแก้วจากแหล่งโบราณคดีสมัยทวารวดี ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ผลการวิเคราะห์

จากการศึกษาลูกปัดแก้วจำนวน 254 ลูก จากแหล่งโบราณคดีทั้ง 3 กลุ่ม ที่มีอายุในยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย ถึงยุคประวัติศาสตร์ตอนต้นหรือสมัยทวารวดี จำนวน 14 แหล่ง ได้ผลการศึกษาและข้อสังเกต ดังนี้

รูปทรง ขนาด และสี

แหล่งโบราณคดีกลุ่มที่ 1 ยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย

ลูกปัดมีความหลากหลายของรูปทรงและสีน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งโบราณคดีอีก 2 กลุ่ม คือพบเพียงจำนวน 3 รูปทรง ได้แก่ ทรงกระบอก (cylinder) ทรงกระบอกสั้น (cylinder disk) และทรงกลมแป้น (spherical) แต่ละรูปทรงมีขนาดของลูกปัด 1-2 ขนาด (ดูตารางที่ 3) ขณะที่สีพบ 7 เฉดสี (Intermediate Hues) ใน 3 กลุ่มเฉดสีหลัก (Hue) ได้แก่ กลุ่มสีฟ้า/น้ำเงิน (B, BG, PB) สีเขียว (G, GY, BG) และ สีส้ม (YR) (ดูตารางที่ 4)

แหล่งโบราณคดีกลุ่มที่ 2 ยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายต่อเนื่องสมัยทวารวดี

ลูกปัดมีความหลากหลายของรูปทรงและสีมากขึ้น โดยพบจำนวน 7 รูปทรง ได้แก่ ทรงแท่งสี่เหลี่ยม (square cylinder) ทรงกระบอกป่องกลาง (barrel) ทรงกระบอกสั้น (cylinder disk) ทรงกลมแบน (oblate) ทรงกลมแป้น (spherical) ทรงวงแหวน (annular) และทรงหลอด (tube) แต่ละรูปทรงมีขนาดของลูกปัด 1-2 ขนาด (ดูตารางที่ 3) ขณะที่สีของลูกปัดพบจำนวน 10 เฉดสี (Intermediate Hues) ใน 6 กลุ่มเฉดสีหลัก (Hue) ได้แก่ กลุ่มสีฟ้า/น้ำเงิน (B, BG, PB) สีเขียว (G, GY, BG) สีส้ม (YR) สีแดง (R) สีเหลือง (Y) สีดำ (N1) นอกจากนั้นยังพบลูกปัดเส้นสี (ดูตารางที่ 4)

แหล่งโบราณคดีกลุ่มที่ 3 ยุคประวัติศาสตร์ตอนต้นหรือสมัยทวารวดี

ลูกปัดแก้วที่พบมีความหลากหลายมากที่สุดทั้งด้านรูปทรง ขนาด และสี โดยพบทั้งหมด 8 รูปทรง ได้แก่ ทรงมีคอคอด (collared) ทรงกระบอกป่องกลาง (barrel) ทรงกระบอกสั้น (cylinder disk) ทรงกลมแบน (oblate) ทรงกลมแป้น (spherical) ทรงวงแหวน (annular) ทรงหลอด (tube) และ

ทรงมีคอคอด (collared) ในแต่ละรูปทรงยังสามารถจัดแบ่งขนาดออกได้ 2-5 ขนาดขึ้นไป (ดูตารางที่ 3)

ส่วนความหลากหลายของสี พบจำนวนมากถึง 12 เฉดสี (Intermediate Hues) ใน 8 กลุ่มเฉดสีหลัก (Hue) ได้แก่ กลุ่มสีฟ้า/น้ำเงิน (B, BG, PB) สีเขียว (G, GY, BG) สีส้ม (YR) สีนํ้าตาล (YR) สีแดง (R) สีเหลือง (Y) สีดำ (N1) สีขาว (N9.5) นอกจากนั้นยังพบลูกปิดเส้นสี และลูกปิดสองสี (แก้วสีเขียว หุ้มแก้วสีเหลือง) (ดูตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 แสดงรูปทรงลูกปิด และค่าเฉลี่ยขนาดลูกปิดแต่ละรูปทรง ที่พบจากการศึกษาในแหล่งโบราณคดีแต่ละยุคสมัย

รูปทรง ยุค/สมัย	ก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย				ก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย-ทวารวดี				ทวารวดี			
	ขนาดเฉลี่ย (มม.)				ขนาดเฉลี่ย (มม.)				ขนาดเฉลี่ย (มม.)			
	ยาว/ สูง	กว้าง	รู	น.น. (ก.)	ยาว/ สูง	กว้าง	รู	น.น. (ก.)	ยาว/ สูง	กว้าง	รู	น.น. (ก.)
	-	-	-	-	3.70	4.72	1.58	0.15	3.80	4.91	1.64	0.16
	-	-	-	-	-	-	-	-	5.70	6.77	1.66	0.41
	-	-	-	-	-	-	-	-	11.68	14.49	2.86	3.13
2.กระบอกสั้น (cylinder disk) 	-	-	-	-	-	-	-	-	1.61	3.02	1.16	0.04
	2.05	4.76	2.11	0.08	2.72	4.09	1.34	0.12	2.69	4.56	1.54	0.10
	4.54	3.94	1.07	0.12	-	-	-	-	4.03	6.15	1.34	0.23
	-	-	-	-	-	-	-	-	6.04	8.96	2.83	0.74
3.กลมแบน (oblate) 	-	-	-	-	-	-	-	-	1.66	1.78	0.79	<0.01
	-	-	-	-	3.25	3.45	0.95	0.08	4.03	4.46	1.42	0.14
	-	-	-	-	-	-	-	-	7.15	6.87	1.86	0.50
4.กลมแป้น (spherical) 	-	-	-	-	3.95	4.12	1.00	0.11	3.09	3.26	1.21	0.06
	4.87	5.08	1.83	0.19	-	-	-	-	4.71	4.96	1.28	0.19
	-	-	-	-	-	-	-	-	6.19	6.14	2.32	0.35
	-	-	-	-	-	-	-	-	8.33	9.84	1.27	0.77
5.กระบอก ป่องกลาง (barrel) 	-	-	-	-	5.71	5.69	1.88	0.28	2.08	2.25	0.73	0.03
	-	-	-	-	-	-	-	-	5.48	5.50	1.42	0.31

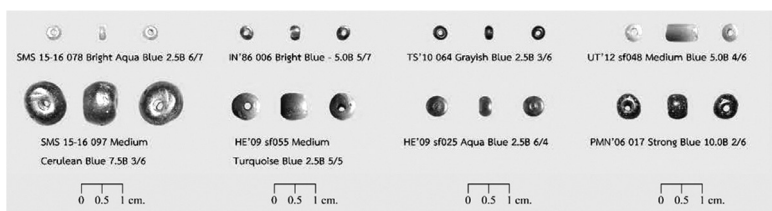
รูปทรง ยุค/สมัย	ก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย				ก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย-ทวารวดี				ทวารวดี			
	ขนาดเฉลี่ย (มม.)				ขนาดเฉลี่ย (มม.)				ขนาดเฉลี่ย (มม.)			
	ยาว/ สูง	กว้าง	รู	น.น. (ก.)	ยาว/ สูง	กว้าง	รู	น.น. (ก.)	ยาว/ สูง	กว้าง	รู	น.น. (ก.)
6.กระบอก (cylinder) 	-	-	-	-	-	-	-	-	3.53	3.47	0.95	0.07
	5.25	5.02	1.80	0.14	-	-	-	-	6.84	5.92	1.71	0.41
7.หลอด (tube) 	-	-	-	-	-	-	-	-	2.57	1.97	-	<0.01
	-	-	-	-	-	-	-	-	4.74	2.49	0.84	0.06
	-	-	-	-	-	-	-	-	6.05	2.74	1.11	0.08
	-	-	-	-	8.66	3.29	1.07	0.15	8.72	4.53	1.45	0.26
	-	-	-	-	-	-	-	-	10.56	4.65	1.35	0.46
8.แท่งสี่เหลี่ยม (square cylinder) 	-	-	-	-	9.40	4.30	1.00	0.37	-	-	-	-
9.มีคอคอด (collared) 	-	-	-	-	-	-	-	-	19.58	8.68	4.06	3.22

ตารางที่ 4 แสดงกลุ่มสีของลูกปัดแก้วที่พบจากศึกษาในแหล่งโบราณคดีแต่ละยุคสมัย

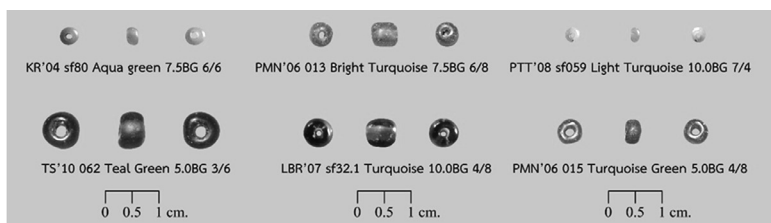
สี	ยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย (ลูก)	ยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย-ทวารวดี (ลูก)	สมัยทวารวดี (ลูก)
กลุ่มสีฟ้า/น้ำเงิน (B, BG, PB)			
Grayish Blue 2.5B 3/6	-	-	4
Medium Turquoise Blue - 2.5B 5/5	-	-	4
Aqua Blue 2.5B 6/4	-	-	2
Bright Aqua Blue 2.5B 6/7	-	-	5
Medium Blue - 5.0B 4/6	-	-	8
Bright Blue 5.0B 5/7	-	-	1
Medium Cerulean Blue 7.5B 3/6	-	-	2
Strong Blue 10.0B 2/6	1	-	-
Deep Teal Blue 10.0BG 3/6	-	1	3
Light blue spruce 5.0BG 6/3	-	-	1
Ice Blue 5.0BG 8/2	-	1	-
Bright Teal Blue 7.5BG 3/8	-	-	1
Deep Blue 2.5PB 3/8	3	1	4
Dusk Blue 5.0PB 4/8	-	1	-

สี	ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ตอนปลาย (ลูก)	ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ตอนปลาย-ทวารวดี (ลูก)	สมัยทวารวดี (ลูก)
Ultramarine 6.25PB 3/12	1	3	6
กลุ่มสีเขียว (G, GY, BG)			
Dark Green 2.5G 3/6	-	-	1
Light Almond Green 2.5G 6/4	-	-	3
Surf Green 5.0G 5/4	-	-	2
Jade Green 7.5G 5/6	-	-	1
Foliage 7.5GY 5/8	-	-	1
Dark Jade Green 10.0G 4/5	-	-	1
Emerald Green 10.0G 5/10	-	1	1
Light Jade Green 10.0G 6/6	1	-	3
Leaf Green 7.5GY 6/6	-	-	2
Deep Grass Green 10.0GY 5/8	-	1	6
Grass Green 10.0GY 5/10	-	-	1
Apple Green 10.0GY 6/6	-	2	9
Teal Green 5.0BG 3/6	-	-	2
Turquoise Green 5.0BG 4/8	1	-	3
Aqua Green 7.5BG 6/6	1	-	4
Bright Turquoise 7.5BG 6/8	1	-	-
Turquoise 10.0BG 4/8	-	2	9
Light Turquoise 10.0BG 7/4	-	1	-
Dusty Aqua Green 2.5B 7/2	-	-	1
กลุ่มสีส้ม (YR)			
Bright Orange 1.25YR 5/12	-	-	1
Terra Cotta 2.5YR 4/10	-	1	3
Copper 2.5YR 5/10	1	2	16
Russet Orange - 5.0YR 6/12	-	-	3
Orange 2.5YR 6/14	-	3	2
Sandalwood 7.5YR 5/10	-	-	3
กลุ่มสีน้ำตาล (YR)			
Fawn 5.0YR 2/4	-	-	1
Cocoa Brown 7.5YR 2/4	-	-	1
Taupe Brown 10.0R 3/2	-	-	1
กลุ่มสีแดง (R)			
Dusty Coral 5.0R 5/6	-	-	1
Brick red 7.5R 3/8	-	3	20
Dark Lacquer Red 7.5R 3/10	-	1	-
Antique Rose 7.5R 4/6	-	1	5
Barn Red 10.0R 3/8	-	1	11

สี	ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ตอนปลาย (ลูก)	ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ตอนปลาย-ทวารวดี (ลูก)	สมัยทวารวดี (ลูก)
Redwood 10.0R 4/8	-	-	2
กลุ่มสีเหลือง (Y)			
Mustard Gold 2.5Y 6/8	-	-	1
Light gold 2.5Y 7/8	-	1	-
Sunlight yellow 5.0Y 8/8	-	2	7
Daffodil 5.0Y 8/10	-	2	4
Butter Cup 5.0Y 8/12	-	1	-
Pearl 5.0Y 9/2	-	1	3
Canary Yellow 7.5Y 9/6	-	1	1
Topaz 10.0YR 5/10	-	1	1
Citron 10.0Y 7/5	-	-	1
สีดำ			
Lamp black N1	-	1	18
สีขาว			
Bright White N9.5	-	-	2
อื่น ๆ			
ลูกปัดเส้นสี	-	4	4
ลูกปัดสองสี แก้วสีเขียวหุ้มแกนสี เหลือง	-	-	1
รวม	10	40	204
รวมทั้งหมด	254		



ภาพที่ 9 ตัวอย่างลูกปัดแก้วกลุ่มสีฟ้า



ภาพที่ 10 ตัวอย่างลูกปัดแก้วกลุ่มสีเขียว

วิธีการผลิต

จากการเก็บข้อมูลร่องรอยที่ปรากฏบนลูกปัด ทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการผลิตลูกปัดแก้ว ในแต่ละกลุ่มแหล่งโบราณคดี ดังนี้

แหล่งโบราณคดีกลุ่มที่ 1 ยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย พบวิธีการผลิตลูกปัดแก้ว 1 วิธี คือ

(1) ผลิตโดยการดึง (drawn bead) จำนวน 10 ลูก

แหล่งโบราณคดีกลุ่มที่ 2 ยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายต่อเนื่อง สมัยทวารวดี พบวิธีการผลิตลูกปัดแก้ว 2 วิธี คือ

(1) ผลิตโดยการดึง (drawn bead) จำนวน 39 ลูก จากทุกแหล่งโบราณคดี

(2) ผลิตโดยการพัน (wound bead) จำนวน 1 ลูก จากโบราณสถานวัดปิ่น

แหล่งโบราณคดีกลุ่มที่ 3 ยุคประวัติศาสตร์ตอนต้นหรือสมัยทวารวดี พบวิธีการผลิตลูกปัดแก้ว 4 วิธี คือ

(1) ผลิตโดยการดึง (drawn bead) จำนวน 197 ลูก จากทุกแหล่งโบราณคดี

(2) ผลิตโดยการพัน (wound bead) จำนวน 4 ลูก จากแหล่งโบราณคดีบ้านคูเมือง อินทร์บุรี จำนวน 1 ลูก เมืองขีดขิน จำนวน 2 ลูก และแหล่งโบราณคดีเนินพลับพลา จำนวน 1 ลูก

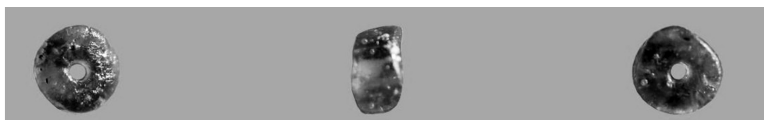
(3) ผลิตโดยการดึงและพัน จำนวน 1 ลูก จากแหล่งโบราณคดีหอเอก เป็นการผลิตลูกปัดแก้วสองสี คือสีเหลืองและเขียว โดยเป็นการดึงแท่งแก้วสีเหลืองเป็นแกนด้านใน จากนั้นนำแผ่นแก้วสีเขียวมาหุ้มพันทับด้านนอก แล้วจึงให้ความร้อนจนเนื้อหลอมติดกัน ก่อนตัดแต่งเป็นเม็ดลูกปัด

(4) ผลิตโดยการดึงและแต่งเป็นรูปทรง จำนวน 2 ลูก ได้แก่ ลูกปัดแก้วทรงคอคอด จากเมืองโบราณคูบัว และทรงกระบอกสี่เหลี่ยม จากเมืองศรีเทพ

ลูกปัดแก้วทรงคอคอด ผลิตโดยการดึงแท่งแก้วให้เป็นทรงหลอด จากนั้นใช้เครื่องมือบีบปลายทั้งสองด้านให้แคบลง แล้วกดแต่งตรงปลายทั้ง

สองด้านให้เป็นขอบชัด จากนั้นจึงกดตรงกลางลูกปัดให้แบนลง ในขณะที่บางลูกก็ไม่ได้มีการกดให้แบน

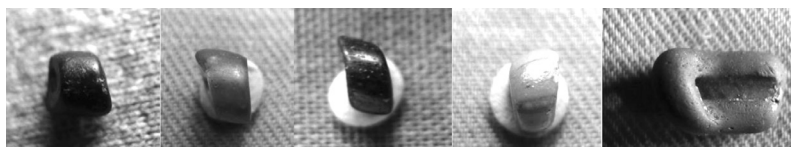
ส่วนลูกปัดแก้วทรงกระบอกสี่เหลี่ยม ผลิตโดยการดึงแท่งแก้วและตัดให้ได้ขนาด จากนั้นจึงให้ความร้อนซ้ำอีกครั้ง ก่อนจัดแต่งรูปทรงให้เป็นสี่เหลี่ยม



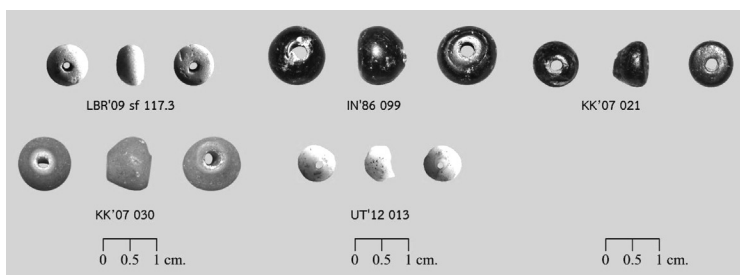
ภาพที่ 11 ลูกปัดแก้วจากแหล่งโบราณคดีเนินพลับพลาที่มีฟองอากาศเรียงตัวตามแนวยาว จากการผลิตด้วยวิธีดึง



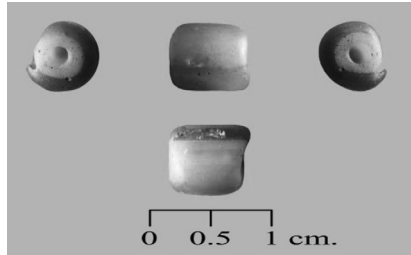
ภาพที่ 12 ลูกปัดแก้วจากโบราณสถานวัดปิ่นที่มีร่องรอยเป็นริ้วตามแนวยาว จากการผลิตด้วยวิธีดึง



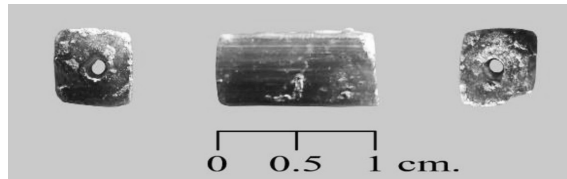
ภาพที่ 13 รอยตัดที่เกิดจากกระบวนการผลิตลูกปัดแก้วด้วยวิธีดึง



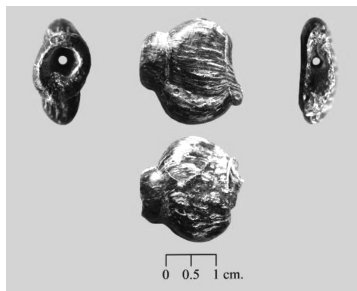
ภาพที่ 14 ร่องรอยที่ปรากฏบนลูกปัดแก้วที่ผลิตด้วยวิธีการพัน



ภาพที่ 15 ลูกปัดแก้วจากแหล่งโบราณคดีหอยเอ็ก ที่ผลิตด้วยวิธีการดึงและพัน



ภาพที่ 16 ลูกปัดแก้วทรงกระบอกสี่เหลี่ยมจากเมืองศรีเทพ



ภาพที่ 17 ลูกปัดแก้วทรงมีคอคอดจากเมืองโบราณคูบัว

จากผลวิเคราะห์เรื่องรูปทรง ขนาด สีและเทคนิคการผลิตลูกปัดแก้ว กลุ่มตัวอย่างทั้ง 254 ลูก แสดงให้เห็นถึงความต่อเนื่องของลูกปัดรูปทรง กระบอก ทรงกระบอกสั้น และทรงกลมแป้น ซึ่งถ้ามองเรื่องอายุสมัยของ แหล่งโบราณคดีในกลุ่มที่ 1 คือยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย และกลุ่มที่ 2

คือยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายต่อเนื่องสมัยทวารวดี สามารถจัดรวมเป็นกลุ่มเดียวกันได้ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างของลูกปัดแก้วในแหล่งโบราณคดียุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายนั้นมีจำนวนไม่มากนัก ไม่สามารถเป็นตัวแทนของทั้งยุคสมัยได้ ในกรณีนี้แสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องทั้งด้านรูปทรง ขนาดและสี ซึ่งอาจเป็นการใช้ต่อเนื่องกันมาเพราะลูกปัดแก้วเป็นวัตถุที่มีความทนทาน

ขณะเดียวกันเมื่อดูผลการวิเคราะห์ทางกายภาพของลูกปัดแก้วจากแหล่งโบราณคดีในกลุ่มที่ 3 คือยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนต้นหรือสมัยทวารวดีนั้น พบทั้งรูปทรง ขนาด และสี ที่สอดคล้องกับ 2 กลุ่มแรก และยังพบลักษณะที่แตกต่างเพิ่มอีกหลายกลุ่มซึ่งสันนิษฐานได้ว่าเป็นผลจากการติดต่อกับดินแดนที่หลากหลายขึ้น สอดคล้องกับหลักฐานทางโบราณคดีอื่น ๆ เช่น ชิ้นส่วนเครื่องถ้วยจีนเคลือบสีเขียว สมัยราชวงศ์ถัง จากแหล่งโบราณคดีเนินพลับปลา ชิ้นส่วนภาชนะเคลือบสีฟ้าแกมเขียว ที่เมืองศรีมโหสถ แผ่นอิฐสลักภาพขามุสลิม จากเจดีย์จุลประโทน (สฤชต์พงศ์, 2558: 197-210)

ทั้งนี้ การศึกษาเทคนิคการผลิตลูกปัดแก้วกลุ่มตัวอย่าง พบว่าส่วนใหญ่ผลิตโดยวิธีดึง สอดคล้องกับเทคนิคการผลิตลูกปัดแก้วที่ปรากฏขึ้นในอินเดียตั้งแต่ราวพุทธศตวรรษที่ 1 เนื่องจากเทคนิคนี้สามารถผลิตลูกปัดได้คราวละมาก ๆ เหมาะกับการผลิตเป็นสินค้าสำหรับส่งออก (Wang et al., 2021) สำหรับเทคนิคการผลิตลูกปัดแก้วแบบพันเป็นเทคนิคที่ปรากฏขึ้นในระยะเวลาใกล้เคียงกัน และลูกปัดที่ผลิตด้วยวิธีการผสมผสานทั้งสองเทคนิคนี้พบจำนวนน้อยทั้งยังพบในลูกปัดที่มีรูปทรงหรือลักษณะการตกแต่งที่พิเศษ จึงอาจเป็นลูกปัดแบบพิเศษหรือมีเพื่อใช้งานเฉพาะคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง หรือพิธีกรรมใดพิธีกรรมหนึ่ง นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงขนาดของลูกปัดแก้วจากทั้ง 3 กลุ่มของแหล่งโบราณคดีพบว่าในยุคสมัยที่ใหม่กว่ามีขนาดที่หลากหลายกว่าและมีขนาดลูกปัดที่เล็กลงมารวมอยู่ด้วย ซึ่งนั่นสามารถแสดงให้เห็นถึงทักษะของผู้ผลิตที่มีการพัฒนาขึ้น

เทคนิคการผลิต	ยุค/สมัย			รวม
	ก่อนประวัติศาสตร์ ตอนปลาย	ก่อนประวัติศาสตร์ ตอนปลายต่อเนื่อง สมัยทวารวดี	ทวารวดี	
ดิ่ง	10	39	197	246
พื้น		1	4	5
ดิ่งและพื้น			1	1
ดิ่งและแต่งทรง			2	2
รวม	10	40	204	254

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนของลูกปัดแก้วที่ผลิตด้วยเทคนิคต่าง ๆ

จากตารางที่ 5 นี้เห็นได้ชัดเจนว่าเทคนิคการผลิตลูกปัดแก้วแบบดิ่งเป็นแบบที่นิยมต่อเนื่องตั้งแต่แรกเริ่มจนถึงสมัยทวารวดี ทั้งนี้ลูกปัดบางส่วนไม่เพียงเป็นสินค้าจากต่างแดนเท่านั้น แต่อาจผลิตขึ้นในท้องถิ่นเช่นกัน โดยพิจารณาจากหลักฐานการพบก้อนแก้ววัตถุดิบและแก้วที่ผิดพลาดจากการผลิตในแหล่งโบราณคดีร่วมสมัยในภูมิภาคต่าง ๆ เช่น แหล่งโบราณคดีเขาสามแก้ว (พุทธศตวรรษที่ 5-10) พบหลักฐานประเภทแก้ว ทั้งก้อนแก้ว กำไลแก้ว ชิ้นส่วนแก้ว และลูกปัดแก้ว รวมกว่า 2,500 ชิ้น ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์แล้วพบว่าเป็นแก้วที่ผลิตขึ้นจากทั้งตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย ตอนใต้ของจีน และผลิตเองในท้องถิ่น (Dussubieux & Bellina, 2017: 547-585) แหล่งโบราณคดีที่แหลมโพธิ์ อำเภอยะโฮรา จังหวัดสุราษฎร์ธานี และทุ่งตึก อำเภอดงแก้ว จังหวัดพังงา (พุทธศตวรรษที่ 14-15) พบหลักฐานก้อนแก้ว และแก้วที่เกิดจากการผลิตที่ผิดพลาด ทั้งยังพบเครื่องถ้วยจีน เหยือก สมัยราชวงศ์ถัง เครื่องถ้วยเคลือบสีฟ้าแกมเขียวจากตะวันออกกลาง ที่ช่วยยืนยันถึงความเข้มข้นของการติดต่อค้าขายกับต่างชาติ ซึ่งลักษณะลูกปัดแก้วที่พบติดกันนั้นเป็นกรรมวิธีการผลิตที่มาจากเทคนิคการดิ่งและตัดเป็นขนาดที่ต้องการก่อนนำมาลอบคมด้วยความร้อนจึงอาจเกิดการผิดพลาดทำให้ลูกปัดติดกันได้ แสดงให้เห็นว่าวิธีนี้เป็นวิธีที่มีการเผยแพร่เข้ามาสู่ในภูมิภาคโดยอาจเกิดจากนักเดินทางชาวต่างชาติที่เข้ามาค้าขายและรอลมมรสุมเพื่อเดินทางกลับ โดยพ่อค้าชาวอินเดียได้ตั้งนิคมการค้าต่าง ๆ ในภูมิภาคเอเชีย

ตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งแต่ราวพุทธศตวรรษที่ 6 ซึ่งเมืองอุทองเป็นหนึ่งในเมืองท่าโบราณที่พบการติดต่อค้าขายของพ่อค้าชาวอินเดียตั้งแต่ก่อนเป็นเมืองทวารวดี ดังพบหลักฐานชิ้นส่วนประติมากรรมดินเผาภาพภิกษุ 3 รูปอุ้มบาตร ซึ่งริ้วจีวรเป็นลักษณะพระพุทธรูปแบบอมราวดี จึงกำหนดอายุในช่วง พุทธศตวรรษที่ 9-10 หรือพระพิมพ์ดินเผาแสดงภาพพระพุทธรูปประทับนั่งขัดสมาธิราบ พระหัตถ์แสดงสมาธิมุทรา ลักษณะการครองจีวรคล้ายพระพุทธรูปสมัยปาละ จึงกำหนดอายุในช่วง พุทธศตวรรษที่ 13-14 (ผาสุข, 2548: 109-113)

องค์ประกอบทางเคมี

การศึกษาวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ของลูกปัดแก้ว จำนวน 254 ลูก จากแหล่งโบราณคดีทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 14 แหล่ง สามารถจัดแบ่งลูกปัดแก้วเป็นกลุ่มต่าง ๆ ตามธาตุประกอบได้ ดังนี้

แหล่งโบราณคดีกลุ่มที่ 1 ยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย

พบลูกปัดแก้ว 1 กลุ่ม คือ

- (1) ลูกปัดแก้วที่มีโซดาในปริมาณสูง (m-Na-Ca-Al) จำนวน 10 ลูก

แหล่งโบราณคดีกลุ่มที่ 2 ยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายต่อเนื่องสมัยทวารวดี พบลูกปัดแก้ว 6 กลุ่ม คือ

- (1) ลูกปัดแก้วมีโซดาในปริมาณสูง (m-Na-Ca-Al) จำนวน 18 ลูก
- (2) ลูกปัดแก้วอะลูมินา (m-Na-Al) จำนวน 14 ลูก
- (3) ลูกปัดแก้วโปแตสเซียม (K) จำนวน 3 ลูก
- (4) ลูกปัดแก้วซีเถ้าฟิชที่มีแคลเซียมสูง (v-Na-Ca) จำนวน 3 ลูก
- (5) ลูกปัดแก้วตะกั่ว (Pb) จำนวน 1 ลูก
- (6) ลูกปัดแก้วแคลเซียม (m-Na-Ca) จำนวน 1 ลูก

แหล่งโบราณคดีกลุ่มที่ 3 ยุคประวัติศาสตร์ตอนต้นหรือสมัยทวารวดี พบลูกปัดแก้ว 7 กลุ่ม คือ

- (1) ลูกปัดแก้วอะลูมินา (m-Na-Al) จำนวน 107 ลูก
- (2) ลูกปัดแก้วมีโซดาในปริมาณสูง (m-Na-Ca-Al) จำนวน 78 ลูก

- (3) ลูกปัดแก้วสีเขียวที่มีแคลเซียมสูง (v-Na-Ca) จำนวน 11 ลูก
- (4) ลูกปัดแก้วแคลเซียม (m-Na-Ca) จำนวน 3 ลูก
- (5) ลูกปัดแก้วตะกั่ว (Pb) จำนวน 3 ลูก
- (6) ลูกปัดแก้วโปแตสเซียม (K) จำนวน 1 ลูก
- (7) ลูกปัดแก้วสีเขียวที่มีอะลูมินาสูง (v-Na-Al) จำนวน 1 ลูก

ยุค/สมัย	แหล่งโบราณคดี	ลุ่มแม่น้ำ	กลุ่มลูกปัดแก้ว							รวม
			K	m-Na-Al	m-Na-Ca	Pb	v-Na-Al	v-Na-Ca	m-Na-Ca-Al	
ก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย - ทวารวดี	บ้านพรหมหินใต้	เจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก	2	6	-	-	-	2	11	21
	โบราณสถานวัดปิ่น	เจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก	-	3	-	1	-	1	3	8
	เมืองศรีเทพ	เจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก	1	1	1	-	-	-	4	7
	โคกพลับ	แม่กลอง-ท่าจีน	-	4	-	-	-	-	-	4
	รวม		จำนวน (ลูก)	3	14	1	1	-	3	18
		ร้อยละ	7.5	35	2.5	2.5	-	7.5	45.0	100
ทวารวดี	บ้านคูเมืองอินทร์บุรี	เจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก	-	7	-	-	-	2	4	13
	เมืองขีดขิน	เจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก	-	26	2	-	-	1	7	36
	เมืองโบราณคูบัว	แม่กลอง-ท่าจีน	-	12	-	-	1	1	9	23
	เมืองโบราณบ้านการุ้ง	แม่กลอง-ท่าจีน	-	8	-	-	-	-	1	9
	หอเอก	แม่กลอง-ท่าจีน	-	12	-	1	-	1	13	27
	ธรรมศาลา	แม่กลอง-ท่าจีน	1	10	-	1	-	-	5	17
	เนินพลับพลา	แม่กลอง-ท่าจีน	-	7	-	1	-	1	22	31
	ดงละคร	บางปะกง-ปราจีนบุรี	-	7	-	-	-	3	7	17
	สระมะเฟือง	บางปะกง-ปราจีนบุรี	-	18	1	-	-	2	10	31
รวม		จำนวน (ลูก)	1	107	3	3	1	11	78	204
		ร้อยละ	0.5	52.5	1.5	1.5	0.5	5.4	38.2	100
รวมทั้งหมด	จำนวน (ลูก)		4	121	4	4	1	14	106	254
	ร้อยละ		1.6	47.6	1.6	1.6	0.4	5.5	41.7	100

ตารางที่ 6 แสดงผลวิเคราะห์ลูกปัดแก้วจากแหล่งโบราณคดีทั้ง 3 กลุ่ม

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของลูกปัดแก้วในครั้งนี้ พบลูกปัดแก้วในกลุ่มแก้วอะลูมินา (m-Na-Al) และแก้วมีโซดาในปริมาณสูง (m-Na-Ca-Al) มากที่สุด ในขณะที่ลูกปัดแก้วสีเขียวที่มีแคลเซียมสูง (v-Na-Ca) ลูกปัดแก้วโปแตสเซียม (K) ลูกปัดแก้วแคลเซียม (m-Na-Ca) ลูกปัดแก้วตะกั่ว (Pb) และลูกปัดแก้วสีเขียวที่มีอะลูมินาสูง (v-Na-Al) นั้น พบอยู่น้อย

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบตามยุคสมัยแล้ว พบว่ากลุ่มแหล่งโบราณคดียุคประวัติศาสตร์ตอนต้นหรือสมัยทวารวดี มีความหลากหลายของลูกปัดแก้วตามองค์ประกอบของธาตุประกอบมากที่สุดคือพบทั้งหมด 7 กลุ่ม รองลงมาคือกลุ่มแหล่งโบราณคดียุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายต่อเนื่องสมัยทวารวดีพบ 6 กลุ่ม ขณะที่แหล่งโบราณคดียุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย พบลูกปัดแก้วเพียงกลุ่มเดียว คือแก้วมีโซดาในปริมาณสูงเท่านั้น

เมื่อพิจารณากลุ่มลูกปัดแก้วที่พบ ร่วมกับตำแหน่งของแหล่งโบราณคดีตามลุ่มแม่น้ำ อาจได้ข้อสังเกตเพิ่มเติมดังนี้

- แหล่งโบราณคดีกลุ่มที่ 1 ยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย ในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก พบลูกปัดแก้วมีโซดาในปริมาณสูง (m-Na-Ca-Al) เท่านั้น

- แหล่งโบราณคดีกลุ่มที่ 2 ยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายต่อเนื่องสมัยทวารวดี ในลุ่มแม่น้ำแม่กลอง-ท่าจีน พบลูกปัดแก้วกลุ่มอะลูมินา (m-Na-Al) เท่านั้น ไม่พบลูกปัดแก้วในกลุ่มอื่น ๆ ในขณะที่แหล่งโบราณคดีในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก พบลูกปัดแก้วที่หลากหลายกว่า คือพบทั้งลูกปัดแก้วมีโซดาในปริมาณสูง (m-Na-Ca-Al) ลูกปัดแก้วกลุ่มอะลูมินา (m-Na-Al) ลูกปัดแก้วโปแตสเซียม (K) ลูกปัดแก้วซีแก่ฟิชที่มีแคลเซียมสูง (v-Na-Ca) ลูกปัดแก้วแคลเซียม (m-Na-Ca) และลูกปัดแก้วตะกั่ว (Pb)

- แหล่งโบราณคดีกลุ่มที่ 3 ยุคประวัติศาสตร์ตอนต้นหรือสมัยทวารวดี ในลุ่มแม่น้ำแม่กลอง - ท่าจีน พบลูกปัดแก้วที่หลากหลายมากที่สุดคือพบทั้ง 7 กลุ่ม ในขณะที่แหล่งโบราณคดีในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสักและลุ่มแม่น้ำบางปะกง-ปราจีนบุรี นั้น พบเพียง 4 กลุ่ม คือ ลูกปัดแก้วกลุ่มอะลูมินา (m-Na-Al) ลูกปัดแก้วมีโซดาในปริมาณสูง (m-Na-Ca-Al) ลูกปัดแก้วซีแก่ฟิชที่มีแคลเซียมสูง (v-Na-Ca) และลูกปัดแก้วแคลเซียม (m-Na-Ca)

ทั้งนี้เมื่อนำกลุ่มของลูกปัดแก้วมาวิเคราะห์เพิ่มเติมร่วมกับเทคนิคการผลิต พบข้อสังเกตที่น่าสนใจว่า กลุ่มแก้วที่พบตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย คือแก้วกลุ่มอะลูมินา (m-Na-Al) แก้วมีโซดาในปริมาณสูง (m-Na-Ca-Al) แก้วโปแตสเซียม (K) และลูกปัดแก้วตะกั่ว (Pb) นั้นมีเทคนิคการผลิตด้วย

วิธีดิงเพื่อขึ้นรูปลูกปัดเป็นจำนวนมากที่สุด ขณะที่เทคนิคการขึ้นรูปลูกปัดแก้วด้วยวิธีพั้นนั้นพบจากแหล่งโบราณคดียุคประวัติศาสตร์ทั้งในกลุ่มแก้วที่ปรากฏขึ้นตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลาย และปรากฏในแก้วกลุ่มแก้วขี้เถ้าพืชที่มีแคลเซียมสูง (v-Na-Ca) ด้วย สิ่งนี้สอดคล้องกับข้อมูลการผลิตลูกปัดแก้วที่ปรากฏขึ้นในอินเดียตั้งแต่ราวพุทธศตวรรษที่ 1 ซึ่งใช้เทคนิคการขึ้นรูปลูกปัดแก้วด้วยวิธีดิงเป็นหลัก ตามที่กล่าวไว้ข้างต้น

อภิปรายผล

จากข้อมูลข้างต้น อาจใช้เป็นหนึ่งในหลักฐานประกอบการสันนิษฐานถึงการติดต่อค้าขายในพื้นที่ชุมชนโบราณบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก ในยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายต่อเนื่องสมัยทวารวดี จากนั้นจึงมีการติดต่อค้าขายที่หนาแน่นขึ้นบริเวณชุมชนโบราณในลุ่มแม่น้ำแม่กลอง-ท่าจีน ในยุคต่อมาคือยุคประวัติศาสตร์ตอนต้นหรือสมัยทวารวดี เนื่องจากพบผลิตภัณฑ์ต่างชาติประเภทลูกปัดแก้วที่หลากหลายมากกว่า อย่างไรก็ตาม ข้อสันนิษฐานนี้จำเป็นต้องศึกษาร่วมกับหลักฐานอื่น ๆ ต่อไป

การที่พบลูกปัดแก้วในกลุ่มแก้วอะลูมินา (m-Na-Al) และแก้วมิโซดา ในปริมาณสูง (m-Na-Ca-Al) มากที่สุดนั้น อาจแสดงให้เห็นถึงความเข้มข้นของการติดต่อสัมพันธ์กันระหว่างชุมชนโบราณในภาคกลาง ตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายจนถึงยุคประวัติศาสตร์ตอนต้นกับชุมชนโบราณในเอเชียใต้ โดยเฉพาะอินเดียและศรีลังกา รวมถึงชุมชนโบราณในคาบสมุทรมลายู ซึ่งเป็นแหล่งผลิตลูกปัดแก้วเหล่านี้มาตั้งแต่ราวพุทธศตวรรษที่ 2 เช่น แหล่งโบราณคดีโกเปีย (Kopia) ในรัฐอุตตรประเทศ (Uttar Pradesh) แหล่งโบราณคดีอริกะเมฑู (Arikamedu) รัฐอานธรประเทศ (Andhra Pradesh) แหล่งโบราณคดีโกดูมานาล (Kodumanal) และแหล่งโบราณคดีอลากันคุลัม (Alagankulam) รัฐทมิฬนาฑู (Tamil Nadu) ประเทศอินเดีย แหล่งโบราณคดีกัลณียา (Kelaniya) ประเทศศรีลังกา (Dussubieux et al., 2008: 797-821) ซึ่งลูกปัดแก้วในกลุ่มแก้วอะลูมินา (m-Na-Al) เป็นกลุ่มแก้วที่สามารถจัดกลุ่มย่อยเพิ่มเติมได้อีก 5 กลุ่มย่อย โดยแต่ละกลุ่มย่อยนั้นปรากฏขึ้นใน

พื้นที่และช่วงเวลาที่แตกต่างกัน (Dussubieux et al., 2010b) คือ

กลุ่มย่อยที่ 1 พบในอินเดียใต้ และศรีลังกา ในช่วงพุทธศตวรรษที่ 2 ถึง พุทธศตวรรษที่ 10 พบหลักฐานการผลิตแก้วชนิดนี้จำนวนมาก ที่แหล่งโบราณคดีกิรีบาวา (Giribawa) ประเทศศรีลังกา

กลุ่มย่อยที่ 2 พบในช่วงพุทธศตวรรษที่ 14-24 บริเวณชายฝั่งตะวันตกของอินเดียและทางชายฝั่งตะวันออกของแอฟริกา ยังไม่มีหลักฐานทางโบราณคดีชี้เฉพาะได้ว่าแหล่งผลิตแรกเริ่มอยู่บริเวณใด แต่สันนิษฐานว่าอยู่ในพื้นที่ใกล้ท่าเรือจอล (Chaul) ในรัฐมหาราษฏระ (Maharashtra) ประเทศอินเดีย ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการส่งออกวัตถุไปยังชายฝั่งตะวันออกของแอฟริกา โดยพบลูกปัดแก้วจากแหล่งโบราณคดี Bungule และแหล่งโบราณคดี Ungwana ในประเทศเคนย่า

กลุ่มย่อยที่ 3 พบในแหล่งโบราณคดีเขาสามแก้ว จังหวัดชุมพร อายุราวพุทธศตวรรษที่ 3-4 แก้วกลุ่มนี้ไม่ปรากฏในอินเดียใต้และศรีลังกา แต่พบในไทย กัมพูชา และเวียดนามใต้

กลุ่มย่อยที่ 4 อายุราวพุทธศตวรรษที่ 17-21 พบที่สุมาตรา บังคลาเทศ อินเดียเหนือ ได้แก่ เมืองมังกัลโกฏ (Mangalkot) เมืองเทวโปตะ (Deulpota) และเมืองหรินารายณปุระ (Harinarayanpur)

กลุ่มย่อยที่ 5 อายุราวพุทธศตวรรษที่ 17-19 เป็นแก้วกลุ่มย่อยกลุ่มเดียวที่พบอยู่นอกเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยพบในแหล่งโบราณคดีซาร์ดิส (Sardis) ประเทศตุรกี

กลุ่มแก้วอะลูมินา (m-Na-Al) จึงเป็นกลุ่มลูกปัดแก้วที่พบต่อเนื่องยาวนานที่สุด แสดงถึงพัฒนาการการผลิตลูกปัดแก้วกลุ่มนี้ในดินแดนต่าง ๆ และบอกความนิยมในลูกปัดแก้วของคนในชุมชนโบราณในพื้นที่ภาคกลางที่เป็นสินค้าทั้งจากต่างแดน และถ้าวิเคราะห์ลงไปในระดับจุลธาตุ (trace elements) อาจพบว่าบางส่วนรับเข้ามาจากภายในภูมิภาคเอง

ในขณะที่ในช่วงยุคประวัติศาสตร์ตอนต้น พบกลุ่มลูกปัดแก้วที่หลากหลายมากขึ้น ทั้งลูกปัดแก้วสีเขียวที่มีแคลเซียมสูง (v-Na-Ca) ลูกปัดแก้วแคลเซียม (m-Na-Ca) ลูกปัดแก้วตะกั่ว (Pb) ลูกปัดแก้วโปแตสเซียม (K)

และลูกบิดแก้วซีเถ้าพีซที่มีอะลูมินาสูง (v-Na-Al) โดยลูกบิดแก้วในกลุ่มต่าง ๆ นี้ มีเทคนิคการผลิตทั้งที่เป็นแบบที่นิยมคือเทคนิคการดึง และแบบที่พบในจำนวนที่น้อยกว่าคือเทคนิคการพันที่ไม่ปรากฏในลูกบิดยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายเลย จึงอาจสื่อถึงความพิเศษของลูกบิดแก้วในกลุ่มที่ผลิตด้วยวิธีการพันที่นอกจากจะผลิตได้ต่อครั้งไม่มากเท่าเทคนิคการดึงแล้วนั้น หน้าที่การใช้งานอาจมีความพิเศษกว่าคือไม่ได้เป็นลูกบิดที่ใช้ทั่วไป แต่เป็นลูกบิดที่ใช้ในพิธีกรรมที่เฉพาะเจาะจงกว่า อย่างไรก็ตามในแง่มุมของรูปทรงนั้นไม่พบความชัดเจนของลูกบิดที่ผลิตโดยเทคนิคการพันในรูปทรงที่พิเศษกว่าลูกบิดที่ผลิตโดยเทคนิคการดึง

สรุปข้อสังเกตและการแปลความ

1. ความหลากหลายของลูกบิดแก้ว ทั้งด้านรูปทรง ขนาด สี และองค์ประกอบทางเคมีนั้น มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มสูงขึ้นไปตามช่วงเวลา แปรผันไปตามยุคสมัย กล่าวคือ แหล่งโบราณคดีในสมัยหลัง หรือแหล่งโบราณคดีที่มีอายุน้อยกว่า จะพบลูกบิดแก้วที่หลากหลายมากกว่า เมื่อเทียบกับแหล่งโบราณคดีที่มีอายุเก่าแก่กว่า อาจแสดงถึงระดับความเข้มข้นในการใช้ลูกบิดแก้ว ความนิยมในลูกบิดแก้ว ทักษะฝีมือของช่าง เทคนิคการผลิตที่สอดคล้องกันกับกลุ่มของลูกบิดแก้ว รวมถึงความเข้มข้นของการติดต่อกับชุมชนทางไกลที่เป็นแหล่งผลิตลูกบิดแก้วที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ตามยุคสมัย โดยการติดต่อสัมพันธ์ดังกล่าวอาจเป็นไปได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม

2. แม้ในยุคสมัยหลังจะพบลูกบิดแก้วที่มีความหลากหลายทางกายภาพเพิ่มมากขึ้น ทั้งด้านรูปทรง ขนาด และสี แต่ในบรรดาบางรูปทรงที่แหล่งโบราณคดีทั้ง 3 สมัยมีซ้ำกันนั้น ก็มีสัดส่วนของขนาดที่ใกล้เคียงกันด้วย (ดูตารางที่ 2) อาจสันนิษฐานได้ว่า มีการนำลูกบิดเก่าจากสมัยก่อนหน้ามาใช้งานซ้ำ หรือมีการนำมาใช้งานอย่างต่อเนื่อง หรืออาจเป็นลูกบิดในรูปแบบที่ได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่อง จนมีการผลิตลูกบิดแก้วในรูปแบบนั้น ๆ ต่อติดต่อกันหลายร้อยปี

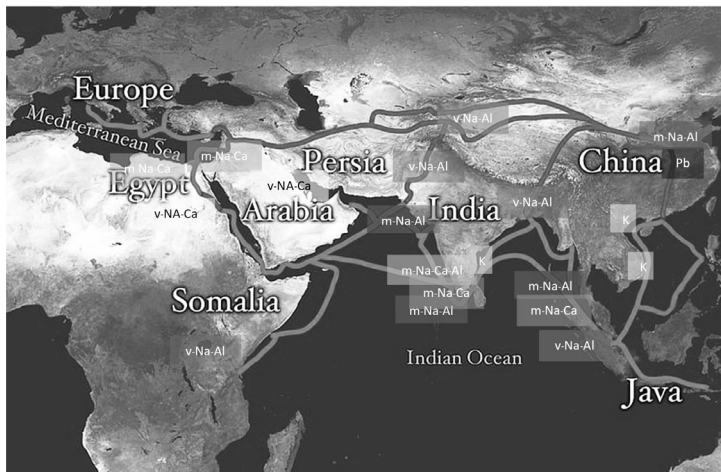
3. เมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบทางเคมีพบว่าในยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายต่อเนื่องสมัยทวารวดี ลูกปัดแก้วที่พบในแหล่งโบราณคดีลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก มีความหลากหลายสูงที่สุด ขณะที่ในยุคประวัติศาสตร์ตอนต้นหรือสมัยทวารวดี พบความหลากหลายสูงสุดในแหล่งโบราณคดีลุ่มแม่น้ำแม่กลอง-ท่าจีน อาจแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของชุมชนศูนย์กลางการติดต่อค้าขายกับชุมชนทางไกลต่างภูมิภาค (international trade) โดยเปลี่ยนจากชุมชนในลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา-ลพบุรี-ป่าสัก ในยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายต่อเนื่องสมัยทวารวดี เป็นชุมชนในลุ่มแม่น้ำแม่กลอง-ท่าจีน ในสมัยทวารวดี ก่อนที่ชุมชนศูนย์กลางเหล่านี้ จะส่งต่อสินค้าไปยังชุมชนต่าง ๆ ในภูมิภาค จนเกิดเป็นเครือข่ายการค้าในภูมิภาค (domestic trade) อย่างไรก็ดี ควรมีการศึกษาร่วมกับหลักฐานทางโบราณคดีอื่น ๆ ประกอบต่อไป

4. การที่พบลูกปัดแก้วในกลุ่มแก้วอะลูมินา (m-Na-Al) และแก้วมีโซดาในปริมาณสูง (m-Na-Ca-Al) มากที่สุด อาจแสดงให้เห็นถึงความเข้มข้นของการติดต่อสัมพันธ์กันระหว่างชุมชนโบราณในภาคกลาง ตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายจนถึงยุคประวัติศาสตร์ตอนต้น กับชุมชนโบราณในเอเชียใต้และในคาบสมุทรมลายู ซึ่งเป็นแหล่งผลิตลูกปัดแก้วเหล่านี้ หรืออาจสะท้อนให้เห็นถึงค่านิยมในลูกปัดแก้วจากดินแดนเหล่านั้น ของคนในชุมชนโบราณในพื้นที่ภาคกลาง

5. ความหลากหลายที่เพิ่มมากขึ้นของลูกปัดแก้วตามยุคสมัย โดยเฉพาะความหลากหลายของกลุ่มลูกปัดแก้วจากคุณลักษณะขององค์ประกอบทางเคมี ที่สามารถบ่งชี้ได้ถึงแหล่งผลิตลูกปัดนั้น ชี้ให้เห็นว่าเครือข่ายการติดต่อสัมพันธ์กันระหว่างชุมชนโบราณในพื้นที่ภาคกลางของไทย กับชุมชนโบราณอื่นที่อยู่ทางไกลข้ามภูมิภาค ได้ขยายกว้างขวางมากขึ้นตามยุคสมัย กล่าวคือ ในยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายที่พบเฉพาะลูกปัดแก้วมีโซดาในปริมาณสูง (m-Na-Ca-Al) ที่มีแหล่งผลิตอยู่ในอินเดียใต้และแหลมมลายู กระทั่งพบลูกปัดแก้วที่หลากหลายกลุ่มมากขึ้นในช่วงสมัยหลัง ทั้งกลุ่มแก้วอะลูมินา (m-Na-Al) ลูกปัดแก้วซีไธฟซ์ที่มีแคลเซียมสูง (v-Na-Ca) ลูกปัดแก้วแคลเซียม (m-Na-Ca) ลูกปัดแก้วตะกั่ว (Pb) ลูกปัดแก้วโปแตสเซียม (K) และลูกปัดแก้ว

ซีเล้าพีชที่มีอะลูมินาสูง (v-Na-Al) การพบกลุ่มลูกปัดแก้วที่หลากหลายมากขึ้นนี้ สะท้อนให้เห็นถึงการติดต่อสัมพันธ์กับชุมชนใหม่ ๆ ในดินแดนห่างไกลมากขึ้น เช่น เกาะสุมาตรา ปากีสถาน บังกลาเทศ อินเดียเหนือ จีน ตะวันออกกลาง ไปจนถึงเมดิเตอร์เรเนียนตะวันออก และแอฟริกา

เส้นทางการค้าลูกปัดแก้ว ตั้งแต่ออกจากแหล่งผลิตแล้วส่งต่อไปยังผู้บริโภคหรือตลาดกลาง สามารถเชื่อมโยงเข้าได้กับเส้นทางการค้าข้ามภูมิภาคระหว่างตะวันออก (จีน) กับตะวันตก (เมดิเตอร์เรเนียน และแอฟริกา) ที่สำคัญในอดีต คือเส้นทางสายแพรไหม โดยเฉพาะเส้นทางสายแพรไหมทางทะเล (The Maritime Silk Road) หรือเส้นทางสายแพรไหมทางทิศใต้ (The Southern (Sea) Silk Road) (Fuxi, 2009: 41-43)



ภาพที่ 18 เส้นทางสายแพรไหมทางบกและทางทะเล
(ดัดแปลงจากแผนที่ของ Joshua J. Mark (2018))

ผลิตภัณฑ์จากแก้วในการศึกษาครั้งนี้ คงเป็นหนึ่งในสินค้าจากหลากหลายประเภทของระบบทางเศรษฐกิจการค้าทางไกล หรือการค้าขายข้ามภูมิภาค (international trade) ผ่านเส้นทางสายแพรไหม ซึ่งการศึกษาของค์ประกอบทางเคมีสามารถให้ข้อสันนิษฐานถึงที่มาของลูกปัดแก้วในไทยได้ว่า

นำเข้ามาจากดินแดนต่าง ๆ มากมาย และถ้ามีการศึกษาถึงระดับจุลภาคของธาตุประกอบในลูกปัดแก้วจะสามารถจำเพาะเจาะจงลงไปได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นว่ามีการผลิตในประเทศดังเช่นแหล่งโบราณคดีเขาสามแก้ว ซึ่งเส้นทางการนำเข้ามานั้นสามารถมาได้ทั้งทางบกและทางทะเล (ภาพที่ 18)

ทั้งนี้ในปัจจุบันการวิเคราะห์ลูกปัดแก้วจากแหล่งโบราณคดีทั้งในและต่างประเทศด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์มีเพิ่มมากขึ้น สามารถนำมาเป็นตัวอย่างเพื่อศึกษาเครือข่ายการค้าลูกปัดแก้วในภูมิภาคต่าง ๆ กับเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ได้ เช่น Kuan-Wen Wang (Wang et al., 2021) ศึกษาแหล่งโบราณคดีกุ้ยชาน (Guishan) ในประเทศไต้หวัน ซึ่งเป็นแหล่งโบราณคดีในยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายสมัยเหล็กพบลูกปัดแก้วในกลุ่มลูกปัดแก้วอะลูมินา (m-Na-Al) และลูกปัดแก้วซีไฉ่ฟิชที่มีแคลเซียมสูง (v-Na-Ca) ผลิตด้วยวิธีดัด ซึ่งเป็นเทคนิคที่พบทั่วไปในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งสามารถเชื่อมโยงเครือข่ายการค้าลูกปัดตั้งแต่ช่วงพุทธศตวรรษที่ 6 เป็นต้นมา โดยมีเส้นทางค้าขายผ่านทางทะเลจีนใต้ ทั้งนี้อาจมีการหมุนเวียนวัตถุดิบหรือความรู้เกี่ยวกับการผลิตจากช่างฝีมือทางเอเชียไต้บ้าง แต่จากหลักฐานต่าง ๆ เสนอว่าในช่วงเวลานี้ไต้หวันติดต่อกับชุมชนในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มากกว่า และการศึกษาลูกปัดแก้วในบางสีเช่น สีส้มแดง พบความเชื่อมโยงกับลูกปัดที่พบในแหล่งโบราณคดีภูมิสนาย (Phum Snay) อังกอร์ บอเรย (Angor Borei) ในประเทศกัมพูชา กัวลาเซลินซิง (Kuala Selinsing) ประเทศมาเลเซีย สุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย และแหล่งโบราณคดีบ้านบนเนิน จังหวัดชลบุรี

นอกจากนี้ ผลการศึกษาลูกปัดแก้วจากอังกอร์ บอเรย (พุทธศตวรรษที่ 6-11) (Carter and others, 2020: 32-70) พบลูกปัดแก้วกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ ลูกปัดแก้วอะลูมินา กลุ่มย่อยที่ 1 (m-Na-Al 1) ลูกปัดแก้วซีไฉ่ฟิชที่มีแคลเซียมสูง (v-Na-Ca) ลูกปัดแก้วตะกั่ว (Pb) และลูกปัดแก้วที่มีโซดาในปริมาณสูง (m-Na-Ca-Al) แสดงให้เห็นความสำคัญของการค้าทางทะเลในชุมชนบริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขงกับศรีลังกา/อินเดียใต้ ตะวันออกกลาง หรือเมดิเตอร์เรเนียน จีน และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตามลำดับ การแลกเปลี่ยน

สินค้าที่แปลกใหม่จากหลากหลายภูมิภาคเช่นนี้เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการพัฒนาการของชุมชนในบริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขง

ข้อมูลจากการศึกษาใหม่เหล่านี้ ช่วยเติมช่องว่างเรื่องแหล่งผลิตเส้นทางการค้าการติดต่อระหว่างเอเชียตะวันออกเฉียงใต้กับพื้นที่อื่น ๆ ได้หนักแน่นขึ้น การวิเคราะห์กลุ่มต่าง ๆ ของลูกปัดแก้วนี้สามารถนำมาศึกษาร่วมกันกับหลักฐานยุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายถึงยุคประวัติศาสตร์ตอนต้นในพื้นที่ภาคกลางอีกหลากหลายประเภท ที่แสดงให้เห็นถึงการติดต่อสัมพันธ์กับคนต่างถิ่นในดินแดนที่อยู่ห่างไกล เช่น ด้ามทิวพีสำหรับบุษบก ลูกปัดหินคาร์เนเลียนรูปสิงโต ที่บ้านดอนตาเพชร จ.กาญจนบุรี ซึ่งน่าจะเป็นสินค้ามาจากอินเดีย ประติมากรรมทางพระพุทธศาสนาที่แสดงให้เห็นกลุ่มบุคคลที่มีลักษณะเหมือนชาวอินเดียและภาพปูนปั้นชาวต่างชาติจากเมืองอุททอง จ.สุพรรณบุรี และเมืองคูบัว จ.ราชบุรี ภาชนะดินเผาที่ได้รับอิทธิพลจากอินเดีย เช่น กุณฑี ภาชนะดินเผาเคลือบสีฟ้าแกมเขียวแบบอาหรับเปอร์เซีย เครื่องถ้วยจีน พระพิมพ์ดินเผาที่มีจารึกอักษรภาษาจีนเป็นชื่อพระภิกษุ จากเมืองศรีเทพ จ.เพชรบูรณ์ เหรียญทองแดงของอาหรับที่มีศักราชตรงกับ พ.ศ. 1310 และเหรียญสมัยกhalil al-Mahdi (Al-Mahdi) ซึ่งครองตำแหน่งในช่วง พ.ศ. 1318 – 1328 พบที่ อ.อุททอง จ.สุพรรณบุรี ตะเกียงโรมันและเหรียญโรมัน ตราประทับที่มีรูปสัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

ตัวอย่างลูกปัดแก้วจากแหล่งโบราณคดียุคก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายมีจำนวนน้อยและมาจากแหล่งโบราณคดีเพียง 1 แหล่ง เนื่องจากข้อจำกัดด้านการเข้าถึงตัวอย่างและข้อจำกัดด้านระยะเวลา จึงอาจส่งผลต่อการวิเคราะห์ในเรื่องความหลากหลายได้ ดังนั้นการศึกษาต่อไปจึงควรเพิ่มตัวอย่างลูกปัดแก้วจากแหล่งโบราณคดีกลุ่มนี้ นอกจากนี้ เพื่อให้การแปลความเรื่องราวในอดีตที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ให้เห็นภาพรวมของเครือข่ายการติดต่อกันทั้งภายในและระหว่างภูมิภาค ผ่านเส้นทางการผลิตและแลกเปลี่ยนสินค้าได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น จึงควรศึกษาลูกปัดแก้วที่พบจากแหล่งโบราณคดีภาคอื่น ๆ และควรศึกษาร่วมกับหลักฐานทางโบราณคดีประเภทอื่นต่อไป

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2528. *ปัจจุบันของโบราณคดีไทย*. กรุงเทพฯ: คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2530. *สารานุกรมวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาฯ.
- ญาณทวี เสือสืบพันธุ์. 2554. *ลวดลายบนแม่พิมพ์กลองมโหระทึกที่พบจากแหล่งโบราณคดีโนนหนองหอย ตำบลนาอุดม อำเภอนิคมน้ำสวาย จังหวัดมุกดาหาร*. การศึกษาเฉพาะบุคคลตามหลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ณัฐภัทร จันทวิช. 2527. “ลูกปัดโบราณ.” *วารสารศิลปากร* 28, (4): 36-54.
- ตรงใจ หุตางกูร. 2562. “การตีความใหม่เรื่องขอบเขตแนวชายฝั่งทะเลโบราณสมัยทวารวดีบนที่ราบภาคกลางตอนล่าง.” *ดำรงวิชาการ* 18, (1): 11-44.
- ประพงษ์ คล้ายสุบรรณ. 2553. “แสงซินโครตรอนกับงานวิจัยทางโบราณคดี” *วารสารฟิสิกส์ไทย Thai Journal of Physics* 27, (2): 4-11.
- ผาสุข อินทราวุธ. 2548. *สุวรรณภูมิจากหลักฐานโบราณคดี*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโบราณคดี คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ผุสดี รอดเจริญ. 2548. *การศึกษาแก้วสมัยก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายที่พบในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโบราณคดีสมัยก่อนประวัติศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ผุสดี รอดเจริญ. 2556. *การวิเคราะห์ลูกปัดแก้วจากเมืองโบราณสมัยทวารวดีในภาคกลางของประเทศไทย*. ดุษฎีนิพนธ์ สาขาโบราณคดีสมัยประวัติศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สมาคมนิเวศนิยมแห่งประเทศไทย. *กล้องจุลทรรศน์โปรตอน*. สืบค้นจาก <http://www.nst.or.th/article/article5101/article5101a.htm> (29 พฤษภาคม 2564)
- สฤณีพงศ์ ขุนทรง. 2558. *ทวารวดี: ประตูลู่การค้าบนเส้นทางสายไหมทางทะเล*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโบราณคดี คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- โสมสุตา รัตนิน. 2517. *ลูกปัดที่ดงศรีมหาโพธิ์*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ภาษาอังกฤษ

- An, Jiayao. 1996. "Ancient Glass Trade in Southeast Asia," in Nandana Chutiwongs (eds.), *Ancient trades and cultural contacts in Southeast Asia*. (pp. 127-138). Bangkok: The Office of the National Culture Commission.
- Carter, Alison K., et al. 2020 "Angkor Borei and Protohistoric Trade Networks: A View from the Glass and Stone Bead Assemblage" *Asian Perspectives* 60, (1): 32-70.
- Dubin, Lois Sherr. 1987. *The history of beads from 30,000 B.C. to the present*. New York: Harry N. Abrams.
- Dubin, Lois Sherr. 2009. *The worldwide history of beads: ancient ethnic contemporary*. London: Thames & Hudson.
- Dussubieux, Laure. 2001. *Southeast Asian beads, compositional analysis*. PhD dissertation, Université d'Orléans, France.
- Dussubieux, Laure, Bernard Gratuze, and Maryse Blet-Lemarquand. 2010a. "Glass in Southeast Asia," in Bérénice Bellina (eds.), *50 years of archaeology in Southeast Asia: essays in Honour of Ian Glover*. (pp. 247-259). Bangkok: River Books.
- Dussubieux, Laure, Bernard Gratuze, and Maryse Blet-Lemarquand. 2010b "Mineral soda alumina glass: occurrence and meaning," *Journal of Archaeological Science* 37: 1646-1655.
- Dussubieux, Laure and Bérénice Bellina. 2017 "Glass from an Early Southeast Asian Producing and Trading Centre" in Bérénice Bellina (eds.), *Khao Sam Keao: An Early Port City between the Indian Ocean and the South China Sea*. (pp. 547-585). Mémoires Archéologiques 28: Ecole française d'Extrême-Orient.
- Dussubieux, Laure and Bérénice Bellina. 2018 "Glass ornament production and trade polities in the Upper-Thai Peninsula during the Early Iron Age" *Archaeological Research in Asia* 13: 25-36.
- Dussubieux et al. 2008 "The Trading of Ancient Glass Beads: New Analytical Data from South Asian and East African Soda-Alumina Glass Beads" *Archaeometry* 50, (5): 797-821.

- Francis Jr., Peter. 1987. *Bead Emporium: A Guide to the Beads from Arikamedu in the Pondicherry Museum*. Pondicherry: The Pondicherry Museum.
- Francis, Jr., Peter. 2002. *Asia's maritime bead trade: 300 B.C. to the present*. Honolulu: University of Hawai'i Press.
- Frank, Susan. 1982. *Glass and Archaeology*. London: Academic Press.
- Fuxi, Gan. 2009. *Ancient Glass Research Along the Silk Road*. Singapore: World Scientific.
- Grose, David Frederick. 1989. *Early ancient glass: core-formed, rod-formed and cast vessels and objects from the late Bronze Age to the early Roman Empire 1600 B.C. to A.D. 50*. New York: Hudson Hills Press.
- Hughes-Brock, Helen. 2003 "The Mycenaean Greeks, master bead-makers – major results since the time of Horace Beck." in *Ornaments from The Past: Bead Studies after Beck*. (pp. 10-22). London: The Brad Study Trust.
- Jacobs, Julian. 2012. *The Nagas Hill Peoples of Northeast India: Society, Culture and the Colonial Encounter*. Hansjörg Mayer.
- Kanungo, Alok Kumar. 2004 "Glass Beads in Ancient India and Furnace-Wound Beads at Purdalpur: An Ethnoarchaeological Approach" *Asian Perspective* 43, (1): 123-150.
- Koleini, Farahnaz et al. 2019 "Glass Beads, Markers of Ancient Trade in Sub-Saharan Africa: Methodology, State of the Art and Perspectives" *Heritage* 2: 2343-2369.
- Lal, B.B. 1952. "Examination of some Ancient Indian Glass Specimens" *Ancient India Bulletin of the Archaeological Survey of India* 8: 17-27.
- Lankton James W., n.d. *Scientific Study of Indian Glass: Past, Present and Future*. n.p.
- Lankton James W., and Laure Dussubieux. 2006. "Early Glass in Asian Maritime Trade: A Review and an Interpretation of Compositional Analyses" *Journal of Glass Studies* 48: 120-144.

- Mark, Joshua J. *Silk Road*. Retrieved from https://www.worldhistory.org/Silk_Road/ (June 29, 2018)
- Pinto, J., et al. 2021 “Investigating glass beads and the funerary rituals of ancient Vaccaei culture (S. IV-I BC) by Raman spectroscopy” *Journal of Raman Spectroscopy* 52, (1): 170-185.
- Tripathi, Sila and L.N. Raut. 2006, 25 March. “Monsoon wind and maritime trade: a case study of historical evidence from Orissa, India,” *Current Science* 90, (6): 864-817.
- Wang, Kuan-Wen, et al. 2021 “Glass beads from Guishan in Iron Age Taiwan: Inter-regional bead exchange between Taiwan, Southeast Asia and beyond” *Journal of Archaeological Science* 35.