

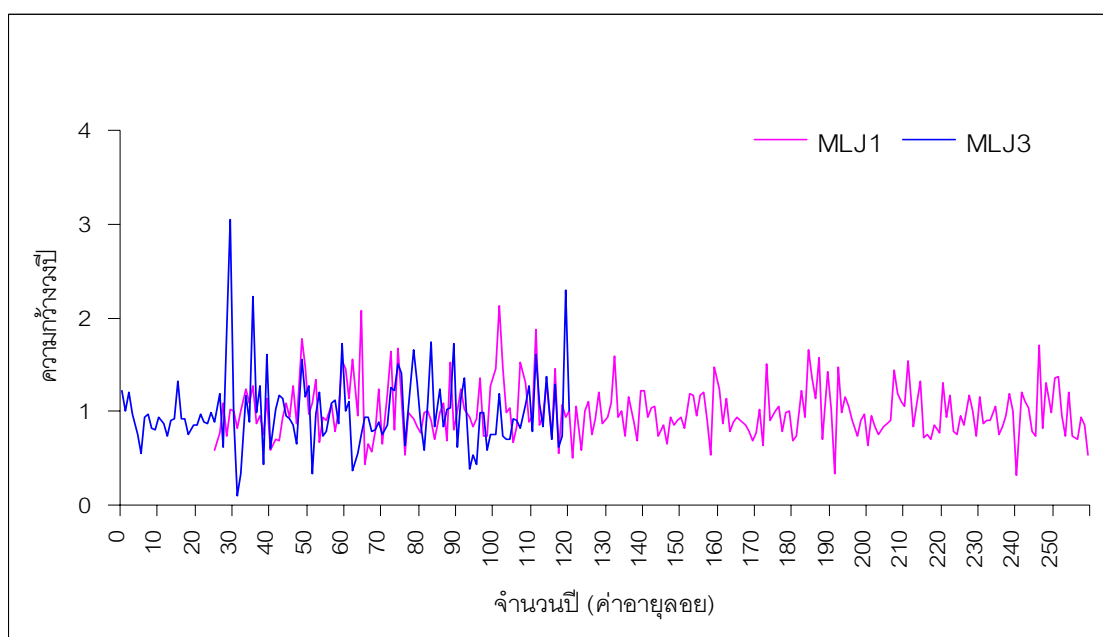
โลงไม้และเสาไม้นั้น ถึงแม้จะมีรูปแบบหัวโลงที่เหมือนและต่างกัน มีความเป็นไปได้ที่จะมาจากพื้นที่เดียวกัน หรือมาจากพื้นที่ที่มีลักษณะสภาพภูมิอากาศที่ใกล้เคียงกัน ข้อเสนอแนะเหตุผลนี้เนื่องจาก การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนต่อขนาดความกว้างวงปีของไม้สักมีความชัดเจนพอสมควร (Pumijumnong and Park 2000; Pumijumnong *et al.* 2000) ในเบื้องต้นเมื่อนำตัวแทนของแต่ละชุดข้อมูลของแต่ละถ้ำมาซ้อนทับกันพบว่า ตัวอย่างไม้สักที่สามารถซ้อนทับกันได้มี 2 กลุ่ม ตัวอย่าง คือ

ชุดข้อมูลที่ 1

ชุดข้อมูลที่ 1 ประกอบด้วยตัวอย่างจากแม่ถ้ำจันทร์ 1 (MLJ1) และแม่ถ้ำจันทร์ 3 (MLJ3) ค่าสถิติสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างตัวอย่างจากแม่ถ้ำจันทร์ 1 และ 3

Seq	Series	Head Style	Time_span		25	50	75
					74	99	124
1	MLJ1	1A	26	260	.29A	.31B	.45
2	MLJ3	2A	1	121	.29A	.31A	.45



รูปที่ 4.24 แสดงการซ้อนทับของ 2 ชุดข้อมูล จากแม่ถ้ำจันทร์ 1 และ 3

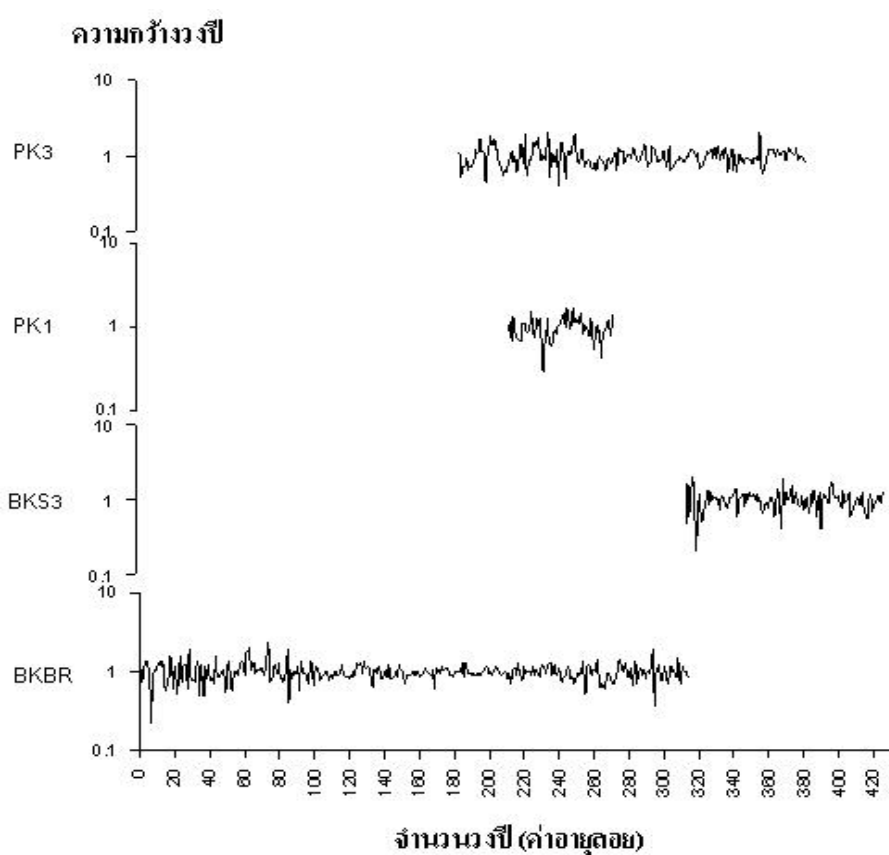
รูปแบบหัวโลงของตัวอย่างไม้จากถ้ำแม่ถ้ำจันทร์ ที่นำมาซ้อนทับกันนี้เป็น แบบ 1A ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโลงไม้จะมีการสร้างขึ้นในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกัน จำนวนวงปีที่ค่อนข้างมาก (ค่าอายุเฉลี่ยถึง 250 ปี) ซึ่งในความเป็นจริงจะมีวงปีด้านนอกที่ผุพังและหลุดออกไปพร้อมกับที่มีการถากบริเวณใกล้เปลือกออกไป ซึ่งอาจจะไม่ต่ำกว่า 20 วง ดังนั้นจึงประมาณการได้ว่าต้นไม้สักที่นำมาทำโลงไม้ที่ถ้ำแม่ถ้ำจันทร์ มีอายุเกือบ 300 ปี ในขณะที่ถูกตัดมาใช้งาน แสดงให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของสภาพป่าในขณะนั้นเป็นอย่างดี

ชุดข้อมูลที่ 2

ชุดตัวอย่างที่ 2 ประกอบด้วย ชุดข้อมูลจากบ่อไคร้ (BK) บ้านไร่ (BR) ปางคาม 1 (PK1) และปางคาม 3 (PK3) เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ระหว่างเส้นตัวแทนที่ได้จากแต่ละแหล่ง ซึ่งแสดงค่าความสัมพันธ์ที่ได้จากเส้นตัวแทนของแต่ละชุดข้อมูลที่มีค่าอายุลอย (floating age) ของชุดข้อมูลยาวนานกว่า 400 ปี พบว่า วัฒนธรรมโลงไม้ในทั้ง 4 พื้นที่อยู่ในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน ทำให้สันนิษฐานได้ว่า ในช่วงวัฒนธรรมโลงไม้ ถ้ำและเพิงผาในหลายพื้นที่ของอำเภอปางมะผ้าถูกใช้เป็นสถานที่สำหรับการประกอบพิธีกรรมการปลงศพ

ตารางที่ 4.32 แสดงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์อย่างง่าย ชุดข้อมูลที่ 2 จากบ่อไคร้, บ้านไร่, ปางคาม 1 และ 3

Seq.	Series	Time_span		175	200	225	250	275	300	325	350
				224	249	274	299	324	349	374	399
1	BKS3	317	431						.44	.41	.36
2	BKBR	1	314	.40	.36	.43	.40	.38			
3	PK1	207	265		.27A	.26A					
4	PK3	187	386	.51	.43	.49	.43	.33	.43	.41	.36



รูปที่ 4.25 แสดงกราฟความกว้างวงปีจากบ่อไคร้, บ้านไร่, ปางคาม 1 และ 3

หมายเหตุ BKS3 บ่อไคร้ series 3 ประกอบด้วย รูปแบบหัวโลง 3C, 4B และ 5B

BKBR บ่อไคร้และบ้านไร่ ประกอบด้วย รูปแบบหัวโลง 1A, 2A, 2C, 3C และ 4B และเสาไม้

PK1 ปางคาม 1 ประกอบด้วย รูปแบบหัวโลง 2A

PK3 ปางคาม 3 ประกอบด้วย รูปแบบหัวโลง 3A หรือ 3B, 8C และ 8D

การซ้อนทับข้อมูลแสดงดังรูปที่ 4.25 เส้นกราฟมีค่าอายุลอย 431 ปี ประกอบด้วย BKBR (ค่าอายุเริ่มจาก 1 ถึง 314) BKS3 (ค่าอายุเริ่มจาก 317 ถึง 431) PK1 (ค่าอายุเริ่มจาก 207 ถึง 265) และ PK3 (ค่าอายุเริ่มจาก 187 ถึง 386) เพิงผาบ้านไร่มีการใช้พื้นที่สำหรับการปลงศพก่อนพื้นที่อื่น แต่ไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนเนื่องจากไม่พบส่วนเนื้อไม้ที่อยู่ใกล้เปลือกมากที่สุด ที่แสดงถึงช่วงเวลาที่ได้ถูกตัดและจะเป็นช่วงเวลาใกล้เคียงกับช่วงเวลาที่มีการประกอบพิธีกรรมมากที่สุด นอกจากนี้ตัวอย่างไม้ที่ได้ยังขาดความสมบูรณ์ของตัวอย่างบางส่วนที่มีการผุพังไปตามกาลเวลาและจำนวนตัวอย่างโดยรวมยังไม่มากนัก

จากกราฟเส้นขนาดความกว้างวงปีของ 3 ชุดข้อมูลนี้ อธิบายได้ว่า ชุดข้อมูลจากถ้ำบ่อไคร้และบ้านไร่มีอายุนาน (กราฟเส้นเริ่มต้นที่ 1 จากตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างข้อมูล 3 ชุด) ซึ่งมีความยาวถึง 314 ปี (ค่าอายุลอย ในความเป็นจริงจะมีอายุนานกว่านี้ เนื่องจากการผุพังจากส่วนนอก) และชุดข้อมูลปางคาม 1 และ 3 เป็นชุดที่เชื่อมต่อกันระหว่าง ชุดบ่อไคร้บ้านไร่ และชุดบ่อไคร้ ดังนั้นผลการศึกษานี้สรุปได้ว่า โลงไม้จากบ้านไร่และบ่อไคร้ มีอายุเก่าแก่ และที่ปางคามมีการใช้โลงไม้ช่วงเวลาที่ซ้อนทับกับบ่อไคร้และบ้านไร่ แต่ช้ากว่าประมาณ 180 ปี และมีการใช้โลงไม้ที่บ่อไคร้ในช่วงเข้าใกล้ปัจจุบันอีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นจึงพบว่าการใช้พื้นที่ถ้ำบ่อไคร้เพื่อเป็นสุสาน ที่มีอายุการใช้งานของพื้นที่ยาวนานที่สุด เป็นเวลากว่า 400 ปี ความเป็นไปได้หรือไม่ว่าเจ้าของวัฒนธรรมโลงไม้เหล่านี้มีความเป็นสังคม เครือญาติ ชนเผ่า และใช้พื้นที่บริเวณนี้ติดต่ออย่างยาวนาน

ชุดข้อมูลที่นำมาซ้อนทับกันมาจากรูปแบบหัวโลงที่แตกต่างกัน แต่ซ้อนทับกันได้ (หมายถึง รูปแบบที่ง่าย เช่น 1 A หรือรูปแบบที่ง่าย ไม่ได้เริ่มต้นก่อน) ดังนั้นจึงสรุปจากผลการวิเคราะห์จากจำนวนตัวอย่างที่มีในปัจจุบันได้ว่า รูปแบบของโลงไม้ไม่มีการวิวัฒนาการแบบต่อเนื่อง แต่อาจเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน รูปแบบของโลงไม้แต่ละถ้ำ มีความหลากหลายกัน แต่สามารถซ้อนทับกันได้ เป็นการยืนยันว่า วัฒนธรรมโลงไม้ เป็นวัฒนธรรมพิธีกรรมเกี่ยวกับการตายที่คนในสมัยวัฒนธรรมนั้นจะเป็นเครือญาติหรือไม่ก็ตาม แต่เลือกใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นคือ ไม้ และเลือกไม้ที่มีคุณสมบัติ หรือมีปริมาณมากในพื้นที่นั้น คือ ไม้สัก

ข้อสังเกต คงมีคำถามมากมายเกี่ยวกับเรื่องตัวอย่างโลงไม้จากถ้ำต่างๆ ทำไมจึงซ้อนทับกันไม่ได้ทั้งหมด เหตุผลที่ต้องยกขึ้นมาอธิบายในที่นี้คือ จำนวนตัวอย่างของแต่ละถ้ำ ที่ค่อนข้างน้อย หรือไม่ก็จำนวนวงปีที่เหลืออยู่ค่อนข้างสั้น ซึ่งจะเป็นข้อควรระวังมากที่จะนำมาใช้หากไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องให้รอบคอบ เนื่องจากไม้สักมีรูปแบบการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างชัดเจนว่าเป็นวัฏจักรประมาณ 11 ปี (หมายความว่าไม้ลักษณะขนาดความกว้างวงปีขึ้นลงอยู่ในช่วง 11 ปี) ดังนั้นหากมีการวางตำแหน่งปีสมมุติคิดที่ และข้อมูลสั้นมาก อาจจะแสดงค่าสถิติความสัมพันธ์ที่สูง (ซึ่งอาจไม่ถูกต้อง) ดังนั้นในการซ้อนทับหรือต้องการขยายเส้นดัชนีของไม้สัก จำนวนวงปีที่ซ้อนทับกันไม่ควรต่ำกว่า 60 วงปี จึงควรจะเชื่อถือได้ ซึ่งต่างไปจากไม้ในเขตอบอุ่น ที่ยอมรับช่วงการซ้อนทับได้ประมาณ 40 ปี (Plicher 1990)

การนำไม้มาทำโลงไม้พบได้ในหลายๆ ประเทศนอกเหนือจากในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ชาราวี (Cheng 1969) ฟิลิปินส์ (Tenazas 1983) ประเทศจีน (Chang 1977) และในเวียดนาม (<http://info.anu.edu.au>) และในประเทศออฟริกา (February 1996) นอกจากนี้ในประเทศเคนมาร์กสมัย Bronze Age ได้มีการขุดพบ “The Egtved Girl” ในโลงไม้ที่ทำมาจากไม้โอ๊ก (http://www.oakview.demon.co.uk/bronze_age/) และการขุดสำรวจโดยนักโบราณคดีทางตอนกลางของเมือง Hull ซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของประเทศไทยใน ปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) จากการขุดค้นที่มีความสำคัญมากคือหลุมฝังศพที่พบภายในเขตโบสถ์อยู่ในสภาพดีและมีจำนวนมากประมาณ 20 เปอร์เซนต์ ของโครงกระดูกอยู่ในโลงไม้โอ๊ก ซึ่งเมื่อนำไปศึกษาทางด้านวงปีไม้พบว่ากำหนดอายุได้ในช่วงศตวรรษที่ 14 และไม้ทั้งหมดที่นำมาทำโลงมาจากบอกลิดตะวันตก (ปัจจุบันได้แก่ โปแลนด์ แลตเวีย

ลิทัวเนีย และเอสโตเนีย) ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงช่วงเวลาที่น่าเชื่อถือ คือ ในปี พ.ศ. 1890-1905 (ค.ศ. 1347-1362) ปริมาณไม้ที่ถูกนำเข้ามาในประเทศอังกฤษมีปริมาณมากมาย โลงบางโลงถูกทำขึ้นอย่างรีบร้อน บางโลงทำจากไม้ต้นเดียวกัน อาจมีสาเหตุมาจากการล้มตายของประชากรจำนวนมากที่มีความสอดคล้องกับการระบาดของโรค Black Death (<http://www.hullcc.gov.uk/archeology/hullmc.htm>) จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้ศาสตร์ทางด้านวงปีไม้ในการศึกษาแหล่งที่มาของไม้ การทำการค้าระหว่างเมือง และเรื่องราวทางประวัติศาสตร์ในอดีต

จากตัวอย่างเหล่านี้กล่าวโดยรวมได้ว่าในอดีตทรัพยากรป่าไม้เป็นทรัพยากรที่มนุษย์นำมาใช้มากที่สุดประเภทหนึ่ง และจากความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้ ประชาชนเลือกใช้ไม้ที่มีคุณภาพดี เช่น ไม้สักทางภาคเหนือของประเทศไทย หรือไม้โอ๊กจากกลุ่มประเทศยุโรป เป็นไม้ที่มีคุณสมบัติดีมาก ถูกนำมาใช้งานและอาจใช้เพื่อการแลกเปลี่ยนสินค้าหรือการค้าขาย กันมาตั้งแต่ในอดีต

4.1.3.2 สรุปผลการศึกษา

ในเบื้องต้นที่สามารถนำตัวอย่างวงปีไม้จากถ้ำแม่กลางจันทร์ (ลุ่มน้ำลำปาง) มาซ้อนทับกันได้ และอีก 1 ชุดข้อมูลจาก 3 ถ้ำ คือ บ้านไร่ บ่อไคร้ ปางคาม 1 และปางคาม 3 ซึ่งบ้านไร่และบ่อไคร้ เป็นถ้ำที่อยู่ในลุ่มน้ำลำปาง ปางคาม 1 และ 3 อยู่ในลุ่มน้ำใกล้เคียง ในเบื้องต้นสรุปได้ว่า แนวโน้มที่ตัวอย่างวงปีไม้จากโลงไม้ในพื้นที่ อำเภอปางมะผ้า มีโอกาสที่จะซ้อนทับกันได้ แต่เนื่องจากว่า ตัวอย่างส่วนมากที่ค่อนข้างชำรุดและวงปีด้านนอก (บริเวณที่ใกล้เปลือก) หายไปค่อนข้างมาก ทำให้ขาดตำแหน่งยึดโยงและช่วงเวลา (เปรียบเทียบตามการกำหนดค่าอายุด้วยคาร์บอน-14) ที่วัฒนธรรมโลงไม้ค่อนข้างกว้าง ซึ่งแปรผลได้ทั้งทางบวก คือ หากพิจารณาในเชิงประชากรพบว่าประชากรมีการกระจายตัวอยู่ตามพื้นที่ค่อนข้างราบ เช่น พื้นที่โดยรอบถ้ำบ่อไคร้ พื้นที่โดยรอบถ้ำปางคาม 3 โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่บ้านบ่อไคร้ที่วงปีไม้มีจำนวนวงมากกว่า 400 ปี วัฒนธรรมโลงไม้มีการสืบทอดค่อนข้างยาวนาน

หากพิจารณาจากการใช้ข้อมูลวงปี สามารถสรุปได้ในเบื้องต้นว่า วัฒนธรรมโลงไม้ที่มีความหลากหลายของหัวโลง มีอายุอยู่ในช่วง 2,600 ปีก่อนปีปัจจุบัน ถึงประมาณคริสต์ศตวรรษที่ 12 (พ.ศ.1793) หรือครอบคลุมเวลาประมาณ 4,000 ปี

4.2 การศึกษาค่าอายุโดยวิธีคาร์บอน 14

การกำหนดค่าอายุที่แน่นอนด้วยเทคนิคด้านวงปีของโลงไม้ในโครงนี้ยังไม่ประสบความสำเร็จ ถึงแม้ว่าจะสามารถต่อขยายเส้นดัชนีไม้จากตัวอย่างไม้ที่ถูกตัดหรือต่อเติมที่เหลืออยู่ในพื้นที่ (Palakit 2004) กับเส้นดัชนีไม้ที่มีชีวิตที่สามารถกำหนดอายุได้อย่างแน่นอน แต่เนื่องจากเส้นดัชนีที่ได้มีช่วงอายุที่ห่างจากค่าอายุของโลงไม้ค่อนข้างมาก (รัศมี ชูทอง และคณะ 2548) ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าจึงใช้การกำหนดอายุด้วยวิธีคาร์บอน 14 เพื่อเป็นการเปรียบเทียบอายุของโลงไม้ รูปแบบหัวโลง จากแหล่งโบราณคดีโลงไม้ในพื้นที่ศึกษา

4.2.1 ตัวอย่างไม้ที่เก็บเพื่อวิเคราะห์ค่าอายุด้วยวิธีคาร์บอน-14

ตัวอย่างไม้ที่วิเคราะห์ค่าอายุด้วยวิธีคาร์บอน 14 ที่สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กรุงเทพฯ ประกอบด้วยตัวอย่างไม้จากแหล่งโบราณคดีต่างๆ จำนวน 14 ถ้ำ และบางตัวอย่างได้มีผลการวิเคราะห์ค่าอายุด้วยวิธีคาร์บอน-14 แล้วจากนักวิจัยกลุ่มต่างๆ จำนวน 7 ถ้ำ อย่างไรก็ตามโครงการทั้งในระยะที่ 1 และระยะที่ 2 ได้เห็นความสำคัญที่จะเก็บตัวอย่างและทำการวิเคราะห์ค่าอายุด้วยวิธีคาร์บอน-14 เพิ่มเติม เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ ดังนั้นบางถ้ำจึงมีการวิเคราะห์ค่าอายุด้วยวิธีคาร์บอน 14 มากกว่า 1 ตัวอย่าง โดยที่จำนวนตัวอย่างโลงไม้ที่วิเคราะห์ค่าอายุด้วยวิธีคาร์บอน-14 รวมทั้งสิ้น 53 ตัวอย่าง ทางโครงการมีวัตถุประสงค์ที่ชัดเจนที่ต้องการทราบค่าอายุด้วยวิธีคาร์บอน-14 ดังต่อไปนี้

ก) หลักการในการเลือกตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ค่าอายุ

หลักการในการเลือกตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ค่าอายุประกอบด้วยหลักเกณฑ์กว้างๆ 2 ประการ คือ

- 1) เลือกตัวอย่างไม้จากชุดข้อมูลที่มีการซ้อนทับของตัวอย่างวงปีไม้สัก และมีรูปร่างหัวโลงที่แตกต่างกัน
- 2) เลือกตัวอย่างหัวโลงที่มีรูปแบบที่แตกต่างกันอย่างละรูปแบบภายในถ้ำเดียวกันและต่างถ้ำกัน

ข) เป้าหมายที่ต้องการกำหนดค่าอายุด้วยวิธีคาร์บอน-14

- 1) ต้องการตรวจสอบผลจากการซ้อนทับโดยใช้วงปีไม้ และลำดับรูปแบบหัวโลง เพื่อพิสูจน์ว่า วงปีไม้สักที่นำมาจากหัวโลงที่มีรูปร่างต่างกันสามารถที่จะซ้อนทับกันได้หรือไม่ เพื่อพิสูจน์เกี่ยวกับเรื่องเวลา และผลการวิเคราะห์ค่าอายุด้วยวิธีคาร์บอน-14 สามารถที่จะยืนยันวิธีการศึกษาวงปีไม้ในการจัดกลุ่มหลักฐานทางโบราณคดีได้หรือไม่ ซึ่งหมายถึงรูปแบบหัวโลงไม้ได้มีการวิวัฒนาการเรื่องเวลา รูปแบบหัวโลงที่ต่างกันมีการใช้ในเวลาเดียวกัน เพียงแต่รูปแบบง่าย เช่น 1A, 1B 2A และ 2B อาจเป็นรูปแบบที่สง่างามและนิยมใช้กันมากที่สุด
- 2) การเลือกรูปแบบหัวโลงที่มีความเหมือนกันโดยตัวอย่างโลงไม้มาจากต่างถ้ำและต่างลุ่มน้ำมีอายุใกล้เคียงกันหรือไม่อย่างไร
- 3) ช่วงอายุของโลงไม้ในแต่ละถ้ำ
- 4) อายุของโลงไม้ใช้ในการเชื่อมโยงกับหลักฐานโบราณคดีอื่นๆ เช่น ละอองเรณู โครงกระดูกมนุษย์ ฟัน กระดูกสัตว์ เครื่องใช้ต่างๆ เป็นต้น

การตรวจสอบค่าอายุของหัวโลงแบบเดียวกันที่พบภายในแหล่งโบราณคดีเดียวกัน หัวโลงไม้เหล่านี้จะกลายเป็นหลักฐานอ้างอิงสำคัญเพื่อนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับการศึกษาทางด้านโบราณคดีอื่นๆ การเลือกตัวอย่างครอบคลุมพื้นที่ศึกษาที่ประกอบด้วย ลุ่มน้ำของ ลุ่มน้ำตาง ลุ่มน้ำแม่ละนา และลุ่มน้ำย่อยโป่งแสนปึก

สำหรับตัวอย่างหรือส่วนของโลงไม้ที่เลือกเก็บมากำหนดอายุ จะเป็นชิ้นส่วนไม้บริเวณส่วนด้านนอกของตัวโลงซึ่งถือว่าเป็นส่วนที่ใกล้กับเปลือกต้นไม้ (bark) มากที่สุด สาเหตุที่เลือกเก็บในส่วนด้านนอกของตัวโลงก็เพราะเป็นส่วนที่ใกล้เคียงกับอายุของไม้เมื่อถูกตัดนำมาใช้ทำโลง สำหรับจำนวนตัวอย่างไม้ที่เลือกเก็บไปกำหนดอายุด้วยคาร์บอน-14 แสดงดังตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.33 แสดงจำนวนถ้ำ ถูมน้ำ จำนวนตัวอย่าง ชนิดไม้ของตัวอย่าง และรูปแบบหัวโลง

ถูมน้ำ	ชื่อถ้ำ	พิกัด	ความสูงจากระดับ น้ำทะเล (m)	รหัส	ชนิดไม้	ตัวอย่าง		รูปแบบหัวโลง
						โลง	เสา	
ถ้ำ	ถ้ำน้ำลอด	47QMB 247636	640	TL	สัก (<i>Tectona grandis</i> L.)	9	-	1A,3A
	หุบเขาบ้านไร่	47Q 0414112 UTM 2158402	793	BR	สัก (<i>Tectona grandis</i> L.) หว้า (<i>Syzygium cumini</i> L. Skeels)	48	25	1A,1B,1C,1D,1E,2A,2B,2C,2D
	ถูมอ	47Q 0405807 UTM 2167191	723	UM	สัก (<i>Tectona grandis</i> L.)	2	-	2A , 2B,5C,5D,8A
	แม่ถ้ำจันทร์ 1	47Q 420168 UTM2160111	639	MLJ	สัก (<i>Tectona grandis</i> L.)	8	5	1B,2A,2B
	บ้านน้ำริน			NR	จำปาป่า (<i>Michelia sp.</i>) รัก (<i>Melanorrhoea glabra</i> Wall.)	5	-	6B
	บ่อไครี	47Q 0419695 UTM 2161055	933	BO	สัก (<i>Tectona grandis</i> L.)	68	3	1A,1B, 2A,2B,2C,3A,3C,4B,5B,6C,5D,10
	ผีแมนปิ่นพาย	47Q 0424010 UTM 2160709	693	PP	สัก (<i>Tectona grandis</i> L.)	16	9	1B,2A,
	หม้อมูเซอ	47Q 0424128 UTM 2161479	758	LP	สัก (<i>Tectona grandis</i> L.)	9	4 (คาน)	1A,2B,3C,4B ,6C
	ยาป่าแห่น หมายเลข 2	47Q 0420398 UTM 2165824	1001	YP2	สัก (<i>Tectona grandis</i> L.)	6	2	8C

ตารางที่ 4.33 แสดงจำนวนถ้ำ ลุ่มน้ำ จำนวนตัวอย่าง ชนิดไม้ของตัวอย่าง และรูปแบบหัวโลง (ต่อ)

ลุ่มน้ำ	ชื่อถ้ำ	พิกัด	ความสูงจากระดับ น้ำทะเล (m)	รหัส	ชนิดไม้	ตัวอย่าง		รูปแบบหัวโลง
						โลง	เสา	
กลาง	ยาป่าแห่นหมายเลข 1	47Q 0419906 UTM 2165648	933	YP1	สัก (<i>Tectona grandis</i> L.)	4	21	6C,1B
ของ	ผาแดง	47Q 405418 UTM 2167614	523	PD	สัก (<i>Tectona grandis</i> L.)	4	-	5D
	โลงยักษ์	47Q 405804 UTM 2167186	581	LY	สัก (<i>Tectona grandis</i> L.)	25	31	1A
	ถ้ำผี	47Q 0405419 UTM 2167617	721	SO	สัก (<i>Tectona grandis</i> L.)	23	-	1A, 5C
	เพิงผาท่งสาแล	47Q 405713 UTM 2167583	776	TSL1	สัก (<i>Tectona grandis</i> L.)	9		C1,C2
	ท่งสาแล2	47Q 0408498 UTM 2169922	931	TSL2	สัก (<i>Tectona grandis</i> L.)	46	22	1A,10, 4B, 1B, 3C, 3D, 4B, 5C, 5D, 5F
โป่งแสนปึก	ปางคาม1	47Q0416763 UTM 2175314	598	NJ	สัก (<i>Tectona grandis</i> L.) ไม้ก่อ (<i>Castanopsis</i> sp.) ไม้ตะคร้ำ (<i>Garuga</i> sp.) ไม้ลำพูป่า/คุ่มเต็น (<i>Duabanga sonneraliades</i> Ham.	35	7	2 A, 8D,5B,2B,6E
	ปางคาม3	47Q 0417972 UTM 2177490	529	PK3	สัก (<i>Tectona grandis</i> L.) พะยอม (<i>Shorea talura</i> Roxb.)	20	-	8C, 3A, 3B, 8D

ตารางที่ 4.34 ค่าอายุที่ตรวจสอบด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีในวัฒนธรรมโลงไม้

ชื่อแหล่ง	หมายเลขของ lab	ที่มาและประเภท ของตัวอย่าง	อายุ (calibrated) (2 sigma)	อายุ (B.P.=ปีมาแล้ว)
ถ้ำ 9 ชิน** (น้ำของ)	Beta-166060	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1A	B.C. 160-A.D. 130 (พ.ศ. 383- พ.ศ.673)	1,990±60
	Beta-166061	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1A	A.D.110-410 (พ.ศ. 635-953)	1,770±60
โลงยักษ์ (น้ำของ)	OAP2265	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1A	B.C. 2030-790 1487 ปี ก่อน พ.ศ. – 247	3,120 ±260
	OAP2265	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1A	B.C. 400-A.D. 1060 พ.ศ. 143 – พ.ศ.1603	1,630±350
ถ้ำผี (น้ำของ)	OAP2267	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1A	B.C. 1530-360 987 ปี ก่อน พ.ศ. – 183	2,770 ±250
	OAP2268	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 5D	A.D. 320-1220 พ.ศ. 863 – พ.ศ. 1763	1,290±230
ผาแดง (น้ำของ)	OAP2269	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 5A	A.D. 130-1040 พ.ศ. 673- พ.ศ. 1583	1,410 ±230
เพิงผาท่งสาแล (น้ำของ)	OAP2223	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ -	A.D. 300-1200 (พ.ศ.843-1743)	1,290±220
	OAP2244	ชิ้นส่วนของโลงไม้	A.D. 1250- 1900 (พ.ศ. 1793-พ.ศ.2443)	430±190
ถ้ำท่งสาแล 2 ^s (น้ำของ)	OAP2248	ชิ้นส่วนของโลงไม้	B.C. 850 – A.D. 150. (307 ปี ก่อน พ.ศ. - พ.ศ. 693)	2,310±220
	OAP2247	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 3D	B.C.1000 – A.D. 0 (457 ปี ก่อน พ.ศ. – พ.ศ. 543)	2,410±210
ถ้ำศรีโสภณ*** (น้ำของ)	AMS386	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 2B	A.D. 400-700 (พ.ศ. 943-1243)	1,120±80
ถ้ำอุมอง*** (น้ำล่าง)	AMS381	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 5D	A.D. 200-700 (พ.ศ. 743-1243)	1,600±110
อุมอง	OAP2271	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 5D	B.C. 590-A.D. 440 47 ปี ก่อน พ.ศ. – พ.ศ. 983	2,040±240
ถ้ำลาดจันทร์*** (น้ำล่าง)	AMS382	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 2A	A.D. 180-620 (พ.ศ. 723-1163)	1,640±90
ถ้ำลาดจันทร์	OAP2270	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 2A	B.C. 2050-800 1507 ปี ก่อน พ.ศ. – 257	3,160±270
ถ้ำหมูป้านหมูเชอ*** (แม่ละนา)	AMS383	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 6C	A.D.100-650 (พ.ศ. 833-1123)	1,700±110
ถ้ำหมูป้านหมูเชอ*** (น้ำล่าง)	AMS384	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1A	A.D. 290-780 (พ.ศ. 833-1123)	1,540±120
ถ้ำหมูป้านหมูเชอ*** (น้ำล่าง)	AMS385	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1A	B.C. 600-A.D. 50 (57 ปี ก่อน พ.ศ.- พ.ศ.593)	2,080±60

ตารางที่ 4.34 ค่าอายุที่ตรวจสอบด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีในวัฒนธรรมโลงไม้ (ต่อ)

ชื่อแหล่ง	หมายเลขของ lab	ที่มาและประเภท ของตัวอย่าง	อายุ (calibrated) (2 sigma)	อายุ (B.P.=ปีมาแล้ว)
ถ้ำหม้อมุเซอ (น้ำลาง)	OAP2222	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1B	B.C. 600-A.D. 400 (57 ปีก่อน พ.ศ.-พ.ศ.943)	2,090±230
	OAP2240	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 2A	A.D. 200-A.D. 1200 (พ.ศ.743-1743)	1,330±250
	OAP2241	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 4B	B.C. 1500-B.C. 300 (957 ปีก่อน พ.ศ. – 243 ปีก่อน พ.ศ.)	2,720±270
	OAP2224	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 4B	B.C. 500-A.D. 500 (พ.ศ.43-1043)	2,000±230
ถ้ำลอด*** (น้ำลาง)	AMS387	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 2B	A.D. 590-990 (พ.ศ.1133-1533)	1,240±90
ถ้ำลอด***	AMS388	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 2A	A.D. 300-740 (พ.ศ. 843-1283)	1,450±110
ถ้ำผีแมนปิ่นปาย (น้ำลาง)	OAP2225	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1B	B.C. 1300-B.C. 200 (757 ปีก่อน พ.ศ.-พ.ศ.343)	2,600±240
	OAP2250	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 2A	B.C. 1200 - A.D. 150 657 ปีก่อน พ.ศ. – พ.ศ. 693	2,550±220
ยาป่าแหน หมายเลข 2 (แม่ละนา)	OAP2242	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1A	B.C. 550 – A.D. 450 (7 ปีก่อน พ.ศ. – พ.ศ. 993)	2,020±220
	OAP2243	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1A	A.D. 300 - A.D. 1050 (พ.ศ. 843 – พ.ศ. 1593)	1,340 ± 220
	OAP2251	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 8C	A.D. 500 – A.D. 1200 (พ.ศ. 1043 – พ.ศ. 1743)	1,200 ±200
บ้านไร่ ^s (น้ำลาง)	OAP2195	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1B,2C	B.C. 200-A.D. 800 (พ.ศ. 343- พ.ศ. 1343)	1,700±210
	OAP2196	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1B	B.C. 400-A.D. 800 (พ.ศ.143-พ.ศ.1343)	1,710±230
	OAP2197	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1A	B.C.900-A.D.300 (357 ปีก่อน พ.ศ.-พ.ศ.843)	2,260±240
	OAP2198	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 2A	B.C.800-A.D.600 (257 ปีก่อน พ.ศ.-พ.ศ.1143)	2,030±220
	OAP2199	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 2A	B.C. 200-A.D. 800 (พ.ศ.343-พ.ศ.1343)	1,700±220
	OAP2200	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1B	B.C. 800-A.D. 500 (257 ปีก่อน พ.ศ.-1043)	2,070±210
	OAP2201	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1B	A.D. 50-A.D. 1000 (พ.ศ.593-พ.ศ.1543)	1,520±210

ตารางที่ 4.34 ค่าอายุที่ตรวจสอบด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีในวัฒนธรรมโลงไม้ (ต่อ)

ชื่อแหล่ง	หมายเลข ของ lab	ที่มาและประเภท ของตัวอย่าง	อายุ (calibrated) (2 sigma)	อายุ (B.P.=ปีมาแล้ว)
บ่อไคร้ (น้ำลาย)	OAP2202	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 4B และ 10	B.C. 800-A.D. 300 (257 ปีก่อน พ.ศ.-พ.ศ.843)	2,210±210
	OAP2204	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 4B	B.C. 100-A.D. 900 (พ.ศ.443-พ.ศ.1443)	1,640±210
	OAP2205	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 3C และ 4B	B.C. 400-A.D. 700 (พ.ศ.143-พ.ศ.1243)	1,770±220
	OAP2206	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 3C และ 4B	B.C. 400-A.D. 700 (พ.ศ.143-พ.ศ.1243)	1,760±220
	OAP2207	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 3C และ 4B	B.C. 1000-A.D. 200 (457 ปีก่อน พ.ศ. -พ.ศ.743)	2,230±230
	OAP2208	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 3C และ 4B	B.C.100-A.D. 900 (พ.ศ.443-พ.ศ.1443)	1,640±210
	OAP2209	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 3C และ 4B	B.C. 250-A.D. 1200 (พ.ศ.293-พ.ศ.1743)	1,320±210
	OAP2162	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 5D	A.D. 550-A.D. 1300 (พ.ศ.1093-พ.ศ.1843)	1,090±210
ปางคาม3 (โป่งแสนปึก)	OAP2257	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 8D	B.C. 1770-480 1227 ปีก่อน พ.ศ. -พ.ศ. 63	2,950±270
	OAP2258	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 6E	B.C. 90-A.D. 900 พ.ศ. 453 – พ.ศ. 1443	1,600±240
	OAP2259	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 6B	B.C. 920-A.D. 250 377 ปีก่อน พ.ศ. – พ.ศ. 793	2,280±250
	OAP2260	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 5A	B.C. 1430-A.D. 260 887 ปีก่อน พ.ศ. – พ.ศ. 803	2,460±360
ปางคาม1 (โป่งแสนปึก)	OAP2261	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1A	B.C. 230-A.D. 620 พ.ศ. 313 – พ.ศ. 1163	1,840±210
	OAP2262	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 1B	B.C.170-A.D.690 พ.ศ. 373 – พ.ศ. 1233	1,720±200
	OAP2263	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 3E	A.D.860-1650 พ.ศ. 1403 – พ.ศ. 2193	730±220
	OAP2264	ชิ้นส่วนของโลงไม้ หัวโลงรูปแบบ 2A	A.D.1160-1710 พ.ศ. 1703 – พ.ศ. 2253	510±210

หมายเหตุ * สัทธิพงษ์ คิลกานิช 2543 **Buckley 2002 ***Grave *et al.* 1994

^s Wannasri 2004

WK = Waikato Laboratory, New Zealand

AMS = Accelerator Mass Spectrometry

OAP = the radiocarbon laboratory, Organization of Atomic for Peace (OAP), Bangkok, Thailand

ลำดับอายุ (จากเก่าที่สุดมาสู่ใหม่ที่สุด) ของโรงไม้ด้วยวิธีกำหนดอายุด้วยคาร์บอน -14

- 1) ถ้าแม่กลางจันทร์ หัวโรงแบบ 2A (กลาง)
- 2) ถ้าโรงยักษ์ หัวโรงแบบ 1A (ของ)
- 3) ปางคาม 3 หัวโรงแบบ 8D (โป่งแสนปึก)
- 4) ถ้าผี หัวโรงแบบ 1A (ของ)
- 5) ถ้าหม้อมูเซอ หัวโรงแบบ 4B (กลาง)
- 6) ถ้าผีแมนปิ่นปาย หัวโรงแบบ 1B (กลาง)
- 7) ถ้าผีแมนปิ่นปาย หัวโรงแบบ 2A (กลาง)
- 8) ปางคาม 3 หัวโรงแบบ 5A (โป่งแสนปึก)
- 9) ถ้าหมู่บ้านทุ่งสาแล หัวโรงแบบ 3D (ของ)
- 10) ถ้าหมู่บ้านทุ่งสาแล (ไม่สามารถระบุรูปแบบหัวโรง)
- 11) ปางคาม 3 หัวโรงแบบ 6B (โป่งแสนปึก)
- 12) บ้านไร่ หัวโรงแบบ 1A (กลาง)
- 13) ถ้าบ่อไคร้ หัวโรงแบบ 3C และ 4B (กลาง)
- 14) ถ้าบ่อไคร้ หัวโรงแบบ 4B และ 10 (กลาง)
- 15) ถ้าหม้อมูเซอ หัวโรงแบบ 1B (กลาง)
- 16) ถ้าหม้อมูเซอ หัวโรงแบบ 1A (กลาง)
- 17) บ้านไร่ หัวโรงแบบ 1B (กลาง)
- 18) อุมอง หัวโรงแบบ 5D (กลาง)
- 19) บ้านไร่ หัวโรงแบบ 2A (กลาง)
- 20) ย่าป่าแหน หมายเลข 2 หัวโรงแบบ 1A (แม่ละนา)
- 21) ถ้าหม้อมูเซอ หัวโรงแบบ 4B (กลาง)
- 22) ถ้าเก้าชัน หัวโรงแบบ 1A (ของ)
- 23) ปางคาม 1 หัวโรงแบบ 1A (โป่งแสนปึก)
- 24) บ่อไคร้ หัวโรงแบบ 3C และ 4B (กลาง)
- 25) บ่อไคร้ หัวโรงแบบ 3C และ 4B (กลาง)
- 26) ปางคาม 1 หัวโรงแบบ 1B (โป่งแสนปึก)
- 27) บ้านไร่ หัวโรงแบบ 2A (กลาง)
- 28) ถ้าเก้าชัน หัวโรงแบบ 1A (ของ)
- 29) บ้านไร่ หัวโรงแบบ 1B (กลาง)
- 30) บ้านไร่ หัวโรงแบบ 1B และ 2C (กลาง)
- 31) ถ้าหม้อมูเซอ หัวโรงแบบ 6C (แม่ละนา)
- 32) ถ้าแม่กลางจันทร์ หัวโรงแบบ 2A (กลาง)
- 33) บ่อไคร้ หัวโรงแบบ 3C และ 4B (กลาง)
- 34) บ่อไคร้ หัวโรงแบบ 4B (กลาง)
- 35) ถ้าโรงยักษ์ หัวโรงแบบ 1A (ของ)

- 36) อุมอง หัวโลงแบบ 5D (กลาง)
- 37) ปางคาม 3 หัวโลงแบบ 6E (โป่งแสนปึก)
- 38) ถ้ำหม้อมุเซอ หัวโลงแบบ 1A (กลาง)
- 39) บ้านไร่ หัวโลงแบบ 1B (กลาง)
- 40) ถ้ำลอด หัวโลงแบบ 2A (กลาง)
- 41) ผาแดง หัวโลงแบบ 5A (ของ)
- 42) ย่าป่าแหน หมายเลข 2 หัวโลงแบบ 1A (แม่ละนา)
- 43) ถ้ำหม้อมุเซอ หัวโลงแบบ 2A (กลาง)
- 44) บ่อไคร้ หัวโลงแบบ 3C และ 4B (กลาง)
- 45) ถ้ำผี หัวโลงแบบ 5D (ของ)
- 46) เพิงผาทุ่งสาแล หัวโลงแบบ C1 (ของ)
- 47) ถ้ำลอด หัวโลงแบบ 2B (กลาง)
- 48) ย่าป่าแหน 2 หัวโลงแบบ 8C (กลาง)
- 49) ถ้ำศรีโสภณ หัวโลงแบบ 2B (ของ)
- 50) บ่อไคร้ หัวโลงแบบ 5D (กลาง)
- 51) ปางคาม1 หัวโลงแบบ 3E (โป่งแสนปึก)
- 52) ปางคาม1 หัวโลงแบบ 2A (โป่งแสนปึก)
- 53) เพิงผาทุ่งสาแล หัวโลงแบบ 2C (ของ)

จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ ได้รับอน 14 พบว่า โลงไม้ที่ถ้ำล่างจันทร์ 1 ซึ่งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำลาด อายุมากที่สุด คือ อายุ (calibrated; 2 sigma) เท่ากับ 1,507 ปี ก่อนพุทธศักราช - 257 ปี ก่อนพุทธศักราช และตัวอย่างอีก 1 ตัวอย่างซึ่งเป็นหัวโลงรูปแบบเดียวกันมีอายุ (calibrated; 2 sigma) ใน พ.ศ. 723-1163 ซึ่งพบว่ามีช่วงอายุที่ห่างกันมาก

โลงไม้ที่มีอายุมากเป็นอันดับที่ 2 ได้แก่ โลงยักษ์ ที่มีหัวโลงรูปแบบ 1A ค่าอายุคาร์บอน-14 (calibrated; 2 sigma) เท่ากับ 1,487 ปี ก่อนพุทธศักราช - 247 ปี ก่อนพุทธศักราช อีก 1 ตัวอย่างที่มีหัวโลงรูปแบบ 1A เท่ากัน อายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) อยู่ใน พ.ศ. 143-1603

โลงไม้ที่มีอายุมากเป็นลำดับที่ 3 คือ ถ้ำปางคาม 3 ถุมน้ำสาขาโป่งแสนปึก โลงไม้มีรูปแบบหัวโลง 8D ค่าอายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) เท่ากับ 1,227 ปี ก่อน พ.ศ. - พ.ศ. 63 นอกจากนี้มีอีก 3 ตัวอย่างที่รูปแบบหัวโลงแบบ 6C, 6B และ 5A มีอายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) อยู่ในช่วง 887 ปี ก่อนพุทธศักราช - พ.ศ. 803, 377 ปี ก่อนพุทธศักราช - พ.ศ. 793 และ พ.ศ. 453-1443

โลงไม้ที่อายุอายุเก่าแก่ลำดับ 4 ได้แก่ ถ้ำผี (ลุ่มน้ำของ) หัวโลงไม้รูปแบบ 1A มีอายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) เท่ากับ 987 ปี ก่อนพุทธศักราช-พ.ศ. 183 และรูปแบบหัวโลง 5D มีอายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) อยู่ใน พ.ศ. 863-1763

ถ้ำหม้อมุเซอ (ลุ่มน้ำลาด) จำนวนตัวอย่างที่นำไปวิเคราะห์ค่าอายุ 5 ตัวอย่าง ซึ่ง 1 ตัวอย่างมีอายุมากเป็นอันดับ 5 ได้แก่ รูปแบบหัวโลง 4B มีอายุคาร์บอน 14 (calibrated ; 2 sigma) เท่ากับ 957ปี ก่อนพุทธศักราช - พ.ศ. 243 ส่วนหัวโลงรูปแบบ 1B, 1A, 4B, 1A และ 2A มีอายุคาร์บอน 14 (calibrated ; 2 sigma) ระหว่าง 57 ปี ก่อนพุทธศักราช - พ.ศ. 943, 57 ปี ก่อนพุทธศักราช - พ.ศ. 593, พ.ศ. 43-1043, พ.ศ. 833-1123 และ พ.ศ. 743-1743

ถ้าผิวนั้นเป็นปาย (ลุ่มน้ำล่าง) โลงไม้ที่นำไปวิเคราะห์หาอายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) จำนวน 2 ตัวอย่าง หัวโลงรูปแบบ 1B และ 2A มีค่าอายุมากใกล้เคียงกัน ในอันดับที่ 6 และ 7 คือ 757 ปีก่อนพุทธศักราช - พ.ศ. 343 และ 657 ปีก่อนพุทธศักราช - พ.ศ. 693 การเข้าถึงถ้ำนี้ค่อนข้างยาก อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่มีการใช้ถ้ำเพื่อเป็นสุสานไม่บ่อยเท่ากับการใช้พื้นที่ถ้ำอื่นๆ

ถ้ำหมู่บ้านทุ่งสาแล อยู่ในลุ่มน้ำของ โลงไม้ที่นำไปวิเคราะห์หาอายุทางวิทยาศาสตร์ มีอายุคาร์บอน 14 (calibrated ; 2 sigma) เท่ากับ 457 ปีก่อนพุทธศักราช - พ.ศ. 543 และ 307 ปีก่อนพุทธศักราช - พ.ศ. 693

เพิงผาบ้านไร่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำล่าง ในแหล่งโบราณคดีแห่งนี้พบโลงไม้ที่มีขนาดใหญ่จำนวนมาก มีค่าอายุโลงไม้อยู่ในอันดับที่ 12 พบว่าตัวอย่างที่นำไปวิเคราะห์หาอายุทางวิทยาศาสตร์มีอายุคาร์บอน 14 (calibrated ; 2 sigma) ที่ใกล้เคียงกัน และที่ค่อนข้างใหม่ คือ 357 ปีก่อนพุทธศักราช - พ.ศ. 843, 257 ปีก่อนพุทธศักราช - พ.ศ. 1043, 257 ปีก่อนพุทธศักราช - พ.ศ. 1143, พ.ศ. 343-1343, พ.ศ. 143-1343, พ.ศ. 343-1343 และ พ.ศ. 593-1543 ซึ่งมีรูปแบบหัวโลงแบบ 1A, 1B, 2A, 2A, 1B, 1B, 2C และ 1B

ถ้ำบ่อไคร้อยู่ในลุ่มน้ำล่างเช่นกัน ซึ่งมีจำนวนโลงมากที่สุด และรูปแบบหัวโลงที่หลากหลายที่สุด พบว่าโลงไม้มีค่าอายุใกล้เคียงกับโลงไม้ที่เพิงผาบ้านไร่ จำนวนตัวอย่างที่นำไปวิเคราะห์หาอายุทางวิทยาศาสตร์มีอายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) เท่ากับ 457 ปีก่อนพุทธศักราช - พ.ศ. 743 รูปแบบหัวโลง 3C และ 4B, 257 ปีก่อนพุทธศักราช - พ.ศ. 843 รูปแบบหัวโลง 4B และ 10, พ.ศ. 143-1243 รูปแบบหัวโลง 3C และ 4B, พ.ศ. 143-1243 รูปแบบหัวโลง 3C และ 4B, พ.ศ. 443-1443 รูปแบบหัวโลง 3C และ 4B, พ.ศ. 443-1443 รูปแบบหัวโลง 4B, พ.ศ. 293-1743 รูปแบบหัวโลง 3C และ 4B และ พ.ศ. 1093-1843 รูปแบบหัวโลง 5D

ถ้ำอุมองตั้งอยู่ในลุ่มน้ำล่าง อายุของโลงไม้เท่าในอันดับที่ 18 รูปแบบหัวโลงแบบ 5D จำนวนตัวอย่างโลงไม้ที่นำไปวิเคราะห์หาอายุทางวิทยาศาสตร์ คาร์บอน 14 จำนวน 2 ตัวอย่างที่มีรูปแบบหัวโลงเหมือนกันมีอายุที่แตกต่างกันค่อนข้างมากคือ 47 ปีก่อนพุทธศักราช - พ.ศ. 983 และ พ.ศ. 743-1243

โลงไม้ที่มีอายุเก่าเป็นอันดับที่ 20 ได้แก่โลงไม้ที่มาจากถ้ำหมู่บ้านย่าป่าแหน มีหัวโลงรูปแบบ 1A ซึ่งมีค่าอายุ 7 ปีก่อนพุทธศักราช - พ.ศ. 993 และอีก 2 ตัวอย่างที่มีรูปแบบหัวโลงแบบ 1A และ 8C ซึ่งมีอายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) ที่แตกต่างกันไป คือ พ.ศ. 843-1593 และ พ.ศ. 1043-1743

ถ้ำที่มีโลงไม้เก่าเป็นอันดับที่ 22 คือ ถ้ำ 9 ขึ้น ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำล่าง รูปแบบหัวโลงแบบ 1A โดยตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง พบอายุที่กำหนดโดยวิธีวิทยาศาสตร์คาร์บอน 14 ดังนี้ พ.ศ. 383-673 และ พ.ศ. 635-953

ถ้ำปางคาม 1 ซึ่งอยู่ในลุ่มน้ำสาขาย่อยโป่งแสนปึก โลงไม้มีอายุเก่าเป็นอันดับที่ 23 ซึ่งมีรูปแบบหัวโลงแบบ 1A อายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) อยู่ในช่วง พ.ศ. 313-1163 และรูปแบบหัวโลงแบบ 1B อายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) อยู่ในช่วง พ.ศ. 373-1233 และ หัวโลงที่มีรูปแบบหัวโลงแบบ 1B อายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) อยู่ระหว่าง 3E อายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) อยู่ในช่วง พ.ศ. 1403-2193 และรูปแบบหัวโลงแบบ 2A อายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) อยู่ระหว่าง พ.ศ. 1703- 2253

ถ้ำหม้อมูเซอในลุ่มน้ำแม่ละนา รูปแบบหัวโลงแบบ 6C อายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) อยู่ระหว่าง พ.ศ. 833-1123

ถ้ำลอดในลุ่มน้ำล่าง รูปแบบหัวโลงแบบ 2A และ 2B ซึ่งมีอายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) อยู่ระหว่าง พ.ศ. 843-1283 และ พ.ศ. 1133-1533

เพิงผาทุ่งสาแล ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำของ ตัวอย่างโลงไม้ 2 ตัวอย่างที่นำไปวิเคราะห์หาอายุทางวิทยาศาสตร์ อายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) มีค่าที่ค่อนข้างใหม่ อยู่ระหว่าง พ.ศ. 843-1743 และ พ.ศ. 1793-2443

ถ้าศรีโสภณ ในลุ่มน้ำของ รูปแบบหัวโลงแบบ 2B อายุคาร์บอน 14 (calibrated; 2 sigma) ก่อนข้างใหม่ เช่นกันเท่ากับ พ.ศ. 943-1243

จากการแสดงค่าอายุที่ตรวจสอบด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีใน วัฒนธรรมโลงไม้ พบว่าโลงไม้มีการเริ่มต้นในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกันทั้ง 3 ลุ่มน้ำ คือ แก่งที่ลุ่มน้ำล่าง ถ้าแม่กลางจันทร์ และลุ่มน้ำของ ถ้าโลงยักษ์ และถ้าปางคาม 3 พบว่าบริเวณลุ่มน้ำล่างมีถ้ำแห่งที่มีการใช้ประโยชน์ เพื่อเป็นสุสานในช่วงเวลาที่ยาวนาน และขึ้นอยู่กับการเข้าถึงพื้นที่ถ้ำว่ายากง่ายในระดับใด ดังจะเห็นได้ว่า หากพื้นที่ถ้ำใดเป็นถ้ำที่ค่อนข้างแคบ หรือทางเข้าค่อนข้างลำบาก จะมีจำนวนโลงไม้ไม่มาก และการกลับมาใช้ถ้ำอีก ค่อนข้างน้อย ดังเช่น ถ้ำผีแมนป็นปาย แต่หากถ้ำใดมีพื้นที่เข้าถึงไม่ยากและมีคูหาถ้ำหลายคูหา พบว่ามีจำนวนโลง ไม้ไม่มากและช่วงอายุที่แตกต่างกัน เช่น ถ้ำบ่อไคร้ ถ้ำที่พบว่าในปัจจุบันยังมีน้ำไหลผ่านอยู่ เช่น ถ้ำลอด ถ้ำผาแดง พบว่าอายุของโลงไม้ไม่เก่าแก่เท่ากับโลงไม้ที่อยู่ในบริเวณถ้ำแห่ง

โลงไม้จากลุ่มน้ำของ (หมู่บ้านทุ่งสาแล, เพิงผาทุ่งสาแล, ศรีโสภณ, 9 ชิ้น) มีอายุที่ค่อนข้างกระจัด กระจาย คือจากอายุที่เก่าแก่ที่สุดที่หมู่บ้านทุ่งสาแลจนถึงใหม่มาก (เพิงผาทุ่งสาแล) และยังคงความเชื่อมต่อจากวง ปีไม้ มีนัยได้หลายอย่างคือ เรื่องการเข้ามาใช้พื้นที่ของชุมชนเจ้าของโลงไม้ มีการใช้พื้นที่แล้วอพยพออกและมี การกลับเข้ามาใช้พื้นที่อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจะเป็นประชากรในกลุ่มที่เกี่ยวข้องกันหรือไม่นั้นปัจจุบันยังไม่มีหลักฐาน ยืนยัน แต่ที่ความคล้ายคลึงกันทางวัฒนธรรมคือ “วัฒนธรรมโลงไม้”

พิจารณาจากจำนวนโลงไม้และค่าอายุต่างๆ เป็นช่วงอายุที่ค่อนข้างห่างกันมาก อาจตั้งข้อสังเกตได้ว่า หากการปลงศพครั้งที่ 2 นี้ ไม่ใช่เป็นของชาวบ้านทั่วไป เนื่องจากจำนวนโลงที่มีขนาดใหญ่ จำนวนโลงที่ค่อนข้าง น้อย หรือหากเป็นของชุมชนในอดีต ก็จะต้องเป็นชุมชนที่มีขนาดใหญ่ เพราะจำนวนโลงไม่มากเช่นกัน จึง เป็นที่น่าเสียดายว่า จากการดำเนิน โครงการที่ผ่านมา ยังไม่พบหลักฐานเครื่องเช่นในโลงไม้ หรือ แหล่งที่อยู่อาศัย ที่ชัดเจนของเจ้าของวัฒนธรรมโลงไม้ เพื่อที่จะเชื่อมโยงให้ชัดเจนมากกว่าเท่าที่หลักฐานมีอยู่ในปัจจุบัน

หากพิจารณาจากสภาพพื้นที่แล้วโดยใช้เปรียบเทียบกับสภาพป่าไม้ในปัจจุบัน อาจจะเป็นการสนับสนุน กันกล่าวคือ สภาพป่าไม้บริเวณลุ่มน้ำของยังสมบูรณ์กว่าทางลุ่มน้ำล่าง ปัจจัยนี้เป็นการชี้ให้เห็นถึงการเข้าถึงพื้นที่ ที่ค่อนข้างยากกว่าทางด้านลุ่มน้ำล่าง

ถ้ำเป็นสถานที่ที่ถูกใช้ประโยชน์เพื่อวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไป ตามกาลเวลา กลุ่มคน ชาติพันธุ์ พบว่า ถ้ำแห่ง และหรือเพิงผาที่เปิดโล่งถูกใช้เป็นสุสานในเวลาที่ยาวนาน ประมาณ 2,600 ปีมาแล้ว (yrs BP) จนถึง ค.ศ. 1250 ในช่วงเวลากว่า 4,000 ปี ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าเจ้าของวัฒนธรรมโลงไม้ มีความเชื่อถือในเรื่อง วิญญาณหลังความตายและพิธีกรรมนี้เป็นพิธีกรรมหนึ่งที่ทำให้เกียรติแก่ผู้ที่ล่วงลับไปแล้ว เพราะพื้นที่ถ้ำส่วนใหญ่ที่ พบโลงเป็นพื้นที่ที่เข้าถึงลำบากแตกต่างกันออกไป

รูปแบบของหัวโลงที่หลากหลายกัน และขนาดของไม้สักที่นำมาทำโลงมีขนาดที่แตกต่างกันออกไป อาจบ่งบอกถึงสภาพธรรมชาติของแต่ละพื้นที่ในขณะนั้น หรือในทางกลับกันความยิ่งใหญ่ของผู้ล่วงลับ วงศ์ ตระกูล อย่างไรก็ตามหากขนาดโลงบ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้เบญจพรรณ ที่มีไม้สักขึ้นเป็นไม้เด่น ในพื้นที่ โดยทั่วไปไม้สักเป็นไม้ที่ต้องการแสงมากจึงไม่น่าสงสัยเลยว่า ความสูงของไม้สักแต่ละต้นในเวลานั้นจะ สูงใหญ่และมีลำต้นโตขนาดใด

การกำหนดค่าอายุด้วยวิธีคาร์บอน 14 ถือเป็นการกำหนดค่าอายุแบบสัมพัทธ์ (relative aged) เป็นการ เริ่มต้นเพื่อที่จะหาอายุอ้างอิงของหลักฐานที่กำลังสนใจ ซึ่งต่างจากการกำหนดด้วยวงปีไม้ที่กำหนดค่าอายุได้ แน่นนอน (absolute date) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากปัจจุบันดัชนีไม้สักจากไม้ที่มีชีวิตยังไม่สามารถช้อนทับหรือ

เชื่อมต่อกับข้อมูลไม้จากแหล่งโบราณคดีในวัฒนธรรมโลงไม้ได้ ในการศึกษาจึงเลือกใช้การกำหนดค่าอายุด้วยวิธีคาร์บอน 14 เพื่อกำหนดค่าอายุของหลักฐานโลงไม้ในเบื้องต้น

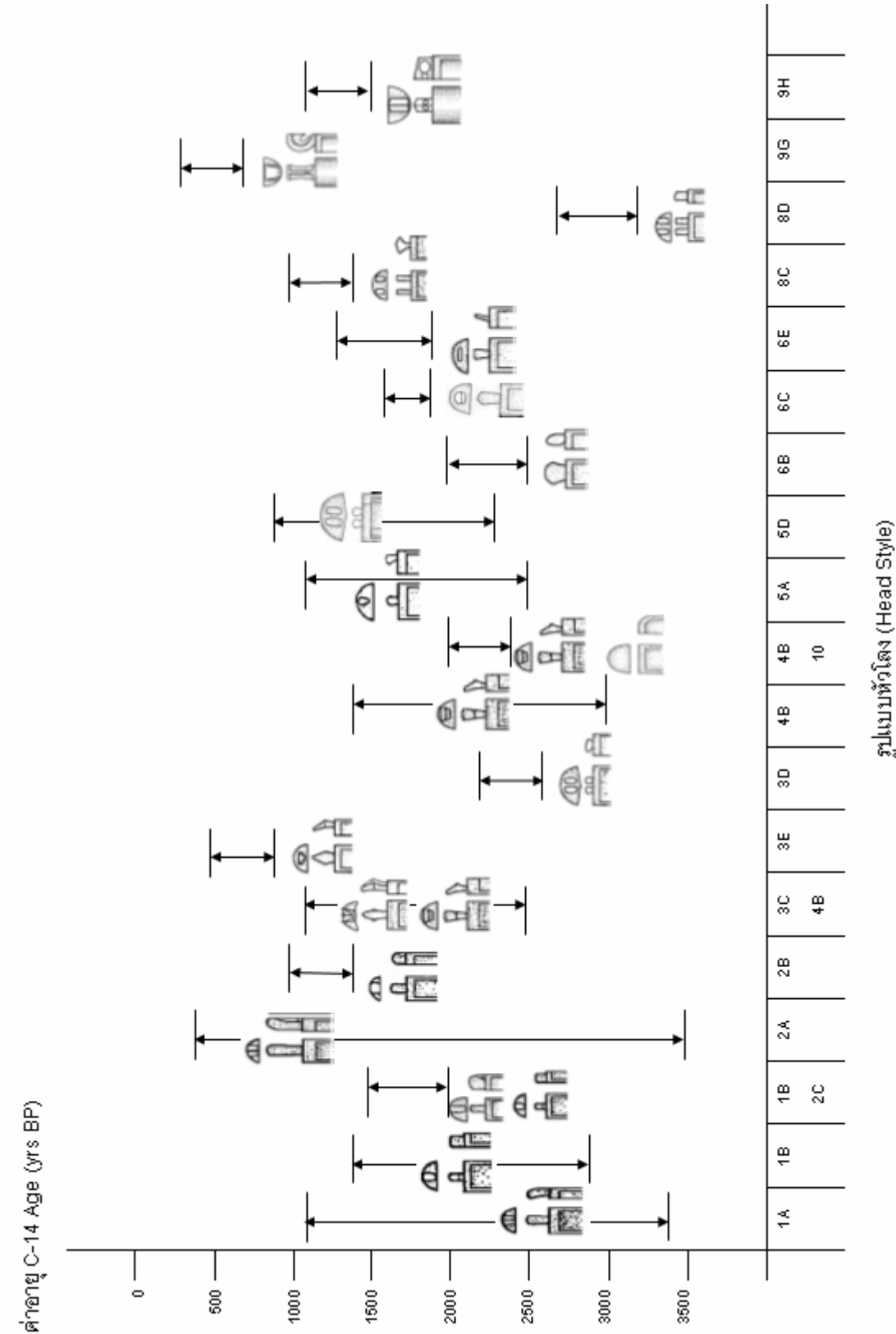
รูปแบบของหัวโลงที่หลากหลายมีนัยหลายประการ ทั้งในเชิงสังคม ความเชื่อ สัญลักษณ์เครือญาติ สิ่งแวดล้อมในขณะนั้น (รูปสัตว์ต่างๆ) หรืออาจเป็นเพียงความชำนาญของผู้ที่สร้างโลงไม้แต่ละช่วงที่มีการตกแต่งโลงที่แตกต่างกันออกไปเท่านั้น

จากการศึกษาด้านวงปีไม้ในบางแหล่งโบราณคดี พบว่า รูปแบบการเจริญเติบโตของไม้ที่พบแต่ละชิ้นที่พบในแหล่งเดียวกันไม่สามารถซ้อนทับกันได้ อาจเป็นผลมาจากไม้ที่นำมาทำโลงไม้เจริญเติบโตในพื้นที่ที่แตกต่างกัน หรืออาจมีการเก็บไม้ไว้ก่อนการนำมาใช้ทำโลงไม้ หรือ ไม้เหล่านั้นมาจากต้นไม้ที่เติบโตคนละช่วงเวลาที่ยังบอกถึงความต่อเนื่องของวัฒนธรรมนี้ การรวบรวมหลักฐานเพิ่มเติมเพื่อให้ผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือเพิ่มมากขึ้นเป็นเรื่องที่สำคัญ ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนชื้น ลักษณะภูมิอากาศมีส่วนทำลายหลักฐานให้ผู้ฟังตามธรรมชาติและเวลา การได้มาซึ่งหลักฐานที่ผ่านมาจึงถือว่ามีความสำคัญมากและควรที่จะทำการเก็บข้อมูลเหล่านี้ก่อนที่จะหลักฐานเหล่านี้จะถูกทำลายไปในที่สุด

หากในอนาคตสามารถนำวงปีไม้จากโลงไม้มาต่อขยายกับต้นไม้และไม่มีชีวิต ประเทศไทยจะมีเส้นดัชนีไม้สักที่ยาวถึงประมาณ 4,000 ปี ซึ่งถือว่าเป็นครั้งหนึ่งของช่วงน้ำแข็งยุคสุดท้าย (10,000 ปี) และเข้าสู่ยุคโฮโลซีน (Holocene) ในช่วงเวลาดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอย่างฉับพลันคือ Medieval Warm Period เกิดขึ้นในช่วงศตวรรษที่ 10-14 เป็นช่วงที่อุณหภูมิสูงขึ้นกว่าค่าเฉลี่ย และตามมาด้วยเหตุการณ์ Little Ice Age ประมาณ พ.ศ. 1943-2403 (ค.ศ. 1400-1860) เหตุการณ์ทั้ง 2 นี้ปรากฏชัดเจนในแทบประเทศที่อยู่ละติจูดสูง เนื่องจากการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิเพียงเล็กน้อยมีผลต่อการดำเนินชีวิตของประชากร โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลผลิตทางการเกษตร

จากรูปที่ 4.6 เป็นการแสดงในเห็นถึงช่วงอายุจากโลงไม้หัวโลงรูปแบบต่างๆ ในพื้นที่ศึกษาที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งจากโครงการ โบราณคดีบนพื้นที่สูงในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในระยะที่ 1 และระยะที่ 2 รวมถึงค่าอายุที่ได้จากการวิจัยที่ผ่านมา (สิทธิพงษ์ คิลกวนิช 2543, Buckley 2002, Grave *et al.* 1994, Wannasri 2004) โดยคำนวณจากช่วงอายุที่ได้ เช่น หัวโลงรูปแบบ 6E มีค่าอายุ $1,600 \pm 240$ ปีมาแล้ว (yrs BP) จะมีค่าเท่ากับ 1,360-1,840 ปีมาแล้ว เป็นต้น

ค่าอายุจากโลงไม้ที่ได้มีค่าอยู่ในช่วง 3,200-500 ปีมาแล้ว (yrs BP) อย่างไรก็ตามเนื่องจากค่าอายุที่ได้ในบางแหล่งโบราณคดีอาจกระจายตัวจากกลุ่มค่าอายุอื่นๆ ในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ช่วงค่าอายุที่อยู่ในกลุ่ม คือ 2,600-1,100 ปีมาแล้ว (yrs BP) คือ 107 ปีก่อนพุทธศักราช-พ.ศ. 1393 (650 ปีก่อนคริสต์ศักราช- ค.ศ. 850) เป็นช่วงเวลาของวัฒนธรรมโลงไม้ที่พบในพื้นที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอนในขณะนี้ อย่างไรก็ตามการกำหนดค่าอายุดังกล่าวเป็นการกำหนดค่าเบื้องต้น เพื่อให้เห็นถึงกรอบเวลาของวัฒนธรรมนี้ได้ชัดเจนมากขึ้น และใช้เชื่อมต่อกับความสัมพันธ์กับหลักฐานอื่นๆ สำหรับเติมเต็มช่องว่างในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับวัฒนธรรมโลงไม้ให้เห็นภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น



รูปที่ 4.26 แสดงรูปแบบการพัฒนาของหัวโลงแบบต่างๆ

หมายเหตุ: เนื่องจากโลงไม้ที่พบในวัฒนธรรมโลงไม้บางส่วนนี้มีลักษณะการตกแต่งส่วนปลายของโลงที่แตกต่างกัน ภาพรูปแบบหัวโลงที่แสดงในภาพด้านบนจึงเป็นการแสดงลักษณะของการตกแต่งที่พบในโลงทั้ง 2 ด้าน หากพบว่า โลงที่ทำการหาค่าอายุมีลักษณะการตกแต่งส่วนปลายของโลงที่ต่างกันไป

4.3 การศึกษาเรณูวิทยาที่บ้านถ้ำลอดและบ้านไร่

4.3.1 วิธีการศึกษาเรณูวิทยา

ขั้นตอนการศึกษาแบ่งเป็นการศึกษาในภาคสนามและการศึกษาในห้องปฏิบัติการ โดยศึกษาทั้งตัวอย่างดินจากแหล่งโบราณคดีและบริเวณรอบๆ ตัวอย่างดินจากแหล่งโบราณคดีที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกจากผลการศึกษาเรณูวิทยาเบื้องต้นดังกล่าวไว้ในรายงานโครงการในระยะที่หนึ่ง (รัศมี ชูทรงเดช และคณะ 2546)

การเก็บตัวอย่างบริเวณรอบๆ แหล่งโบราณคดีจะพิจารณาโดยศึกษาพื้นที่จากแผนที่ภูมิศาสตร์และการออกสำรวจภาคสนาม จากนั้นเลือกพื้นที่เก็บตัวอย่างที่มีลักษณะเป็นหนอง แอ่งน้ำหรือลักษณะเป็นแอ่งหรือหุบ ซึ่งเป็นลักษณะพื้นที่ที่เหมาะสมในการสะสมและคงสภาพของละอองเรณูเอาไว้ แต่จากการเก็บตัวอย่างในพื้นที่จริง พบว่าตะกอนดินจากแอ่งน้ำบนภูเขาทุกแห่งไม่ค่อยสะสมอินทรีย์วัตถุและมีจุดประ (mottle) ซึ่งแสดงว่ามีปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) เกิดขึ้น อันเป็นคุณสมบัติที่ไม่เหมาะสมในการคงสภาพละอองเรณู ดังนั้นจึงเลือกเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ที่เป็นแอ่งหรือหุบ ซึ่งตะกอนดินจะถูกพามาสะสมและดินมีความสมบูรณ์เหมาะสมในการคงสภาพละอองเรณูมากกว่า จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างดินโดยใช้เครื่องมือเก็บดิน (hand auger) เนื่องจากพบว่า วิธีเก็บโดยทำการขุดหลุม ไม่เหมาะสมกับพื้นที่ โดยเมื่อได้ตัวอย่างดินแล้วจะเก็บในถุงพลาสติกและปิดปากถุง พร้อมทั้งบันทึกระดับความลึก หมายเลขตัวอย่างและวันที่เก็บให้เรียบร้อย สำหรับขั้นตอนการศึกษาในห้องปฏิบัติการได้เคยกล่าวไว้แล้วในรายงานความก้าวหน้าของโครงการครั้งที่ 3 และ 4 (รัศมี ชูทรงเดช และคณะ 2548)

4.3.2 ผลการศึกษาเรณูวิทยา

การวิเคราะห์ละอองเรณูจากตัวอย่างตะกอนดินที่เก็บมาจากบริเวณรอบๆ แหล่งโบราณคดี ได้คัดเลือกจากทั้งหมด 19 จุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งเก็บจากพื้นที่รอบแหล่งโบราณคดีเพิงผาถ้ำลอดจำนวน 11 จุด และรอบๆ แหล่งโบราณคดีเพิงผาบ้านไร่จำนวน 8 จุด

ตารางที่ 4.35 แสดงตำแหน่งพิกัดและระดับความสูงของจุดเก็บตัวอย่างดินที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ละอองเรณูจากบริเวณบ้านถ้ำลอดและแหล่งโบราณคดีบ้านไร่ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน

พื้นที่	จุดเก็บตัวอย่าง/ จุดขุดเจาะ	พิกัด UTM	ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)
1	TLP1, TLP2	0426461 N 2162848 E	976
2	TLP 3, TLP 4, TLP 5	0424916 N 2163660 E	642
3	TLP 6, TLP 7, TLP 8	0425553 N 2165241 E	763
4	TLP 9, TLP 10, TLP 11	0424974 N 2164130 E	636
5	BRP 1, BRP2, BRP 3	0414112 N 2158402 E	793
6	BRP 4, BRP 5, BRP 6	0413927 N 2158338 E	811
7	BRP 7, BRP 8	0414050 N 2158223 E	795

ตัวอย่างดินจากแหล่งโบราณคดีที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกจากผลการศึกษาเรณูวิทยาเบื้องต้นดังกล่าวไว้ในรายงานโครงการในระยะที่หนึ่ง (รัศมี ชูทรงเดชและคณะ 2546) จากตัวอย่างดินจากหลุมขุดค้นแหล่งโบราณคดีเพิงผาล้อดและเพิงผาบ้านไร่ ที่พบละอองเรณูทั้งสิ้น 18 ตัวอย่าง โดยจำแนกเป็นตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาล้อดจำนวน 5 ตัวอย่าง และตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาบ้านไร่จำนวน 13 ตัวอย่าง

นอกจากนี้ได้เลือกตัวอย่างดินจากหลุมขุดค้นแหล่งโบราณคดีเพิงผาล้อดที่ทราบผลวิเคราะห์ค่าอายุด้วยวิธีเทอร์โมลูมิเนสเซนส์ (thermoluminescence) (Khaokhiew 2004) เพื่อนำมาวิเคราะห์ละอองเรณูเพิ่มเติมจำนวน 14 ตัวอย่าง

4.3.2.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของดินที่นำมาวิเคราะห์ละอองเรณู

4.3.2.1.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติของดินที่นำมาวิเคราะห์ละอองเรณูที่บ้านล้อด

1) Core TLP1

ตัวอย่าง Core TLP1 มีความยาว 58 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินทั้งหมดจำนวน 9 ตัวอย่าง ดินชั้นหน้าดินมีสีน้ำตาล (grayish brown 2.5Y 5/2) เนื้อดินค่อนข้างละเอียด ส่วนดินชั้นถัดลงไปเนื้อดินค่อนข้างร่วนและปนทรายเล็กน้อย มีสีน้ำตาลค่อนข้างคล้ำ (dark grayish brown 2.5Y 4/2) และพบว่ามีจุดเหลืองๆ ของเหล็กออกไซด์ผสมอยู่ด้วย

ตารางที่ 4.36 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core TLP1

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH	หมายเหตุ
TLP 101	9-16	2.5Y 5/2	7.0	มีเหล็กออกไซด์ผสม มีจุดเหลืองๆ
TLP 102	16-24	2.5Y 4/2	7.0	
TLP 103	24-30	2.5Y 4/2	7.0	
TLP 104	30-40	2.5Y 4/2	7.0	
TLP 105	40-58	2.5Y 4/2	7.0	

2) Core TLP2

สำหรับตัวอย่าง Core TLP2 ทำการขุดหลุมได้ความลึกประมาณ 54 เซนติเมตร พบว่าดินแห้งและค่อนข้างแข็ง ดินชั้นหน้าดินตื้นมาก คือ ประมาณ 10 เซนติเมตร มีสีน้ำตาล (grayish brown 2.5Y 5/2) โดยทำการเก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 2 ตัวอย่าง คือที่ระดับความลึก 18-23 เซนติเมตร และ 26-31 เซนติเมตร พบว่าดินมีสีค่อนข้างเหลืองอ่อนๆ (pale yellow 2.5Y 8/3) เนื้อดินมีความร่วนและปนทราย ไม่จับตัวกันและมีจุดสีเหลืองของเหล็กออกไซด์

ตารางที่ 4.37 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core TLP2

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH	หมายเหตุ
TLP 201	18-23	2.5Y 8/3	7.0	มีเหล็กออกไซด์ผสม มีจุดเหลืองๆ
TLP 202	26-31	2.5Y 8/3	7.0	

3) Core TLP3

หลุม Core TLP 3 มีความลึก 114 เซนติเมตร ทำการเก็บตัวอย่างดินทั้งหมดจำนวน 9 ตัวอย่าง สำหรับตัวอย่างดินชั้นหน้าดินเป็นดินร่วนค่อนข้างเหนียว เนื้อละเอียด สีน้ำตาลคล้ำ (dark grayish brown 2.5Y 4/2) และถัดลงไปเป็นดินละเอียดสม่ำเสมอ ปนทรายเล็กน้อย เนื้อค่อนข้างเหนียว สีคล้ำ (very dark gray 2.5Y 3/1)

ตารางที่ 4.38 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core TLP3

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH
TLP 301	3-20	2.5Y 4/2	6.5
TLP 302	20-40	2.5Y 4/2	6.5
TLP 303	40-60	2.5Y 4/2	6.5
TLP 304	60-80	2.5Y 3/1	6.5
TLP 305	80-100	2.5Y 3/1	6.5
TLP 306	100-114	2.5Y 3/1	6.5

4) Core TLP4

Core TLP4 มีความลึก 124 เซนติเมตร โดยเก็บตัวอย่างดินทั้งหมดจำนวน 9 ตัวอย่าง ตัวอย่างดินในหลุมนี้ พบว่าชั้นบนสุดเป็นดินค่อนข้างเหนียว เนื้อละเอียด สีคล้ำ (very dark grayish brown 2.5Y 3/2) และถัดลงไปเป็นดินค่อนข้างเหนียว เนื้อค่อนข้างละเอียด สีคล้ำ (very dark gray 2.5Y 3/1) มีทรายปนเล็กน้อย ทั้งนี้ได้พบตัวอย่างถ่าน 2 ตัวอย่าง ที่ระดับความลึกประมาณ 80-95 เซนติเมตร และ 95-110 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.39 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core TLP4

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH	หมายเหตุ
TLP 401	3-20	2.5Y 3/2	6.5	
TLP 402	20-35	2.5Y 3/1	6.5	
TLP 403	35-50	2.5Y 3/1	6.5	
TLP 404	50-65	2.5Y 3/1	6.5	
TLP 405	65-80	2.5Y 3/1	6.5	
*TLP 406	80-95	2.5Y 3/1	6.5	* ระดับตัวอย่างที่พบถ่าน
*TLP 407	95-110	2.5Y 3/1	6.5	* ระดับตัวอย่างที่พบถ่าน
TLP 408	110-124	2.5Y 3/1	6.5	

5) Core TLP5

หลุม Core TLP5 มีความลึก 109 เซนติเมตร โดยมีจำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด 7 ตัวอย่าง สำหรับตัวอย่างดินในหลุมนี้ พบว่าชั้นบนสุดเป็นดินค่อนข้างเหนียว เนื้อละเอียด สีคล้ำ (very dark grayish brown 2.5Y 3/2) และชั้นล่างลงไปเป็นดินเนื้อค่อนข้างเหนียว สีคล้ำ (very dark gray 2.5Y 3/1) และมีทรายปนอยู่เล็กน้อย

ตารางที่ 4.40 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core TLP5

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH
TLP 501	3-20	2.5Y 3/2	6.5
TLP 502	20-35	2.5Y 3/1	6.5
TLP 503	35-50	2.5Y 3/1	6.5
TLP 504	50-65	2.5Y 3/1	6.5
TLP 505	65-80	2.5Y 3/1	6.5
TLP 506	80-95	2.5Y 3/1	6.5
TLP 507	95-109	2.5Y 3/1	6.5

6) Core TLP6

หลุม Core TLP 6 มีความลึก 110 เซนติเมตร มีตัวอย่างดินทั้งหมดจำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่าชั้นหน้าดินค่อนข้างดีนคือ ประมาณ 10 เซนติเมตร เป็นดินร่วน เนื้อแน่นและค่อนข้างเหนียว เนื้อละเอียด สีคล้ำ (very dark grayish brown 2.5Y 3/2) ถัดลงไปทีระดับ 10-30 เซนติเมตร ซึ่งพบว่าดินเริ่มมีจุดประสีแดงตั้งแต่ระดับนี้ลงไป ดินเป็นดินร่วนเหนียวสีน้ำตาลอ่อน เนื้อค่อนข้างละเอียด (light olive brown 2.5Y 3/1) ที่ระดับ 30-56 เซนติเมตร เป็นดินสีออกแดง (red 2.5YR 4/6) เนื้อร่วนค่อนข้างเหนียว ส่วนที่ระดับ 56-80 เซนติเมตร ดินสีออกเทาๆ (light greenish gray gley 8/1) เนื้อดินค่อนข้างร่วนและที่ระดับ 80-110 เซนติเมตร เป็นดินสีแดง (red 10R 4/6) เนื้อดินค่อนข้างร่วน

ตารางที่ 4.41 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core TLP6

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH	หมายเหตุ
TLP 601	3-10	2.5Y 3/2	7.0	มีจุดประสีแดง
TLP 602	10-30	2.5Y 5/4	7.0	
TLP 603	30-56	2.5YR 4/6	7.0	
TLP 604	56-65	Gley 8/1	7.0	
TLP 605	65-80	Gley 8/1	7.0	
TLP 606	80-110	10R 4/6	7.0	

7) Core TLP7

Core TLP 7 มีความลึก 84 เซนติเมตร มีตัวอย่างดินทั้งหมดจำนวน 6 ตัวอย่าง โดยพบว่าดินชั้นบนสุดเป็นดินร่วนก่อนข้างเหนียว เนื้อละเอียด สีน้ำตาลคล้ำ (dark grayish brown 2.5Y 4/2) ถัดลงไปพบว่ามีจุดประสีแดงลงไปตลอด Core ทั้งหมด โดยพบว่าที่ระดับ 24-36 เซนติเมตร เป็นดินร่วนก่อนข้างเหนียวสีน้ำตาลออกเหลือง (brownish yellow 10YR 6/6 และ yellow 10YR 7/6) ที่ระดับ 36-48 เซนติเมตร เป็นดินก่อนข้างเหนียวสีออกเหลือง (pale yellow 2.5Y 8/4) และถัดลงไปจนสุด Core เป็นดินสีออกเทาจางๆ (light greenish gray Gley 8/1) เนื้อดินก่อนข้างร่วน

ตารางที่ 4.42 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core TLP7

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH	หมายเหตุ
TLP 701	5-24	2.5Y 4/2	7.0	
TLP 702	24-36	10YR 6/6 และ 10YR 7/6	7.0	มีจุดประสีแดง
TLP 703	36-48	2.5Y 8/4	7.0	
TLP 704	48-60	Gley 8/1	7.0	
TLP 705	60-72	Gley 8/1	7.0	
TLP 706	72-84	Gley 8/1	7.0	

8) Core TLP8

ตัวอย่าง Core TLP 8 มีความลึก 90 เซนติเมตร โดยมีตัวอย่างดินทั้งหมดจำนวน 6 ตัวอย่าง พบว่าดินชั้นบนสุดเป็นดินร่วนเหนียว เนื้อละเอียด สีน้ำตาล (dark olive brown 2.5Y 3/3) ถัดลงไปที่ระดับ 24-60 เซนติเมตร พบว่าดินมีจุดประสีแดง โดยพบว่าที่ระดับ 24-48 เซนติเมตร เป็นดินร่วนก่อนข้างเหนียว เนื้อก่อนข้างละเอียด สีน้ำตาลออกเหลือง (yellowish brown 10YR 5/8) ที่ระดับ 48-60 เซนติเมตร เป็นดินสีน้ำตาลเหลือง (very pale brown 10YR 8/3 และ yellow 10YR 7/5) ซึ่งถัดลงไปจนสุด Core เป็นดินร่วน สีออกเทาจางๆ (light greenish gray Gley 8/1) มีจุดประสีแดงและจุดประสีเหลืองทั่วไป

ตารางที่ 4.43 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core TLP8

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH	หมายเหตุ
TLP 801	5-24	2.5Y 3/3	7.0	
TLP 802	24-36	10YR 5/8	7.0	มีจุดประสีแดง
TLP 803	36-48	10YR 5/8	7.0	
TLP 804	48-60	10YR 8/3 และ 10YR 7/5	7.0	
TLP 805	60-72	Gley 8/1	6.5	มีจุดประสีแดง และสีเหลือง
TLP 806	72-90	Gley 8/1	6.5	

9) Core TLP9

Core TLP9 มีความลึก 122 เซนติเมตร มีตัวอย่างดินทั้งหมดจำนวน 10 ตัวอย่าง พบว่าชั้นหน้าดินเป็นดินร่วนเหนียว เนื้อละเอียด สีค่อนข้างคล้ำ (very dark grayish brown 2.5Y 3/2) ถัดลงไปในระดับ 24-48 เซนติเมตรเป็นดินค่อนข้างเหนียว เนื้อไม่ละเอียดนัก สีคล้ำ (very dark gray 2.5Y 3/1) และที่ระดับถัดลงไปจนสุดความยาว Core เป็นดินเนื้อร่วนค่อนข้างจับตัวกันเนื่องจากมีความชื้น มีทรายปนเล็กน้อย สีคล้ำ (dark gray 2.5Y 4/1)

ตารางที่ 4.44 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core TLP9

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH
TLP 901	3-24	2.5Y 3/2	7.0
TLP 902	24-36	2.5Y 3/1	7.0
TLP 903	36-48	2.5Y 3/1	7.0
TLP 904	48-60	2.5Y 4/1	7.0
TLP 905	60-72	2.5Y 4/1	7.0
TLP 906	72-84	2.5Y 4/1	7.0
TLP 907	84-96	2.5Y 4/1	7.0
TLP 908	96-108	2.5Y 4/1	7.0
TLP 909	108-120	2.5Y 4/1	7.0
TLP 910	120-122	2.5Y 4/1	7.0

10) Core TLP10

Core TLP10 มีความลึก 119 เซนติเมตร มีตัวอย่างดินทั้งหมดจำนวน 10 ตัวอย่างพบว่าชั้นบนเป็นดินร่วนเหนียว เนื้อค่อนข้างละเอียด สีค่อนข้างคล้ำ (very dark grayish brown 2.5Y 3/2) จนถึงที่ระดับประมาณ 72 เซนติเมตร ลงไปจนสุดความยาวของ Core พบว่าเป็นดินร่วนค่อนข้างเหนียวจับตัวกัน เนื่องจากมีความชื้น เนื้อดินมีทรายปน สีน้ำตาลออกคล้ำ (dark reddish brown 5Y 3/2)

ตารางที่ 4.45 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core TLP10

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH
TLP 1001	3-12	2.5Y 3/2	6.5
TLP 1002	12-24	2.5Y 3/2	6.5
TLP 1003	24-36	2.5Y 3/2	6.5
TLP 1004	36-48	2.5Y 3/2	6.5
TLP 1005	48-60	2.5Y 3/2	6.5
TLP 1006	60-72	2.5Y 3/2	6.5
TLP 1007	72-84	5Y 3/2	6.5
TLP 1008	84-96	5Y 3/2	6.5
TLP 1009	96-108	5Y 3/2	6.5
TLP 1010	108-119	5Y 3/2	6.5

11) Core TLP11

Core TLP 11 มีความลึกประมาณ 192 เซนติเมตร โดยมีตัวอย่างดินทั้งหมดจำนวน 9 ตัวอย่าง พบว่าชั้นหน้าดินเป็นดินร่วนเหนียว เนื้อละเอียดสม่ำเสมอ สีค่อนข้างคล้ำ (very dark grayish brown 2.5Y 3/2) ที่ระดับ 24-48 เซนติเมตร เป็นดินร่วนเหนียว เนื้อค่อนข้างละเอียด สีคล้ำ (very dark gray 2.5Y 3/1) และพบตัวอย่างถ่าน 1 ตัวอย่าง ที่ระดับ 24-36 เซนติเมตร

ส่วนที่ระดับถัดลงไปจนสุดความยาว Core พบว่าเป็นดินเนื้อไม่ละเอียดนักแต่จับตัวกัน สีน้ำตาลคล้ำ (dark reddish brown 5Y 2.5/2) และมีทรายปน โดยเริ่มมีน้ำที่ระดับความลึกประมาณ 100 เซนติเมตร และพบหินกรวดแม่น้ำที่ระดับประมาณ 190 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.46 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core TLP11

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH	หมายเหตุ
TLP 1101	3-12	2.5Y 3/2	6.0	
TLP 1102	12-24	2.5Y 3/2	6.0	
*TLP 1103	24-36	2.5Y 3/1	6.0	
TLP 1104	36-48	2.5Y 3/1	6.5	* ระดับตัวอย่างที่พบถ่าน
TLP 1105	48-60	5Y 2.5/2	6.5	
TLP 1106	60-72	5Y 2.5/2	6.5	
TLP 1107	72-96	5Y 2.5/2	6.5	
TLP 1108	96-144	5Y 2.5/2	6.5	เริ่มมีน้ำ
TLP 1109	144-192	5Y 2.5/2	6.5	มีหินกรวดแม่น้ำที่ระดับ 190 เซนติเมตร

4.3.2.1.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติของดินที่นำมาวิเคราะห์ละอองเรณูที่บ้านไร่

1) Core BRP1

Core BRP1 มีความลึกประมาณ 188 เซนติเมตร ซึ่งได้เก็บตัวอย่างดินทั้งหมดจำนวน 22 ตัวอย่าง พบว่ามีเศษรากไม้ปนอยู่ทุกระดับความลึกแต่น้อยลงในชั้นลึกลงไป ซึ่งตั้งแต่ดินชั้นบนจนถึงสิ้นสุดความยาว Core พบว่าดินมีลักษณะเหมือนกัน โดยเป็นดินร่วน เนื้อค่อนข้างแน่น สีน้ำตาลเข้มออกแดง (dark reddish brown 5YR 3/4) ค่า pH ประมาณ 5.5-6.0 และพบตัวอย่างถ่าน 1 ตัวอย่าง ที่ระดับความลึก 172-180 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.47 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core BRP1

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH	หมายเหตุ
BRP 101	3-12	5YR 3/4	5.5	
BRP 102	12-21	5YR 3/4	5.5	
BRP 103	21-30	5YR 3/4	5.5	
BRP 104	30-39	5YR 3/4	5.5	
BRP 105	39-48	5YR 3/4	5.5	
BRP 106	48-57	5YR 3/4	5.5	
BRP 107	57-66	5YR 3/4	6.0	
BRP 108	66-75	5YR 3/4	6.0	
BRP 109	75-84	5YR 3/4	6.0	
BRP 110	84-92	5YR 3/4	6.0	
BRP 111	92-100	5YR 3/4	6.0	
BRP 112	100-108	5YR 3/4	6.0	
BRP 113	108-116	5YR 3/4	6.0	
BRP 114	116-124	5YR 3/4	6.0	
BRP 115	124-132	5YR 3/4	6.0	
BRP 116	132-140	5YR 3/4	6.0	
BRP 117	140-148	5YR 3/4	6.0	
BRP 118	148-156	5YR 3/4	6.0	
BRP 119	156-164	5YR 3/4	6.0	
BRP 120	164-172	5YR 3/4	6.0	
*BRP 121	172-180	5YR 3/4	6.0	* ระดับตัวอย่างที่พบถ่าน
BRP 122	180-188	5YR 3/4	6.0	

2) Core BRP2

Core BRP 2 มีความลึกประมาณ 148 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินทั้งหมดจำนวน 16 ตัวอย่าง พบว่าตั้งแต่ดินชั้นหน้าดินลงไปจนถึงสิ้นสุดความยาว Core ดินมีลักษณะเหมือนกัน โดยเป็นดินร่วน เนื้อค่อนข้างแน่น สีน้ำตาลเข้มออกแดง (dark reddish brown 5YR 3/4) เหมือนตัวอย่างดิน Core BRP1 ค่า pH ประมาณ 5.5-6.0 และพบตัวอย่างถ่าน 1 ตัวอย่าง ที่ระดับความลึก 49-58 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.48 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core BRP2

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH	หมายเหตุ
BRP 201	3-13	5YR 3/4	5.5	
BRP 202	13-22	5YR 3/4	5.5	
BRP 203	22-31	5YR 3/4	5.5	
BRP 204	31-40	5YR 3/4	5.5	
BRP 205	40-49	5YR 3/4	6.0	
*BRP 206	49-58	5YR 3/4	6.0	* ระดับตัวอย่างที่พบถ่าน
BRP 207	58-67	5YR 3/4	6.0	
BRP 208	67-76	5YR 3/4	6.0	
BRP 209	76-85	5YR 3/4	6.0	
BRP 210	85-94	5YR 3/4	6.0	
BRP 211	94-103	5YR 3/4	6.0	
BRP 212	103-112	5YR 3/4	6.0	
BRP 213	112-121	5YR 3/4	6.0	
BRP 214	121-130	5YR 3/4	6.0	
BRP 215	130-139	5YR 3/4	6.0	
BRP 216	139-148	5YR 3/4	6.0	

3) Core BRP3

Core BRP3 มีความลึกประมาณ 181 เซนติเมตร ทำการเก็บตัวอย่างดินทั้งหมดจำนวน 23 ตัวอย่าง โดยตั้งแต่ดินชั้นหน้าดินลงไปจนถึงสิ้นสุดความยาว Core พบว่าลักษณะดินเหมือนกัน และเหมือนตัวอย่างดิน Core BRP1 และ Core BRP2 โดยเป็นดินร่วน เนื้อค่อนข้างแน่น สีน้ำตาลเข้มออกแดง (dark reddish brown 5YR 3/4) ค่า pH ประมาณ 6.0-6.5

ตารางที่ 4.49 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core BRP3

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH
BRP 301	3-10	5YR 3/4	6.0
BRP 302	10-17	5YR 3/4	6.0
BRP 303	17-24	5YR 3/4	6.0
BRP 304	24-31	5YR 3/4	6.0
BRP 305	31-38	5YR 3/4	6.0
BRP 306	38-45	5YR 3/4	6.0
BRP 307	45-53	5YR 3/4	6.0
BRP 308	53-61	5YR 3/4	6.5
BRP 309	61-69	5YR 3/4	6.5
BRP 310	69-77	5YR 3/4	6.5
BRP 311	77-85	5YR 3/4	6.5
BRP 312	85-93	5YR 3/4	6.5
BRP 313	93-101	5YR 3/4	6.5
BRP 314	101-109	5YR 3/4	6.5
BRP 315	109-117	5YR 3/4	6.5
BRP 316	117-125	5YR 3/4	6.5
BRP 317	125-133	5YR 3/4	6.5
BRP 318	133-141	5YR 3/4	6.5
BRP 319	141-149	5YR 3/4	6.5
BRP 320	149-157	5YR 3/4	6.5
BRP 321	157-165	5YR 3/4	6.5
BRP 322	165-173	5YR 3/4	6.5
BRP 323	173-181	5YR 3/4	6.5

4) Core BRP4

ตัวอย่างดิน Core BRP4 มีความลึกประมาณ 226 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินทั้งหมดจำนวน 26 ตัวอย่าง ค่า pH ประมาณ 5.5-6.5 พบว่าดินชั้นบนสุดถึงระดับความลึกประมาณ 12 เซนติเมตร เป็นดินร่วนเนื้อค่อนข้างแน่น สีน้ำตาลเข้มออกแดง (dark reddish brown 5YR 3/3) และถัดลงไปจนถึงสิ้นสุดความยาว Core ดินมีลักษณะเหมือนกัน คือ เป็นดินเนื้อค่อนข้างแน่นและค่อนข้างหยาบ สีน้ำตาลแดง (reddish brown 5YR 4/3)

ตารางที่ 4.50 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core BRP4

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH
BRP 401	3-12	5YR 3/3	5.5
BRP 402	12-20	5YR 4/3	5.5
BRP 403	20-28	5YR 4/3	5.5
BRP 404	28-36	5YR 4/3	6.0
BRP 405	36-44	5YR 4/3	6.0
BRP 406	44-52	5YR 4/3	6.0
BRP 407	52-60	5YR 4/3	6.5
BRP 408	60-68	5YR 4/3	6.5
BRP 409	68-76	5YR 4/3	6.5
BRP 410	76-84	5YR 4/3	6.5
BRP 411	84-92	5YR 4/3	6.5
BRP 412	92-100	5YR 4/3	6.5
BRP 413	100-109	5YR 4/3	6.5
BRP 414	109-118	5YR 4/3	6.5
BRP 415	118-127	5YR 4/3	6.5
BRP 416	127-136	5YR 4/3	6.5
BRP 417	136-145	5YR 4/3	6.5
BRP 418	145-154	5YR 4/3	6.5
BRP 419	154-163	5YR 4/3	6.5
BRP 420	163-172	5YR 4/3	6.5
BRP 421	172-181	5YR 4/3	6.5
BRP 422	181-190	5YR 4/3	6.5
BRP 423	190-199	5YR 4/3	6.5
BRP 424	199-208	5YR 4/3	6.5
BRP 425	208-217	5YR 4/3	6.5
BRP 426	217-226	5YR 4/3	6.5

5) Core BRP5

ตัวอย่างดิน Core BRP5 มีความลึกประมาณ 238 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินทั้งหมดจำนวน 26 ตัวอย่าง ค่า pH ประมาณ 5.5-7.0 พบว่าดินชั้นบนสุดถึงระดับความลึกประมาณ 13 เซนติเมตร เป็นดินเนื้อร่วน และค่อนข้างแน่น สีน้ำตาลแดง (reddish brown 5YR 4/3) และถัดลงไปจนถึงสิ้นสุดความยาว Core ดินมีลักษณะเหมือนกัน คือ เป็นดินเนื้อค่อนข้างแน่นและค่อนข้างหยาบ สีน้ำตาลแดง (reddish brown 5YR 4/4)

ตารางที่ 4.51 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core BRP5

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH
BRP 501	3-13	5YR 4/3	7.0
BRP 502	13-22	5YR 4/4	7.0
BRP 503	22-31	5YR 4/4	7.0
BRP 504	31-40	5YR 4/4	7.0
BRP 505	40-49	5YR 4/4	6.5
BRP 506	49-58	5YR 4/4	6.5
BRP 507	58-67	5YR 4/4	6.5
BRP 508	67-76	5YR 4/4	6.5
BRP 509	76-85	5YR 4/4	6.5
BRP 510	85-94	5YR 4/4	6.5
BRP 511	94-103	5YR 4/4	6.5
BRP 512	103-112	5YR 4/4	6.5
BRP 513	112-121	5YR 4/4	6.5
BRP 514	121-130	5YR 4/4	6.5
BRP 515	130-139	5YR 4/4	6.5
BRP 516	139-148	5YR 4/4	6.5
BRP 517	148-157	5YR 4/4	6.5
BRP 518	157-166	5YR 4/4	6.5
BRP 519	166-175	5YR 4/4	5.5
BRP 520	175-184	5YR 4/4	5.5
BRP 521	184-193	5YR 4/4	5.5
BRP 522	193-202	5YR 4/4	5.5
BRP 523	202-211	5YR 4/4	6.0
BRP 524	211-220	5YR 4/4	6.0
BRP 525	220-229	5YR 4/4	6.0
BRP 526	229-238	5YR 4/4	6.0

6) Core BRP6

ตัวอย่างดิน Core BRP6 มีความลึกประมาณ 245 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินทั้งหมดจำนวน 24 ตัวอย่าง ค่า pH ประมาณ 5.5-6.5 พบว่าดินชั้นบนสุดถึงระดับความลึกประมาณ 14 เซนติเมตร เป็นดินร่วนเนื้อค่อนข้างแน่น สีน้ำตาลแดง (reddish brown 5YR 4/3) และถัดลงไปจนถึงสิ้นสุดความยาว Core ดินมีลักษณะเหมือนกัน คือ เป็นดินเนื้อค่อนข้างแน่นและค่อนข้างหยาบ สีน้ำตาลแดง (reddish brown 5YR 4/4)

ตารางที่ 4.52 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core BRP6

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH
BRP 601	3-14	5YR 4/3	6.0
BRP 602	14-25	5YR 4/4	6.0
BRP 603	25-35	5YR 4/4	6.0
BRP 604	35-45	5YR 4/4	6.0
BRP 605	45-55	5YR 4/4	6.0
BRP 606	55-65	5YR 4/4	6.0
BRP 607	65-75	5YR 4/4	6.0
BRP 608	75-85	5YR 4/4	5.5
BRP 609	85-95	5YR 4/4	5.5
BRP 610	95-105	5YR 4/4	5.5
BRP 611	105-115	5YR 4/4	6.0
BRP 612	115-125	5YR 4/4	6.0
BRP 613	125-135	5YR 4/4	6.0
BRP 614	135-145	5YR 4/4	6.5
BRP 615	145-155	5YR 4/4	6.5
BRP 616	155-165	5YR 4/4	6.5
BRP 617	165-175	5YR 4/4	6.5
BRP 618	175-185	5YR 4/4	6.5
BRP 619	185-195	5YR 4/4	6.5
BRP 620	195-205	5YR 4/4	6.5
BRP 621	205-215	5YR 4/4	6.5
BRP 622	215-225	5YR 4/4	6.5
BRP 623	225-235	5YR 4/4	6.5
BRP 624	235-245	5YR 4/4	6.5

7) Core BRP7

Core BRP 7 มีความลึกประมาณ 230 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 24 ตัวอย่าง ค่า pH ประมาณ 7.0-7.5 พบว่าตั้งแต่ระดับผิวดินถึงระดับความลึกประมาณ 13 เซนติเมตร เป็นดินร่วน เนื้อค่อนข้างแน่น สีน้ำตาล (brown 7.5YR 5/3) ดินที่ระดับความลึก 13-31 เซนติเมตร พบว่าเนื้อดินร่วน ค่อนข้างแน่นและมีสีน้ำตาล (brown 7.5YR 4/2) และถัดมาเป็นดินที่ระดับความลึก 31-58 เซนติเมตร เป็นดินร่วน เนื้อดินค่อนข้างแน่นและมีสีคล้ำขึ้น (very dark gray 5YR 3/1) โดยพบตัวอย่างถ่านจำนวน 2 ตัวอย่าง ได้แก่ ที่ระดับ ความลึก 31-40 เซนติเมตร และ 40-49 เซนติเมตร ถัดมาที่ระดับ 58-85 เซนติเมตร เป็นดินเนื้อค่อนข้างแน่นและร่วน สีแดง (reddish yellow 7.5 YR 6/6) และที่ระดับ 85-94 เซนติเมตร พบว่าดินมีสีน้ำตาล (brown 7.5YR 4/4) และถัดลงไปจนถึงสิ้นสุดความยาว Core ดินมีลักษณะเหมือนกัน คือ ดินเนื้อค่อนข้างแน่นและค่อนข้างหยาบ สีน้ำตาล (dark brown 7.5YR 3/3)

ตารางที่ 4.53 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core BRP7

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH	หมายเหตุ
BRP 701	3-13	7.5YR 5/3	7.0	
BRP 702	13-22	7.5YR 4/2	7.0	
BRP 703	22-31	7.5YR 4/2	7.0	
*BRP 704	31-40	5YR 3/1	7.0	* ระดับตัวอย่างที่พบถ่าน
*BRP 705	40-49	5YR 3/1	7.0	* ระดับตัวอย่างที่พบถ่าน
BRP 706	49-58	5YR 3/1	7.0	
BRP 707	58-67	7.5YR 6/6	7.5	
BRP 708	67-76	7.5YR 6/6	7.5	
BRP 709	76-85	7.5YR 6/6	7.5	
BRP 710	85-94	7.5YR 4/4	7.5	
BRP 711	94-103	7.5YR 3/3	7.0	
BRP 712	103-112	7.5YR 3/3	7.0	
BRP 713	112-121	7.5YR 3/3	7.0	
BRP 714	121-130	7.5YR 3/3	7.0	
BRP 715	130-140	7.5YR 3/3	7.0	
BRP 716	140-150	7.5YR 3/3	7.0	
BRP 717	150-160	7.5YR 3/3	7.0	
BRP 718	160-170	7.5YR 3/3	7.0	
BRP 719	170-180	7.5YR 3/3	7.0	
BRP 720	180-190	7.5YR 3/3	7.0	
BRP 721	190-200	7.5YR 3/3	7.0	
BRP 722	200-210	7.5YR 3/3	7.0	
BRP 723	210-220	7.5YR 3/3	7.0	
BRP 724	220-230	7.5YR 3/3	7.0	

8) Core BRP8

Core BRP8 มีความลึกประมาณ 143 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินทั้งหมดจำนวน 24 ตัวอย่าง ค่า pH ประมาณ 6.5-7.0 พบว่าระดับผิวดินถึงระดับความลึกประมาณ 11 เซนติเมตร เป็นดินร่วน เนื้อดินค่อนข้างแน่น สีน้ำตาล (brown 7.5YR 5/4) ถัดมาที่ระดับความลึก 18-32 เซนติเมตร ยังเป็นดินร่วน เนื้อค่อนข้างแน่นและมีสีน้ำตาล (brown 7.5YR 4/3 และ 7.5YR 4/2) และถัดมาจนถึงสิ้นสุดความยาว Core ดินมีลักษณะเหมือนกัน คือ เนื้อดินร่วน ค่อนข้างแน่นและเนื้อค่อนข้างหยาบ สีน้ำตาล (dark brown 7.5YR 3/4) และพบตัวอย่างถ่านจำนวน 1 ตัวอย่าง ที่ระดับความลึก 81-88 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.54 แสดงรายละเอียดของตัวอย่าง Core BRP8

ตัวอย่างที่	ระดับความลึก (เซนติเมตร)	สีดิน	pH	หมายเหตุ
BRP 801	3-11	7.5YR 5/4	7.0	
BRP 802	11-18	7.5YR 4/3	7.0	
BRP 803	18-25	7.5YR 4/2	7.0	
BRP804	25-32	7.5YR 4/2	7.0	
BRP 805	32-39	7.5YR 3/4	7.0	
BRP 806	39-46	7.5YR 3/4	7.0	
BRP 807	46-53	7.5YR 3/4	7.0	
BRP 808	53-60	7.5YR 3/4	7.0	
BRP 809	60-67	7.5YR 3/4	7.0	
BRP 810	67-74	7.5YR 3/4	7.0	
BRP 811	74-81	7.5YR 3/4	7.0	
*BRP812	81-88	7.5YR 3/4	7.0	* ระดับตัวอย่างที่พบถ่าน
BRP 813	88-95	7.5YR 3/4	7.0	
BRP 814	95-103	7.5YR 3/4	6.5	
BRP 815	103-111	7.5YR 3/4	6.5	
BRP 816	111-119	7.5YR 3/4	6.5	
BRP 817	119-127	7.5YR 3/4	6.5	
BRP 818	127-135	7.5YR 3/4	6.5	
BRP 819	135-143	7.5YR 3/4	6.5	

4.3.2.2 ผลการศึกษาจากพื้นที่บ้านถ้ำลอด

การศึกษาตัวอย่างจากบริเวณรอบๆ แหล่งโบราณคดีเพิงผาถ้ำลอด พบว่า ตัวอย่างดินจากพื้นที่เก็บตัวอย่างที่ 1 และ 3 ได้แก่ จุดชุดเจาะ TLP1, TLP2, TLP6, TLP7 และ TLP8 ไม่เหมาะสมที่จะนำมาศึกษาเนื่องจากดินมีจุดประ (mottle) ซึ่งแสดงว่ามีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) ตัวอย่างจากพื้นที่เก็บตัวอย่างที่ 4 จากจุดชุดเจาะ TLP9 และ TLP11 เมื่อผ่านกระบวนการเตรียมตัวอย่างแล้วพบว่า เหลือตะกอนน้อยมากจึงไม่เหมาะที่จะนำมาศึกษา ตัวอย่าง TLP10 จึงมีความเหมาะสมในการนำมาศึกษา ตัวอย่างจากพื้นที่เก็บตัวอย่างที่ 2 ได้แก่ จุดชุดเจาะ TLP3, TLP4 และ TLP5 ให้ผลค่อนข้างดีในการวิเคราะห์ แต่ TLP4 มีความเหมาะสมที่สุดในการนำมาศึกษา เนื่องจากพบตัวอย่างถ่านจากตัวอย่างจุดชุดเจาะนี้ ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์หาอายุเพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์ผลได้ กล่าวโดยสรุปคือ ได้วิเคราะห์ตัวอย่างจากจุดชุดเจาะ TLP4 จำนวน 8 ตัวอย่างและ TLP10 จำนวน 10 ตัวอย่าง

สำหรับตัวอย่างดินจากแหล่งโบราณคดีที่นำมาศึกษา เป็นตัวอย่างดินจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาถ้ำลอดที่เคยวิเคราะห์เบื้องต้นในโครงการระยะที่หนึ่ง (รัศมี ชูทรงเดชและคณะ 2546) จำนวน 5 ตัวอย่าง และตัวอย่างดินจากหลุมขุดค้นแหล่งโบราณคดีเพิงผาถ้ำลอดที่ทราบผลวิเคราะห์หาอายุด้วยวิธีเทอร์โมลูมิเนสเซนส์ (thermoluminescence) (Khakhiw 2004) จำนวน 14 ตัวอย่าง

1) ผลการหาอายุจากตัวอย่างถ่านโดยวิธีเรดิโอคาร์บอนแบบ AMS

จากตัวอย่างจุดชุดเจาะ TLP4 พบตัวอย่างถ่าน TLP410 ซึ่งอยู่ในระดับความลึกที่ 95-110 เซนติเมตรจากผิวดิน ค่าอายุของตัวอย่าง (conventional radiocarbon age) ที่ได้ คือ 120 ± 40 ปีก่อนปัจจุบัน (Beta-206533) หรือมีค่าอายุจากการคำนวณด้วยความน่าจะเป็นที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์ (calibrated age) อยู่ในช่วง 280-0 ปีก่อนปัจจุบัน (พ.ศ. 2213-2493 หรือ ค.ศ. 1670-1950)

2) ผลเรณูวิเคราะห์จากพื้นที่บ้านถ้ำลอด

2.1) ผลเรณูวิเคราะห์จากจุดชุดเจาะ TLP4

ละอองเรณูและสปอร์ที่วิเคราะห์ได้ สามารถจัดจำแนกกลุ่มได้ดังนี้

ไม้ต้นและไม้พุ่ม: *Annonaceae*, *Calocedrus* sp., ไม้ก่อ (*Castanopsis* sp.), *Glochidion* sp., *Lauraceae*, สีน (*Pinus* sp.), *Shorea* sp. และ *Ulmaceae*

พืชล้มลุก: *Acanthaceae*, *Amaranthaceae*, *Cheno-Amaranthaceae*, *Compositae*, กก (*Cyperaceae*), *Malvaceae*, หญ้า (*Poaceae*) และ ผักไผ่น้ำ (*Polygonum* sp.)

เฟิร์น และ fern allies: cf. *Bolbitis* sp., *Cheilanthes* sp., *Cyathea* sp., *Lycopsidea*, *Lygodium* sp., *Microlepia* sp., *Ophioglossum* sp., *Polypodiaceae*, *Psilatrilete* spore, *Pteris* sp., *Schizaeaceae* และ *Pteridophytic* spore

ปาล์ม: *Palmae*

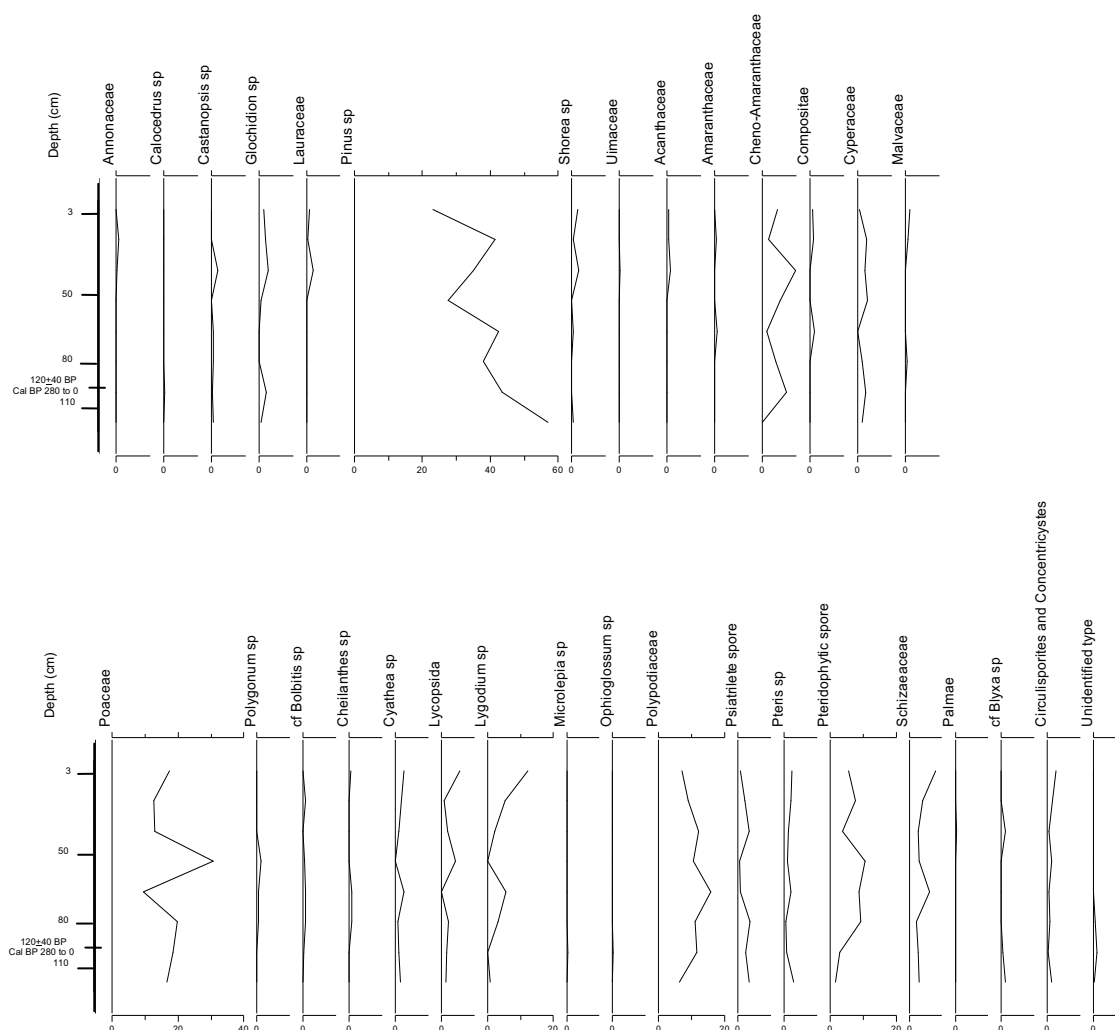
พืชน้ำ: สันตะวา (cf. *Blyxa* sp.)

สาหร่าย: *Circulispores* sp. and *Concentricystes* sp.

ผลเรณูวิเคราะห์จะนำเสนอ ดังไคอะแกรม TLP4 (รูปที่ 4.27)

ที่ระดับความลึก 95-124 เซนติเมตร ในกลุ่มของไม้ต้นและไม้พุ่ม พบว่าสน (*Pinus* sp.) เป็นไม้เด่นที่สุด โดยพบว่ามีมากที่สุดที่ระดับความลึก 110-124 เซนติเมตร ส่วนพืชในเขตกึ่งร้อนชื้นอื่นๆ ที่พบเช่น *Calocedrus* sp. และ ก่อ (*Castanopsis* sp.) พืชในเขตร้อน เช่น *Glochidion* sp. และ *Shorea* sp. ในกลุ่มของเฟิร์นที่พบมีค่าประมาณ 20.8-24 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบสปอร์ *Circulisporites* sp. และ *Concentricystes* sp. ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวในวงศ์ Zygnemataceae (Grenfell 1995) และพบละอองเรณูของพืชน้ำพวกสันตะวา (cf. *Blyxa* sp.) ซึ่งอาจแสดงถึงสภาวะน้ำท่วมขังในพื้นที่นี้

ในขณะที่ช่วงระดับความลึกกลางๆ คือประมาณ 50-95 เซนติเมตร ในกลุ่มของไม้ต้นและไม้พุ่ม ยังคงพบว่าสน (*Pinus* sp.) เป็นไม้เด่นที่สุด ส่วนไม้ต้นและไม้พุ่มอื่นๆ ที่พบ ได้แก่ ก่อ (*Castanopsis* sp.), *Glochidion* sp. และ *Shorea* sp. โดยที่ระดับ 50-65 เซนติเมตร เริ่มพบ *Glochidion* sp. ซึ่งจัดเป็น Secondary forest type หรือพืชที่จัดอยู่ในขั้นทดแทน ขณะที่พบมากที่สุดคือ 30.6 เปอร์เซ็นต์ และสน (*Pinus* sp.) พบน้อยลงคือ 27.7 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งพบเฟิร์นที่ระดับความลึก 50-65 เซนติเมตร นี้นอกจากที่ระดับ 65-95 เซนติเมตร ซึ่งอาจเนื่องมาจากไฟเพราะพบพืชที่เป็นขั้นทดแทนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบ *Polygonum* sp., *Circulisporites* sp. และ *Concentricystes* sp. ในขณะที่ไม่พบพวกสันตะวา (cf. *Blyxa* sp.) ซึ่งอาจแสดงถึงสภาพที่ค่อนข้างชื้นและแต่ไม่มีน้ำท่วมขัง



รูปที่ 4.27 ไคอะแกรมของตัวอย่าง TLP4

ส่วนที่ระดับความลึกช่วงบนจนถึง 50 เซนติเมตร นอกจาก สน (*Pinus* sp.) แล้ว ยังพบพวกพืชในเขตร้อนชื้นหลายชนิด ทั้ง *Annonaceae*, *Glochidion* sp., *Lauraceae*, *Shorea* sp. และ *Palmae* นอกจากนี้พบ *Castanopsis* sp. และ *Ulmaceae* ซึ่งเป็นพืชเขตกึ่งร้อนชื้นบ้าง แต่ไม่มากนัก พืชล้มลุกที่พบในระดับนี้มีหลายชนิด ทั้ง *Acanthaceae*, *Amaranthaceae*, *Cheno-Amaranthaceae*, *Compositae*, *Malvaceae* และกก (*Cyperaceae*) ซึ่งน่าจะสอดคล้องกับข้อสันนิษฐานเรื่องไฟ เนื่องจากหลังจากเกิดไฟจะทำให้ความหลากหลายของชนิดพืชล้มลุกมากกว่าไม่มีไฟ (สันต์ เกตุปราณีต และคณะ 2534) เป็นที่น่าสังเกตว่าช่วงความลึก 35-50 เซนติเมตร ที่พบละอองเรณูของพวกสนตะวา (cf. *Blyxa* sp.) จะพบเฟิร์นลดลงด้วย อาจตีความได้ว่าเกิดน้ำท่วมขังในขณะนั้น แม้ว่าเฟิร์นจะชอบความชื้น แต่สภาวะน้ำท่วมขังก็ไม่เหมาะสมสำหรับเฟิร์น

เมื่อพิจารณาภาพรวมของไดอะแกรมตัวอย่าง TLP4 จะเห็นได้ว่าพบเรณูของ สน (*Pinus* sp.) มากและต่อเนื่องในทุกระดับความลึก อีกทั้งจากสัดส่วนร้อยละของละอองเรณูสน (*Pinus* sp.) พบว่ามีแนวโน้มลดลงในระดับความลึกช่วงบน ทั้งนี้สน (*Pinus* sp.) เป็นพืชในเขตกึ่งร้อนชื้นซึ่งในประเทศไทยพบเพียง 1 สกุล คือ *Pinus* sp. และมีเพียง 2 ชนิด (Species) (ไชมอน การ์ดเนอร์ และคณะ 2543) เนื่องจากพื้นที่ประเทศไทยเป็นขอบของพื้นที่การแพร่กระจายของสน ซึ่งชอบสภาพอากาศที่เย็นและไม่ค่อยชื้น (อุทิส ภูอินทร์ 2541) ถ้าพิจารณาร่วมกับค่าอายุจากตัวอย่างถ่าน TLP410 ที่เก็บได้จากระดับความลึก 95-110 เซนติเมตร ที่มีค่าอายุอยู่ในช่วง 280-0 ปีก่อนปัจจุบัน อาจกล่าวได้ว่า สภาพอากาศในช่วงก่อน 280-0 ปีก่อนปัจจุบัน มีแนวโน้มว่าจะเย็นกว่าในปัจจุบัน

พืชในเขตร้อนชื้นเช่น *Annonaceae*, *Lauraceae* และ *Ulmaceae* พบในระดับความลึกต่างๆ น้อยกว่าด้านบน โดยที่เหนือระดับความลึก 50 เซนติเมตร จะพบพืชที่ผลัดใบหรือชอบความแห้งแล้งเพิ่มขึ้น เช่น ก่อ (*Castanopsis* sp.) และ *Shorea* sp. นอกจากนี้ การพบพืชผลัดใบเพิ่มขึ้นร่วมกับ *Cheno-Amaranthaceae* ซึ่งเป็นไม้ล้มลุกที่จัดเป็นวัชพืช อาจจะแสดงถึงสภาพพื้นที่ที่ที่ปิดโล่งมากขึ้น ส่วนเฟิร์นอาจบ่งชี้ถึงสภาพที่มีความชุ่มชื้น โดย กก (*Cyperaceae*), ผักไผ่น้ำ (*Polygonum* sp.) จะชี้สภาพเปียกชื้น และสนตะวา (cf. *Blyxa* sp.) จัดเป็นพืชน้ำ อีกทั้ง *Circulispores* sp. และ *Concentricystes* sp. เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Zygnemataceae* ซึ่งเป็นสาหร่ายน้ำจืดที่จะสร้างไซโกสปอร์ (Zygospore) เพื่อสืบพันธุ์ในสภาวะน้ำตื้นที่นิ่ง และสะอาดมีออกซิเจน (Grenfell 1995) ดังนั้น จึงอาจบ่งชี้ได้ว่าบริเวณนี้น่าจะถูกน้ำท่วมขังเป็นครั้งคราว

2.2) ผลการวิเคราะห์จากจุดเจาะ TLP10

ละอองเรณูและสปอร์ที่วิเคราะห์ได้ สามารถจัดจำแนกกลุ่มได้ดังนี้

ไม้ต้นและไม้พุ่ม: *Alnus* sp., *Betula* sp., ไม้ก่อ (*Castanopsis* sp.), *Glochidion* sp., *Leguminosae*, *Phyllanthus* sp., สน (*Pinus* sp.), ไม้ก่อ (*Quercus* sp.), *Shorea* sp., *Symplocos* sp., *Syzygium* sp., *Terminalia* sp., *Urticaceae* และ ไม้แดง (*Xylia* sp.)

พืชล้มลุก: *Acanthaceae*, *Alternanthera* sp., *Cheno-Amaranthaceae*, *Compositae*, กก (*Cyperaceae*), *Liliaceae/Amaryllidaceae*, *Malvaceae*, *Merremia* sp., หญ้า (*Poaceae*) และ ผักไผ่น้ำ (*Polygonum* sp.)

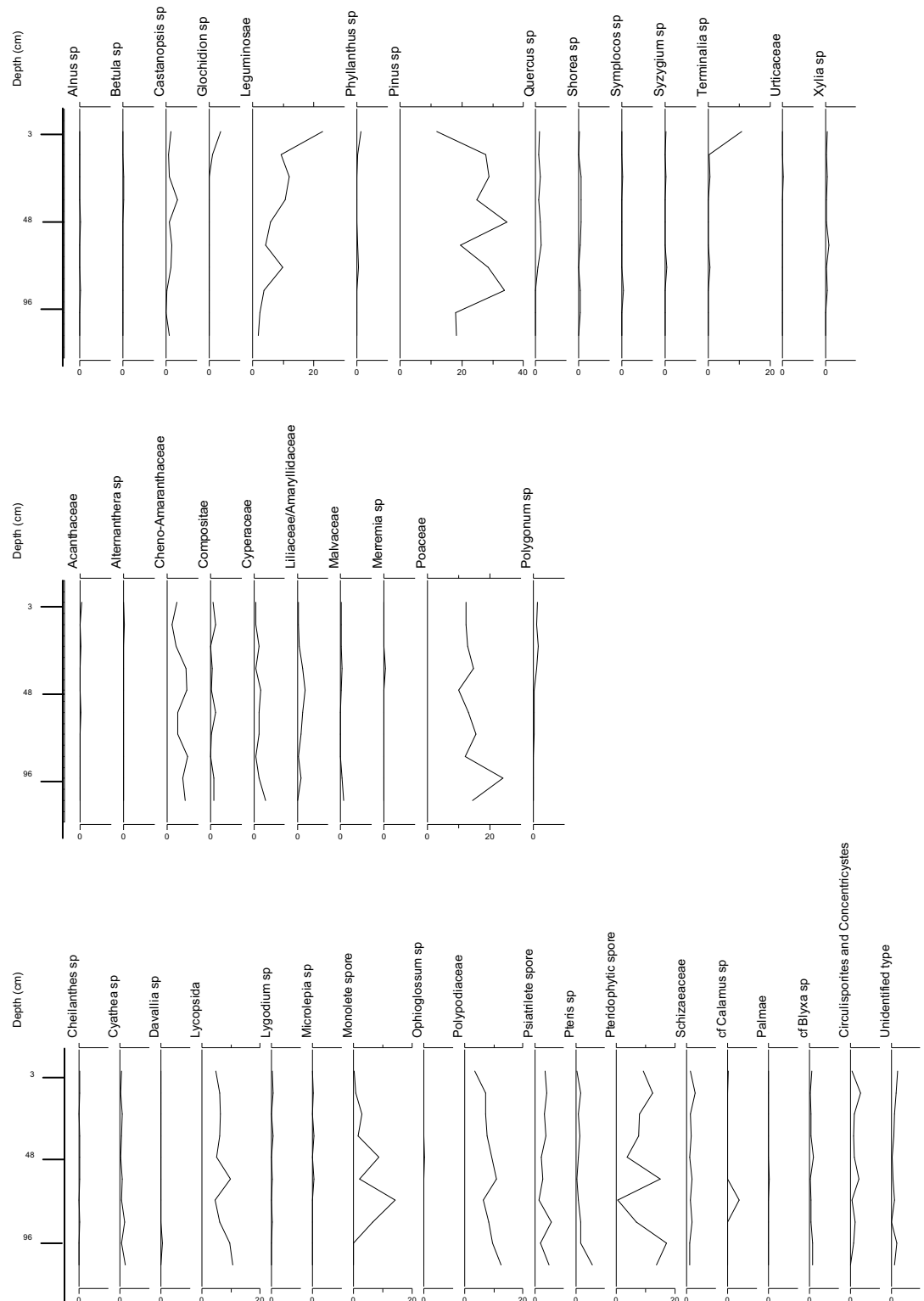
เฟิร์นและ fern allies: *Cheilanthes* sp., *Cyathea* sp., *Davallia* sp., *Lycopsidea*, *Lygodium* sp., *Microlepia* sp., *Monoletes* spore, *Ophioglossum* sp., *Polypodiaceae*, *Psilotrilete* spore, *Pteris* sp., *Schizaeaceae* และ *Pteridophytic* spore

ปาล์ม: หวาย (cf. *Calamus* sp.) และ *Palmae*

พืชน้ำ: สันตะวา (cf. *Blyxa* sp.)

สาหร่าย: *Circulisporites* sp. และ *Concentricystes* sp.

ผลเรณูวิเคราะห์จะนำเสนอ ดังไคอะแกรม TLP10 (รูปที่ 4.28)



รูปที่ 4.28 ไคอะแกรมของตัวอย่าง TLP10

ผลการวิเคราะห์พบว่าตัวอย่าง TLP10 มีชนิดพืชหลากหลายและความหนาแน่นของจำนวนละอองเรณูและสปอร์มากกว่า TLP4 แต่ไม่พบตัวอย่างถ่านที่จะสามารถนำไปหาค่าอายุได้ ดังนั้นจึงไม่มีค่าอายุอ้างอิงที่จะใช้ประกอบการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณ

ในช่วงระดับความลึกด้านล่างประมาณ 96-116 เซนติเมตร พบว่าสัดส่วนของกลุ่มไม้ต้นและไม้พุ่มมีน้อยกว่าระดับความลึกช่วงบน โดยสลับกับเฟิร์นที่พบว่าในช่วงความลึกด้านล่างมีสัดส่วนสูงกว่าช่วงบน โดยยังคงพบว่า สน (*Pinus* sp.) เป็นไม้เด่นในกลุ่มไม้ต้นและไม้พุ่ม คล้ายกับใน TLP4 แต่สัดส่วนที่พบในระดับความลึกต่างๆ ก่อนข้างแปรผันไม่แน่นอน

พืชที่ชอบสภาพค่อนข้างแห้งแล้ง (*Dry land vegetation*) หลายชนิด พบเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากระดับความลึกข้างล่างจนถึงข้างบน เช่น *Castanopsis* sp., *Glochidion* sp., *Leguminosae*, *Phyllanthus* sp., *Quercus* sp., *Shorea* sp. และ *Terminalia* sp. อีกทั้ง *Xylia* sp. ซึ่งเป็นไม้ผลัดใบ พบที่เหนือระดับความลึก 96 เซนติเมตร ไปจนถึงด้านบน อีกทั้งการพบ *Glochidion* sp., *Leguminosae*, *Phyllanthus* sp. และ *Urticaceae* ซึ่งจัดเป็นกลุ่มพืชที่ขึ้นทดแทน (*secondary forest*) สามารถแสดงถึงการรบกวนพื้นที่ได้ (ไซมอน การ์ดเนอร์ และคณะ 2543) นอกจากนี้ *Shorea* sp. สามารถชี้ถึงสภาพความแห้งของดิน (*Soil dryness*) ได้ (สันต์ เกตุปราณีตและคณะ 2534) จากเหตุผลดังกล่าวแสดงถึงการถูกรบกวนของพื้นที่ โดยเฉพาะในช่วงระดับความลึกเหนือ 84 เซนติเมตร ขึ้นไป

นอกจากนี้ พบว่าเฟิร์นมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในระดับความลึกช่วงบนๆ ส่วนพืชล้มลุกเช่น *Cheno-Amaranthaceae*, *Compositae*, หญ้า (*Poaceae*) และกก (*Cyperaceae*) ก็พบตลอดทั่วไป ตั้งแต่ระดับความลึกด้านล่างไปจนถึงด้านบน การเปลี่ยนแปลงนี้อาจกล่าวได้ว่าความชื้นในพื้นที่มีแนวโน้มที่ลดลง โดยเฉพาะในช่วงระดับความลึกเหนือ 72 เซนติเมตร ขึ้นไป

พื้นที่ TLP10 เป็นบริเวณลานตะพักลำน้ำเก่าและอยู่ไม่ไกลจากลำน้ำลางนั้ สภาพแวดล้อมของพืชที่จึงไม่ได้แห้งแล้งมากนัก การพบ กก (*Cyperaceae*), ผักไผ่น้ำ (*Polygonum* sp.) และ *Liliaceae/Amaryllidiaceae* ซึ่งชอบสภาพที่ชื้นและ อีกทั้งพวกสนตะวา (cf. *Blyxa* sp.) และ *Circulisporites* sp. และ *Concentricystes* sp. ซึ่งพบอย่างต่อเนื่องตลอดทุกระดับความลึก จึงชี้ได้ว่าน่าจะเกิดสภาวะน้ำท่วมขังในพื้นที่นี้อย่างต่อเนื่อง

3) ผลการวิเคราะห์จากแหล่งโบราณคดีเพิงผาถ้ำลอด

ผลการศึกษาแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ตัวอย่างดินชุดที่ 1 จากแหล่งโบราณคดีเพิงผาถ้ำลอดที่เคยวิเคราะห์เบื้องต้นในโครงการระยะที่หนึ่ง (รัศมี สุทรงเดชและคณะ 2546) จำนวน 5 ตัวอย่าง และตัวอย่างดินชุดที่ 2 จากหลุมขุดค้นแหล่งโบราณคดีเพิงผาถ้ำลอดที่ทราบผลวิเคราะห์ค่าอายุด้วยวิธีเทอร์โมลูมิเนสเซนส์ (*thermoluminescence*) (Khaokhiew 2004) จำนวน 14 ตัวอย่าง

สำหรับดินตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีใช้ชื่อ TLA เช่น TLA1#33 หมายถึง ตัวอย่างถุ่ที่ 33 จากพื้นที่ขุดค้นที่ 1 ของแหล่งโบราณคดีเพิงผาถ้ำลอด

ตารางที่ 4.55 ผลการศึกษาตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาถ้ำลอดชุดที่ 1

ตัวอย่าง	ความลึกจาก ผิวดิน (เซนติเมตร)	ผลการศึกษา
หลุมขุดค้น S23W10 Area 1		
TLA1#33	50-60	ไม้ต้นและไม้พุ่ม: <i>Calocedrus</i> sp. และ <i>Pinus</i> sp. พืชล้มลุก: <i>Cyperaceae</i> และ <i>Poaceae</i> เฟิร์น: <i>Cyathea</i> sp., <i>Ophioglossum</i> sp., <i>Polypodiaceae</i> และ <i>Pteridophytic spore</i> สาหร่าย: <i>Circulisporites</i> sp. และ <i>Concentricystes</i> sp.
TLA1#39	120-130	-
TLA1#51	240-250	-
หลุมขุดค้น S21W10 Area 2		
TLA2#73	35-45	ไม้ต้นและไม้พุ่ม: <i>Calocedrus</i> sp., <i>Glochidion</i> sp. และ <i>Pinus</i> sp. พืชล้มลุก: <i>Cheno-Amaranthaceae</i> , <i>Compositae</i> และ <i>Poaceae</i> เฟิร์น: <i>Cyathea</i> sp., <i>Davallia</i> sp., <i>Lygodium</i> sp., <i>Ophioglossum</i> sp., <i>Polypodiaceae</i> และ <i>Pteridophytic spore</i>
หลุมขุดค้น S20W9 Area 3		
TLA3#187	100-120	-

ตัวอย่างดินจากแหล่งโบราณคดีจาก 5 ตัวอย่างที่นำมาศึกษา พบละอองเรณูเพียง 2 ตัวอย่างคือ TLA1#33 จากระดับความลึก 50-60 เซนติเมตร และ TLA2#73 จากระดับความลึก 35-45 เซนติเมตร แต่ทั้ง 2 ตัวอย่างมีจำนวนละอองเรณูน้อย ไม่สามารถนำมาสร้างไดอะแกรมเพื่อศึกษาได้ เนื่องจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาถ้ำลอดนี้อยู่ในพื้นที่ภูเขาหินปูน ซึ่งสภาพดินไม่ค่อยเหมาะสมในการรักษาสภาพละอองเรณู (Maloney 1998) อย่างไรก็ตาม ผลของ TLA1#33 และ TLA2#73 พบว่าชนิดพืชที่พบเป็นพืชในปัจจุบัน โดย TLA1#33 ที่ได้จากระดับความลึก 50-60 เซนติเมตรจากผิวดิน ของพื้นที่ขุดค้นที่ 1 เป็นชั้นที่มีค่าอายุประมาณ $12,100 \pm 60$ ปีก่อนปัจจุบัน (Beta-168223) ส่วน TLA2#73 ได้จากระดับความลึก 35-45 เซนติเมตรจากผิวดิน ของพื้นที่ขุดค้นที่ 2 เป็นชั้นที่มีอายุอยู่ในช่วงสมัยโฮโลซีน-ปัจจุบัน โดยเปรียบเทียบกับหลักฐานทางโบราณคดีที่ขุดพบ (รัศมี ชูทรงเดชและคณะ 2546)

ตารางที่ 4.56 ผลการศึกษาตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาถ้ำลอดชุดที่ 2

ตัวอย่าง	ความลึกจาก ผิวดิน (เซนติเมตร)	ผลการศึกษา
หลุมขุดค้น S20W9 Area 3 West Profile layer 2 (2,933±83 ปีก่อนปัจจุบัน)		
TLA3#180	75-85	-
TLA3#181	85-95	-
TLA3#182	95-105	-
TLA3#183	105-115	-
TLA3#184	115-125	-
TLA3#185	125-135	-
หลุมขุดค้น S20W9 Area 3 West Profile layer 3a (10,582±49 ปีก่อนปัจจุบัน)		
TLA3#192	195-205	-
TLA3#193	205-215	-
TLA3#194	215-225	-
TLA3#195	225-235	-
TLA3#196	235-245	-
TLA3#197	245-255	-
TLA3#198	255-265	-
TLA3#199	265-275	-

สำหรับผลการศึกษาละอองเรณูจากแหล่งโบราณคดีชุดที่ 2 พบว่า ไม่พบละอองเรณูเลยในทุกตัวอย่าง

4.3.2.3 ผลการศึกษาจากพื้นที่บ้านไร่

สำหรับตัวอย่างจากบริเวณรอบๆ แหล่งโบราณคดีเพิงผาบ้านไร่ พบว่า ตัวอย่างดินจากพื้นที่เก็บตัวอย่างที่ 5 และ 6 ได้แก่ จุดขุดเจาะ BRP1, BRP2, BRP3, BRP4, BRP5 และ BRP6 ไม่เหมาะสมที่จะนำมาศึกษา เนื่องจากมีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน พบละอองเรณูเฉพาะดินระดับบนๆ ที่ความลึกไม่มากนักและพบจำนวนไม่มาก ตัวอย่างจากพื้นที่เก็บตัวอย่างที่ 7 จากจุดขุดเจาะ BRP7 และ BRP8 ให้ผลค่อนข้างดีในการวิเคราะห์ ทั้งนี้ ได้เลือก BRP8 มาศึกษา เนื่องจากผลการวิเคราะห์ของ BRP8 มีความเหมาะสมกว่า BRP7 โดยพบละอองเรณูมากกว่าและพบตัวอย่างถ่านจากตัวอย่างจุดขุดเจาะนี้ ซึ่งสามารถนำไปวิเคราะห์หาอายุเพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์ผลได้ กล่าวคือ ได้วิเคราะห์ตัวอย่างจากจุดขุดเจาะ BRP8 จำนวน 19 ตัวอย่าง

สำหรับตัวอย่างดินจากแหล่งโบราณคดีที่นำมาศึกษา เป็นตัวอย่างดินจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาบ้านไร่ ที่เคยวิเคราะห์เบื้องต้นในโครงการระยะที่หนึ่ง (รัศมี ชูทรงเดชและคณะ 2546) จำนวน 13 ตัวอย่าง

1) ผลการหาอายุจากตัวอย่างถ่านโดยวิธีเรดิโอคาร์บอนแบบ AMS

จากตัวอย่างจุดขุดเจาะ BRP8 พบตัวอย่างถ่าน BRP820 ซึ่งอยู่ในระดับความลึกที่ 81-88 เซนติเมตรจากผิวดิน ค่าอายุของตัวอย่าง (conventional radiocarbon age) ที่ได้คือ 650 ± 40 ปีก่อนปัจจุบัน (Beta-206534) หรือมีค่าอายุจากการคำนวณด้วยความน่าจะเป็นที่ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซนต์ (calibrated age) อยู่ในช่วง 670-550 ปีก่อนปัจจุบัน (พ.ศ. 1823-1943 หรือ ค.ศ. 1280-1400)

2) ผลเรณูวิเคราะห์จากพื้นที่บ้านไร่

2.1) ผลเรณูวิเคราะห์จากจุดขุดเจาะ BRP8

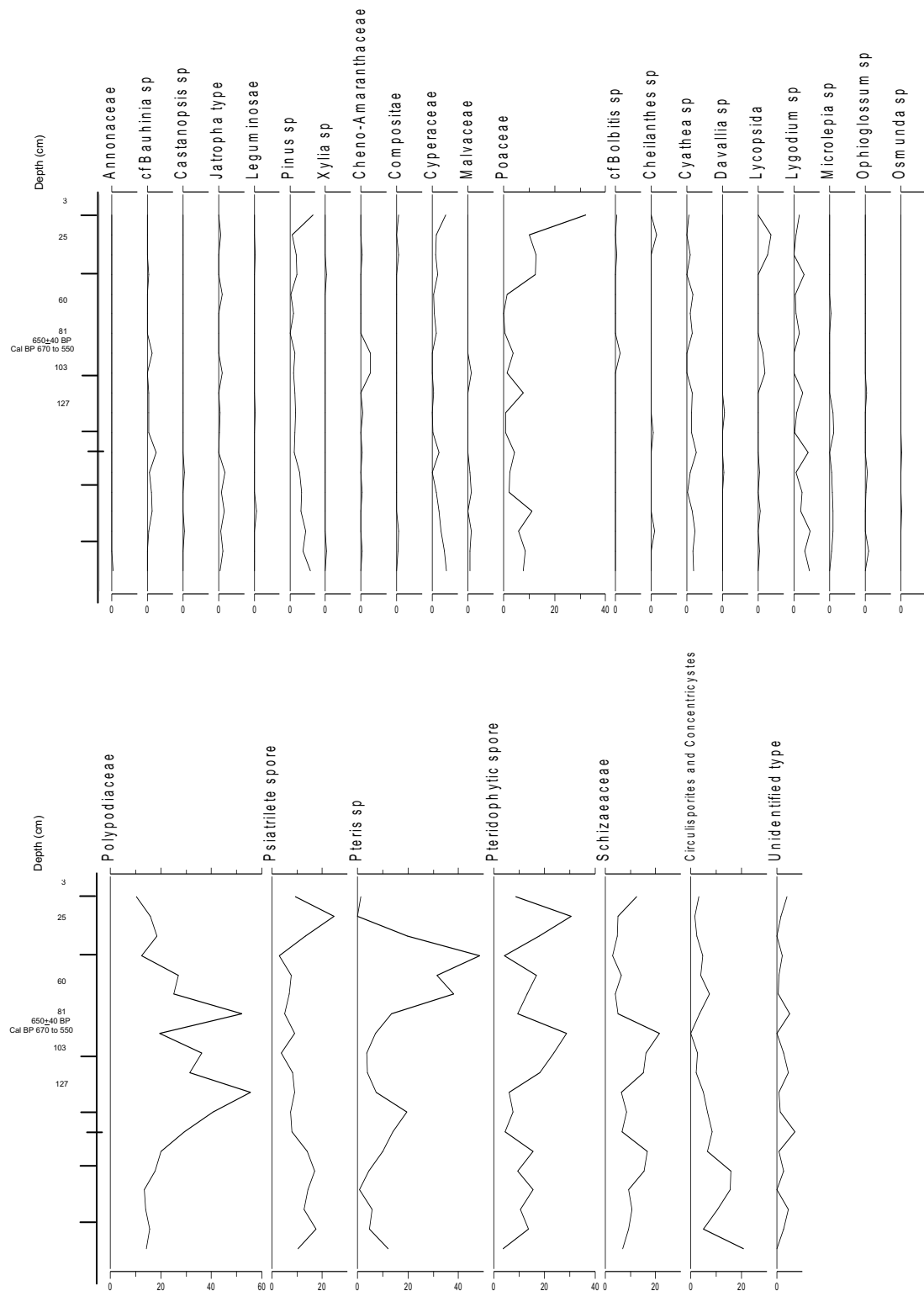
ละอองเรณูและสปอร์ที่วิเคราะห์ได้ สามารถจัดจำแนกกลุ่มได้ดังนี้

ไม้ต้นและไม้พุ่ม: *Annonaceae*, cf. *Bauhinia* sp., ไม้ก่อ (*Castanopsis* sp.), ต้นสบู่ (*Jatropha* type), *Leguminosae*, สน (*Pinus* sp.) และไม้แดง (*Xylia* sp.)

พืชล้มลุก: *Cheno-Amaranthaceae*, *Compositae*, กก (*Cyperaceae*), *Malvaceae* และหญ้า (*Poaceae*)

เฟิร์น: cf. *Bolbitis* sp., *Cheilanthes* sp., *Cyathea* sp., *Davallia* sp., *Lycopsidea*, *Lygodium* sp., *Microlepia* sp., *Ophioglossum* sp., *Osmunda* sp., *Polypodiaceae*, *Psilatrilete* spore, *Pteris* sp., *Schizaeaceae* และ *Pteridophytic* spore

สาหร่าย: *Circulisporites* sp. และ *Concentricystes* sp.



รูปที่ 4.29 โดอะแกรมของตัวอย่าง BRP8

ผลการศึกษาของตัวอย่างจาก BRP8 พบกลุ่มของเฟิร์นมากที่สุด ในทุกระดับความลึก โดยกลุ่มที่พบมากที่สุดได้แก่ *Polypodiaceae*, *Psilatrilete* spore, *Pteris* sp., *Schizaeaceae* และ *Pteridophytic* spore โดยสน (*Pinus* sp.) เป็นพืชเด่นในกลุ่มของไม้ต้นและไม้พุ่ม แต่พบน้อยกว่าตัวอย่างจากพื้นที่บ้านถ้ำลอดทั้ง TLP4 และ TLP10

ที่ระดับความลึกประมาณ 81-143 เซนติเมตร จากระดับผิวดินพบสน (*Pinus* sp.) มากที่สุดที่ระดับความลึกล่างสุดโดยมีสัดส่วนเพียง 8.1 เปอร์เซ็นต์ และค่อยๆ ลดลงเมื่อระดับความลึกน้อยลง ส่วนไม้ต้นและไม้พุ่มอื่นๆ ที่พบ ได้แก่ *Annonaceae*, cf. *Bauhinia* sp., ไม้ก่อ (*Castanopsis* sp.), ดินสอ (*Jatropha* type), *Leguminosae* และไม้แดง (*Xylocarpus* sp.) แต่มีสัดส่วนน้อยมาก และพบว่าหญ้า (*Poaceae*) เป็นพืชเด่นที่สุดสำหรับกลุ่มของพืชล้มลุก ในขณะที่พบว่าเฟิร์นมีสัดส่วนลดลงเมื่อลดลงเมื่อระดับความลึกน้อยลง ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 119 ถึง 81 เซนติเมตร พบ *Polypodiaceae* และ *Pteris* sp. มากขึ้น แต่ *Schizaeaceae* ลดลง นอกจากนี้ พบว่าสัดส่วนของสปอร์ของ *Circulisporites* sp. และ *Concentricystes* sp. ที่ระดับความลึกนี้สูงกว่าในระดับความลึกช่วงบนๆ

ที่ระดับความลึกประมาณ 25-81 เซนติเมตร จากระดับผิวดิน ยังคงพบว่าสน (*Pinus* sp.) เป็นพืชเด่นในกลุ่มไม้ต้นและไม้พุ่ม โดย cf. *Bauhinia* sp. และดินสอ (*Jatropha* type) พบน้อยลง ปริมาณ *Polypodiaceae* พบมากที่สุดถึง 55.6 และ 52 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 74-81 และ 46-53 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยที่ระดับความลึก 53-60 เซนติเมตร พบว่า *Schizaeaceae* เพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 21.4 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่พบ *Circulisporites* sp. และ *Concentricystes* sp. การเปลี่ยนแปลงนี้อาจเนื่องมาจากการลดลงของปริมาณความชื้นในดิน เนื่องจาก *Schizaeaceae* ชอบสภาพที่ค่อนข้างแห้ง แต่ *Circulisporites* sp. และ *Concentricystes* sp. อยู่ในพื้นที่เปียกหรือชื้น (Grenfell 1995; Winter et al. 2003) จากนั้น *Pteris* sp. เพิ่มขึ้นจนพบมากที่สุดถึง 48.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 25-32 เซนติเมตร โดยพบ *Circulisporites* sp. และ *Concentricystes* sp. มากขึ้นด้วย การเปลี่ยนแปลงนี้ น่าจะแสดงถึงการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นในดิน ซึ่งที่ระดับความลึกเดียวกันนี้ พบว่า หญ้า (*Poaceae*) เริ่มเพิ่มขึ้นเช่นกัน

ในส่วนระดับความลึกด้านบน 3-25 เซนติเมตร พบว่าเฟิร์นลดลงและหญ้าเพิ่มขึ้นจนมากที่สุดถึง 32.4 เปอร์เซ็นต์ โดยแนวโน้มของ *Polypodiaceae*, *Psilatrilete* spore, *Pteris* sp. และ *Pteridophytic* spore ตรงข้ามกับหญ้าและ *Schizaeaceae* การเปลี่ยนแปลงนี้อาจแสดงถึงสภาพการรบกวนพื้นที่ เนื่องจากหญ้าจะเป็นพืชที่ขึ้นบุกเบิกในพื้นที่ที่ถูกรบกวน และ *Schizaeaceae* ชอบสภาพที่ค่อนข้างแห้ง

สำหรับกรณีที่พบว่าสน (*Pinus* sp.) มีมากในทุกระดับความลึกนั้น เนื่องจากละอองเรณูสนสามารถปลิวไปกับลมได้ดี แม้ว่าจะไม่มีป่าสนในบริเวณบ้านไร่ แต่มีป่าสนในพื้นที่ที่ไม่ไกลจากพื้นที่บ้านไร่สัก ส่วนที่พบละอองเรณูของสน (*Pinus* sp.) มากที่สุดถึง 9.2 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับบนสุด ทั้งที่มีแนวโน้มลดลงมาโดยตลอด อาจอธิบายได้ว่าเป็นเพราะดินชั้นบนมีอายุการทับถมน้อย เมื่อประกอบกับค่าอายุจากตัวอย่างถ่าน BRP820 ที่ระดับความลึก 81-88 เซนติเมตร ซึ่งมีอายุประมาณ 670-550 ปีก่อนปัจจุบัน พบว่าละอองเรณูของสนมีแนวโน้มลดลง แต่พบ *Circulisporites* sp. และ *Concentricystes* sp. มีมาก ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ามีน้ำท่วมขังมากประมาณช่วง 670-550 ปีก่อน

อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าแปลกใจว่าไม่พบละอองเรณูของพืชในป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง ทั้งๆ ที่บริเวณนี้เป็นแนวป่ารอยต่อ (ecotone) ของป่าทั้งสองชนิด ทั้งนี้ไม่ค่อยมีไม่มีการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการสะสมของละอองเรณูในสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะในระบบนิเวศป่าเขตร้อน ไม่ว่าจะเป็น ช่วงเวลาการออกดอก, ระยะเวลาที่ดอกบาน, ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวของละอองเรณู, ปริมาณละอองเรณูที่ผลิต, ปัจจัยที่มีผลต่อความทนทานต่อการผุพังย่อยสลาย เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้ เป็นประโยชน์ในการประกอบการวิเคราะห์ผลและอธิบายผล

3) ผลการวิเคราะห์จากแหล่งโบราณคดีเพิงผาบ้านไร่

ผลการศึกษาตัวอย่างดินจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาบ้านไร่ จำนวน 13 ตัวอย่าง เป็นดังตาราง

ตารางที่ 4.57 ผลการศึกษาตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาบ้านไร่

ตัวอย่าง	ความลึกจากผิวดิน (เซนติเมตร)	ผลการศึกษา
Excavation site S2E12 Area 1		
BRA1#152	0-12	ไม้ต้นและไม้พุ่ม: <i>Bombax</i> sp., ไม้ก่อ (<i>Castanopsis</i> sp.), <i>Leguminosae</i> , <i>Nyssa</i> sp., <i>Oleaceae</i> , สัน (<i>Pinus</i> sp.), ประดู่ (<i>Pterocarpus</i> sp.), <i>Shorea</i> sp., <i>Symplocos</i> sp. และ <i>Terminalia</i> sp. พืชล้มลุก: <i>Acanthaceae</i> , <i>Cheno-Amaranthaceae</i> , <i>Malvaceae</i> และ <i>Merremia</i> sp. เฟิร์น: <i>Cyathea</i> sp., <i>Lygodium</i> sp., <i>Polypodiaceae</i> , <i>Pteris</i> sp. และ <i>Pteridophytic spore</i>
Excavation site S1E4 Area 1		
BRA1#109	8-54	ไม้ต้นและไม้พุ่ม: สัน (<i>Pinus</i> sp.) พืชล้มลุก: หญ้า (<i>Poaceae</i>)
BRA1#115	22-32	-
BRA1#160	22-32	ไม้ต้นและไม้พุ่ม: <i>Nyssa</i> sp. และ สัน (<i>Pinus</i> sp.)
BRA1#162	42-52	ไม้ต้นและไม้พุ่ม: สัน (<i>Pinus</i> sp.) เฟิร์น: <i>Lygodium</i> sp., <i>Polypodiaceae</i> และ <i>Pteris</i> sp.
Excavation site S1E6 Area 2		
BRA2#802	0-32	ไม้ต้นและไม้พุ่ม: สัน (<i>Pinus</i> sp.) พืชล้มลุก: <i>Acanthaceae</i> และ หญ้า (<i>Poaceae</i>) เฟิร์น: <i>Davallia</i> sp., <i>Lygodium</i> sp., <i>Polypodiaceae</i> , <i>Pteris</i> sp. และ <i>Pteridophytic spore</i>
BRA2#770	32-42	ไม้ต้นและไม้พุ่ม: สัน (<i>Pinus</i> sp.)
Excavation site S2E14 Area 2		
BRA2#882	30-90	ไม้ต้นและไม้พุ่ม: สัน (<i>Pinus</i> sp.)
Excavation site N5E39 Area 3		
BRA3#1384	25-30	ไม้ต้นและไม้พุ่ม: ไม้ก่อ (<i>Castanopsis</i> sp.), <i>Leguminosae</i> , สัน (<i>Pinus</i> sp.), ประดู่ (<i>Pterocarpus</i> sp.) และ <i>Shorea</i> sp. พืชล้มลุก: <i>Cheno-Amaranthaceae</i> และ หญ้า (<i>Poaceae</i>) เฟิร์น: <i>Polypodiaceae</i> และ <i>Pteris</i> sp.
BRA3#1388	45-50	-
BRA3#1393	45-50	-
BRA3#1389	50-55	-
BRA3#1394	50-55	-

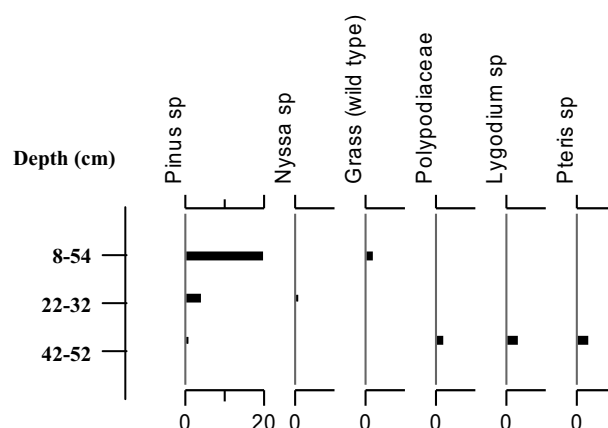
จากการวิเคราะห์พบละอองเรณูและสปอร์ทั้งหมด 8 ตัวอย่างจาก 13 ตัวอย่าง โดยพบละอองเรณูสน (*Pinus* sp.) ในทุกตัวอย่าง พืชอื่นๆ ที่พบก็เป็นพืชในปัจจุบัน แต่ชนิดที่พบแตกต่างจากตัวอย่าง BRP8 นอกจากนี้ ตัวอย่างดินที่พบละอองเรณูส่วนใหญ่จัดอยู่ในสมัยโฮโลซีน ยกเว้น BRA2#882 ที่มีอายุอยู่ในสมัยไพลสโตซีน ตอนปลาย คือประมาณ 10,210±50 ปีก่อนปัจจุบัน (Beta-168219) (รัศมี ชูทรงเดชและคณะ 2546) ทั้งนี้ พบเพียง ละอองเรณูสน (*Pinus* sp.) ในชั้นนี้ นอกจากนี้ ส่วนใหญ่จะพบจำนวนละอองเรณูไม่มากนัก ยกเว้นตัวอย่าง BRA1#152 และ BRA3#1384 ที่พบละอองเรณูและสปอร์จำนวนมาก

ผลการวิเคราะห์ของ BRA1#152 พบว่ามีความหลากหลายของชนิดสูงมาก ทว่าตัวอย่างนี้เป็นตัวอย่างที่ได้จากระดับความลึกชั้นผิวดิน คือ 0-12 เซนติเมตร ซึ่งเป็นดินใหม่ที่เกิดการสะสมละอองเรณูมีอายุการฝังน้อย จึงไม่สามารถนำไปเชื่อมโยงกับการศึกษาพืชพรรณในอดีตและข้อมูลอื่นๆ เช่น หลักฐานทางโบราณคดีที่ขุดพบได้ และเมื่อพิจารณาถึงชนิดพืชพรรณที่พบก็สอดคล้องกับลักษณะของพื้นที่ซึ่งมีลักษณะเป็นหลุมยุบอยู่หน้าเพิงผาบ้านไร่ ทำให้สภาพแวดล้อมมีความชื้นมากกว่า พืชพรรณที่พบจะเป็นพืชพรรณในป่าดิบเขาผสมเบญจพรรณและมีความแตกต่างจากพื้นที่โดยรอบซึ่งจะเป็นพืชพรรณในป่าเบญจพรรณหรือเต็งรัง ละอองเรณูที่พบ เช่น *Bombax* sp.,

ไม้ก่อ (*Castanopsis* sp.), *Leguminosae*, *Nyssa* sp., *Oleaceae*, สน (*Pinus* sp.), ประดู่ (*Pterocarpus* sp.), *Shorea* sp., *Symplocos* sp. และ *Terminalia* sp.

BRA3#1384 เป็นตัวอย่างที่พบละอองเรณูจำนวนมาก โดยเฉพาะสน (*Pinus* sp.) ผลการกำหนดอายุโดยการเปรียบเทียบกับหลักฐานทางโบราณคดีที่พบจะบอกได้เพียงว่าจัดอยู่ในสมัยโฮโลซีน (รัชมี ชูทรงเดช และคณะ 2546) อย่างไรก็ตาม พืชพรรณที่พบเป็นพืชพรรณในปัจจุบัน จึงเป็นไปได้ว่าพืชพรรณในอดีตน่าจะคล้ายกับในปัจจุบัน

นอกจากนี้ ผลวิเคราะห์ตัวอย่างจากหลุมขุดค้น S1E4 พื้นที่ 1 พบละอองเรณูจาก 3 ตัวอย่าง แม้ว่าจำนวนที่พบจะน้อย ไม่สามารถนำมาสร้างไดอะแกรมเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงได้ แต่ได้เสนอเป็นไดอะแกรมของจำนวนละอองเรณูและสปอร์ที่พบเพื่อเปรียบเทียบได้ดังรูปที่



รูปที่ 4.30 ไดอะแกรมของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาบ้านไร่ หลุมขุดค้น S1E4 พื้นที่ 1

จากไดอะแกรมจะเห็นได้ว่าจำนวนและชนิดพืชที่พบไม่ต่อเนื่องกัน ในแต่ละชั้นตัวอย่าง อีกทั้งจำนวนที่พบน้อยมาก ทำให้ยากและไม่เพียงพอต่อการอธิบายการเปลี่ยนแปลง

หากพิจารณาทั้งหมด อาจกล่าวได้ว่าสภาพแวดล้อมและพืชพรรณในอดีต ที่ได้จากการวิเคราะห์ละอองเรณูของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาบ้านไร่ร่วมด้วยค่าอายุตั้งแต่ประมาณ $10,210 \pm 50$ ปีก่อนปัจจุบัน (Beta-168219) พบว่าพืชพรรณน่าจะคล้ายกับในปัจจุบัน หรือไม่เปลี่ยนแปลงไปมากนัก อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลเรณูวิเคราะห์ที่ได้ ไม่สามารถชี้ได้ว่าพืชพรรณในอดีตมีความสมบูรณ์มากน้อยต่างจากปัจจุบันอย่างไร

4.3.3 อภิปรายผล

4.3.3.1 ผลเรณูวิเคราะห์

แหล่งที่มาและชนิดตะกอนที่แตกต่างกันจะให้ผลเรณูวิเคราะห์ต่างกันด้วย อย่างในกรณีตัวอย่างจากจุด TLP4 และ TLP10 ซึ่งตะกอนมีสีคล้ำและเนื้อดินมีอินทรียวัตถุมากกว่า ตัวอย่างจากจุด BRP8 พบว่ามีปริมาณละอองเรณูหนาแน่นมากกว่าตัวอย่างจากจุด BRP8 ทั้งนี้ พื้นที่จุดเก็บตัวอย่าง TLP4 และ TLP10 เป็นลานตะพักลำน้ำเก่า ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (floodplain) ที่มีการพัดพาตะกอนให้มาทับถมในบริเวณนี้และอาจเกิดน้ำท่วมขังในบางฤดูได้ ส่วนตัวอย่าง BRP8 เป็นตะกอนดินที่ทับถมมาจากการสุมฟางสลายตัวของแหล่งกำเนิดดินที่มาจากพื้นที่ที่เป็นหินปูน ซึ่งมีคุณสมบัติที่ไม่ค่อยเหมาะสมในการรักษาสภาพของละอองเรณู

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างจากจุดเจาะ BRP8 พบว่า มีความหลากหลายของชนิดพืชน้อยกว่าตัวอย่างจาก TLP4 และ TLP10 และมีความน่าสนใจที่พบสปอร์ในสัดส่วนที่สูงมาก และไม่พบละอองเรณูของพืชในป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังเลย ทั้งๆ ที่บริเวณนี้เป็นแนวป่ารอยต่อ (ecotone) ของป่าทั้ง 2 ชนิดนี้ ซึ่งอาจจะต้องศึกษาถึงความแตกต่างของความทนทานต่อการฟุสลายของละอองเรณูแต่ละชนิดพืช และปัจจัยสภาพทางเคมีและกายภาพของชั้นทับถมที่มีผลต่อการฟุสลายของละอองเรณู รวมทั้งปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังกล่าวข้างบน (ผล BRP8)

สำหรับตัวอย่างที่นำมาจากแหล่งโบราณคดี พบว่ามีการสะสมละอองเรณูและสปอร์ค่อนข้างน้อย โดยพบ 10 ตัวอย่าง จากทั้งหมดที่ศึกษา 32 ตัวอย่าง โดยจากผลการศึกษาพบว่าจะไม่พบ ละอองเรณูในชั้นดินที่อยู่ลึกกว่า 90 เซนติเมตร และการศึกษาเรณูวิทยาประสบความสำเร็จจากพื้นที่ที่อยู่รอบๆ แหล่งโบราณคดีมากกว่าในแหล่งขุดค้น

4.3.3.2 สภาพแวดล้อมโบราณ

ผลการศึกษาพบว่า ระบบนิเวศในพื้นที่บ้านถ้ำลอดและบ้านไร่ ประกอบด้วยพืชพรรณในระบบนิเวศเขตร้อนและกึ่งร้อน และผลการศึกษาตัวอย่างจากจุดเจาะ TLP4, TLP10 และ BRP8 พบว่ามีสภาพความแห้งมากขึ้นเนื่องจากการเปิดโล่งพื้นที่มากขึ้น

พืชพรรณที่พบจากจุดเจาะ TLP และ TLP10 เป็นไม้สน ไม้ในป่าผลัดใบเช่น ก่อ (*Castanopsis* sp.), *Glochidion* sp., *Leguminosae*, *Phyllanthus* sp., ก่อ (*Quercus* sp.), *Shorea* sp., และ ไม้แดง (*Xylia* sp.) ไม้ไม่ผลัดใบ เช่น *Annonaceae*, *Calocedrus* sp., *Lauraceae* และ *Ulmaceae* ซึ่งพรรณไม้เหล่านี้ พบทั่วไปในพื้นที่อำเภอปางมะผ้า และภาคเหนือ นอกจากนี้ พืชพรรณบางชนิดอาจบ่งชี้ถึงสภาพการถูกรบกวนของพื้นที่ได้ โดยส่วนใหญ่เป็นพรรณไม้ผลัดใบ เช่น *Glochidion* sp., *Leguminosae*, *Phyllanthus* sp. และ *Terminalia* sp. (Penny 2005 Kealhofer 1998; ไชมอน การ์ดเนอร์ และคณะ 2543)

สน (*Pinus* sp.) เป็นพืชในเขตกึ่งร้อนชื้นซึ่งในประเทศไทยพบเพียง 1 สกุล คือ *Pinus* sp. และมีเพียง 2 ชนิด (species) (ไชมอน การ์ดเนอร์ และคณะ 2543) เนื่องจากพื้นที่ประเทศไทยเป็นขอบของพื้นที่การแพร่กระจายของสน ซึ่งชอบสภาพอากาศที่เย็นและไม่ค่อยชื้น (อุทิส กุญอินทร์ 2541) หรือเรียกสภาพภูมิอากาศแบบเขตกึ่งร้อนชื้น ในอำเภอปางมะผ้า จะพบสนในพื้นที่สูง 700-1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล ร่วมกับไม้ในป่าเต็งรัง และพบในที่สูงตั้งแต่ 1,000 เมตร ขึ้นไป ร่วมกับพวกพืชในป่าดิบเขาที่มีไม้ก่อก เป็นพืชเด่น

สำหรับการพบ *Leguminosae* ของระดับความลึกด้านบนๆ ของ TLP10 ซึ่งไม้วงศ์นี้ส่วนใหญ่เป็นไม้ผลัดใบ ไม่สามารถจำแนกชนิดให้ละเอียดได้มากกว่านี้ แม้จะรู้กันว่าพืชตระกูลถั่วถูกนำมาบริโภคกันมานานแล้วก็ตาม เนื่องจากวงศ์นี้เป็นวงศ์ใหญ่ ลักษณะละอองเรณูยากต่อการจำแนก

หญ้าจัดเป็นพืชคลุมดินในพื้นที่ป่าผลัดใบและป่าเต็งรัง ทั้งนี้รวมทั้งไผ่ด้วย การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของละอองเรณูหญ้าที่พบ จะบอกถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ด้วย รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของพืชชนิดอื่นๆ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากละอองเรณูที่พบส่วนใหญ่มีขนาดเล็กซึ่งอาจเป็นได้ทั้งหญ้าทั่วไปและไผ่ และละอองเรณูหญ้าที่พบนี้ไม่น่าจะเป็นข้าวเนื่องจากแม้ว่าไผ่จะมีขนาดต้นใหญ่แต่ละอองเรณูไผ่ มีขนาดเล็ก เหมือนหญ้าป่าเช่นกัน

ผลเรณูวิเคราะห์จากทั้ง TLP 4 และ BRP8 ร่วมกับค่าอายุ 280-0 ปีก่อนปัจจุบันหรือประมาณ พ.ศ. 2213-2493 (ค.ศ. 1670-1950) (Beta-206533) และ 670-550 ปีก่อนปัจจุบัน หรือประมาณ พ.ศ. 1823-1943 (ค.ศ. 1280-1400) (Beta-206534) ตามลำดับ ชี้ถึงสภาพความแห้งแล้งที่มากขึ้นในปัจจุบัน ซึ่งอาจเนื่องมาจาก การเปิดโล่งของพื้นที่ และการรบกวนสภาพป่า ทั้งนี้ยังเป็น ที่น่าสังเกตว่า ในช่วงค่าอายุที่ได้นี้ สภาพอากาศมีแนวโน้มว่าเย็นกว่าใน

ปัจจุบัน สอดคล้องกับช่วงเวลาการเกิด Little Ice Age ในยุโรป และช่วงที่มีอากาศเย็นในพื้นที่เอเชีย อย่างไรก็ตาม ข้อสังเกตนี้ ยังต้องการการศึกษาและข้อมูลเพิ่มเติมในการอธิบายผล

ผลการศึกษาของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาลอด เมื่อวิเคราะห์ร่วมกับผลการวิเคราะห์กระดูกสัตว์ ที่พบว่าพื้นที่นี้ในอดีตน่าจะเป็นป่าผลัดใบ เต็งรัง ป่าไผ่ และป่าดิบเขา แม้ว่าผลเรณูวิเคราะห์จะไม่สามารถระบุถึงชนิดป่าได้ แต่ผลที่ได้ก็ไม่ขัดแย้งกับผลการวิเคราะห์กระดูกสัตว์ โดยข้อมูลละอองเรณูพบว่าพืชพรรณในอดีต ประมาณ $12,100 \pm 60$ ปีก่อนไม่แตกต่างกับปัจจุบันมากนัก ซึ่งอาจเชื่อมโยงได้ว่าสภาพอากาศที่น่าจะไม่แตกต่างกับในปัจจุบันนักเช่นกัน

ส่วนผลการศึกษาของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาบ้านไร่ พบว่าไม่แตกต่างกับปัจจุบัน ตัวอย่างชั้นที่กำหนดอายุได้มากที่สุด ประมาณ $10,210 \pm 50$ ปีก่อนปัจจุบันนั้น พบแค่ละอองเรณูสน จึงไม่สามารถระบุชนิดป่าได้ เนื่องจากชนิดพืชที่พบไม่มากและไม่ต่อเนื่อง

แม้ว่าการศึกษาก่อนหน้านี้จะระบุว่าสภาพภูมิอากาศในช่วงปลายสมัยไพลสโตซีนของกัวนพะเยา (Penny 2005) และทะเลสาบหนองหาน (Kealhofer 1998) จะหนาวเย็นและแห้งกว่าในปัจจุบัน โดยพืชพรรณไม่แตกต่างจากปัจจุบัน ผลการศึกษาระณูวิทยาของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาลอดและบ้านไร่ไม่สามารถบอกถึงสภาพภูมิอากาศได้มากนัก แต่การพบละอองเรณูของสนในทุกตัวอย่างก็อาจสนับสนุนข้อสันนิษฐานดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ยังจำเป็นต้องใช้หลักฐานและข้อมูลอื่นเพื่อสนับสนุนข้อสันนิษฐานมากกว่านี้

นอกจากนี้ การเปรียบเทียบระดับความลึกของตัวอย่างถ่านและค่าอายุที่ได้ พบว่า พื้นที่เก็บตัวอย่างพื้นที่ 2 ที่บ้านถ้ำลอดมีอัตราการทับถมตะกอนสูงกว่าพื้นที่ 7 ที่บ้านไร่ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะพื้นที่ที่เป็นลานตะพักลำน้ำเก่า ที่เป็นพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากการพัดพาของน้ำท่วมบ้างเป็นครั้งคราว

4.3.4 สรุปผลการศึกษา

แม้ว่าผลค่าอายุของถ่านไม้ในชั้นดินจะไม่สามารถย้อนกลับไปได้มากนัก คือ 120 ± 40 ปีก่อนปัจจุบัน หรือ 280 ± 0 ปีก่อนปัจจุบัน (Beta-206533) และ 650 ± 40 ปีก่อนปัจจุบัน หรือ 670 ± 550 ปีก่อนปัจจุบัน (Beta-206534) แต่ผลการศึกษาที่พบว่าสภาพพื้นที่มีแนวโน้มที่มีความแห้งแล้งเพิ่มขึ้น โดยผลการศึกษาเรณูวิทยาจากตัวอย่าง TLP4, TLP10 และ BRP8 พบว่ามีทั้งพืชในเขตร้อนชื้นและเขตกึ่งร้อนชื้น พืชที่พบเป็นพืชที่ยังพบอยู่ในพื้นที่อำเภอปางมะผ้าและภาคเหนือในปัจจุบัน โดยพืชพรรณที่พบประกอบไปด้วยไม้สน ไม้ในป่าเบญจพรรณ เต็งรัง และดิบเขา โดยที่หลายๆ ชนิด สามารถบ่งชี้ถึงสภาพการรบกวนพื้นที่ การสูญเสียความชื้นหรือมีการเปิดโล่งของพื้นที่มากขึ้น เช่น *Glochidion* sp., Leguminosae, *Phyllanthus* sp. และ *Terminalia* sp. เป็นต้น

ส่วนผลการศึกษาตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดี แม้ไม่สามารถนำมาสร้างไดอะแกรมได้ แต่พืชที่พบก็เป็นพืชที่ยังคงพบในปัจจุบัน สภาพแวดล้อมในอดีตจึงอาจจะไม่แตกต่างจากปัจจุบันมากนัก นอกจากนี้ อาจกล่าวได้ว่าการศึกษาสภาพแวดล้อมในอดีตและการศึกษาทางเรณูวิทยา ประสบความสำเร็จได้จากพื้นที่รอบๆ แหล่งโบราณคดีมากกว่าในพื้นที่ขุดค้น

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผล

นาฏสุดา ภูมิงานจักษ์

จากผลการศึกษาสิ่งแวดล้อมในอดีตโดยใช้วงปีไม้จากไม้มีชีวิต ตัวอย่างจากโลงไม้ และละอองเรณูพบว่า สภาพป่าไม้ตั้งแต่สมัยโฮโลซีนตอนปลายมีสภาพไม่แตกต่างจากปัจจุบัน กล่าวคือ ในพื้นที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอนช่วงสมัยโฮโลซีนตอนปลายปกคลุมไปด้วยป่าไม้นานาชนิด คือ บริเวณพื้นที่ลุ่มและราบปกคลุมด้วยป่าเบญจพรรณ (mixed deciduous forest) ที่มีไม้สกุลดุดมสมบูรณ์ บางพื้นที่ที่มีสภาพดินที่ไม่สมบูรณ์อาจพบป่าเต็ง-รัง (dry dipterocarp forest) กระจาย บริเวณที่มีพื้นที่สูงขึ้นไปจากป่าเบญจพรรณปกคลุมไปด้วยป่าสนเขาแทรกอยู่กับป่าเต็งรัง (pine mixed dry dipterocarp forest) และบริเวณยอดเขาสูงจะพบป่าดิบเขา (hill evergreen forest) สมัยโฮโลซีนตอนปลายสภาพภูมิอากาศมีความร้อนเพิ่มขึ้นเนื่องจากการถอยร่นของธารน้ำแข็งเกิดการละลายตัวของน้ำแข็งบริเวณขั้วโลก เขตหนาว และเขตอบอุ่น ทำให้ระดับน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น น้ำแผ่ปกคลุมเข้าสู่แผ่นดินบริเวณเขตร้อนชื้นและเขตร้อนชื้น พื้นที่ที่อยู่ลึกเข้าไปในแผ่นดินอาจมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แต่การเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน อาจพบบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเล เนื่องจากการเพิ่มสูงขึ้นของระดับน้ำทะเล อย่างไรก็ตามเมื่อระดับน้ำทะเลสูงขึ้น ทำให้เกิดการระเหยน้ำมากขึ้น ดังนั้นบริเวณพื้นที่ที่อยู่ลึกเข้ามาในแผ่นดินจะมีปริมาณฝนที่มากและอุณหภูมิอุ่นขึ้น ซึ่งสภาพภูมิอากาศเช่นนี้ทำให้บริเวณเส้นศูนย์สูตรปกคลุมไปด้วยป่าฝนและป่าดิบชื้น (moist evergreen forest) ส่วนบริเวณพื้นที่ที่อยู่สูงขึ้นมาจากบริเวณเส้นศูนย์สูตรจะปกคลุมไปด้วยป่าลัดใบ เพราะได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำฝนที่น้อยลง ยกเว้นบริเวณพื้นที่บนยอดเขาสูงๆ ซึ่งจะพบป่าสน และป่าดิบเขา โดยพรรณพืชเหล่านี้เป็นพรรณพืชในเขตอบอุ่นที่มีการกระจายตัวอยู่แล้วตั้งแต่สมัยไพลโตซีน (ยุคน้ำแข็ง)

5.1 พลวัตของสิ่งแวดล้อม

การเปลี่ยนแปลงสภาพป่าไม้หรือสิ่งแวดล้อมโดยรวมของพื้นที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน อาจกล่าวได้ว่า หากเกิดจากอิทธิพลตามธรรมชาติ การเปลี่ยนแปลงอาจไม่ปรากฏชัดเจนมากนัก เนื่องจากสภาพอากาศค่อยๆ เปลี่ยนแปลงและใช้ระยะเวลานาน สภาพป่าที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอาจพบได้จากแนวเชื่อมต่อของป่าไม้ โดยป่าไม้ที่อยู่ในสภาพหนาวเย็นขยับตัวสูงขึ้น ในทางตรงข้ามสภาพป่าดิบชื้นมีการขยายตัวแผ่ออกมากขึ้น อิทธิพลที่สำคัญที่ทำให้สภาพแวดล้อมโดยเฉพาะป่าไม้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน คือ กิจกรรมของมนุษย์

การใช้ทรัพยากรป่าไม้ในอดีตถูกใช้ทั้งที่เป็นเนื้อไม้ (เช่น การทำโลงไม้) และการบุกเบิกพื้นที่เพื่อป้องกันอันตรายจากสัตว์ป่า หรือในบางพื้นที่เป็นการเตรียมพื้นที่เพื่อทำการเกษตร อย่างไรก็ตามในช่วงโฮโลซีนตอนปลายแม้ว่าชุมชนในวัฒนธรรมโลงไม้จะมีกาใช้ไม้โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้สักเพื่อใช้สร้างโลงไม้ที่ถือเป็นการใช้แบบคัดสรร คือ เลือกใช้ต้นไม้ที่มีขนาดใหญ่ ในช่วงเวลาดังกล่าวคาดว่า ป่าไม้ยังคงมีความอุดมสมบูรณ์อยู่มาก และป่าไม้ยังมีการทดแทนตามธรรมชาติทั้งนี้ จากสภาพภูมิประเทศที่เป็นภูเขาสูงและมีพื้นที่ราบน้อยจึงอาจ

เป็นอุปสรรคข้อหนึ่งในการตัดไม้บริเวณพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลจากชุมชน ก่อรกับเครื่องมือเครื่องใช้ในอดีตยังไม่มีประสิทธิภาพที่จะสามารถตัดไม้ได้ในปริมาณมาก

ในช่วงเวลาประมาณ 500 ปีที่ผ่านมา การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในบริเวณอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ในด้านลบมีความชัดเจนขึ้น เมื่อมีการครอบครองเป็นเมืองหัวเมืองอย่างชัดเจน ไม่สักถือว่าเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นหรือจำเป็นต่อการไปยังเมืองต่างๆ เช่น จีน และกรุงเทพฯ เป็นต้น และเหตุการณ์ที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลกระทบต่ออย่างรุนแรง คือ ช่วงที่มีการเปิดสัมปทานป่าไม้ให้กับบริษัทข้ามชาติและบริษัทในประเทศ ที่ทำให้เกิดการทำลายพื้นที่ป่าเป็นบริเวณกว้าง จากการทำลายป่าอย่างต่อเนื่องทำให้พื้นที่ที่ถูกเปิดโล่งนั้นง่ายต่อการเข้ามาจับจองและใช้พื้นที่เพื่อทำเกษตรกรรม และแม้ว่าจะปรากฏพันธุ์ไม้ต่างๆ ที่บ่งบอกถึงสภาพป่าที่หลากหลายในเขตอำเภอปางมะผ้า แต่พบว่าลักษณะและขนาดของต้นไม้เหล่านั้นมีอายุค่อนข้างน้อยและขาดความอุดมสมบูรณ์

การเปลี่ยนแปลงสภาพป่าที่ค่อนข้างรุนแรง มีส่วนก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ คือ ปริมาณน้ำฝนอาจมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ลดลง เพราะแม้ว่าจะมีไอน้ำในอากาศมากแต่เมื่อขาดสภาพอากาศหนาวเย็นเหนือพื้นที่ป่าไม้ การก่อตัวของเมฆฝนจะเกิดขึ้นน้อย นอกจากนี้สภาพพื้นที่ภูเขาสูงชันเมื่อป่าไม้ต้นไม้นั้นขนาดใหญ่ถูกตัดออกไปในปริมาณและพื้นที่เพิ่มขึ้น เมื่อฝนตกจึงขาดสิ่งปกคลุมดินและสิ่งที่จะช่วยชะลอความเร็ว/ความแรงของกระแสน้ำได้ ดังนั้นบริเวณพื้นที่ราบลุ่มบริเวณลำน้ำของและลำน้ำลงจึงมีการเปลี่ยนแปลงสภาพของพื้นที่ค่อนข้างชัดเจนในฤดูน้ำหลากและฤดูแล้ง ที่สอดคล้องกับหลักฐานและผลการศึกษาที่ได้จากการศึกษาละอองเรณูต่างๆ

จากที่กล่าวมาแล้วว่า ป่าเบญจพรรณที่พบไม้สักเป็นไม้เด่นกระจายตัวเป็นบริเวณกว้างทั้งในพื้นที่ราบลุ่ม บริเวณเชิงเขาบางพื้นที่ที่มีสภาพค่อนข้างสมบูรณ์ และจากคุณลักษณะของไม้สักที่มีความคงทน มีเสี้ยนตรง ทำให้ง่ายต่อการผ่าและแปรรูป จึงน่าจะเป็นสาเหตุหลักในการเลือกไม้สักของคนในช่วงวัฒนธรรมโลงไม้ คนในสมัยวัฒนธรรมโลงไม้น่าจะเลือกใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ไม่ไกลจากแหล่งที่อยู่อาศัย และใช้ไม้สักที่ถือเป็นไม้เด่นที่พบในป่าเบญจพรรณ อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า นอกจากโลงไม้ที่สร้างจากไม้สักแล้ว ในเขตพื้นที่อำเภอปางมะผ้ายังพบโลงไม้บางโลงที่สร้างจากไม้ชนิดอื่นๆ เช่น โลงไม้ที่พบจากถ้ำปางคาม 1 และ 3 พบโลงไม้ที่สร้างจากไม้หลายชนิด เช่น ไม้ก่อ (*Castanopsis* sp.) ไม้ตะกร้า (*Garuga* sp.) ไม้ลำพู/คุ่มต้น (*Duabanga sonneraliades* Ham) และไม้พะยอม (*Shorea talura* Roxb.) และจากผลการศึกษานี้อาจเกิดจากการเลือกใช้ทรัพยากรที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ เช่นเดียวกับการเลือกไม้ที่นำมาสร้างโลงของคนในอดีตบริเวณจังหวัดกาญจนบุรี ทั้งนี้จากตำแหน่งของถ้ำปางคาม 1 และ 3 ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับถ้ำอื่นๆ และสภาพป่าดั้งเดิมรอบแหล่งที่เป็นป่าดิบเขาซึ่งพบพันธุ์ไม้แตกต่างจากป่าเบญจพรรณ ทำให้การเลือกใช้ทรัพยากรป่าไม้ของคนในสมัยนั้นน่าจะพิจารณาเลือกไม้ที่อยู่มิไกลจากแหล่งที่พบโลงไม้ ในปัจจุบันมากนัก อย่างไรก็ตามการเลือกไม้ของคนในอดีตที่นำมาสร้างโลงยังพบลักษณะเด่นที่เหมือนกัน คือ การเลือกนำไม้ที่มีขนาดใหญ่และมีคุณภาพดีมาสร้างโลง ที่แสดงให้เห็นถึงการเลือกไม้ที่มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับสภาพป่าแต่ละประเภท

5.2 เทคโนโลยีในการทำโลงไม้

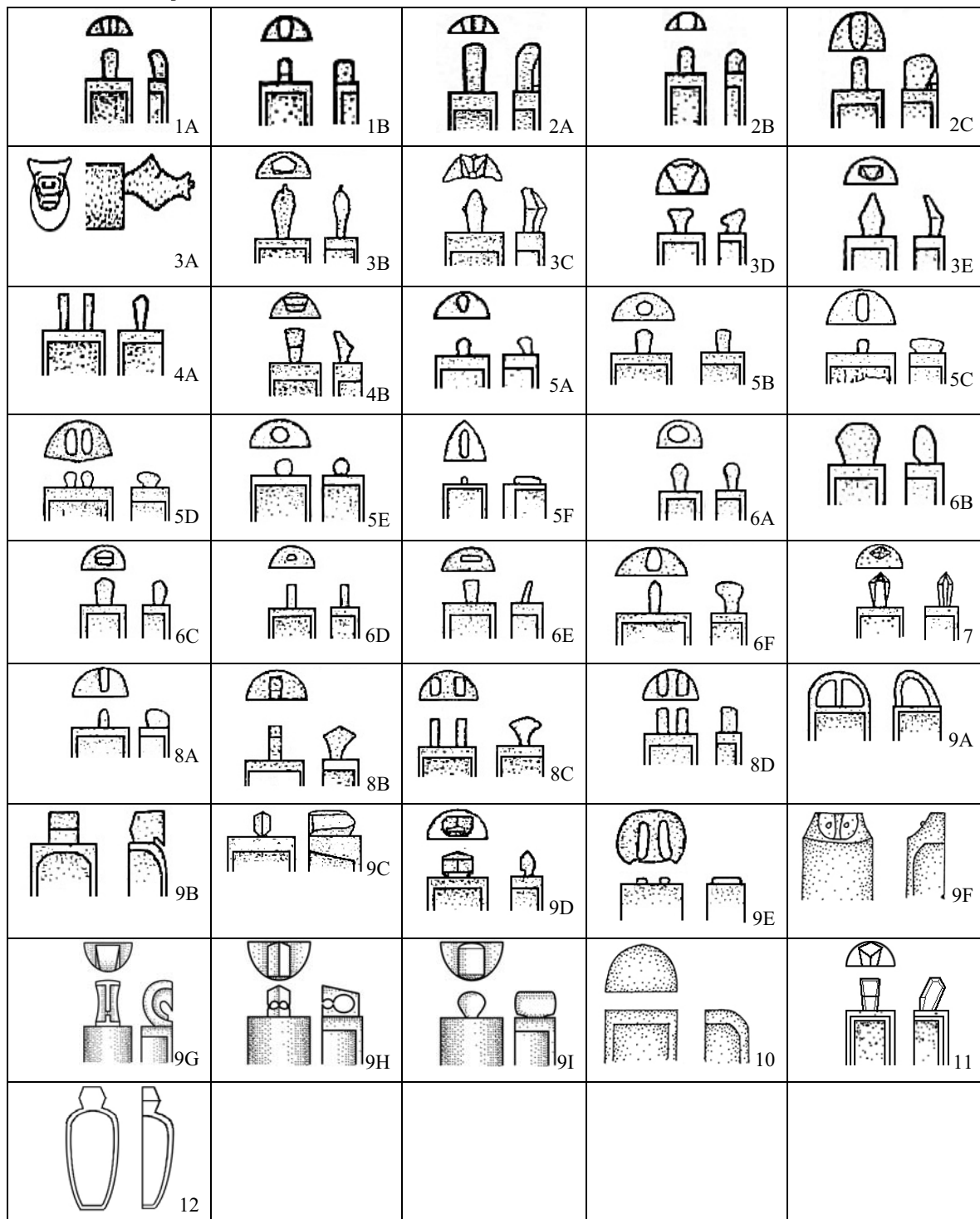
ข้อมูลด้านวงปีไม้ไขปริศนาข้อแรก คือ โลงไม้และฝาโลงมาจากต้นไม้ต้นเดียวกัน ในพื้นที่ศึกษาเกือบทุกถ้ำหลักฐานโลงไม้ที่พบอยู่ในสภาพที่ไม่สมบูรณ์ ทั้งที่ถูกทำลายไปตามกาลเวลา การถูกทำลายตามธรรมชาติ และก็ทำลายโดยมนุษย์ ทำให้พบโลงไม้ที่มีลักษณะสมบูรณ์ คือ ตัวโลงและฝาโลงประกบกันอยู่ได้น้อยมาก

อย่างไรก็ตาม ผลจากการศึกษาวงปีไม้ในปัจจุบันสามารถสรุปได้ว่า โลงและฝาโลงที่วางประกบกันนั้น สร้างขึ้นจากต้นไม้ต้นเดียวกัน ซึ่งคำตอบนี้นำไปสู่คำถามอื่นๆ คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทำโลง จากบริเวณผิวด้านนอกโลงที่ไม่มีเปลือกไม้เหลืออยู่ มีร่องรอยถูกฉาด้วยของมีคมขนาดกว้างประมาณ 2 นิ้ว นักโบราณคดีในโครงการได้พบหลักฐานเครื่องมือเหล็กในพื้นที่ใกล้เคียงกับที่ตั้งโลง ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลสนับสนุนว่า สมัยวัฒนธรรมโลงไม้เป็นสมัยที่มีเครื่องมือเหล็กแล้ว และวิธีการที่จะผ่าต้นไม้ทั้งต้นให้ตรงและขุดเป็นตัวยาวนั้นต้องมีเครื่องมือและวิธีการ ตลอดจนช่างที่เป็นผู้ชำนาญ เนื่องจากโลงไม้มีขนาดใหญ่ จำเป็นต้องใช้คนจำนวนมากและเวลาในการเตรียมทำโลงไม้ สันนิษฐานว่าผู้คนสมัยนั้นได้แสดงความเคารพ อาลัย ครั้งสุดท้ายกับเจ้าของโลงไม้ ไม่ว่าจะเป็นหัวหน้าชุมชน ญาติพี่น้อง ดังนั้นถึงจะเป็นงานที่หนักแต่เป็นความภาคภูมิใจ การที่เลือกไม้สักนำมาทำโลงส่วนใหญ่ น่าจะประกอบด้วยเหตุผลที่สำคัญ 2 ข้อ คือ 1) ไม้สักเป็นไม้ที่กระจายและเจริญเติบโตมากในพื้นที่ทั้งสามลุ่มน้ำ โดยเฉพาะน้ำของและน้ำลาง ดังนั้นการพึ่งพิงของมนุษย์ต่อทรัพยากรธรรมชาติที่อยู่ใกล้ตัวจึงเป็นเหตุผลที่เหมาะสมที่สังคมวัฒนธรรมโลงไม้คัดสรรและเลือกต้นไม้ที่ขนาดใหญ่ เปลาตรง สวยงาม มาทำโลง ซึ่งคล้ายคลึงกับโลงไม้ที่พบที่จังหวัดกาญจนบุรี (Sørensen 1974) ที่เลือกใช้ไม้ชิงชัน (Dalbergia) เนื่องจากบริเวณพื้นที่ดังกล่าวมีไม้ชิงชันเป็นไม้เด่นและมีคุณภาพดี และ 2) ไม้สักเป็นไม้ที่มีเส้นตรงทำให้ง่ายต่อการแกะสลักตกแต่ง และไม่เป็นอุปสรรคในการที่จะผ่าออกเป็นสองท่อน โดยการใช้ของมีคมผ่าตรงกลาง เมื่อเนื้อไม้แยกออกจากกัน จึงนำชิ้นไม้มาใส่ในร่องตรงกลาง และช่วยกันกดของมีคม (เหล็ก) ลงไปตรงกลาง ไม้สักจะแยกออกจากกันได้ง่าย และสันนิษฐานว่าอาจใช้ถ่านไม้ใส่ลงตรงกลางท่อนไม้ซุงเพื่อช่วยต่อการขุดเนื้อไม้ออก นอกจากนี้โลงไม้ส่วนใหญ่พบรอยแตกของเนื้อไม้ค่อนข้างน้อยจึงแสดงให้เห็นว่า ขั้นตอนการทำโลงไม้นั้นคงมีการเลือกสรรไม้ยืนต้นก่อนและทำการควั่นลำต้นให้ลึกเข้าไปในเนื้อไม้ลึกพอประมาณ (จนถึงท่อน้ำเลี้ยงน้ำ) บริเวณที่เนื้อไม้โคนต้น (ปัจจุบันเรียกวิธีนี้ว่า การกานไม้) ไม้ยืนต้นนั้นจะค่อยๆ ตายเนื่องจากการขาดน้ำและแร่ธาตุอาหาร โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 2 ปี ต้นไม้นั้นจะยืนต้นตายและทำการ โคนล้ม จากวิธีนี้ต้นไม้ที่ตายแล้วจะมีน้ำหนักเบา เนื่องจากในขณะที่ควั่นลำต้นและปล่อยให้ไม้ยืนต้นตายนั่น ต้นไม้จะค่อยๆ สูญเสียความชื้น คุณภาพไม้เมื่อนำมาใช้จะไม่แตก สะดวกในการขนย้ายและ ในการดำเนินการทำโลงไม้หนึ่งโลงคงต้องใช้ผู้ชายไม่ต่ำกว่า 10 คน ในการช่วยกันเคลื่อนย้ายและผ่าต้นไม้และอาจใช้เวลาเป็นเดือนในการทำโลงไม้ให้เสร็จ 1 โลง

5.3 นัยของรูปแบบหัวโลงที่หลากหลาย

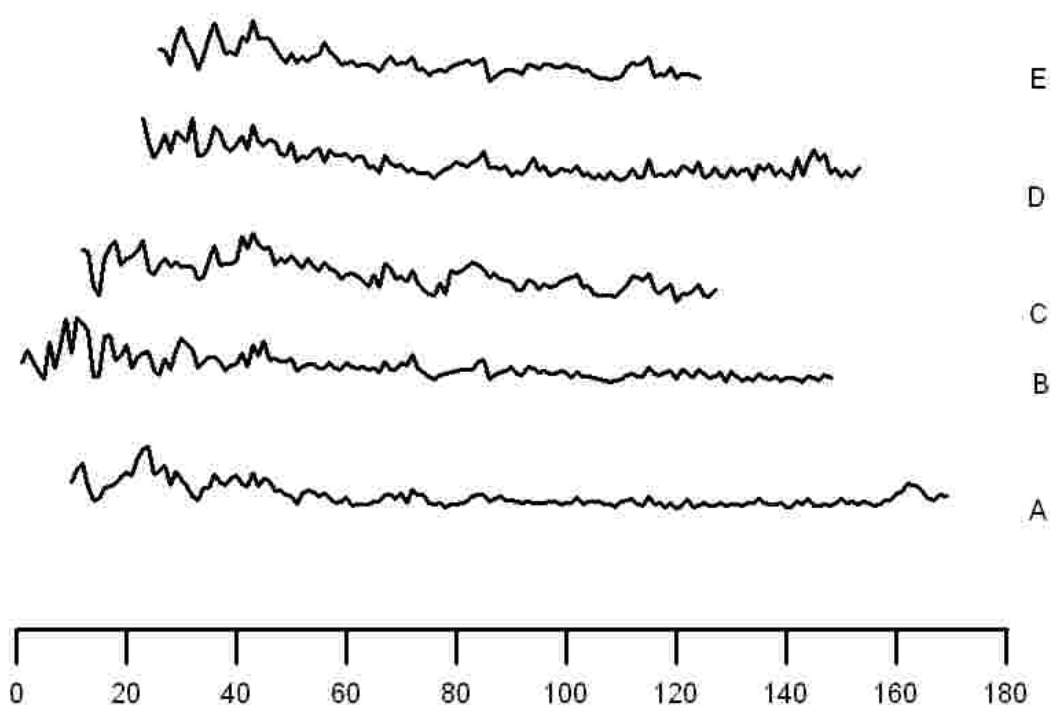
จากการศึกษาพบว่า ถั่วและเพิงฝาแต่ละแห่งมีโลงที่มีรูปแบบของหัวโลงแตกต่างกันไป บางถ้ำก็มีรูปแบบส่วนใหญ่จะเป็นรูปแบบอย่างง่าย (1A, 1B, 2A และ 2B) เช่น เพิงฝาบ้านไร่ ต่างจากที่ถ้ำบ้านบ่อไคร้ที่มีความหลากหลายของรูปแบบหัวโลงมาก (1A, 1B, 2A, 2C, 3A, 4B, 5B และ 10) (Wannasri 2004) ที่อาจแสดงถึงความแตกต่างด้านความเชื่อ ความนิยม สายตระกูล สัญลักษณ์ รวมทั้งความชำนาญและฝีมือของคนในอดีต ความสนใจเกี่ยวกับรูปแบบของหัวโลงจึงเป็น โจทย์อีกข้อหนึ่งที่ต้องการพิสูจน์ถึงความสัมพันธ์ในเชิงเวลาของรูปแบบหัวโลงต่างๆ ว่ามีหรือไม่ อย่างไร

ตารางที่ 5.1 แสดงรูปแบบหัวโลงที่พบในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน



อย่างไรก็ตามจากการศึกษาและการวิเคราะห์โดยวิธีวงปีไม้ พบว่ารูปแบบของหัวโลงที่พบมากที่สุดคือประเภทที่ง่าย ได้แก่ รูปแบบ 1A, 1B, 2A, 2B และรูปแบบอื่นๆ ที่หลากหลายออกไป ไม่บ่งบอกถึงเรื่องการพัฒนาการ กล่าวคือ มีการซ้อนทับของรูปแบบหัวโลงหลายๆ รูปแบบ กันได้ ซึ่งทำให้สมมติฐานในเบื้องต้น

ที่ตั้งไว้ว่า รูปแบบที่ง่าย ๆ น่าจะเก่าแก่กว่า (เกิดก่อน) รูปแบบที่สลับซับซ้อน อย่างไรก็ตาม รูปแบบหัวโลงที่นิยมมากที่สุดเป็นรูปแบบอย่างง่าย (1A, 1B, 2A และ 2B)



รูปที่ 5.1 แสดงการซ้อนทับของขนาดและจำนวนวงปีไม้จาก 5 ตัวอย่าง (A,B,C,D,E หมายถึง เส้นวงปีไม้ที่มาจากรูปแบบหัวโลงที่แตกต่างกัน)

โลงไม้ที่มีหัวโลงรูปแบบต่างกัน บ่งบอกถึงอะไรได้บ้าง เมื่อใช้วิธีการศึกษาโดยวงปีไม้โดยทำการวัดขนาดและจำนวนวงปีและทำการซ้อนทับกัน โดยตรวจสอบด้วยสถิติ พบว่า ตัวอย่างไม้ที่มีรูปร่างหัวโลงต่าง ๆ กัน มีการซ้อนทับกัน โดยไม่มีการเรียงลำดับที่แน่นอน หมายความว่า รูปแบบหัวโลงแบบง่าย ๆ เช่น 1A 1B, 2A, 2B และรูปร่างที่ซับซ้อน เช่น แบบหัวสัตว์ (3C) และหางสัตว์ (4B) ไม่ได้ต่อเนื่องกัน (หมายความว่ารูปแบบที่ง่าย ไม่ได้เกิดขึ้นก่อนรูปแบบที่ซับซ้อน) แต่มีการใช้หัวโลงรูปแบบต่าง ๆ สลับกันไปมา และพบว่ารูปแบบของหัวโลงแต่ละประเภทเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่เหลื่อมกันไปมา คือ มีการใช้รูปแบบหัวโลงที่หลากหลายในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน ดังนั้น การสันนิษฐานเรื่องการวิวัฒนาการของหัวโลงว่า มีวิวัฒนาการเริ่มต้นจากการใช้หัวโลงรูปแบบอย่างง่ายไปเป็นรูปแบบที่มีความซับซ้อนขึ้นจึงไม่เป็นความจริง

นอกจากนี้จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า รูปแบบหัวโลงแบบง่าย เช่น 1A, 1B, 2A และ 2B นั้นเป็นรูปแบบที่สามารถพบกระจายอยู่ในแหล่งโบราณคดีหลายพื้นที่ ซึ่งอาจเกิดจากความสัมพันธ์กันระหว่างกลุ่มคนเจ้าของวัฒนธรรมโลงไม้ในพื้นที่ต่างๆ แตกต่างจากรูปแบบหัวโลงที่มีความซับซ้อนหรือรูปแบบหัวโลงที่มีลักษณะเฉพาะที่จะพบได้ในบางแหล่งโบราณคดีเท่านั้น เช่น หัวโลงที่มีลักษณะเป็นรูปหัวสัตว์นั้น แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของความเชื่อ ความนิยม หรือสัญลักษณ์เฉพาะกลุ่มของกลุ่มคนเจ้าของวัฒนธรรมโลงไม้ในพื้นที่ต่างๆ

5.4 ตำแหน่งที่ตั้งของถ้ำและโรงไม้

จำนวนถ้ำที่ทำการศึกษาและเก็บข้อมูล จำนวน 18 ถ้ำ ซึ่งประกอบด้วยจำนวนตัวอย่าง มากกว่า 200 ตัวอย่าง พบว่า ถ้ำที่เป็นถ้ำแห้ง มีหลายคูหา และการเข้าถึง ไม่ยากจะพบจำนวนโรงที่มากกว่า (เช่น ถ้ำบ้านบ่อไคร้) ถ้ำที่มีน้ำไหลผ่าน มีการวางโรงในบริเวณคูหาที่แห้ง เช่น ถ้ำลอด หรือเสียบโรงไว้ตามหลังคาถ้ำ เช่นถ้ำผาแดง

การวางหรือตั้งตัวโรง พื้นที่ถ้ำในแต่ละพื้นที่มีพื้นที่ใช้สอยที่แตกต่างกันออกไป พื้นที่ที่เป็นเพิงผา เช่น เพิงผาบ้านไร่ แม่กลางจันทร์ 1 หรือเพิงผาบ้านทุ่งสาแล ที่มีลักษณะเปิดโล่ง จะมีการตั้งเสาทั้งหมด 3 คู่ จำนวน 6 เสา เสาไม้ส่วนใหญ่ทำจากไม้สักเช่นกันแต่มีขนาดที่ค่อนข้างเล็กกว่าโรงไม้ ซึ่งอาจไม่ต้องทำการคัดเลือกเท่าไร แต่หากถ้ำใดเป็นลักษณะถ้ำที่มีหลายคูหา โดยมากคูหาแรกที่มีหลังคาถ้ำสูง จะมีการตั้งโรงไม้และวางโรงบนเสาไม้ เช่นถ้ำบ้านบ่อไคร้ แต่ถ้ำถัดไปที่ค่อนข้างแคบ อาจจะเสียบโรงไม้ไปตามพื้นที่ต่างๆทั้งหลังคาถ้ำ หรือวางที่พื้น

5.5 ความหมายของวงปีไม้ต่อสภาพแวดล้อม-สภาพภูมิอากาศโดยรวม

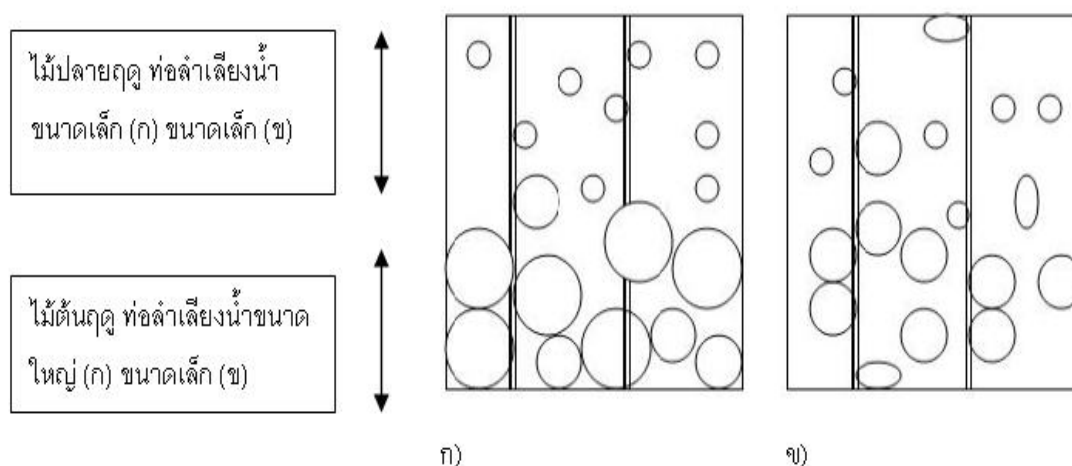
เนื่องจากการเติบโตของต้นไม้ นอกจากจะขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในต้นไม้แล้ว ปัจจัยภายนอกโดยเฉพาะ ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สนับสนุนและยับยั้งที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ใช้การสังเกตลักษณะของท่อน้ำเลี้ยงน้ำและขนาดความกว้างวงปีมาช่วยอธิบายถึงสภาพภูมิอากาศขณะที่ดินไม้ นั้นยังมีชีวิตอยู่ นอกจากนี้ความโดดเด่นของไม้สักที่นำมาทำโรง พบว่า ต้นสักมีขนาดใหญ่มาก เส้นผ่าศูนย์กลางของเนื้อไม้ที่เหลือ (ไม่พบเปลือกและกระพี้ไม้-หมายถึงเนื้อไม้ที่มีสีขาวเหลือ หากยังยืนต้นอยู่ในเขตรับบริเวณนี้จะทำหน้าที่ลำเลียงน้ำอาหาร เป็นส่วนของไม้ที่มีชีวิต) ประมาณ 0.50 เมตร ดังนั้นหากจะประมาณเส้นรอบวงเฉลี่ยของไม้สักในขณะที่มีชีวิตอยู่ระหว่าง 1.60 -2.00 เมตร ซึ่งจัดว่าเป็นไม้ที่มีขนาดใหญ่

ขนาดความกว้างวงปีที่ค่อนข้างแคบบ่งบอกถึงความหนาแน่น เปียกชื้น และต้นไม้มีอายุค่อนข้างมาก (ต้นไม้มีอายุน้อยวงปีจะกว้างมาก สังเกตจากวงปีบริเวณที่อยู่ใกล้ๆ แก่นไม้ (pith) และขนาดท่อน้ำเลี้ยงน้ำ (vessel) ที่มีขนาดเล็กกระจายอยู่มากบริเวณไม้ต้นฤดูและลดน้อยลงในช่วงไม้ปลายฤดู บ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของน้ำและความชื้นในดิน เนื่องจากหากต้นไม้มีการขาดแคลนน้ำและสร้างวงปีที่แคบ ส่วนใหญ่จะพบขนาดท่อน้ำเลี้ยงน้ำที่ใหญ่ประมาณ 1-2 แถว และวงปีสิ้นสุดลงเกือบไม่ปรากฏบริเวณที่เรียกว่าไม้ปลายฤดูเลย (latewood) ซึ่งไม่ใช่ลักษณะของไม้สักที่พบจากตัวอย่างโรงไม้ สันนิษฐานได้ว่า ไม้สักที่เจริญเติบโตในช่วงเวลาดังกล่าวมีความอุดมสมบูรณ์มาก มีปริมาณน้ำฝนพอเพียง ซึ่งอาจส่งผลให้อุณหภูมิในขณะนั้นต่ำกว่าในปัจจุบันเล็กน้อย

จากการสร้างเส้นภูมิอากาศซึ่งประกอบไปด้วยเส้นอุณหภูมิและเส้นน้ำฝน จากวงปีไม้สักและไม้สน จากไม้ที่มีชีวิตในพื้นที่ย้อนกลับไปได้ประมาณ 300 ปี พบว่า ปริมาณน้ำฝนในอดีตมากกว่าปัจจุบันเล็กน้อย และอุณหภูมิในอดีตต่ำกว่าปัจจุบันเล็กน้อย ถึงแม้ว่าจากผลการศึกษาครั้งนี้ยังไม่สามารถเชื่อมต่อดัชนีไม้มีชีวิตกับดัชนีไม้จากโรงไม้ได้ แต่จากผลการศึกษาการสร้างเส้นภูมิอากาศย้อนไปในอดีตจากไม้ที่มีชีวิตเป็นข้อมูลสนับสนุนอย่างหนึ่งว่า ในสมัยวัฒนธรรมโรงไม้ ซึ่ง ย้อนกลับไปได้ประมาณ 4,000 กว่าปี สภาพภูมิอากาศอาจไม่แตกต่างไปจากปัจจุบันมากนัก คาดว่ามีปริมาณน้ำฝนที่มากกว่าและอุณหภูมิที่เย็นกว่า ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้รับการสนับสนุนจากการศึกษาละอองเรณู (Trikanchanawattana 2005) พบว่าละอองเรณูและสปอร์ของพืชที่ถ้ำลอดและบ้านไร่ แสดงกราฟที่ชัดเจน ถึงความแห้งแล้งที่เพิ่มมากขึ้น

สภาพพื้นที่ศึกษาในอดีตน่าจะเป็นป่าเบญจพรรณที่มีไม้สักขึ้นอย่างอุดมสมบูรณ์ ประกอบกับสภาพพื้นที่เป็นเทือกเขา ซึ่งมีที่ราบเพียงพื้นที่เล็กๆ การดำรงชีวิตของ “เจ้าของวัฒนธรรมโรงไม้” อาจใช้พื้นที่ราบ

บางครั้งและพื้นที่สูงบางช่วงเวลาเพื่อเป็นที่ยู่ออาศัย การดำเนินชีวิต และพื้นที่ถ้ำบางส่วนในการประกอบพิธีกรรมและเก็บ โลงไม้ ผลการศึกษาละอองเรณูและสปอร์ของทั้งถ้ำลอดและบ้านไร่ แสดงให้เห็นชัดเจนของการปรากฏและหายไปของพืชที่ต้องการความชุ่มชื้น จึงแสดงให้เห็นว่า ในช่วงเวลาน้ำหลาก สังคมมนุษย์ในอดีตอาจต้องมีการอพยพขึ้นไปยังบนพื้นที่สูง เนื่องจากบริเวณพื้นที่ราบอาจจะมีการเอ่อล้นของน้ำ แต่เมื่อถึงฤดูแล้ง กลุ่มสังคมมนุษย์ ในอดีตอาจมีการเคลื่อนย้ายกลับมาอาศัยบริเวณพื้นที่ราบ เพราะใกล้แหล่งน้ำ และแหล่งทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ



รูปที่ 5.2 แสดงขนาดของท่อลำเลียงน้ำที่มีขนาดแตกต่างกันของ 1 วงปี ระหว่างไม้ปัจจุบัน (ก) ไม้จากโลงไม้ (ข)

รูปทางขวามือ (ข) ขนาดของเวสเซลที่มีขนาดค่อนข้างเล็กและกระจายทั่ววงปีบ่งบอกถึงสภาพที่ไม้ขาดน้ำ รูปทางซ้ายมือ (ก) ขนาดเวสเซลที่ค่อนข้างใหญ่บริเวณไม้ต้นฤดู และเล็กในไม้ปลายฤดูบ่งบอกถึงดินสกขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้งและเริ่มเจริญเติบโตในช่วงต้นฤดูฝน

5.6 ผลการกำหนดอายุวัฒนธรรมโลงไม้ ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์คาร์บอน-14

เนื่องจากเส้นดัชนีไม้ที่ได้จากโลงไม้ยังไม่สามารถต่อเชื่อมกับเส้นดัชนีไม้สักที่ทราบอายุ ดังนั้นจึงไม่สามารถทราบค่าอายุของโลงไม้ได้อย่างแน่นอน การกำหนดค่าอายุของโลงไม้ด้วยเทคนิคคาร์บอน-14 เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะได้ทราบค่าอายุประมาณ ซึ่งการกำหนดค่าอายุของโลงไม้ด้วยวิธีคาร์บอน-14 ได้มีการส่งตัวอย่างไปยังห้องปฏิบัติการประเทศต่างๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบผลการศึกษา และตัวอย่างของโลงไม้จำนวนมากวิเคราะห์ที่สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กรุงเทพฯ ถึงแม้ว่าวิธีการหาค่าอายุที่ทำในห้องปฏิบัติการของสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ จะเป็นวิธีที่ค่อนข้างเก่า และใช้ตัวอย่างไม้เป็นจำนวนมาก ก็ยังให้ผลที่ใกล้เคียงกับที่ส่งไปวิเคราะห์ต่างประเทศ อย่างไรก็ตามวิธีที่ดีที่สุดในปัจจุบันนี้ ที่ควรจะมีการศึกษากันไปคือ การนำตัวอย่างโลงไม้ที่สามารถซ้อนทับกับตัวอย่างอื่นมากที่สุด และถ้าสามารถบวบปีวงสุดท้ายได้ (วงที่อยู่ใกล้เปลือกมากที่สุด) นำวงสุดท้ายไปหาค่าอายุด้วยวิธี Atom Mass Spectrometer (AMS) โดยหาค่าแอลฟาเซลลูโลส ซึ่งเป็นค่าที่มีการเปลี่ยนแปลงในเนื้อไม้น้อยมาก เมื่อได้ค่าแล้วนำไป calibration กับวงปีไม้ที่ทราบอายุ จะได้ค่าอายุของ

ตัวอย่างไม้ใกล้เคียงกับปีที่ต้นไม้ถูกตัดมากที่สุด ต่อจากนั้นจึงนำค่าอายุที่วิเคราะห์ได้ไปเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่นที่ซึ่ซ้นทับกันได้ (synchronization) เพื่อกำหนดค่าอายุ

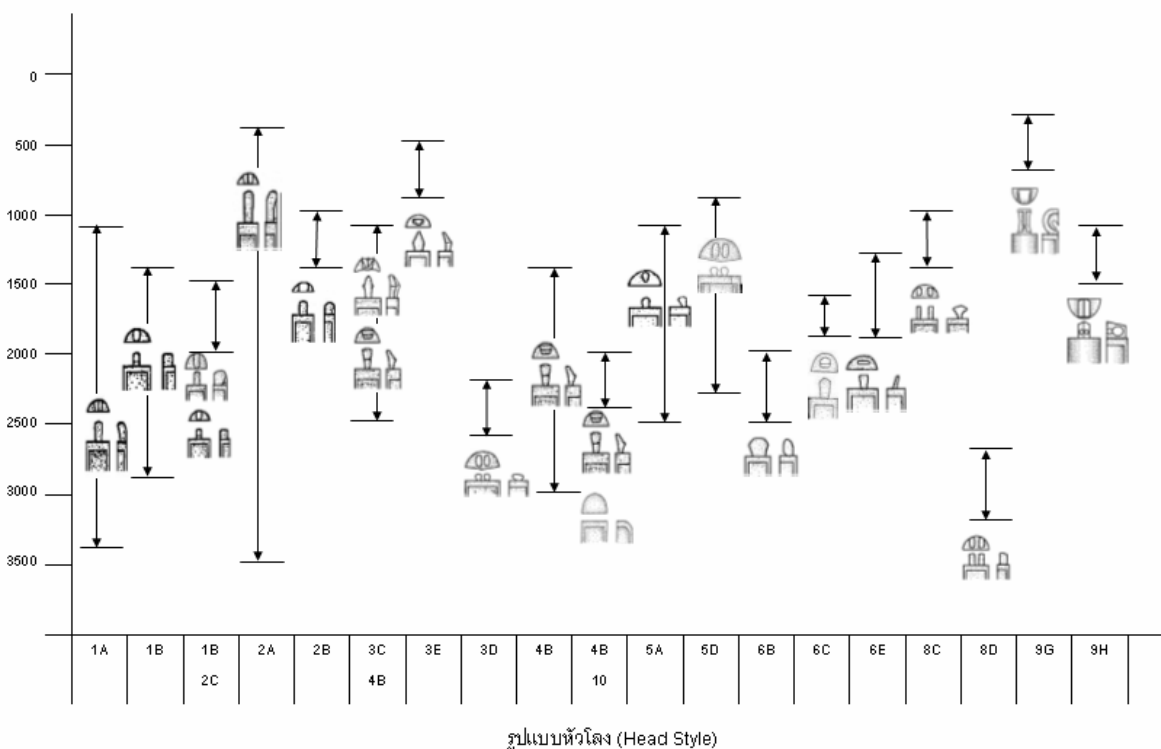
“วัฒนธรรมโลงไม้” จากการวิเคราะห์ค่าอายุทางวิทยาศาสตร์ด้วยคาร์บอน 14 พบว่า อายุที่เก่าแก่ที่สุดคือ โลงไม้จากถ้ำแม่ลาจันทร 1 ค่าอายุ $3,160 \pm 270$ B.P. calibrated -2 sigma 1,507 ปี ก่อนพุทธศักราช - 257 ปี ก่อนพุทธศักราช และโลงที่อายุน้อยคือ โลงไม้จากเพิงผาทุ่งสาแล ค่าอายุ 430 ± 190 อายุ calibrated 2 sigma เท่ากับ พ.ศ. 1793 - 2443 ดังนั้นวัฒนธรรมโลงไม้ครอบคลุมเวลา ยาวนานถึง ประมาณ 4,000 ปี รูปแบบของหัวโลงบางรูปแบบเช่น 1A, 1B, 2A และ 4B มีการใช้ต่อเนื่องเป็นช่วงเวลากว้างในบางรูปแบบ เช่น 6C และ 3D ซึ่งมีการใช้ในช่วงที่แคบๆ

ซึ่งจากหลักฐานไม่สามารถที่จะบอกได้ว่า กลุ่มคนเหล่านี้สืบทอดกันมาอย่างต่อเนื่อง เป็นเครือญาติ กัน หรือมีการเข้ามาของกลุ่มคนใหม่ แต่ที่มีความเหมือนกันคือ ในเรื่องความเชื่อในวัฒนธรรมความตาย และใช้ทรัพยากรธรรมชาติ คือ ไม้ในป่าบริเวณใกล้เคียงเป็นแหล่งทรัพยากรที่สำคัญในการสร้างโลงไม้

นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ค่าอายุทางวิทยาศาสตร์ คาร์บอน-14 ยังเป็นการยืนยันถึงวิธีการศึกษาจากวงปีไม้ว่า โลงไม้ที่มีรูปแบบหัวโลงที่แตกต่างกันและซึ่ซ้นทับกัน โดยไม่ได้เรียงลำดับตามรูปแบบง่ายไปสู่ที่ซับซ้อนเป็นความจริง

อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาเบื้องต้น ได้นำตัวอย่างไม้ที่มีรูปแบบหัวโลงที่แตกต่างกัน และตัวอย่างที่อยู่ในกลุ่มที่มีการซึ่ซ้นทับกับตัวอย่างอื่นๆ มากที่สุดมาหาค่าอายุ พบว่าโลงไม้เริ่มปรากฏตั้งแต่ประมาณ 3,000 B.P. – 700 A.D. มีอายุอยู่ในช่วงประมาณ 4,000 ปี

ค่าอายุ C-14 Age (yrs BP)



รูปที่ 5.3 แสดงค่าอายุด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ของหัวโลงรูปแบบต่างๆ ที่พบในพื้นที่ศึกษา

5.7 ผลเรณูวิเคราะห์

แหล่งที่มาและชนิดตะกอนที่แตกต่างกันจะให้ผลเรณูวิเคราะห์ต่างกันด้วย ในกรณีตัวอย่างจากจุด TLP4 (ตัวอย่างจากถ้ำลอด) และ TLP10 ซึ่งตะกอนมีสีคล้ำและเนื้อดินมีอินทรีย์วัตถุมากกว่า ตัวอย่างจากจุด BRP8 จึงพบปริมาณละอองเรณูหนาแน่นมากกว่า ทั้งนี้พื้นที่จุดเก็บตัวอย่าง TLP4 และ TLP10 เป็นลานตะพักลำน้ำเก่า ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง (floodplain) ที่มีการพัดพาตะกอนให้มาทับถมในบริเวณนี้และอาจเกิดน้ำท่วมขังในบางฤดูได้ ส่วนตัวอย่าง BRP8 (ตัวอย่างจากบ้านไร่) เป็นตะกอนดินที่ทับถมมาจากการผุพังสลายตัวของแหล่งกำเนิดดินที่มาจากพื้นที่ที่เป็นหินปูน ซึ่งมีคุณสมบัติที่ไม่ค่อยเหมาะสมในการรักษาสภาพของละอองเรณู

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างจากจุดจุดเจาะ BRP8 พบว่า มีความหลากหลายของชนิดพืชน้อยกว่าตัวอย่างจาก TLP4 และ TLP10 และมีความน่าสนใจที่พบสปอร์ในสัดส่วนที่สูงมาก และไม่พบละอองเรณูของพืชในป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังเลย ทั้งๆ ที่บริเวณนี้เป็นแนวเชื่อมต่อ (ecotone) ของป่าทั้ง 2 ชนิดนี้ ซึ่งอาจจะต้องศึกษาถึงความแตกต่างของความทนทานต่อการผุสลายของละอองเรณูแต่ละชนิดพืช และปัจจัยสภาพทางเคมีและกายภาพของชั้นทับถมที่มีผลต่อการผุสลายของละอองเรณู รวมทั้งปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังกล่าวข้างบน

สำหรับตัวอย่างที่นำมาจากแหล่งโบราณคดี พบว่ามีการสะสมละอองเรณูและสปอร์ค่อนข้างน้อย โดยพบ 10 ตัวอย่าง จากทั้งหมดที่ศึกษา 32 ตัวอย่าง จากผลการศึกษาค้นคว้าจะไม่พบ ละอองเรณูในชั้นดินที่อยู่ลึกกว่า 90 เซนติเมตร และการศึกษาเรณูวิทยาประสบความสำเร็จจากพื้นที่ที่อยู่รอบๆ แหล่งโบราณคดีมากกว่าในแหล่งขุดค้น

5.8 สภาพแวดล้อมโบราณ

ผลการศึกษาค้นคว้า ระบบนิเวศในพื้นที่บ้านถ้ำลอดและบ้านไร่ ประกอบด้วยพืชพรรณในระบบนิเวศเขตร้อนและกึ่งร้อน และผลการศึกษาดูตัวอย่างจากจุดจุดเจาะ TLP4, TLP10 และ BRP8 พบว่ามีสภาพความแห้งมากขึ้นเนื่องจากการเปิดโล่งพื้นที่มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาเรณูวิทยาในหลายพื้นที่ของประเทศไทย (Kealhofer and Penny 1998; Wannakoaw 2004; Penny and Kealhofer 2005) ซึ่งได้สรุปว่า ไซโลซินตอนปลายถึงไฮโลซินตอนต้น สภาพภูมิอากาศมีความชื้นสูงขึ้นพบพืชในเขตอบอุ่นกระจายตัวอยู่บ้าง ในช่วงกลางและปลายไฮโลซิน ความชื้นสูงขึ้น อากาศร้อนขึ้น ปรากฏพืชในเขตร้อนชื้นมากขึ้น ต่อจากนั้นจนถึงใกล้ปัจจุบันความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศมีมากขึ้นและอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การรบกวนสภาพป่าไม้ธรรมชาติ เป็นต้น

พืชพรรณที่พบจากจุดจุดเจาะ TLP และ TLP10 เป็นไม้สน ไม้ในป่าผลัดใบเช่น ก่อ (*Castanopsis* sp.), กระดุมผี/ไคร้ผัด-ไม้ขนาดเล็ก (*Glochidion* sp.) พืชตระกูลถั่ว (*Leguminosae*) มะยม (*Phyllanthus* sp.) ก่อ (*Quercus* sp.) พะยอม (*Shorea* sp.) และ ไม้แดง (*Xylia* sp.) ไม้ไม่ผลัดใบ เช่น วงศ์กระดังงา (*Annonaceae*), *Calocedrus* sp., *Lauraceae* และ *Ulmaceae* ซึ่งพรรณไม้เหล่านี้ พบทั่วไปในพื้นที่อำเภอปางมะผ้า และภาคเหนือ นอกจากนี้ พืชพรรณบางชนิดอาจบ่งชี้ถึงสภาพการถูกรบกวนของพื้นที่ได้ โดยส่วนใหญ่เป็นพรรณไม้ผลัดใบ เช่น *Glochidion* sp., *Leguminosae*, *Phyllanthus* sp. และ *Terminalia* sp. เป็นต้น (Penny 2005; Kealhofer and Penny 1998; ไชมอน การ์ดเนอร์ และคณะ 2543)

สน (*Pinus* sp.) เป็นพืชในเขตกึ่งร้อนชื้นซึ่งในประเทศไทยพบเพียง 1 สกุล คือ *Pinus* sp. และพบเพียง 2 ชนิด (species) (ไชมอน การ์ดเนอร์ และคณะ 2543) เนื่องจากพื้นที่ประเทศไทยเป็นขอบของพื้นที่การแพร่กระจายของสน ซึ่งชอบสภาพอากาศที่เย็นและไม่ค่อยชื้น (อุทิส ภูอินทร์ 2541) หรือเรียกสภาพภูมิอากาศ

แบบเขตกึ่งร้อนชื้น ในอำเภอปางมะผ้า จะพบสนในพื้นที่สูง 700-1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล ร่วมกับไม้ในป่าเต็งรัง และพบในที่สูงตั้งแต่ 1,000 เมตร ขึ้นไป ร่วมกับพวกพืชในป่าดิบเขาที่มีไม้ก่อ เป็นพืชเด่น นอกจากนี้การพบเรณูของไม้สนเกือบทุกจุดเก็บตัวอย่างเป็นการยืนยันได้ว่า ป่าเขตอบอุ่น (อากาศเย็น/แห้งแล้ง) ในสมัยปลายไพลสโตซีน (10,000 ปี หรือสิ้นสุดยุคน้ำแข็ง) กระจายตัวครอบคลุมมาถึงตอนเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย (Kealhofer and Penny 1998) เมื่อสภาพอากาศมีความชื้นมากขึ้นและอุณหภูมิสูงขึ้น (สมัยโฮโลซีน) ไม้ป่าเขตร้อนชื้นสามารถเข้าครอบครองพื้นที่ และไม้สนถอยร่นไป ประกอบกับการใช้ไฟเพื่อเผาพื้นที่ป่าไม้และเปลี่ยนพื้นที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมของประชาชนเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ในปัจจุบันยังคงมีไม้สนกระจายอยู่เป็นหย่อมๆ

สำหรับการพบ Leguminosae ของระดับความลึกด้านบนๆ ของ TLP10 ซึ่งไม้วงศ์นี้ส่วนใหญ่เป็นไม้ผลัดใบ ไม่สามารถจำแนกชนิดให้ละเอียดได้มากกว่านี้ แม้ว่าเราจะรู้กันว่าพืชตระกูลถั่วถูกนำมาบริโภคกันมานานแล้วก็ตาม เนื่องจากวงศ์นี้เป็นวงศ์ใหญ่ ลักษณะละอองเรณูยากต่อการจำแนก

หญ้าจัดเป็นพืชคลุมดินในพื้นที่ป่าผลัดใบและป่าเต็งรัง ทั้งนี้รวมทั้งไผ่ด้วย การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของละอองเรณูหญ้าที่พบ จะบอกถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ด้วย รวมกับการเปลี่ยนแปลงของพืชชนิดอื่นๆ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากละอองเรณูที่พบส่วนใหญ่มีขนาดเล็กซึ่งอาจเป็นได้ทั้งหญ้าทั่วไปและไผ่ และละอองเรณูหญ้าที่พบนี้ไม่น่าจะเป็นข้าวเนื่องจากแม้ว่าไผ่จะมีขนาดต้นใหญ่แต่ละอองเรณูไผ่ มีขนาดเล็ก เหมือนหญ้าป่าเช่นกัน

ผลเรณูวิเคราะห์จากทั้ง TLP 4 และ BRP8 ร่วมกับค่าอายุ 280-0 ปีก่อนปัจจุบันหรือประมาณ พ.ศ. 2213-2493 (ค.ศ. 1670-1950) (Beta-206533) และ 670-550 ปีก่อนปัจจุบัน หรือประมาณ พ.ศ. 1823-1943 (ค.ศ. 1280-1400) (Beta-206534) ตามลำดับ ซึ่งถึงสภาพความแห้งแล้งที่มากขึ้นในปัจจุบัน ซึ่งอาจเนื่องมาจาก การเปิดโล่งของพื้นที่และการรบกวนสภาพป่า ทั้งนี้ยังเป็นที่น่าสังเกตว่า ในช่วงค่าอายุที่ได้นี้สภาพอากาศมีแนวโน้มว่าเย็นกว่าในปัจจุบัน สอดคล้องกับช่วงเวลาการเกิด Little Ice Age ในยุโรป และช่วงที่มีอากาศเย็นในพื้นที่เอเชีย อย่างไรก็ตาม ข้อสังเกตนี้ยังต้องการการศึกษาและข้อมูลเพิ่มเติมในการอธิบายผล

ผลการศึกษาของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาลอด เมื่อวิเคราะห์ร่วมกับผลการวิเคราะห์กระดูกสัตว์ที่พบว่าพื้นที่ในอดีตน่าจะเป็นป่าผลัดใบ เต็งรัง ป่าไผ่ และป่าดิบเขา แม้ว่าผลเรณูวิเคราะห์จะไม่สามารถระบุถึงชนิดป่าได้ แต่ผลที่ได้ก็ไม่ขัดแย้งกับผลการวิเคราะห์กระดูกสัตว์ โดยข้อมูลละอองเรณูพบว่าพืชพรรณในอดีตประมาณ 12,100±60 ปีก่อนไม่แตกต่างกับปัจจุบันมากนัก ซึ่งอาจเชื่อมโยงได้ว่าสภาพอากาศก็น่าจะไม่แตกต่างกับในปัจจุบันมากนัก

ส่วนผลการศึกษาของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาบ้านไร่ พบว่า ไม่แตกต่างกับปัจจุบัน ตัวอย่างชั้นที่กำหนดอายุได้มากที่สุด ประมาณ 10,210±50 ปีก่อนปัจจุบันนั้น พบแต่ละอองเรณูสน จึงไม่สามารถระบุชนิดป่าได้ เนื่องจากชนิดพืชที่พบไม่มากและไม่ต่อเนื่อง

แม้ว่าการศึกษาก่อนหน้านี้จะระบุว่าสภาพภูมิอากาศในช่วงไพลสโตซีนตอนปลายของกัวนิชเพเยา (Penny 2005) และทะเลสาบหนองหาน (Kealhofer and Penny 1998) จะหนาวเย็นและแห้งกว่าในปัจจุบัน โดยพืชพรรณไม่แตกต่างจากปัจจุบัน ผลการศึกษาเรณูวิทยาของตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาลอดและบ้านไร่ไม่สามารถบอกถึงสภาพภูมิอากาศได้มากนัก แต่การพบละอองเรณูของสนในทุกตัวอย่างก็อาจสนับสนุนข้อสันนิษฐานดังกล่าว อย่างไรก็ตาม ยังจำเป็นที่จะใช้หลักฐานและข้อมูลอื่นเพื่อสนับสนุนข้อสันนิษฐานมากกว่านี้

นอกจากนี้ การเปรียบเทียบระดับความลึกของตัวอย่างถ่านและค่าอายุที่ได้ พบว่า พื้นที่เก็บตัวอย่างพื้นที่ 2 ที่บ้านถ้ำลอดมีอัตราการทับถมตะกอนสูงกว่าพื้นที่ 7 ที่บ้านไร่ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะพื้นที่ที่เป็นลานตะพักลำน้ำเก่า ที่เป็นพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากการพัดพาของน้ำท่วมบ้างเป็นครั้งคราว

5.9 วงปีไม้และละอองเรณูกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก ประกอบด้วยเหตุผลใหญ่ 2 ประการ คือ จากปัจจัยภายนอก คือ ความเข้มของแสงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งมีสาเหตุมาจากการหมุนเวียนของโลกรอบตัวเองและรอบดวงอาทิตย์ แกนเอียงของโลก ปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อความเข้มของรังสีจากดวงอาทิตย์ที่จะส่งมาถึงโลก ซึ่งมีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์พอเพียงในการสนับสนุนเหตุผลเหล่านี้ เช่น การเกิดยุคน้ำแข็งในอดีตที่ผ่านมา (Braun *et al.* 2005) และปัจจัยภายใน เช่น การเกิดภูเขาไฟระเบิด (Wolfe 2000) การเปลี่ยนแปลงก๊าซเรือนกระจก การเปลี่ยนแปลงการไหลของน้ำทะเล เป็นต้น หลักฐานที่จะใช้เพื่อยืนยันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในช่วงที่ยังไม่มีการบันทึกข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยานั้น นักวิทยาศาสตร์จะต้องหาหลักฐานอ้างอิงที่มีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศโดยตรง วงปีไม้และละอองเรณูเป็นหลักฐานที่สำคัญหลักฐานหนึ่งที่จะใช้เป็นตัวแทน และสะท้อนสภาพภูมิอากาศในอดีตได้

ผลการศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากยังไม่สามารถขยายเส้นดัชนีโลงไม้กับไม้ที่มีชีวิตได้ จึงต้องใช้การกำหนดอายุด้วยวิธีคาร์บอน-14 พบว่า โลงไม้มีอายุอยู่ในช่วง 3,000 ปี ก่อนปัจจุบัน ลักษณะโครงสร้างของวงปีพบว่ามีความหนาแน่นที่ค่อนข้างแคบ และท่อลำเลียงน้ำมีขนาดเล็ก ซึ่งบ่งชี้ว่าสภาพป่าไม้มีความหนาแน่น แต่ไม่ได้มีข้อจำกัดในเรื่องความชุ่มชื้นหรือน้ำ (หากมีน้ำเป็นปัจจัยจำกัด ท่อลำเลียงน้ำจะใหญ่และมีจำนวนน้อย) ดังนั้นจึงยืนยันได้ว่าสภาพป่าไม้ในอดีตมีความอุดมสมบูรณ์มาก และสภาพอากาศในช่วงเวลาดังกล่าวค่อนข้างหนาวเย็น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาละอองเรณู ที่พบว่าในชั้นดินที่ลึกพบละอองเรณูของพวกไม้สนและก่อ ซึ่งเป็นไม้ที่ชอบสภาพอากาศที่ค่อนข้างเย็น

ในช่วงยุคน้ำแข็งระยะสั้น (Little Ice Age) ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงประมาณ พ.ศ. 1953-2343 (ค.ศ. 1400-1800) พบว่า สภาพอากาศกลับมาหนาวเย็นมากอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งจากวงปีไม้และละอองเรณูของประเทศ พบว่ามีแนวโน้มในลักษณะนั้นเช่นเดียวกัน แต่อาจจะไม่ชัดเจนเท่ากับพืชพรรณในเขตอบอุ่น ในช่วงเริ่มต้นของยุคโฮโลซีน อาจกล่าวได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศนั้นเกิดจากปัจจัยทางธรรมชาติโดยตรง แต่เมื่อจำนวนประชากรและการพัฒนาเทคโนโลยีมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ไฟ ไม่ว่าจะเป็นการจุดเพื่อล่าสัตว์ป่า และการขยายพื้นที่เพื่อการเพาะปลูก สภาพธรรมชาติต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งป่าไม้จะถูกทำลายอย่างมาก ก่อรูปกับสภาพดินของเขตร้อนชื้น เป็นดินที่มีแร่ธาตุอาหารต่ำ ดินมีความเป็นกรด และปริมาณน้ำฝนที่มาก หากที่ดินไม่มีพืชปกคลุมอยู่ หรือถูกเปิดโล่งเป็นระยะเวลายาว จะทำให้เกิดการพังทลายของดินได้ค่อนข้างรุนแรง และเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ถึงแม้ในปัจจุบันจะพบชนิดพืชพรรณเช่นเดียวกับสมัยโฮโลซีนตอนต้น แต่ความอุดมสมบูรณ์ไม่สามารถจะเปรียบเทียบกันได้เพราะธรรมชาติไม่สามารถจะฟื้นสภาพได้

วงปีไม้สามารถที่จะอธิบายความผันแปรของสภาพอากาศปีต่อปี ทั้งในปัจจุบัน และในอดีต ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันสามารถสะท้อนให้เห็นได้จากวงปีไม้ สำหรับละอองเรณู นั้น สามารถจะช่วยอธิบายสังคมของพืชพรรณในพื้นที่นั้นๆ ที่เคยเจริญเติบโตในอดีตได้อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามการศึกษาละอองเรณูของพืชในปัจจุบันก็มีความสำคัญมาก เพราะจะเป็นฐานข้อมูลในการจำแนกชนิดพืชได้ เนื่องจากพืชจะมีความสามารถในการปรับตัวหากสภาพอากาศค่อยๆ เปลี่ยนแปลง โดยอาจเป็นการลดจำนวนลง ซึ่งสามารถศึกษาได้จากความมากมายของละอองเรณูตามความลึกของชั้นดิน ดังนั้นละอองเรณูของพืชในปัจจุบัน จะเป็นข้อมูลอ้างอิงและง่ายในการจำแนกชนิดพืชต่อไป

5.10 ภาพรวมความสัมพันธ์ด้านวงปีไม้และสิ่งแวดล้อม

ผลจากการศึกษาการพัฒนาของวัฒนธรรมวงปีไม้ที่มีรูปแบบหัวโลงต่างๆ กัน โดยใช้เทคนิคเกี่ยวกับวงปีไม้ และใช้วิธีกำหนดอายุคาร์บอน 14 พบว่า เทคนิคเกี่ยวกับวงปีไม้สามารถช่วยตอบคำถามให้กับโครงการฯ ได้ในระดับหนึ่ง คือ เรื่องเทคโนโลยีการทำโลง การเลือกใช้ไม้ ขั้นตอนการทำโลงไม้ นอกจากนี้เทคนิควงปีไม้ให้ข้อสรุปว่า รูปแบบของหัวโลงที่หลากหลายไม่ได้บ่งบอกถึงระยะเวลาที่แตกต่างกัน หมายถึง วัฒนธรรมวงปีไม้ที่อยู่ในช่วงเวลาประมาณ 4,000 ปี มีการสร้างสรรค์รูปแบบของหัวโลงรูปแบบต่างๆ ในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกัน ไม่ได้มีการพัฒนาจากรูปแบบหัวโลงจากรูปแบบซึ่งง่ายกว่าไปสู่หัวโลงที่สลับซับซ้อนมากขึ้น โดยสันนิษฐานว่ารูปแบบของหัวโลงอาจขึ้นอยู่กับความสามารถของช่างในสมัยวัฒนธรรมวงปีไม้ ความโดดเด่นของหัวโลงแบบง่ายที่ปรากฏให้เห็นในช่วงเวลาที่ค่อนข้างยาวนานนั้นอาจบ่งบอกถึงความนิยมรูปแบบหรืออาจเป็นสัญลักษณ์แทนสายตระกูล หรือเครื่องหมายของผู้คนในวัฒนธรรมวงปีไม้

วงปีไม้บันทึกสภาพสิ่งแวดล้อมในอดีต ความผันแปรของวงแต่ละวงในรอบหนึ่งปี บอกให้ทราบถึงปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิของปีนั้นที่ต้นไม้มีอายุอยู่ ถึงแม้ว่าในการศึกษาครั้งนี้จะยังไม่สามารถใช้ดัชนีวงปีไม้จากโลงไม้ต่อเชื่อมกับดัชนีไม้สักที่มีชีวิต แต่หากมีการศึกษาเพิ่มเติม โดยทำการรวบรวมจำนวนตัวอย่างไม้จากสิ่งก่อสร้าง เฟอร์นิเจอร์ หรือเครื่องมือประเภทต่างๆ คาดว่า ดัชนีไม้สักของประเทศไทยจะสามารถเปิดเผยถึงองค์ความรู้ของสภาพภูมิอากาศในเอเชียได้เป็นอย่างดี และเปิดเผยถึงความผันผวนของสภาพภูมิอากาศในอดีตของเขตป่าร้อนชื้น

โลงไม้จัดเป็นวัฒนธรรมที่มีคุณค่าเป็นการบอกเล่าถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่น วงปีไม้สักสะท้อนสภาพสิ่งแวดล้อมในช่วงเวลานั้นว่า ความอุดมสมบูรณ์ของอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ที่มีพื้นที่ปกคลุมไปด้วยสภาพป่าที่หนาแน่นเป็นที่อยู่ของสัตว์ป่านานชนิด ดังนั้นจึงทรงคุณค่าแก่การเก็บรักษาวัฒนธรรมวงปีไม้ให้อยู่คู่กับคนทั้งในพื้นที่และเป็นองค์ความรู้แก่คนรุ่นหลังต่อไป

จากผลการวิเคราะห์ละอองเรณู แม้ว่าผลค่าอายุของถ่านไม้ในชั้นดินจะไม่สามารถย้อนกลับไปได้มากนัก คือ 120+40 ปีก่อนปัจจุบัน หรือ 280-0 ปีก่อนปัจจุบัน (Beta-206533) และ 650+40 ปีก่อนปัจจุบันหรือ 670-550 ปีก่อนปัจจุบัน (Beta-206534) แต่ผลการศึกษาที่พบว่าสภาพพื้นที่มีแนวโน้มที่มีความแห้งแล้งเพิ่มขึ้น โดยผลการศึกษาเรณูวิทยาจากตัวอย่าง TLP4, TLP10 และ BRP8 พบว่ามีทั้งพืชในเขตร้อนชื้นและเขตกึ่งร้อนชื้นพืชที่พบเป็นพืชที่ยังพบอยู่ในพื้นที่อำเภอปางมะผ้าและภาคเหนือในปัจจุบัน โดยพืชพรรณที่พบประกอบไปด้วยไม้สน ไม้ในป่าเบญจพรรณ เต็งรัง และดิบเขา โดยที่หลายๆ ชนิด สามารถบ่งชี้ถึงสภาพการรบกวนพื้นที่ การสูญเสียความชื้นหรือมีการเปิดโล่งของพื้นที่มากขึ้น เช่น *Glochidion* sp., *Leguminosae*, *Phyllanthus* sp. และ *Terminalia* sp. เป็นต้น การพบเรณูของพืชในเขตอบอุ่น (เช่น สน/โอ๊ก/ก่อ) อยู่ในระดับชั้นดินที่ลึก และไม้เขตร้อน (เช่น ถั่ว/แดง/พะยอม) ในบริเวณชั้นดินที่ตื้นขึ้นมา สลับกับหญ้าและไผ่ บ่งบอกถึงการทดแทนสังคมพืชป่าและการรบกวนที่ดิน การเปิดโล่งพื้นที่เพิ่มความแห้งแล้งให้กับบริเวณพื้นที่หน้าดิน อย่างไรก็ตามการไม่พบเรณูของเมล็ดข้าว มีเหตุผลหลายประการ คือ จากสภาพพื้นที่ศึกษาที่เป็นพื้นที่ราบเพียงเล็กน้อยและถูกห้อมล้อมไปด้วยหุบเขา พื้นที่ศึกษาเป็นบริเวณต้นน้ำ ทำให้เกิดการไหลบ่าของน้ำค่อนข้างรุนแรงในช่วงฤดูฝนและพื้นที่ราบลุ่มได้รับอิทธิพลการแช่ขังของน้ำในช่วงฤดูฝนและแห้งในช่วงฤดูแล้ง คุณสมบัติของสภาพพื้นที่เช่นนี้ทำให้ละอองเรณูของพืชต่างๆ ง่ายต่อการถูกทำลาย ประกอบกับกระแสน้ำที่แรงในช่วงฤดูฝนอาจพัดพาละอองเรณูไปได้ง่าย

ส่วนผลการศึกษาตัวอย่างจากแหล่งโบราณคดี แม้ไม่สามารถนำมาสร้างไคอะแกรมได้ แต่พืชที่พบเป็นพืชที่ยังคงพบในปัจจุบัน สภาพแวดล้อมในอดีตจึงอาจจะไม่แตกต่างจากปัจจุบันมากนัก นอกจากนี้จากกล่าว

ได้ว่า การศึกษาสภาพแวดล้อมในอดีตและการศึกษาทางเรณูวิทยาประสบความสำเร็จได้จากพื้นที่รอบๆ แหล่งโบราณคดีมากกว่าในพื้นที่ขุดค้น

เมื่อทรัพยากรป่าไม้ในสมัยวัฒนธรรมโลงไม้เป็นป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง สนเขา และป่าดิบชื้น ซึ่งไม่ได้แตกต่างไปจากสภาพปัจจุบันมากนัก เพียงแต่ความอุดมสมบูรณ์และความหนาแน่นของพื้นป่าจะมากกว่าในปัจจุบัน ดังนั้นชนิดสัตว์ที่พบในป่าในสมัยวัฒนธรรมโลงไม้ ก็คงไม่แตกต่างไปจากชนิดที่พบในปัจจุบัน แต่คงมีความชุกชุมมากกว่าในปัจจุบันเช่นกัน เพราะสัตว์ป่าต้องอาศัยพึ่งพิงป่าไม้เป็นแหล่งอาหารและที่หลบภัย ปัจจุบันพื้นที่ป่าถูกทำลายไปมากย่อมส่งผลให้ชนิดและจำนวนสัตว์ในปัจจุบันลดน้อยลงมาก

5.11 ปัญหาและอุปสรรคด้านวงปีไม้และสิ่งแวดล้อม

1. การศึกษาวงปีไม้จากตัวอย่างไม้ที่มีชีวิตครั้งนี้ ทำการศึกษาจากตัวอย่างไม้ 2 ชนิด คือ ไม้สักและไม้สน เพราะสามารถกำหนดค่าอายุของวงปีไม้ที่แน่นอน เมื่อนำเส้นดัชนีที่ได้ไปใช้ในการต่อขยายเส้นดัชนีกับดัชนีที่ได้จากสิ่งก่อสร้าง และไม้จากแหล่งโบราณคดี (ไม้จากโลงไม้) พบว่า ดัชนีไม้ที่มีชีวิตในพื้นที่ยังไม่สามารถเชื่อมต่อกับข้อมูลวงปีไม้จากแหล่งโบราณคดีโลงไม้ได้ จึงทำการอธิบายเฉพาะในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของความกว้างวงปีกับปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิที่พบว่า ขนาดความกว้างวงปีผันแปรตามสภาพภูมิอากาศ ในขณะที่ต้นไม้ยังมีชีวิตอยู่ จากความสัมพันธ์ดังกล่าวจึงใช้ดัชนีไม้ที่มีชีวิตสร้างเส้นน้ำฝนและเส้นอุณหภูมิย้อนกลับไปในอดีตประมาณ 2-300 ปี

2. การสร้างเส้นภูมิอากาศ (reconstruction climate) ทั้งเส้นอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝน ในพื้นที่ศึกษาจากไม้ที่มีชีวิตสามารถทำได้ในช่วงโฮโลซีนตอนปลาย สำหรับไม้จากโลงไม้ถึงแม้จะสามารถกำหนดค่าอายุได้ แต่ยังขาดข้อมูลเชื่อมต่อกะหว่างไม้ที่มีชีวิตกับไม้จากโลงไม้อีกประมาณ 500 ปี ดังนั้นจึงยังไม่สามารถสร้างเส้นอุณหภูมิและเส้นน้ำฝนของสภาพอากาศในยุคโฮโลซีนทั้งหมดได้ จึงจำเป็นต้องอธิบายลักษณะของวงปีไม้ประกอบกับหลักฐานทางโบราณคดีอื่นๆ เช่น กระดูกสัตว์ที่ช่วยในการอธิบายสภาพภูมิอากาศ และการตีความสภาพสิ่งแวดล้อมโดยรวมของยุคโฮโลซีน และหากสามารถทำการศึกษาละอองเรณูจากแหล่งที่เหมาะสม เช่น หลุมยุบในบางพื้นที่ จะสามารถนำผลการศึกษาละอองเรณูที่ได้มาช่วยเติมเต็มสภาพภูมิอากาศในสมัยโฮโลซีน ตลอดจนชี้ให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างสมัยไพลสโตซีนตอนปลายถึงสมัยโฮโลซีนตอนต้น นอกจากนี้ตัวอย่างข้างต้น การศึกษาในอนาคตอาจพิจารณาหลักฐานอื่นๆ ที่มีศักยภาพในการศึกษาสภาพภูมิอากาศในอดีต เช่น ตัวอย่างจากหินงอก เพื่อนำผลการศึกษาที่ช่วยเติมเต็มช่องว่าง และสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศในอดีต ให้ชัดเจนมากขึ้น

3. การเก็บตัวอย่างและบันทึกรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่างไม้และสภาพของแหล่งโบราณคดีบางแห่งไม่สามารถทำได้อย่างครบถ้วน ซึ่งมีสาเหตุหลายประการ คือ ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างในภาคสนามมีเวลาจำกัด สภาพของโลงไม้ที่ชำรุดทั้งที่เกิดตามธรรมชาติและถูกทำลายจากมนุษย์ (เช่น การเผาและขีดเขียนลงบนตัวโลง การเคลื่อนย้ายตำแหน่งของโลง เป็นต้น) สภาพแหล่งที่ยากต่อการเข้าถึง นอกจากนี้แหล่งโบราณคดีบางแหล่งที่ถ้ำและโลงไม้ตั้งอยู่ใกล้เคียงกับชุมชนของชาวไทยภูเขา ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐให้ท้องถิ่นสามารถจัดการท่องเที่ยวได้เอง เป็นที่น่าเสียดายว่า แม้ทางโครงการจะได้ขอความอนุเคราะห์ในการเข้าพื้นที่เพื่อเก็บตัวอย่าง แต่เนื่องจากความเข้าใจที่ไม่ตรงกันที่อาจเกิดจากได้รับข้อมูลที่คลาดเคลื่อน ทำให้ทีมวิจัยไม่สามารถเข้าพื้นที่เพื่อเก็บตัวอย่างได้ในบางพื้นที่ แม้ว่าหลักฐานโลงไม้ในพื้นที่เหล่านั้นจะมีศักยภาพในการศึกษาด้านวงปีไม้ก็ตาม

4. ในช่วงที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนได้รับการสถาปนาให้เป็นเมืองหนึ่งในอาณาจักรล้านนา พบว่า ไม้สักได้รับการคัดเลือกกว่าเป็นของมีมูลค่าที่ใช้เพื่อเป็นเครื่องบรรณาการทั้งแก่หัวเมืองต่างๆ และส่งมายังกรุงเทพฯ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า ประชาชนทั่วไปเกือบจะไม่มีสิทธิที่จะใช้ไม้สักเพื่อกิจการใหญ่ เช่น การสร้างบ้านเรือน และเมื่อมีการทำการป่าไม้อย่างจริงจัง โดยเริ่มจากหัวเมืองฝ่ายเหนือเอง และในที่สุดอยู่ภายใต้การดูแลของรัฐทั้งหมด การใช้ไม้สักจึงเสมือนเป็นของต้องห้ามของประชาชนทั่วไป นอกเสียจากจะเกิดการลักลอบตัดบ้าง ดังนั้นไม้สักจำนวนมหาศาลจึงถูกส่งออกไปนอกประเทศมากกว่าที่จะมีหลงเหลือใช้ภายในประเทศ ทำให้โอกาสที่จะใช้ตัวอย่างไม้สักจากสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่มาต่อขยายเส้นดัชนีที่มีชีวิตมีโอกาสดำเนินได้น้อยมาก

5. การวิเคราะห์ค่าอายุของโลงไม้ เนื่องจากการกำหนดค่าอายุด้วยวิธี AMS ต้องใช้ค่าใช้จ่ายที่สูงในการส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการต่างประเทศ จากข้อจำกัดในด้านงบประมาณ การศึกษาครั้งนี้จึงทำการเตรียมตัวอย่างไม้และส่งตัวอย่างไปทำการวิเคราะห์ค่าอายุที่ห้องปฏิบัติการภายในประเทศ ที่ในกระบวนการกำหนดค่าอายุใช้วิธี Direct CO₂ absorption จึงทำให้ปริมาณตัวอย่างค่อนข้างมาก (10-20 กรัม) และเนื่องจากมีตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์จำนวนมากทำให้ต้องอาศัยระยะเวลาในการเตรียมตัวอย่างจากไม้ให้อยู่ในรูป pure cellulose และระยะเวลาในการวิเคราะห์ค่าอายุด้วยวิธีคาร์บอน-14 จากห้องปฏิบัติการต้องใช้เวลาที่ค่อนข้างมาก

6. การศึกษาละอองเรณูยังไม่พบแหล่งที่เป็นตัวแทนที่ดีสำหรับการศึกษา ดังนั้นผลการศึกษาละอองเรณูจึงพบว่าค่อนข้างมีอายุน้อยและร่วมสมัยกับปัจจุบัน หากได้มีการศึกษาละอองเรณูในพื้นที่ศึกษาต่อไป จะเป็นหลักฐานที่สำคัญอีกหลักฐานหนึ่งที่จะใช้อธิบายภาพสิ่งแวดล้อมในอดีตของ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอนได้ชัดเจนมากขึ้น

7. ข้อมูลทางด้านวงปีไม้นั้นอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้หากมีข้อมูลหรือตัวอย่างเพิ่มเติม ดังนั้นการเก็บข้อมูลให้ครอบคลุมมากขึ้นจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ข้อมูลที่ได้นั้นมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น ตลอดจนการให้ความรู้และสร้างความเข้าใจถึงความสำคัญของโบราณวัตถุเหล่านี้ก็มีความสำคัญยิ่ง เพื่อการจัดการแหล่งและการจัดระบบการท่องเที่ยวที่ถูกต้อง เนื่องจากในปัจจุบัน พบว่า โลงไม้ในบางพื้นที่ถูกเผาทำลาย หรือขีดเขียนข้อความลงบนตัวโลงที่ก่อให้เกิดความเสียหายนอกเหนือจากการผุพังตามธรรมชาติ ดังนั้นการเก็บข้อมูลทางด้านวงปีไม้จึงถือเป็นงานเร่งด่วนที่ควรกระทำก่อนหลักฐานชิ้นสำคัญชิ้นนี้จะไม่หลงเหลือให้เราได้เรียนรู้อีกต่อไป ดังนั้นข้อมูลวงปีไม้ที่ได้ในปัจจุบันนั้นถือเป็นกุญแจดอกหนึ่งที่น่าสนใจนำมาใช้ร่วมกับการศึกษาทางด้านอื่นๆ เพื่อสร้างความเข้าใจและเรียนรู้เรื่องราวในอดีตผ่านวัตถุทางวัฒนธรรมชิ้นนี้

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรมแผนที่ทหาร

2519 แผนที่ “แม่ละนา”. ลำดับชุด L7017 ระยะเวลาที่ 4648III มาตรฐาน 1: 50,000. พิมพ์ครั้งที่ 2

กองสารสนเทศสิ่งแวดล้อม

2542 สารานเทศภูมิศาสตร์ด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดแม่ฮ่องสอน. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

เขมชาติ เทพไชย

2519 พืชสมัยก่อนประวัติศาสตร์ในบริเวณถ้ำผีแมนและโนนนกทา. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต (โบราณคดี) มหาวิทยาลัยศิลปากร.

คณะนักศึกษาศาสาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร รุ่นที่ 11

2540 รายงานการฝึกภาคสนาม กรณีศึกษา: ลุ่มน้ำของ จังหวัดแม่ฮ่องสอน.

จักรินรัฐ นิยมคำ

2541 เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ทรัพยากรถ้ำ. 4-5 สิงหาคม 2542. โรงแรมรอยัล กรุงเทพฯ.

ชัชวาล ทองดีเลิศ (บรรณาธิการ)

2542 สืบสานตำนานนาสวนต่อมหายใจของแผ่นดิน. เชียงใหม่: มิ่งเมืองเนาวรัตน์การพิมพ์.

ชิน อยู่ดี

2500 โบราณวัตถุสถานทั่วพระราชอาณาจักร. กรมศิลปากร.

ชีวิต เข้มเจริญ

2544 กระบวนการสร้างแผนการจัดการถ้ำลอดเพื่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ บ้านถ้ำลอด อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร), บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล.

เชิดศักดิ์ ตรียาภิวัฒน์

2541 การศึกษาดำรงที่ตั้งแหล่งโบราณคดีประเภท “ถ้ำผีแมน” สมัยก่อนประวัติศาสตร์ตอนปลายในบริเวณลุ่มน้ำของและดง อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน. สารนิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต (โบราณคดี), ภาคโบราณคดี, คณะโบราณคดี, มหาวิทยาลัยศิลปากร

ไชมอน การ์ดเนอร์ และคณะ

2543 ไม้เมืองเหนือ. โครงการจัดพิมพ์คบไฟ.

ทองแถม นาถจำนง (แปล)

2534 “ประเพณี “ทำศพ” ของชนชาวจ้วง” ศิลปวัฒนธรรม. ปีที่ 13 ฉบับที่ 2: 230-238.

ทิพย์รัตน์ สุภาถาวาย

2522 การศึกษาสภาพทางนิเวศวิทยาในอดีตของถ้ำผีแมน อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน. สารนิพนธ์ ปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต คณะโบราณคดี มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ธนศ เจริญเมือง

2538 มาจากล้านนา. พิมพ์ครั้งที่สอง. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เมือง.

นาฏสุดา ภูมิจำนงค์

2542 โครงการศึกษาสภาพภูมิอากาศในอดีตบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้โดยไม้สัก, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, สำนักงานกองทุนสนับสนุนทุนวิจัย.

นาฏสุดา ภูมิจำนงค์

2546 การศึกษาละอองเรณูจากแหล่งโบราณคดีเพิงผาบ้านไร่และเพิงผาล้อด, เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการเรื่อง คน วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมโบราณบนพื้นที่สูงในอำเภอ ปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน. วันที่ 20-21 กุมภาพันธ์ 2546. มหาวิทยาลัยศิลปากร วังท่าพระ. กรุงเทพฯ.

ปรีชา กาญจนาคม

2526 รายงานเบื้องต้นการสำรวจนิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม. โครงการลุ่มแม่น้ำแควน้อย ตอนบนด้านโบราณคดี. นครปฐม แผนกบริการกลาง สำนักงานอธิการบดี พระราชวังสนามจันทร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พิพัฒน์ กระแจะจันทร์.

2544 การศึกษาวัฒนธรรมโลงไม้ด้วยวิธีการศึกษาจากวงปีไม้: กรณีศึกษาแหล่งโบราณคดีหุบเขาบ้านไร่ในเขตอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน. สารนิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต (โบราณคดี), ภาควิชาโบราณคดี, คณะโบราณคดีมหาวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พิพัฒน์ กระแจะจันทร์

2546 “โลงไม้ที่เพิงผาบ้านไร่กับการตีความค่าอายุของวงปีไม้”, เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการเรื่อง คน วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมโบราณบนพื้นที่สูงในอำเภอ ปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน. (เอกสาร โรเนียว)

รัฐพงษ์ พวงทับทิม

1998 ศึกษาละอองเรณูและสปอร์ของ บริเวณแอ่งพรุฑูเขา “อ่างกา” ที่ยอดดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย

รัศมี ชูทรงเดช

2546 ภาพรวมสภาพแวดล้อมโบราณช่วงสมัยไพลสโตซีนตอนปลาย-โฮโลซีนตอนปลาย, เอกสารประกอบการประชุมเรื่อง คน วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมโบราณในพื้นที่สูงอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน. วันที่ 20-21 กุมภาพันธ์ 2546, มหาวิทยาลัยศิลปากร, วังท่าพระ, กรุงเทพฯ.

รัศมี ชูทรงเดช และคณะ

2544 คน วัฒนธรรมและสภาพแวดล้อมโบราณ บนพื้นที่สูงในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน, เอกสารประกอบการประชุมโครงการโบราณคดีบนพื้นที่สูงในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน, มหาวิทยาลัยศิลปากร, กรุงเทพฯ.

2546 รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการโบราณคดีบนพื้นที่สูงในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน. กรุงเทพฯ.

- 2547 รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2 โครงการโบราณคดีบนพื้นที่สูงในอำเภอบางมะฝ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ระยะที่ 2. กรุงเทพฯ.
- 2548 รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3 โครงการโบราณคดีบนพื้นที่สูงในอำเภอบางมะฝ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ระยะที่ 2. กรุงเทพฯ.

สถาพร ขวัญยืนและคณะ.

- 2530 โครงการโบราณคดีประเทศไทย (ภาคเหนือ). กรมศิลปากร; ม.ป.ท.

สันต์ เกตุปราณีต, นิพนธ์ ตั้งธรรม, สุวิทย์ แสงทองพราว, ปรีชา ธรรมานนท์, นริศ ภูมิภาคพันธ์และศิริ อัคระอักษร.

- 2534 ไฟป่าและผลกระทบต่อระบบป่าไม้ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ: คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักวิชาการป่าไม้

- 2539 100 ปีวิชาการป่าไม้ไทย. กรมป่าไม้.

สำนักงานอำเภอบางมะฝ้า

- 2540 บรรยายสรุป อำเภอบางมะฝ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน. (เอกสาร โรเนียว)

สิทธิพงศ์ ดิลกวนิช

- 2544 รายงานการวิจัยขั้นสมบูรณ์ของโครงการสำรวจและจัดระบบฐานข้อมูลถ้ำ จังหวัดแม่ฮ่องสอน. เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

สินีนาฏ วรรณศรี

- 2546 “การศึกษาวงปีไม้จากโลงไม้ถ้ำบ่อไคร้”, เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการเรื่อง คนวัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมโบราณบนพื้นที่สูงในอำเภอบางมะฝ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน. (เอกสาร โรเนียว)

สุจิตต์ วงษ์เทศ

- 2538 “ล้านนา:มหाराชาอาณาจักร”. ศิลปวัฒนธรรม.

สุเมธรัตน์ สวัสดิ์สาตี

- 2542 งานศิลปบนแผ่นผา. เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการเรื่อง “ทรัพยากรถ้ำ”. โครงการการสำรวจและจัดทำระบบฐานข้อมูลถ้ำ จังหวัดแม่ฮ่องสอน และจังหวัดกาญจนบุรี. โรงแรมรอยัลซิติ้ กรุงเทพฯ วันที่ 4-5 สิงหาคม 2542. สนับสนุนโดยกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

สุรศักดิ์ อนันต์เวทยานนท์

- 2530 การศึกษารูปร่างของเรือขุดที่พบบริเวณอุทยานถ้ำลอด ต.สบป่อง อ. เมือง จ. แม่ฮ่องสอน. สารนิพนธ์ระดับปริญญาตรี, ภาควิชาโบราณคดี, คณะโบราณคดี, มหาวิทยาลัยศิลปากร

อังคาร แจ่มชื่น

- 2541 เรณูวิเคราะห์สำหรับการศึกษาสภาพภูมิอากาศที่ยอดดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของไทย, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

อุทิศ ภูอินทร์

- 2539 “ป่าไม้ผลัดใบของประเทศไทย”. ป่าไม้กับสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ดอกเบญ

อุคมลักษณ์ สุนทรกุล

- 2546** ความหลากหลายของชาติพันธุ์ของคนบนพื้นที่สูงในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน.
เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการเรื่อง คน วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมโบราณบน
พื้นที่สูงในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน. ณ วันที่ 20-21 กุมภาพันธ์ 2546, มหาวิทยาลัย
ศิลปากร วังท่าพระ, กรุงเทพฯ

ภาษาอังกฤษ

Anderson, D.

- 1990 Lang Rongrien Rockshelter: A Pleistocene, Early Holocene Archaeological Site from Krabi, Southwestern Thailand. **University Museum Monograph 71**. Philadelphia: The University Museum.

Backer, P.

- 2002 Trans-Atlantic Climate Connection. **Science** 26: 67-68.

Bass, P. and Vetter, R.E.(eds.)

1989. Growth rings in tropical woods. **IAWA Bull.** N.s.10: 95-174

Bellwood, P.

- 1997 **Prehistory of the Indo-Malaysian Archipelago**, revised edn. Honolulu: University of Hawaii Press.

Berlage, H.P.

- 1931 **Over het Verband Tusschen de Dikte der Jaaringen van Djatiboomen (*Tectona grandis* L.f.) en den regenval op Java.** (About the relationship between annual ring width of Djati trees (*Tectona grandis* L.g.)

Bhattacharyya, A., Yadav, R.R., Borgaekar, H.P., and Pant, G.B.

- 1992 Growing-ring analysis of Indian tropical trees:dendroclimatic potential. **Current Science**. 62: 736-741.

Boonchirdchoo, S.

- 1996 **relative Study of Pinus Tree Ring-width and Climatic Variables. Case Study: Nam Nao and Phu Kradung National Parks, Thailand.** Unpublished M.Sc Thesis, Faculty of Technology of Environmental Management, Mahidol University, Bangkok.

Borgaonkar, H.P., Pant, G.B. and Kumar, K.R.

- 1994 Dendroclimatic Reconstruction of the Summer Precipitation at Srinagar, Kashmir, India, since the late eighteenth century . **The Holocene** 4(3): 299-306.

Borgaonkar, H.P., Pant, G.B., and Rupa Kumar, K.

- 1996 Ring width variation in *Cedrus deodara* and its climate response over the Western Himalaya. **Int. J. Climatol.** 16: 1409-1422.

Boyd W.E. and Mcgraph R.J.

- 2001 The geoarchaeology of the prehistoric ditched sites of the upper Mae Nam Mun Valley, NE Thailand, **Late Holocene vegetation history** 171: 307-328.

Braun H., Christl M., Rahmstorf S., Ganopolski A., Mangini A., Kubatzki C., Roth K., and Kromer B.

- 2005 Possible solar origin of the 14,703 year glacial climate cycle demonstrated in a coupled model. **Nature** 438.

Buckley, B.M., Barbetti, M., Watanasak, M., D'Arrigo, R. Boonchirdchoo, S., and Sarutanon, S.

- 1995 Dendrochronological investigations in Thailand. **IAWA Journal** 16(4): 393-409.

Chappell, J.

- 1982 Sea levels and sediments: some features of the context of coastal archaeological sites in the Tropics. **Archaeology in Oceania** 17:69-78.

Chang, K.C.

- 1977 **The Archaeology of Ancient China**. 3rd ed., New Haven Yale University.

Chowdhury, K.A.

- 1940 The forming of the growth ring trees in Indian tree. **Indian Forest Records** vol. II. no.3. Part III.

Cook, E.R. and Holmes, R.L.

1986. User manual for program Arstan. In : Holmes, R.L. et al. (eds.). **Tree-ring chronologies of western North America, California, eastern Oregon and northern Great Chronology Series IV**. Univ. of Arizona, Tucson, pp. 50-65.

Cook, E.R. and L.A. Kairiukstis (eds.)

- 1990 **Methods of Dendrochronology**. London: Kluwer Academic Publ.

Coster, C.

- 1927 Zur Anatomie und Physiologie der Zuwachszonen -und Jahresringbildung in den Tropen Ann. **Jard. Bot. Buitenzorg**, 37: 49-161.
- 1928 **Einiges ueber das Dickenwachstum und die Inhaltsstoffe des Djatistammes, *Tectona grandis* L.f. *Tectona***, 17: 1056-1057.

D'Arrigo, R., Barbetti, M., Watanasak, M., Buckley, B., Krusic, P., Boonchirdchoo, S., and Sarutanon, S.

- 1996 Progress in Dendroclimatic Studies of Mountain Pine in Northern Thailand. **IAWAJ**. 8(4): 433-444.

De Boer, H.J.

- 1951 Tree-ring Measurement and Weather Fluctuation in Java from A.D. 1514. **Kom. Akad. Wetensch** 54: 194-209.

Denniston, R F. and Gonzalez, L.A.

- 2000 Speleothem Evidence for Changes in Indian Summer Monsoon Precipitation over the last ~2300 years. **Quaternary Research** 53: 196-202.

February, E.C.

- 1996 “Coffins”, wood and the Status of the People Buried. **Journal of Archeological Science** 23: 279-282.

Filley, T.R., Blanchette R.A., Simpson E. and Fogel M.L.

- 2001 Nitrogen cycle by wood decomposing soft-rot fungi in the “King Midas tomb”, Gordion, Turkey. **National Academy of Science** 98(23): 13346-13350.

Free, M and Alan, R.

- 1999 Global warming in the context of the Little Ice Age. **J. of Geophysic Research** 104(D16): 19057-19070

Fraegri, K. and Iversen, J.

- 1989 **Textbook of Pollen Analysis**. 4th ed. Great Britain: Courier International.

Fritts, H.C.

- 1976 **Tree Rings and Climate**. London: Academic Press.

Gamble, C. and Soffer, O. (eds.)

- 1990 **The World at 18000 BP. vol. 2: Low Latitudes**. Unwin Hyman Ltd.

Garder, S., Sidisunthorn, P. and Anusarnsunthorn, V.

- 2000 **A field guild to forest trees of northern Thailand**. Bangkok: Kopfai Publishing.

Geiger, F.,

- 1915 Anatomische Untersuchungen ueber die Jahrringbildung von *Tectona grandis*. **Jahrb. F. Wiss. Botanik** 55: 522-607.

Gorman, C. F.

- 1970 Excavation at Spirit Cave, North Thailand. **Asian Perspective** 13.
1971 Hoabinhian and After: Subsistence Patters in Southeast Asia During the Pleistocene and Early Recent Periods. **World Archaeology** 2: 300-320.

Grave, P. and Kealhofer, L.

- 1999 Assessing Bioturbation in Archaeological Sediments Using Soil Morphology and Phytolith Analysis. **Journal of Archaeological Science** 26: 1239-1248.

Grave, P., Spies, J., Barbetti, M., and Hotchkis, M.

- 1994 Dating the Log Coffin of Northwest Thailand. **IPPA conference**: 1994 Jan 5-12. Chiang Mai.

Grenfell, H.R.

- 1995 Probable fossil zygnematacean algal spore genera. **Review of Palaeobotany and Palynology** 84: 201-220.

Harrison, T and Harrison, B.

- 1971 The Prehistory of Sabah. **Sabah Society Journal**. Hong Kong: Cathay Press Ltd.

- Heaney, L.
- 1991 Climatic and vegetational change in Southeast Asia. **Climatic Change** 19:53-60.
- Hesmer, H.
- 1970 **Der Kombinierte Land-und Forstwirtschaftliche Anbau. II. Tropisches und subtropisches Asian**, pp. 103-113, Stuttgart: Band 17, E. Klett-Verl.
- Higham, C. F.
- 1989 **The Archaeology of Mainland Southeast Asia**. New York: Cambridge University Press.
- Holmes, R.L.
- 1983 Computer-assisted Quality Control in Tree-ring Dating and Measurement. **Tree-Ring Bull** 43: 69-78.
- Hutangkura, Trongjai
- 2000 **Pollen anlysis of Holocene sediments from Kanchanaburi province: palaeo-vegetation and palaeo-environment**, Unpublished M.Sc. Thesis, Technology of Environmental Management, Faculty of Graduae Studies, Mahidol University, Bangkok.
- IPCC.
- 1996 Intergovernmental Panel on Climate Change. In : Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Callander, B.A., Harris, N., Kattenberg, A., and Maskell, K., (Eds.), **Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jacoby, G.C.
- 1980 Overview of tree-ring analysis in tropical regions. **IAWA Bull.** n.s. 10: 99-108
- Jacoby, G.C. and D'Arrigo, R.
- 1990 Teak (*Tectona grandis* L.f.) a tropical species of large-scale dendroclimatic potential. **Dendrochronologia** 8, 83-98.
- Jarupongsakul,S.
- 1987 **Geomorphology of the Chao Phraya delta, Thailand**. Unpublished Doctoral dissertation, Division of Tropical Agriculture, Kyoto University, Japan.
- Khaokhiew, C.
- 2004 **Geoarchaeology of Thamlod rock shelter, Changwat Mae Hong Son, Northern Thailand**. Unpublished M.Sc. Thesis, Graduate school, Chulalongkorn University, Bangkok.
- Kealhofer, L.
- 1995 Environment during the Terminal Pleistocene and Holocene in Northeastern Thailand: Phytolith evidence from Lake Kumphawapi. **Asian Perspective** 35(2): 229-254.

Kealhofer, L. and Penny, D.

- 1998 A Combined Pollen and Phytolith Record for Fourteen Thousand Years of Vegetation Change in Northeastern Thailand. **Review of Palaeobotany and Palynology** 103: 83-93.

Komonjinda, S. and Wattanakornsiri, A.

- 2000 **Pollen Analysis for Plant Communities of the Holocene Samples from Mae Yom Park.** Unpublished B.S. Project, Faculty of environment and resource studies Environmental Science and Technology, Mahidol University, Bangkok.

Liese, W.

- 1986 To the memory of Sir Dietrich Brandis. **India Forester** 112: 639-644.

Maloney, B.K.

- 1997 A 10,600 year pollen record from Nong Thale Song Hong, Trang Province, South Thailand. **Journal of Siam Society** 86(1-2): 201-217.
- 1998 Pollen analysis: An appraisal of the potential of lime stone caves and sediments (from areas of calcareous drainage). **SPAFA Journal**. 8(3): 5-11.

Mann, M.E., Bradley, R.S., and Hughes, M.K.

- 1999 Northern hemisphere temperatures during the past millennium: inferences uncertainties and limitations. **Geophysical research Letters** 26: 759-762.

Maloney, B.

- 1992 Late Holocene climatic change in Southeast Asia: the Palynological evidence and its implications for archaeology. **World Archaeology** 24:25-34.

Moore, P.D., Webb, J.A., and Collinson, M.E.

- 1991 **Pollen analysis.** Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Murphy, J.O. and Whetton, P.H.

- 1989 A re-analysis of a tree ring chronology from Java. Proc. Kon. Ned. Akad. **Wetensch** 92: 241-257.

Murphy, J.O.

- 1994 A dendroclimatic study of teak from east Java. Proc. Kon. Ned. Akad. **Wetensch** 97: 183-199.

Nobochi, T., Ogata, Y., and Siripatanadilok, S.

- 1995 Seasonal characteristics of wood formation in *Hopea odorata* and *Shorea henryana*. **IAWA J.** 16: 361-369.

Palakit, K.

- 2004 **Dendroclimatological Studies of teak (Tectona grandis L.): A case Study in Mae Hong Son Province, Thailand.** Master Thesis in Technology of Environmental Management, Fac. of Graduate Studies, Mahidol University.

Palmer, J.G. and Murphy, J.O.

- 1993 An extended tree ring chronology (Teak) from Java Proc. Kon. Ned. Akad. **Wetensch.** 96: 27-41.

Pant, G.B. and Borgaonkar, H.P.

- 1983 Growth ring of teak trees and regional climatology. In.:Singh, L.R., Singh, S., Tiwari, R.C., Srivastava, R.P. (eds.), **Environmental management**, pp. 154-158, India: The Allahabad Geographical Society, Department. of Geography, University. of Allahabad:.

Penny, D.

- 1996 Paleoenvironmental analysis of the Sakon Nakhon basin, northeast Thailand: palynological perspectives on climate change and human occupation. **Bulletin of Indo-Pacific Prehistory Association** 18(2):139-148.
- 2001a Palaeoenvironmental analysis of the Sakon Nakhon basin, north-east Thailand; palynological perspectives on climate change and human occupation. **Bull.Indo-pacific Prehist.**
- 2001b A 40,000 year palynological record from north-east Thailand; implications for biogeography and palaeo-environmental reconstruction. **Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 171: 97-128.

Penny, D. and Kealhofer, L.

- 2004 Microfossil evidence of land-use intensification in north Thailand. **Journal of Archaeological Science** 32: 69-82.

Penny, D. (inpress).

- 2005 The Holocene history and development of the Tonle Sap, Combodia. **Quaternary Science Reviews.**

Phanijkul, S.

- 1999 **Correlative study of teak ring width and climatological data from Srisatchanalai area, Northern Thailand.** Unpublished M.Sc. Thesis, Environmental Planning for Community and Rural Development, Faculty of graduate studies, Mahidol University, Bangkok.

Pilcher, J.R.

- 1990 Sample Preparation, Cross-dating, and Measurement. In: Cook, E.R. & L.A. Kairiukstis, (eds.). **Methods of Dendrochronology: Applications in the environmental sciences**, pp. 40-51, Dordrecht: Kluwer Academic:.

Pramojanee, P. and Hastings, P.

- 1983 Geomorphological and palynological investigation of sea level change in Chanthaburi, S.E. Thailand. In: Thiramongkol N., and Pisutha-Arnond V. (eds). **Proceedings of the First Symposium on the Geomorphology and Quaternary Geology of Thailand**, Bangkok, pp. 35-51.
- 1993 **Images of The Past.** Moutain View : Mayfield.

Pumijumnong, N.

- 1995 **Dendrochronologie mit Teak (*Tectona grandis* L.) in Nord-Thailand.** Germany: Dissertation, University Hamburg.

Pumijumnong N. and Park W-K

- 2000 Reconstruction of Northern Thailand May Rainfall using Anatomical Variables of Teak Tree Rings. New Horizons in Wood Anatomy. **Proceedings of the 4th. Pacific Regional Wood Anatomy Conference. Edited by Yoon Soo KIM.** Chonnam National University, Kwangju, Korea, pp. 282-287.

Pumijumnong, N., Eckstein D. and Sass U.

- 1995a Tree-ring Research on *Tectona grandis* in northern Thailand. **IAWA Journal**, 16(4): 385-392.
- 1995b Reconstruction of rainfall in northern Thailand from tree-ring series of teak. In **IGBP-PAGES/PEP II Symposium on Palaeoclimate and Environmental Variability during the past 2000 Years in Austral - Asian Transect**, Nov. 28 - Dec. 1, Nagoya University. Nagoya, Japan, pp. 186-191.

Pumijumnong, N., Eckstein, D., Sass U., and Park, W-K.

- 2000 Tree-Ring Network (*Tectona grandis* L.) and its Use for climate Reconstruction. New Horizons in Wood Anatomy. In **Proceedings of the 4th. Pacific Regional Wood Anatomy Conference. Edited by Yoon Soo KIM.** Chonnam National University, Kwangju, Korea. pp 278-281.

Purintavaragul, C.

- 1999 **Palynological and Sedimentological investigations of Holocene environmental changes in SE Thailand and their impact on human society.** Final report for 1998-99, National Research Council of Thailand.

Poungtaptim, R.

- 1998 **Palynological study of the Intramontane peat bog at Doi Inthanon, Chiang Mai province.** Unpublished M.Sc. Thesis, Graduate school, Chulalongkorn University, Bangkok.

Roberts, N.

- 1998 **The Holocene: An Environmental History.** Malden: Blackwell.

Sass, U., Eckstein, D., and Killmann, W.

- 1995 Wood formation in two species of Dipterocarpaceae in Peninsular Malaysia. **IAWA J.** 16: 371-384.

Schweingruber, F.H.

- 1993 **Trees and Wood in Dendrochronology.** Springer-Verlag.

Shoocongdej, R.

- 1996 Working toward an anthropological perspective on Thai Prehistory: current research on the Post-Pleistocene. **Bulletin of the Indo-Pacific Prehistory Association** 14(1):119-132.
- 2000 Forager mobility organization in seasonal tropical environments of western Thailand. **World Archaeology** 32(1): 14-40.

Sonsuk, M.

- 2003 Radiocarbon Dating. **OAEP/JAERI 4th Follow up training Course on Nuclear Technology and its Diverse Application**; 6-16 Oct 2003; Thailand: Office of Atoms for Peace,

Sukkosol, V.

- 1996 **A Study of Drought and Flood Events in Thai History Data of the 20th Century and Comparison with Meteorological data and Tree-ring Indices**. Master Thesis, Fac. of Graduate Studies, Mahidol University.

Stahle, D.W., Cleaveland, M.K., Blanton, D.B., Therrell, M.D., and Gay, D.A.

- 1997 The lost colony and Jamestown droughts. **Science**, Vol.280:564-567.

Steward, J.

- 1973 **Theory of Culture Change**. Urbana: University of Illinois Press.

Stokes, M.A. and Smiley, T.L.

- 1968 **An Introduction to Tree-Ring Dating**. United States of America.

Sørensen, P.

- 1974 Prehistorical Iron Implements From Thailand. **Asian Perspectives** 16. Hong Kong : The University Press of Hawaii.

Tenazas, R.C.F.

- 1983 The Boat-coffin Burial Complex in the Philippines and its Relation to Practices in Southeast Asia. **SPAFA Digest** 4(1): 11-8.

Thammanitcha, S., Tourchob W., and Pipatwattanakul, D.,

- 1988 Variation in radial growth of Murkus and Khasia Pines in Thailand. Proceeding of the seminar on growth and yield in tropical mixed/moist forest, Hualalumpur, Malasia.

Trikanchanawattana, C.

- 2005 **Polynological study at Ban Tham Lod and Ban Rai in Pang Ma Pha district, Mae Hong Son province, northern Thailand**. Unpublished M.Sc M.Sc in Technology of Environmental Management, Faculty of Graduate Studies, Mahidol university.

Wannasri, S.

- 2004 **A Dendroarcheological Study of Log Coffins: Bo Krai Cave and Ban Rai Rockshelter in Pang Mapha District, Mae Hong Son Province.** Unpublished M.Sc. Thesis, Technology of Environmental Management, Faculty of Graduate Studies, Mahidol University, Bangkok.

Wannakoaw, P.

- 2004 **Pollen analysis for vegetations and climatic changes in Holocene period at Thung Salang Luang National Park, Pitsanulok Province.** Unpublished M.Sc Thesis, Technology of Environment management, Faculty of Graduate Studies, Mahidol University, Bangkok.

Watanasak, M.

- 2003 **Paleo-ecological reconstruction of Sukhothai world heritage.** Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol university. Supported by UNESCO.

Wolfe J.

- 2000 **Volcanoes, Climate Change.** NASA Earth Science Enterprise, Data service.

Yadav R.R. and Singh J.,

- 2002 Tree-Ring-Based Spring Temperature Patterns over the Past Four Centuries in Western Himalaya. **Quaternary Research** 57: 299-305.

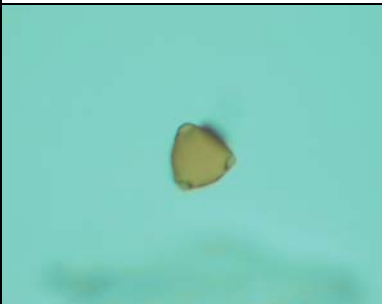
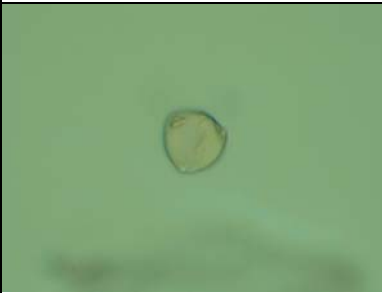
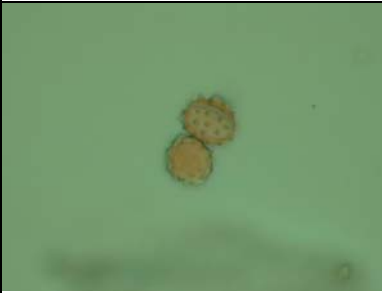
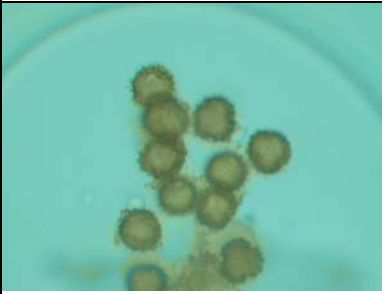
เว็บไซต์

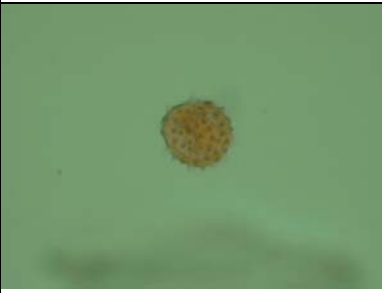
<http://www.lakepowell.net/sciencecenter/paleoclimate.html>
<http://www.nap.edu>
http://en.wikipedia.org/wiki/younger_dryas
http://en.wikipedia.org/wiki/Medieval_climate_optimum
http://www.gcmod.nasa.gov/records/GCMD_EARTH_LAND_Paleocl_Dryas1.html
<http://www.lakepowell.net/sciencecenter/paleoclimate.html>
<http://info.anu.edu.au> [Accessed 2006 JAN 28]
http://www2.sunysuffolk.edu/mandias/lia/little_ice_age.html
<http://www.arizona.edu>
<http://www.geo.arizona.edu/palynology/polkey.htm>
<http://www.rlaha.ox.ac.uk/orau/calibration.htm>
http://www.oakview.demon.co.uk/bronze_age/
<http://www.hullcc.gov.uk/archeology/hullmc.htm>

ภาคผนวก

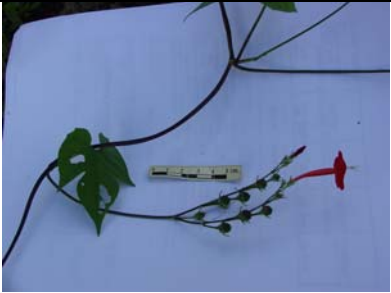
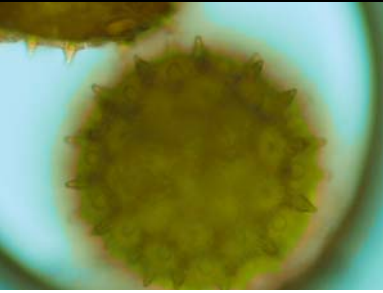
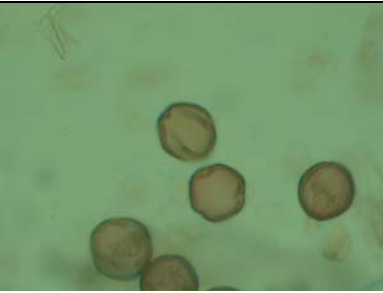
ภาคผนวก ก ผลการศึกษา Modern Pollen

ตาราง ก-1 ผลการศึกษา modern pollen บริเวณถ้ำลอด

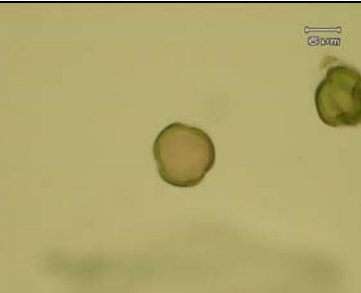
Sample no.	Plant habits and taxa	Plant sample	Pollen result
STL1-001	Herbaceous plant- Compositae		
STL1-002	Shrub- Leguminosae		
STL1-003	Shrub		
STL1-004	Herbaceous plant- Compositae		
STL3-001	Herbaceous plant- Compositae		

Sample no.	Plant habits and taxa	Plant sample		Pollen result
STL3-002	Herbaceous plant- <i>Fissodocarpus linifolia</i> Bennet Onagraceae			
STL3-003	Herbaceous plant- Acanthaceae			
STL3-004	Herbaceous plant- Compositae			
STL3-005	Herbaceous plant- Compositae			
STL3-006	Herbaceous plant- Compositae			

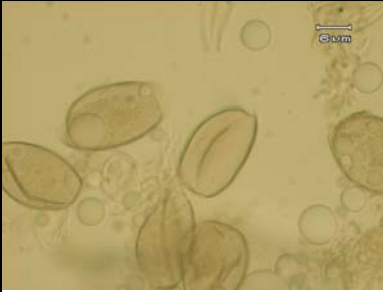
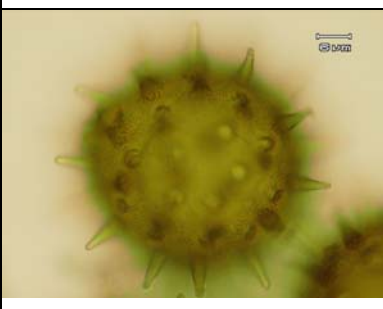
Sample no.	Plant habits and taxa	Plant sample	Pollen result
STL3-007	Orchidaceae		
STL3-008	Herbaceous plant-		
STL3-009	Herbaceous plant- Compositae		
STL3-010	Tree- <i>Syzygium cumini</i> (Linn.) Skeels or <i>Euginia cumini</i> Druce Myrtaceae		
STL3-011	Herbaceous plant- Compositae		
STL3-012	Tree- <i>Shorea obtuse</i> Dipterocarpaceae		

Sample no.	Plant habits and taxa	Plant sample	Pollen result
STL3-013	Orchidaceae		
STL4-001	Herbaceous plant- <i>Cleome viscosa</i> L. Capparaceae		
STL4-002	Herbaceous plant- <i>Spilanthus acmella</i> Murr. Compositae		
STL4-003	Herbaceous climber- <i>Ipomoea</i> sp. Convolvulaceae		
STL4-004	Tree- <i>Sterculia pexa</i> Sterculiaceae		

ตาราง ก-2 ผลการศึกษา modern pollen บริเวณบ้านไร่

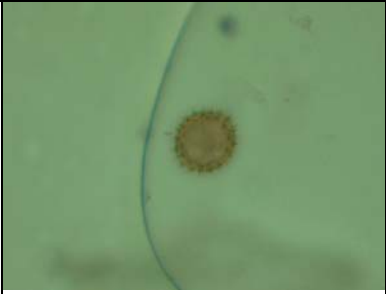
Sample no.	Plant habits and taxa	Plant sample	Pollen result
SBR1-001	Herbaceous plant- Acanthaceae		
SBR1-002	Herbaceous plant		
SBR1-003	Herbaceous plant		
SBR1-004	Herbaceous plant- Zingiberaceae		
SBR1-005	Shrub		

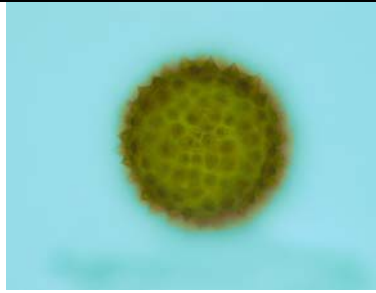
Sample no.	Plant habits and taxa	Plant sample	Pollen result
SBR1-006	Shrub		
SBR1-007	Tree- <i>Sterculia villosa</i> Sterculiaceae		
SBR1-008	Shrub		
SBR1-009	Shrub		
SBR1-010	Palm- Palmae		

Sample no.	Plant habits and taxa	Plant sample	Pollen result
SBR1-011	Herbaceous plant		
SBR2-001	Shrub- Malvaceae		
SBR2-002	Herbaceous plant- Leguminosae		
SBR2-003	Herbaceous plant- Malvaceae		
SBR2-004	Tree- <i>Shorea siamensis</i> Dipterocarpaceae		

Sample no.	Plant habits and taxa	Plant sample	Pollen result
SBR3-001	Shrub- <i>Barleria</i> sp. Acanthaceae		

ตาราง ก-3 ผลการศึกษา modern pollen บริเวณเพิงผาถ้ำลอด

Sample no.	Plant habits and taxa	Plant sample	Pollen result
SMT-001	Fern- <i>Pteris</i> sp. Pteridaceae		
SMT-002	Fern- <i>Adiantum</i> sp. Pteridaceae		
SMT-003	Shrub		
SMT-004	Herbaceous plant- <i>Spilanthes acmella</i> Murr. Compositae		
SMT-005	Herbaceous plant- Poaceae		

Sample no.	Plant habits and taxa	Plant sample	Pollen result
SMT-006	Herbaceous plant-		
SMT-007	Herbaceous plant- Acanthaceae		
SMT-008	Herbaceous plant- <i>Asystasia</i> sp. Acanthaceae		
SMT-009	Herbaceous plant- Malvaceae		
SMT-010	Herbaceous plant- <i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsley) A. Gray Compositae		

Sample no.	Habitat and taxa	Plant sample	Pollen result
SMT-011	Herbaceous plant- <i>Ageratum conyzoides</i> L. Compositae		
SMT-013	Herbaceous plant- <i>Alternanthera frutescens</i> R. Br. Amaranthaceae		
SMT-014	Herbaceous plant		
SMT-015	Herbaceous plant - Acanthaceae		
SMT-016	Herbaceous plant - Labiatae		

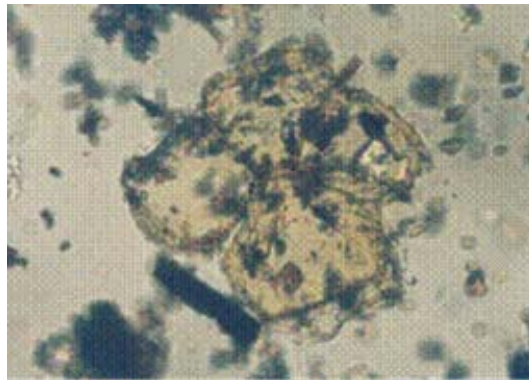
ภาคผนวก ข

รูปละอองเรณูและสปอร์

ต้นไม้ (Tree) และไม้พุ่ม (Shrub)



Alnus sp.



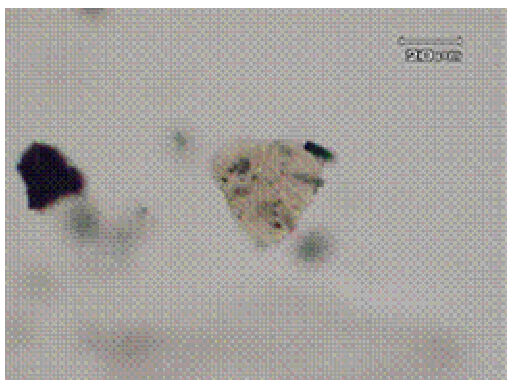
Annonaceae



cf. *Bauhinia* sp.



Betula sp.



Bombax sp.



cf. *Calocedrus* sp.

ต้นไม้ (Tree) และไม้พุ่ม (Shrub)



Castanopsis sp.



Glochidion sp.



Jatropa type



Lauraceae

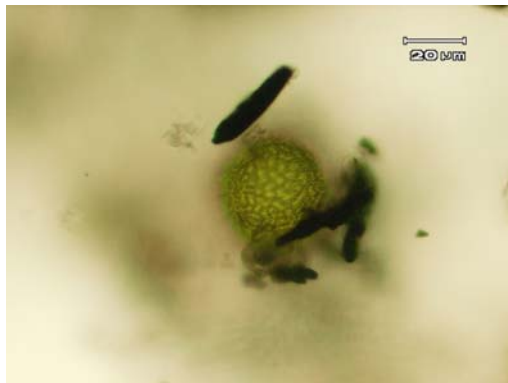


Leguminosae

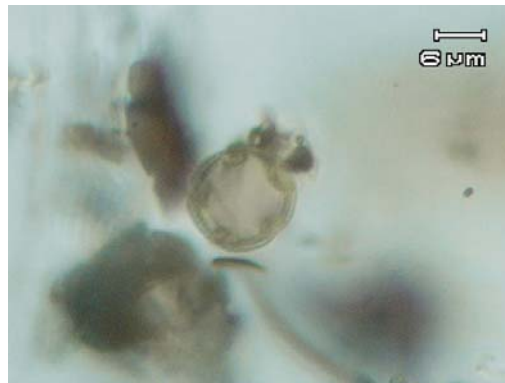


Nyssa sp.

ต้นไม้ (Tree) และไม้พุ่ม (Shrub)



Oleaceae



Phyllanthus sp.



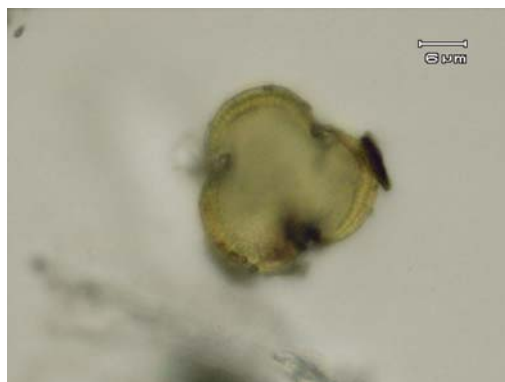
Pinus sp.



Pterocarpus sp.

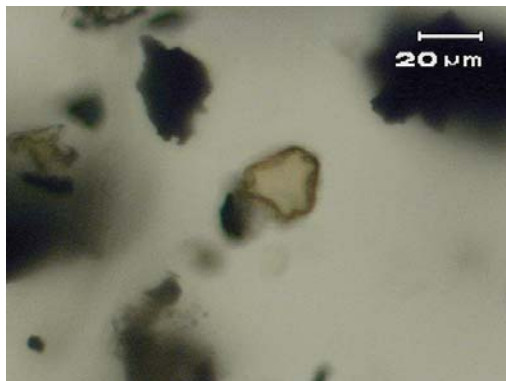


Quercus sp.



Shorea sp.

ต้นไม้ (Tree) และไม้พุ่ม (Shrub)



Symplocos sp.



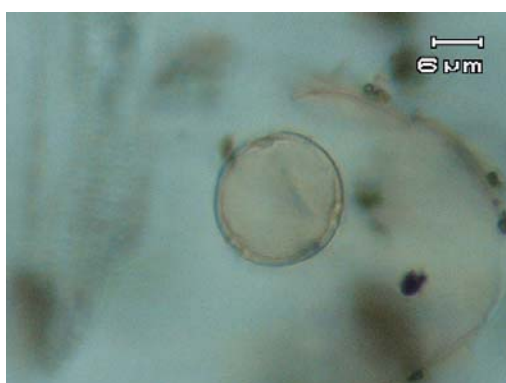
Syzygium sp.



Terminalia sp.



Ulmaceae



Urticaceae



Xylia sp.

HERBACEOUS PLANT



Acanthaceae



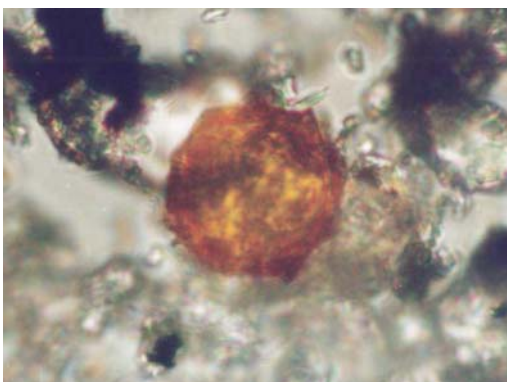
Acanthaceae



Acanthaceae



Alternanthera sp.



Amaranthaceae

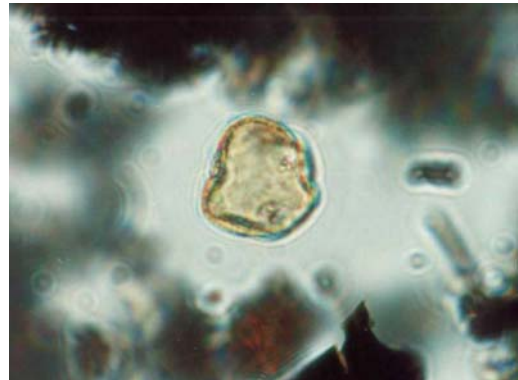


Cheno-Amaranthaceae

HERBACEOUS PLANT



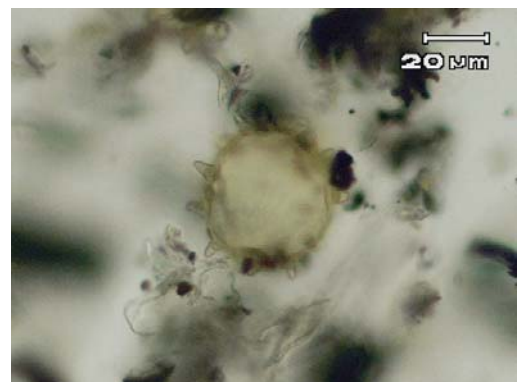
Compositae



Cyperaceae



Liliaceae/Amaryllidaceae



Malvaceae

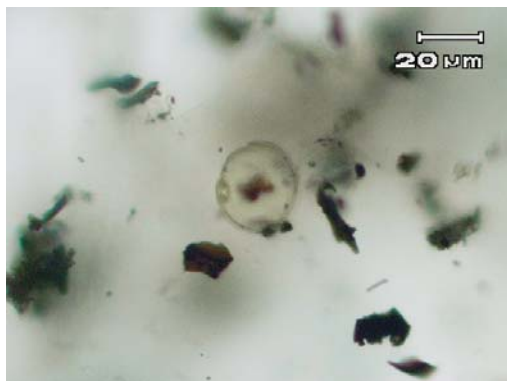


Merremia sp.

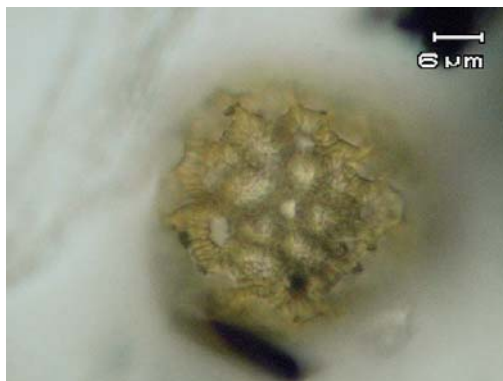


Poaceae (cultivated type)

HERBACEOUS PLANT



Poaceae (wild type)

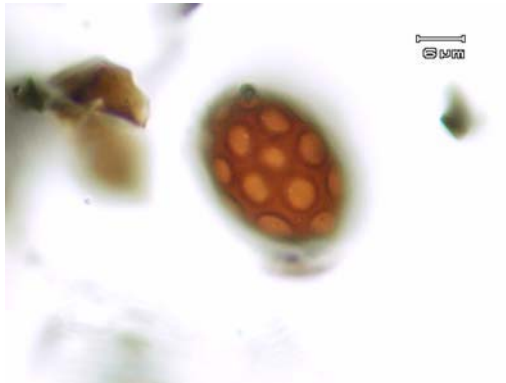


Polygonum sp.

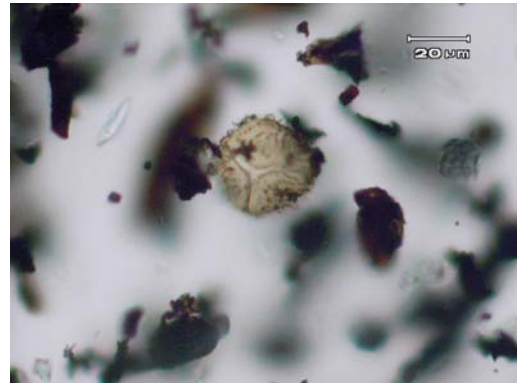


Thunbergia (Acanthaceae)
/ Eriocaulon

FERN AND FERN ALLIES



cf. Bolbitis sp.



Cheilanthes sp.



Cyathea sp.



Davallia sp.



Lycopoda



Lycopoda

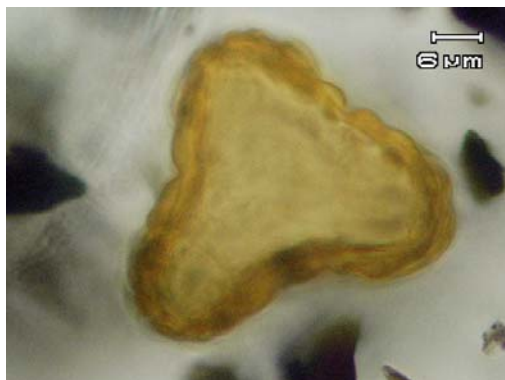
FERN AND FERN ALLIES



Lycopodia



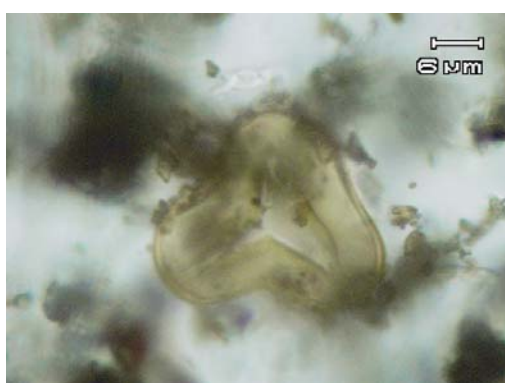
Lygodium sp.



Lygodium sp.



Microlepia sp.



Microlepia sp.



Ophioglossum sp.

FERN AND FERN ALLIES



Osmunda sp.



Polypodiaceae



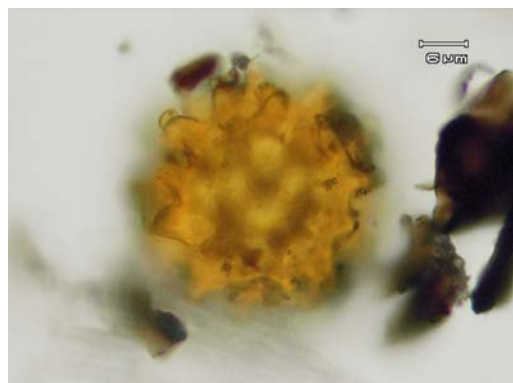
Polypodiaceae



psilate trilete spore



Pteridophytic spore



Pteridophytic spore

FERN AND FERN ALLIES



Pteridophytic spore



Pteris sp.



Pteris sp.



Schizaeaceae



Schizaeaceae



Schizaeaceae

PALM



cf. *Calamus* sp.



Palmae

ALGAE

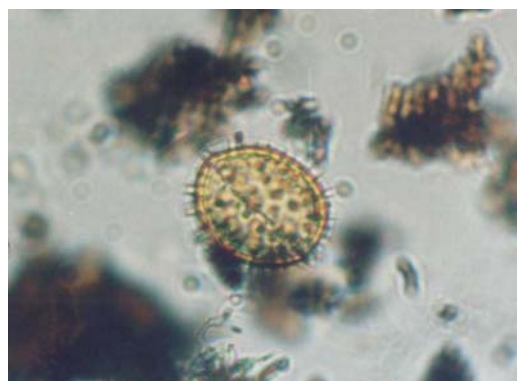


Circulisporites sp.



Concentricystes sp.

AQUATIC PLANT



cf. *Blyxa* sp.

ภาคผนวก ค

รายงานผลการกำหนดค่าอายุ Radiocarbon Dating

Dr. Rasmi Shoocongdej		Report Date: 8/15/2005	
Silpakorn University		Material Received: 7/6/2005	
Sample Data	Measured Radiocarbon Age	$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ Ratio	Conventional Radiocarbon Age(*)
Beta - 206533 SAMPLE : TLP410 ANALYSIS : AMS-Standard delivery MATERIAL/PRETREATMENT : (wood): acid/alkali/acid 2 SIGMA CALIBRATION : Cal AD 1670 to 1950 (Cal BP 280 to 0)	160 +/- 40 BP	-27.3 o/oo	120 +/- 40 BP
Beta - 206534 SAMPLE : BRP820 ANALYSIS : AMS-Standard delivery MATERIAL/PRETREATMENT : (organic sediment): acid washes 2 SIGMA CALIBRATION : Cal AD 1280 to 1400 (Cal BP 670 to 550)	620 +/- 40 BP	-23.1 o/oo	650 +/- 40 BP

CALIBRATION OF RADIOCARBON AGE TO CALENDAR YEARS

(Variables: C13/C12=-27.3;lab. mult=1)

Laboratory number: Beta-206533

Conventional radiocarbon age: 120±40 BP

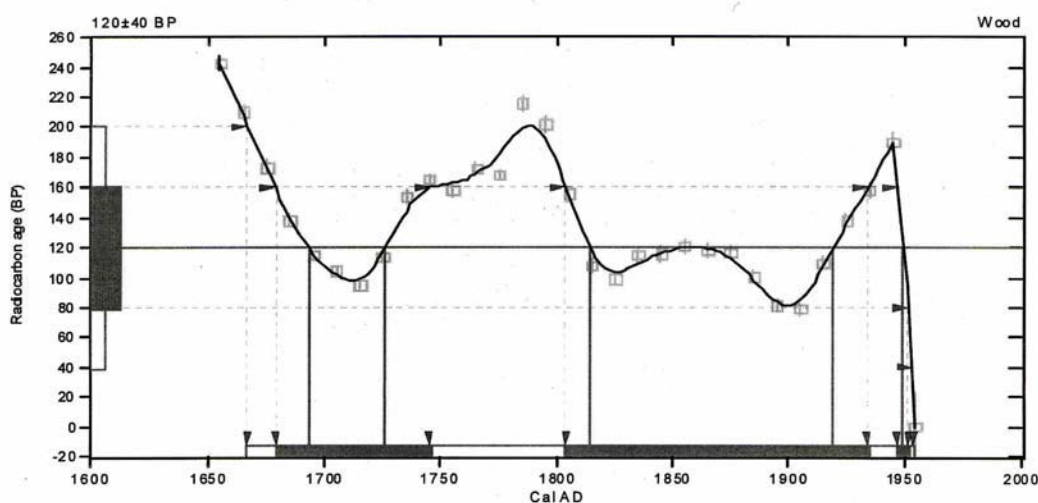
2 Sigma calibrated result: Cal AD 1670 to 1950 (Cal BP 280 to 0)
(95% probability)

Intercept data

Intercepts of radiocarbon age
with calibration curve:

Cal AD 1690 (Cal BP 260) and
Cal AD 1730 (Cal BP 220) and
Cal AD 1810 (Cal BP 140) and
Cal AD 1920 (Cal BP 30) and
Cal AD 1950 (Cal BP 0)

1 Sigma calibrated results: Cal AD 1680 to 1740 (Cal BP 270 to 200) and
(68% probability) Cal AD 1800 to 1930 (Cal BP 150 to 20) and
Cal AD 1950 to 1950 (Cal BP 0 to 0)



References:

- Database used
INTCAL98
- Calibration Database
Editorial Comment
Stuiver, M., van der Plicht, H., 1998, Radiocarbon 40(3), pxi-xii
- INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration
Stuiver, M., et al., 1998, Radiocarbon 40(3), p1041-1083
- Mathematics
A Simplified Approach to Calibrating C14 Dates
Talma, A. S., Vogel, J. C., 1993, Radiocarbon 35(2), p317-322

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • E-Mail: beta@radiocarbon.com

CALIBRATION OF RADIOCARBON AGE TO CALENDAR YEARS

(Variables: C13/C12=-23.1:lab. mult=1)

Laboratory number: Beta-206534

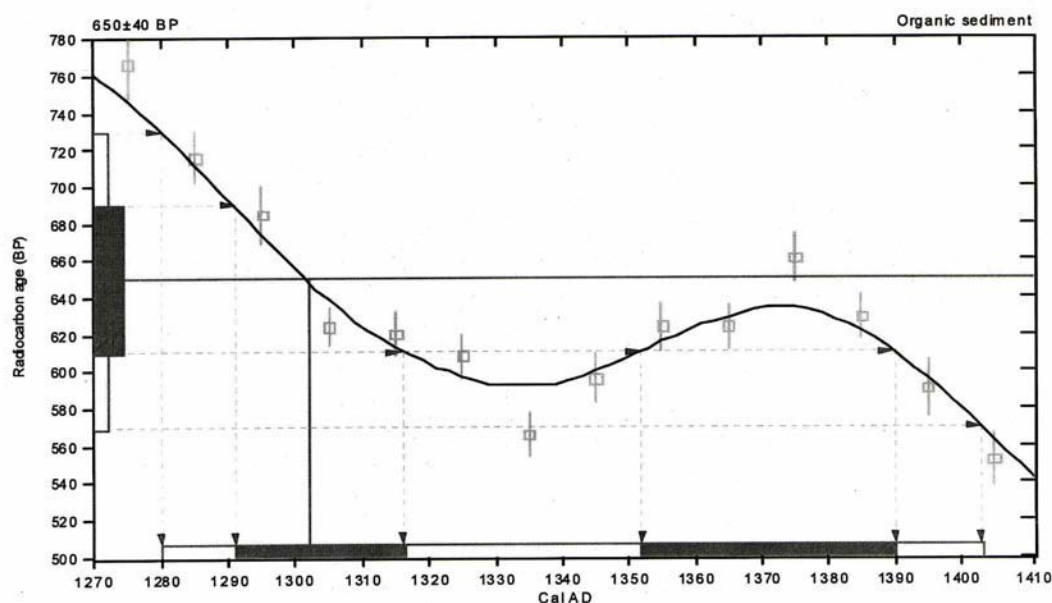
Conventional radiocarbon age: 650±40 BP

2 Sigma calibrated result: Cal AD 1280 to 1400 (Cal BP 670 to 550)
(95% probability)

Intercept data

Intercept of radiocarbon age
with calibration curve: Cal AD 1300 (Cal BP 650)

1 Sigma calibrated results: Cal AD 1290 to 1320 (Cal BP 660 to 630) and
(68% probability) Cal AD 1350 to 1390 (Cal BP 600 to 560)



References:

Database used

INTCAL98

Calibration Database

Editorial Comment

Stuiver, M., van der Plicht, H., 1998, Radiocarbon 40(3), pxi-xiii

INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration

Stuiver, M., et al., 1998, Radiocarbon 40(3), p1041-1083

Mathematics

A Simplified Approach to Calibrating C14 Dates

Talma, A. S., Vogel, J. C., 1993, Radiocarbon 35(2), p317-322

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • E-Mail: beta@radiocarbon.com