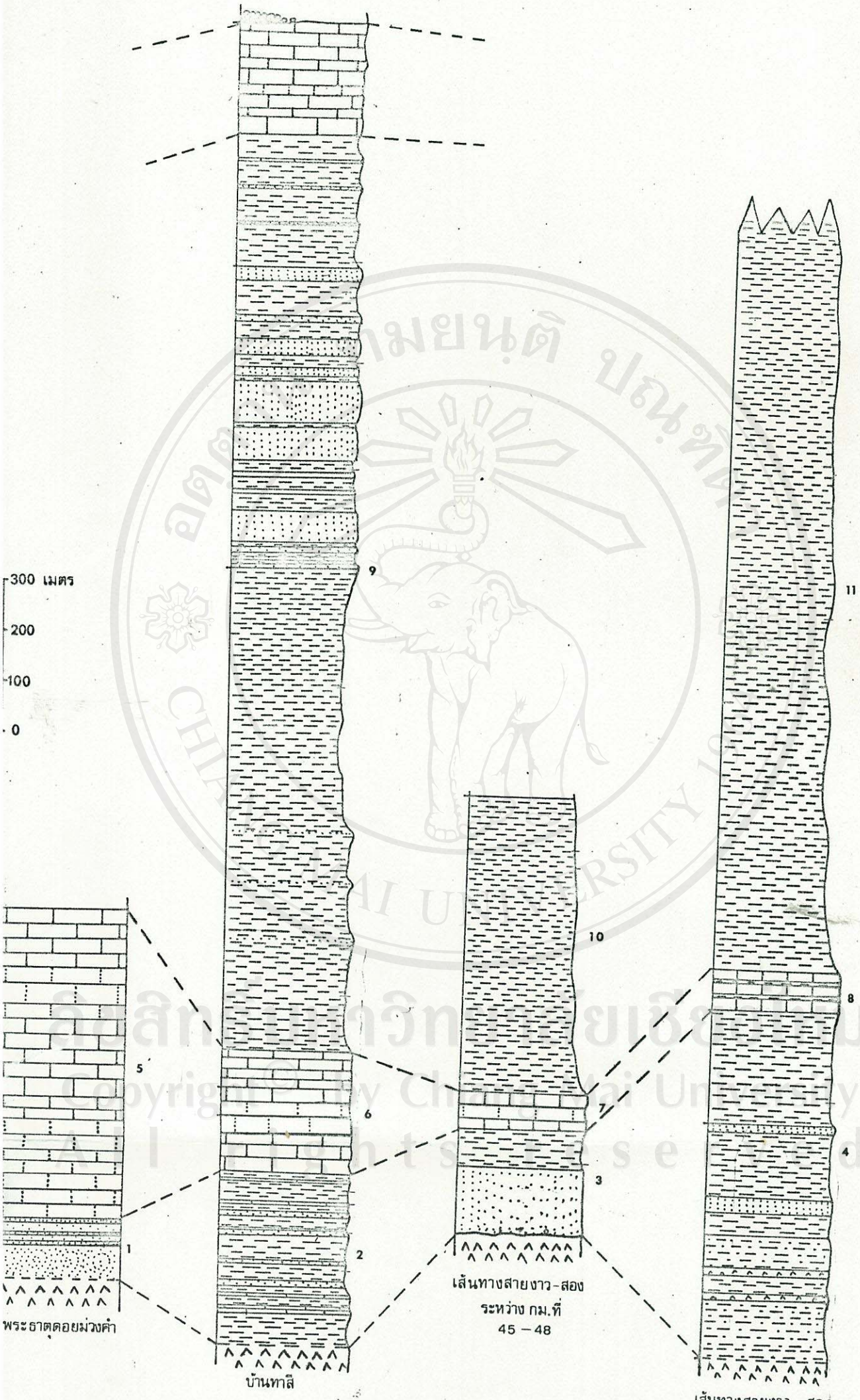
บทที่ ๔

การเทียบเคียงชั้นหิน (Stratigraphic Correlation)

๔.๑ การเทียบเคียงชั้นหินโดยอาศัยหน่วยหิน (Lithostratigraphic Correlation)

การเทียบเคียงชั้นหินโดยอาศัยหน่วยหินนี้แยกออกได้เป็น lithologic idenlity คือ เทียบเคียงโดยอาศัยความเหมือนกันของชั้นหิน ได้แก่ความเหมือนกันในส่วนประกอบ (composition) เนื้อหิน (texture) สี (color) โครงสร้าง (structure) คุณสมบัติทางไฟฟ้า (electric characters) และคุณสมบัติทางแร่กัมมันตภาพรังสี (redioactivity) และ position in sequence คือเทียบเคียงโดยอาศัยตำแหน่งของชั้นหิน เช่นอาศัย key beds หรือ marker horizons ความสัมพันธ์แบบไม่ต่อเนื่องของชั้นหิน (unconformable relations) และความต่อเนื่องของชั้นหิน (continuity of strata) จากรูปที่ ๔.๑ หน้า ๒๐๔ แสดงถึงการเรียงลำดับชั้นหินและการเทียบเคียงชั้นหินของหินชุดลำปางในสถานที่ต่าง ๆ การเทียบเคียงชั้นหินนี้ได้อาศัย key bed อันได้แก่ชั้นหินภูเขาไฟซึ่งเป็นชั้นหินที่รองรับหินชุดลำปางในบริเวณนี้ รอยสัมผัสของหินชุดภูเขาไฟกับหินชุดลำปางเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง (unconformable relations) ชั้นหิน limestone หน่วยผาก้านซึ่งเป็นชั้นหิน limestone ที่มีความหนาเปลี่ยนแปลงไปตามสถานที่แต่เป็นชั้นหินที่พบแผ่กระจายอย่างกว้างขวาง ซึ่งหินหน่วยผาก้านมีขอบเขตอยู่ระหว่าง limestone ชั้นบนสุด และ limestone ชั้นล่างสุดที่เกิดต่อเนื่องกัน ซึ่งมีผลให้หินหน่วยที่ ๕ บริเวณพระธาตุดอยม่วงคำ หินหน่วยที่ ๖ บริเวณบ้านทาสี หินหน่วยที่ ๗ บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-กม.๔๘ และหินหน่วยที่ ๘ บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-กม.๔๐ เป็นหน่วยหินที่เทียบเคียงกันได้ว่าเป็นหน่วยหินหน่วยเดียวกัน (ดูรูปที่ ๔.๑) เมื่อได้ขอบเขตของหินหน่วยผาก้านแล้วก็ไล่ลำดับชั้นหินนั้นลงมา ใต้ชั้นหิน limestone ของหินหน่วยผาก้านถือว่าเป็นหินหน่วยพระธาตุ ดังนั้นขอบเขตของหินหน่วยพระธาตุจึงอยู่ระหว่างชั้นหินภูเขาไฟซึ่งอยู่ล่างสุดกับชั้น limestone ของหินหน่วยผาก้านซึ่งอยู่บนสุดซึ่งมีผลให้หินหน่วยที่ ๑ บริเวณพระธาตุดอยม่วงคำ หินหน่วยที่ ๒ บริเวณบ้านทาสี หินหน่วยที่ ๓

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ที่ 5.1 แสดงการเรียงลำดับและเทียบเคียงชั้นหินของหินชุดลำปาง

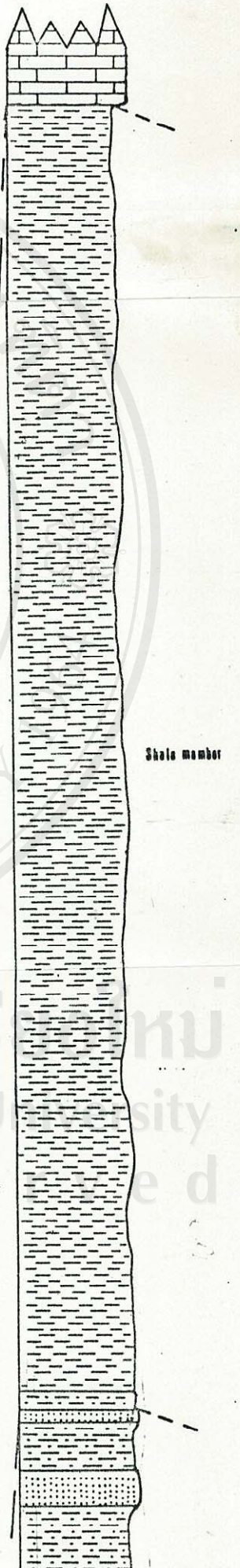
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-กม.๔๘ และหินหน่วยที่ ๔ บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-กม.๔๐ เป็นหน่วยหินที่เทียบเคียงกัน (ดูรูปที่ ๕.๑) จากนั้นก็เทียบเคียงหน่วยหินที่วางตัวอยู่บนชั้น limestone ของหินหน่วยผาก้าน หน่วยหินถัดไปถือเอาชั้น limestone ของหินหน่วยผาก้านเป็นขอบเขตล่างสุดในลำดับชั้นหินของหินชุดลำปางที่สมบูรณ์ เช่นบริเวณบ้านทาสี จะสังเกตเห็นว่ายังมี limestone ชั้นหนาอยู่ตอนบน ซึ่ง limestone ชั้นหนานี้ก็ถือเป็น key bed ได้ หมายความว่าหินใด ๆ ที่อยู่ใต้ชั้นหินปูนหนา ๆ นี้สามารถที่จะจัดให้เป็นหน่วยหินหน่วยเดียวกันได้ ซึ่งหินหน่วยถัดไปนี้มีขอบเขตล่างสุดอยู่บนชั้นหิน limestone ของหินหน่วยผาก้าน และขอบเขตบนสุดอยู่ใต้ชั้นหิน limestone ชั้นหนา ๆ มีผลให้หินหน่วยที่ ๙ บริเวณบ้านทาสี หินหน่วยที่ ๑๐ บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-กม.๔๘ และหินหน่วยที่ ๑๑ บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-กม.๔๐ เป็นหน่วยหินที่เทียบเคียงกันได้ว่าเป็นหน่วยหินหน่วยเดียวกัน (ดูรูปที่ ๕.๑) ส่วนหินหน่วยบนสุดของหินชุดลำปางนั้นเป็นหน่วยหินที่ประกอบด้วย limestone ทั้งหมดซึ่งวางตัวอยู่ใต้ limestone conglomerate และ limestone สี dusky red ซึ่งในบริเวณที่ทำการศึกษานี้บริเวณบ้านทาสีเป็นบริเวณเดียวที่มีหินหน่วยนี้โผล่ให้เห็น

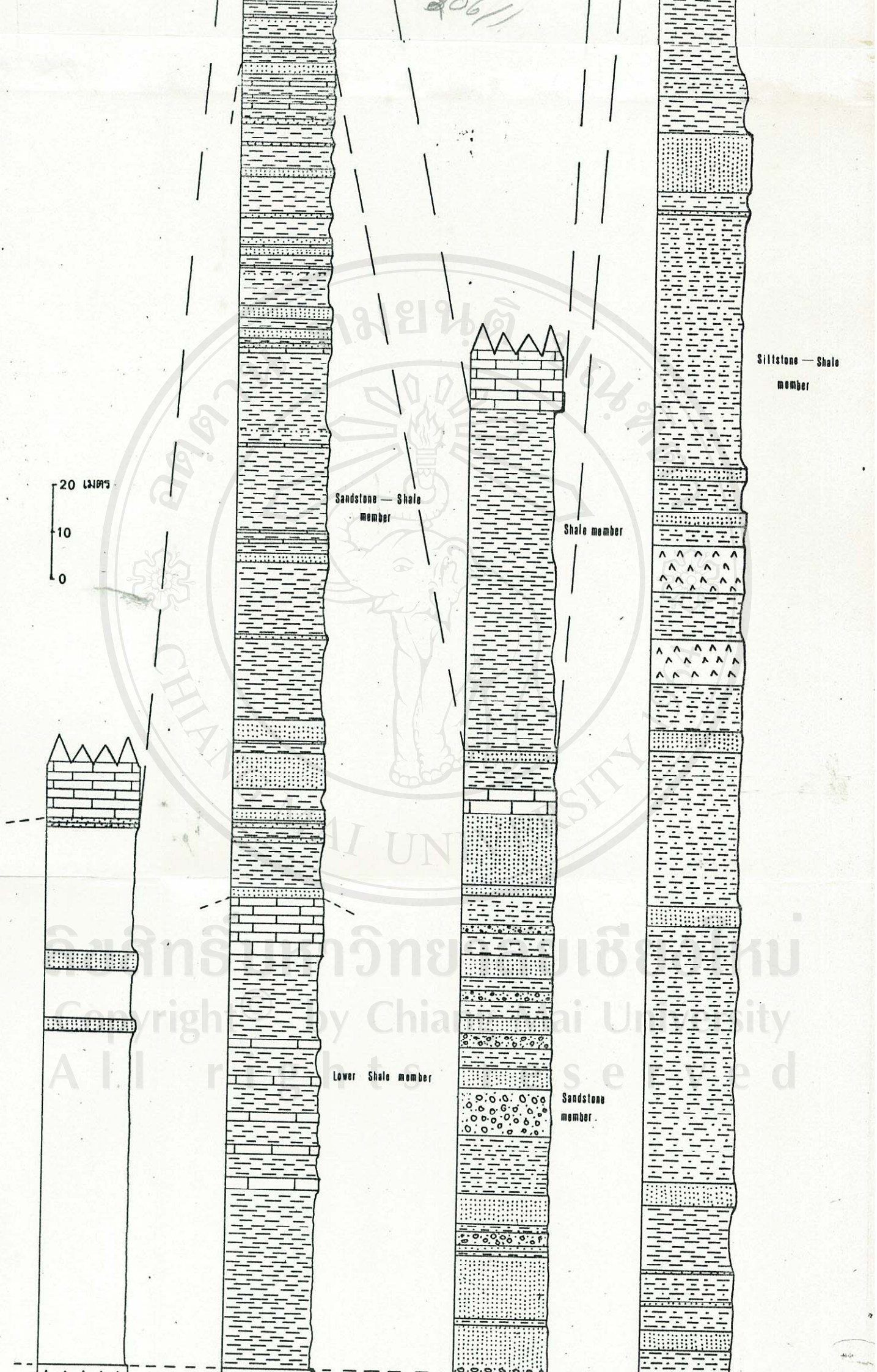
๕.๒ การเทียบเคียงชั้นหินของหินหน่วยพระธาตุ (Stratigraphic Correlation of Phra That Formation)

จากรูปที่ ๕.๒ หน้า ๒๐๖ และตารางที่ ๕.๑ หน้า ๒๐๗ แสดงการเทียบเคียงชั้นหินของหินหน่วยพระธาตุในบริเวณพระธาตุดอยม่วงคำ รายละเอียดที่ศึกษาได้ค่อนข้างน้อย จากข้อมูลที่ได้ตลอดชั้นหินของหินหน่วยพระธาตุประกอบด้วยชั้นของตะกอนเนื้อหยาบชนิด sandstone ในขณะที่บริเวณบ้านทาสีประกอบด้วย sandstone, shale และ limestone สลับชั้นกัน บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-กม.๔๘ ประกอบด้วย sandstone, conglomerate, siltstone, limestone และ shale สลับชั้นกัน และบริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-กม.๔๐ ประกอบด้วย siltstone, shale,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สถานที่ / อายุ	พระธาตุดอยม่วงคำ		บ้านทาสี		เส้นทางสายงาว-สอง ระหว่างกม.๔๕-๔๘		เส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-๔๐	
Late Norian			Doi Chang Formation	U.Micrite member				
				Sparite member				
Late Carnian				L.Micrite member				
Late Carnian			Hong Hoi Formation	Upper Shale member	Hong Hoi Formation		Hong Hoi Formation	
				Sandstone-Shale member				
Late Anisian				Lower Shale member				
Late Anisian	Pha Kan Formation	Uppermost member	Pha Kan Formation	U.Micrite member	Pha Kan Formation	U.Micrite member	Pha Kan Formation	
		U. Middle member		Sparite member		Sparite member		
Late Scythian		L. Middle member		L.Micrite member		L.Micrite member		
		Lowermost member						
Late Scythian	Phra That Formation		Phra That Formation	Upper Shale member	Phra That Formation	Shale member	Phra That Formation	Shale member
				Sandstone-Shale member				
Early Scythian				Lower Shale member		Sandstone member		Siltstone-Shale member

ตารางที่ ๕.๑ แสดงการเทียบเคียงหน่วยหินชุดลำปางในบริเวณต่าง ๆ

(U = Upper, L = Lower)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

sandstone และ tuff สลับชั้นกัน ในแต่ละบริเวณได้จัดแบ่งออกเป็นหมวดหินดังกล่าวไว้แล้วในบทที่ ๓ ซึ่งสามารถเทียบเคียงกันได้ดังนี้ หินหน่วยพระธาตุตลอดชั้นความหนา บริเวณพระธาตุดอยม่วงคำเทียบเคียงได้กับหิน Lower Shale member และ Sandstone-shale member บริเวณบ้านทาสี หิน Sandstone member บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๔-กม.๔๘ และเทียบได้กับ Siltstone-shale member บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-กม.๔๐ ทั้งนี้โดยอาศัยหลักฐานทาง position in sequence จะเห็นว่าหมวดหินต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้ต่างก็มีหินตะกอนเนื้อหยาบเป็นส่วนประกอบซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัดกับหมวดหินที่อยู่บนอันได้แก่ Upper Shale member บริเวณบ้านทาสี Shale member บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๔-กม.๔๘ และ Shale member บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-กม.๔๐ หินหมวดนี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินตะกอนเนื้อละเอียด เช่น shale จากหลักฐานทาง position in sequence กล่าวคือหมวดหินเหล่านี้ต่างก็วางตัวอยู่ใต้ limestone key bed ของหินหน่วยผาก้านต่างก็ประกอบด้วย shale เป็นส่วนใหญ่ และจากหลักฐานทาง lithologic identity ซึ่งอาศัยแร่ที่ประกอบอยู่ในหิน shale (Krumbein & Sloss, 1963, หน้า ๓๔๑) ดูตารางที่ ๔.๒ หน้า ๒๐๔, ๒๑๐ จากหลักฐานทาง sand-shale ratio พบว่าใน Upper Shale member บริเวณบ้านทาสีมี sand-shale ratio ๐.๐๔ Shale member บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๔-กม.๔๘ มี sand-shale ratio ๐.๐๔ และ Shale member บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-กม.๔๐ มี sand-shale ratio เป็น ๐ ซึ่งแสดงว่าหินทั้งหมดในช่วงบนนี้สามารถที่จะเทียบเคียงกันได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

		Quartz	Feldspar	Kaolinite	Illite	Chlorite	Calcite
บริเวณบ้านหาสี Upper Shale member	ท.๔๘	44.7	22.4	13.4	-	13.4	6.5
	ท.๔๙	56.5	22.7	5.6	-	13.2	-
	ท.๕๖	59.6	9.5	11.2	-	6.4	13.3
	ท.๕๙	31.7	8.8	16.4	-	4.8	38.3
	เฉลี่ย	48.6	15.8	11.6	-	9.5	14.5
บริเวณเส้นทางสายเวียงกาว-ดอย ระหว่าง กม.ที่ ๔๕-๔๘ Shale member	ท.๑๑	46.4	8.9	10.7	4.8	7.1	22.1
	ท.๑๔	41	11.3	18.9	7.5	14.2	7.3
	ท.๑๖	48.9	12.7	15.5	4.9	7.4	10.6
	ท.๑๘	26.2	6.2	2.2	16.6	3.7	45
	ท.๑๙	36.1	13	8	4.3	31.3	73
	เฉลี่ย	39.7	10.5	11.1	7.4	12.7	18.2

ตารางที่ ๔.๒ แสดงแร่ส่วนประกอบและปริมาณของหิน shale

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

		Quartz	Feldspar	Kaolinite	Illite	Chlorite	Calcite
หมวดหินน้ำพอง ระดับที่ ๔๙-๕๐ Shale member	ท.๔	22.5	21.5	27.4	-	9.6	19
	ท.๙	53.4	12.5	11.6	8.3	3.7	10.6
	ท.๑๐	49	21.5	5.1	14.1	3.3	8.7
	ท.๑๒	33.9	17.4	9.9	4.9	4.5	29.4
	เฉลี่ย	29.7	18.3	13.0	6.8	5.3	16.9

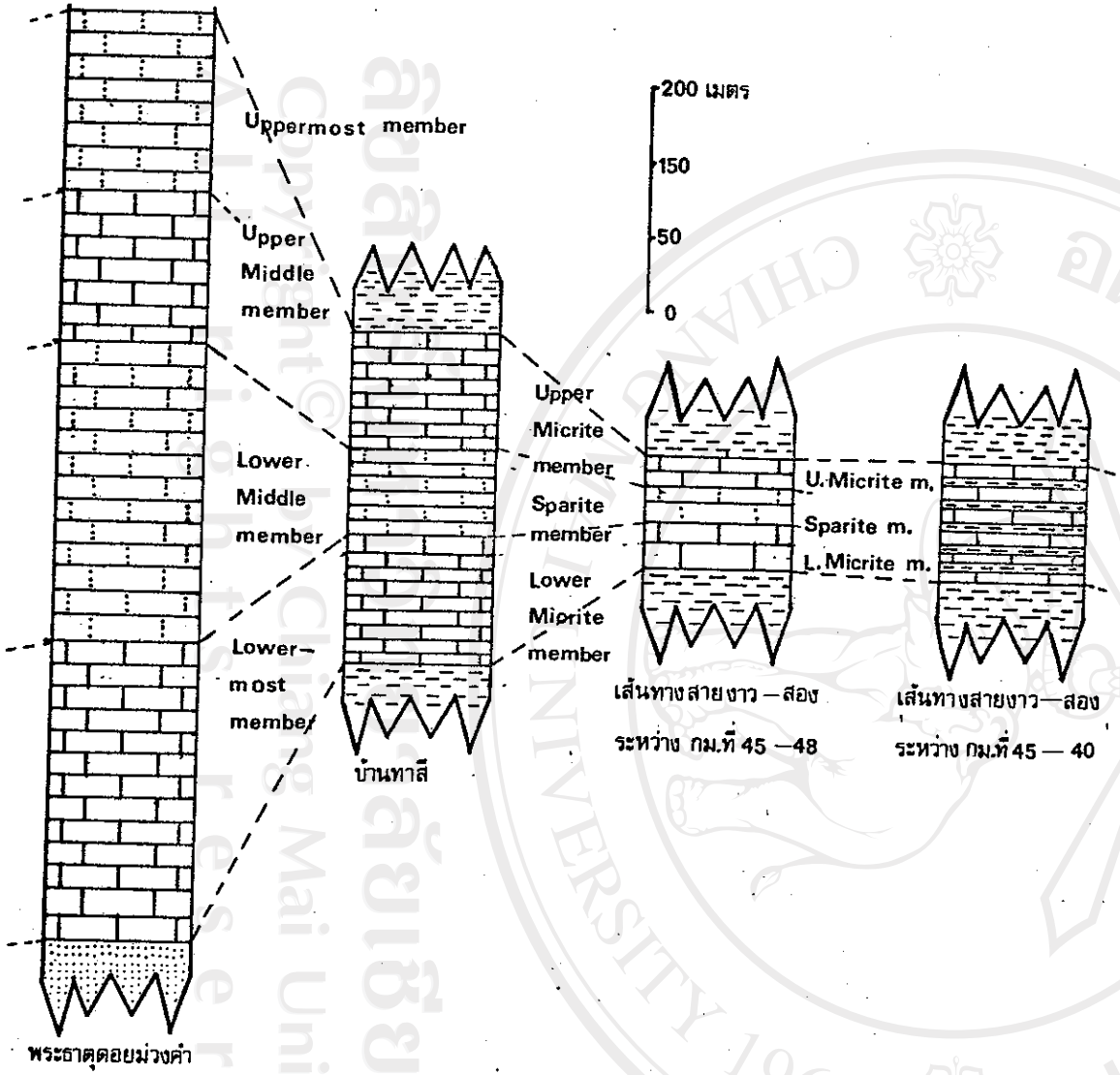
ตารางที่ ๔.๒ (ต่อ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

๕.๓ การเทียบเคียงชั้นหินของหินหน่วยผาก้าน (Stratigraphic Correlation of Pha Kan Formation)

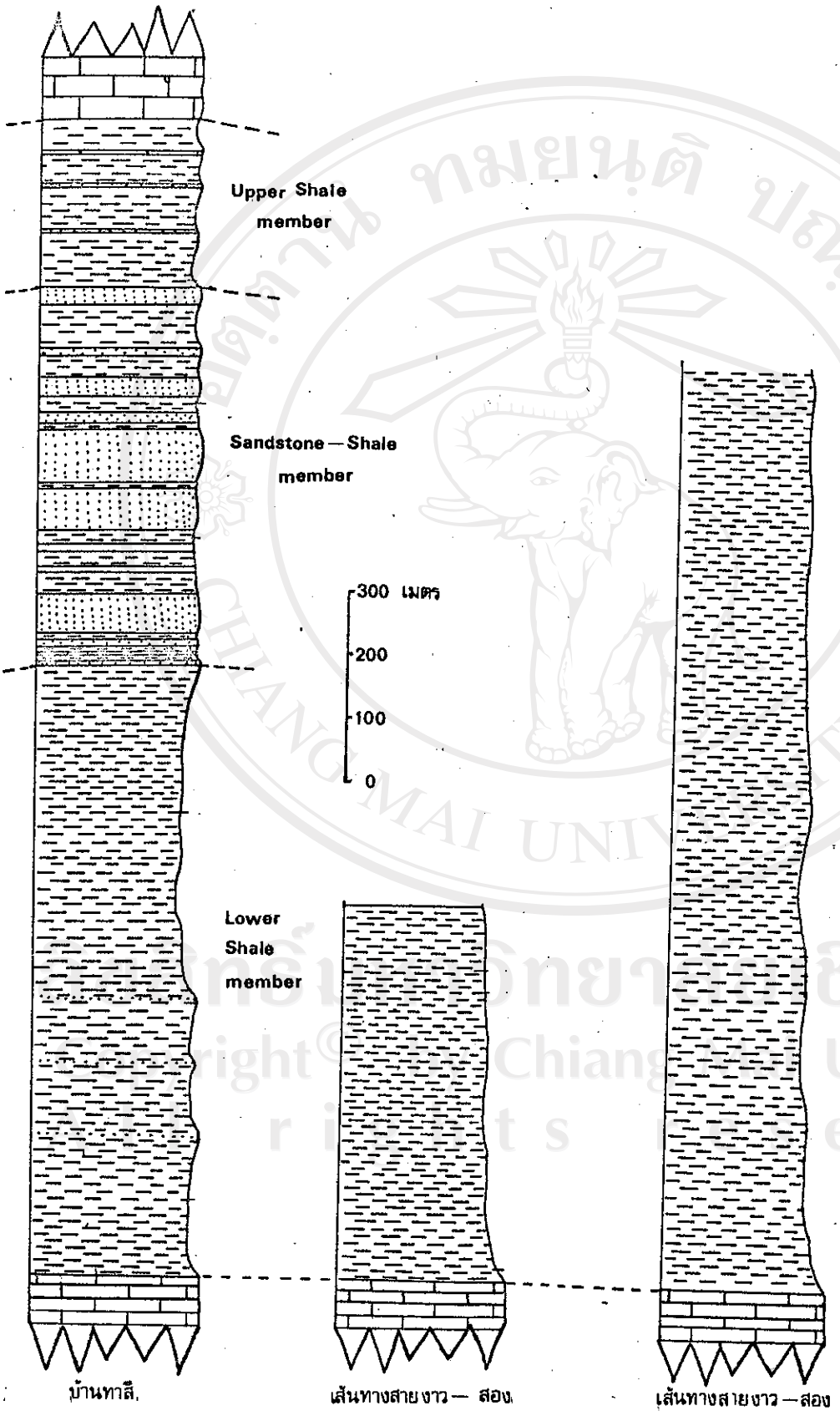
จากรูปที่ ๕.๓ ซึ่งแสดงลำดับชั้นหินและการเทียบเคียงชั้นหินหน่วยผาก้านของหินชุดลำปาง บริเวณพระธาตุดอยม่วงคำ วัดแบ่งออกเป็น ๔ หมวด จากบนมาล่างดังนี้ Uppermost member, Upper middle member, Lower Middle member และ Lowermost member บริเวณบ้านทาสีจัดแบ่งออกเป็น ๓ หมวดจากบนมาล่างดังนี้ Upper Micrite member, Sparite member และ Lower Micrite member บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-๔๘ จัดแบ่งออกเป็น ๓ หมวดจากบนมาล่างดังนี้ Upper Micrite member, Sparite member และ Lower Micrite member ส่วนบริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-กม.๔๐ นั้น หินหน่วยผาก้านประกอบด้วย lime-stone และ shale สลับชั้นกัน ไม่ได้จัดแยกออกเป็นหมวดหิน จาก position in sequence ดังต่างก็เป็นชั้นล่างสุดของหินหน่วยผาก้านที่วางตัวต่อเนื่องอยู่บนหิน shale ของหินหน่วยพระธาตุ ยกเว้นบริเวณพระธาตุดอยม่วงคำวางตัวอยู่บน sandstone และจาก lithologic identity ก็สามารถเทียบเคียงกันได้ เพราะต่างก็เป็นหิน limestone ชนิด micrite ดังนั้นจึงสรุปว่า Lowermost member บริเวณพระธาตุดอยม่วงคำเทียบได้กับ Lower Micrite member บริเวณบ้านทาสี และ Lower Micrite member บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-กม.๔๘ ถัดขึ้นไป Lower Middle member ของบริเวณพระธาตุดอยม่วงคำเทียบได้กับ Sparite member ของบริเวณบ้านทาสี และ Sparite member ของบริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-๔๘ เพราะหินหน่วยนี้วางตัวต่อเนื่องอยู่บน limestone หน่วยล่างที่เทียบกันได้แล้ว และต่างก็มีเนื้อหินเป็น spar และ Upper Middle member และ Uppermost memberของบริเวณพระธาตุดอยม่วงคำ เทียบได้กับ Upper Micrite memberของบริเวณบ้านทาสี และ Upper Micrite member ของบริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๕-กม.๔๘ จากการวางตัวแบบต่อเนื่องของหินหน่วยนี้บนหินหน่วยที่เทียบเคียงกันได้แล้ว และจากที่หินเหล่านี้ต่างก็มีเนื้อหินเป็น micrite

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 5.3 แสดงการเรียงลำดับและเทียบเคียงชั้นหินของหินหน่วยผาก้าน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

๕.๔ การเทียบเคียงชั้นหินของหินหน่วยฮ่องหอย (Stratigraphic Correlation of Hong Hoi Formation)

จากรูปที่ ๕.๔ หน้า ๒๑๓ แสดงการเรียงลำดับและการเทียบเคียงชั้นหินของหินหน่วยฮ่องหอย บริเวณบ้านทาสี จัดแบ่งออกได้ ๓ หมวดจากบนมาล่างดังนี้คือ Upper Shale member, Sandstone-shale member และ Lower Shale member ส่วนบริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๔-กม.๔๘ และระหว่าง กม.๔๕-กม.๕๐ นั้นไม่จัดแบ่งเป็นหมวดหินย่อย เนื่องจากประกอบด้วย shale จ้วน ๆ และจากลักษณะหินตาม lithologic identity และการวางตัวแบบต่อเนื่องของหิน shale บนหิน lime tone ของหินหน่วยผาก้านซึ่งเทียบเคียงกันได้แล้วนั้น จะยังผลให้ได้ว่า Lower Shale member ของบริเวณบ้านทาสีเทียบเคียงได้กับหินหน่วยฮ่องหอยบริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กม.๔๔-กม.๔๘ และระหว่าง กม.๔๕-กม.๕๐ ส่วน Sandstone-shale member และ Upper Shale member ของบริเวณบ้านทาสีนั้นไม่สามารถเทียบเคียงกับบริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ได้ เพราะส่วนบนของหินหน่วยฮ่องหอย บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ไม่โผล่ให้เห็น

๕.๕ การเทียบเคียงชั้นหินของหินหน่วยดอยช้าง (Stratigraphic Correlation of Doi Chang Formation)

จากรูปที่ ๕.๑ หน้า ๒๐๔ แสดงการเรียงลำดับและการเทียบเคียงหน่วยหินต่าง ๆ ของหินชุดลำปาง จะเห็นว่าหินหน่วยดอยช้างโผล่ให้ศึกษาได้เพียงบริเวณเดียวคือบริเวณบ้านทาสี ฉะนั้นจึงไม่สามารถที่จะเทียบเคียงกับบริเวณอื่นที่ศึกษาร่วมกันได้ และถือว่าหินหน่วยดอยช้างนี้เป็นหินหน่วยหนบนสุดของหินชุดลำปาง.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ ๖

ธรณีวิทยาประวัติ (Geologic History)

หินชุดลำปางพบแผ่กระจายอยู่ ๕ บริเวณทั่วประเทศ (สงัด พันธ์โอภาส, 1976) ดังนี้คือ ทางตอนกลางของภาคเหนือได้แก่แพร่ น่าน ลำปาง เชียงราย และตาก ทางตะวันตกเฉียงเหนือของไทยจากแม่ฮ่องสอนถึงแม่สอด ทางตะวันตกของไทยได้แก่บริเวณกาญจนบุรี ทางภาคใต้ได้แก่บริเวณสงขลา และทางตะวันออกเฉียงเหนือได้แก่บริเวณเพชรบูรณ์ (ดูรูปที่ ๑.๗ หน้า ๑๙) ซึ่งทั้ง ๕ บริเวณนี้ทางตอนกลางของภาคเหนือเป็นบริเวณที่พบหินชุดนี้กระจายอยู่มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณจังหวัดลำปางซึ่งเป็นบริเวณที่ทำการศึกษา พบหินชุดนี้แผ่กระจายอยู่บริเวณบ้านบ่าตึง บ้านปู่ด้าย บ้านศาลาหลายท่า บ้านแม่กื๊ด บ้านแม่ยาม พระธาตุดอยไก่แจ้ บ้านแม่ไทยถึงบ้านแม่หลวง บ้านวังเงิน บ้านพันเชิง บ้านแม่ทะ ดอยโตน ดอยฝรั่ง บ้านทาสี บ้านนาคือ บ้านป่างหละ บ้านป่างต่ำ บ้านหนองกอก บ้านบุญนาค บ้านหัวทุ่ง ดอยผามอง บ้านห้วยหลวง บ้านสบจาง บ้านแม่เงิน บ้านไร่นาเดียว บ้านสองสบ ดอยแปหลวง บ้านดอกคำใต้ บ้านแป้น บ้านผาคอ บ้านผามอก และดอยแม่เมือง

หินชุดลำปางเป็นหินที่ประกอบด้วยชั้นหินตะกอนชนิดต่าง ๆ ส่วนใหญ่ได้แก่หิน shale หิน limestone ชนิดต่าง ๆ เช่น micrite, sparite, intrapelmicrite, pelsparite, peloosparite, intrasparite และ intramicrite หิน sandstone ชนิดต่าง ๆ เช่น arkose, subgreywacke, feldspathic greywacke และ lithic greywacke นอกจากนั้นยังมี siltstone, conglomerate และ tuff เป็นปริมาณเล็กน้อย ลักษณะเด่นของหินชุดลำปางคือการแตกแบบเป็นรูปทรงกลมรี (spheroid) และการแตกแบบเป็นรูปแท่งดินสอ (pencil shape) ซึ่งการแตกแบบนี้เห็นได้ชัดเจนในหิน shale หน่วยย่องหอย มีซากบรรพชีวินที่สำคัญได้แก่ Claraia sp., Halobia sp., Daonella sp., Posidonia sp., Joannites sp., Trachyceras sp., Paratrachyceras sp., Myophoria sp., Cuneirhynchia sp. และซากบรรพชีวินอื่น ๆ หินชุดลำปางเป็นชั้นหินที่เกิดจากการสะสมตัวในทะเลจากหลักฐานซากบรรพชีวินที่พบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในชั้นหินชุดลำปางซึ่งเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ในทะเลทั้งสิ้น เช่น ammonites, brachiopods ชนิด Spirifer sp. และ Cuneirhynchia sp.,pelecypods ชนิด Halobia sp., Daonella sp. และ Posidonia sp. เป็นต้น จากหลักฐานทางชนิดหินและคุณสมบัติทางกายภาพของหิน เช่น shale ชั้นหนา ๆ จะสังเกตเห็นชั้นหินไม่ชัดหรือไม่เห็นเลย ชั้นหิน limestone ชนิด intrasparite, biosparite, oosparite และ pelsparite บ่งว่าเกิดในเขตทะเลตื้น (shallow marine) biomicrite, micrite และ fossiliferous micrite สี dark grey และbrown เกิดในเขต inner neritic limestone สี light ถึง dark grey เกิดในเขต outer neritic หิน shale สี dark grey, calcareous, noncarbonaceous เกิดบริเวณ neritic หรือ continental shelf หรือ continental slope; สี dark grey ถึง brown, noncalcareous, carbonaceous เกิดบริเวณใกล้ฝั่ง สี greenish grey, calcareous เกิดในทะเล สี olive green ถึง olive brown เกิดตั้งแต่เขตneritic ถึง bathyal ซากบรรพชีวินที่พบมีขนาดโต (Macrofauna) หิน sandtone หลักฐานเหล่านี้เป็นตัวบ่งว่าเกิดสะสมตัวในทะเลทั้งสิ้น (Conybeare and Crook, 1968, หน้า ๕๓-๕๖) หินชุดลำปางนี้ให้อายุ Triassic ในช่วง Scythian ถึง Norian

ทะเลที่เรียกว่า tethys sea ที่เริ่มมีมาตั้งแต่ยุค Cambrian ต่อเนื่องมาจนถึงยุค Permian ยังเกิดแผ่กระจายอย่างกว้างขวาง แต่ครั้นถึงยุค Triassic กลับพบว่า tethys sea ถูกจำกัดอยู่ในบริเวณแคบ ซึ่งในภาคเหนือของไทย tethys sea แยกเป็น ๒ แนวคือ แนวแม่ฮ่องสอน-ตาก และแนวเชียงราย แพร่ น่าน และลำปาง โดยมีเชียงใหม่จีแอนติ้คลาย (Chiang Mai Geanticline) กั้นอยู่ (จงพันธ์ จงสักษมณี, 1973) แอ่งที่ทำการศึกษาคือแอ่งเชียงราย แพร่ น่าน และลำปาง

ในช่วงปลายของ Permian ต่อกับช่วงต้นของ Triassicโดยทั่ว ๆ ไปมีหินภูเขาไฟเกิดขึ้น ซึ่งหินภูเขาไฟนี้เป็นผลจากการเกิด Indosinian I orogeny เช่นบริเวณพระธาตุดอยม่วงคำพบหินภูเขาไฟชนิด rhyolite, andesite และ agglamerate

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บริเวณบ้านทาสีพบหินภูเขาไฟชนิด rhyolite บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง พบหินภูเขาไฟชนิด crystal tuff บริเวณห้วยบ้านไผ่และแก่งหลวงพบ andesitic tuff, rhyolitic tuff และ agglomerate (สงัด ปิยะศิลป์, 1971) ซึ่งการเกิดของหินภูเขาไฟอาจมีส่วนที่ทำให้ tethys sea แคบเข้าและอยู่ในบริเวณจำกัด หินภูเขาไฟเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของหินต้นกำเนิดหินชุดลำปาง จากหลักฐานที่ศึกษาจากแผ่นหินบาง (thin section) พบว่าแร่ feldspar ที่พบใน rhyolite และที่พบใน sandstone ของหินหน่วยพระธาตุบริเวณบ้านทาสีเหมือนกันมาก เหมือนกับว่าแร่ feldspar หลุดจากหิน rhyolite แล้วสะสมตัวเป็นหิน sandstone นั้น แต่ จงพันธ์ จงลักษมณี (1972) พบว่าบริเวณบ้านทาสีใกล้งาว หินชุดลำปางสะสมต่อเนื่องจากหินชุดราชบุรี จากหลักฐานทางชากบรรพชีวินต้อพบ Claraia bed อายุ Scythian วางตัวต่อเนื่องอยู่บน Leptodus bed อายุ late Permian จากหลักฐานทั้งสองอย่างนี้สรุปได้ว่า รอยสัมผัสระหว่างหินชุดราชบุรีกับหินชุดลำปางมีสองแบบคือ แบบต่อเนื่องและแบบไม่ต่อเนื่อง หรือไม่ต่อเนื่องเฉพาะแห่ง (local unconformity) ซึ่งเป็นตัวบ่งว่าแอ่งสะสมตัวของหินชุดลำปางนั้นเป็นแอ่งที่มีลักษณะลุ่ม ๆ ดอน ๆ บริเวณใดเป็นที่ลุ่มก็จะต่อเนื่องมาจาก Permian ตะกอนก็จะสะสมตัวต่อเนื่องไป ส่วนใดที่เป็นที่ดอนหรืออยู่ในเขตอิทธิพลของภูเขาไฟก็สะสมตัวไม่ต่อเนื่องกับหินชุดราชบุรี

Lower Scythian ในช่วงต้นของหินชุดลำปางบริเวณพระธาตุดอยม่วงคำ พบหิน basal conglomerate (สงัด ปิยะศิลป์, 1975, หน้า ๓๖) ซึ่งเป็นหลักฐานแสดงว่าบริเวณนี้อยู่ใกล้แผ่นดิน และหิน sandstone ชนิด arkose และ subgreywacke ซึ่งพบในหินหน่วยพระธาตุก็เป็นหินที่เกิดใกล้กับแหล่งต้นกำเนิด (Dunbar, 1957, หน้า ๑๘๒) ซึ่งแหล่งต้นกำเนิดหินนี้ควรเป็นแผ่นดิน สีของหินตะกอนที่พบมีสีแดงและไม่พบซากบรรพชีวิน ซึ่งเป็นหลักฐานที่ยืนยันได้อย่างแน่ชัดว่าบริเวณพระธาตุดอยม่วงคำนี้สภาพของแอ่งสะสมตะกอนเป็นแอ่งตื้นอยู่ติดกับชายฝั่ง ค่อย ๆ ลึกลงไปทางใต้ ในขณะเดียวกันแอ่งสะสมตัวของบริเวณบ้านทาสีอยู่ลึกกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณพระธาตุดอยม่วงคำ จากหลักฐานทางหินคือ shale สลับชั้นกับ limestone ในตอนล่าง ซึ่งเป็นหลักฐานว่าความต่างระดับของพื้นที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(topographic relief) น้อย การสลายตัวทางเคมีสูง (Weller, 1960, หน้า ๓๑๕) ตลอดช่วงของหินหน่วยพระธาตุบริเวณบ้านทาสีพบซากบรรพชีวินชนิด pelecypods, Nuculana, Myophoria, Gervillia, Spirifer และเศษไม้อยู่ในชั้นหิน shale และ limestone ซึ่งสลับชั้นกับ sandstone ตลอด ซึ่งซากบรรพชีวินเหล่านี้เป็นหลักฐานที่บ่งว่าแอ่งสะสมตัวไม่ควรลึกเกิน ๒๐๐ เมตรหรือ ๖๐๐ ฟุต เพราะบริเวณที่ลึกเกิน ๒๐๐ เมตร แสงแดดส่องไม่ถึง ออกซิเจนน้อย ไม่ค่อยมีการไหลวนของกระแสน้ำและอาหารไม่สมบูรณ์ ไม่เหมาะที่สัตว์เหล่านี้อาศัยอยู่ สัตว์เหล่านี้ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในทะเลตื้นไม่เกิน sub-littoral zone (Moore, 1969, หน้า N5-N9) โดยเฉพาะ Spirifer เป็นสัตว์ที่เกาะอยู่กับที่ (Moore, 1965, หน้า B199) เมื่อตายไปซากก็ถูกทับถมอยู่ในชั้นหิน ซาก pelecypods และ brachiopods ที่พบในชั้นหินนั้นรูปร่างสมบูรณ์มาก ฝาทั้งสองยังติดกัน ซึ่งเป็นหลักฐานที่บ่งว่าสภาวะแวดล้อมของการสะสมตัวสงบ ไม่มีคลื่นหรือคลื่นและกระแสน้ำไม่รุนแรง และในช่วงเวลาเดียวกันตอนล่างของหินหน่วยพระธาตุบริเวณเส้นทางสายงาว-สองก็ใกล้เคียงกับบริเวณพระธาตุดอยม่วงคำ กล่าวคือถัดจากหินภูเขาไฟขึ้นมาก็เป็นตะกอนเนื้อหยาบชนิด conglomerate, arkose และ subgraywacke สี greyish red ซึ่งเทียบได้กับบริเวณพระธาตุดอยม่วงคำ ในช่วงตอนปลายอัตราการผุพังทางกายภาพและการสึกกร่อนของแผ่นดินข้างเคียงลดลง แต่อัตราการสลายตัวทางเคมีสูงขึ้น เป็นผลให้หินที่ตกตะกอนตามลำดับมาเปลี่ยนเป็นหิน shale ที่มีชั้น limestone ชั้นบาง ๆ สลับ ชั้น limestone บางชั้นเป็น limestone concretion ที่เกิดแบบ syndeposition (Shrock, 1948, หน้า ๑๖๗-๑๖๘) มีซากบรรพชีวินอยู่ภายใน limestone concretion ซากบรรพชีวินบริเวณนี้ได้แก่ Cardita?, Daonella, Posidonia, Spirifer, Hassiella, Cassianella, Worm? และ ammonites หลายชนิด ซึ่งส่วนใหญ่รูปร่างสมบูรณ์มาก มีส่วนน้อยที่แตกหัก ซึ่งเป็นหลักฐานที่บ่งว่าหินนั้นสะสมตัวในทะเลตื้นช่วง sublittoral zone ถึง neritic zone ในสภาวะแวดล้อมที่ค่อนข้างสงบ

Late Scythian-Late Anisian ในช่วงระยะเวลานี้ทุกบริเวณที่ทำการสำรวจ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นช่วงที่เกิดการตกตะกอนของหิน limestone ชนิด intrasparite, pelsparite, micrite และ sparite ซึ่งเป็นหลักฐานที่บ่งว่าหินนี้เกิดสะสมตัวในเขตทะเลตื้น (shallow marine) ถึง outer neritic (Conybeare and Crook, 1968, หน้า ๕๖) และในช่วงนี้ตะกอนเนื้อหยาบจากแผ่นดินไม่ค่อยมีหรืออัตราการผุพังทางกายภาพต่ำ อากาศอบอุ่น ทะเลลึกไม่เกิน ๒๐๐ เมตร (Weller, 1960, หน้า ๓๒๐) และจาก Dorsser (1970, หน้า ๑๙) กล่าวว่าการสะสมตัวของreef limestone ได้นั้นต้องมีสภาวะดังนี้คือ น้ำทะเลใสสะอาด แสงแดดสามารถส่องผ่าน น้ำทะเลมีความเค็ม ๒๗-๔๐ ‰ อุณหภูมิ ๒๕-๓๐ °C และไม่เคยต่ำกว่า ๑๘ °C ลึกมากที่สุดไม่เกิน ๔๐ เมตร และในชั้นหิน limestone พบว่ามี stylolite ซึ่งเป็นหลักฐานที่บ่งว่ามันเกิดจากการอัดตัว (Chilingarian and Walf, 1975, หน้า ๑๓๓) เกิดขึ้นจาก limestone ส่วนหนึ่งถูกละลายออกไป limestone ที่อยู่ด้านบนถูกอัดให้ปิดช่องว่างนั้นเสีย เพื่อให้เกิดเสถียรภาพ จากซากบรรพชีวินชนิด gastropods, brachiopods, crinoid และ echinoid spire ก็เป็นหลักฐานที่บ่งว่าเกิดสะสมตัวในทะเลตื้นในสภาวะค่อนข้างสงบ

Late Anisian-late Carnian ในช่วงนี้บริเวณบ้านทาสีหินเปลี่ยนจาก limestone ไปเป็น shale ที่มี sandstone สลับชั้นเป็นปริมาณน้อย ปริมาณของ sandstone จะเพิ่มมากขึ้นในช่วงกลาง และในที่สุดก็ลดลงจนมีแต่ shale ซึ่งเปลี่ยนไปเป็น limestone อีกในที่สุด ซึ่งเป็นหลักฐานที่บ่งว่าสภาวะแวดล้อมเปลี่ยน อากาศเย็นขึ้น จากหลักฐานแร่ kaolinite ที่มีในหิน shale (Folk, 1959, หน้า ๘๙) บริเวณนี้ต้องมีการเคลื่อนไหวของเปลือกโลกซึ่งมีผลทำให้ภูมิประเทศรอบแอ่ง Triassic นี้สูงขึ้นอย่างช้า ๆ ทำให้อัตราการกัดกร่อนสูงขึ้น ขบวนการผุพังส่วนใหญ่เป็นการสลายตัวทางเคมี ส่วนการผุพังทางกายภาพรุนแรงเป็นครั้งคราว จากหลักฐานทางหินคือส่วนใหญ่เป็นหิน shale ซึ่งมี sandstone สลับเป็นบางช่วง จากหลักฐานทางซากบรรพชีวินชนิด Posidonia และ Daonella บ่งว่าเกิดสะสมตัวในเขตทะเลตื้น ส่วนบริเวณเส้นทางสายงาว-ผอง เท่าที่สำรวจพบเทียบได้กับช่วงล่างนี้ในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกัน ถัดมาในช่วงตอนกลางของหินหน่วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อ่องหอย (Middle Carnian) บริเวณบ้านทาสีมี sandstone ปริมาณมากสลับอยู่กับ shale ซึ่งเป็นหลักฐานว่าในช่วงนี้อัตราการผุพังทางกายภาพสูงขึ้น แอ่งสะสมตัวลึกไม่เกิน ๒๐๐ เมตร จากหลักฐานทางหินชนิด arkose และ subgreywacke (Dunbar, 1963, หน้า ๑๔๒) และซากบรรพชีวินชนิด Posidonia, Daoneila และ ammonites ซึ่งพบอยู่ในหินที่สลับชั้นอยู่กับหิน sandstone ถัดไปช่วงปลายของหินหน่วยอ่องหอย (Upper Carnian?) อัตราการผุพังทางกายภาพลดลง อัตราการสลายตัวทางเคมีสูงขึ้น จากหลักฐานหิน shale และ limestone ซึ่งจะค่อย ๆ เปลี่ยนจากหิน shale ของหินหน่วยอ่องหอยไปเป็น limestone ของหินหน่วยดอยช้าง ซึ่งบ่งว่าอากาศเริ่มอบอุ่นชื้น

Late Carnian-late Norian ช่วงนี้อัตราการผุพังทางกายภาพไม่มีหรือมีต่ำมาก อากาศอบอุ่นชื้น แอ่งสะสมตัวตื้นและสงบ จากหลักฐาน limestone ชนิด sparite และ micrite และซากบรรพชีวินชนิด brachiopods ซึ่งบ่งว่าแอ่งสะสมตัวอยู่ในช่วงทะเลตื้นถึง outer neritic แอ่งสะสมตะกอนค่อย ๆ ตื้นขึ้นจนในที่สุดก็ยกตัวโผล่พ้นน้ำ แล้วเกิดการผุพังทางกายภาพอย่างรุนแรง จากหลักฐาน limestone conglomerate ของหินหน่วยผาแดง และสภาพแวดล้อมก็เปลี่ยนจากสภาพแวดล้อมทะเล (marine environment) ไปเป็นสภาพแวดล้อมแบบพื้นทวีป (continental environment) จากหลักฐาน limestone, sandstone, siltstone และ shale สี greyish red purple และสภาพแวดล้อมทั่ว ๆ ไปในมหายุค Mesozoic (Schwarzbach, 1963, หน้า ๑๕๘) เมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนจากแบบทะเลไปเป็นแบบพื้นทวีปก็เป็นการสิ้นสุดการเกิดของหินชุดลำปาง

การเกิด deformation ในหินชุดลำปางครั้งแรกเกิดขึ้นประมาณ late Norian จากหลักฐานคือ basal conglomerate ของหินหน่วยผาแดง หลังจากนั้นอาจได้รับอิทธิพลจาก Indosinian II orogeny และ Himalayan orogeny ซึ่งมีผลให้เกิด fold, fault และ fracture ในหินชุดลำปาง แต่ก็ไม่มีความรุนแรงมากเพราะไม่ได้ทำให้หินชุดลำปางแปรเปลี่ยนไป.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

บทที่ ๗

เศรษฐธรณีวิทยา (Economic Geology)

๗.๑ แร่เศรษฐกิจที่มีผลผลิตในจังหวัดลำปาง

จังหวัดลำปางเป็นจังหวัดหนึ่งในบริเวณภาคเหนือของไทยที่มีการผลิตแร่ออกสู่ตลาดมาก แร่เกือบทุกชนิดที่มีการค้นพบในบริเวณภาคเหนือก็พบเช่นกันในจังหวัดลำปาง แร่ที่สำคัญ ๆ ได้แก่ แร่ดีบุก (tin) ทังสะเตน (tungsten) ตะกั่ว (lead) พลวง (antimony) ทองแดง (copper) สังกะสี (zinc) แมงกานีส (manganese) ฟลูออไรท์ (fluorite) แบไรท์ (barite) ลิกไนท์ (lignite) ดินเบา (diatomite) ยิบซั่ม (gypsum) และดินขาว (clay minerals)

(ตำแหน่งแหล่งแร่ต่าง ๆ ดูได้จากรูปที่ ๗.๑ หน้า ๒๒๓)

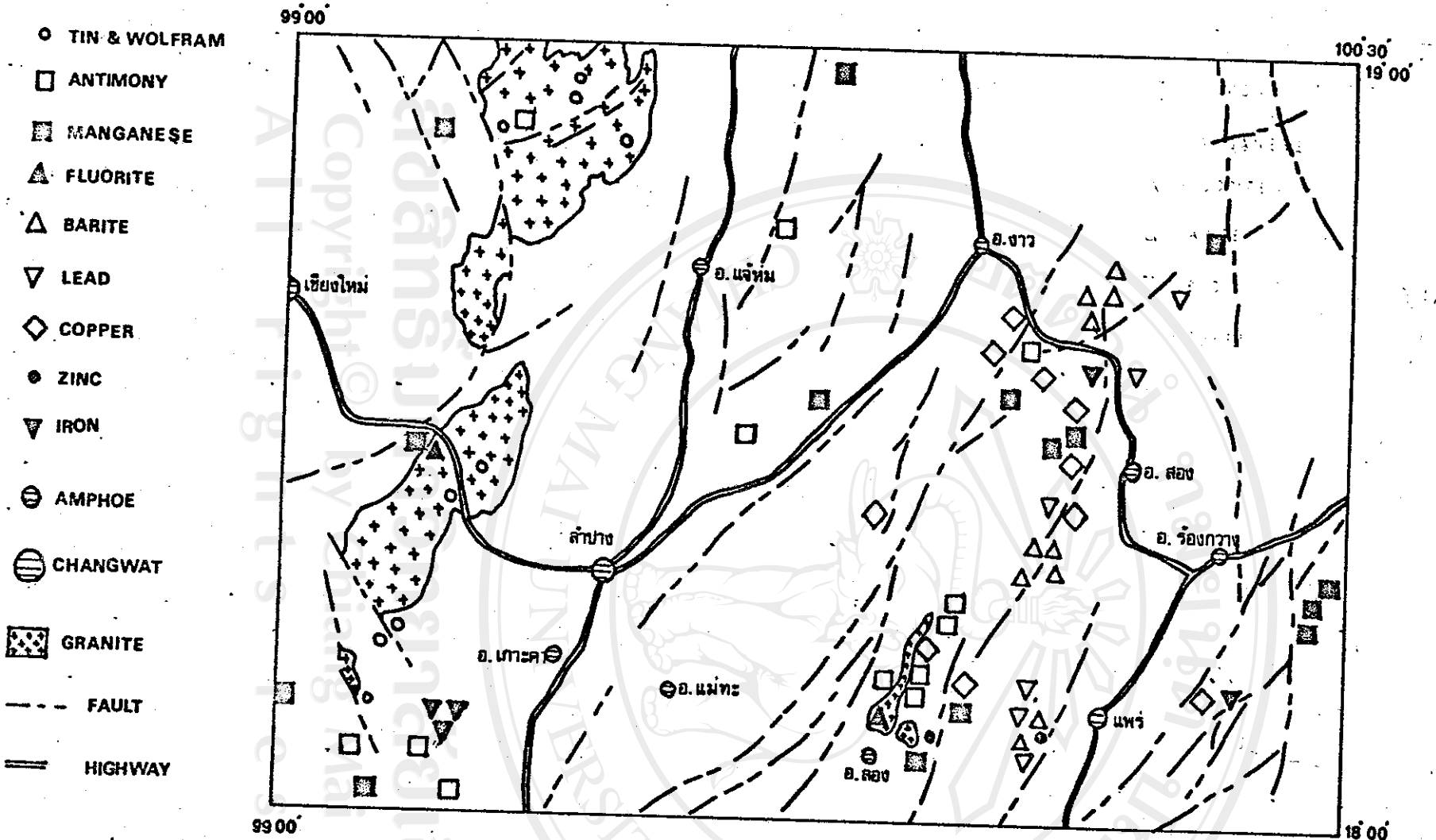
๗.๑.๑ ดีบุกและทังสะเตน (tin and tungsten)

แร่ทังสะเตน (tungsten) เช่นแร่วูลแฟรมไมท์ (wolframite) และแร่ชีไลท์ (schelite) ซึ่งโดยปกติพบเกิดร่วมกับแร่ดีบุกในบริเวณตอยขุนตาลและดอยสังกา (The Khun Tan-Doi Lang Ka tin belt) แร่พวกนี้จะพบเฉพาะในบริเวณนี้เท่านั้น เกิดใน muscovite granite, pegmatite และสายควอทซ์ (quartz) แร่ฟลูออไรท์ก็จะพบในบริเวณนี้ด้วย บริเวณดอยขุนตาลพบแร่ดีบุกมากกว่าแร่ทังสะเตน แหล่งแร่ทังสะเตนพบในบริเวณบ้านพุ่งหลวง ตำบลเมืองยาว อำเภอห้างฉัตร และบริเวณห้วยผาลาด ตำบลเสริมงาม อำเภอเกาะคา (สงัด ปียะกิลป์, 1972 สถิติการผลิตแร่แสดงไว้ในตารางที่ ๗.๑ หน้า ๒๒๓)

๗.๑.๒ แร่พลวง (antimony)

แร่พลวงที่ออกสู่ตลาดประมาณ ๑ ใน ๓ เป็นผลผลิตที่ได้จากจังหวัดลำปาง ซึ่งมีแหล่งผลิต ๓ บริเวณใหญ่ ๆ ได้แก่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 7.1 แสดงตำแหน่งแหล่งแร่ในระวางจังหวัดลำปาง (จาก PIYASIN,1972)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Year	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
minerals											
fluorite	7280	6800	16640	47800	42091	20389	7078	4118	-	-	-
barite	-	-	-	-	170	150	-	-	-	-	650
clay (kaolin)	-	1300	1959	2934	2714	7520	9223	6482	7383	10546	12916
lignite	94423	124866	147047	151395	90943	118106	209386	141932	210595	140576	280914
antimony	-	-	-	979	2077	2116	2021	807	1635	1279	616
manganese	-	-	-	502	325	156	70	-	-	100	130
lead	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-
tin	6	6	57	68	301	179	149	61	17	29	95
wolfra-mite	-	-	-	2	180	26	24	2	1	5	15
schelite	-	-	-	136	254	22	39	7	2	24	42

ตารางที่ ๗.๑ แสดงผลผลิตแร่ชนิดต่าง ๆ ของจังหวัดลำปางในหน่วยเมตริกตัน (DMR, 1978)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

๑) บริเวณน้ำแม่ตา-น้ำแม่ฟ้า อำเภอแจ้ห่ม

๒) บริเวณตำบลเสริมงาม อำเภอเสริมงาม

๓) บริเวณอำเภอวังเหนือและอำเภอสบปราบ

แร่ที่สำคัญได้แก่ แร่พลวงเงิน (stibnite) และแร่พลวงทอง (stibiconite) เกิดเป็นสายแร่แทรกอยู่ในหินดินดาน (shale) หินทราย (sandstone) หินชีทซ์ (schist) และหินปูน (limestone) บางส่วนพบในแนวแตก (fracture zone) และรอยเลื่อน (fault zone) บางส่วนพบเป็นกะเปาะ (pocket) อยู่ในช่องว่างของหินปูน บางส่วนพบเป็นเลนซ์ (lentile) อยู่ในหินปูนและหินดินดาน

เหมืองที่ทำการผลิตแร่อยู่ในที่ต่างๆ ได้แก่บ้านแม่ฟ้า บ้านปางป่าไม้ ตำบลแจ้ห่ม อำเภอแจ้ห่ม บ้านท่าปรง ดอยจง ห้วยเดื่อ ห้วยคองจอง ห้วยแม่ลา ตำบลนายาง อำเภอสบปราบ (เกษม จันทจรญพงษ์, ๒๕๑๙, สถิติผลผลิตแร่แสดงไว้ในตารางที่ ๗.๑ หน้า ๒๒๓)

๗.๑.๓ แร่ทองแดง (copper)

สินแร่ทองแดงที่พบได้แก่แร่ chalcopyrite แร่ malachite และแร่ azurite

แร่ chalcopyrite พบเกิดร่วมกับสาย quartz ซึ่งตัดเข้าไปในหิน phyllite, schist, shale และ banded quartzite ที่ห้วยอีปัน บ้านอุมลอง ตำบลสมัย อำเภอสบปราบ

แร่ malachite และ azurite พบตามแนว bed และ fracture zone ของหินทราย หินดินดานบริเวณบ้านต้าน อำเภอเมือง และบริเวณเส้นทางสายงาว-สอง อำเภองาว จังหวัดลำปาง อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ในอดีตเคยมีการผลิตแร่ทองแดง บัจจุบันได้หยุดผลิตแล้ว ในอนาคตเราอาจจะต้องผลิตทองแดงใช้เองอีกถ้าพบแหล่งที่มีปริมาณสำรองมากพอที่จะมีคุณค่าเชิงพาณิชย์ (สุวิชช์ สัมปัตตะเวนิช และ งามพิศ อังคทะวานิช, ๒๕๑๘)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

๗.๑.๔ ตะกั่ว (lead)

ตะกั่วที่ได้ผลิตจากแร่กาลีนา (galena) บริเวณห้วยอีปิน บ้านอุมลอง อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง ทางตะวันตกของเขาม่อนทุย galena เกิดร่วมกับสาย quartz ตัดผ่านไปในหิน phyllite, shale และ schist ในปัจจุบันแทบจะไม่มีการผลิต (ผุธรรม แย้มนิยม, ๒๕๑๙, ดูสถิติผลผลิตจากตารางที่ ๗.๑ หน้า ๒๒๓)

๗.๑.๕ ฟอสเฟต (phosphate)

แหล่งฟอสเฟตพบเป็นแหล่งเล็ก ๆ ที่บ้านปู่ด้าย ตำบลนาแก้ว อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง เป็นชนิดขี้นก (guano deposits type) อยู่บนเนินหินปูน และรอยแตกของหินปูน ฟอสเฟตนี้มีสี light brown, light grey ถึง dark grey เนื้อแน่น ผลการศึกษาทางเคมีพบว่ามี P_2O_5 ๓๐% แร่สำรองประมาณ ๑๐๐ ตัน (สมบูรณ์ เสกธีระ, ๒๕๑๗)

๗.๑.๖ ลิกไนท์ (lignite)

ถ่านหินลิกไนท์ในจังหวัดลำปางแหล่งใหญ่ได้แก่ที่กิ่งอำเภอเมาะหลวง จังหวัดลำปาง เกิดเป็นชั้นสลับกับหิน shale อายุประมาณ Miocene อัตราการผลิตไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาด ในส่วนอำเภองาวและอำเภอแจ้ห่มยังพบเป็นปริมาณน้อย ปัจจุบันการพลังงานแห่งชาติได้ไปสำรวจพบอีกหลายแห่งแต่ยังไม่ได้เผยแพร่ให้เป็นที่ทราบกัน

(ดูสถิติผลผลิตจากตารางที่ ๗.๑ หน้า ๒๒๓)

๗.๑.๗ แบไรท์ (barite)

ในบริเวณจังหวัดลำปางมีแหล่งแบไรท์ขนาดเล็กจำนวนมาก เช่นบ้านห้วยริน ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศใต้ของอำเภอเถิน ห่างจากอำเภอเถิน ๑๔ กิโลเมตร พบแบไรท์เกิดเป็นสาย (vein) อยู่ระหว่างหินดินดานและหิน granite ปริมาณแร่สำรองน้อย

ที่บ้านแม่ยอน ห่างจากบ้านแม่ทาน ๕ กิโลเมตรไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ อำเภอแม่ทะ มีสายแบไรท์ขนาดเล็กแทรกเข้าไปอยู่ในหิน phyllite

ที่ดอยตอก ห่างจากบ้านแม่ทะ ๑๕ กิโลเมตรไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ พบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แร่ barite อยู่ในหินดินดานซึ่งสลับกับหินปูนชั้นบาง ๆ

ที่ดอยดินแดง ห่างจากบ้านดอยตอก ๒ กิโลเมตรไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ พบแร่ barite อยู่ในหินดินดาน

ที่ห้วยโป่งสัก ห่างจากบ้านโป่ง ๘ กิโลเมตรไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ อำเภองาว พบสายแร่แบไรท์แทรกอยู่ในรอยแตก (fracture) ของหินทรายและหินดินดาน

ที่ห้วยแม่ตีบ ห่างจากบ้านโป่งแคม ๖ กิโลเมตรไปทางทิศใต้ พบสายแร่แบไรท์ขนาดกว้าง ๒ เมตร ยาว ๑๐๐ เมตร แทรกอยู่ในหิน tuff (ประเสริฐ กุมารจันทร์, ๒๕๑๗)

(ดูสถิติผลผลิตจากตารางที่ ๗.๑ หน้า ๒๒๓)

๗.๑.๘ ดินเบา (diatomite)

ดินเบาพบอยู่บริเวณหน้าค่ายสุระศักดิ์มนตรี อำเภอเมือง บ้านพิชัย และอำเภอเกาะคา เป็นส่วนที่โผล่ขึ้นมาเหนือผิวดิน ในการเจาะหาน้ำมันของการพลังงานทหาร ในแอ่งลำปางก็พบดินเบาเป็นชั้นบาง ๆ อยู่ด้วย ดินเบานั้นนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมเครื่องขัด ทำหม้อกรองน้ำ

๗.๑.๙ ดินขาว (kaolinite)

ดินขาวพบและผลิตมากบริเวณบ้านป่าเกาะ ทางทิศใต้ของอำเภอแจ้ห่ม ดินขาวที่นี่เป็นผลของการสลายตัว (weathering product) ของแร่ feldspar ในหิน rhyolite บริเวณอื่น ได้แก่อำเภอสบปราบและอำเภอห้างฉัตร ดินขาวใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา

(ดูสถิติผลผลิตจากตารางที่ ๗.๑ หน้า ๒๒๓)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

๗.๒ แหล่งแร่ที่พบร่วมอยู่ในหินชุดลำปาง (Mineral deposits occure in the Lampang Group)

หินชุดลำปางซึ่งประกอบด้วยหน่วยหิน ๔ หน่วยจากบนมาล่างดังนี้คือ หินหน่วยดอยข้าง หินหน่วยฮ่องหอย หินหน่วยผาก้าน และหินหน่วยพระธาตุ จากผลการศึกษาทางธรณีวิทยาได้พบแหล่งแร่แล้วหลายชนิด เช่นแร่พลวง แมงกานีส เหล็ก แบไรท์ ทองแดง แร่ทังสะเตน บางแหล่งพบเป็นปริมาณมากจนถือว่าเป็นแร่เศรษฐกิจ (รูปที่ ๗.๒ หน้า ๒๒๓) บางแหล่งพบเป็นปริมาณน้อยจนไม่ถือเป็นแหล่งแร่เศรษฐกิจ หินทุกหน่วยของชุดลำปางนี้ถือได้ว่าทุกหน่วยหินพบแหล่งแร่เกิดร่วมอยู่ด้วยทั้งสิ้น แต่ส่วนใหญ่แล้วแร่เศรษฐกิจสำคัญ ๆ พบมากในหินหน่วยฮ่องหอย ซึ่งเป็นหน่วยหินที่เกิดแผ่กระจายกว้างขวางที่สุด เช่น

แร่เหล็ก พบบริเวณบ้านปงแล้ง บ้านป่าป่อ อำเภอเกาะคา และบริเวณบ้านดอกคำใต้ อำเภองาว

แร่แมงกานีส พบบริเวณบ้านงิ้วงาม บ้านดอกคำใต้ อำเภองาว

แร่แบไรท์ พบบริเวณบ้านดอกคำใต้ อำเภองาว บ้านไร่นาเตียว อำเภอลอง

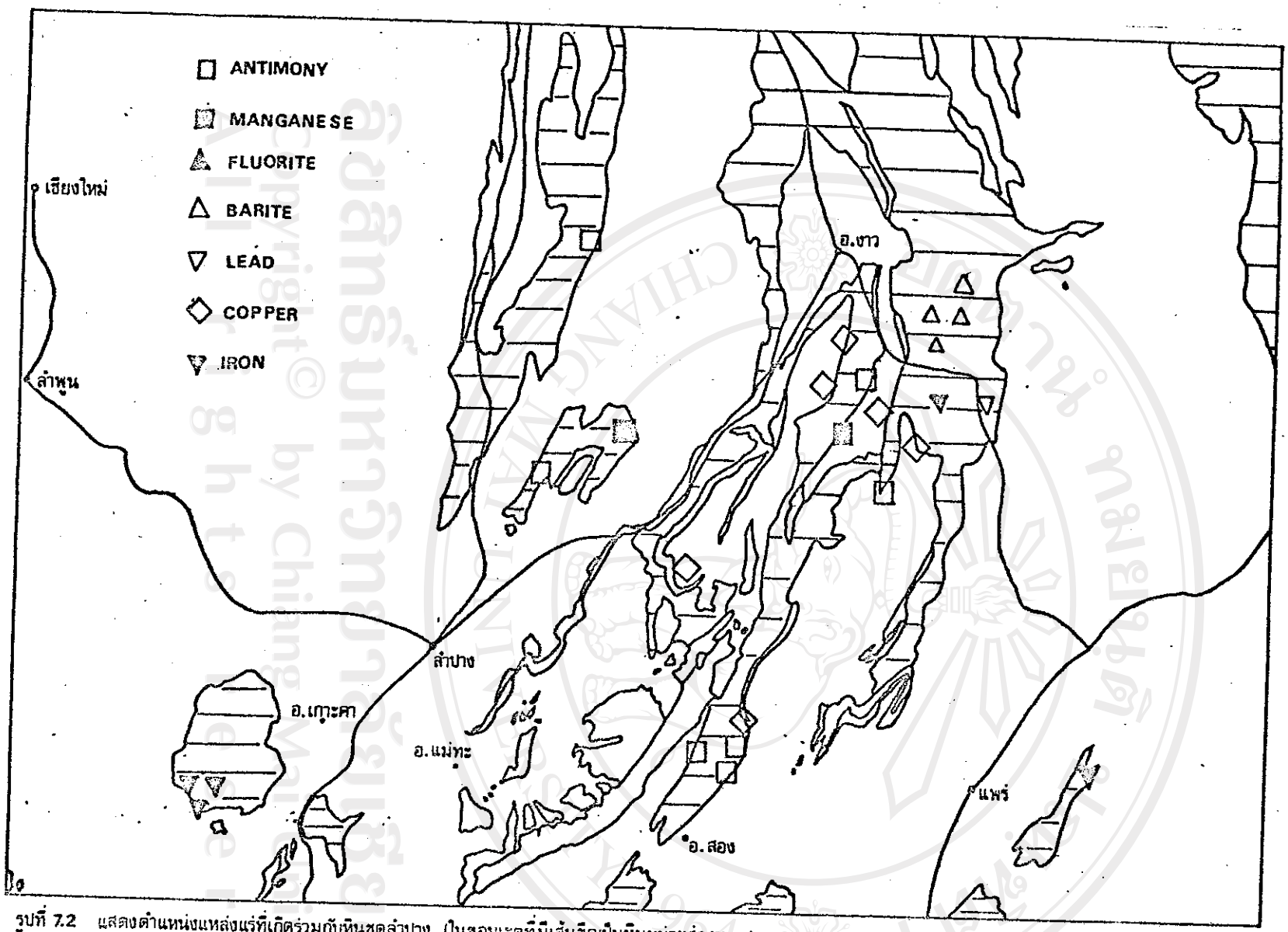
แร่พลวง เป็นแร่ที่พบปริมาณมากบริเวณตะวันตกของบ้านบุญนาค ทางตะวันตกของอำเภอแจ้ห่ม ทางใต้ของบ้านงิ้วงาม อำเภองาว และทางตะวันตกเฉียงเหนือของอำเภอลอง

แร่ทังสะเตน พบบริเวณดอยโง้ม อำเภอลอง จังหวัดแพร่

ส่วนแร่บางแหล่งที่พบเป็นปริมาณน้อย เช่นแร่แมงกานีส พบเกิดร่วมอยู่ในหินหน่วยพระธาตุ บริเวณบ้านทาสี แร่แบไรท์พบบริเวณดอยผาก้านในหินหน่วยผาก้าน

นอกจากนี้หินหน่วยผาก้านและหินหน่วยดอยข้าง ซึ่งประกอบด้วยหินปูนที่ใช้เป็นแหล่งวัตถุดิบในงานด้านวิศวกรรม เช่นใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง วัสดุสร้างทาง ในด้านอุตสาหกรรมใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ อุตสาหกรรมสี วัสดุทนไฟ และอื่น ๆ ในด้านการเกษตรกรรม นำหินปูนมาทำเป็นปูนขาวเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาดินเปรี้ยวได้อีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 7.2 แสดงตำแหน่งแหล่งแร่ที่เกิดร่วมกับหินชุดลำปาง (ในซอบเขตที่มีเส้นขีดเป็นหินหน่วยย่องหอย)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

๗.๓ แนวโน้มของหินชุดลำปางที่จะให้กำเนิดน้ำมัน (Tendency of the Lampang Group to be source rock of oil)

หินที่จะเป็นแหล่งต้นกำเนิด (source) ของน้ำมันจะต้องมีอินทรีย์วัตถุอยู่เป็นปริมาณมาก อินทรีย์วัตถุที่อยู่ในหินได้จากซากพืชซากสัตว์ที่ตกตะกอนทับถมร่วมอยู่ในชั้นหิน หินชุดลำปางทุกหน่วยหินมีโอกาสที่จะเป็นต้นกำเนิดน้ำมันได้แต่ก็ไม่มีหลักฐานที่มาสนับสนุนพอ เนื่องจากไม่เคยได้มีการเก็บตัวอย่างหินจากหน่วยหินต่าง ๆ ไปวิเคราะห์หาปริมาณ hydrocarbon ที่มีอยู่ในหินและปริมาณ hydrocarcon ที่สามารถสกัดออกมาได้ ที่ต้องหาปริมาณ hydrocarbon ที่สามารถสกัดออกมาได้เพราะว่าถ้าหินมีปริมาณ hydrocarbon สูงจริงแต่สกัดออกมาได้เป็นปริมาณน้อยหรือสกัดออกมาไม่ได้ ก็ไม่ถือว่าเป็นแหล่งต้นกำเนิดน้ำมัน ถ้ามีข้อมูลพวกนี้ก็สามารถที่จะบอกได้ทันทีว่าหินชุดลำปางหน่วยใดบ้างที่เป็นแหล่งต้นกำเนิดน้ำมันได้ ในปี พ.ศ. ๒๕๒๐ เป็นต้นมา กองสำรวจและผลิตวัตถุดิบ กรมพลังงานทหาร ได้ทำการเจาะสำรวจหาน้ำมันในแอ่งลำปางหลุมเจาะที่ IL2 ซึ่งเจาะทะลุชั้นหินชุดลำปาง ได้นำตัวอย่างหินไปวิเคราะห์ พบว่าหินหน่วยพระธาตุมีน้ำมันเหลืออยู่ในหิน (Piyasin, 1977) และในรายงานเรื่องการสำรวจแหล่งปิโตรเลียมในภาคเหนือรายงานว่า หินหน่วยย่องหอยมีน้ำมันดิบและแก๊สเหลืออยู่ (สงัด ปียะศิลป์, ๒๕๒๖) ฉะนั้นจากหลักฐานที่ได้ศึกษามาถึงปัจจุบันสรุปได้ว่า หินหน่วยพระธาตุและหินหน่วยย่องหอยอาจจะเป็นหินกำเนิดน้ำมันได้.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บทสรุป

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้เลือกศึกษา ๓ บริเวณคือ บริเวณพระธาตุดอยม่วงคำ บริเวณบ้านทาสี และบริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่างกิโลเมตรที่ ๔๐ ถึงกิโลเมตรที่ ๔๘ โดยตั้งจุดประสงค์ของการศึกษาไว้ดังนี้คือ ศึกษาการเรียงลำดับชั้นหินและวัดความหนาของชั้นหินอย่างละเอียด ศึกษาแร่ส่วนของหินชั้นชุดลำปาง เพื่อที่จะจัดจำแนกหินทรายอย่างถูกต้องตาม Pettijohn(1954) ดูตารางที่ ๑.๑ หน้า ๑๒ และหินปูนตามFolk(1959) ดูตารางที่ ๑.๒ หน้า ๑๒/๑ ศึกษาสภาวะการตกตะกอนของหินชุดลำปางรวมทั้งซากบรรพชีวินเพิ่มเติม ศึกษาเทียบเคียงหินแต่ละบริเวณโดยอาศัยคุณสมบัติทางกายภาพของหินและซากบรรพชีวิน การศึกษาได้เริ่มจากงานที่เคยทำมาก่อนจากนั้นก็ออกสำรวจภาคสนามเก็บข้อมูลต่าง ๆมาศึกษาต่อในห้องปฏิบัติการ จากผลการวัดความหนาของการเรียงลำดับชั้นหินและจัดแบ่งหินบริเวณต่าง ๆ ดังนี้

บริเวณพระธาตุดอยม่วงคำวัดได้หนา ๗๔๐ เมตรจัดแบ่งออกเป็น ๒ หน่วยคือหินหน่วยผาก้านหนา ๖๒๐ เมตรอยู่บน แบ่งออกเป็น ๔ หมวดจากบนมาล่างดังนี้คือ Uppermost member หนา ๑๒๐ เมตรเป็นllimestone ชนิด intrasparite Upper Middle member หนา ๑๐๐ เมตรเป็น limestone ชนิด pelmicrite Lower Middle member หนา ๒๐๐ เมตรเป็น limestone ชนิด peloosparite และ sparite Lowermost memberหนา ๒๐๐ เมตรเป็น limestone ชนิด micrite หินหน่วยพระธาตุซึ่งวางตัวอยู่บนหินภูเขาไฟ หนา ๑๒๐ เมตร แบ่งย่อยลงอีกไม่ได้

บริเวณบ้านทาสีวัดได้หนา ๒๖๔๖.๓ เมตรจัดแบ่งออกเป็น ๔ หน่วยจากบนมาล่างดังนี้คือ หินหน่วยดอยข้างหนา ๒๓๔ เมตรแบ่งเป็น ๓ หมวดจากบนมาล่างดังนี้คือ Upper Micrite member หนา ๑๓๔ เมตรเป็น limestone ชนิด micrite Sparite member หนา ๔๐ เมตรเป็น limestone ชนิด sparite และ Lower Micrite member หนา ๖๐ เมตรเป็น limestone ชนิด micrite หินหน่วยฮ่องหอยหนา ๑๔๑๐.๔ เมตรแบ่งเป็น ๓ หมวดจากบนมาล่างดังนี้คือ Upper Shale member หนา ๒๑๓.๖ เมตรประกอบด้วย shale ๘๑.๕ %,limestone ๙.๕%,feldspathic greywacke ๒.๗ ,subgreywacke

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

๑.๒%,และ arkose ๕.๑ %, Sandstone-Shale member หนา ๖๗๒ เมตรประกอบด้วย shale ๕๓.๕%,arkose ๒๘%,lithic greywacke ๑๑%,Feldspathic greywacke ๓%, limestone ๒.๕%,และ subgreywacke ๒% มีซากบรรพชีวินชนิด Paratrachyceras, Posidonia,Joannites,Belemnite.และLower Shale member หนา ๙๖๕.๔ เมตร ประกอบด้วย shale ๙๘.๓%,subgreywacwe ๑%,limestone๐.๕% และfeldspathic greywacke ๐.๑% มีซากบรรพชีวินชนิด Posidonia,Daonella หินหน่วยผาก้านหนา ๒๑๘ เมตรจัดแบ่งเป็น ๓ หน่วยจากบนมาล่างดังนี้คือ Upper Micrite memberหนา ๘๕ เมตรเป็น limestone ชนิด micrite และ intramicrite Sparite member หนา ๖๐ เมตรเป็น limestone ชนิด sparite และ intrasparite และ Lower Micrite member หนา ๖๓ เมตรเป็น limestoneชนิดmicrite และหินหน่วยพระธาตุวัดได้หนา ๓๘๓.๕ เมตร จัดแบ่งออกเป็น ๓ หมวดจากบนมาล่างดังนี้คือ Upper Shale member หนา ๙๙.๕ เมตร ประกอบด้วย shale ๗๑%,limestone ๒๐% และsandstone ๙% Sandstone-Shale member หนา ๑๖๖ เมตรประกอบด้วย shale ๔๗%,feldspathic greywacke ๔๒% lithic greywacke ๕%,arkose ๓%,และlimestone ๓% หินในsection นี้ส่วนบนสุดของหินหน่วยดอยช้างวางตัวอยู่ใต้ limestone conglomerate และlimestone สี dusky red ของหินหน่วยผาแดง ส่วนล่างสุดของหินหน่วยพระธาตุวางตัวอยู่บนหินภูเขาไฟชนิดrhyolite

บริเวณเส้นทางสายงาว-สองระหว่างกิโลเมตรที่ ๔๕ ถึงกิโลเมตรที่ ๔๘ วัด.ได้หนา ๘๖๔ เมตร แบ่งออกเป็น ๓ หน่วยจากบนมาล่างดังนี้คือ หินหน่วยอ่องหอยหนา ๕๘๐.๗ เมตร ประกอบด้วย shale มีซากบรรพชีวินชนิด Daonella จัดแบ่งย่อยลงไปอีกไม่ได้ หินหน่วยผาก้านหนา ๗๔ เมตร จัดแบ่งออกเป็น ๓ หมวดจากบนมาล่างดังนี้คือ Upper Micrite member หนา ๓๐ เมตร เป็น limestone ชนิด micrite Sparite member หนา ๒๗ เมตร เป็น limestone ชนิด pelsparite และ Lower Micrite member หนา ๑๗ เมตร เป็น limestone ชนิด intrapelmicrite และหินหน่วยพระธาตุหนา ๒๐๙.๗ เมตร แบ่งเป็น ๒ หมวดคือ Shale member หนา ๘๑.๑ เมตร อยู่บน ประกอบด้วย shale ๙๕.๒% limestone ๑.๕% และ subgreywacke ๓.๓% มีซากบรรพชีวินมาก และ Sandstone member หนา ๑๒๘.๖ เมตร ประกอบด้วย subgreywacke ๔๑.๔% , arkose ๕% ,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

feldspathic greywacke ๒% , conglomerate ๑๕% และ siltstone ๒๙.๒ % หินหน่วยฮ่องหอยซึ่งเป็นหินหน่วยบนสุดวางตัวอยู่ได้รอยเลื่อน ส่วนหินหน่วยพระธาตุซึ่งอยู่ล่างสุดวางตัวอยู่บนหินภูเขาไฟชนิด tuff

บริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่าง กิโลเมตรที่ ๔๕ ถึงกิโลเมตรที่ ๔๐ วัดได้หนา ๒๓๙๙.๕ เมตร แบ่งออกเป็น ๓ หน่วยจากบนมาล่างดังนี้คือ หินหน่วยฮ่องหอยหนา ๑๔๓๖.๖ เมตร ประกอบด้วย shale ล้วน ๆ มีซากบรรพชีวิน pelecypods ไม่ได้จัดแบ่งย่อยลงไปอีก หินหน่วยผาก้านหนา ๗๙ เมตร ประกอบด้วย limestone มีชั้น shale สลับ จัดแบ่งย่อยลงไปอีกไม่ได้ และหินหน่วยพระธาตุหนา ๘๓๓.๙ เมตร แบ่งเป็น ๒ หมวด คือ Shale member หนา ๓๕๘.๙ เมตรอยู่ตอนบน ประกอบด้วย shale ล้วน ๆ มีซากบรรพชีวิน ชนิด Daonella , Spirifer , Cardita , pelecypod และ Shale-Siltstone member หนา ๔๗๕ เมตร ประกอบด้วย shale ๕๑% siltstone ๓๕% , subgreywacke ๗% , tuff ๔% , lithic greywacke ๒% และ arkose ๑% ส่วนบนสุดของหินหน่วยฮ่องหอยถูกตินปกคลุมและส่วนล่างสุดของหินหน่วยพระธาตุวางตัวอยู่บนหินภูเขาไฟชนิด tuff

การเทียบเคียงชั้นหินได้อาศัยลักษณะของหิน โดยใช้ชั้น limestone ของหินหน่วยผาก้านและหินชุดภูเขาไฟเป็น key bed ทำให้สามารถเทียบเคียงหินหน่วยพระธาตุทุก ๆ บริเวณได้เพราะต่างก็อยู่ระหว่าง key bed ทั้งสองส่วนหินหน่วยฮ่องหอยก็เทียบเคียงกันได้เพราะต่างก็วางตัวอยู่บน key bed ส่วนช่วงกลางและช่วงบนของหินหน่วยฮ่องหอยกับหินหน่วยดอยช้าง พบเฉพาะบริเวณนี้บริเวณเดียวจึงไม่สามารถเทียบได้กับบริเวณอื่น ๆ ที่ทำการศึกษา

สำหรับหินหน่วยพระธาตุ Lower Shale member รวมกับ Sandstone-Shale member ของบริเวณบ้านทาสีเทียบได้กับ Sandstone member และ Siltstone-Shale member ของบริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่างกิโลเมตรที่ ๔๕ ถึงกิโลเมตรที่ ๔๘ และกิโลเมตรที่ ๔๕ ถึงกิโลเมตรที่ ๔๐ Upper Shale member ของทุกบริเวณก็เทียบกันได้ โดยอาศัยลักษณะของหินและ key bed

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หินหน่วยผาก้าน Lowermost member บริเวณพระธาตุดอยม่วงคำเทียบได้กับ Lower Micrite member ของบริเวณบ้านทาสีและบริเวณเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่างกิโลเมตรที่ ๔๕ ถึงกิโลเมตรที่ ๔๘ โดยชนิดของ limestone คือ micrite เหมือนกัน Lower Middle member บริเวณพระธาตุดอยม่วงคำเทียบได้กับ Sparite member ของบริเวณบ้านทาสีและเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่างกิโลเมตรที่ ๔๕ ถึงกิโลเมตรที่ ๔๘ จากชนิดของหินที่เป็น sparite เหมือนกัน และ Upper Middle member รวมกับ Uppermost member ของบริเวณพระธาตุดอยม่วงคำเทียบได้กับ Upper Micrite member ของบริเวณบ้านทาสีและเส้นทางสายงาว-สอง ระหว่างกิโลเมตรที่ ๔๕ ถึงกิโลเมตรที่ ๔๘

หินหน่วยฮ่องหอยเฉพาะส่วนล่างของบริเวณบ้านทาสี เทียบเคียงได้กับบริเวณเส้นทางสายงาว-สองทั้งสองบริเวณ ส่วน Sandstone-shale member และ Upper Shale member ของบริเวณบ้านทาสีไม่สามารถเทียบเคียงกับบริเวณอื่น ๆ ที่ศึกษาได้

ธรณีวิทยาประวัติของหินชุดลำปางในช่วง Scythian ทะเลถูกจำกัดอยู่ในที่แคบ เพราะพบหินชุดลำปางที่ตกตะกอนต่อเนื่องกับหินชุดราชบุรีน้อยมาก อาจเป็นเพราะอิทธิพลของการเกิดภูเขาไฟในช่วง Permo-Triassic ต่อมาในช่วง Carnian ทะเลแผ่กระจายกว้างขวางมาก จากหลักฐานคือหินหน่วยฮ่องหอยเกิดแผ่กระจายอย่างกว้างขวาง หลังจากนั้นประมาณ Norian ทะเลก็แคบเข้าอีกจนในที่สุดเปลี่ยนไปเป็นสภาพแวดล้อมของพื้นทวีปจากหลักฐาน basal conglomerate ของหินหน่วยผาแดง และหินปูนสี dusky red ของหินหน่วยผาแดง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้แยกหินหน่วยผาแดงออกจากหินชุดลำปาง เนื่องจากว่ามีหลักฐานที่สามารถแยกออกจากกันได้ คือ รอยสัมผัสระหว่างหินหน่วยดอยช้างของหินชุดลำปางกับหินหน่วยผาแดง มีหิน basal conglomerate ซึ่งเป็นชนิด limestone conglomerate และเป็นหลักฐานว่าในช่วงนี้บริเวณนี้ถูกยกตัวขึ้น คือหลังจากหินหน่วยดอยช้างสะสมตัวแล้ว แอ่งลำปางถูกยกตัวขึ้น มีอัตราการกัดกร่อนรุนแรง หลังจากนั้นจึงเกิดการสะสมตัวของหินหน่วยผาแดง และผลจากการยกตัวครั้งนี้ทำให้สภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปจากสภาพแวดล้อมแบบทะเลของหินชุดลำปางไปเป็นสภาพแวดล้อมแบบพื้นทวีปของหินหน่วยผาแดง จากหลักฐานทางลักษณะหินคือ ในหินหน่วยผาแดงจะเป็นหินที่มีขนาดหยาบถึงหยาบมาก ซึ่งเป็นหินที่ไม่พบตลอดช่วงความหนาของหินชุดลำปาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รวมทั้งสีของหินชนิดต่าง ๆ ก็แตกต่างกันด้วย คือหินหน่วยผาแดงจะมีสีแดง ส่วนหินชุดลำปางจะมีสีเทาถึงดำ อายุของหินก็แบ่งได้อย่างเด่นชัด คือหินชุดลำปางมีอายุตั้งแต่ Scythian ถึง Norian จากหลักฐานทางซากบรรพชีวิตชนิด Claraia (Conglakmani , 1972) และ Cuneirhynchia (Piyasin , 1972) ส่วนหินหน่วยผาแดงมีอายุ Rhaethian จากหลักฐานทางซากบรรพชีวินชนิด Hettangia (Conglakmani , 1972)

หินหน่วยผาแดงซึ่งแยกออกจากหินชุดลำปางนี้น่าจะเทียบได้กับหินชุดโคราช เพราะต่างก็เกิดในสภาพแวดล้อมแบบพื้นทวีปชนิดหินก็เหมือนกันหรือเทียบกันได้ เช่นมีเศษหินภูเขาไฟประกอบอยู่เหมือนกัน และเกิดในช่วงเวลาเดียวกันด้วย

การศึกษาซากบรรพชีวินเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในวิชาเกี่ยวกับชั้นหินแต่การศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับซากบรรพชีวินในประเทศไทยนี้ยังมีน้อยมาก เพราะว่า type specimen ของซากบรรพชีวินและหนังสืออ้างอิงมีน้อย ส่วนใหญ่แล้วตัวอย่างที่ส่งไปวิจัยยังต่างประเทศไม่ได้รับคืนมา แต่อย่างไรก็ตามสำหรับซากบรรพชีวินของหินชุดลำปางที่ได้เก็บรวบรวมไว้ในการศึกษาครั้งนี้ นายจงพันธ์ จงสักษมณี กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี ได้นำไปศึกษาวิจัยต่อแล้วตั้งแต่ปี ๒๕๒๐ เป็นต้นมา คาดว่าผลจากการศึกษาวิจัยของนายจงพันธ์ จงสักษมณี จะนำมาประกอบการศึกษาการเรียงลำดับชั้นของหินตะกอนชุดลำปางได้กว้างขวางขึ้น เช่น การแบ่งแบบ biostratigraphic units การกำหนดอายุของหินหน่วยต่าง ๆ หมวดต่าง ๆ ได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อธิบายแผนภาพที่ ๑

รูปที่ ๑ Nuculana? เป็น cast ของฝาซ้าย (Moore, 1969, p. 235)

รูปที่ ๒ Gervillia เป็น cast ของฝาขวา (Moore, 1969, p. 308; Krumbeck, 1914)

รูปที่ ๓ pelecypod เป็น mould ของฝาขวา

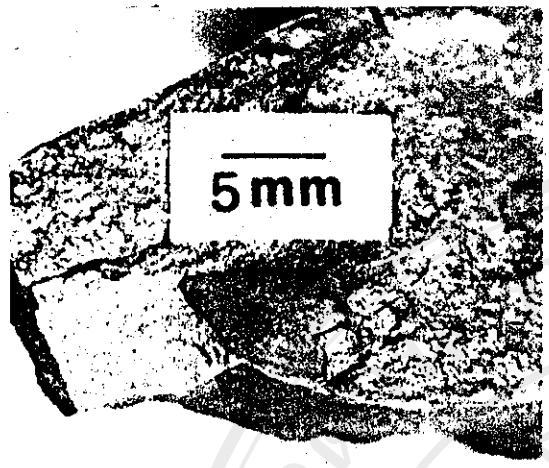
รูปที่ ๔ Myophoria เป็น cast ของฝาขวา (Moore, 1969, p. 472; Tokuyama, 1961)

รูปที่ ๕ Myophoria เป็น mould

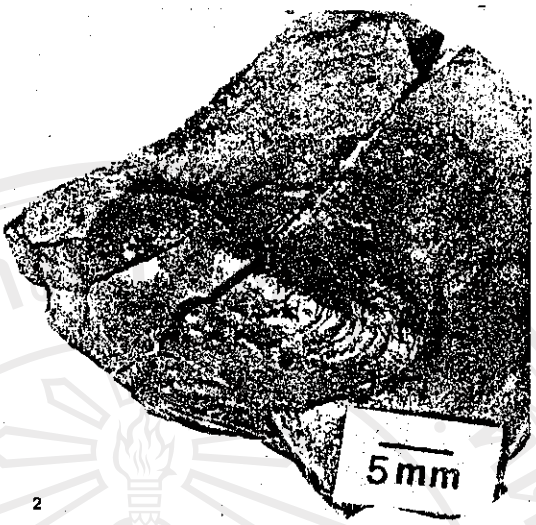
รูปที่ ๖ Myophoria ตัวล่างเป็น cast ตัวบนเป็น mould

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

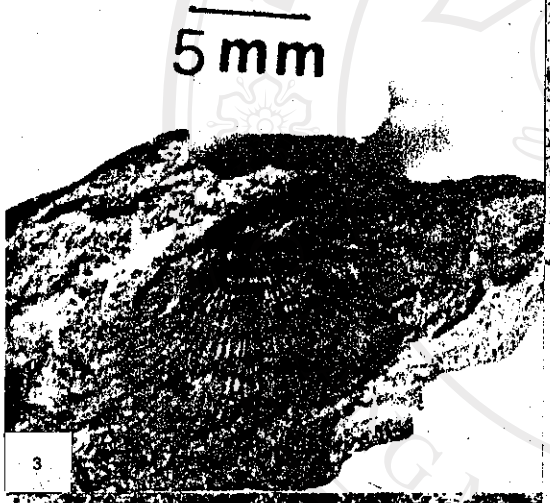
แผนภาพที่ ๑



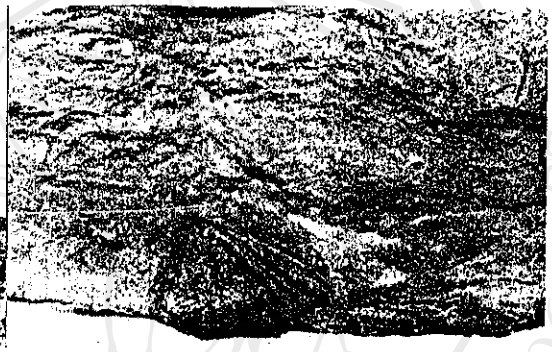
1



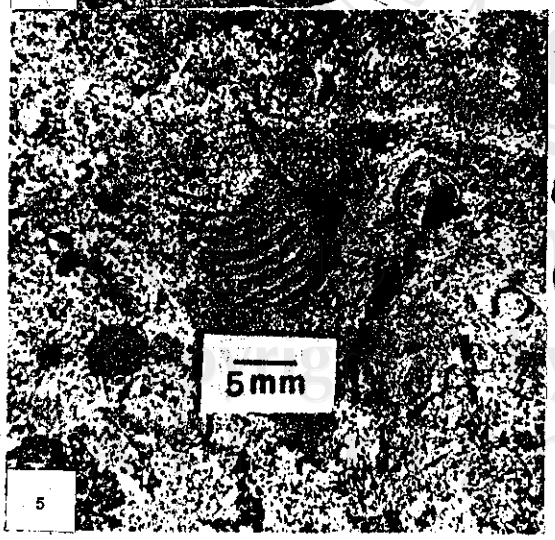
2



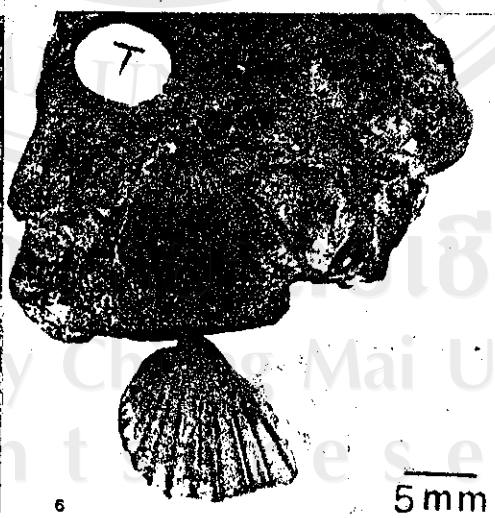
3



4



5



6

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อธิบายแผ่นภาพที่ ๒

รูปที่ ๑ Cardita เป็น mould ของฝาขวา (Moore, 1969, p. 548)

รูปที่ ๒ Spirifer แสดง inter area (Moore, 1965)

รูปที่ ๓ Daonella เป็น cast ของทั้งสองฝา (Moore, 1969, p. 344; Pitakpaivan and others, 1969)

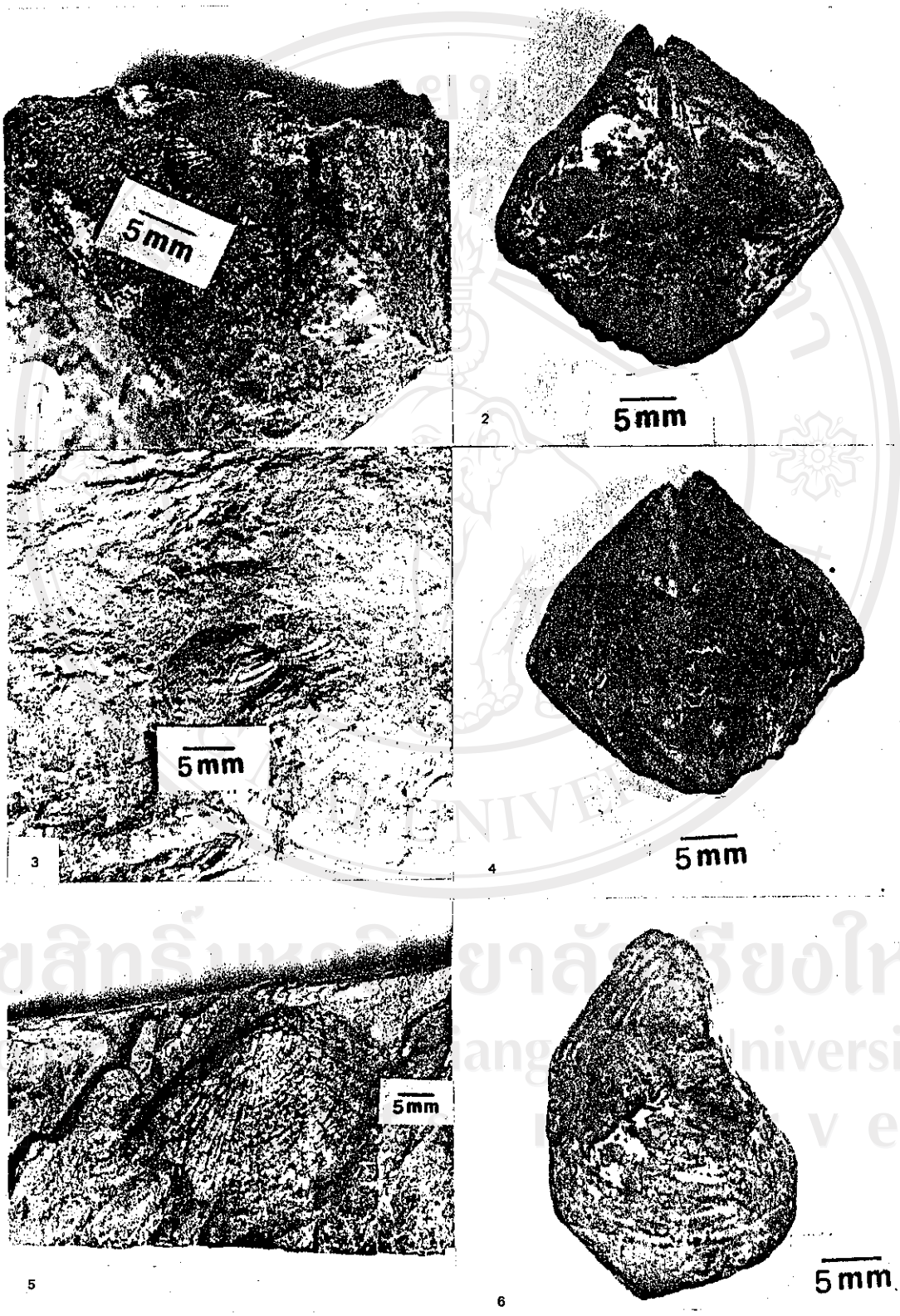
รูปที่ ๔ Spirifer แสดงด้าน sulcus

รูปที่ ๕ Daonella เป็น cast ของฝาซ้าย

รูปที่ ๖ Spirifer แสดงด้านข้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แผนภาพที่ ๒



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อธิบายแผ่นภาพที่ ๓

รูปที่ ๑ Hasiella เป็น cast ของฝาขวา (Krumbeck, 1914)

รูปที่ ๒ Cassianella เป็น cast ของฝาขวา (Moore, 1969, p. 311)

รูปที่ ๓,๕ ammonites เป็น cast

รูปที่ ๔ Cardita เป็น mould

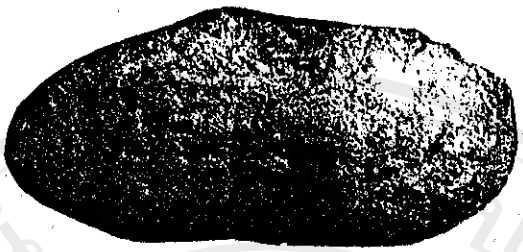
รูปที่ ๖ Myophoria เป็น cast

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แผนภาพที่ ๓

1

5 mm



2

5 mm

3

5 mm

4

5 mm

5

5 mm

6

5 mm

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คำบรรยายแผนภาพที่ ๔

รูปที่ ๑-๓ Daonella เป็น cast (Moore, 1969, p. 342)

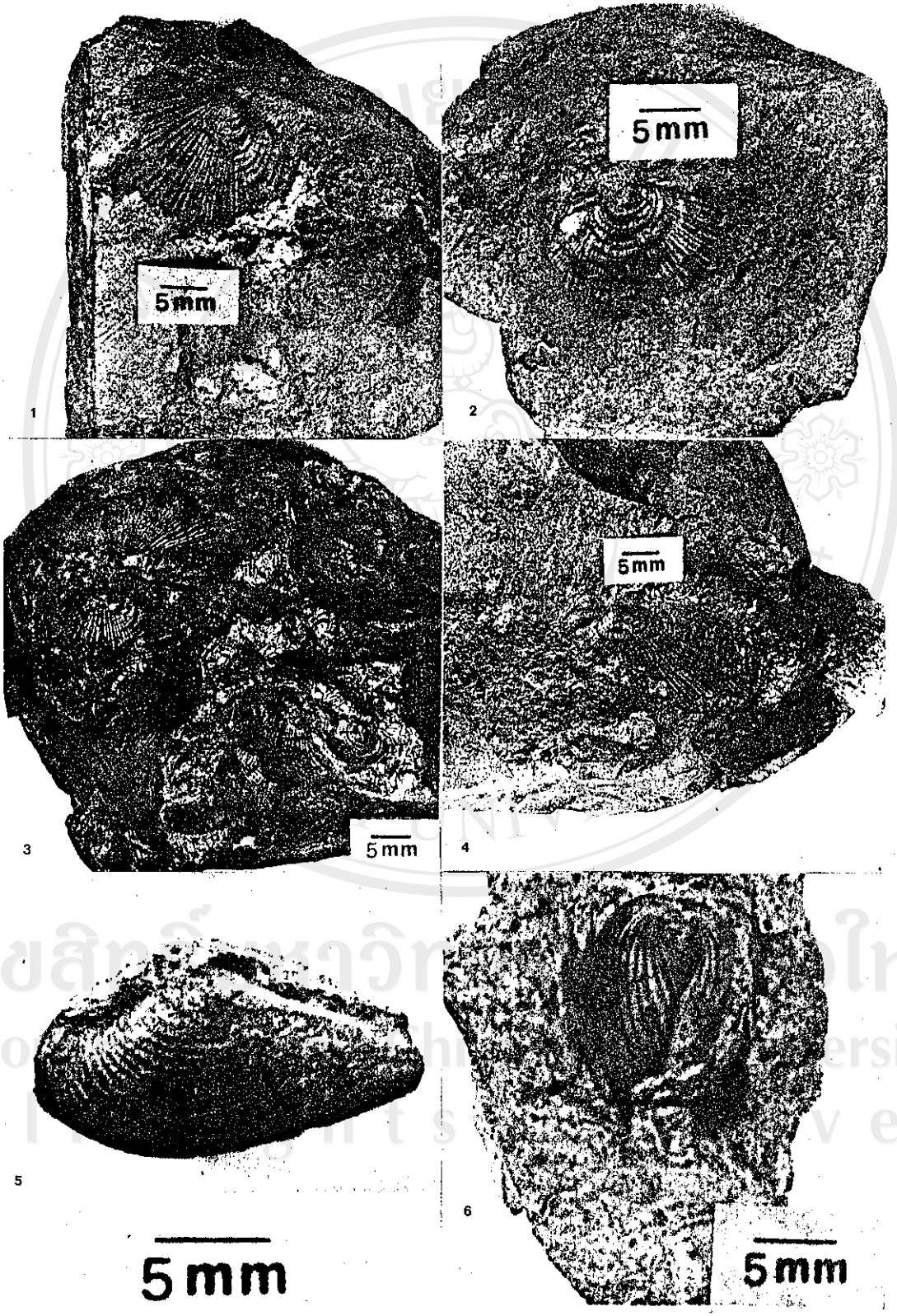
รูปที่ ๒-๔ Daonella เป็น mould

รูปที่ ๕ Nuculana เป็น cast (Moore, 1969, p. 236)

รูปที่ ๖ Cardita เป็น mould

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แผนภาพที่ ๔



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อธิบายแผนภาพที่ ๕

รูปที่ ๑ Pinna? เป็น cast (Moore, 1969, p. 77)

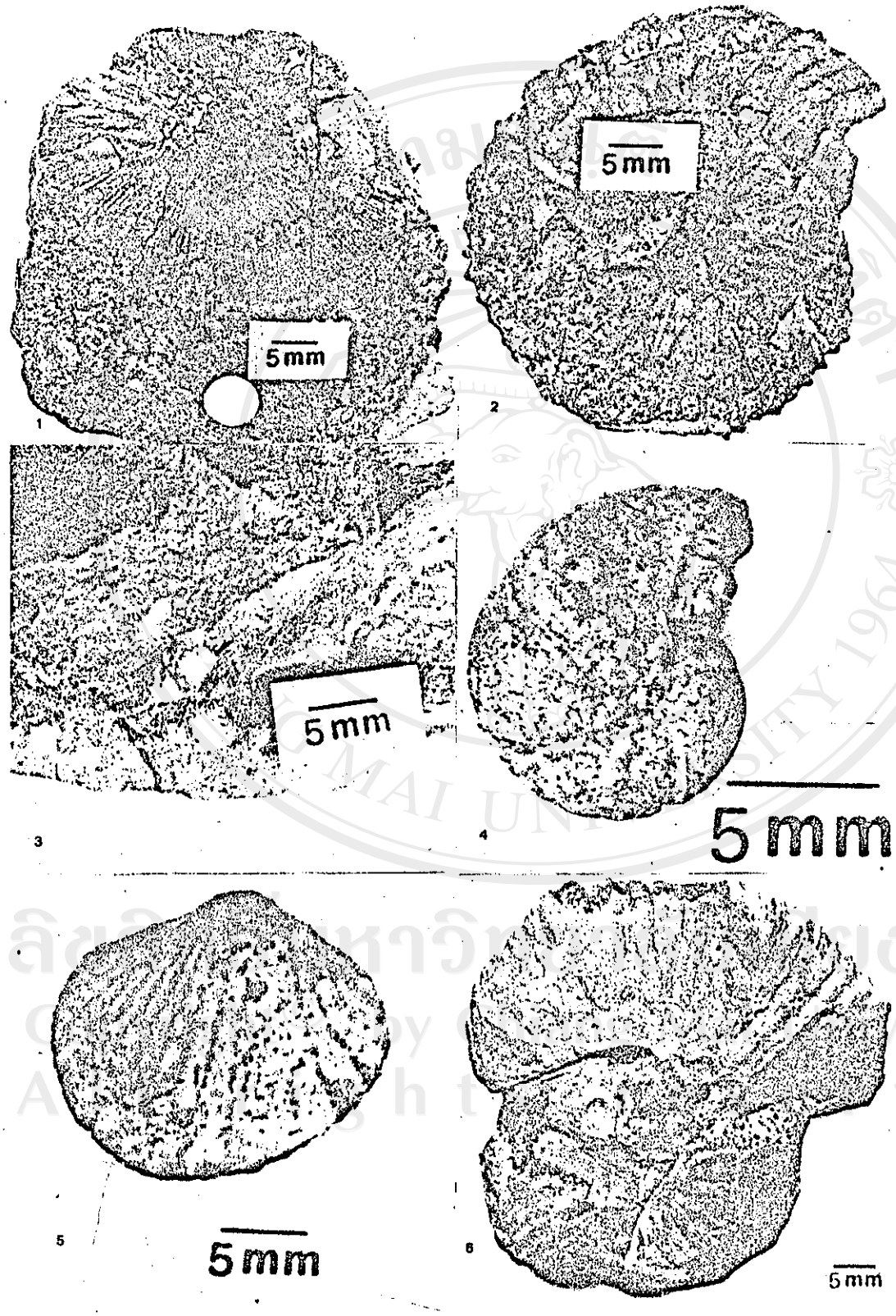
รูปที่ ๒,๔,๖ ammonites เป็น cast

รูปที่ ๓ Posidonia เป็น cast (Moore, 1969, p. 342)

รูปที่ ๕ Cardita เป็น cast

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แผนภาพที่ ๕



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อธิบายแผนภาพที่ ๖

รูปที่ ๑ Worm? เป็น cast

รูปที่ ๒ Daonella เป็น mould (Moore, 1969, p. 342)

รูปที่ ๓ Cassianella เป็น cast (Moore, 1969, p. 311)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แผนภาพที่ ๖

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อธิบายแผนภาพที่ ๗

รูปที่ ๑,๒,๕ Trachyceras เป็น cast (Moore, 1957, p. 158)

รูปที่ ๓,๔ Joannites เป็น cast (Moore, 1957, p. 178)

รูปที่ ๖ Paratrochyceras เป็น cast (Moore, 1957, p. 158)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แผนภาพที่ 7

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อธิบายแผนภาพที่ ๘

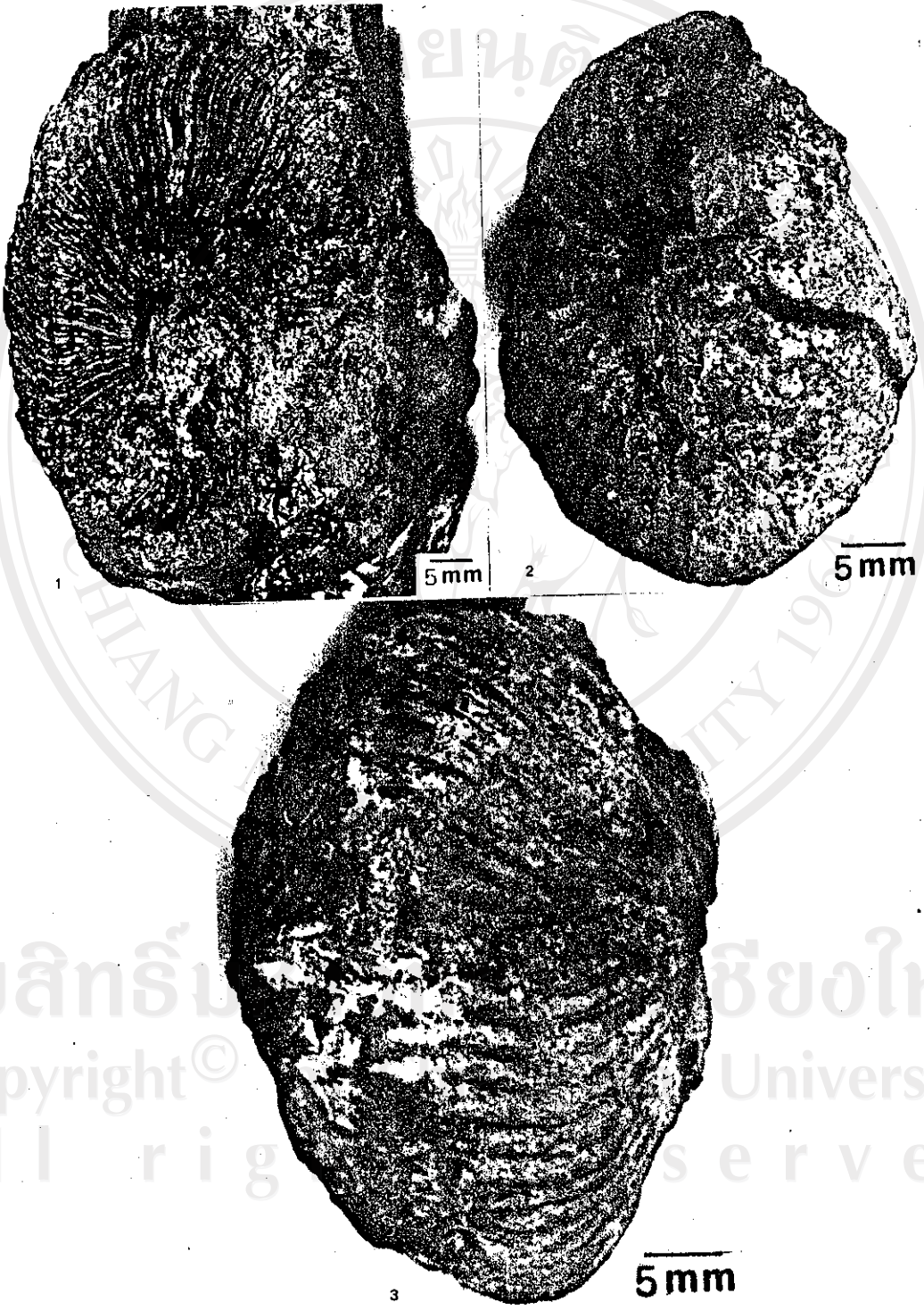
รูปที่ ๑ Trachyceras เป็น cast

รูปที่ ๒ ammonites เป็น case แสดงด้านข้าง

รูปที่ ๓ ammonites เป็น case แสดงด้าน venter

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แผนภาพที่ ๘



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีวิเคราะห์เคมี

วิธีหาส่วนที่ไม่ละลายในกรด

ชั่งตัวอย่างที่บดอย่างละเอียดแล้ว ๕ กรัม ใส่ใน beaker ขนาด ๒๕๐ cc. นำกรด HCl 6 N 25 cc. เติมลงใน beaker แล้วเติม Ethyl alkohol ลงไป ๒-๓ หยด ปิด beaker ด้วย watch glass ทิ้งไว้จนฟองหมด เติมน้ำกลั่นลงไปใน berker 200 cc. ต้ม นำกระดาษกรองใส่ weighing bottle อบที่อุณหภูมิ ๑๑๐° C ครึ่งชั่วโมง นำขวดกับกระดาษกรองมาชั่งหาน้ำหนัก นำกระดาษกรองนี้ไปกรองน้ำที่ต้มใน beaker ล้างตะกอนด้วยกรด HCl dil ๒ ครั้ง แล้วล้างด้วยน้ำอุ่นจนกระทั่งหมดสภาพความเป็นกรด นำกระดาษกรองกับตะกอนใส่ขวดอบให้แห้ง ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วชั่งน้ำหนัก ก็จะหาน้ำหนักของตะกอนได้ ตะกอนที่ได้คือ ส่วนที่ไม่ละลายในกรด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการหาปริมาณของแคลเซียม แมกนีเซียมและเหล็กในพืนปูน

๑. การเตรียมตัวอย่าง

บดตัวอย่างให้ละเอียดจนผ่านตะแกรงร่อน ขนาด ๘๕ เมชจนหมด

๒. การละลายตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่าง ๆ ละ ๒ ส่วน ส่วนละ ๐.๑ ถึง ๐.๑๕ กรัม ใส่ในถ้วยทองคำขาว ส่วนละใบ เติม Borax, $Na_2B_4O_7$ (ที่เป็นผง) ประมาณ ๐.๔ กรัม ลงในถ้วยที่ใส่ตัวอย่าง เขย่าถ้วยให้ตัวอย่างผสมกับ Borax เอาถ้วยไปอุ่นจน Borax หมดปฏิกริยา แล้วเอาไปอบจนตัวอย่างและ Borax หลอมจนใส ขณะที่สารละลายของตัวอย่างกับ Borax ยังเหลวอยู่ หมุนถ้วยให้สารละลายนั้นติดอยู่กับผนังถ้วยบาง ๆ

กรดเกลือเข้มข้น ๑๐ cc. ผสมน้ำกลั่น ๓๐๐ cc. อุ่นจนเดือด นำถ้วยทองคำขาวที่มีตัวอย่างนั้นแช่ลงในกรดที่เตรียมไว้ แล้วคนจนตัวอย่างรวมกับ Borax ละลายหมด ยกถ้วยทองคำขาวออกจาก beaker แล้วนำน้ำกลั่นมาฉีดล้างสารละลายที่ติดกับถ้วยลงใน beaker เติมน้ำกลั่นจนได้สารละลาย ๑๐๐๐ cc.

๓. การเตรียมสารละลายมาตรฐานของแคลเซียมและแมกนีเซียม

เอา calcium carbonate ประมาณ ๐.๕ กรัม เติมลงในขวด (weighing bottle) แล้วนำไปอบที่ ๑๕๐ องศา โดยเปิดฝาขวดไว้เป็นเวลา ๓๐ นาที ปิดฝาขวดนำไปทิ้งไว้ให้เย็นใน desiccator แล้วชั่งจดน้ำหนักไว้ เทแคลเซียมคาร์บอเนตลงใน volumetric flask ขนาด ๑๐๐๐ cc. ปิดฝาขวดแล้วชั่งอีกที หาน้ำหนักของแคลเซียมคาร์บอเนตที่ใช้ไปได้

ใช้ carborundum paper ขัดสนิมออกจาก magnesium ribbon โดยให้น้ำไหลผ่านตลอดเวลา เช็ด magnesium ribbon ที่สะอาดแล้วให้แห้ง ชั่ง แล้วใส่ลงใน volumetric flask รวมกับแคลเซียมคาร์บอเนต

เติมกรดเกลือเข้มข้น ๒๐ cc. ลงใน volumetric flask เมื่อแคลเซียม-คาร์บอเนต และ magnecium ribbon ละลายหมด เติมน้ำกลั่นจนได้สารละลายปริมาตร ๑๐๐๐cc. เขย่าให้เข้ากัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ใช้ bulb pipette ดูดสารละลายมา ๑๐ cc. เติมลงใน volumetric flask ขนาด ๒๕๐ cc. เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร ๒๕๐ cc. เขย่าสารละลายให้เข้ากัน

เติมสารละลายมาตรฐานจากขวด ๒๕๐ cc. ลงใน volumetric flsk ขนาด ๕๐ cc. จำนวน ๘ ขวด โดยใช้ปริมาตรตามลำดับดังนี้ ๐, ๒, ๔, ๖, ๘, ๑๐, ๑๕ ๒๐ และ ๒๕ cc.

เอาสารละลาย Lanthanum Chloride (10 %La) เติมลงใน volumetric flask นั้นใบละ ๒ cc. เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร ๕๐ cc. แล้วเขย่าให้สารละลายในขวดเข้ากัน

๔. <u>การเตรียมสารละลายตัวอย่างสำหรับวัดปริมาณของแคลเซียมและแมกนีเซียม</u>

ใช้ bulb pipette ขนาด ๑ cc. ดูดสารละลาย ๑ cc. จากขวด ๑๐๐๐ cc. ที่เตรียมไว้ ถ่ายลงในขวด volumetric flask ขนาด ๒๕ cc. เติมสารละลาย Lanthanum Chloride ลงในขวด volumetric flask ขวดละ ๑ cc. เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร ๒๕ cc.

๕. <u>การวัดปริมาณ(ความเข้มข้น) ของแคลเซียมและแมกนีเซียม โดย Atomic Absorption Spectophotometer (A.A.S.)</u>

ตั้งเครื่อง SP 90 Spectrophotometer สำหรับวัดแมกนีเซียม ให้เครื่องดูดสารละลายมาตรฐานซึ่งเตรียมในหัวข้อ ๓ และสารละลายตัวอย่างที่เตรียมในหัวข้อ ๔ ตามลำดับดังนี้

๕.๑ ดูดสารละลายมาตรฐานทุกขวดโดยดูดขวดที่มีความเข้มข้นของแมกนีเซียมสูงที่สุดเป็นขวดแรก

๕.๒ ดูดสารละลายในขวดที่เข้มข้นที่สุดอีกครั้ง ถ้าได้ผลต่างกับครั้งแรกมาก ให้ดูดสารละลายมาตรฐานอีกครั้ง ถ้าได้ผลใกล้เคียงกันก็ให้ดูดสารละลายตัวอย่างได้

๕.๓ ดูดสารละลายตัวอย่างทุกขวด ระหว่างดูดสารละลายจากขวดตัวอย่าง ก็ให้ดูดสารละลายมาตรฐานในขวดที่จะให้ผลใกล้เคียงกันที่สุดกับผลของตัวอย่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

๕.๔ หลังจากดูสารละลายตัวอย่างทุกขวดเสร็จแล้ว ดูดสารละลายมาตรฐานอีกครั้งหนึ่ง

จากนั้นนำผลอันนี้ไปคำนวณหาปริมาณแมกนีเซียมได้

ตั้งเครื่อง SP 90 A Spectrophotometer สำหรับวัดแคลเซียม ใช้สารละลายมาตรฐานและสารละลายตัวอย่างเติม ดำเนินวิธีการเดียวกันกับการหาแมกนีเซียม เมื่อได้ผลมาก็นำมาคำนวณปริมาณของแคลเซียมได้

๖. การเตรียมสารละลายมาตรฐานของเหล็ก

Reagent สำหรับหาเหล็กประกอบด้วย Sodium acetate, 1 M ; Acetic acid, 1 M; Hydroxylammonium chloride, 4 % W/V. ; O-Phenanthroline, 0.2 % W/V. ; ละลายในน้ำกลั่น

ชั่ง ammonium ferrous sulphate $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2, 6H_2O$ หนัก ๐.๔๙๔๗๗ กรัม ซึ่งประกอบด้วย Fe_2O_3 ๐.๐๙๙๙๙๘ กรัม เติมลงใน volumetric flask ขนาด ๑๐๐๐ cc. จนหมด เติมกรดเกลือเข้มข้น ๑๐ cc. แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร ๑๐๐๐cc. เขย่าให้เข้ากัน

นำสารละลาย $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2, 6H_2O$ จาก flask ที่เตรียมไว้ ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด ๕๐ cc. ๖ ใบ โดยมีปริมาตรตามลำดับดังนี้ ๐, ๐.๕, ๑.๐ ๑.๕, ๒.๐, และ ๒.๕ cc. เติม reagent ลงในขวดที่ใส่สารละลายขวดละ ๕ cc. ทั้ง ๖ ขวด แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร ๕๐ cc. เขย่าให้สารละลายเข้ากัน

๗. การเตรียมสารละลายตัวอย่างสำหรับวัดปริมาณเหล็ก

เติม reagent สำหรับหาเหล็กลงในขวด volumetric flask ขนาด ๕๐ cc. ๑๔ ใบ ๆ ละ ๕ cc. เตรียมสารละลาย ๑๐๐ cc. ซึ่งประกอบด้วย sodium carbonate, Na_2CO_3 2.6 % (W/V) ละลายในน้ำกลั่น สารละลายนี้มีความเป็นด่างประมาณ ๐.๕ N ใส่สารละลาย Na_2CO_3 ประมาณ ๐.๕ N ลงในขวดซึ่งบรรจุ reagent สำหรับหาเหล็กอยู่แล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขวดละ ๕ cc, เขย่าขวดให้สารละลายเข้ากัน ดูดสารละลายตัวอย่าง

ใส่ลงในขวดที่บรรจุ reagent หาเหล็กกับ Na_2CO_3 ขวดละ ๒๕ cc. แล้วเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร ๕๐ cc. เขย่าขวดให้สารละลายเข้ากัน แล้วนำมาวัดปริมาณ(ความเข้มข้น)ของเหล็กโดย Spectrophotometer.(Prewette, W. 1976. Chemical Analysis Lecture Note. Department of Geological Science, Chiang Mai University.)

การวัดปริมาณแร่ของ Kazi (1975) โดย x-ray Diffraction

การเตรียมตัวอย่าง จะต้องเตรียมตัวอย่างแบบ oriented sample เพราะเหตุว่าการเตรียมตัวอย่างแบบนี้ ทำให้ partile ส่วนใหญ่วางตัวในแนว basal plane ซึ่งจำนวนของ partile จะสัมพันธ์กับ intensity ของ X-ray diffraction

การใช้เครื่อง X-ray- ใช้ nickle เป็น filter copper radiation generated ที่ ๓๐ kilovolts และ ๒๐ milliamperes ช่องให้แสงผ่าน (beam slit) ๐.๖ มิลลิเมตร ช่องรับแสง (detector slit) ๐.๒ มิลลิเมตร อัตราหมุน (scanning) ๑° ต่อนาที เมื่อได้ peak มาก็นำมาหา peak size ซึ่งสัมพันธ์กับ diffraction intensity เขาเสนอวิธีวัด peak size ไว้ ๔ แบบ

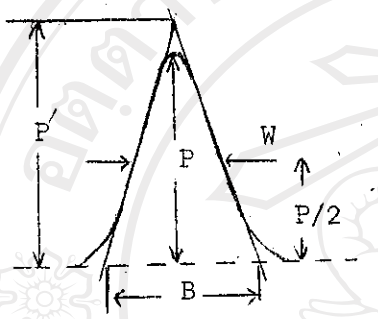
๑. ความสูงของ peak (peak hight) โดยวัดจากฐานถึงจุดสูงสุด (P)

๒. Corrected Peak Height วิธีนี้ต้องลาก curve ให้เป็นรูปสามเหลี่ยม แล้ววัดความสูงจากฐานถึงจุดสูงสุดของสามเหลี่ยม (P')

๓. Approximate Triangle area คำนวณจากความสูง x ความกว้างที่ครึ่งหนึ่งของความสูง (PxW)

๔. Corrected Triangle area คำนวณจาก $\frac{1}{2}$ของความสูงของสามเหลี่ยม x ฐานของสามเหลี่ยม $(\frac{P \times B}{2})$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



P Peak heigh

P´ Corrected peak height

P x W Approximate triangle

$\frac{P' \times B}{2}$ Corrected triangle

ในการศึกษาแร่ประกอบหินครั้งนี้ได้อาศัยหลักการและวิธีการเดียวกันนี้ เมื่อได้ peak มาตรฐานของแร่แต่ละชนิดแล้ว ก็นำ peak ที่ได้จากตัวอย่างต่าง ๆ มาเทียบกับ peak มาตรฐานก็ได้ปริมาณแร่แต่ละชนิดออกมาโดยใช้เทียบ peak area.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หนังสืออ้างอิง

Baum, F., and others. 1970. On the Geology of Northern Thailand. Beiheftezum Geologisches Jahrbuch, Heft 102, Hannover. 24 p. 1 map.

Brown, G. 1961. The X-Ray Identification and Crystal Structure of Clay Minerals. Mineralogical Society, London. 544 p.

Brown, G. F., and S. Buravas et al. 1953. Geologic Reconaissance of the Mineral Deposit of Thailand. Roy. Dept. Mines Geol. Surv. Mem. 1.

Bunopas, S. 1976. Stratigraphic Succession in Thailand - A Preliminary Summary. Journal of the Geological Society of Thailand. V. 2. No. 1-2. p. 31-58.

Chilingarian, G., and K. H. Walf. 1975. Compaction of Coarse-Grained Sediments, I. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam Oxford, New York. p. 23, 113.

Conglakmani, C. 1972. Stratigraphy of the Triassic Lampang Group in Northern Thailand. Report No. 405. in file of Geological Survey Division, DMR. Bangkok (in Thai, unpublished).

_____. 1973. Notes on the Triassic Paleogeography of Northern Thailand. GST Newsletter. V . 6, No. 1, p. 7-14.

Conybeare, C. E. B., and K. A. W. Crook. 1968. Manual of Sedimentary

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Structure. Department of Natural Development Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics. Bulletin No. 102. 327 p.

Department of Mineral Resources. 1978. Mineral Statistics of Thailand (1960-1978). Statistic Section. Economic and Information Division.

Dorsser, H. J. 1970. Geomorphology. International Institute Aerial Survey and Earth Sciences Enschede. 23 p.

Dunbar, C. O., and J. Rodgers. 1957. Principles of Stratigraphy. John Wiley & Sons, Inc., New York. 356 p.

Folk, R. L. 1959. Petrology of Sedimentary Rocks. The University of Texas. 154 p.

Goddard, E. N. (Chairman). 1963. Rock-Color Chart. The Geological Society of America, New York.

Greensmith, J. T. 1965. Petrology of the Sedimentary Rocks. Thomas Murby & Co., 408 p.

Javanaphet, J. C. 1969. Geological Map of Thailand. Scale 1:1,000,000. DMR.

Kazi, A. 1975. Quantitative Fabric Analysis of Drammen Clay Using X-Ray Diffraction Technique. Journal of Sedimentary Petrology. Vol. 45, No. 4. p. 883-890.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Krumbein, W. C., and L. L. Sloss. 1963. Stratigraphy and Sedimentation. San Francisco, W. H. Freeman. 497 p.

Krumbeck, L. 1974. Obere Trias Von Sumatra. Palaeontographica. Supplement IV. Stuttgart. p. 199-266.

Kummel, B. 1960. Triassic Ammonoids from Thailand. Jour. Pal. Vol. 39, No. 4. p. 682-694.

Lee, W. M. 1923. Reconaissance Geological Report of the Districs of Payap and Maharastra, Northern Siam. Dept. of State Railways, Bangkok. 16 p.

Milner, H. B. 1962. Sedimentary Petrography. George Allem & Unwin, Ltd. V. 1, 643 p.

Moore, R. C. 1957. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part L. Mollusca 4. Lawrence, Kansas, Geological Society of America and University of Kansas Press.

_____. 1969. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part N. V. 1-3. Mollusca 6. Lawrence, Kansas, Geological Society of America and University of Kansas Press, N 952 p.

_____. 1965. Treatise on Invertebrate Paleontology. Part H. Brachiopod. Lawrence, Kansas. Geological Society of America and University of Kansas Press.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved