



245 10

รายงานฉบับสมบูรณ์

246 30

คุณภาพของหินคาร์บอเนตในภาคใต้ตอนบนของ

ประเทศไทย *๑๐๐ ๑๐๐, ๕๐๐*

Quality of Carbonate Rocks in Upper Southern
Thailand

โดย

๑๐๐ ๐๖ ๕๐
คุณพล ตันนโยภาส และ กัญญาณี คุปตานนท์ *๕๐ ผู้วิจัยร่วม*

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2538

๕๐ ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และโลหะวิทยา คณะวิศวกรรมศาสตร์

๕๐ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2540

050

๑๐๐ ๕๐

เลขที่: GE462.C36 ๓3๗

เลขที่: ๒๕๑๐ ค. ๑

1/1/0 2541/

Order Key.....12400

BIB Key.....138388

บทคัดย่อ

การพัฒนาเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วในภาคใต้ประเทศไทย หินคาร์บอเนตได้นำมาใช้ในงานด้านการก่อสร้าง และอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อย่างมากมายและแพร่หลาย แต่ยังคงขาดการศึกษาอย่างจริงจังถึงสมบัติของหินคาร์บอเนต ถึงความเหมาะสมในการนำทรัพยากรชนิดนี้มาใช้อย่างจริงจัง ก่อให้เกิดความสูญเสียและขาดการจัดการใช้ทรัพยากรอย่างแบบยั่งยืน

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ในภาคใต้ตอนบน 4 จังหวัด อันได้แก่ พังงา นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี ชุมพร ซึ่งหินคาร์บอเนตส่วนใหญ่ปรากฏอยู่ตั้งแต่ในยุคออร์โดวิเซียน และ เพอร์เมียน การศึกษามุ่งเน้นไปในด้านคุณสมบัติ เคมี กายภาพ และเชิงกล พบว่าหินคาร์บอเนตหลายบริเวณ มีศักยภาพความเหมาะสมในด้านอุตสาหกรรมก่อสร้างและซีเมนต์

ABSTRACT

The economic development is rapidly expanded in Southern Thailand. Most of carbonate rocks are used as construction materials and industrial mineral productions. Without considering their exact properties and qualities will be losted the management of sustainable mineral resources.

This research was carried out in scope of the upper southern Thailand area, which covered four provinces such as Phang-Nga, Nakhonsithammarat, Surat Thani and Chumpol. It was mostly found that the rock formations of Ordovician and Permian ages. The main experimental investigation are deep of chemical, physical and mechanical properties.

From preliminary results which revealed that they can be provided of concrete aggregates and cement products.

สารบัญ

หน้า

ปกใน	
สารบัญ	๒
รายการรูปภาพ	๔
รายการตาราง	๗
บทคัดย่อ	๑๑
Abstract	๑๑

1. บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์	6
1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	7
1.4 บริเวณที่ศึกษาและการเข้าถึง	8
1.5 งานที่เคยศึกษามา	9

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 วัสดุ	11
2.2 อุปกรณ์	11
2.3 วิธีการ	12

3. ผลวิจัย

3.1 ลักษณะธรณีวิทยาของหินคาร์บอเนตเขตในภาคใต้ตอนบน	19
3.2 หินคาร์บอเนตจังหวัดพังงา	21
3.3 สมบัติทางเคมี กายภาพ และเชิงกลของ หินคาร์บอเนตพื้นที่จังหวัดพังงา	26

3.4	หินคาร์บอเนตจังหวัดนครศรีธรรมราช	36
3.5	สมบัติทางเคมี กายภาพ และเชิงกล ของหินคาร์บอเนตพื้นที่นครศรีธรรมราช	42
3.6	หินคาร์บอเนตจังหวัดสุราษฎร์ธานี	55
3.7	ลักษณะทางเคมี กายภาพ และเชิงกล ของหินคาร์บอเนตพื้นที่สุราษฎร์ธานี	58
3.8	หินคาร์บอเนตจังหวัดชุมพร	72
3.9	ลักษณะทางเคมี กายภาพ และเชิงกล ของหินคาร์บอเนตพื้นที่ชุมพร	77
3.10	การวิเคราะห์หารถคดอยเชิงเส้น	83
3.11	ระบบฐานข้อมูลคุณภาพหิน	93
	4. สรุปผลและเสนอแนะ	95
	เอกสารอ้างอิง	97
	ภาคผนวก	100
	ก กราฟของการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์	100
	ข การกำหนดพื้นที่แหล่งหินอุตสาหกรรมภาคใต้ โดยกรมทรัพยากรธรณี	114
	รายการรูปภาพ	๔
	รายการตาราง	..๕

รายการรูปภาพ

รูปที่	เนื้อหา	หน้า
1	เส้นทางคมนาคมหลักเชื่อมโยงระหว่างจังหวัดในภาคใต้ตอน	5
2	แผนที่แสดงเส้นทางเข้าถึงและสถานที่เก็บตัวอย่าง	9
3	แผนที่แสดงจำนวนโรงโม่หินคาร์บอนเนตในภาคใต้	10
4	การเกิดด้วยโครงสร้างปฐมภูมิ ก) น้ำทะเลย้อนกลับ ข) ไหลเวียนน้ำร้อน ใต้พิภพ และ ค) ปนเหนียวนำการไหลเวียนน้ำทะเล	17
5	การเกิดโดยโครงสร้างทุติยภูมิ	18
6	แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณเขตจังหวัดพังงา	23
7	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงโม่หินสหกิจภักดี	24
8	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงโม่หินภูเก็ตสินชัย	25
9	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงโม่หินฉัฐพงษ์ศิลา	25
10	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งบริษัทผาทองพัฒนา	26
9	ภาพถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 4 เท่า ของแผ่นหินขัดบาง ด้วยแสงทิศทางเดียว (polarised light) เมื่อ cross nicol ของ โรงโม่หิน ก) หงก โรงโม่หินสหกิจ ข) โรงโม่หินภูเก็ตสินชัย และ ค) โรงโม่หินฉัฐพงษ์ศิลา	28
10	ลักษณะตัวอย่างหลังทดสอบการขัดสีแบบลอสแอนเจลิสของจังหวัดพังงา	33
11	ลักษณะก้อนตัวอย่างทดสอบกำลังอัดแกนเดียวของแหล่ง ก) สหกิจ ภักดี ข) ภูเก็ต สินชัย และ ค) ฉัฐพงษ์ศิลา	34
12	รูปแบบพิบัติของก้อนตัวอย่างหลังทดสอบกำลังอัดแกนเดียวของแหล่ง ก) สหกิจ ภักดี ข) ภูเก็ต สินชัย และ ค) ฉัฐพงษ์ศิลา	35
13	แผนที่ธรณีวิทยาเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช	37
14	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงโม่หินนครรัตนศิลา	38
15	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงโม่หินภูเก็ตสินชัย	39
16	ลักษณะเนื้อหินของแหล่งโรงโม่หินศิลาอารี	39
17	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงโม่หินผาทอง	40

รูปที่	เนื้อหา	หน้า
18	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่ง บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์	41
19	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่ง บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)	42
20	ภาพถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 4 เท่า ของแผ่นหินขัดบาง ด้วยแสงทิศทางเดียว (polarised light) เมื่อ cross nicol ของโรงไม้หิน ก) นครรัตนศิลา ข) ผาทองศิลา ค) บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์ และ ง) บ.ศิลาอารี	45
21	ลักษณะมวลรวมหลังทดสอบการขัดสีแบบลอสแอนเจลิส ของแหล่งปูนซิเมนต์ทุ่งสง	49
22	ลักษณะบางก้อนตัวอย่างหินก่อนทดสอบกำลังอัดแกนเดียวของโรงไม้หิน ก) นครรัตนศิลา ข) ศิลาอารี ค) ผาทองและ ง) บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์ และ จ) บ.ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด	51
23	รูปแบบพิบัติของบางก้อนตัวอย่างหลังทดสอบกำลังอัดแกนเดียวของ ก) นครรัตนศิลา ข) ผาทอง และ ค) บ.ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด	53
24	แผนที่ธรณีวิทยาทั่วไปของจังหวัดสุราษฎร์ธานี	56
25	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงไม้หินสุราษฎร์ผาทอง	58
26	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงไม้หินทวิกุล	59
27	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงไม้หินทรัพย์ศิลา	59
28	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งบริษัทศิริชัยสุราษฎร์	60
29	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งบริษัทวงศ์วิวิ	60
30	ภาพถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 4 เท่า ของแผ่นหินขัดบาง ด้วยแสงทิศทางเดียว (polarised light) เมื่อ cross nicol ของโรงไม้หิน ก) ทวิกุล ข) สุราษฎร์ผาทอง ค) ทรัพย์ศิลา ง) ศิริชัยสุราษฎร์ และ จ) บ.วงศ์วิวิ จำกัด	63
31	ก้อนตัวอย่างทดสอบกำลังอัดแกนเดียวของโรงไม้หิน ก) สุราษฎร์ผาทอง ข) ทวิกุล ค) ทรัพย์ศิลา ง) ศิริชัยสุราษฎร์ และ จ) บ.วงศ์วิวิ จำกัด	68
32	รูปแบบพิบัติของบางก้อนตัวอย่างหลังทดสอบกำลังอัดแกนเดียวของ ก) นครรัตนศิลา ข) ผาทอง และ ค) บ.ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด	70
33	แผนที่ธรณีวิทยาทั่วไปเขตจังหวัดชุมพร	73

รูปที่	เนื้อหา	หน้า
34	แนวเทือกหินที่แสดงการมีรอยเลื่อนพาดผ่านของเขาทะเลดู	74
38	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่ง โรงไม้หินพิบูลย์พัฒนา	75
39	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่ง โรงไม้หินชุมพรการศิลา	76
40	ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งบริษัทยู ดี เอส ไมนิ่ง จำกัด	76
41	ภาพถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 4 เท่า ของแผ่นหินขัดบาง ด้วยแสงทิศทางเดียว (polarised light) เมื่อ cross nicol ของโรงไม้หิน	
	ก) พิบูลย์พัฒนา ข) ชุมพรการศิลา ค) บริษัทยู ดี เอส ไมนิ่ง จำกัด	79
42	ลักษณะก่อนตัวอย่างหินก่อนการทดสอบกำลังอัดแกนเดียวของโรงไม้หิน	
	ก) พิบูลย์พัฒนา ข) ชุมพรการศิลา ค) บริษัทยู ดี เอส ไมนิ่ง จำกัด	84
43	รูปแบบพิบัติของบางก่อนตัวอย่างหลังทดสอบกำลังอัดแกนเดียวของ	
	ก) พิบูลย์พัฒนา ข) ชุมพรการศิลา ค) บริษัทยู ดี เอส ไมนิ่ง จำกัด	85
44	สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของความพรุนกับการดูดซึมน้ำ	87
45	สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของความพรุนอัตราส่วนช่องว่าง	87
46	สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของการดูดซึมน้ำกับอัตราส่วนช่องว่าง	88
47	สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของการดูดซึมน้ำกับค่า CaO	88
48	สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของความหนาแน่นกับความขาว	89
49	สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของความหนาแน่นกับความขาวสว่าง	89
50	สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของความขาวสว่างกับความขาว	90
51	สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นระหว่างความพรุนกับ	
	ความสึกหรอบแบบลอสแอนเจลิส	90
52	สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นระหว่างการดูดซึมน้ำกับ	
	ความสึกหรอบแบบลอสแอนเจลิส	91
53	สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นระหว่างอัตราส่วนช่องว่างกับ	
	ความสึกหรอบแบบลอสแอนเจลิส	91
54	สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นระหว่างความสึกหรอบแบบลอสแอนเจลิสกับ	
	การดูดซึมน้ำ	92
55	สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นระหว่างกำลังแรงกดจุดกับความขาว	92
56	สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นระหว่างแรงกดจุดกับ	

รูปที่

เนื้อหา

หน้า

	ความลึกหรือแบบลอสเองเจลีส	93
57	แผนที่แสดงคุณภาพหินคาร์บอนेटในภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย	94

รายการตาราง

ตารางที่	เนื้อหา	หน้า
5	การจำแนกหินคาร์บอเนตตามองค์ประกอบ MgO	15
6	การจำแนกหินคาร์บอเนตตามความบริสุทธิ์	15
7	การจำแนกหินคาร์บอเนตตามการใช้งานอุตสาหกรรม	16
8	ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแร่ในหินคาร์บอเนตพื้นที่ จ.พังงา	22
9	ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแร่ในหินคาร์บอเนตพื้นที่ จ.พังงา	26
10	ผลวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ในหินคาร์บอเนตเขตพื้นที่ จ.พังงา	27
11	ผลทดสอบความขาวและขาวสว่างของหินคาร์บอเนตเขตพื้นที่ จ.พังงา	27
12	แสดงผลค่าปริมาณความชื้นของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.พังงา	29
13	แสดงผลค่าความพรุนของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.พังงา	29
14	แสดงผลค่าความหนาแน่นของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.พังงา	30
15	แสดงผลค่าการดูดซึมน้ำของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.พังงา	30
16	ค่าระดับชั้นของการอิมพิวเตอร์น้ำของหินคาร์บอเนตในพื้นที่จังหวัดพังงา	30
17	ผลคำนวณค่าอัตราส่วนช่องว่างของหินคาร์บอเนตในพื้นที่จังหวัดพังงา	31
18	ผลทดสอบการขัดสีแบบลอสแอนเจลิสของหินคาร์บอเนตเขตพื้นที่จังหวัดพังงา	31
19	ค่าหมอนมิกต์ที่ได้ปรับแก้ของหินคาร์บอเนตเขตจังหวัดพังงา	32
20	แปลงค่าเฉลี่ยหมอนมิกต์เป็นกำลังอัดของหินคาร์บอเนตเขตจังหวัดพังงา	32
21	ผลทดสอบค่าดัชนีกำลังแรงกดจุดของหินคาร์บอเนตในพื้นที่จังหวัดพังงา	32
22	ผลทดสอบค่ากำลังอัดแกนเดียวของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.พังงา	33
22	ค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบหลักในหินคาร์บอเนตของพื้นที่ โรงปูนทุ่งสง	41
23	ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแร่ ในหินคาร์บอเนตของพื้นที่ จ. นครศรีธรรมราช	43
24	ผลวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ใน หินคาร์บอเนตเขตพื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช	43
25	ผลทดสอบความขาวและขาวสว่างของ หินคาร์บอเนตเขตพื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช	44
26	แสดงผลค่าปริมาณความชื้นของหินคาร์บอเนตในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช	46

ตารางที่	เนื้อหา	หน้า
27	แสดงผลค่าความพรุนของหินคาร์บอเนตในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช	47
28	แสดงค่าความหนาแน่นของหินคาร์บอเนตในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช	47
29	แสดงผลค่าการดูดซึมน้ำของหินคาร์บอเนตในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช	47
30	ค่าระดับชั้นของการอิมตัวด้วยน้ำของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช	48
31	ผลคำนวณค่าอัตราส่วนช่องว่างของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช	48
32	ผลทดสอบการขัดสีแบบลอสแอนเจลิสของ หินคาร์บอเนตเขตพื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช	49
33	ค่าหม้อนมิกต์ที่ได้ปรับแก้ของหินคาร์บอเนตเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช	50
34	แปลงค่าเฉลี่ยหม้อนมิกต์เป็นกำลังอัดของ หินคาร์บอเนตเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช	50
35	ผลทดสอบค่าดัชนีกำลังแรงกดจุดของหินคาร์บอเนต ในพื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช	50
36	ผลทดสอบค่ากำลังอัดแกนเดียวของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช	51
37	ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแร่ ในหินคาร์บอเนตเขตพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี	58
38	ผลวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ ในหินคาร์บอเนตเขตพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี	61
39	ผลทดสอบความขาวและขาวสว่างของหินคาร์บอเนตเขตพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี	61
40	แสดงผลค่าปริมาณความชื้นของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี	64
41	แสดงผลค่าความพรุนของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี	64
42	แสดงผลค่าความหนาแน่นของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี	65
43	แสดงผลค่าการดูดซึมน้ำของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี	65
44	ค่าระดับชั้นของการอิมตัวด้วยน้ำของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี	65
45	ผลคำนวณค่าอัตราส่วนช่องว่างของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี	66
46	ผลทดสอบค่าการขัดสีแบบลอสแอนเจลิสของ คาร์บอเนตเขตพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี	66
47	ค่าหม้อนมิกต์ที่ได้ปรับแก้ของหินคาร์บอเนตเขต จ.สุราษฎร์ธานี	67
48	แปลงค่าเฉลี่ยหม้อนมิกต์เป็นกำลังอัดของ	

ตารางที่	เนื้อหา	หน้า
	หินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี	67
49	ค่าดัชนีกำลังแรงกดจุดของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี	69
50	ผลทดสอบค่ากำลังอัดแกนเดียวของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี	68
51	ผลวิเคราะห์ทางเคมีของหินคาร์บอเนตในพื้นที่จังหวัดชุมพร	74
52	ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแร่ในหินคาร์บอเนตพื้นที่จังหวัดชุมพร	77
53	ผลวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ในหินคาร์บอเนตเขตพื้นที่จังหวัดชุมพร	77
54	ผลตรวจสอบความขาวและขาวสว่างของหินคาร์บอเนตเขตพื้นที่จังหวัดชุมพร	78
55	แสดงค่าปริมาณความชื้นของหินคาร์บอเนตในพื้นที่จังหวัดชุมพร	78
56	แสดงค่าความพรุนของหินคาร์บอเนตในพื้นที่จังหวัดชุมพร	80
57	แสดงค่าความหนาแน่นของหินคาร์บอเนตในพื้นที่จังหวัดชุมพร	80
58	แสดงผลค่าการดูดซึมน้ำของหินคาร์บอเนตในพื้นที่จังหวัดชุมพร	80
59	ค่าระดับชั้นของการอิมตัดด้วยน้ำของหินคาร์บอเนตในพื้นที่จังหวัดชุมพร	81
60	ค่าอัตราส่วนช่องว่างของหินคาร์บอเนตในพื้นที่จังหวัดชุมพร	81
61	ค่าการขจัดสีแบบลอยแองเจลิสของหินคาร์บอเนตเขตพื้นที่จังหวัดชุมพร	81
62	ค่าหมอนชนิดที่ได้อัดปรับแก้ของหินคาร์บอเนตเขตจังหวัดชุมพร	82
64	แปลงค่าเฉลี่ยหมอนชนิดที่เป็นกำลังอัดของ หินคาร์บอเนตเขตจังหวัดชุมพร	82
65	ผลทดสอบค่ากำลังแรงกดจุดของหินคาร์บอเนตในพื้นที่ จ.ชุมพร	82
66	ผลทดสอบค่ากำลังอัดแกนเดียวของหินคาร์บอเนตในพื้นที่จังหวัดชุมพร	83
68	ค่าเฉลี่ยข้อมูลวิเคราะห์ของหินคาร์บอเนตภาคใต้ตอนบน	83
69	ค่าทางสถิติของสมบัติธรณีเทคนิคของหินคาร์บอเนตภาคใต้ตอนบน	86
70	ผลวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของค่าสมบัติของหินคาร์บอเนตภาคใต้ตอนบน	86

หินคาร์บอนेटเป็นที่รู้จักกันดีสำหรับในประเทศไทย เพราะมีการนำมาใช้ในการก่อสร้างต่างๆ ไม่น้อยกว่า 80 % ของหินก่อสร้างทั้งหมด ซึ่งในอดีตความต้องการใช้หินคาร์บอนेटเพื่อในอุตสาหกรรมต่างๆ ภายในประเทศมีปริมาณน้อย โดยเฉพาะอุตสาหกรรมก่อสร้างและผลิตปูนซีเมนต์ ทั้งนี้เนื่องจากโครงการสาธารณูปโภคทั้งของรัฐและเอกชนมีไม่มาก แหล่งผลิตหินดังกล่าวมีเล็กน้อย การใช้จึงไม่คำนึงถึงคุณภาพถึงความเหมาะสมของวัตถุดิบมากนัก แต่ภายหลังจากที่มีนโยบายการกระจายความเจริญไปสู่ส่วนภูมิภาค ทำให้หน่วยงานในภาคได้มีวางแผนดำเนินการพัฒนาจังหวัดชายฝั่งทะเลและจังหวัดชายแดนภาคได้ เพื่อให้เป็นประตูการค้ากับประเทศเพื่อนบ้าน รวมทั้งการจัดตั้งและพัฒนานิคมอุตสาหกรรมในท้องถิ่นให้เป็นพื้นฐานรองรับอุตสาหกรรมต่างๆ ของภาค รวมถึงการสนับสนุนให้พัฒนาเป็นหัวเมืองศูนย์กลางความเจริญของภาค ซึ่งได้แก่ สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ภูเก็ต สงขลา เป็นต้น สิ่งดังกล่าวจะมีแนวโน้มถึงการบริโภคใช้หินคาร์บอนेटในภาคนี้ เพื่อตอบสนองความต้องการในโครงการก่อสร้างถนนสี่ช่องจราจร และเส้นทางคมนาคมหลัก เช่น สนามบินพานิชย์ ท่าเทียบเรือชายฝั่ง มอเตอร์เวย์ อุโมงค์ลอดทะเลสาบสงขลา นอกจากนี้ก็ยังมีโครงการอย่างอื่นอีก เช่น โครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคใต้ตอนบน (Upper Southern Seaboard) ครอบคลุมใน 6 จังหวัดภาคใต้ ได้แก่ ชุมพร สุราษฎร์ธานี พังงา ภูเก็ต กระบี่ และนครศรีธรรมราช เพื่อเชื่อมโยงพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันที่บ้านทับละมุ อ.ท้ายเหมือง จ.พังงา กับฝั่งทางด้านอ่าวไทยที่ อ.สิชล จ.นครศรีธรรมราช อันจะก่อให้เกิดเป็นสะพานเศรษฐกิจ (Land Bridge)

กอปรกับภาคเอกชนก็มีความต้องการใช้หินคาร์บอนेटในปริมาณสูงเช่นกัน แต่ปัญหาสำหรับแหล่งหินคาร์บอนेटในภาคใต้ก็คือ พื้นที่แหล่งหินชนิดนี้ส่วนใหญ่อยู่ในเขตป่าอนุรักษ์ และพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ทำให้เป็นภาระอันหนึ่งที่จะต้องคำนึงถึงอย่างมากกับคุณภาพหินที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมนั้น ว่ามีความเหมาะสมมากน้อยประการใด เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ทรัพยากรธรณีและเป็นการคำนึงถึงการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืนของประเทศสืบต่อไป

กระทรวงอุตสาหกรรม โดยกรมทรัพยากรธรณี ได้วิเคราะห์ถึงปริมาณใช้หินเพื่อก่อสร้างในปี 2538 ประมาณ 179 ล้านตัน โดยผลิตได้ในภาคใต้ 20.68 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 11.5 % นอกจากนี้ยังพบว่าความต้องการใช้ปูนซีเมนต์ขยายตัวในอัตราร้อยละ 12 ในช่วงปี 2537-2542 และขยายตัวในอัตราลดลงในปี พ.ศ. 2542-2547 ประมาณการว่าจะขยายตัวร้อยละ 8 ส่วนความต้องการใช้หินก่อสร้างในงานถนน ประมาณการว่าจะขยายตัวในร้อยละ 10 ในช่วง 5 ปีแรก และขยายตัวในอัตราที่ลดลงร้อยละ 5 ในช่วง 5 ปีต่อไป

ปริมาณการผลิตหินคาร์บอนเนตในภาคใต้ยังน้อยกว่าความต้องการใช้ ผลจากภาวะการก่อสร้างในภาคใต้ที่ขยายตัวขึ้นมากนี้เอง ทำให้ความต้องการใช้ปูนซีเมนต์ในภาคใต้สูงขึ้นเป็นเงาตามตัว ขณะที่มิโรงงานผลิตปูนซีเมนต์ของบริษัทปูนซีเมนต์ไทย (มหาชน) ที่ อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช อยู่เพียงแห่งเดียว ทำให้เกิดภาวะขาดแคลนอยู่ราว 1.07 ล้านตัน ซึ่งนับว่าเป็นการขาดแคลนในระดับสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับที่เคยขาดแคลนทั้งประเทศเฉลี่ย 1.5 ล้านตัน ในช่วงระหว่างปี 2533-2535 ซึ่งก็เป็นประเด็นให้เห็นถึงความสำคัญในการพิจารณาคุณภาพหินที่จะนำไปใช้

ปัจจุบันกรมทรัพยากรธรณีได้สำรวจแหล่งแร่หินปูนในจังหวัดทางภาคใต้ได้ทั้งสิ้น 18 แหล่งด้วยกัน เพื่อนำเสนอรัฐบาลเลือก 1 แหล่ง ในการเปิดสร้างโรงงานปูนซีเมนต์ เพื่อแก้ไขสถานะการณ์ขาดแคลนปูนซีเมนต์และเสริมความมั่นคงอุตสาหกรรมก่อสร้างในภาคใต้ (ภาคผนวก ก)

1.1 วัตถุประสงค์

เป้าหมายหลักในการวิจัยเรื่องนี้ พอแบ่งออกได้ 5 ข้อ คือ

1. ศึกษาสมบัติของหินคาร์บอนเนต ในด้านศิลาวรรณนา (petrography) เคมี กายภาพและเชิงกล ที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมก่อสร้าง และอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้หินชนิดนี้เป็นวัตถุดิบ
2. ศึกษาการแพร่กระจายและขอบเขตของหินคาร์บอนเนตแต่ละชนิดในภาคใต้ตอนล่าง
3. ศึกษาการกำเนิดทางธรณีวิทยาของหินดังกล่าว
4. เปรียบเทียบสมบัติเชิงกลในสนามกับในห้องปฏิบัติการทดสอบ
5. หาความสัมพันธ์ที่ใช้เป็นสมบัติดัชนีของหินชนิดนี้ เพื่อหาความเหมาะสมสำหรับเป็นแนวทางในการตั้งข้อกำหนดหรือมาตรฐานสำหรับวัสดุนำไปใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง และผลิตภัณฑ์

1.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นฐานข้อมูลและสารสนเทศของวัตถุดิบแก่หน่วยงานของรัฐ (กรมทรัพยากรธรณี กรมที่ดิน) และหน่วยงานเอกชน (สมาคมอุตสาหกรรมย่อยหินไทย) ที่จะนำไปใช้ในการดำเนินงานด้านอุตสาหกรรมแร่ในภาคใต้
2. เป็นแนวทางการวางแผนจัดการทรัพยากรแร่แบบยั่งยืน โดยให้สอดคล้องกับชนิดของแผนลงทุนอุตสาหกรรมที่จะเกิดในอนาคต
3. ให้ทราบถึงคุณภาพของหินในแต่ละแหล่ง ว่ามีความเหมาะสมในการทำอุตสาหกรรมประเภทใด
4. ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติต่างๆ ของหินคาร์บอนเนต
5. เป็นแนวทางในการตั้งข้อกำหนดหรือมาตรฐานสำหรับวัตถุดิบ ที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้างและผลิตภัณฑ์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาหินพวกคาร์บอนเนตที่โผล่ในภาคใต้ ตั้งแต่ยุคพรีแคมเบรียน (Precambrian) จนถึงยุคควอเทอร์นารี (Quaternary) โดยอายุของยุคนั้นนำมาจากเอกสารอ้างอิงที่มีการพิมพ์เผยแพร่ไว้ ซึ่งแหล่งที่ศึกษานั้นมีปริมาณหินคาร์บอนเนตมากพอในการนำมาใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ โรงไม้ บด ย่อยหิน และแหล่งหินที่คาดว่าจะจะเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ ผลิตภัณฑ์ทางเคมี

การทดสอบและวิเคราะห์มุ่งเน้นไปในเนื้อหาของปริมาณของแร่องค์ประกอบ สมบัติทางกายภาพ และเชิงกล โดยอาศัยวิธีเทคนิคด้านธรณีเทคนิค เคมี พอลิเมอร์แบ่งแยกออกเป็นกลุ่มใหญ่ได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

1. สมบัติเชิงกล ประกอบด้วยกัน 4 ชนิด คือ
 - * การทนความขัดสีแบบลอสแอนเจลิส (Los Angeles abrasion, LAA)
 - * การทดสอบการอัดแกนเดียว (Uniaxial Compression Test)
 - * การทดสอบแรงกดจุด (Point Load Test)
 - * การทดสอบความแข็งกระดอนของหมอนชมิคต์ (Schmidt Rebound Hammer Test)
2. สมบัติทางกายภาพ ประกอบด้วยกัน 7 อย่างคือ
 - * การตรวจสอบทางศิลาวรรณนา (Petrographic Examination)
 - * ความชื้น (Moisture Content) หรือปริมาณน้ำตามธรรมชาติ (Water Content)
 - * ความหนาแน่นรวม (Bulk Density)

- * การดูดซึมน้ำ (Water Absorption)
- * ความพรุน (Porosity)
- * ระดับขั้นของการอิ่มตัวด้วยน้ำ (Degree of Saturation)
- * ความขาวและความขาวสว่าง (Whiteness and Brightness)

3. สมบัติทางเคมี เพื่อหาองค์ประกอบของแร่ โดยใช้เทคนิคและวิธีการของ

- * Complexometric Titration Method
- * เทคนิคการดูดซึมเชิงอะตอม (Atomic Absorption Technique)
- * การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (X-Ray Diffraction)

4. การจัดทำฐานข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System-GIS) เพื่อแสดงปริมาณแหล่งและคุณภาพหินคาร์บอนเนต

1.4 บริเวณที่ศึกษาและการเข้าถึง

งานวิจัยนี้ได้ทำต่อเนื่องมาจากการศึกษาหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ซึ่งถือว่าเป็นช่วงที่สอง ได้ปฏิบัติดำเนินการในพื้นที่หินคาร์บอนเนต ซึ่งโผล่ในภาคใต้ตอนบน (รูปที่ 1) อันประกอบไปด้วยจังหวัดต่าง ๆ ดังนี้ พังงา ภูเก็ต นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี ชุมพร และระนอง โดยเน้นเก็บตาม โรงโม่ บด ย่อยหิน และ โรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ (รูปที่ 2-3)

อนึ่งเนื่องจากพื้นที่ จังหวัดภูเก็ตและระนอง ในขณะที่ทำวิจัยอยู่นี้ยังไม่ปรากฏมีการทำอุตสาหกรรมด้วยหินคาร์บอนเนตอย่างเป็นรูปธรรมเด่นชัด จึงไม่มีการแสดงผลของจังหวัดดังกล่าว ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างจากแหล่งทั้งหมด 16 แหล่ง ได้แก่

1.4.1 บริเวณเขตจังหวัดพังงา

แหล่งหินสามารถแบ่งออกได้ตามเส้นทางอยู่ 2 กลุ่ม คือ

1. โรงโม่หินสหกิจภักดี

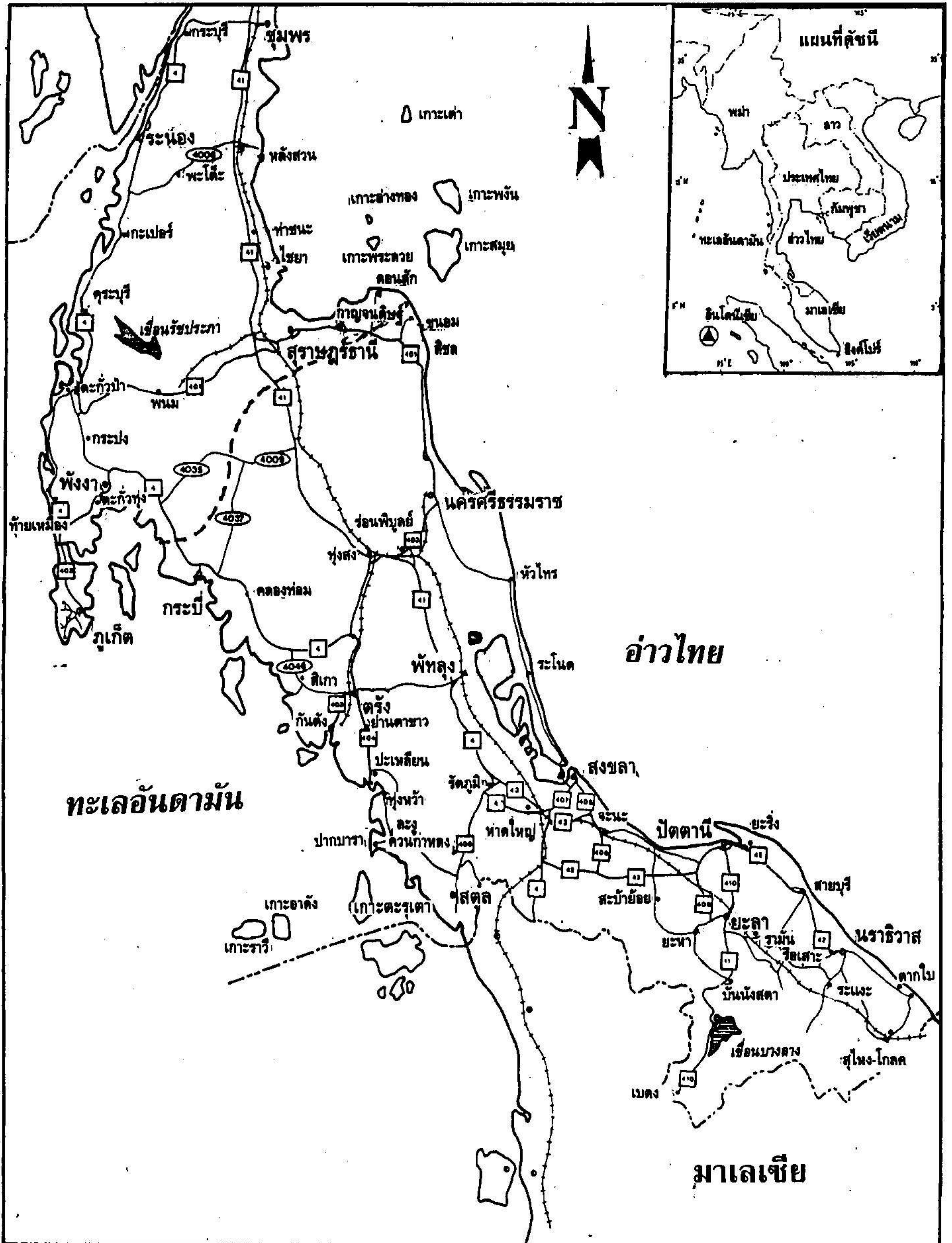
ทางหลวงหมายเลข 4 ตอน อ.ตะกั่วทุ่ง-ทางแยกไปกะปง ตรงกิโลเมตรที่ 34+900 ด้านขวาของทางอีก 150 ม. แหล่งหินชื่อ *เขาผึ้ง* เป็นเขาขนาดเล็กตั้งอยู่บนที่ราบ

2. โรงโม่หินภูเก็ตสินชัย

ทางหลวงหมายเลข 4 (A2) ตอน อ.เมือง-อ.ทับปุด ตรงหลักกิโลเมตรที่ 7+800 ด้านซ้ายของทางอีก 8 กิโลเมตร แหล่งหินชื่อ *เขาบางเตย*

3. โรงโม่หินณัฐพงศ์ศิลา

ทางหลวงหมายเลข 4 (A2) ตอนพังงา-ทับปุด ตั้งอยู่ตรงหลักกิโลเมตรที่ 7+800 ด้านซ้ายของทางอีก 6,500 ม. แหล่งหินชื่อ *เขาบางเตย*



รูปที่ 1 เส้นทางคมนาคมหลักเชื่อมโยงระหว่างจังหวัดในภาคใต้ตอนบน

4. บริษัทผาทองพัฒนา

ทางหลวงหมายเลข 4 (A2) ช่วงระหว่าง จ.พังงา-อ.ทับปุด ตั้งอยู่ตรงหลักกิโลเมตรที่ 7+800 ด้านซ้ายของทางอีกประมาณ 7,500 ม. แหล่งหินชื่อ *เขาบางเตย*

1.4.2 บริเวณเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช

ส่วนใหญ่เป็นแหล่งหินเก่าจะอยู่ใน อ.ร้อนพิบูลย์

1. โรงโม่หินนครรัตนศิลา

บนทางหลวงหมายเลข 403 ช่วง นครศรีธรรมราช-อ.ร้อนพิบูลย์ ตรงหลักกิโลเมตรที่ 19+900 เลี้ยวทางขวา 1,500 ม. แหล่งหินชื่อ *เขาแดง* เข้าทางวัดถ้ำเขาแดง ตั้งอยู่ที่ ต.หินตก อ.ร้อนพิบูลย์

2. โรงโม่หินศิลาอารี

บนทางหลวงหมายเลข 403 ช่วง นครศรีธรรมราช-อ.ร้อนพิบูลย์ ตรงหลักกิโลเมตรที่ 22+650 เลี้ยวทางขวา 400 ม. แหล่งหินเป็นเทือกเขาชื่อ *เขาปัดโวก* ซึ่งเป็นแหล่งเดียวกับของโรงโม่หินวังศิลา โรงโม่หินศิลาไทย และบริษัทมานะศิลา 2537 จำกัด

3. โรงโม่หินผาทอง

เป็นของห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคล “ผาทองทุ่งสง” บนทางหลวงหมายเลข 41 ช่วงตอน อ.ทุ่งสง-อ.ร้อนพิบูลย์ ตรงหลักกิโลเมตร 243+400 เลี้ยวเข้าทางขวา แหล่งหินชื่อ *เขาประไพ* ในพื้นที่ ต.ปากแพรก อ.ทุ่งสง

4. โรงโม่หินแอลพีดีเวลลอปเมนต์

บนทางหลวงหมายเลข 41 ช่วงตอน อ.จุฬาภรณ์-อ.ทุ่งสง แยกเลี้ยวเข้าทางซ้ายทางหลวง 4227 ไปประมาณ 4 กิโลเมตร

5. บริษัทปูนซิเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)

เป็นแหล่งใหญ่ที่สุดของพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งอยู่บ้านเลขที่ 52 หมู่ 6 บ้านไร่เหนือ ตำบลที่วัง อ.ทุ่งสง ห่างจาก อ.ทุ่งสง ไปทางทิศใต้ประมาณ 8 กม. พื้นที่ทั้งหมด 229 ไร่ ใช้หินปูนประมาณ 11,520 ตัน/วัน

1.4.3 บริเวณเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี

บนทางหลวงหมายเลข 401 ตอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี-อ.พนม และ อ.กาญจนดิษฐ์-อ.สีชล นำมาทดสอบ 3 แหล่ง ดังต่อไปนี้คือ

อยู่ตรงหลักกิโลเมตรที่ 36+500 เลี้ยวเข้าทางขวา 400 ม. แหล่งหินชื่อ เขาไม้แดง และ เขายายอ่อน ตั้งอยู่ใน ต.พลาชวาส อ.กาญจนดิษฐ์

2. ห้างหุ้นส่วนจำกัด สุราษฎร์ผาทอง

บนทางหลวงหมายเลข 401 ช่วงสุราษฎร์ธานี-อ.พนม อยู่ตรงหลักกิโลเมตรที่ 47+000 เลี้ยวเข้าทางขวา 150 ม. แหล่งหินชื่อ เขาหลัก ตั้งอยู่ ต.บ้านท่าเนียนบ อ.คีรีรัฐนิคม

3. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ทรัพย์ศิลา

อยู่ตรงหลักกิโลเมตรที่ 40+400 เข้าทางซ้าย 100 ม. แหล่งหินชื่อ เขายม โดยตั้งอยู่ใน ต.พลาชวาส อ.กาญจนดิษฐ์

4. บริษัทศิลาชัยสุราษฎร์ จำกัด

อยู่บนเส้นทางระหว่าง จ.สุราษฎร์ธานี-อ.พนม ตรงหลักกิโลเมตรที่ 49+400 เข้าทางซ้าย 3,000 ม. แหล่งหินไม่มีชื่อ แต่เป็นเป็นเขาโคคต่อจากเทือกเขาวง ค้านตะวันออก ตั้งอยู่เขต ต.บ้านท่าเนียนบ อ.คีรีรัฐนิคม

5. บริษัท วงศ์วิ จำกัด

อยู่บนเส้นทางหลวงหมายเลข 4010 ประมาณ 29 กิโลเมตร ช่วงตอนกาญจนดิษฐ์- อ.สีชล เลี้ยวซ้ายเข้าทางอำเภอพระพุทธรบาท เส้นทางเข้าวัดถ้ำธรรมอุทัย ประมาณ 2 กิโลเมตร ในท้องที่ ต.ท่าอุแท แหล่งหินชื่อ เขาลิว เป็นเป็นกลุ่มเขาโคค 3 ยอด บนพื้นที่ราบลุ่ม

1.4.4 บริเวณเขตจังหวัดชุมพร

1. โรงไม้หินพิบูลย์วัฒนา

ตั้งอยู่บนทางหลวงหมายเลข 3180 ช่วงตอน จ.ชุมพร-อ.ท่าแซะ แยกทางหลวงหมายเลข 4 ท่าเสม็ด แหล่งหินอยู่ใน เขาตะแคง กิโลเมตรที่ 8+950 เลี้ยวทางขวา 200 เมตร

2. โรงไม้หินชุมพรการศิลา จำกัด

ตั้งอยู่บนทางหลวงหมายเลข 41 ช่วงตอน จ.ชุมพร-อ.สวี ตรงหลักกิโลเมตรที่ 6+050 เลี้ยวทางขวา 2,000 ม. แหล่งหินอยู่ใน เขาพับผ้า

3. บริษัทยู ดี เอส ไมนิ่ง จำกัด

ตั้งอยู่บนทางหลวงหมายเลข 41 ช่วงสวี-หลังสวน ตรงหลักกิโลเมตรที่ 79+300 เลี้ยวซ้าย 500 เมตร แหล่งหินคือ เขาไม้ปรากฏชื่อ

1.5 งานวิจัยที่ผ่านมา

ในรายงานของ Kuentag (1983) ได้กล่าวถึงการกระจายตัวของหินปูนในยุคทางธรณีกาลต่าง ๆ ซึ่งพบว่ามีตั้งแต่ยุค Precambrian จนถึงยุค Quaternary โดยเฉพาะหินปูนยุค Permo-Carboniferous ซึ่งนอกจากให้หินปูนแล้วยังให้หินโคโลไมต์ และหินอ่อนคุณภาพดีอีกด้วย ในภาคใต้หินปูนโผล่อยู่มากมี 2 ชุด คือ หินปูนทุ่งสง และหินปูนราชบุรี ในรายงานได้แสดงผลองค์ประกอบทางเคมีของหินปูนที่ อ.ทุ่งสง

สมหวัง ช่างสุวรรณ (2536) ได้ศึกษาแหล่งระเบิดหิน-ย่อยหิน โรงไม้บดย่อยหิน และกลสมบัติบางอย่างของหินในประเทศไทย โดยทดสอบค่าการขจัดสีแบบลอสแอนเจลิสและกำลังหินแบบกำลังกดจุดในแต่ละแหล่ง

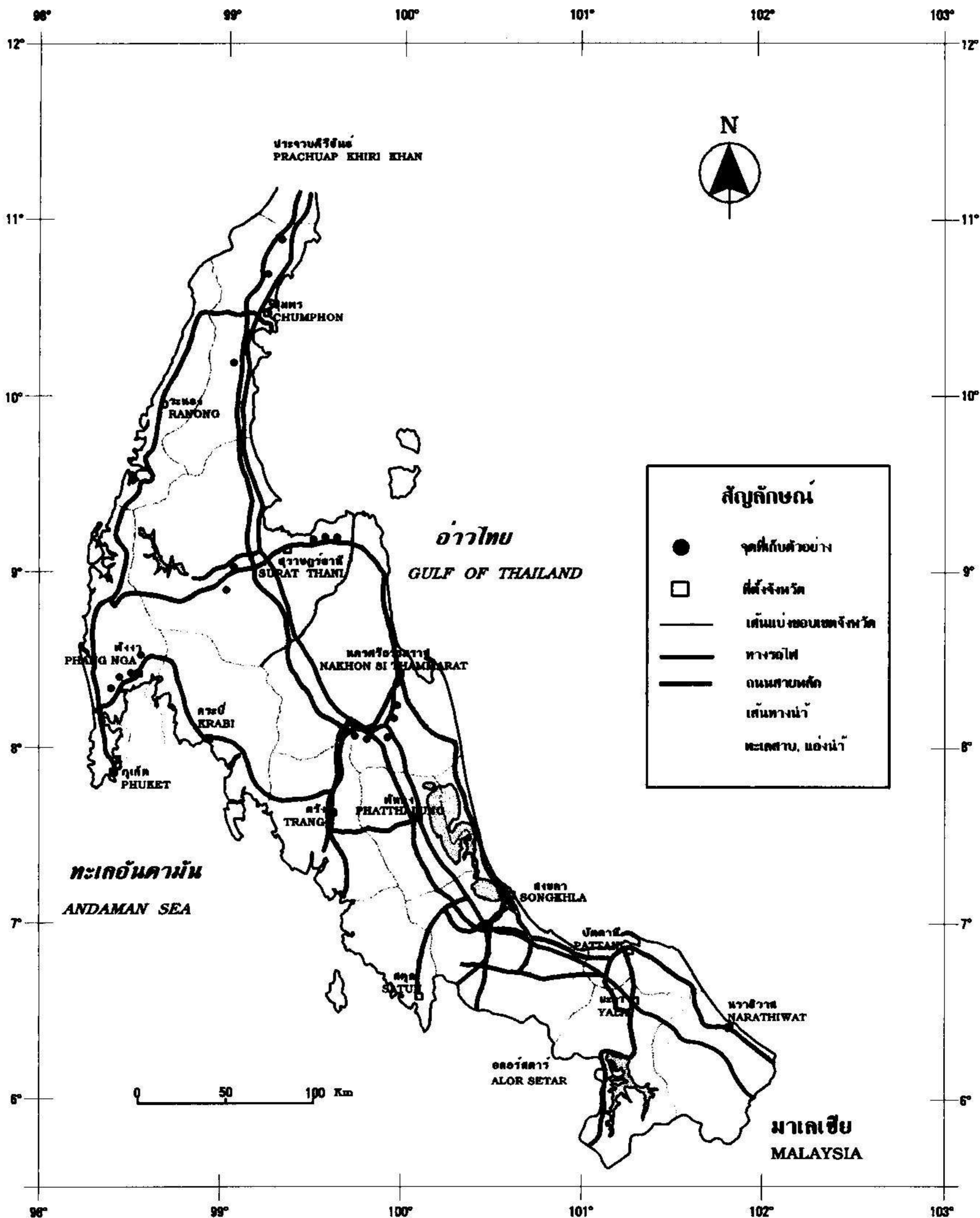
ประเสริฐ จินตยงค์ และคณะ (2536) รายงานไว้ในโครงการสำรวจแหล่งแร่ หินปูน หินอ่อน และโคโลไมต์ ในแถบจังหวัดชุมพร โดยได้ทำการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์ทางเคมีหาค่า CaO และ MgO จากจำนวน 83 ตัวอย่าง พบที่มีการแผ่กระจายของหินโคโลไมต์ (CaO = 30.39-34.12 %; MgO = 18.13-21.06 %) ในทุกพื้นที่ ส่วนหินอ่อน (CaO = 51.98-56.45 %; MgO = 0-2.81 %) พบเพียงแค่อำเภอสวี

สุวิทย์ เขียมตน (2538) ได้ศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของหินคาร์บอนเนตในจังหวัดพังงา จำนวน 50 แหล่ง พบว่ามีค่า CaO 29.91-56.81 % และ MgO มีค่า nil -22.71 % และพบว่าหินคาร์บอนเนตยุคเพอร์เมียน มีแนวโน้มว่ามีสมบัติทางเคมีแตกต่างออกไป ตามความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับใกล้ชิดกับรอยเลื่อนต่าง ๆ ในแนว NE-SW, NW-SE และ NNE-SSW เกิดเป็นบริเวณกรวดเหลี่ยม (brecciated zone) อันทำให้เกิดกระบวนการแทนที่แลกเปลี่ยนในน้ำแร้กับหินท้องที่ (dolomitization) โดยตรง

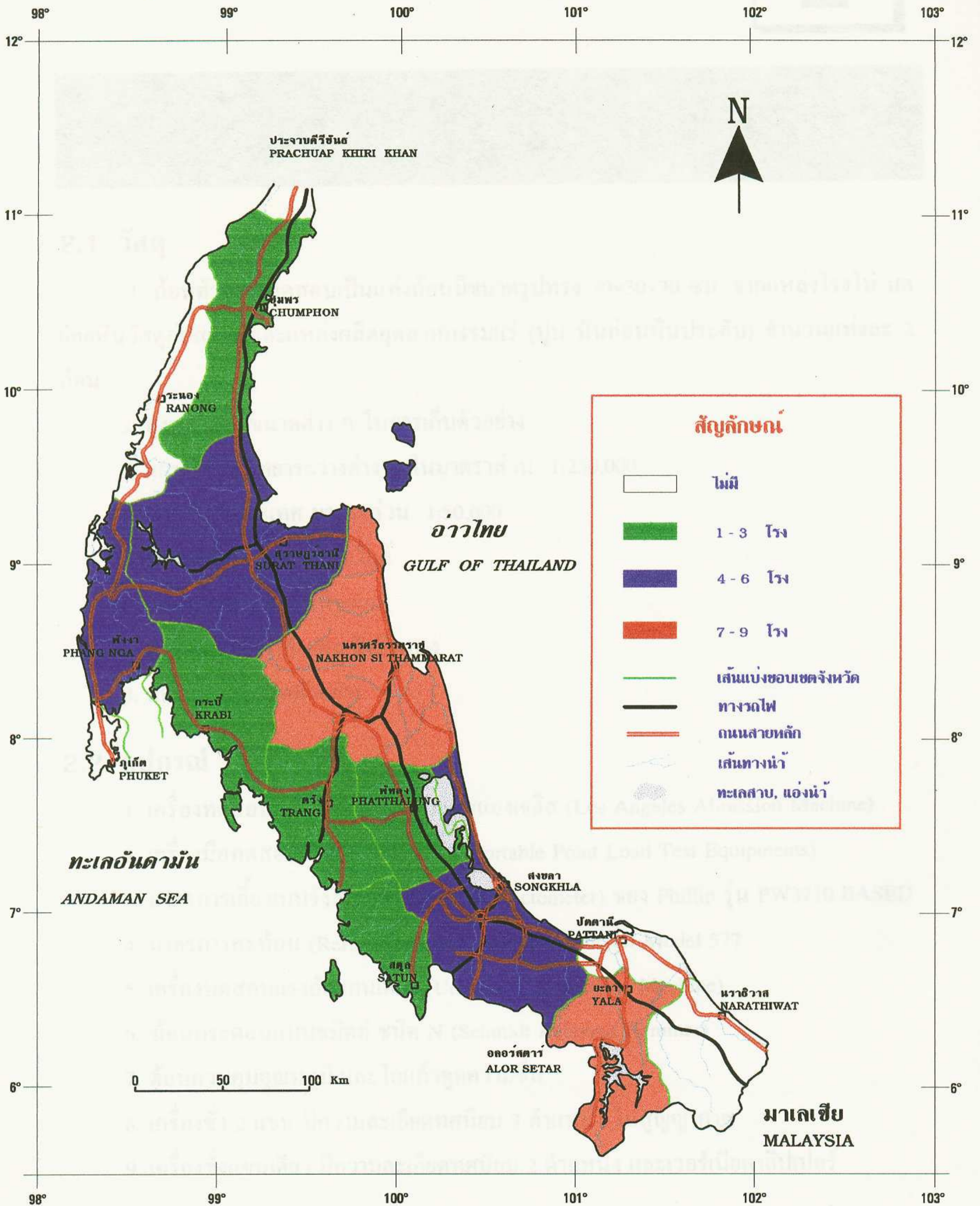
พงศ์พจน์ เขียมตน (2539) ได้รวบรวมข้อมูลธรณีวิทยาทั่วไปของจังหวัดพังงา โดยกล่าวถึงลักษณะธรณีวิทยาพื้นฐาน การเรียงลำดับของชั้นหิน ธรณีประวัติ ตลอดจนเศรษฐกิจธรณีวิทยา

Harrison et al. (1997) ได้ศึกษาประเมินแหล่งทรัพยากรหินปูนจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยเฉพาะพื้นที่บ้านปากน้ำท่าทอง ได้ทำแผนที่ลำดับชั้นหินและรูปลักษณ์โครงสร้างธรณีวิทยา ตลอดจนเก็บตัวอย่างไปทดสอบสมบัติทางกายภาพ ทางกล และเคมี เพื่อประเมินความเหมาะสมวัสดุอุตสาหกรรม โดยจำแนกตามความบริสุทธิ์ของปริมาณแคลเซียมออกไซด์ จากแหล่งที่เก็บแบ่งออกเป็น 5 หน่วยหิน คือ หน่วยหินอ่าวลึก หน่วยหินพับผ้า หน่วยหินเขาช่องลอด ทุ่งนางลิงและพนมวังค์ หน่วยหินเนื้อประสม ยุคเพอร์เมียน (clastic rocks) และหินยุคเพอร์เมียนต่างๆ

ในงานวิจัยครั้งล่าสุดของ คุณพล ตันนโยภาส และ กัญชานี คุปตานนท์ (2539) ได้ศึกษาถึงหินคาร์บอนาต
 ในพื้นที่จังหวัดภาคใต้ตอนล่าง ในแง่คุณภาพ การแพร่กระจาย และสัณฐานศาสตร์ และได้เปรียบเทียบกับ
 คุณภาพกับเกณฑ์มาตรฐานของ ASTM (1992) และ ISRM (1983)



รูปที่ 2 แผนที่แสดงเส้นทางเข้าถึงและสถานที่เก็บตัวอย่างวิจัย



รูปที่ 3 แผนที่แสดงจำนวนโรงโม่หินคาร์บอนเนตในภาคใต้

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

2.1 วัสดุ

1. ก้อนตัวอย่างทดสอบเป็นแท่งก้อนมีขนาดรูปทรง 30×30×30 ซม. จากแหล่งโรงโม่ บดย่อยหินวัสดุก่อสร้าง และแหล่งผลิตอุตสาหกรรมแร่ (ปูน หินอ่อนหินประดับ) จำนวนแท่งละ 2 ก้อน
2. ถูพลาสติกขนาดต่าง ๆ ในการเก็บตัวอย่าง
3. แผนที่ธรณีวิทยาระวางต่าง ๆ ในมาตราส่วน 1:250,000
4. แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000
5. फिल्मสีทั้งธรรมดาและสไลด์
6. แผ่นเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์
7. ผงขัดและน้ำยาทำแผ่นขัดหินบาง
8. ตลับพลาสติกใส่ตัวอย่าง

2.2 อุปกรณ์

1. เครื่องทดสอบความทนขัดสีแบบลอสมองเจลิส (Los Angeles Abrasion Machine)
2. เครื่องมือทดสอบแรงกดจุดแบบหิ้ว (Portable Point Load Test Equipments)
3. มาตรการใช้เวกเตอร์รังสีเอกซ์ (X-ray Diffractometer) ของ Phillip รุ่น PW3710 BASED
4. มาตรการใช้สะท้อน (Reflectionmeter) ของ Photovolt รุ่น Model 577
5. เครื่องทดสอบแรงอัดแกนเดียว (Uniaxial Compression Machine)
6. น้้อนกระดอนแบบชมิคต์ ชนิด N (Schmidt Rebound Hammer)
7. ตู้ควบคุมอุณหภูมิ และ โดแก้วดูความชื้น
8. เครื่องชั่ง 2 แขน มีความละเอียดทศนิยม 3 ตำแหน่ง ในสูญญากาศ
9. เครื่องชั่งแขนเดียว มีความละเอียดทศนิยม 2 ตำแหน่ง และเวอร์เนียคาลิเปอร์

10. คอมพิวเตอร์รุ่น Pentium 150 MHz หน่วยความจำถาวร (Hard disk) 2 GB หน่วยความจำมาตรฐาน (RAM) 16 MB
11. เครื่องตัดหิน ขัดหิน (Cutting and Polish machines)
12. กล้องจุลทรรศน์ชนิดแสงทางเดียว (Polarizing Microscope) พร้อมระบบบันทึกภาพด้วยกล้องถ่ายรูปของOlympus
13. เข็มทิศ (Brunton Compass) และหมอนธรณี
14. เครื่องหาพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS)

2.3 วิธีการ

งานวิจัยได้เริ่มในต้นเดือนมิถุนายน 2539 ในช่วงปีแรกได้ทำการเก็บตัวอย่างและทำการสำรวจในพื้นที่เขตภาคใต้ตอนบน ซึ่งครอบคลุมบริเวณจังหวัด ได้แก่ พังงา นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี ชุมพร และระนอง โดยเริ่มการศึกษาแบ่งขั้นตอนออกได้ 4 ประเภทใหญ่ คือ

1. การศึกษาในสำนักงาน ได้แก่ การศึกษาวรรณกรรมปริทัศน์ การเตรียมแผนที่
2. การศึกษาในสนาม ได้แก่ การเก็บตัวอย่าง การวัดค่าโครงสร้างธรณีวิทยา การทดสอบในที่
3. การศึกษาในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การวิเคราะห์และตรวจสอบตัวอย่าง การตรวจวัดการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ การทดสอบทางกายภาพและเชิงกล
4. การวิเคราะห์ผลเชิงสถิติ และความสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของสมบัติทางกายภาพและทางกล
5. จัดทำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของแหล่งหินคาร์บอนที่ได้วิเคราะห์

2.3.1 การศึกษาในสำนักงาน

ส่วนใหญ่เป็นการศึกษารายงานวิจัย การเตรียมแผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา และรายงานผลการวิเคราะห์เชิงวัสดุวิศวกรรมก่อสร้างที่ได้มีการทำมาก่อนแล้ว นอกจากนี้ได้แบ่งการทำงานออกเป็นช่วง

2.3.2 การศึกษาในภาคสนาม

ส่วนใหญ่ศึกษาบริเวณหน้าเหมืองหินหรือแหล่งหินของโรงโม่ต่าง ๆ ที่เปิดหน้าอยู่ สุ่มเก็บตัวอย่างตามแหล่งอยู่ในระหว่างขอประทานบัตร โดยทำการทดสอบความแข็งด้วยหมอนชนิดวัดค่าโครงสร้างธรณีวิทยาได้แก่ ชั้นการวางตัว (Bedding) รอยแยก (Joint) รอยเลื่อน (Fault) สังเกตการแทรกซอนของสายแร่แคลไซต์ (Calcite veins) รูปลักษณะของรอยไม่ต่อเนื่อง

อันได้แก่ ช่วงห่าง (Spacing) ความเปิดอ้า (Aperture) ชนิดผงอุด (Filling) การวางตัว (Attitude) ความขรุขระของผิว (Roughness) การสำรวจทางโครงสร้างธรณีวิทยาชั้นละเอียด โดยได้วัดค่า แนววางตัวของรอยไม่ต่อเนื่อง (Discontinuity) ในรูปของค่าแนวเทกัมมุมเท (Dip direction and dip angle)

2.3.3 การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างที่เก็บมาจากบริเวณหน้าเหมืองหิน "ที่สด" (Sound) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนก้อนแท่งมีขนาดใหญ่ประมาณ $30 \times 30 \times 30$ ลบ.ซม. จำนวน 1-2 ก้อน ในแต่ละเหมือง กับขนาดประมาณ $10 \times 5 \times 5$ ลบ.ซม. จำนวน 20-30 ก้อน อุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบค่ากำลังในสนาม ได้แก่ ฆ้อนกระดอนของชนิด N (N-type) ตัวอย่างที่เก็บ นำมาทำความสะอาด เคาะฝุ่น และสิ่งสกปรกออกด้วยฆ้อนยาง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

- 1) ก้อนขนาดแท่งก้อน นำไปตัดเป็นแท่งเหลี่ยมขนาด $50 \times 50 \times 130$ มม. เพื่อนำไปเตรียมก้อนตัวอย่างทดสอบกำลังอัด กำลังแรงกดจุด ตัดทำแผ่นหินขัดบาง (Thin Section)
- 2) เศษก้อนขนาดไม่เท่ากันหลังการทดสอบแรงกดจุดนำไปบด ย่อย ด้วยเครื่องบดขนาดหยาบ (Jaw Crusher) (> 37.5 มม.) และเครื่องบดแบบไจราทอรี (Gyratory Crusher) เพื่อให้ได้ขนาดเม็ดกรวดที่นำไปทดสอบความทนทานการขัดสีแบบลอสแอนเจลิส (แบบ A)
- 3) เครื่องบดขนาดละเอียด (Jar Mill) ชนิดลูกบดแบบเซรามิกส์ ร่อนผ่านตะแกรงคัดขนาด ก้อนเล็กมากจนถึงละเอียดเป็นผง นำไปทดสอบทางความขาวความสว่าง และวิเคราะห์ทางเคมี

1) การเตรียมก้อนตัวอย่าง

จากตัวอย่างที่เก็บมานำมาทำความสะอาด เคาะฝุ่นและสิ่งสกปรกออกด้วยฆ้อนยาง แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

- 1.1) ก้อนขนาดแท่งก้อน นำไปตัดเป็นแท่งเหลี่ยมขนาด $50 \times 50 \times 130$ มม. เพื่อนำไปเตรียมก้อนตัวอย่างทดสอบกำลังอัด กำลังแรงกดจุด ตัดทำแผ่นหินขัดบาง (Thin Section)
- 1.2) เศษก้อนขนาดไม่เท่ากันหลังการทดสอบแรงกดจุด นำไปบด ย่อย ด้วยเครื่องบดขนาดหยาบ (Jaw Crusher) เพื่อให้ได้ขนาดเม็ดกรวดที่ใช้ทำถนนตามความต้องการทดสอบ การขัดสีแบบลอสแอนเจลิส
- 1.3) คัดก้อนเล็กมากจนถึงละเอียดเป็นผง นำไปทดสอบทางความขาวความสว่าง การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ และวิเคราะห์ทางเคมี

2) วิธีตรวจสอบทางศิลาวรรณนา

มุ่งเน้นตรวจหาชนิดของแร่หลัก (Essential minerals) ลักษณะเนื้อหิน (Fabric texture) และสายแร่แคลไซต์ฝอย (Calcite veinlet) โดยมีหลักเกณฑ์การวินิจฉัยตรวจสอบดังนี้

- ❁ ลักษณะเนื้อหินวิทยา
- ❁ ซากคึกค้ำบรรพ์ โดยการระบุดตามชนิดของก้อนเม็ด
- ❁ โครงสร้างทางตะกอนและอินทรีย์
- ❁ ความหลากหลายของสี
- ❁ เนื้อหิน คูทั้งขนาดและรูปทรงของเม็ดแร่
- ❁ แร่พวกคาร์บอนเนต
- ❁ แร่ที่ไม่ใช่พวกคาร์บอนเนต
- ❁ การสังเกตการก่อตัวใหม่ เช่น ชนิดของตัวยึดประสาน เป็นต้น

3) วิธีการทดสอบ

วิธีการทดสอบในแต่ละชนิดได้ยึดหลักวิธีการของสถาบันที่เป็นที่ยอมรับกัน โดยทั่วไป ได้แก่

- 3.1) การทดสอบกำลังอัดแกนเดียว ได้ยึดหลักวิธีการของ ASTM (1981)
- 3.2) การทดสอบกำลังแรงกดจุด ยึดหลักการพื้นฐานของ ISRM (1985)
- 3.3) การทดสอบความคงทนการขัดสีแบบลอสแอนเจลิส ได้ยึดหลักวิธีการของ

ASTM (1981)

4) วิธีการวิเคราะห์ทางเคมี

นำสารละลายที่ต้องการวิเคราะห์หาปริมาณ แคลเซียมออกไซด์ (CaO) ใช้วิธี Complexometric Titration ส่วนแร่ธาตุอื่น ได้แก่ แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) แมงกานีสออกไซด์ (MnO) เหล็กออกไซด์ (Fe₂O₃) ใช้วิธี Atomic Absorption Spectrophotometry

5) วิธีการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง X-Ray Diffractometer

เครื่องที่ใช้มีกำลังสูงสุด 10 กิโลวัตต์ ใช้หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ชนิดเป้าทองแดง ควบคุมการทำงานด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ มีโปรแกรมค้นหาโครงสร้างมาตรฐาน JCPDS นำตัวอย่างหินคาร์บอนเนตที่บดเป็นผงละเอียด มาใส่ตลับโดยเกลี่ยให้กระจายสม่ำเสมอ โดยมีปริมาณมากพอที่จะให้ค่าอัตราที่นับ (Count rate) ได้ทำการวัดค่ามุมที่ตกกระทบ (θ) คำนวณหาค่า d ตามสมการของแบรค (Bragg Equation)

$$2d \cdot \sin\theta = n\lambda$$

เมื่อ λ คือความยาวคลื่นของรังสีเอ็กซ์ = 1.5406 อังสตรอม

สำหรับค่า d นำมาเรียงตามลำดับความเข้มของอัตราที่นับ จากมากไปหาน้อย 6 อันดับแรก นำค่า d ที่ได้ไปเทียบกับสารมาตรฐานจาก Hanawalt Search Manual ตามลำดับความเข้มค่า d ดังกล่าว ซึ่งถ้าตรงกับสารมาตรฐานชนิดใด สรุปว่าเป็นสารประกอบชนิดนั้น

2.3.4 การวิเคราะห์

1) การจำแนกประเภท

หินคาร์บอนเตแบ่งออกเป็นชนิดตาม องค์ประกอบของธาตุ CaO และ MgO ดังในตารางที่ 5 และ 6

ตารางที่ 5 การจำแนกหินคาร์บอนเตตามองค์ประกอบ MgO (จาก Carr and Rooney, 1975)

	หินปูน (Limestone)		หินปูนปน โคโลไมต์	หินโคโลไมต์ ปนปูน	หินโคโลไมต์ (Dolomite)	
	ความบริสุทธิ์สูง	แคลเซียมสูง			แมกนีเซียมสูง	ความบริสุทธิ์สูง
MgO	1 %	3 %	10 %	18 %	20 %	21.7± %

ตารางที่ 6 การจำแนกหินคาร์บอนเตตามความบริสุทธิ์ (จาก Harrison, 1992)

ระดับความบริสุทธิ์	เปอร์เซ็นต์ CaO	เปอร์เซ็นต์ MgO
ความบริสุทธิ์สูงมาก	> 98.5	55.2
ความบริสุทธิ์สูง	97.0-98.5	54.3-55.2
ความบริสุทธิ์ปานกลาง	93.5-97.0	52.4-54.3
ความบริสุทธิ์ต่ำ	85.0-93.5	47.6-52.4
มลทิน	< 85.0	< 47.6

นอกจากนี้หินคาร์บอนเตยังสามารถจำแนกแบ่งออกตามการใช้งานอุตสาหกรรม ดังในตารางที่ 7

2) วิเคราะห์เชิงสถิติและถดถอยเชิงเส้น

ผลการทดสอบและวิเคราะห์จำนวนพอสมควร นำมารวมเพื่อแจกแจงและจัดการข้อมูลให้เป็นระเบียบ (Normal distribution) หาค่าเฉลี่ยทั้งหมด (mean) หลังจากนั้นนำข้อมูลเก่า ไปหาความสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้น (Linear regression) เพื่อหาค่าสมการเส้นตรงที่เหมาะสมเป็นตัวแทนของประชากร และมีความน่าเชื่อถือในระดับนัยสำคัญ (significance) โดยดูจากค่าสัมประสิทธิ์การสัมพันธ์ (Coefficient of Correlation- R^2) และสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (Coefficient of Determination, R) ระดับที่ 1 ที่ไม่ต่ำกว่า 0.5

ตารางที่ 7 การจำแนกประเภทหินคาร์บอนเนตตามการใช้งานอุตสาหกรรม (จาก Harrison, 1992)

ความบริสุทธิ์	การใช้งาน	คุณสมบัติ	คุณสมบัติเฉพาะที่สำคัญ
ความบริสุทธิ์ต่ำ	มวลรวมก่อสร้าง	หินถนน คอนกรีต หินถมก่อสร้าง หินมิติ	กำลัง ความพรุน รูปทรงอนุภาค ปลอดดินเหนียว แร่ไฟไรต์ เป็นดิน
	ผงซีเมนต์	คอนกรีต มอตาร์	ปลอดจากแมกนีเซียม
	ค่าฝุ่นต่ำ	ปูนขาวกลีกรวม ยางมะตอย ฝุ่นจากเหมือง	ง่ายแก่การบดเป็นผง
ความบริสุทธิ์สูง	ปูนขาวผง	เหล็กหล่อ เคมี การทำน้ำ บริสุทธิ์	ประกอบด้วย CaO สูง สภาพทำปฏิกิริยา
	ทำละลายทางเคมี	แก้ว เหล็ก ก๊าซเป่าแผ่น	ประกอบด้วยคาร์บอนเนตสูง จำกัดกรอบมลทินจำเพาะ
	ค่าฝุ่นปานกลาง	อาหารสำหรับสัตว์ ปุ๋ย สารยึดตัว ยาง พลาสติก ผงอุด	ขนาดอนุภาค ความขาว ปลอดจากมลทินจำเพาะ
	ค่าฝุ่นสูง	กระดาษ สี	ขาวสว่าง ขนาดอนุภาค การขัดสีต่ำ

3) วิเคราะห์กำเนิดแหล่งหิน

การกำเนิดของแหล่งหินนั้นจะศึกษาข้อเท็จจริงจากลักษณะธรณีวิทยา ลักษณะต่างๆ ทางแร่วิทยา และการสอบสวนสมบัติอย่างมีระบบของหินทางกายภาพ ทางกล และทางเคมี นำไปเข้าสู่แบบจำลองการเกิดเป็น โดโลไมต์ (Dolomitization) มีด้วยกัน 2 ประเภท คือ

3.1) การไหลของน้ำใต้ดินกับการไหลหมุนเวียนของน้ำทะเลที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโดโลไมต์พื้นลาน (platform) มีด้วยกัน 3 รูปแบบ

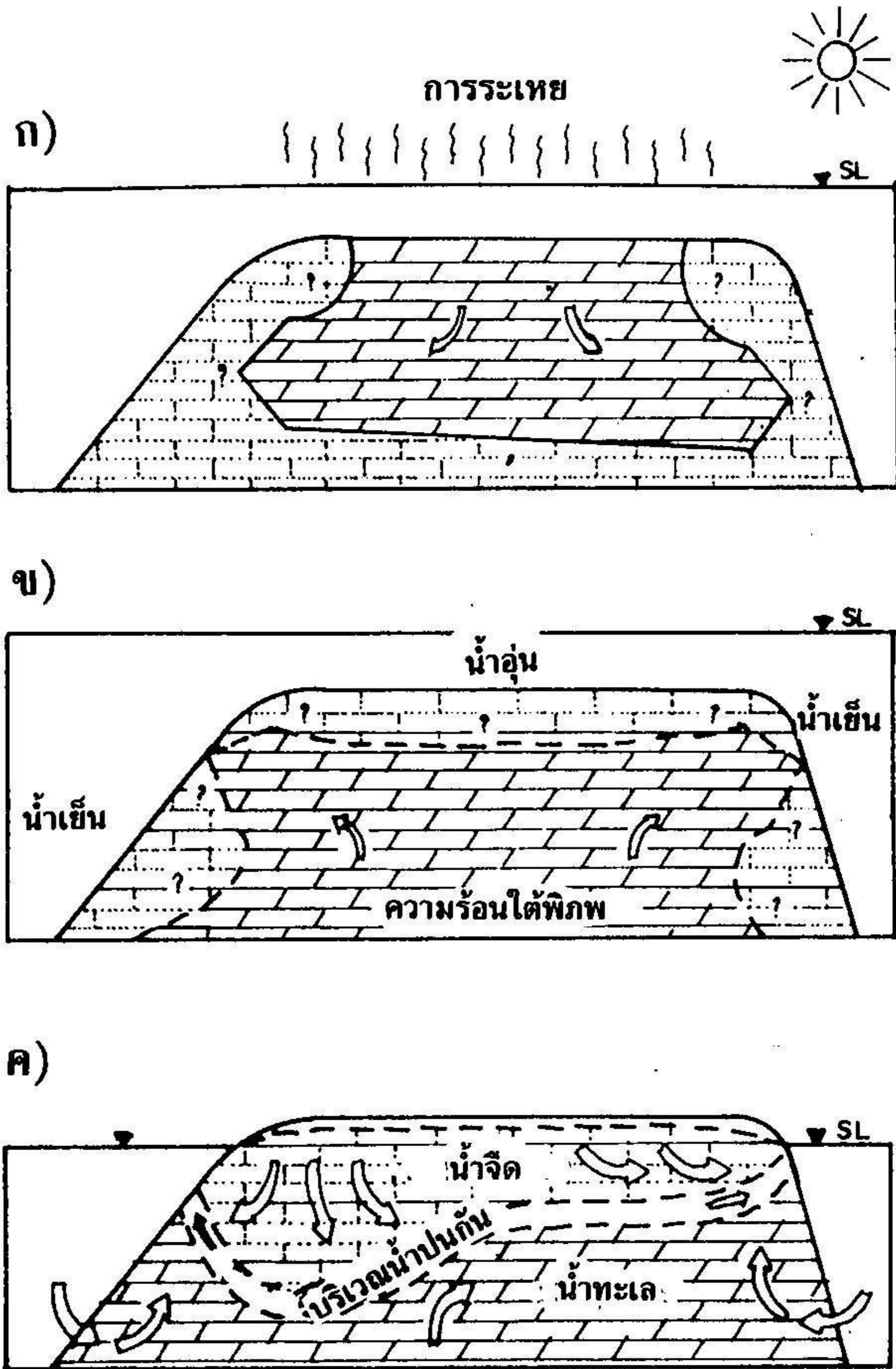
ก) แบบการไหลย้อนกลับของน้ำทะเล (sea refluxing) ลงไปในหินบริเวณที่มีน้ำทะเลเข้มข้น และมีธาตุ Mg เพิ่มปริมาณมากขึ้นจากการระเหยของน้ำทะเล (รูปที่ 4 ก)

ข) แบบการไหลเวียนน้ำร้อนใต้พิภพ (geothermal convection) โดยพื้นลานอยู่ในสภาพมุดจนน้ำบางส่วน (รูปที่ 4 ข)

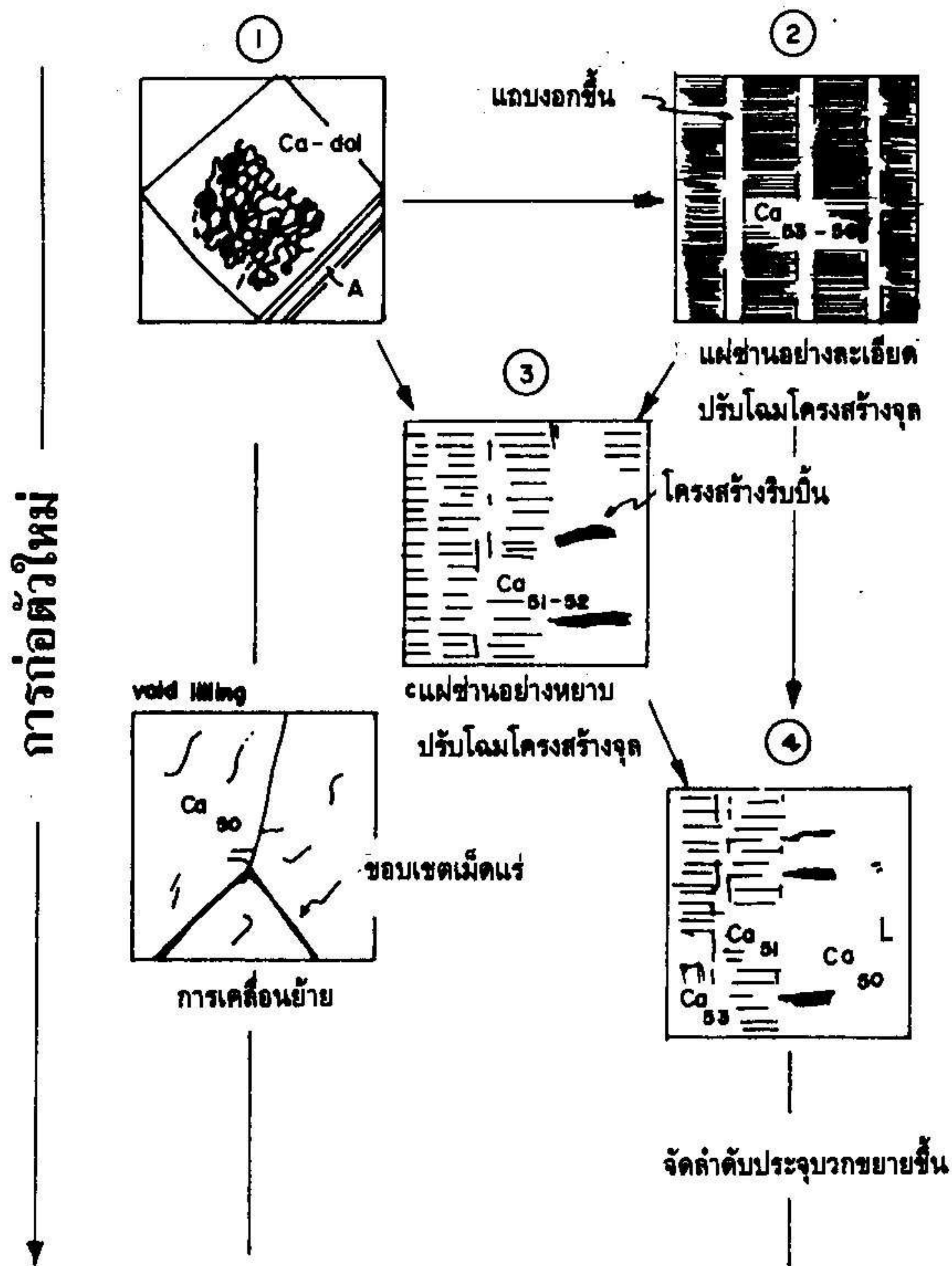
ค) แบบบริเวณที่ปนกันเหนียวนำการไหลเวียนน้ำทะเล (mixing zone induced sea water circulation) เกิดขึ้นในระหว่างพื้นลาน การไหลของน้ำทะเลแบบอสมมาตร (asymmetry of flow regime) และตัวเนื้อโดโลไมต์ (รูปที่ 4 ค) อันเป็นผลมาจากความหนาแน่น

ต่างศักย์ รูปทรงของหินดาน ภูมิภาคของพื้นที่ และอัตราความแตกต่างของการไหลซึมผ่าน

3.2) การก่อตัวใหม่ (diagenesis) เป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในเนื้อหิน ขณะเกิดกระบวนการเกิดโคโลไมต์ (รูปที่ 5)



รูปที่ 4 การเกิดด้วยโครงสร้างปฐมภูมิ ก) น้ำทะเลย้อนกลับ ข) ไหลเวียนน้ำร้อนใต้พิภพ และ ค) ปนเหนียว นำการไหลเวียนน้ำทะเล



รูปที่ 5 การเกิดด้วยโครงสร้างทุติภูมิ

3.1 ลักษณะธรณีวิทยาของหินคาร์บอนเนตทั่วไปในภาคใต้ตอนบน

หินคาร์บอนเนตในภาคใต้ตอนบนที่ทำการศึกษาล้วนใหญ่ มีลักษณะเป็นภูเขาโคด และเทือกเขาหน้าผาชัน มักวางตัวอยู่ในแนวเทเหนือใต้ หากใช้อายุหินเป็นเกณฑ์ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ เรียงจากอายุแก่ไปหาอ่อนคือ

- ❁ หินคาร์บอนเนตยุคออร์โดวิเซียน (Ordovician)
- ❁ หินคาร์บอนเนตยุคเพอร์โมคาร์บ และเพอร์เมียน (Permocarb and Permian)
- ❁ หินคาร์บอนเนตยุคไทรแอสซิก-จูแรสซิก (Triassic-Jurassic)

3.1.1 หินคาร์บอนเนตยุคออร์โดวิเซียน

หินคาร์บอนเนตที่พบในยุคนี้นี้ประกอบด้วยหินปูนส่วนใหญ่ เรียกว่า หินปูนชุดทุ่งสง (Thung Song Group) มีอายุอยู่ในช่วง 435 ถึง 500 ล้านปี สีเทาเข้มถึงดำ มีขนาดเม็ดเนื้อตะกอนละเอียดแทรกอยู่ในเนื้อคาร์บอนเนต มักแสดงลักษณะเป็นชั้นบาง ๆ บางส่วนแปรสภาพอย่างอ่อนเป็นหินอ่อน (Recrystallized Limestone) ความหนาทั้งหมดประมาณ 1600 เมตร (Bunopasand Villa, 1983) พบซากดึกดำบรรพ์ พวก Graptotites, Brachiopod, Conodont และ Cephalopod หินยุคนี้แพร่กระจายใน จ.นครศรีธรรมราช ตรัง พัทลุง และสตูล

Wongwanich et al. (1983) แบ่งหินชุดนี้ออกเป็น 6 หน่วย พบว่าหินคาร์บอนเนตนี้มีคุณภาพหลากหลายมาก หินปูนที่คุณภาพดีได้แก่หน่วยที่ 5 มีลักษณะชั้นหนาถึงหนามาก สีเทา เนื้อหินแตกผลึก มีชั้นเนื้อดินเป็นรูปเลนซ์เล็กน้อย หน่วยที่ 2 มีส่วนประกอบของแร่โคโลไมต์ ส่วนหน่วยที่ 1, 3, 4 และ 6 จะประกอบด้วยชั้นปูนสลับกับชั้นหินดินดาน และชั้นปูนปนเนื้อดินคุณภาพต่ำเพราะมีส่วนประกอบของซิลิกาปนอยู่สูงมาก

3.1.2 หินคาร์บอนเนตยุคเพอร์โมคาร์บ และเพอร์เมียน

หินยุคนี้มีชื่อเรียกทั่วไปว่า กลุ่มหินราชบุรี (Ratburi Group) ส่วนใหญ่เป็นหินปูน มีอายุในช่วง 225 ถึง 280 ล้านปี ซึ่งแพร่กระจายเป็นบริเวณกว้างในภาคใต้ (Baird and Bosence,

1993; Ingavat, 1993) เกิดในสภาพแวดล้อมบริเวณที่พื้นลานของทะเลตื้น ตั้งแต่ส่วนที่เป็นทะเลเปิดถึงบริเวณที่เป็นทะเลสาบเปิด (Lagoon) โดยมีการรูก้ำและการถอยกลับของน้ำทะเลอยู่เสมอ โดยสภาพเช่นนี้จึงเกิดหินคาร์บอเนตเป็นชั้นๆ จนถึงสมานแน่น และมีชั้นหินดินดานและหินทรายอยู่ตอนล่าง มีลักษณะเป็นภูเขาโคค มีสันเขาตะปุ่มตะป่ำ (Karst Topography) มักปรากฏเป็นหน้าผาสูง พบใน จ.สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สำหรับในเขต จ.ยะลา หินคาร์บอเนตยุคนี้ จะเกิดผลึกใหม่จนกลายเป็นหินอ่อน

ลักษณะของการลำดับชั้นหินปูนเป็นชั้นหนามากจะพบอยู่ช่วงล่างถัดขึ้นมา ช่วงกลางส่วนใหญ่จะเป็นหินเนื้อทรายซิลิกาสลับชั้นหินปูนบาง ๆ บางแห่งจะพบเป็นเนื้อโคโลมิติกส์ถึงโคโลไมต์ ส่วนช่วงบนสุดจะเป็นชั้นเนื้อหินปูน มีชั้นทรายหรือเนื้อซิลิกาเป็นกระเปาะแทรกสลับอยู่ หรือที่มีเนื้อโคโลไมต์อีก (Chinoroje, 1993)

กลุ่มหินคาร์บอเนตชุดนี้ ในบางพื้นที่จะพบเป็นเนื้อหินโคโลมิติกไลม์สโตนและหินโคโลไมต์ มีการแปรสภาพขององค์ประกอบที่เรียกว่า *การก่อตัวใหม่* (Diagenesis) มาจากสาเหตุการทับถมตัวและจากการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก (Baird and Basence, 1993) โดยเฉพาะบริเวณแนวรอยเลื่อนขนาดใหญ่ เช่น แนวรอยเลื่อนระนอง-ชุมพร แนวรอยเลื่อนคลองมารุย (กระบี่-สุราษฎร์ธานี)

3.1.3 หินคาร์บอเนตยุคไทรแอสซิก-จูแรสซิก

หินมีอายุในราว 190 ถึง 225 ล้านปี ยุคนี้ไม่ค่อยพบแพร่หลายในภาคใต้ตอนล่าง คงมีปรากฏรอบอ่าวไทย (Fontaine et al., 1992) ลักษณะของหินยุคนี้เชื่อว่าเกิดจากการสะสมตัวของตะกอนในทะเล ในสภาพแวดล้อมบริเวณที่ลาน (Platform) และบริเวณที่มีกระแสน้ำทะเลขุ่น (Turbidity) หินยุคไทรแอสซิกพบกระจายตัวตามพื้นที่ต่าง ๆ มากกว่าหินยุคจูแรสซิก เช่น อ.สะบ้าย้อย จ.สงขลา และหินยุคจูแรสซิกพบที่ จ.ชุมพร

3.2 หินคาร์บอเนตจังหวัดพังงา

3.2.1 ธรณีวิทยาทั่วไป

ทั้ง สุวิทย์ เจียมตน (2538) และพงศ์พจน์ เจียมตน (2539) รายงานว่าเทือกเขา กลุ่มหินคาร์บอเนตเกือบทั้งหมดอยู่ในเขต อ.ทับปุด ต่อเนื่องลงมายัง อ.เมือง จังหวัดพังงา และ ต่อเนื่องกระจัดกระจายเป็นแนวอยู่ในอ่าวพังงา โดยมีลักษณะเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ตั้งแต่ แสดงลักษณะเป็นชั้นชัดเจน (well bedded) ชั้นบางถึงชั้นหนามาก ไปจนถึงขนาดที่ชั้นหินสมาน แน่น (massive) เนื้อหินค่อนข้างเปลี่ยนแปลงมีตั้งแต่ ผลึกจุลภาค (Microcrystalline) จนถึงเนื้อ หยาบ บางส่วนจะเป็นหินปูนเนื้อถ่าน (Carbonaceous limestone) เกิดอยู่ในหลายลักษณะ ทั้ง แสดงชั้นและไม่แสดงชั้นหิน และกลายเป็นกระเปาะแทรกอยู่ เมื่อก้าวโดยรวมพอจะจำแนก ลักษณะโดยทั่วไปดังนี้

บริเวณส่วนล่างประกอบด้วยหินปูนแสดงเป็นชั้นถึงหนามาก ความหนาของ ชั้น โดยเฉลี่ย 20-50 ซม. บางช่วงพบซากดึกดำบรรพ์ ในบางช่วงของส่วนล่าง ๆ นี้ จะมีหินทรายเนื้อ ละเอียดถึงละเอียดมาก และหินดินดานเป็นชั้นบางแทรกสลับ

ประมาณช่วงกลาง ๆ ของลำดับชั้นเป็นหินปูน แสดงลักษณะเป็นชั้นหนาถึง สมานแน่น บางช่วงเป็นชั้นหินปูนเนื้อซากดึกดำบรรพ์ (Fossiliferous limestone)

ถัดขึ้นมาลักษณะชั้นจะหนาโดยเฉลี่ยประมาณ 50 ซม. ถึง 1 เมตร มีการแทรก สลับโดยชั้นบางของหินเนื้อประสม (clastic rocks)

บริเวณที่มีรอยเลื่อน รอยแยกมาก มักปรากฏหินโคโลมิติกไลม์สโตน (Dolomitic limestone) และโคโลไมต์ (Dolomite) โดยลักษณะของหินมักแตกป่น บางแห่งเนื้อ บดละเอียด (Mylonitic texture) ผิวของหินจะตะปุ่มตะป่ำ สีของหินมักเป็นสีเทาเข้มเกือบดำ และ เนื้อหินค่อนข้างแกร่งมากขึ้น บริเวณที่มีลักษณะดังกล่าวนี้มักจะเป็นเชิงเขาที่ต่อเนื่องกับที่ราบ อันมีร่องรอยของแนวรอยเลื่อนหลายแนวพาดผ่านกัน

กลุ่มหินคาร์บอเนตบริเวณนี้คาดว่าเกิดในสภาพแวดล้อมทะเล บริเวณชายทะเล ของทะเลตื้น ในส่วนของทะเลเปิด โดยมีการรุกเข้าและถดถอยของน้ำทะเล (Transgression and Regression) อยู่เสมอในช่วงธรณีกาลของยุคเพอร์เมียน ปรากฏการณ์ดังกล่าวทำให้เกิดหินปูนเป็น ชั้น ๆ ตั้งแต่ชั้นบางไปจนถึงชั้นหนามาก และพบชั้นหินดินดานและหินทรายแทรกสลับในบาง ช่วงของลำดับชั้นหิน

บางบริเวณของเทือกเขาหินปูน ปรากฏตะกอนดินโคลนผสมปะปนกับเศษซาก เปลือกหอย มีทั้งสภาพสมบูรณ์และแตกหัก เศษจากเปลือกหอยทั้งหลายนี้มีทั้ง หอยฝาเดียว

(Gastropods), Polycypods และพวกหอยสองฝา (Bivalves) เช่นเดียวกับหอยที่มีอยู่แพร่หลายในปัจจุบัน แต่ขนาดค่อนข้างใหญ่กว่า ลักษณะตะกอนกึ่งร่วน (semi-unconsolidated sediments) อยู่ตามโพรงหินปูน ที่ระดับความสูงกว่าน้ำทะเลปัจจุบัน 1-4 ม. เช่น บริเวณเขาเต่า ริมเส้นทางพังงา-ทับปุด บริเวณเชิงเขาหินปูนริมคลองพังงาทางด้านตะวันออกของตัวเมืองพังงา

รอยเลื่อนและการคดโค้งของหิน อยู่ในแนวรอยเลื่อนคลองมะรุย (Khlong Marui fault zone) และรอยเลื่อนระนอง (Ranong fault) ในลักษณะรอยเลื่อนเหลี่ยมข้างหรือรอยเลื่อนแนวระดับ (Strike slip fault) ในทิศทาง NNE-NE และเกิดรอยเลื่อนย่อยแผ่กระจายในบริเวณกว้างในแนวทิศทางที่สอดคล้อง (รูปที่ 6)

จากเหตุดังกล่าวทำให้เกิดการบีบอัดผิวโค้งกลับทับ (Overtuned fold) ทำให้เทือกเขามีลักษณะคล้ายตัว S มีการวางตัวเอียงของชั้นหินไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเทือกเขาตะวันตก และด้านตะวันออกของคลองพังงา ส่วนเอียงเทด้านตะวันออก ได้แก่ เทือกเขาตะวันออกสุด

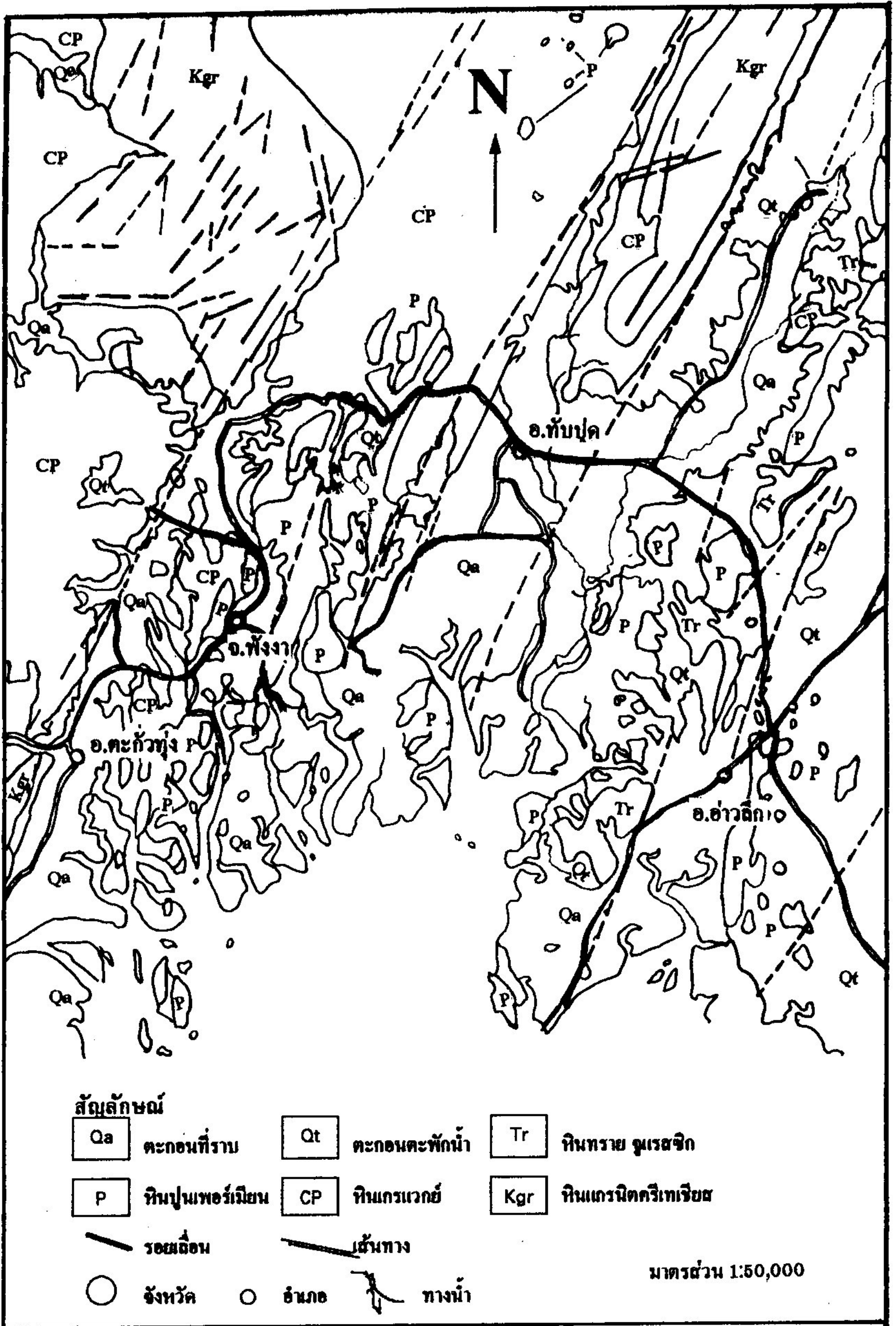
ผลการวิเคราะห์ทางเคมี (CaO, MgO) ของตัวอย่างหินคาร์บอนเต จำนวน 50 ตำแหน่ง ในเขตพื้นที่ อ.เมือง และ อ.ทับปุด โดยฝ่ายเคมีวิเคราะห์ สำนักงานทรัพยากรธรณี เขต 2 (ภูเก็ต) พบว่าบริเวณที่มีรอยเลื่อนหินคาร์บอนเตจะเป็นหินชนิดโคลโลไมต์ สรุปลไว้ในตารางที่ 8 ตารางที่ 8 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแร่ในหินคาร์บอนเตพื้นที่ จังหวัดพังงา (หน่วย %) จาก สنج. ทรัพยากรธรณีเขต 2 ภูเก็ต

ธาตุองค์ประกอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	SD
CaO %	51	56.81	29.91	40.60	12.25
MgO %	51	22.71	0	10.17	9.66

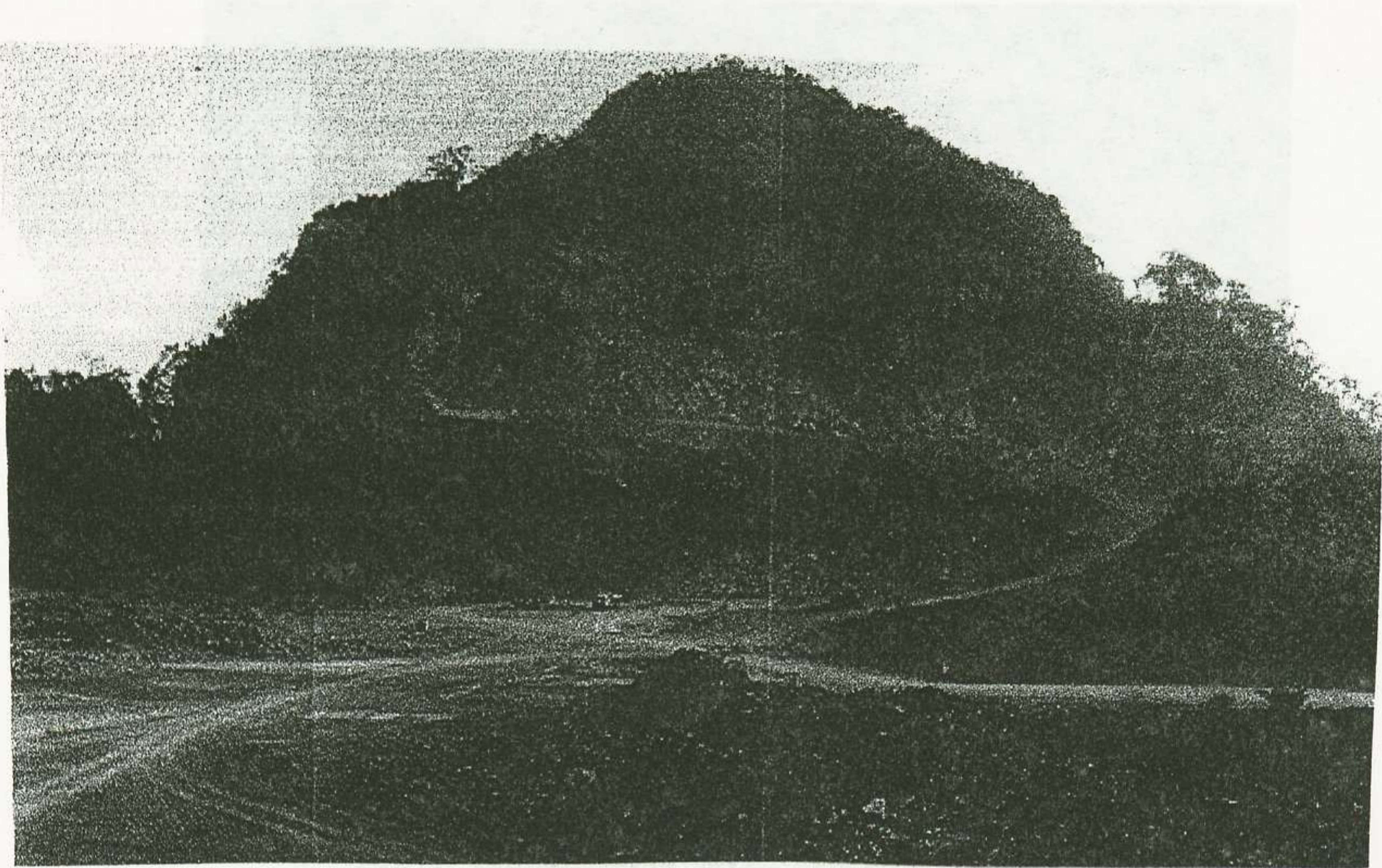
3.2.2 ธรณีวิทยาแหล่งหิน

1) โรงไม้หินสทกิจ ภูเก็ต

เป็นเขาโคดทอดตัวยาวเรียวย ประกอบด้วยหินปูนถึงหินปูนเนื้อโคลโลไมต์ สีเทาเข้ม มีชั้นหินดินดานและเนื้อดิน (Argillaceous) แทรกสลับเข้ามา ชั้นวางตัวในแนว $020^{\circ}/70^{\circ}$ ห่างกันประมาณ 1 ม. ผิวหน้าเคลือบด้วยแคลไซต์ บางแห่งพบการชั้นหินคดโค้งกลับทับ รอยแยกพบว่ามีด้วยกันหลายแนว ได้แก่ $150^{\circ}/60^{\circ}$, $230^{\circ}/90^{\circ}$, $320^{\circ}/90^{\circ}$, $200^{\circ}/55^{\circ}$ และ $140^{\circ}/35^{\circ}$ ส่วนมากจะมีสายแร่แคลไซต์แทรก และเคลือบผิวหน้ารอยแยก รอยแยกเปิดอ้าห่างเป็นแบบปิดมิดชิด (tight aperture) มีอายุยุคเพอร์เมียน (รูปที่ 7)



รูปที่ ๘ แผนที่ธรณีวิทยาเขตจังหวัดพังงา (ดัดแปรมาจาก กรมทรัพยากรธรณี 2529)



รูปที่ 7 ลักษณะธรณวิทยาของหน้าแหล่งโรงโม่หินสหกิจจำกัด

2) โรงโม่หินภูเก็ตสินชัย

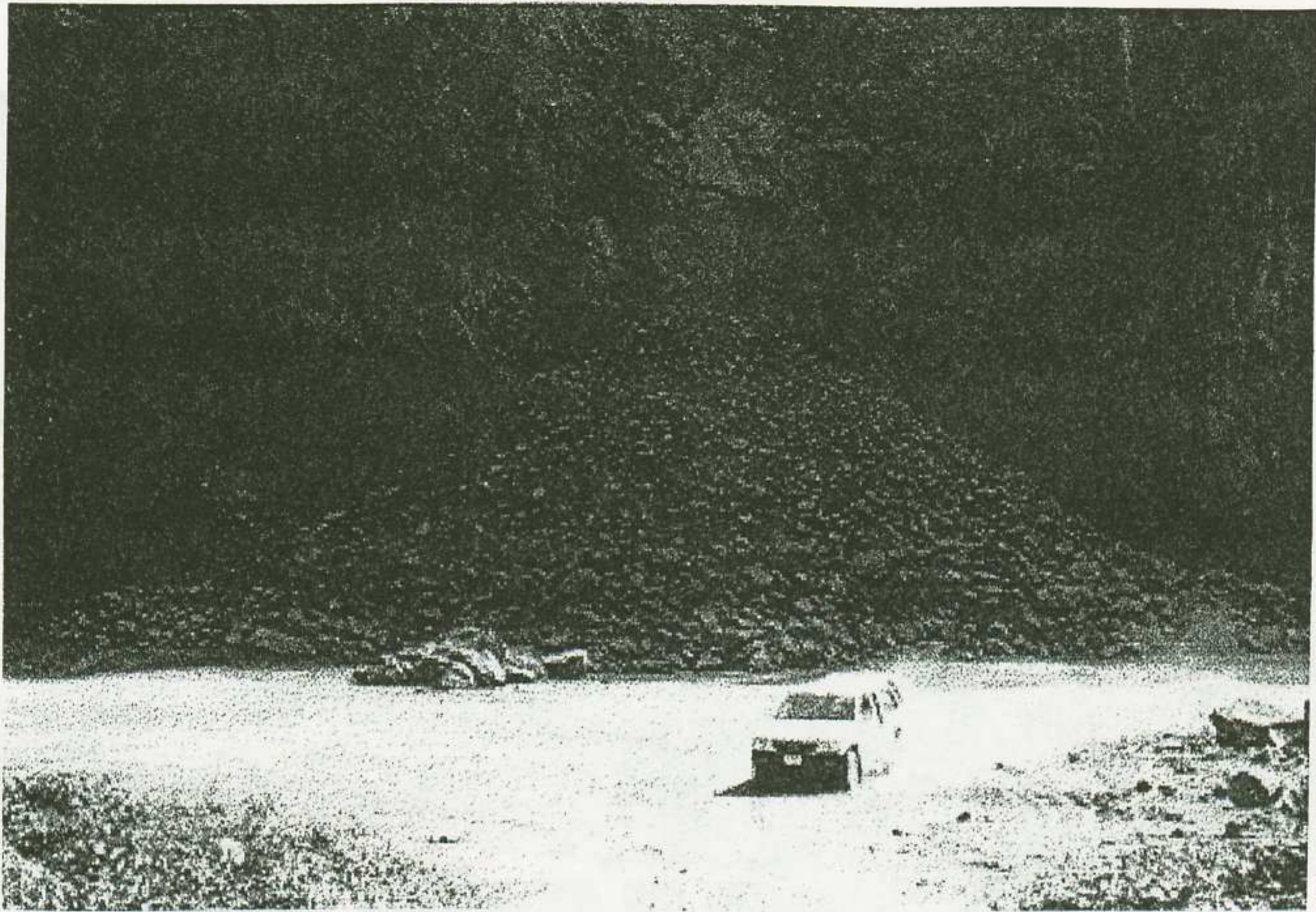
เป็นเทือกเขาหินปูนเนื้อโคลโลไมต์ยาวเป็นแนว มีลักษณะสีเทาเข้มจนถึงดำ เนื้อละเอียด และสมานแน่น ชั้นหินหนาประมาณ 1-2 เมตร วางตัวในทิศทาง $340^{\circ}/40^{\circ}$ ที่เกิดขึ้นตอนสายแร่แคลไซต์แทรกซอนขึ้นมาจากรอยเลื่อนขนาดใหญ่ซึ่งวางตัว $060^{\circ}/80^{\circ}$ ผิวหน้าขรุขระ มีผลึกแร่แคลไซต์เคลือบหนา นอกจากนี้ยังมีรอยแยก $060^{\circ}/80^{\circ}$, $090^{\circ}/90^{\circ}$ ผิวหน้าเรียบลื่นไหล บางแห่งปรากฏน้ำบาดาลไหลซึมออกมา ขนาดตั้งแต่ไหลซึมจนถึงไหลโกรก (รูปที่ 8)

3) โรงโม่หินณัฐพงศ์ศิลา

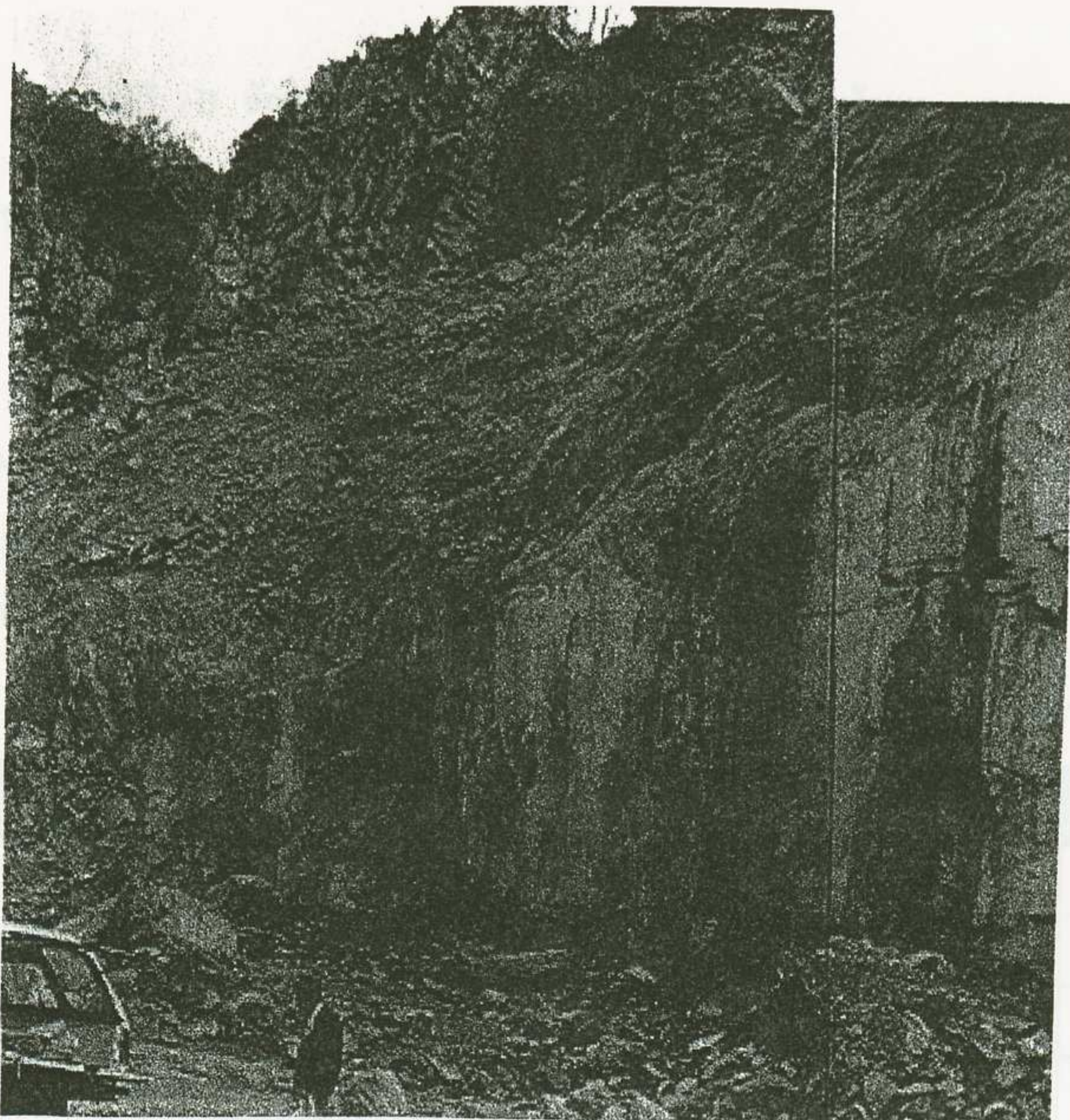
แหล่งหินปูนมีรอยชั้น (Bedded Limestone) วางตัวในทิศทาง $120^{\circ}/90^{\circ}$ มีรอยแยกอยู่ 2 ชุด คือ ชุดแรกวางตัวในทิศทาง $30^{\circ}/80^{\circ}$ ยาวต่อเนื่อง มีสายแร่แคลไซต์เคลือบผนังรอยแยก (รูปที่ 9)

4) บริษัทผาทองพัฒนา

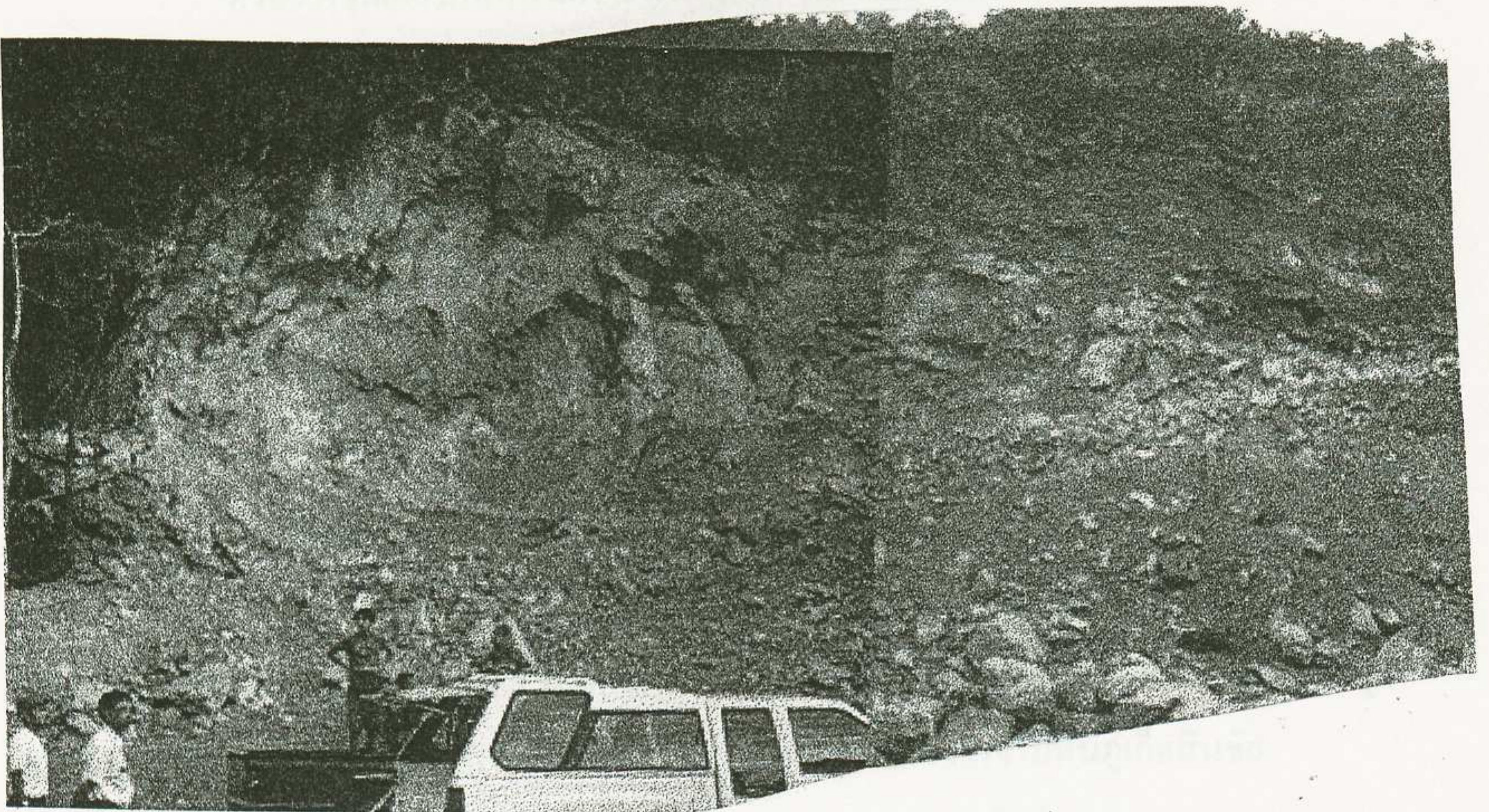
แหล่งหินมีรอยชั้นหิน (bedded carbonate rocks) เนื้อละเอียด มีสีเทาถึงดำ และขาวแกมชมพู หินทั้งสองสีวางตัวสัมพันธ์กันอย่างชัดเจนแบบรอยเลื่อน มีความหนาของชั้นประมาณ 1.0 เมตร (รูปที่ 10)



รูปที่ 8 ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงโม่หินภูเก็ตสินชัย



รูปที่ 9 ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงโม่หินถ้ำพงค์ศิลา



รูปที่ 10 ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งบริษัทผาทองพัฒนา

3.3 สมบัติทางเคมี ภาพภาพและเชิงกลของหินคาร์บอนเนตพื้นที่จังหวัดพังงา

3.3.1 วิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบแร่

จากการสุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ทั้งหมด 5 ก้อน พบว่าค่าสูงสุด CaO เป็น 49.29 % ของโรงโม่หินผาทองพัฒนา และค่าต่ำสุดเป็น 25.56 % ของโรงโม่หินภูเก็ตสินชัย โดยที่หินจากแหล่งส่วนใหญ่จัดในชั้นบริสุทธิ์น้อยจนถึงไม่บริสุทธิ์ (Harrison, 1992) และแหล่งหินผาทองพัฒนาหินบางส่วนเป็นโคโลมิติกไลมส์โตน รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแร่ในหินคาร์บอนเนตพื้นที่ จังหวัดพังงา (หน่วย %)

แหล่งเก็บตัวอย่างวิเคราะห์	จำนวน	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	MnO	SiO ₂	lg Loss
1. โรงโม่หินสหกิจ ภูเก็ต	1	45.20	8.58	0.10	0.02	<0.10	45.20
2. โรงโม่หินภูเก็ตสินชัย	1	25.56	1.91	3.23	0.04	29.62	25.56
3. โรงโม่หินฉัฐพงศ์ศิลา	1	43.50	0.81	0.01	<0.01	<0.10	43.50
4. บริษัทผาทองพัฒนาศีดำ	1	49.29	2.00	-	-	-	-
สีขาว	1	31.94	15.73	-	-	-	-

3.3.2 การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์

ตัวอย่างชุดเดียวกันกับวิเคราะห์ทางเคมี พบว่ามีองค์ประกอบแร่ตัวแปรอีกตัวคือแร่ควออร์ตซ์ ได้สรุปไว้ในตารางที่ 10 และภาคผนวก ก

ตารางที่ 10 ผลวิเคราะห์การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ในหิคาร์บอเนตเขตพื้นที่จังหวัดพังงา

แหล่งเก็บตัวอย่างวิเคราะห์	จำนวน	ผลวิเคราะห์แร่	ชนิดหิน
1. หกก. โรงไม้หินสทกิง ภัคดี	1	แคลไซต์ โดโลไมต์	หินปูนถึงหินปูนโดโลไมต์
2. โรงไม้หินภูเก็ดสินชัย	1	แคลไซต์ โดโลไมต์ ควออร์ตซ์	หินปูนถึงหินปูนโดโลไมต์
3. โรงไม้หินฉัฐพงศ์ศิลา	1	แคลไซต์ โดโลไมต์	หินปูน

3.3.3 ความขาวและความขาวสว่าง

ผลการวัดได้แสดงไว้ในตารางที่ 11 ได้ค่าความขาวสูงสุดเป็น 58.80 % ของโรงไม้หินฉัฐพงศ์ศิลา และค่าต่ำสุด 20.60 % ของโรงไม้หินผาทองพัฒนา สีด้า ส่วนค่าความขาวสว่างสูงสุด 61.70 % ของโรงไม้หินฉัฐพงศ์ศิลา และค่าต่ำสุด 21.20 % ของโรงไม้หินภูเก็ดสินชัย

ตารางที่ 11 ผลทดสอบความขาวและความขาวสว่างของหิคาร์บอเนตพื้นที่ จังหวัดพังงา (หน่วย %)

แหล่งเก็บตัวอย่างตรวจสอบ	จำนวน	ความขาว	ความขาวสว่าง	ลักษณะภาพ
1. โรงไม้หินสทกิง ภัคดี	1	45.10	50.60	สีเทาอ่อน
2. โรงไม้หินภูเก็ดสินชัย	1	20.80	21.20	สีเทาเข้ม
3. โรงไม้หินฉัฐพงศ์ศิลา	1	58.80	61.70	สีขาว
4. บริษัทผาทองพัฒนา สีด้า	1	20.60	23.30	สีเทาเข้ม
สีขาว	1	40.10	43.40	สีขาว

3.3.4 ตรวจสอบทางศิลารรณนา

1. โรงไม้หินสทกิง ภัคดี

เม็ดแร่ขนาดละเอียดถึงปานกลาง ส่วนใหญ่เป็น แร่แคลไซต์ โดโลไมต์ มีสายแร่ฝอยแคลไซต์ตัดแทรกเข้ามาทั่วไป (รูปที่ 9 ก) เนื้อพื้นหิน

2. โรงไม้หินภูเก็ดสินชัย

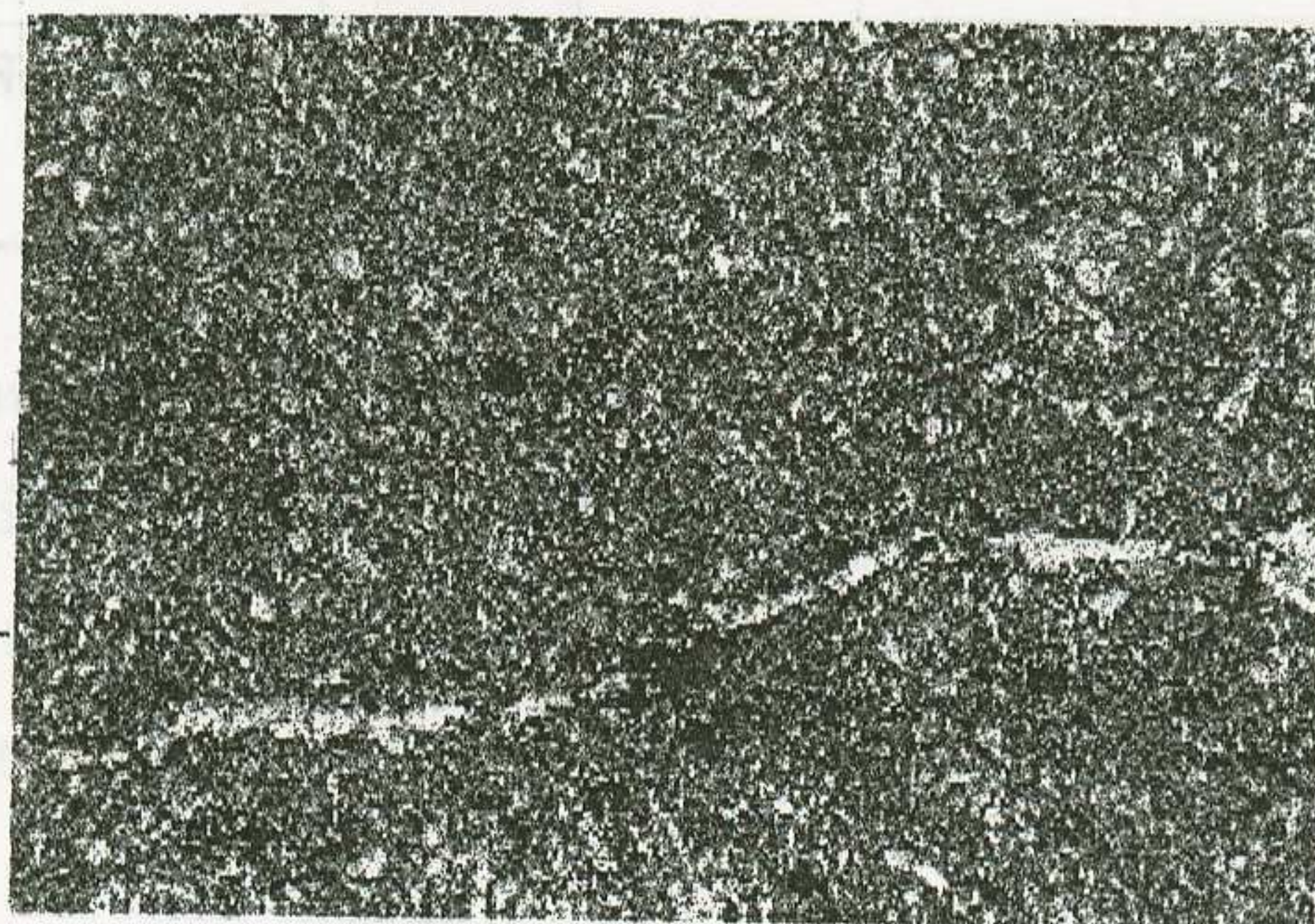
เม็ดแร่ขนาดละเอียดถึงปานกลาง ส่วนใหญ่เป็น แร่แคลไซต์ ควออร์ตซ์ โดโลไมต์ มีสายแร่ฝอยควออร์ตซ์ตัดแทรกเข้ามา (รูปที่ 9 ข) เนื้อพื้นพวกแร่เหล็ก (เฮมาไทต์)

3. โรงไม้หินฉัฐพงศ์ศิลา

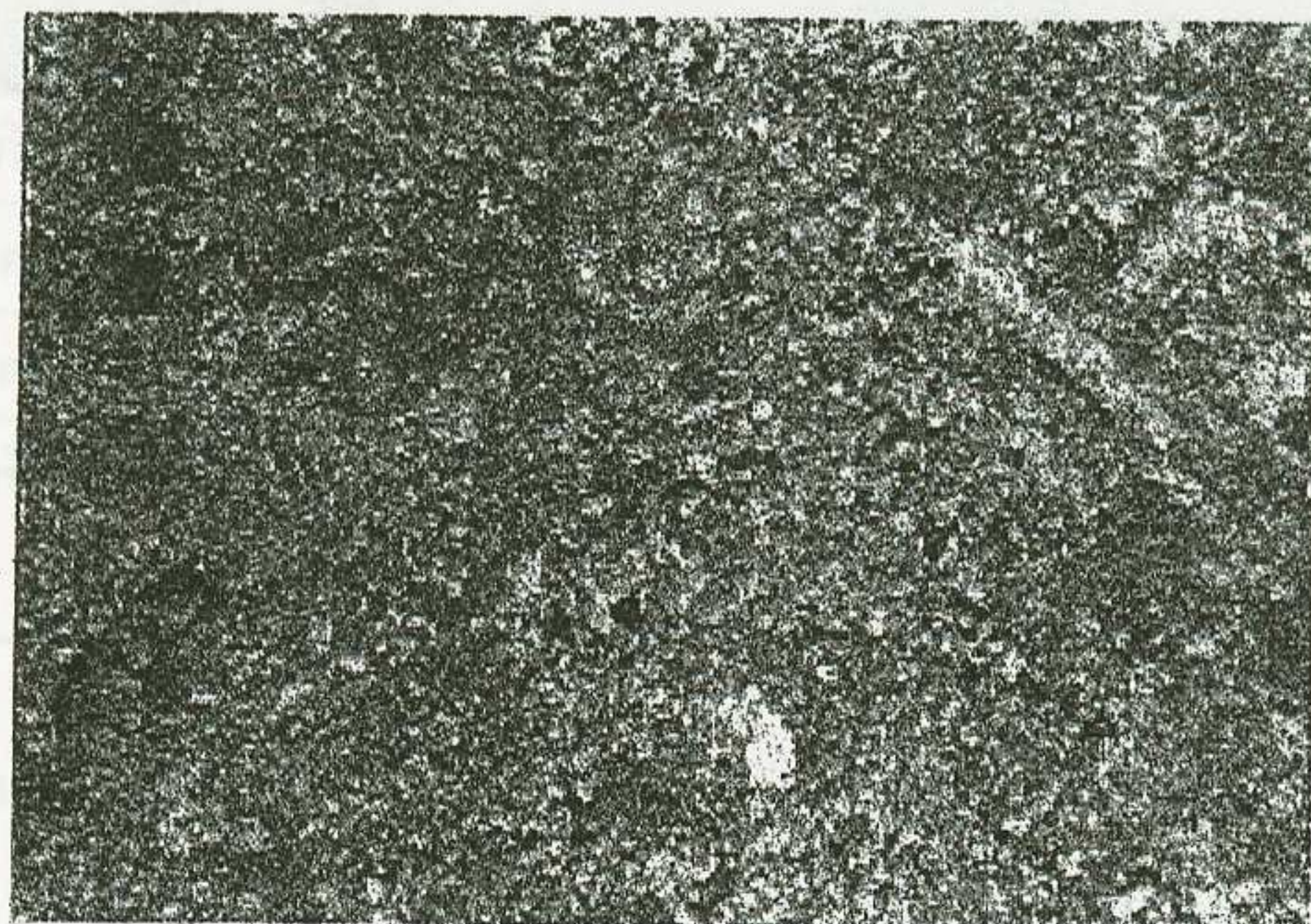
เม็ดแร่ขนาดละเอียดถึงปานกลาง ส่วนใหญ่เป็น แร่แคลไซต์ เนื้อพื้นเป็นพวกแร่ดินเหนียวและซากเปลือกหอย (รูปที่ 9 ค)



ก)



ข)



ค)

รูปที่ 9 ภาพถ่ายภาพใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 4 เท่า ของแผ่นหินขัดบางด้วยแสงทิศทางเดียว (polarized light) เมื่อ cross nicol ของโรงโม่หิน ก) หก. โรงโม่หินสหกิจ ภูเก็ต ข) โรงโม่หินภูเก็ตสินชัย และ ค) โรงโม่หินณัฐพงศ์ศิลา

3.3.5 ปริมาณความชื้น

ก้อนตัวอย่างทดสอบ 65 ชิ้น มีค่าความชื้นทั้งสูงสุดและต่ำสุดเป็น 0.66 % และ 0.01 % ของโรงโม่หินฉัฐพงศ์ศิลาตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งอยู่ในช่วงพิสัย 0.09-0.14 % (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 แสดงผลค่าปริมาณความชื้นของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่จังหวัดพังงา (หน่วย %)

แหล่งหิน	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	พิสัย
1. โรงโม่หินสหกิจ ภัคดี	17	0.84	0.02	0.21	0.24
2. โรงโม่หินภูเก็ตสินชัย	11	0.36	0.06	0.27	0.09
3. โรงโม่หินฉัฐพงศ์ศิลา	12	0.16	0.02	0.06	0.04
4. บริษัทผาทองพัฒนา สีด้า	12	0.63	0.00	0.17	0.16
สีขาว	13	0.35	0.00	0.08	0.09

3.3.6 ความพรุน

หินมีค่าความพรุนทำนองเดียวกับปริมาณความชื้น คือสูงสุดเป็น 3.48 % ของโรงโม่หินฉัฐพงศ์ศิลา และ ค่าต่ำสุดเป็น 0.14 % ของโรงโม่หินผาทองพัฒนา สีด้า ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งอยู่ในช่วงพิสัย 0.61-1.32 % จัดว่าหินเหล่านี้เป็นพวกหินความพรุนต่ำจนถึงปานกลาง (IAEG, 1979)

ตารางที่ 13 แสดงผลค่าความพรุนของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่จังหวัดพังงา (หน่วย %)

แหล่งหิน	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	พิสัย
1. โรงโม่หินสหกิจ ภัคดี	17	2.79	0.28	0.88	0.74
2. โรงโม่หินภูเก็ตสินชัย	11	2.33	0.74	1.32	0.43
3. โรงโม่หินฉัฐพงศ์ศิลา	12	3.48	0.28	0.99	0.87
4. บริษัทผาทองพัฒนา สีด้า	12	2.82	0.14	0.75	0.67
สีขาว	13	2.22	0.19	0.61	0.55

3.3.7 ความหนาแน่น

หินมีค่าความหนาแน่นสูงสุดเป็น 2.88 กรัม/ลบ.ซม. ของบริษัทผาทองพัฒนา (สีขาว) และค่าต่ำสุดเป็น 2.31 กรัม/ลบ.ซม. ของโรงโม่หินฉัฐพงศ์ศิลา ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งมีช่วงพิสัย 2.65-2.80 กรัม/ลบ.ซม. (ตารางที่ 14) จัดว่าเป็นหินที่มีค่าความหนาแน่นปานกลางถึงสูง (IAEG, 1979)

ตารางที่ 14 แสดงผลค่าความหนาแน่นของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ จังหวัดพังงา (หน่วย กรัม/ลบ.ซม.)

แหล่งเก็บตัวอย่างหิน	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงไม้หินสทกิง กักคี้	17	2.79	2.67	2.73	0.04
2. โรงไม้หินภูเก็ดสินชัย	11	2.73	2.68	2.72	0.01
3. โรงไม้หินฉัฐพงค์ศิลา	12	2.72	2.31	2.66	0.11
4. บริษัทผาทองพัฒนา สีคำ	12	2.71	2.59	2.65	0.04
สีขาว	13	2.88	2.50	2.80	0.10

3.3.8 การดูดซึมน้ำ

หินมีค่าการดูดซึมน้ำต่ำสุดเป็น 0.05 % ของบริษัทผาทองพัฒนา และค่าสูงสุดเป็น 1.33 % ของโรงไม้หินฉัฐพงค์ศิลา ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งอยู่ในช่วงพิสัย 0.22-0.49 % (ตารางที่ 15) จัดว่าเป็นหินที่มีค่าการดูดซึมน้ำปานกลาง (IAEG, 1979)

ตารางที่ 15 แสดงผลค่าการดูดซึมน้ำของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ จังหวัดพังงา (หน่วย %)

แหล่งเก็บตัวอย่างหิน	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงไม้หินสทกิง กักคี้	17	1.05	0.10	0.33	0.28
2. โรงไม้หินภูเก็ดสินชัย	11	0.87	0.27	0.49	0.16
3. โรงไม้หินฉัฐพงค์ศิลา	12	1.33	0.10	0.38	0.33
4. บริษัทผาทองพัฒนา สีคำ	12	1.08	0.05	0.28	0.26
สีขาว	13	0.80	0.07	0.22	0.20

3.3.9 ระดับชั้นของการอิมตัวด้วยน้ำ

หินมีค่าระดับชั้นของการอิมตัวด้วยน้ำสูงสุดเป็น 98.83 % ของโรงไม้หินฉัฐพงค์ศิลา ส่วนค่าต่ำสุดเป็น 11.00 % โรงไม้หินภูเก็ดสินชัย และค่าเฉลี่ยของทุกแหล่ง อยู่ในช่วงพิสัย 40.25-61.88 % จัดว่าเป็นหินที่มีค่าการอิมตัวปานกลางถึงสูง (IAEG, 1979)

ตารางที่ 16 ค่าระดับชั้นของการอิมตัวด้วยน้ำของหินคาร์บอนเนตใน พื้นที่จังหวัดพังงา (%)

แหล่งเก็บตัวอย่างหิน	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงไม้หินสทกิง กักคี้	17	98.11	12.50	59.53	29.79
2. โรงไม้หินภูเก็ดสินชัย	11	81.82	22.22	55.41	17.87
3. โรงไม้หินฉัฐพงค์ศิลา	12	43.75	5.00	20.70	10.39
4. บริษัทผาทองพัฒนา สีคำ	12	100.00	0.00	66.31	24.35
สีขาว	13	100.00	0.00	68.50	34.63

3.3.10 อัตราส่วนช่องว่าง

ผลการคำนวณจากข้อมูลวัดค่า พบว่าหินมีค่าอัตราส่วนช่องว่างสูงสุดเป็น 0.04 ของโรงโม่หินรัฐพงศ์ศิลา และค่าต่ำสุดเป็น 0.00 ของแหล่งโรงโม่หินสหกิจ ภูเก็ต ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งคือ 0.002-0.013 (ตารางที่ 17)

ตารางที่ 17 ผลคำนวณค่าอัตราส่วนช่องว่างของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่จังหวัดพังงา (ไม่มีหน่วย)

แหล่งหินคาร์บอนเนต	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงโม่หินสหกิจ ภูเก็ต	17	0.03	0.000	0.009	0.007
2. โรงโม่หินภูเก็ตสินชัย	11	0.02	0.007	0.013	0.004
3. โรงโม่หินรัฐพงศ์ศิลา	12	0.04	0.003	0.010	0.009
4. บริษัทผาทองพัฒนา สีดำ	12	0.011	0.001	0.003	0.003
สีขาว	13	0.008	0.001	0.002	0.002

3.3.11 การขัดสีแบบลอสแอนเจลิส

การทดสอบหาความคงทนต่อการขัดสีของมวลรวมหินคาร์บอนเนต จำนวน 5 ตัวอย่าง ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 18 พบว่ามีค่าเปอร์เซ็นต์ความสึกหรอ มีค่าสูง 28.30 % ของแหล่งโรงโม่หินรัฐพงศ์ศิลา และค่าต่ำ 21.38 % ของโรงโม่หินภูเก็ตสินชัย ส่วนค่าตัวประกอบความเอกรูป (uniformity factor, UF) ของทั้งสองแหล่งอยู่ระหว่าง 0.17-0.23 % หินของสหกิจ ภูเก็ตค่อนข้างขาดความแข็งเอกรูป (รูปที่ 10)

ตารางที่ 18 ผลทดสอบการขัดสีแบบลอสแอนเจลิสของหินคาร์บอนเนตเขตพื้นที่จังหวัดพังงา

แหล่งหินคาร์บอนเนต	จำนวน	% สึกหรอ	ค่า UF
1. โรงโม่หินสหกิจ ภูเก็ต	1	25.36	0.17
2. โรงโม่หินภูเก็ตสินชัย	1	21.38	0.23
3. โรงโม่หินรัฐพงศ์ศิลา	1	28.30	0.23
4. บริษัทผาทองพัฒนา สีดำ	1	27.60	0.23
สีขาว	1	25.60	0.21

3.3.12 ความแข็งกระดอนแบบชมิตต์

ค่าเฉลี่ยดังกล่าวแสดงในตารางที่ 19 และแปลงค่าเป็นกำลังอัด โดยสมการความสัมพันธ์ (คณพล ตันนโยภาส 2537) ในตารางที่ 20

ตารางที่ 19 ค่าอ่อนชนิดที่ปรับแก้ของหินคาร์บอนเนตเขตจังหวัดพังงา

แหล่งทดสอบ	ท่าฉลอม 1			ท่าฉลอม 2		
	จำนวน	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย	จำนวน	ช่วงค่า	ค่าเฉลี่ย
1. โรงไม่หินสทกิง กักคิ	10	56.20-64.60	60.30	10	26.90-42.55	35.21
2. โรงไม่หินภูเก็ตสินชัย	7	43.60-58.30	52.00	-	-	-
3. โรงไม่หินฉัฐพงศศิลา	10	50.10-62.50	57.69	-	-	-
4. บริษัทผาทองพัฒนา สีดำ	10	45.70-60.40	52.94	10	47.80-60.40	53.48
สีขาว	11	41.50-62.30	50.60	11	47.80-58.30	52.75

ตารางที่ 20 แปลงค่าเฉลี่ยอ่อนชนิดเป็นกำลังอัดของหินคาร์บอนเนตเขตจังหวัดพังงา

แหล่งทดสอบ	ท่าฉลอม 1		ท่าฉลอม 2	
	SHV	UCS	SHV	UCS
1. โรงไม่หินสทกิง กักคิ	60.30	97.21	35.21	37.73
2. โรงไม่หินภูเก็ตสินชัย	52.00	70.57	-	-
3. โรงไม่หินฉัฐพงศศิลา	57.69	83.32	-	-
4. บริษัทผาทองพัฒนา สีดำ	52.94	69.46	53.48	70.85
สีขาว	50.60	70.81	52.75	76.95

3.3.13 กำลังแรงกดจุด

จากผลค่าดัชนีกำลังแรงกดจุดแบบรูปทรงไม่สม่ำเสมอ จำนวน 66 ก้อน พบว่ามีค่าสูงสุด 7.65 MPa ของแหล่งบริษัทผาทองพัฒนา และค่าต่ำสุด 1.84 MPa ของแหล่งโรงไม่หินสทกิงกักคิ โดยมีค่าเฉลี่ยทุกแหล่งในช่วงพิสัย 3.56-4.64 MPa (ตารางที่ 21) โดยทั่วไปจัดว่าหินเหล่านี้อยู่ในหินประเภทที่มีช่วงกำลังปานกลางจนถึงสูง (ISRM, 1985)

ตารางที่ 21 ผลทดสอบค่าดัชนีกำลังแรงกดจุดของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่จังหวัดพังงา (หน่วย MPa)

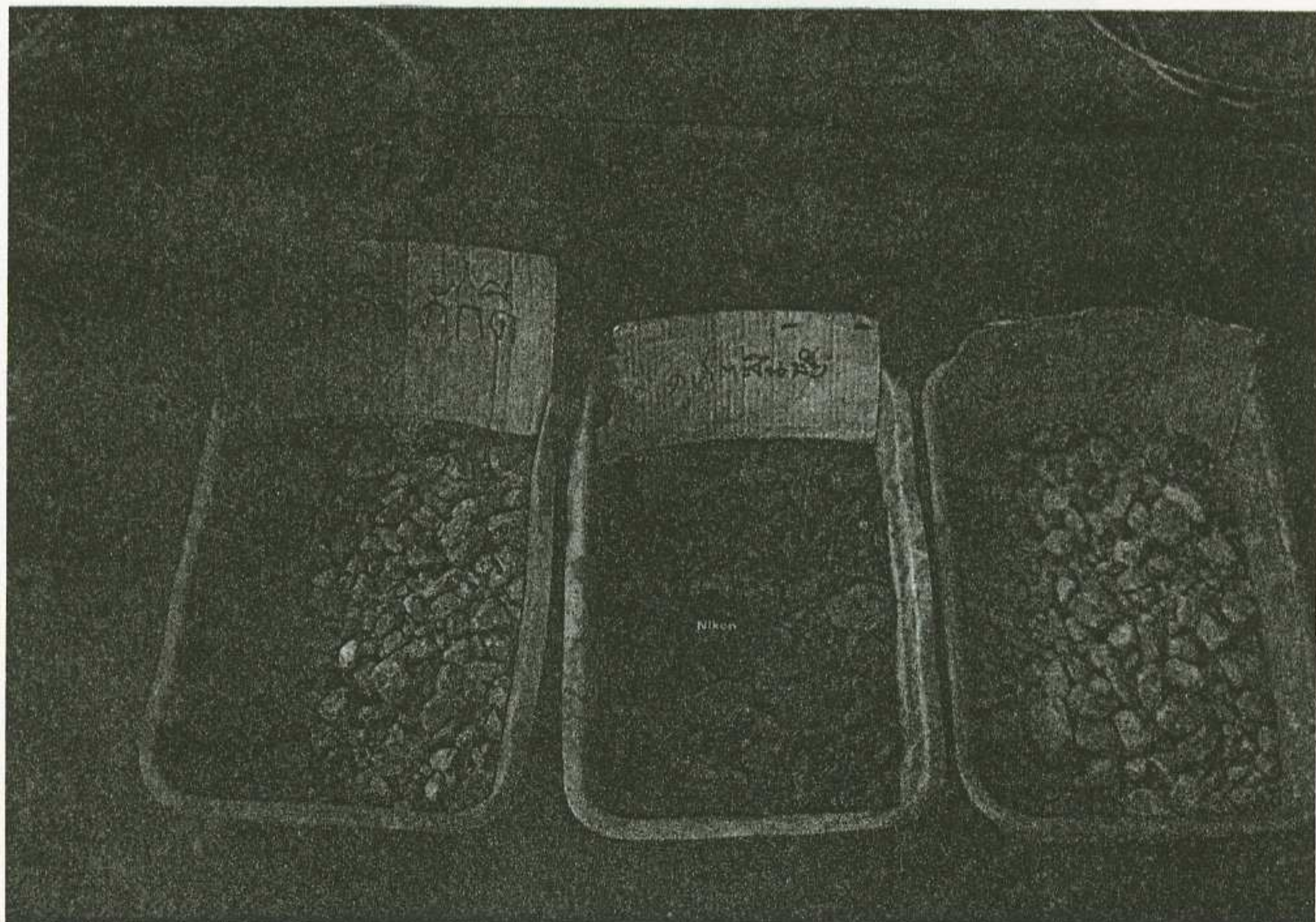
แหล่งเก็บตัวแบบทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงไม่หินสทกิง กักคิ	17	5.04	1.84	3.59	0.84
2. โรงไม่หินภูเก็ตสินชัย	12	6.15	2.14	4.05	1.07
3. โรงไม่หินฉัฐพงศศิลา	12	5.89	2.33	3.89	0.90
4. บริษัทผาทองพัฒนา สีดำ	12	5.68	2.33	3.56	0.82
สีขาว	13	7.65	1.92	4.64	1.47

3.3.14 กำลังอัดแกนเดียว

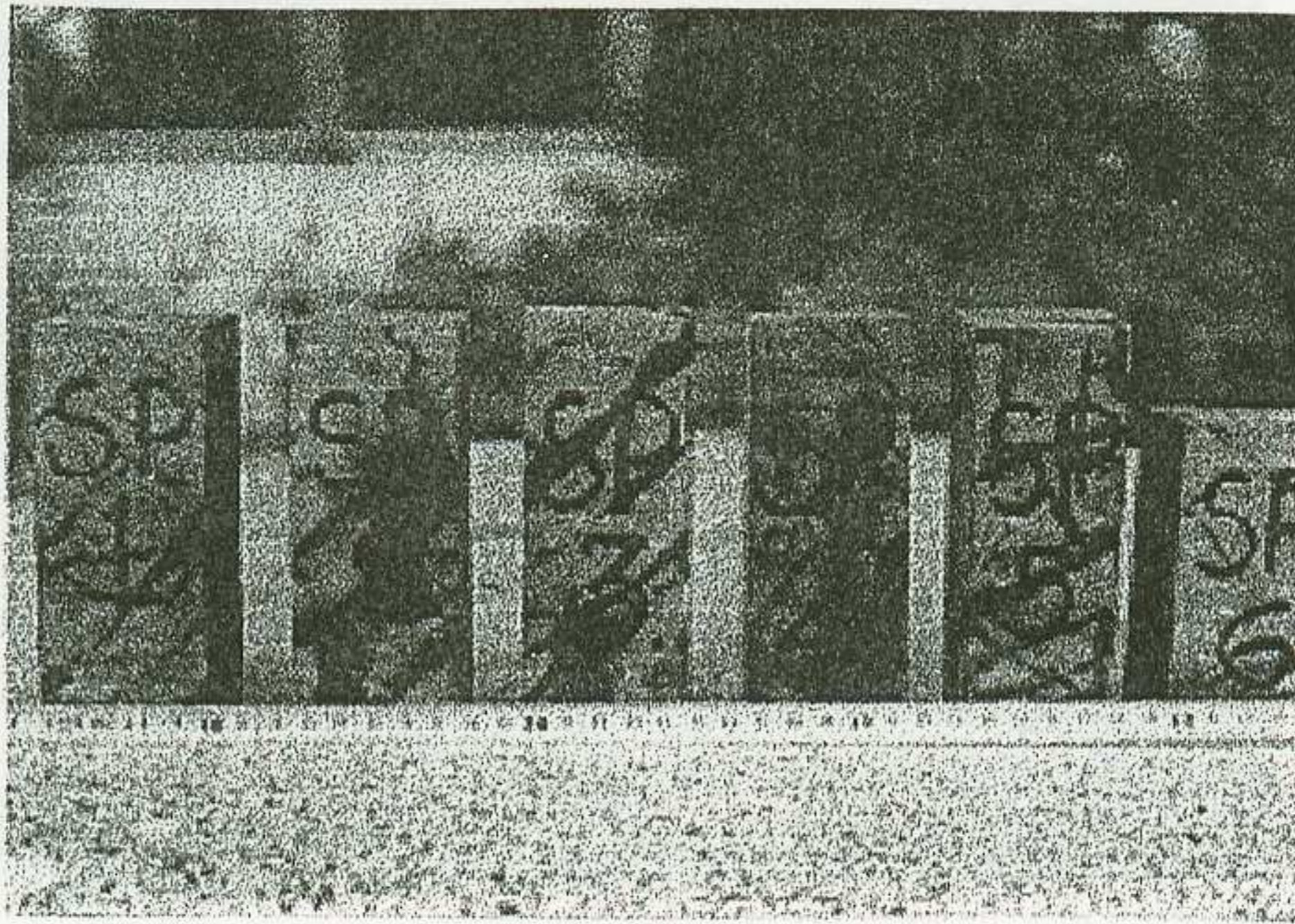
จากผลค่ากำลังอัดแกนเดียวรูปทรงสี่เหลี่ยมพื้นผ้า จำนวน 18 ก้อน (รูปที่ 11) พบว่ามีค่าสูงสุด 47.67 MPa ของโรงโม่หินภูเก็ตสินชัย และค่าต่ำสุด 14.55 MPa ของแหล่งโรงโม่หินสหกิจภักดี ค่าเฉลี่ยทั้งหมดอยู่ในช่วงพิสัย 26.70-36.86 MPa (ตารางที่ 22) หินประเภทที่มีช่วงกำลังปานกลาง รูปแบบพิบัติของก้อนตัวอย่างทั้งสามมีทั้งผ่าซีก เนื้อและผสมกัน (รูปที่ 12) แต่ของแหล่งภูเก็ตสินชัย จะมีการแตกเป็นชิ้นเล็กละเอียดมากกว่า (รูปที่ 12 ข)

ตารางที่ 22 ผลทดสอบค่ากำลังอัดแกนเดียวของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ จังหวัดพังงา (หน่วย MPa)

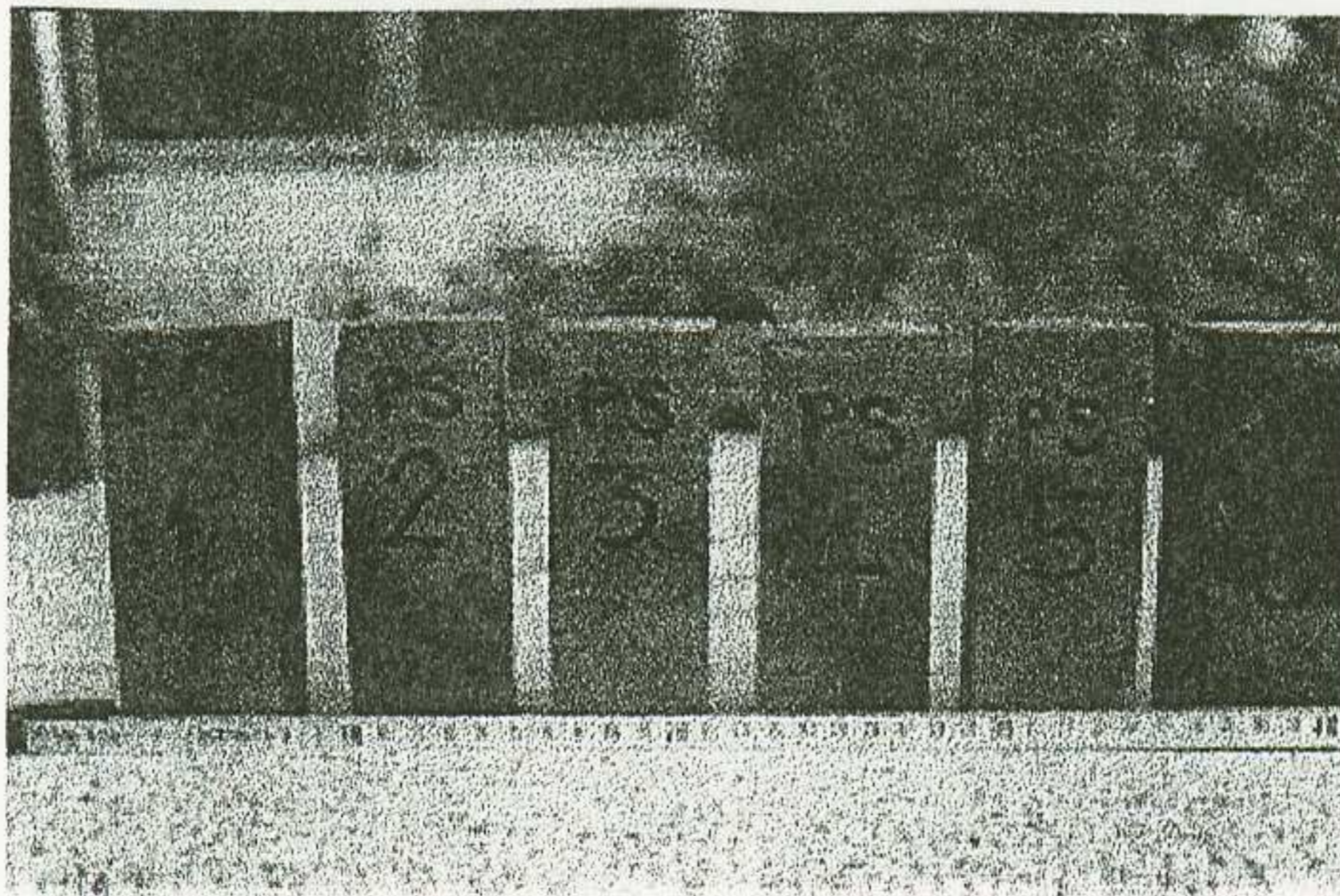
แหล่งเก็บตัวอย่าง	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.	รูปแบบพิบัติ
1. โรงโม่หินสหกิจ ภักดี	6	39.26	14.55	26.70	9.89	เนื้อ
2. โรงโม่หินภูเก็ตสินชัย	6	47.67	25.36	36.86	8.92	ผ่าซีก
3. โรงโม่หินรัฐพงศ์ศิลา	6	43.74	22.73	31.44	8.40	ผ่าซีก



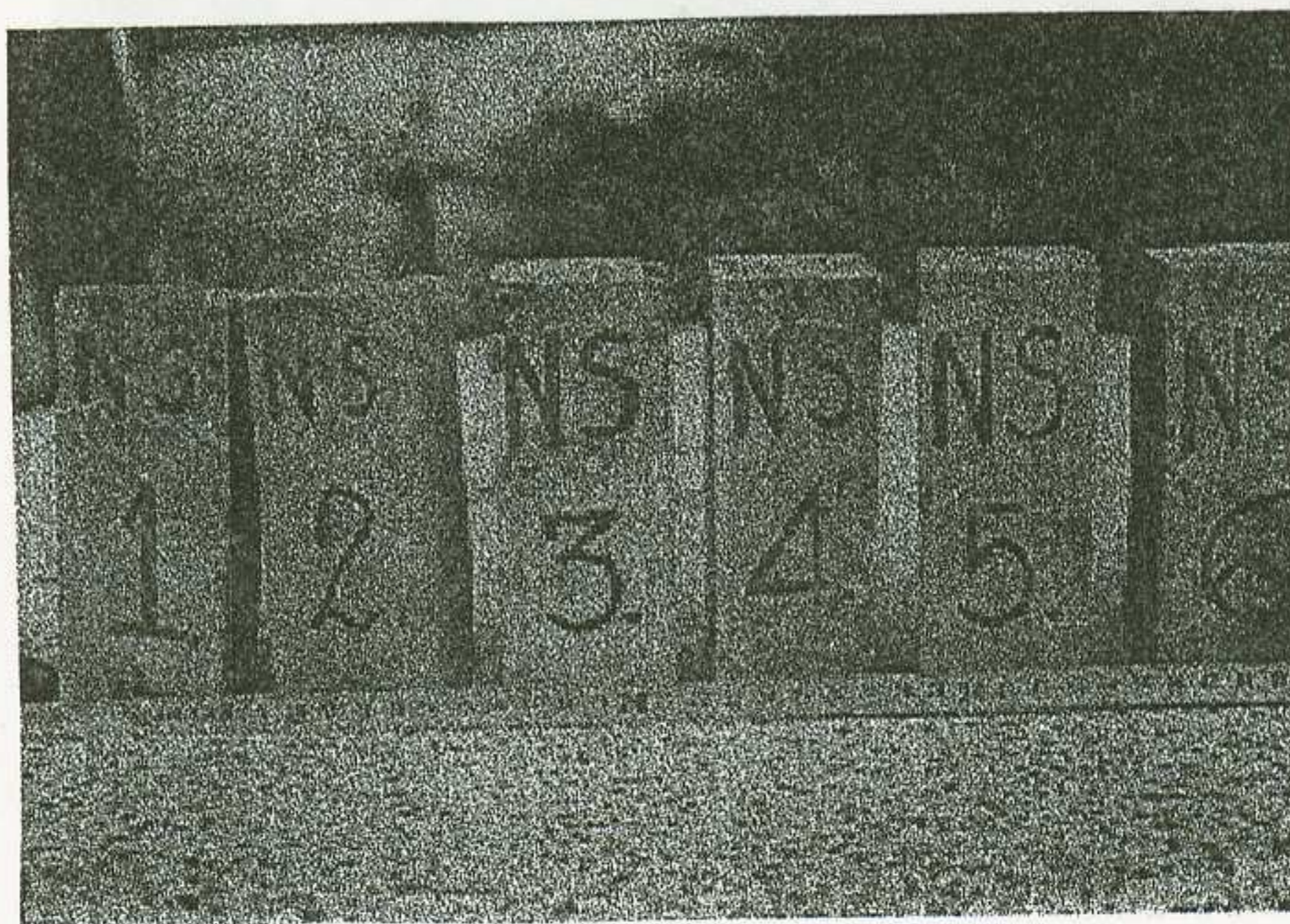
รูปที่ 10 ลักษณะตัวอย่างหลังทดสอบการขีดสีแบบลอสเองเจลิสของ จังหวัดพังงา



ก)



ข)



ค)

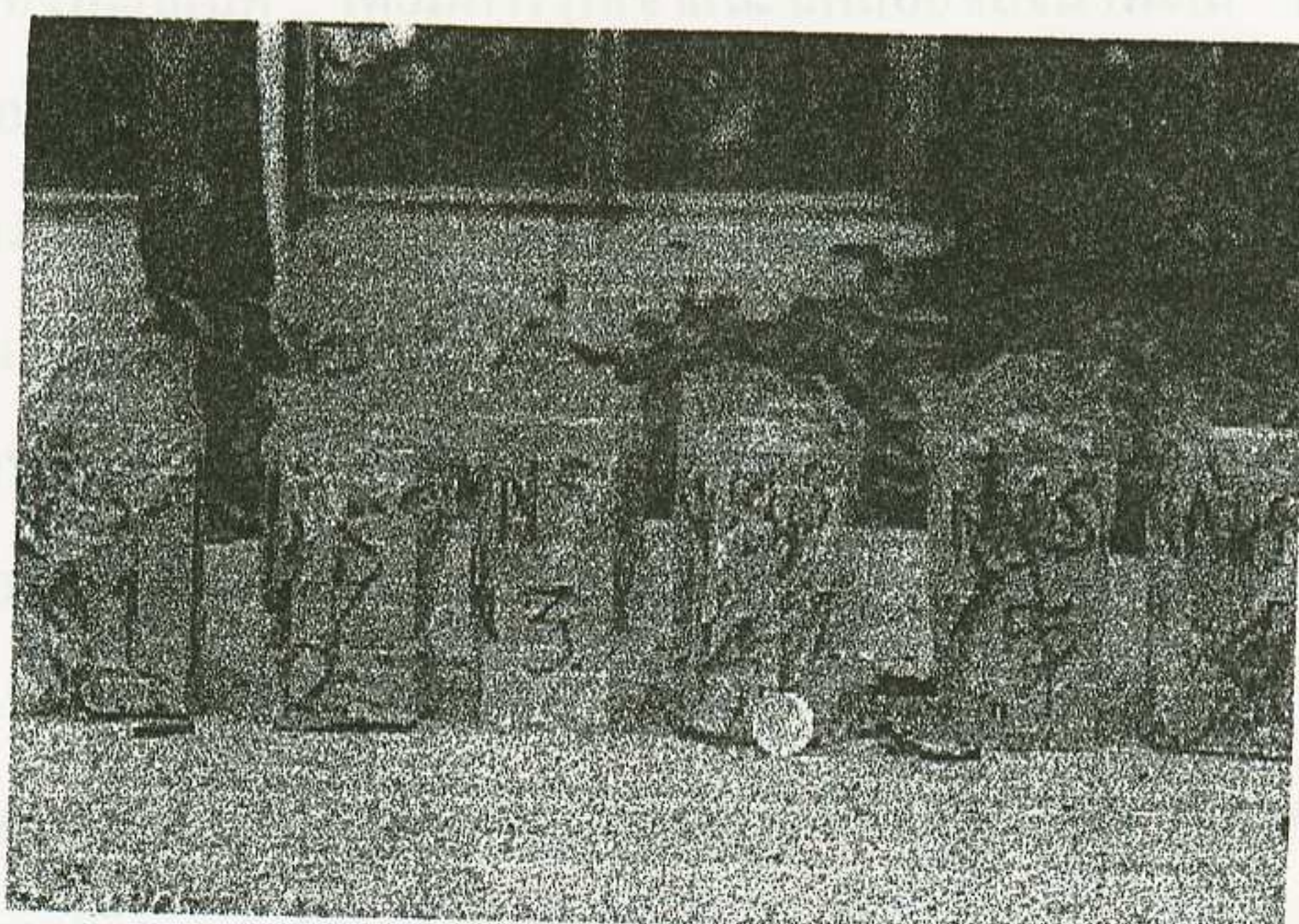
รูปที่ 11 ลักษณะก้อนตัวอย่างทดสอบกำลังอัดแกนเดียวของแหล่ง ก) สหกิจ ภูเก็ต ข) ภูเก็ตสินชัย และ ค) ภูเก็ตศิลา



ก)



ข)



ค)

รูปที่ 12 รูปแบบพืดของก้อนตัวอย่างหลังทดสอบกำลังอัดแกนเดียวของแหล่ง ก) สหกิจ ภูเก็ต ข) ภูเก็ตสินชัย และ ค) อนุรักษ์ศิลา

3.4 หินคาร์บอนเตจังหวัดนครศรีธรรมราช

3.4.1 ธรณีวิทยาทั่วไป

เทือกเขากลุ่มหินคาร์บอนเตในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช ประกอบด้วยหิน 2 ยุค คือ ยุคออร์โดวิเซียนกับยุคเพอร์เมียน ทั้งหมดกระจายอยู่ทั่วไปในหลายเขตอำเภอ ต่อเนื่องจนขึ้นไปถึง อ.กาญจนดิษฐ์ จ.สุราษฎร์ธานี โดยที่กลุ่มหินทุ่งสง (ยุคออร์โดวิเซียน) จะโผล่ทั้งเป็นเทือกเขาขนาดใหญ่ในเขต อ.ชะอวด จนถึง อ.ทุ่งสง นอกจากนี้ยังมีลักษณะเป็นแนวเขากำแพงยาวอยู่ติดกับด้านตะวันตกของเทือกเขาหลวง ซึ่งเป็นหินแกรนิตยุคไทรแอสซิก ในเขต อ.นาบอน และยังพบเป็นเขาโคคในพื้นที่ อ.ร่อนพิบูลย์ และ อ.สิชล หินจะมีการแปรเปลี่ยนตามพื้นที่ใกล้เคียงกับหินอัคนี พบว่ามีการแปรสภาพไปเป็นหินอ่อน โดยมากเป็นหินปูนสีเทาถึงดำ ชั้นบางถึงสมานแน่น มีเนื้อดินเป็นชั้นบางแทรกและชั้นหินดินดาน

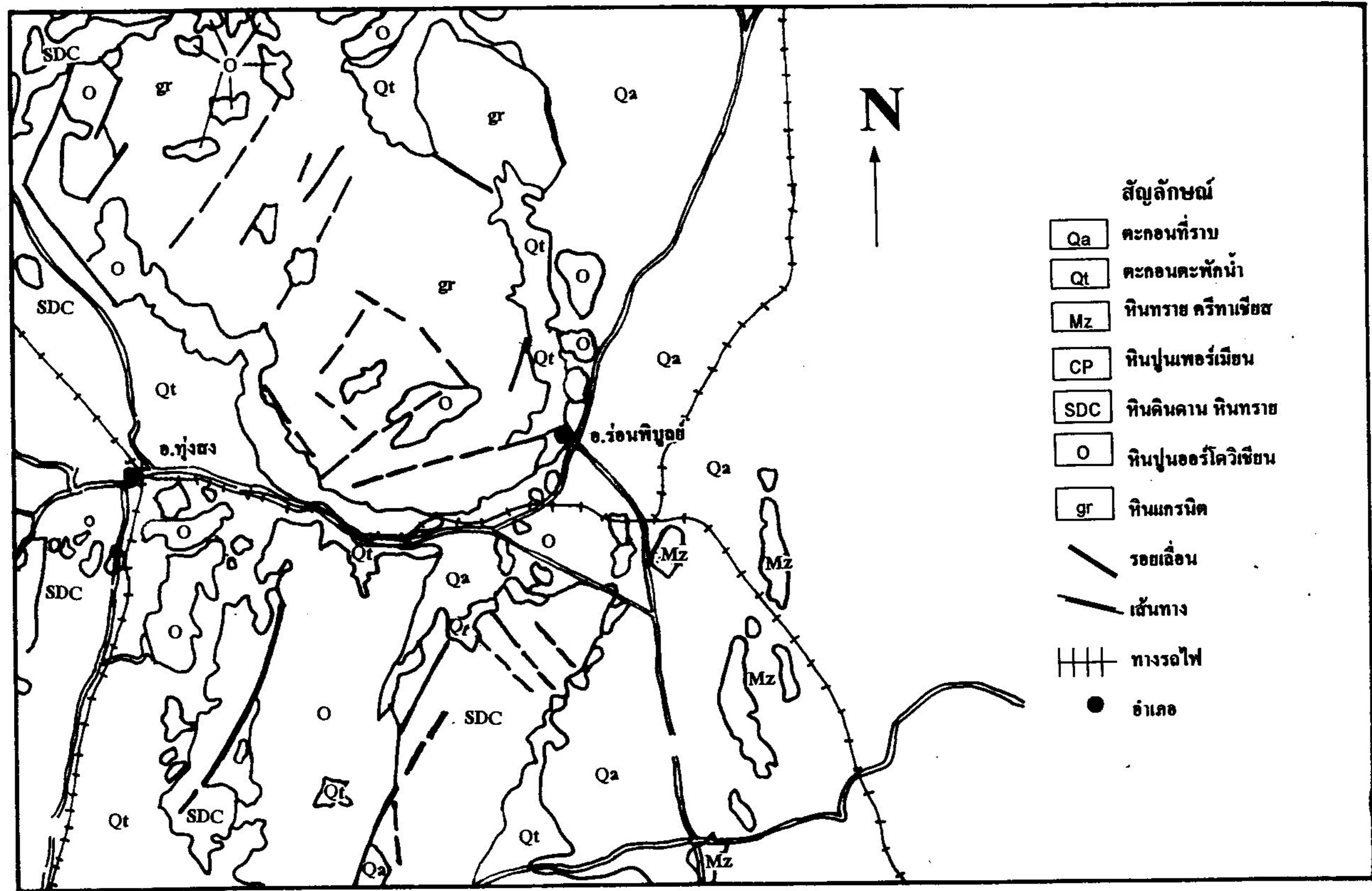
ขณะที่กลุ่มหินราชบุรี (ยุคเพอร์เมียน) จะมีแนวทอดวางตัวยาวเหนือใต้ และก่อนจะอยู่ทางด้านตะวันตกของแหลมภาคใต้ ในรูปแนวเขายาวจนเป็นเขาโคค ตั้งแต่ อ.ทุ่งใหญ่จนถึง อ.ฉวาง โดยมีลักษณะเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ตั้งแต่แสดงลักษณะเป็นชั้นชัดเจนชั้นบางถึงชั้นหนามาก ไปจนถึงขนาดที่ชั้นหินสมานแน่น สีเทาอ่อนถึงเข้ม เนื้อหินค่อนข้างเปลี่ยนแปลงมีตั้งแต่ ผลึกจุลภาค (Microcrystalline) จนถึงเนื้อหยาบ บางส่วนจะเป็นหินปูนปนดิน (Argillaceous limestone) เกิดอยู่ในหลายลักษณะ ทั้งที่แสดงชั้นและไม่แสดงชั้นหิน เมื่อก้าวโดยรวมพอจะจำแนกลักษณะโดยทั่วไปดังนี้

กลุ่มหินคาร์บอนเตบริเวณนี้คาดว่าเกิดในสภาพแวดล้อมทะเล บริเวณลานของทะเลตื้น ในส่วนของทะเลเปิด โดยมีการรุกเข้าและถดถอยของน้ำทะเล (Transgression and Regression) อยู่เสมอในช่วงธรณีกาลของยุคเพอร์เมียน ป्राกฏการณ์ดังกล่าวทำให้เกิดหินปูนเป็นชั้น ๆ ตั้งแต่ชั้นบางไปจนถึงชั้นหนามาก และพบชั้นหินดินดานและหินทรายแทรกสลับในบางช่วงของลำดับชั้นหิน

การแทรกซอนของหินอัคนีมวลไพศาล ชนิดหินแกรนิต ก่อให้เกิดรอยเลื่อนและการคดโค้งของหิน อยู่ในทิศทาง NNE-NE และ NNW-NW ในลักษณะรอยเลื่อนเหลี่ยมข้างหรือรอยเลื่อนแนวระดับ (Strike slip fault)

จากเหตุดังกล่าวทำให้เกิดการบีบอัดรูปโค้งประทุนคว่ำ (Antiform) ทำให้เทือกเขาอัคนีมีลักษณะคล้ายรูปพัด มีการวางตัวเอียงของชั้นหินไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกของเทือกเขาหลวง (รูปที่ 13)

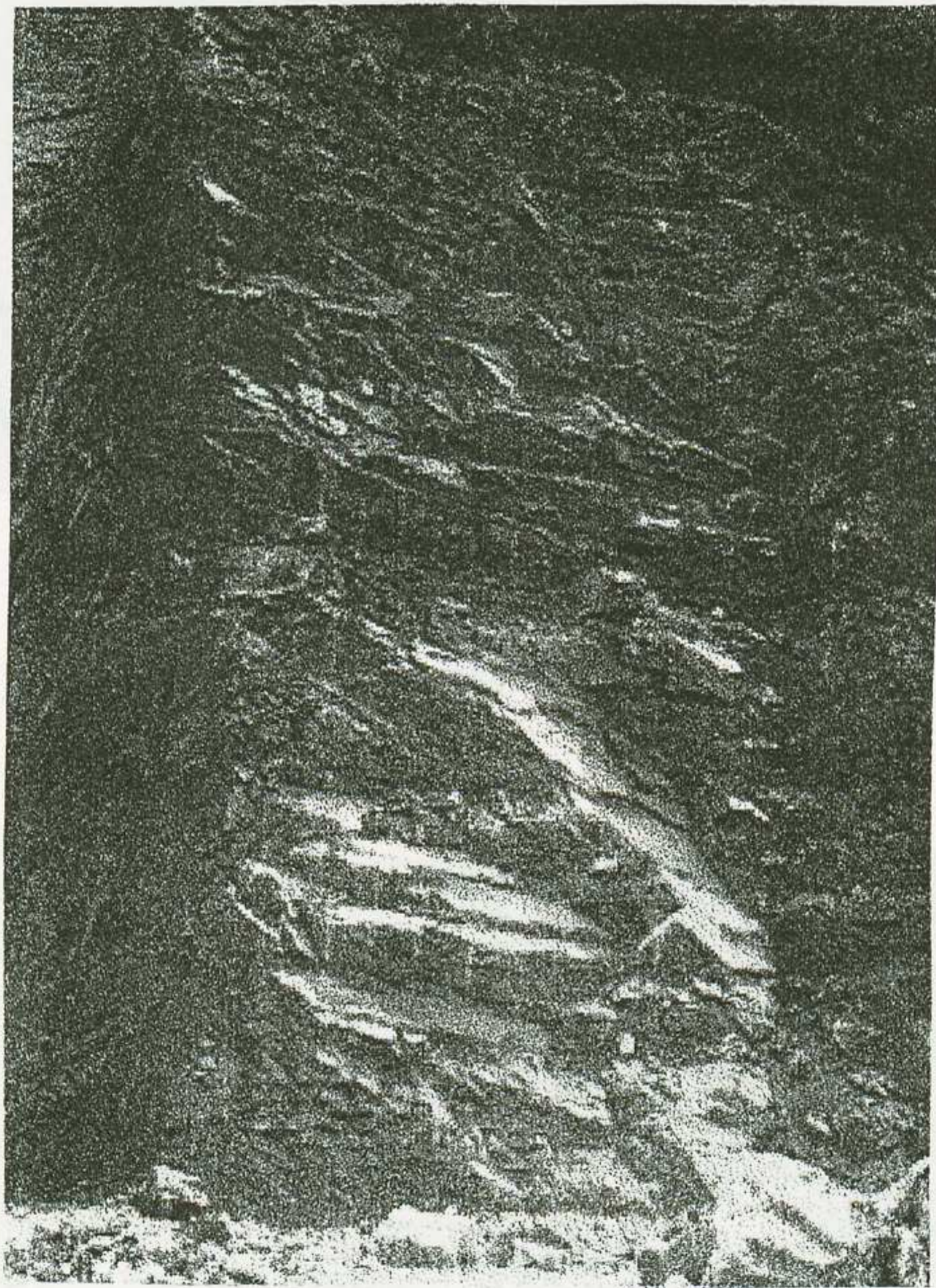
รูปที่ 13 แผนที่ธรณีวิทยาเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช (ตัดแปลงจาก กรมทรัพยากรธรณี 2529)



3.4.2 ธรณีวิทยาแหล่งหิน

1) โรงไม้หินนครรัตนศิลา

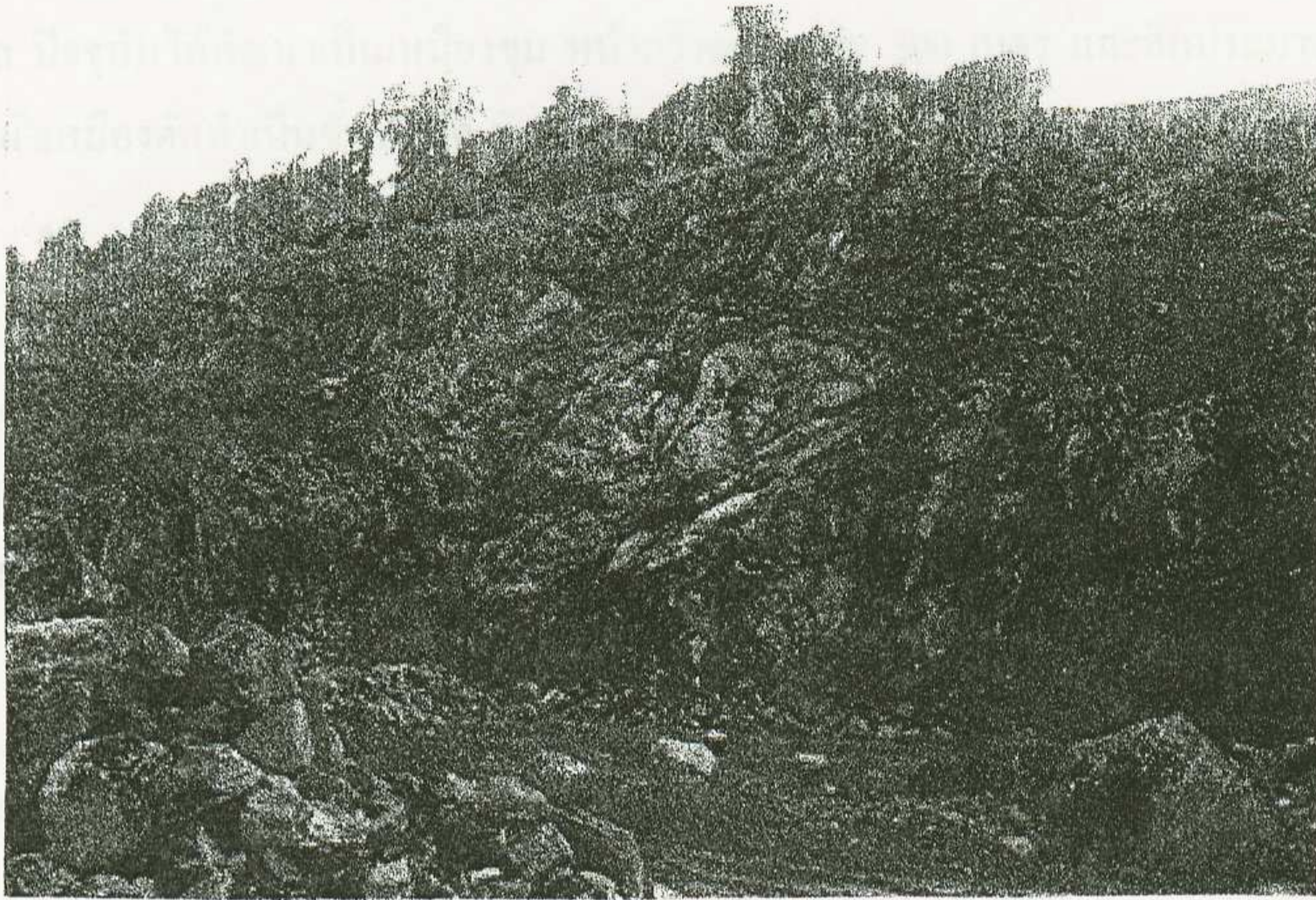
แหล่งหินเป็นเขาโคดทอดตัวยาวเรียว ประกอบด้วยหินปูนถึงหินปูนเนื้อโคลโลไมต์ สีเทาจนถึงเทา เนื้อสมานแน่น ชั้นหินวางตัวในแนว $110^{\circ}/30^{\circ}$ ผิวหน้าเคลือบด้วยแคลไซต์ รอยแยกที่เด่นได้แก่ $060^{\circ}/36^{\circ}$ - $50^{\circ}/50^{\circ}$ ส่วนมากจะมีสายแร่แคลไซต์แทรก และเคลือบผิวหน้ารอยแยก รอยแยกเปิดอ้าห่างเป็นแบบปิดมิดชิด (Closed aperture) ทอดยาว 0.50-1.0 เมตร มีอายุยุคออร์โดวิเซียน (รูปที่ 14)



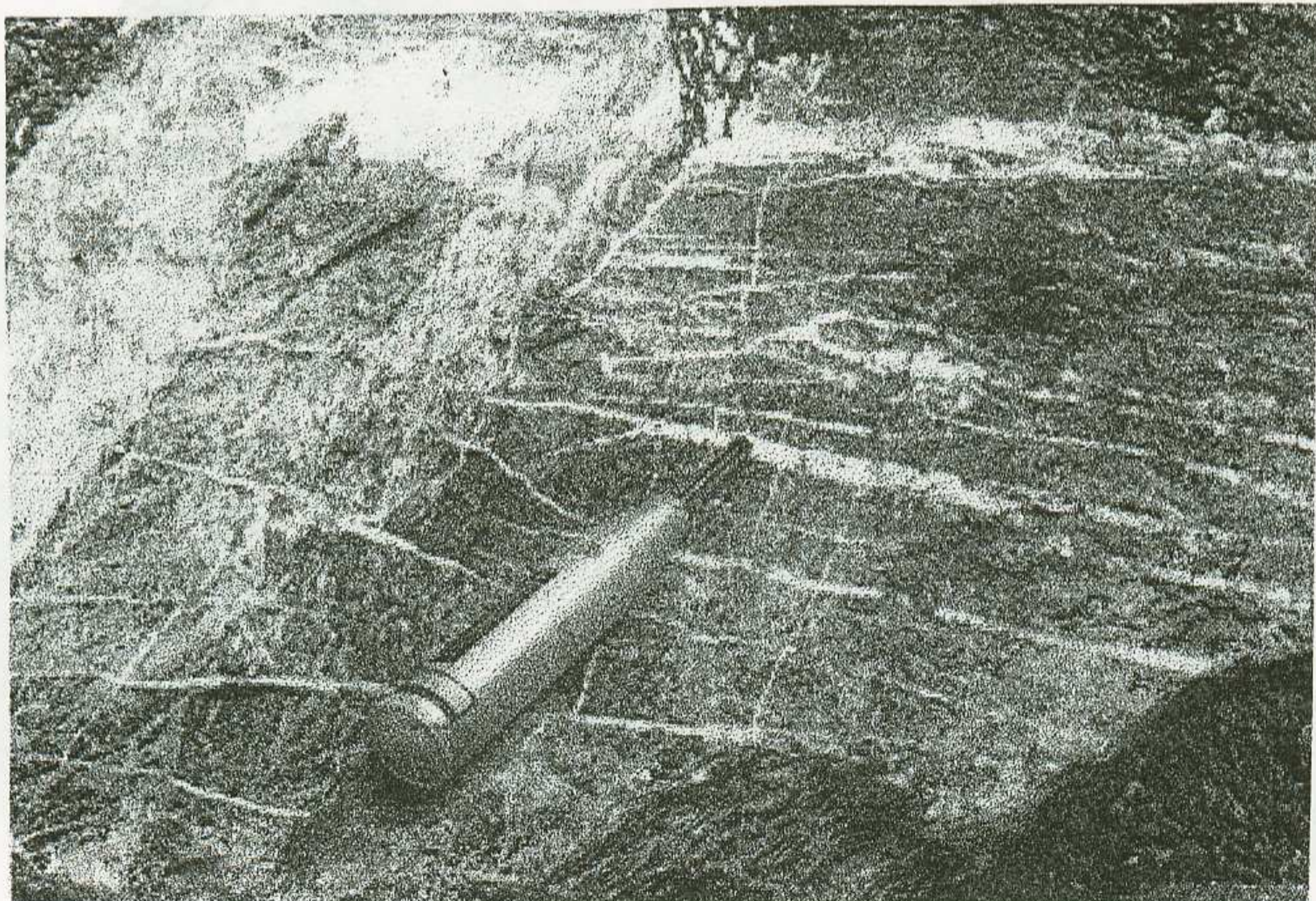
รูปที่ 14 ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงไม้หินนครรัตนศิลา

2) โรงไม้หินศิลาอารี

เป็นเทือกเขาทอดตัวยาวเป็นแนว (รูปที่ 15) เป็นแหล่งหินของหลายโรงไม้ มีลักษณะสีเทาเข้มจนถึงดำ เนื้อละเอียด และสมานแน่นไม่พบเห็นชั้นหิน ผิวที่ผุมีสีน้ำตาลแกมเหลืองถึงเหลืองแกมแดง ชั้นหินวางตัว $110^{\circ}/50^{\circ}$ นอกจากนี้ยังมีรอยแยก $200^{\circ}/60^{\circ}$ ผิวผนังค่อนข้างเรียบ ช่วงห่าง 15 ซม. มักมีสายแร่แคลไซต์แทรกซอนขึ้นมา (รูปที่ 16)



รูปที่ 15 ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงโม่หินศิลาอาารี



รูปที่ 16 ลักษณะเนื้อหินของหน้าแหล่งโรงโม่หินศิลาอาารี

3) โรงโม่หินผาทอง

แหล่งหินเป็นเขาโคดสูงชื่อ เขายายสีหวัง ลักษณะหินสีเทาเข้มถึงดำ วางตัวเป็นชั้น มุมเท 70° - 80° บางแห่งมีลักษณะกร่อนเป็นถ้ำโพรง จึงมีการตกผลึกไฮดรอกไซด์ สีเหลืองแกมน้ำตาล ปัจจุบันได้พัฒนาเป็นเหมืองขุม หน้ากว้างประมาณ 500 เมตร และลึกประมาณ 50 เมตร โดยหน้าเหมืองตัดทำเป็นขั้นบันได หินมีอายุยุคออร์โดวิเชียน (รูปที่ 17)

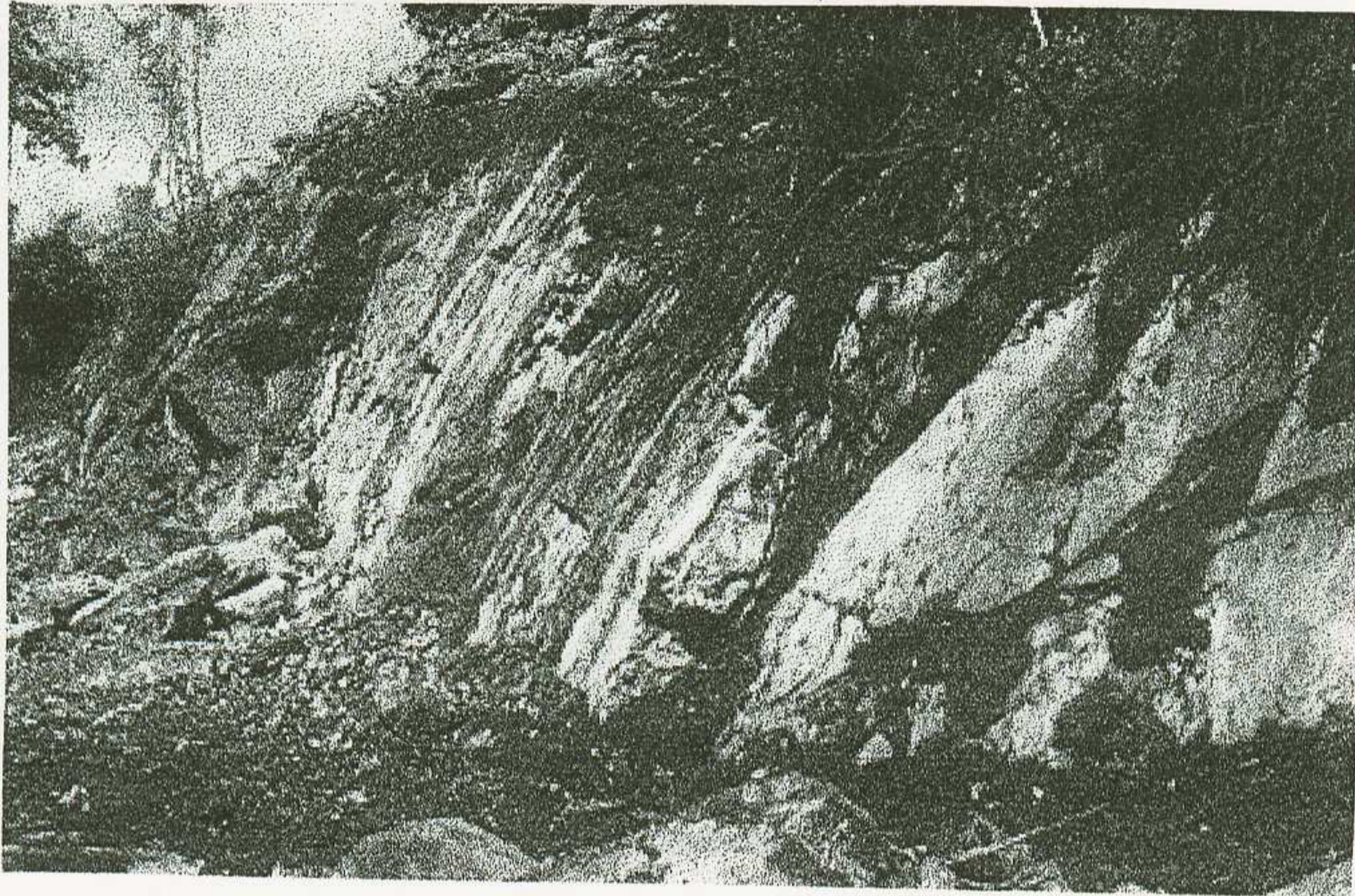
4) บริษัทแอลพีดีเวลลอปเมนต์

เป็นเขาทอดตัวยาวเป็นแนว หินมีลักษณะสีเทาเข้มจนถึงดำ เนื้อละเอียด และพบชั้น หินหนา 20-50 ซม. วางตัวแนวเทและมุมเท $268^{\circ}/68^{\circ}$ - $290^{\circ}/65^{\circ}$ และรอยชั้นหินคดโค้ง มีคราบดินและหินดินดานแทรกสลับอยู่ในแต่ละชั้นหิน ผิวหน้าเรียบเป็นลูกคลื่น นอกจากนี้ยังพบว่ามีสายแร่แคลไซต์ที่ตัดเข้ามาในเนื้อหินดังกล่าว คาดว่าแหล่งหินมีอายุยุคออร์โดวิเชียน

ส่วนนอกของแหล่งดังกล่าว หนาประมาณ 15 เมตร พบว่าการแตกหัก ชนิดของหิน เปลี่ยนเป็นหินโคลโลมิติกไลม์สโตนถึงหินโคลโลไมต์ สีเทาถึงเทาอ่อน ในเนื้อหินพบว่ามีรอยร้าวแตกหักอยู่ทั่วไป ลักษณะแตกออกมาเป็นเหลี่ยมแหลมคม (รูปที่ 18)



รูปที่ 17 ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงโม่หินผาทอง



รูปที่ 18 ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่ง บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์

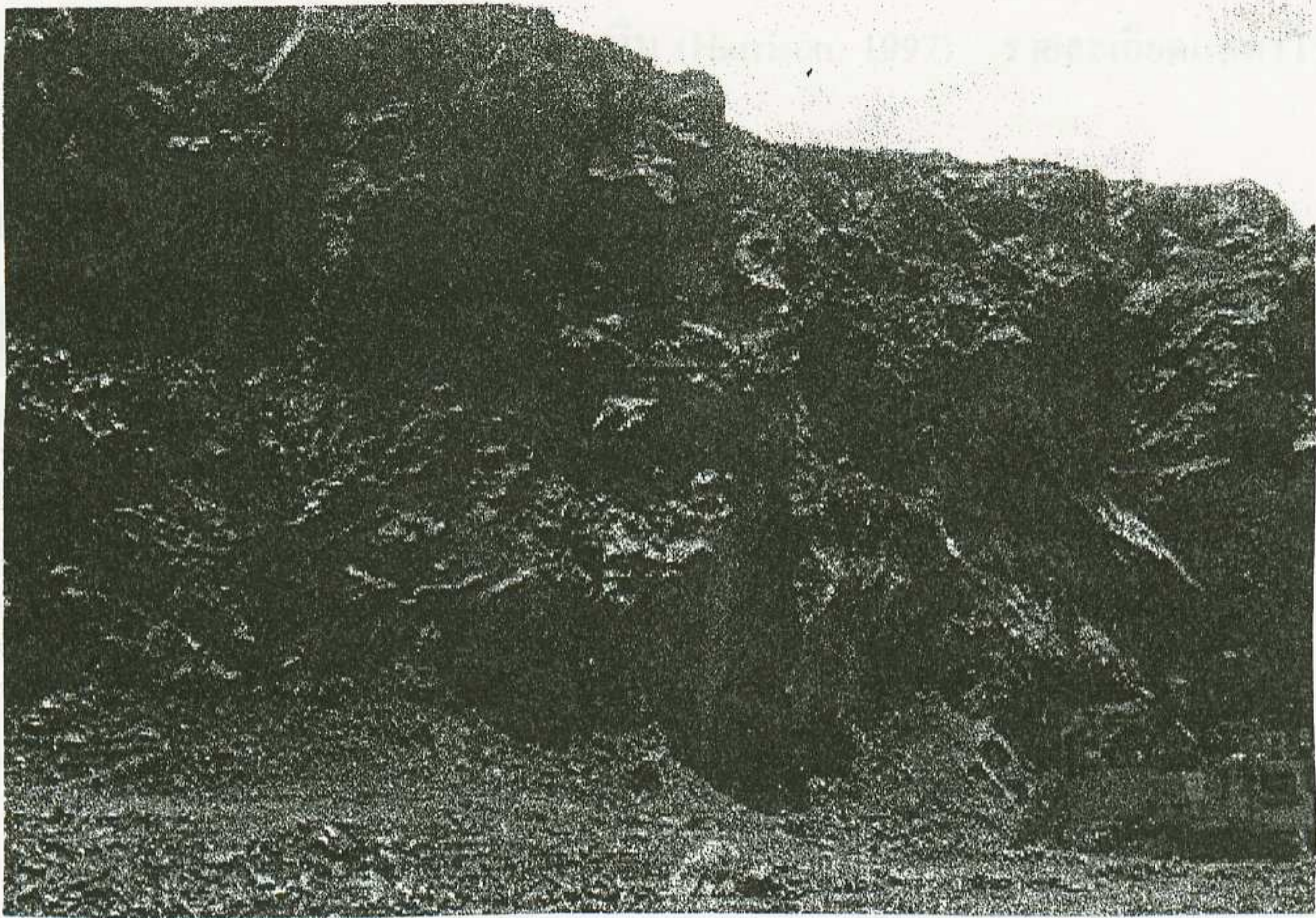
5) บริษัทปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)

แหล่งหินของโรงปูน เป็นเทือกเขายาวต่อเนื่อง ประกอบด้วย เขานาจอมหม่อม แก้ว เขาคม และเขาวัดถ้ำ ความกว้างประมาณ 10-25 กม. ความยาวประมาณ 5.6 กม. วางตัวในแนวเหนือใต้ สภาพลักษณะภูมิประเทศเป็นเขาสูงชัน มียอดเขาหลายยอด มีหลุมยุบขนาดใหญ่อยู่บริเวณตอนเหนือและตอนใต้ของพื้นที่ (รูปที่ 19)

แหล่งหินจัดอยู่ในกลุ่มหินทุ่งสง (Thung Song Group) ที่เกิดในสภาพแวดล้อมบริเวณที่ลาดของน้ำทะเลตื้นลงไปจนถึงทะเลลึก ประกอบด้วยหินปูนสีเทาอ่อนถึงเทาดำ ตอนล่างของกลุ่มหินจะเป็นชั้นหินปูนวางสลับด้วยชั้นหินดินดานหรือหินเนื้อดิน (argillite) มาก ความหนาของชั้นหิน 20-80 ม. ผลการวิเคราะห์ทางเคมีที่ผ่านมา พบว่าหินคาร์บอนเนต โดยยี่ดสารประกอบ CaO, MgO และ SiO₂ แบ่งออกได้ 3 ชนิด ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบหลักในหินคาร์บอนเนตของพื้นที่โรงปูนทุ่งสง (จาก เอกสารโรงปูน 2538)

ชนิดของหิน	CaO %	MgO %	SiO ₂ %
หินปูน	61.26	1.52	3.31
หินโคลิมิติกไลม์สโตน	48.56	4.7	4.81
หินปูนเนื้อชิลิกา	46.36	1.31	11.75



รูปที่ 19 ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่ง บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)

รอยเลื่อนที่สำคัญ (major fault) มีอยู่ 3 ทิศทาง คือ NE-SW/ENE-WSW ส่วน
ทั้งทิศ NNE-WSW และ N-S/NNW-SSE ชั้นหินคดโค้งส่วนมากมีรูปทรงแบบอสมมาตร
(asymmetrical fold) ถึงสมมาตร (symmetrical fold)

แนวแยกสามารถแบ่งสายแร่แคลไซต์ที่ตัดเข้ามาได้ 2 แนวคือ แนวใหญ่วางตัว
ในแนว $210^{\circ}/20^{\circ}$ หนาประมาณ 2 ซม. ยาวอย่างต่อเนื่องมากกว่า 10-15 เมตร ส่วนอีกสายขนาด
เล็ก ตัดเข้ามาในแนวเกือบตั้งฉากกับสายแรก ยาวไม่ต่อเนื่องขาดเป็นวัน ๆ บางตอนพบเห็นหินมี
การโค้งงอในแนวตั้ง เชื่อว่ามาจากความเค้น (Stress) ที่เกิดขึ้นช่วงตอนสายแร่แคลไซต์แทรกซอน
ขึ้นมาจากรอยเลื่อนขนาดใหญ่ซึ่งวางตัว $060^{\circ}/80^{\circ}$ ผิวหน้าขรุขระ มีผลึกแร่แคลไซต์เคลือบหนา
นอกจากนี้ยังมีรอยแยก $060^{\circ}/80^{\circ}$ และ $090^{\circ}/90^{\circ}$ มีผิวหน้าเรียบลื่นไหล บางแห่งปรากฏน้ำบาดาล
ไหลซึมออกมา ขนาดตั้งแต่ไหลซึมจนถึงไหลโกรก

3.5 สมบัติทางเคมี กายภาพ และเชิงกลของหินคาร์บอนเนตพื้นที่จังหวัดนครศรี ธรรมราช

3.5.1 วิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบแร่

จากการสุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ทั้งหมด 5 ก้อน พบว่าค่าสูงสุด CaO เป็น 52.79 %
ของโรงโม่หินนครรัตนศิลา และค่าต่ำสุดเป็น 43.61 % และมี SiO_2 7.20 % ของโรงโม่แอลพี

ดีเวลลอปเมนต์ จำแนกได้เป็นหินตั้งแต่มีความบริสุทธิ์น้อยจนถึงปานกลาง ยกเว้นของโรงโม
แอลพีดีเวลลอปเมนต์ที่จำแนกได้เป็นกลุ่มมลทิน (Harrison, 1997) รายละเอียดแสดงไว้ในตาราง
ที่ 23

ตารางที่ 23 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแร่ในหินคาร์บอนเนตพื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช (หน่วย %)

แหล่งหินสำรองวิเคราะห์	จำนวน	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	MnO	SiO ₂	Loss
1. โรงโมหินนครรัตนศิลา	1	49.57	2.81	0.31		< 0.01	41.77
2. โรงโมหินศิลาอาวี	-	-	-	-	-	-	-
3. โรงโมหินผาทอง	1	52.39	1.03	0.13	> 0.01	0.85	42.30
4. บ. แอลพีดีเวลลอปเมนต์	1	43.61	4.07	0.24	0.01	7.20	39.50
5. บ. ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)	2	48.89-52.79	0.35-1.67	0.12-0.40	-	<0.1-0.88	42.17-43.08

3.5.2 การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์

ตัวอย่างชุดเดียวกันกับวิเคราะห์ทางเคมี พบว่ามีองค์ประกอบแร่ตัวแปรอีกตัวคือ
แร่ควออตซ์ ได้สรุปไว้ในตารางที่ 24 และภาคผนวก ก

ตารางที่ 24 ผลวิเคราะห์การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ในหินคาร์บอนเนตเขตพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช

แหล่งหินสำรองวิเคราะห์	จำนวน	ผลวิเคราะห์	ชนิดหิน
1. โรงโมหินนครรัตนศิลา	1	แคลไซต์ โดโลไมต์ปนเหล็ก	หินปูนถึง หินปูนปนโดโลไมต์
2. โรงโมหินศิลาอาวี	-	-	-
3. โรงโมหินผาทอง	1	แคลไซต์ โดโลไมต์ปนเหล็ก	หินปูนถึง หินปูนปนโดโลไมต์
4. บ. แอลพีดีเวลลอปเมนต์	1	แคลไซต์ โดโลไมต์ปน เหล็ก ควออตซ์	หินปูนถึง หินปูนปนโดโลไมต์
5. บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)	-	-	-

3.5.3 ความขาวและความขาวสว่าง

ผลการวัดได้แสดงไว้ในตารางที่ 25 ได้ค่าความขาวสูงสุดเป็น 50.40 % และค่าต่ำ
สุด 25.10 % ของโรงโมหินผาทอง และ บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน) ตามลำดับ ส่วนค่า
ความขาวสว่างสูงสุด 48.30 % ของโรงโมหินผาทอง และค่าต่ำสุด 28.10 % ของ บ.แอลพีดีเวลล
อปเมนต์ ซึ่งค่าทั้งสองอยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ในงานอุตสาหกรรมทั่วไป

ตารางที่ 25 ผลทดสอบความขาวและความขาวสว่างของหินคาร์บอนเตพื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช (หน่วย %)

แหล่งเก็บตัวอย่างตรวจสอบ	จำนวน	ความขาว	ความขาวสว่าง	ลักษณะกายภาพ
1. โรงโมหินนกรรัตนศิลา	1	48.20	44.90	สีเทาอ่อน
2. โรงโมหินศิลาอารี	-	-	-	-
3. โรงโมหินผาทอง	1	50.40	48.30	สีเทาอ่อน
4. บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์	1	31.80	28.10	สีเทา
5. บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)	1	25.10	29.60	สีเทา

3.5.4 ตรวจสอบทางศิลาวรรณนา

ผลการตรวจสอบทั้ง 5 แหล่ง (รูปถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์มีเพียง 4 แหล่ง) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. โรงโมหินนกรรัตนศิลา

ประกอบด้วยแร่ แคลไซต์ โดโลไมต์ และสายแร่เฮมาไทต์ เนื้อละเอียดถึงปานกลาง นอกจากนี้มักมีสายแร่ฝอยแคลไซต์แทรกทั่วไป เนื้อพื้นเป็นแร่ดินเหนียว (รูปที่ 20 ก)

2. โรงโมหินผาทอง

แร่ประกอบที่เด่นคือ แคลไซต์ โดโลไมต์ เนื้อละเอียดถึงปานกลาง มักแสดงรอยชั้นระนาบหิน แร่สนิมเหล็กกระจายเป็นจุด (รูปที่ 20 ข)

3. บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์

เนื้อแร่ละเอียดถึงปานกลาง แร่เด่นที่ประกอบคือ แคลไซต์ โดโลไมต์ นอกจากนี้ยังพบว่าสายแร่ฝอยควอร์ตซ์ตัดแทรกตัดไขว้เข้ามา 2 แนว เกือบตั้งฉากซึ่งกันและกัน (รูปที่ 20 ค) และมีแร่สนิมเหล็กเกิดขึ้นปนอยู่ในเนื้อพื้นด้วย

4. โรงโมหินศิลาอารี

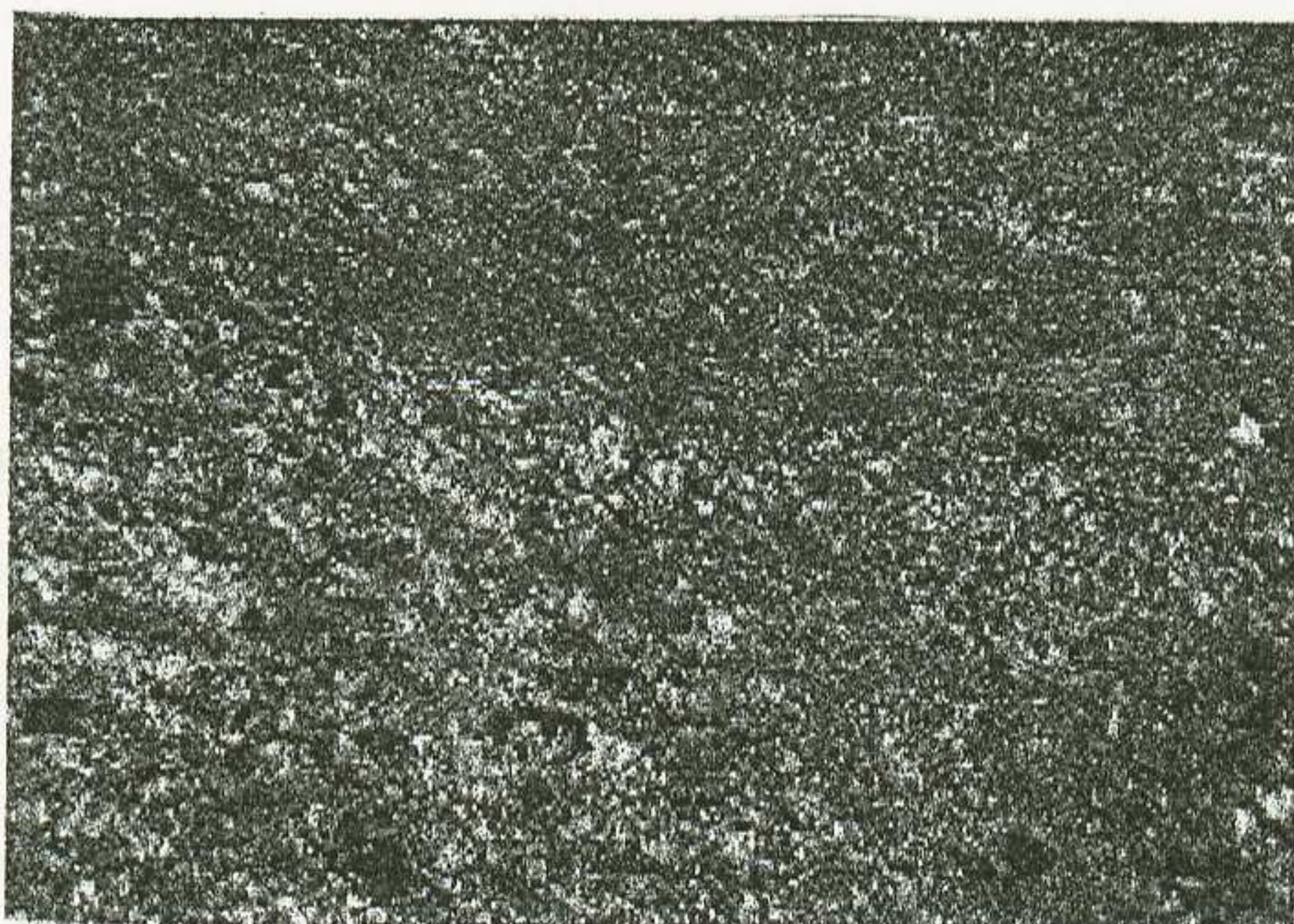
เนื้อหินละเอียดถึงปานกลาง แร่ที่พบส่วนใหญ่เป็น แร่แคลไซต์ โดโลไมต์ และแถบแร่สนิมเหล็กสีน้ำตาลอยู่ทั่วไป ไม่ค่อยพบสายแร่ฝอย เนื้อพื้นส่วนใหญ่เป็นแคลไซต์ (รูปที่ 20 ง)

5. บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)

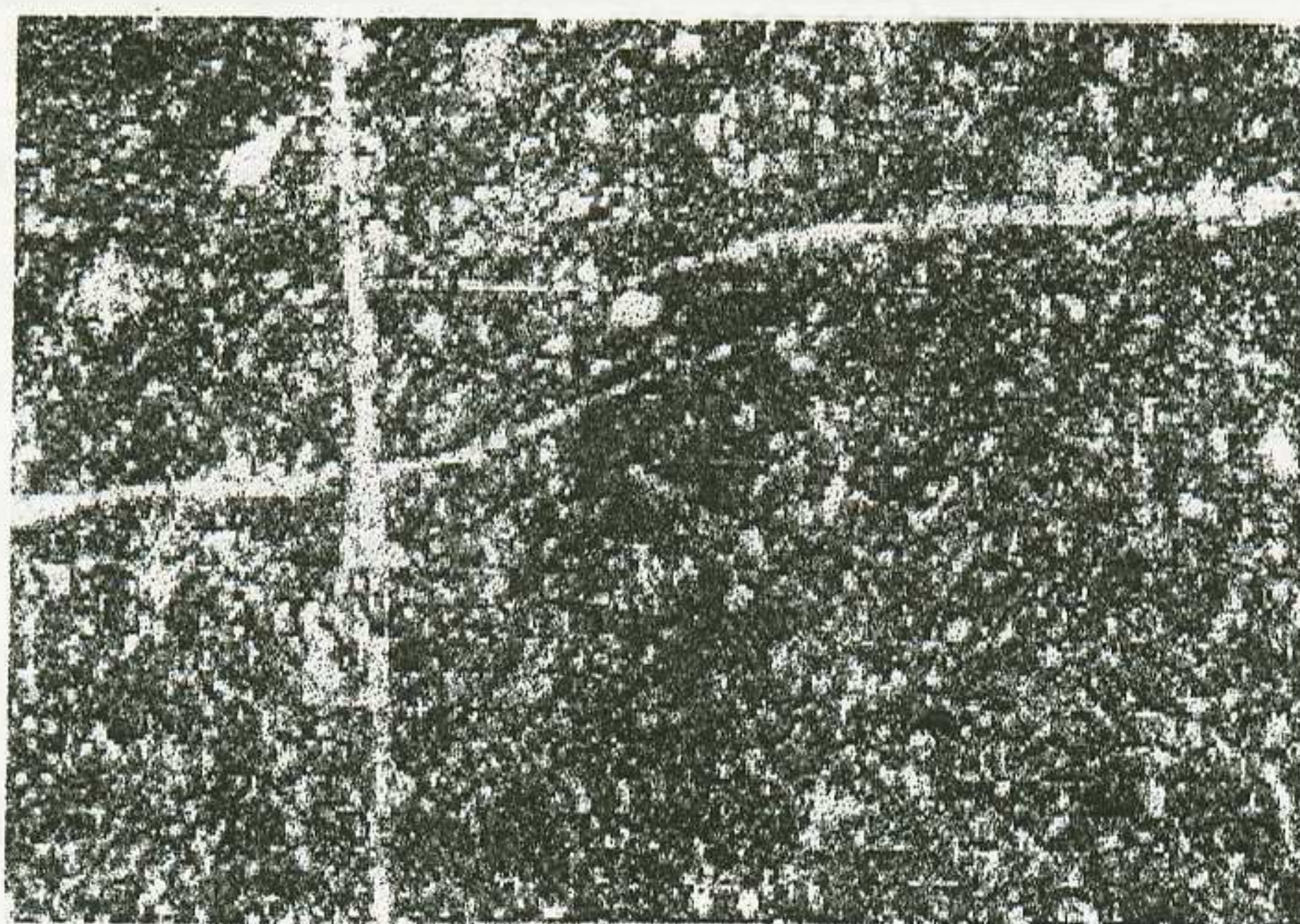
ส่วนใหญ่ประกอบด้วยแร่แคลไซต์ โดโลไมต์ และควอร์ตซ์ เนื้อละเอียดถึงปานกลาง แสดงระนาบชั้นหิน



ก)



ข)



ค)

รูปที่ 20 ภาพถ่ายภาพใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 4 เท่า ของแผ่นหินขัดบางด้วยแสงทิศทางเดียว (polarized light) เมื่อ cross nicol ของโรงโม่หิน ก) นครรัตนศิลา ข) ผาทองศิลา และ ค) บ.แอลพีดีเวล ลอปเมนต์



ง)

ภาพต่อ รูปที่ 20 ง) บ.ศิลาอารี

3.5.5 ปริมาณความชื้น

ก้อนตัวอย่างทดสอบ 101 ชิ้น มีค่าความชื้นทั้งสูงสุดและต่ำสุดเป็น 0.54 % และ 0.00 % ของโรงโม่หินนครรัตนศิลา และ บ. แอลพีดีเวลลอปเมนต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งอยู่ในช่วงพิสัย 0.12-0.17 % (ตารางที่ 26)

ตารางที่ 26 แสดงผลค่าปริมาณความชื้นของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช (หน่วย %)

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงโม่หินนครรัตนศิลา	15	0.54	0.00	0.12	0.14
2. โรงโม่หินศิลาอารี	15	0.45	0.04	0.17	0.10
3. โรงโม่หินผาทอง	16	0.32	0.04	0.17	0.10
4. บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์	20	0.32	0.00	0.12	0.07
5. บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)	35	0.45	0.02	0.14	0.10

3.5.6 ความพรุน

หินมีค่าความพรุนทำนองเดียวกับปริมาณความชื้น คือสูงสุดเป็น 3.31 % และ ค่าต่ำสุดเป็น 0.14 % ของ บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน) ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งอยู่ในช่วงพิสัย 0.80-0.95 % (ตารางที่ 27) จัดว่าหินเหล่านี้เป็นพวกหินความพรุนต่ำหรือหินเนื้อตัน (ทึบ) ถึงความพรุนปานกลาง (IAEG, 1979)

ตารางที่ 27 แสดงผลค่าความพรุนของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช (หน่วย %)

แหล่งหินคาร์บอนเนต	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า STD
1. โรงไม้หินนครรัตนศิลา	15	1.60	0.24	0.80	0.38
2. โรงไม้หินศิลาอาวี	15	1.89	0.46	0.95	0.39
3. โรงไม้หินผาทอง	16	0.92	0.66	0.80	0.18
4. บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์	20	2.54	0.23	0.84	0.53
5. บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)	35	3.31	0.14	0.92	0.64

3.5.7 ความหนาแน่น

หินมีค่าความหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุดเป็น 2.85 กรัม/ลบ.ซม. และค่าต่ำสุดเป็น 2.66 กรัม/ลบ.ซม. ของ บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์และ บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน) ตามลำดับค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งคือ 2.71-2.74 กรัม/ลบ.ซม. (ตารางที่ 28) จัดว่าเป็นหินที่มีค่าความหนาแน่นปานกลางถึงสูง (IAEG, 1979)

ตารางที่ 28 แสดงค่าความหนาแน่นของหินคาร์บอนเนตของจังหวัดนครศรีธรรมราช (หน่วย กรัม/ลบ.ซม.)

แหล่งหินคาร์บอนเนต	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า STD
1. โรงไม้หินนครรัตนศิลา	15	2.76	2.72	2.74	0.01
2. โรงไม้หินศิลาอาวี	15	2.75	2.71	2.73	0.01
3. โรงไม้หินผาทอง	16	2.74	2.73	2.73	0.01
4. บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์	20	2.85	2.66	2.71	0.03
5. บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)	35	2.75	2.66	2.72	0.02

3.5.8 การดูดซึมน้ำ

หินมีค่าการดูดซึมน้ำต่ำสุดเป็น 0.01 % และค่าสูงสุดเป็น 0.66 % ของโรงไม้หินนครรัตนศิลา ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งอยู่ในช่วงพิสัย 0.20-0.24 % (ตารางที่ 29) จัดว่าเป็นหินที่มีค่าการดูดซึมน้ำต่ำถึงปานกลาง (IAEG, 1979)

ตารางที่ 29 แสดงผลค่าการดูดซึมน้ำของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ จังหวัดนครศรีธรรมราช (หน่วย %)

แหล่งหินคาร์บอนเนต	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า STD
1. โรงไม้หินนครรัตนศิลา	15	0.58	0.08	0.30	0.14
2. โรงไม้หินศิลาอาวี	15	0.71	0.17	0.35	0.15
3. โรงไม้หินผาทอง	16	0.34	0.24	0.29	0.07
4. บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์	20	0.96	0.09	0.31	0.20
5. บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)	35	1.26	0.05	0.34	0.24

3.5.9 ระดับชั้นของการอิมตัวด้วยน้ำ

หินมีค่าระดับชั้นของการอิมตัวด้วยน้ำสูงสุดเป็น 100.0 % ของ บ.ปูนซิเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) ส่วนค่าต่ำสุดเป็น 0.00 % โรงโม่หินนครรัตนศิลา และ บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์ และค่าเฉลี่ยของทุกแหล่ง อยู่ในช่วงพิสัย 37.82-52.27 % (ตารางที่ 30) จัดว่าเป็นหินที่มีค่าการอิมตัวน้อยถึงปานกลาง (IAEG, 1979)

ตารางที่ 30 ค่าระดับชั้นของการอิมตัวด้วยน้ำของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช (%)

แหล่งหินตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า STD
1. โรงโม่หินนครรัตนศิลา	15	91.67	0.00	37.82	28.81
2. โรงโม่หินศิลาอาารี	15	80.00	12.50	49.88	17.36
3. โรงโม่หินผาทอง	16	54.54	50.00	52.27	3.21
4. บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์	20	80.00	0.00	42.28	20.06
5. บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)	35	100	6.67	47.48	26.40

3.5.10 อัตราส่วนช่องว่าง

ผลการคำนวณจากข้อมูลวัดค่า พบว่าหินมีค่าอัตราส่วนช่องว่างสูงสุดเป็น 0.034 และค่าต่ำสุดเป็น 0.001 ของแหล่ง บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน) (ตารางที่ 31) ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งคือ 0.008-0.010

ตารางที่ 31 ผลคำนวณค่าอัตราส่วนช่องว่างของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช (ไม่มีหน่วย)

แหล่งหินตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า STD
1. โรงโม่หินนครรัตนศิลา	15	0.016	0.002	0.008	0.004
2. โรงโม่หินศิลาอาารี	15	0.019	0.005	0.010	0.004
3. โรงโม่หินผาทอง	16	0.009	0.007	0.008	0.002
4. บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์	20	0.026	0.002	0.008	0.005
5. บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)	35	0.034	0.001	0.009	0.007

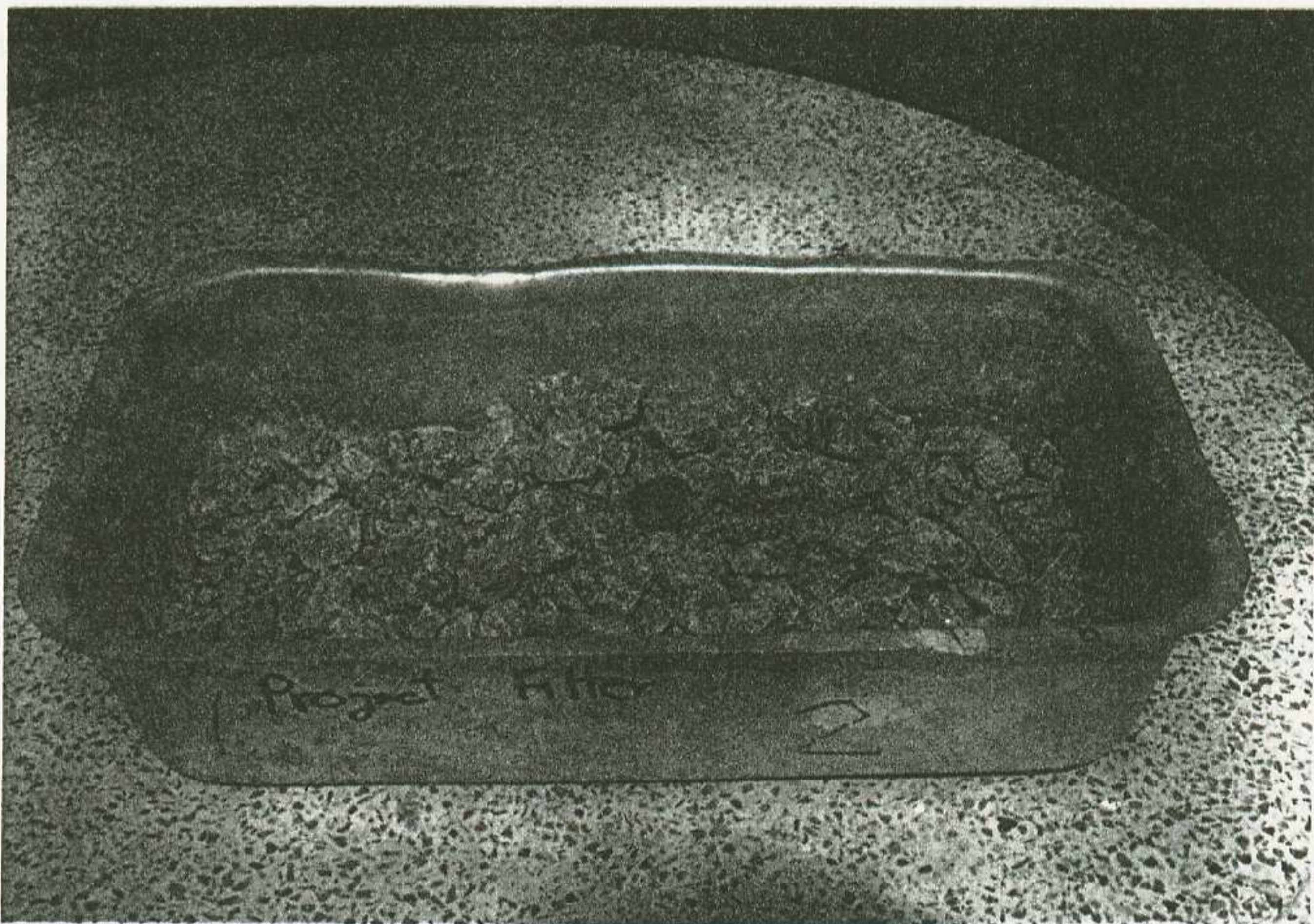
3.5.11 การขัดสีแบบลอสแอนเจลิส

การทดสอบหาความสึกหรอของมวลรวมหินคาร์บอนเนต จำนวน 4 ตัวอย่าง ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 39 พบว่ามีค่าเปอร์เซ็นต์ความสึกหรอ มีค่าสูงสุด 36.80 % ของแหล่งโม่หินนครรัตนศิลา และค่าต่ำสุด 31.00 % ของโรงโม่หินผาทอง ส่วนค่าตัวประกอบความเอกรูปของทั้ง 5 แหล่งอยู่ระหว่าง 0.22-0.30 % (ตารางที่ 32) โดยทั่วไปจัดว่าหินเหล่านี้ค่อนข้างมีความ

แข็งเอกรูปจนถึงแผ่นแบน (รูปที่ 21)

ตารางที่ 32 ผลทดสอบการขัดสีแบบลอสแอนเจลิสของหินคาร์บอนเตภาคใต้ตอนบนที่จังหวัดนครศรีธรรมราช

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	% ความสึกกร่อน	ค่า UF
1. โรงโม่หินนครรัตนศิลา	1	36.80	0.30
2. โรงโม่หินศิลาอารี	-	-	-
3. โรงโม่หินผาทอง	1	31.00	0.24
4. บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์	1	29.60	0.22
5. บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)	1	31.80	0.26



รูปที่ 21 ลักษณะมวลรวมหลังทดสอบการขัดสีแบบลอสแอนเจลิสของแหล่งปูนซิเมนต์ทุ่งสง

3.5.12 ความแข็งกระดอนแบบชมิตต์

ทดสอบได้เพียง 3 แหล่ง อันมีผลจากหน้าเหมืองมีความไม่เสถียรภาพในช่วงขณะนั้น ความค่าเฉลี่ยดังกล่าวแสดงในตารางที่ 33 และแปลงค่าเป็นกำลังอัด โดยสมการความสัมพันธ์ (คณูพล ตันนโยภาส 2537) ในตารางที่ 34

3.5.13 กำลังแรงกดจุด

จากผลค่าดัชนีกำลังแรงกดจุดแบบรูปทรงไม่สม่ำเสมอ จำนวน 89 ก้อน พบว่ามีค่าสูงสุด 5.90 MPa และค่าต่ำสุด 1.04 MPa ของแหล่งบริษัทปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน) มีค่า

เฉลี่ยของทุกแหล่งอยู่ระหว่าง 3.24-4.06 MPa (ตารางที่ 35) โดยทั่วไปจัดว่าหินเหล่านี้อยู่ในหินประเภทที่มีช่วงกำลังปานกลางจนถึงกำลังสูง (ISRM, 1985)

ตารางที่ 33 ค่าข้อชนมิตต์ที่ได้ปรับแก้ของหินคาร์บอนเนตเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช

แหล่งทดสอบ	ท่าเลที่ 1			ท่าเลที่ 2		
	จำนวน	ช่วงเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	จำนวน	ช่วงเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย
1. โรงไม้หินนครรัตนศิลา	10	47.38-57.56	52.46	10	51.44-63.66	58.56
2. โรงไม้หินศิลาอาวี	10	47.80-58.30	52.52	10	26.90-49.90	42.88
3. โรงไม้หินผาทอง	-	-	-	-	-	-
4. บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์	10	51.44-63.60	57.54	10	39.30-55.52	46.48
5. บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 34 แปลงค่าเฉลี่ยข้อชนมิตต์เป็นกำลังอัดของหินคาร์บอนเนตเขตจังหวัดนครศรีธรรมราช

แหล่งทดสอบ	ท่าเล 1		ท่าเล 2	
	SHV	UCS	SHV	UCS
1. โรงไม้หินนครรัตนศิลา	57.05	86.68	57.89	89.48
2. โรงไม้หินศิลาอาวี	52.52	72.49	42.88	50.39
3. โรงไม้หินผาทอง	-	-	-	-
4. บ. แอลพีดีเวลลอปเมนต์	57.54	86.22	46.48	56.98
5. บริษัทปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)	-	-	-	-

ตารางที่ 35 ผลทดสอบค่าดัชนีกำลังแรงกดจุดของหินคาร์บอนเนตพื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช (หน่วย MPa)

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงไม้หินนครรัตนศิลา	14	5.45	3.05	4.01	0.67
2. โรงไม้หินศิลาอาวี	15	4.73	2.09	3.38	0.87
3. โรงไม้หินผาทอง	16	4.91	3.11	4.04	0.62
4. บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์	20	5.67	2.43	4.06	0.89
5. บ.ปูนซิเมนต์ไทยจำกัด (มหาชน)	24	5.90	1.04	3.24	1.22

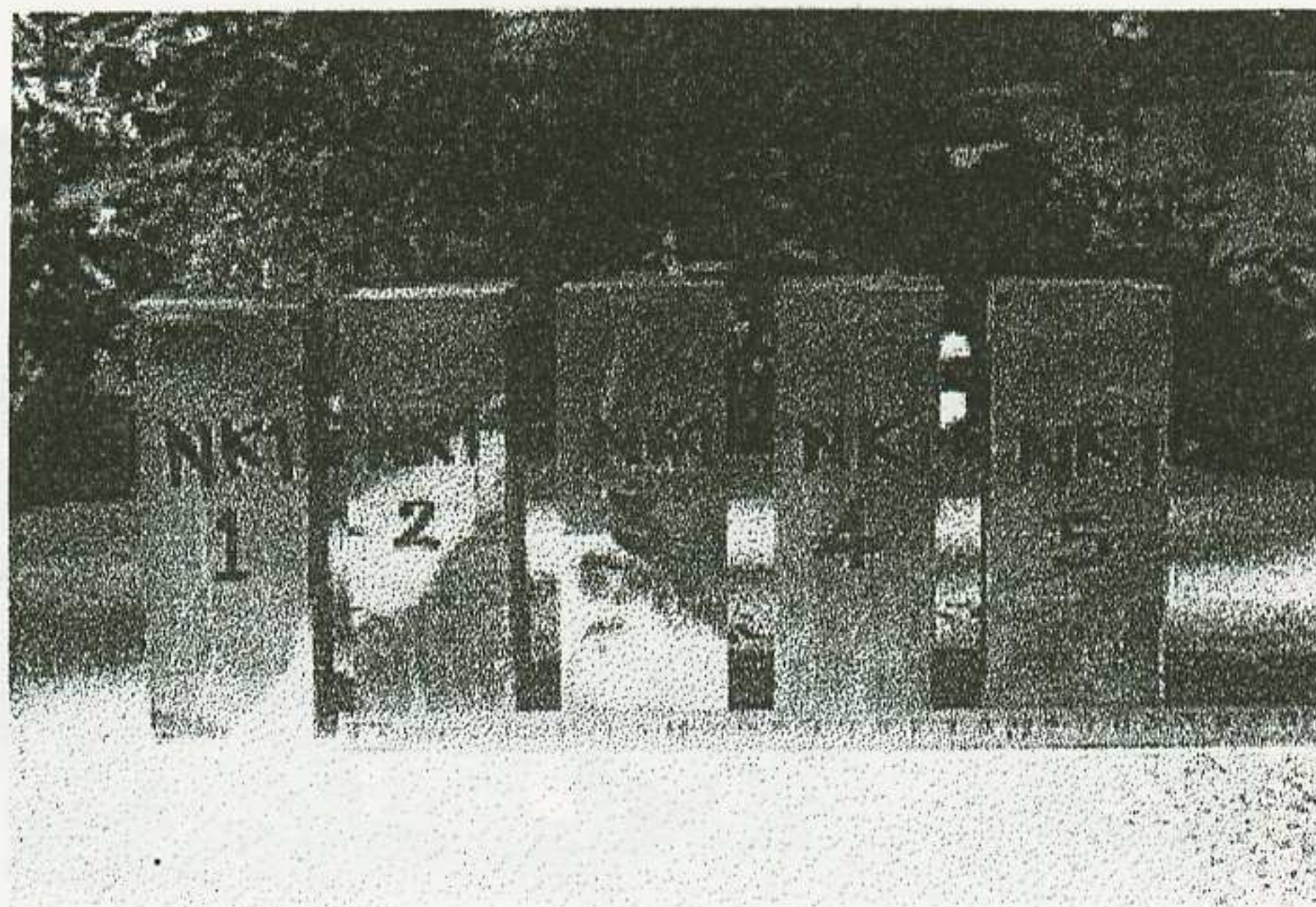
3.5.14 กำลังอัดแกนเดียว

จากผลค่ากำลังอัดแกนเดียวยูปรทรงสี่เหลี่ยมพื้นผ้า จำนวน 36 ก้อน (รูปที่ 22) พบว่ามีค่าสูงสุด 144.07 MPa ของแหล่ง บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์ และค่าต่ำสุด 24.03 MPa ของ

แหล่งโรงโม่หินนครรัตนศิลา ค่าเฉลี่ยทั้งหมดอยู่ในช่วงพิสัย 16.68-100.28 MPa (ตารางที่ 36) สำหรับตัวอย่างของโรงปูนทุ่งสงเป็นก้อนตัวอย่างทรงกระบอก (core specimen) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 61 มม. จำนวน 11 ก้อน (รูปที่ 22 จ) มีสายแร่แคลไซต์ฝอยแทรกอยู่ทั่วไปในแนวเฉียงกับก้อนตัวอย่าง โดยทั่วไปจัดว่าหินเหล่านี้อยู่ในหินประเภทที่มีช่วงกำลังปานกลางจนถึงกำลังสูง (ISRM, 1985) การแตกในแนวตั้งเสียส่วนมาก ผ่าออกเป็นซี่กชิ้นเล็ก ลักษณะเสี้ยนปลายแหลม ยกเว้นของโรงโม่หินนครรัตนศิลา ซึ่งแตกเป็นชิ้นใหญ่ (รูปที่ 23)

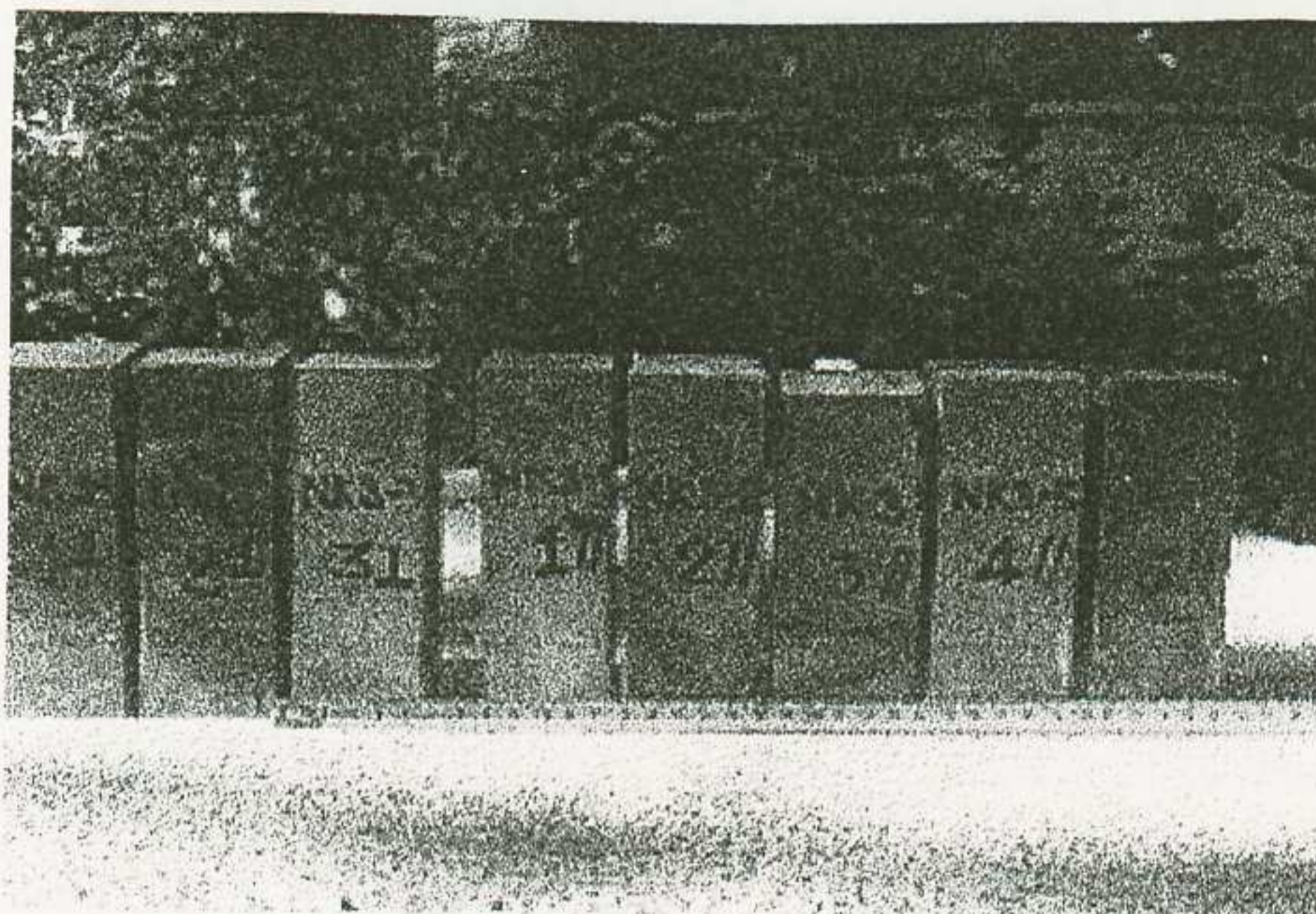
ตารางที่ 36 ผลทดสอบค่ากำลังอัดแกนเดียวของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ จ.นครศรีธรรมราช (หน่วย MPa)

แหล่งทดสอบ/กึ่งตัวอย่าง	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.	ลักษณะหินดี
1. โรงโม่หินนครรัตนศิลา	5	77.66	24.30	47.69	21.22	แตกผ่าซี่ก
2. โรงโม่หินศิลาอารี ขนานชั้นหิน	5	77.71	47.11	57.75	15.95	แตกผ่าซี่ก
ตั้งฉากชั้นหิน	3	89.61	34.68	83.23	30.04	แตกผ่าซี่ก
3. โรงโม่หินผาทอง	6	87.66	32.30	60.92	22.61	แตกผ่าซี่ก
4. บ.แอลพีดีเวลลอปเมนต์	6	144.07	80.15	100.28	26.28	แตกผ่าซี่ก
5. บ.ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)	11	24.64	7.68	16.68	5.75	แตกผ่าซี่ก

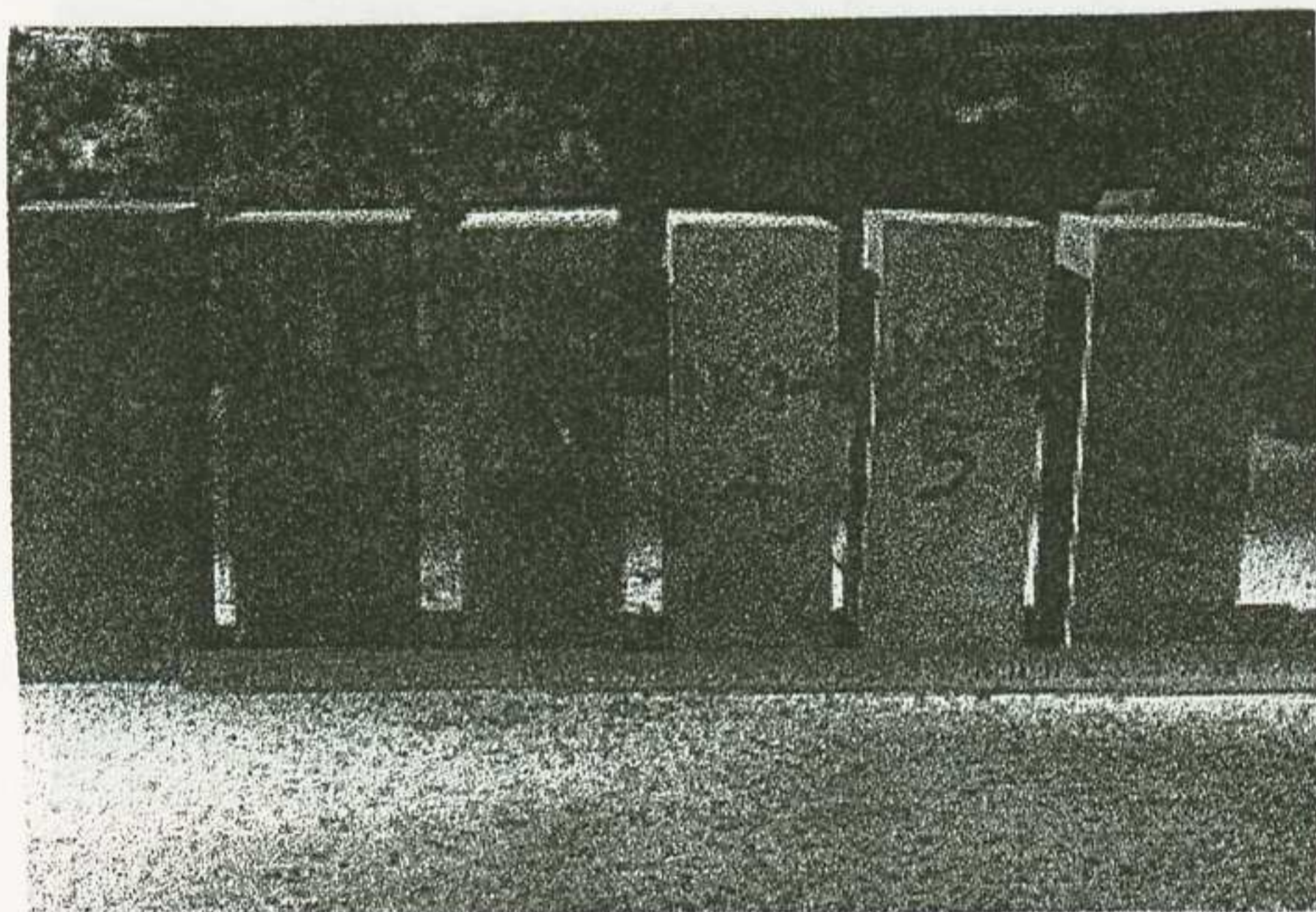


ก)

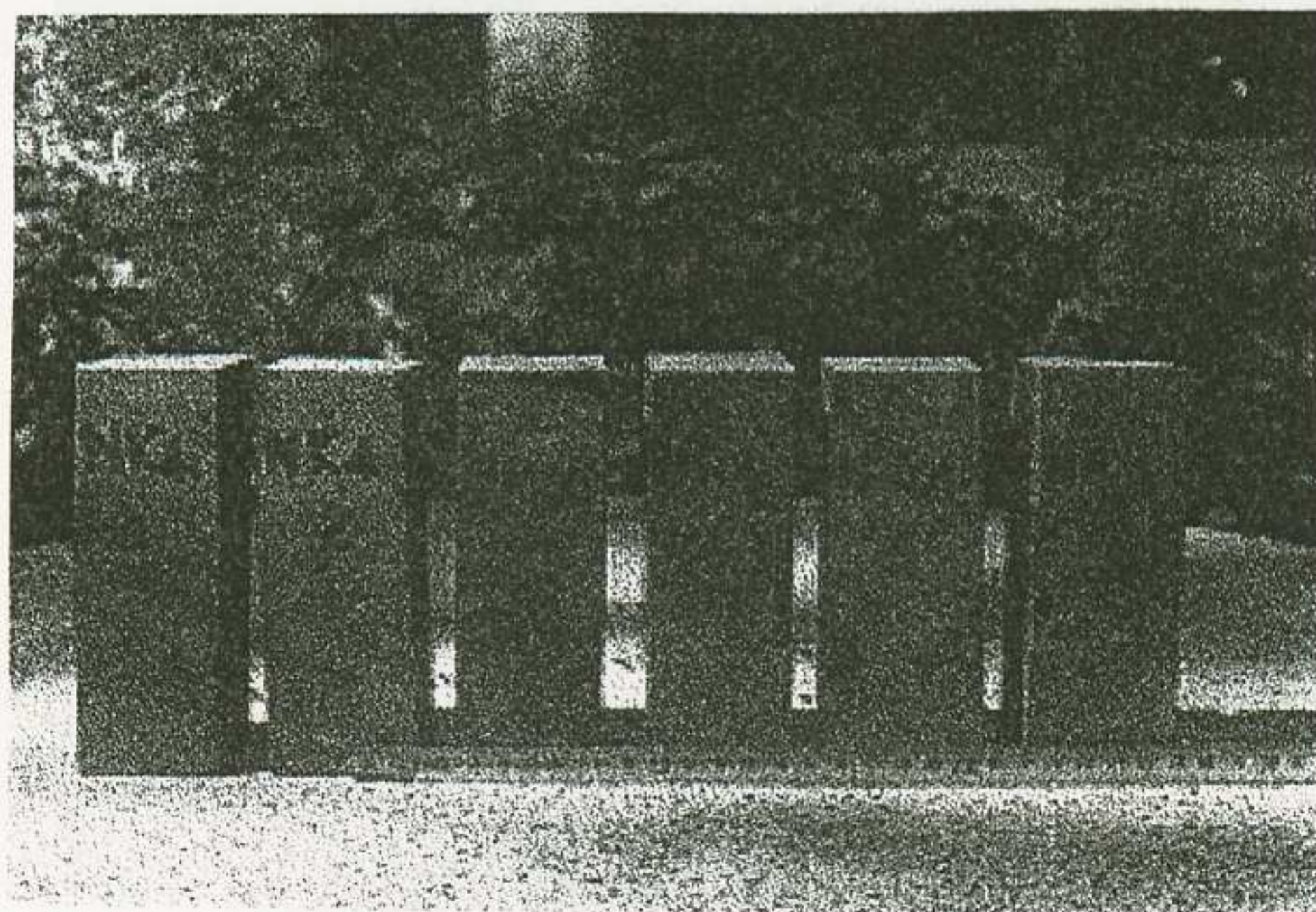
รูปที่ 22 ลักษณะบางก้อนตัวอย่างหินก่อนทดสอบกำลังอัดแกนเดียวของโรงโม่หิน ก) นครรัตนศิลา



ข)

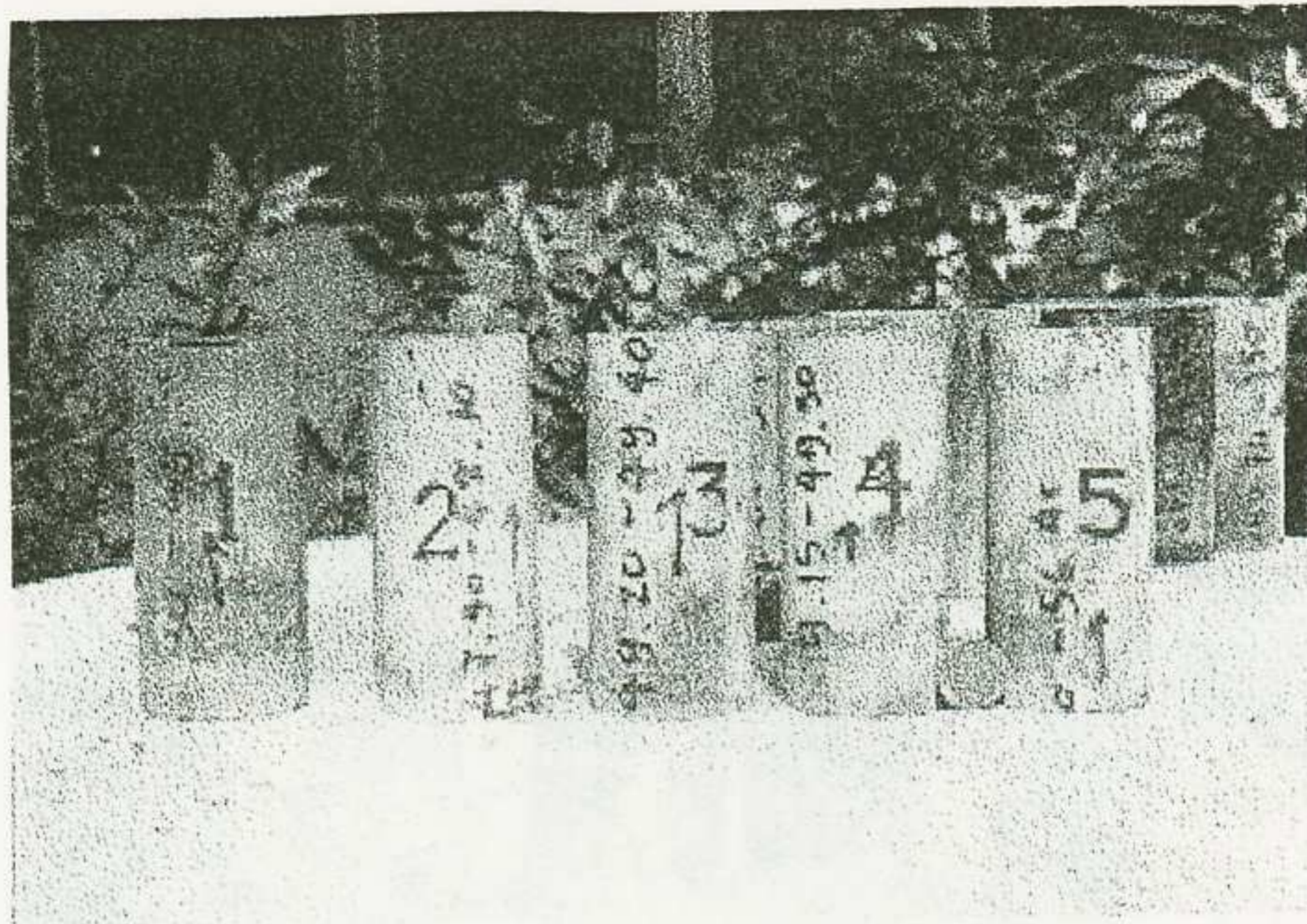


ค)



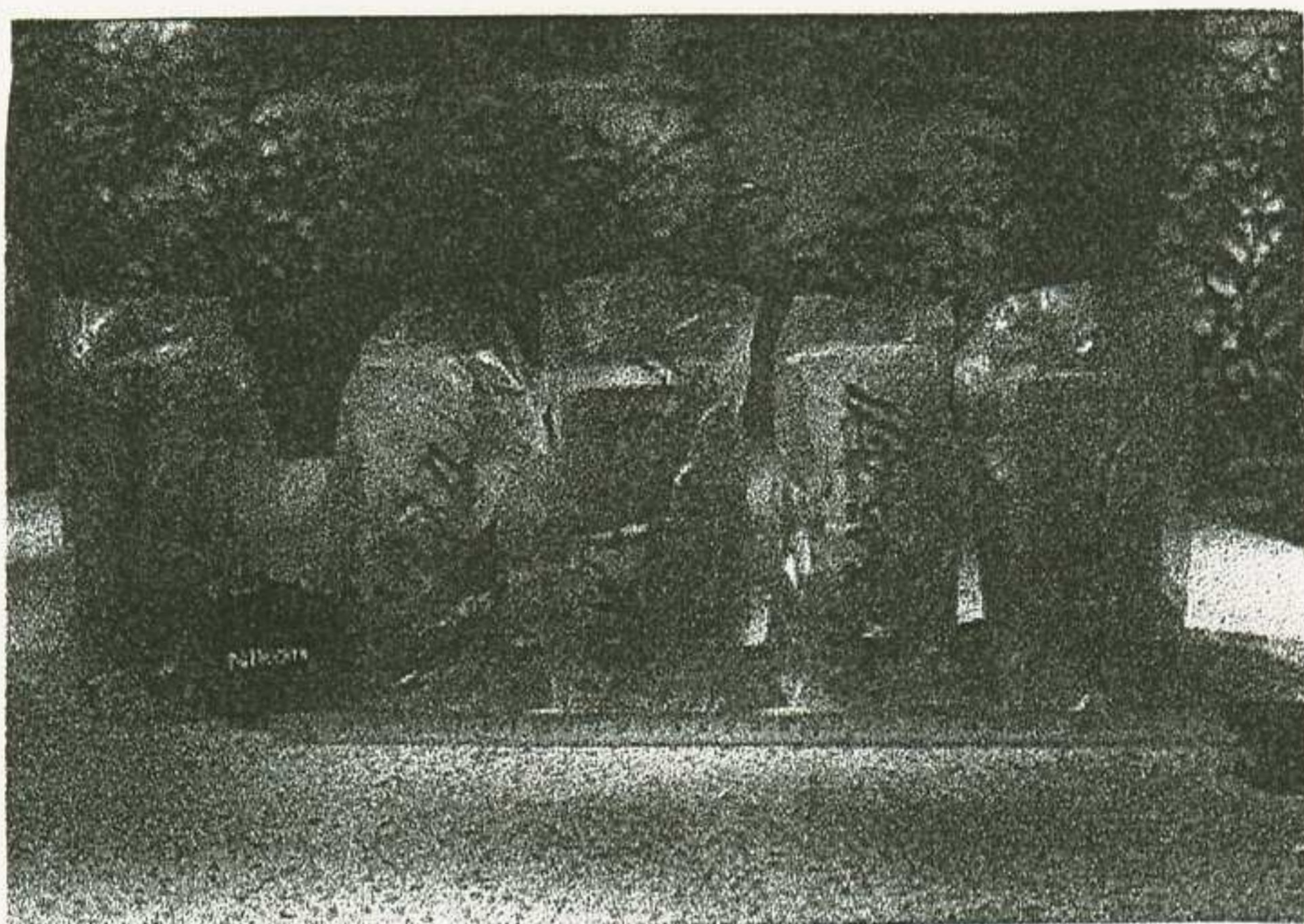
ง)

ต่อเนื่อง รูปที่ 22 ข) คีลาอาร์ ค) ผาทอง และ ง) แอลพีดีเวลลอปเมนต์

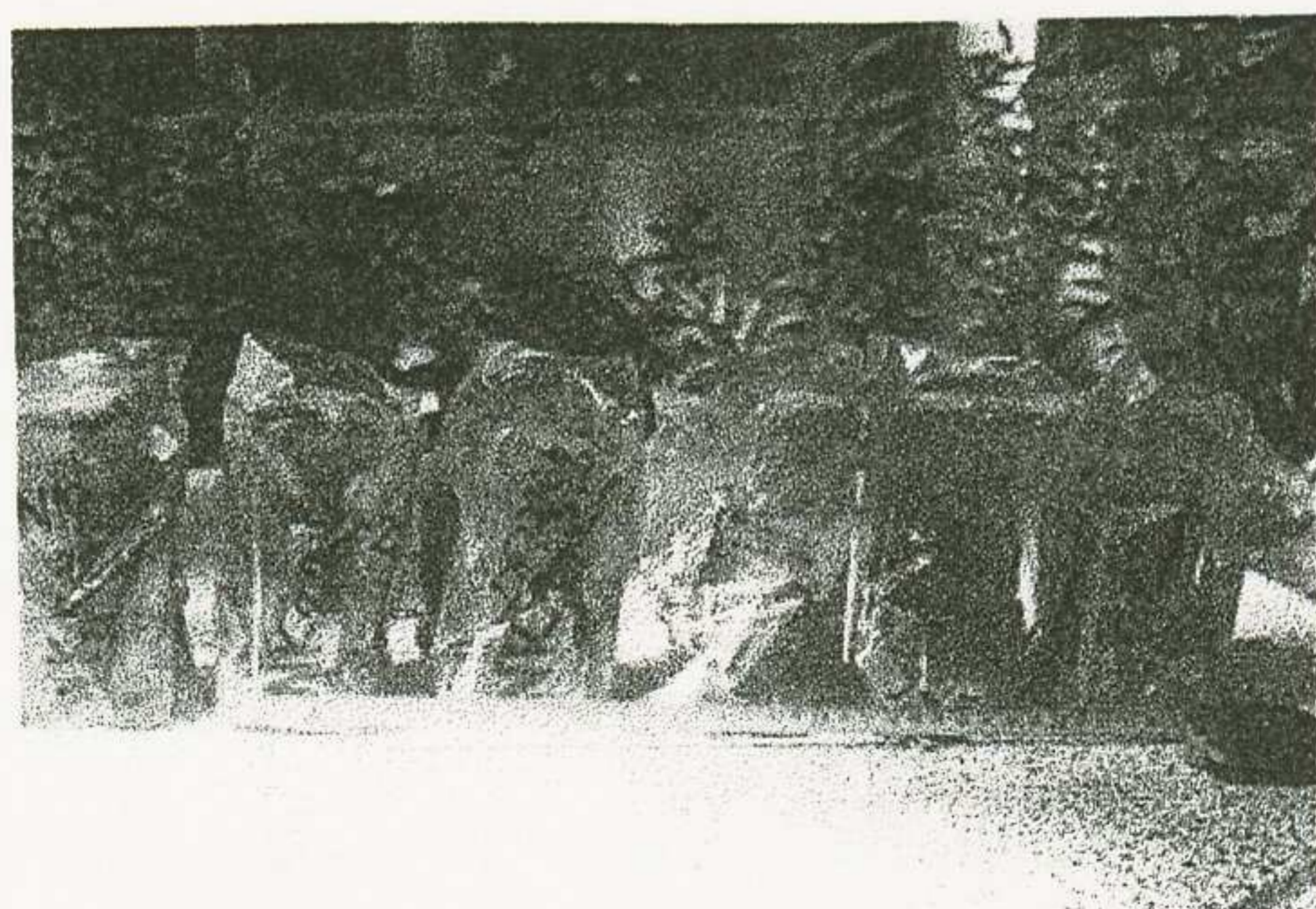


จ)

ต่อเนื่อง รูปที่ 22 จ) บ.ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)

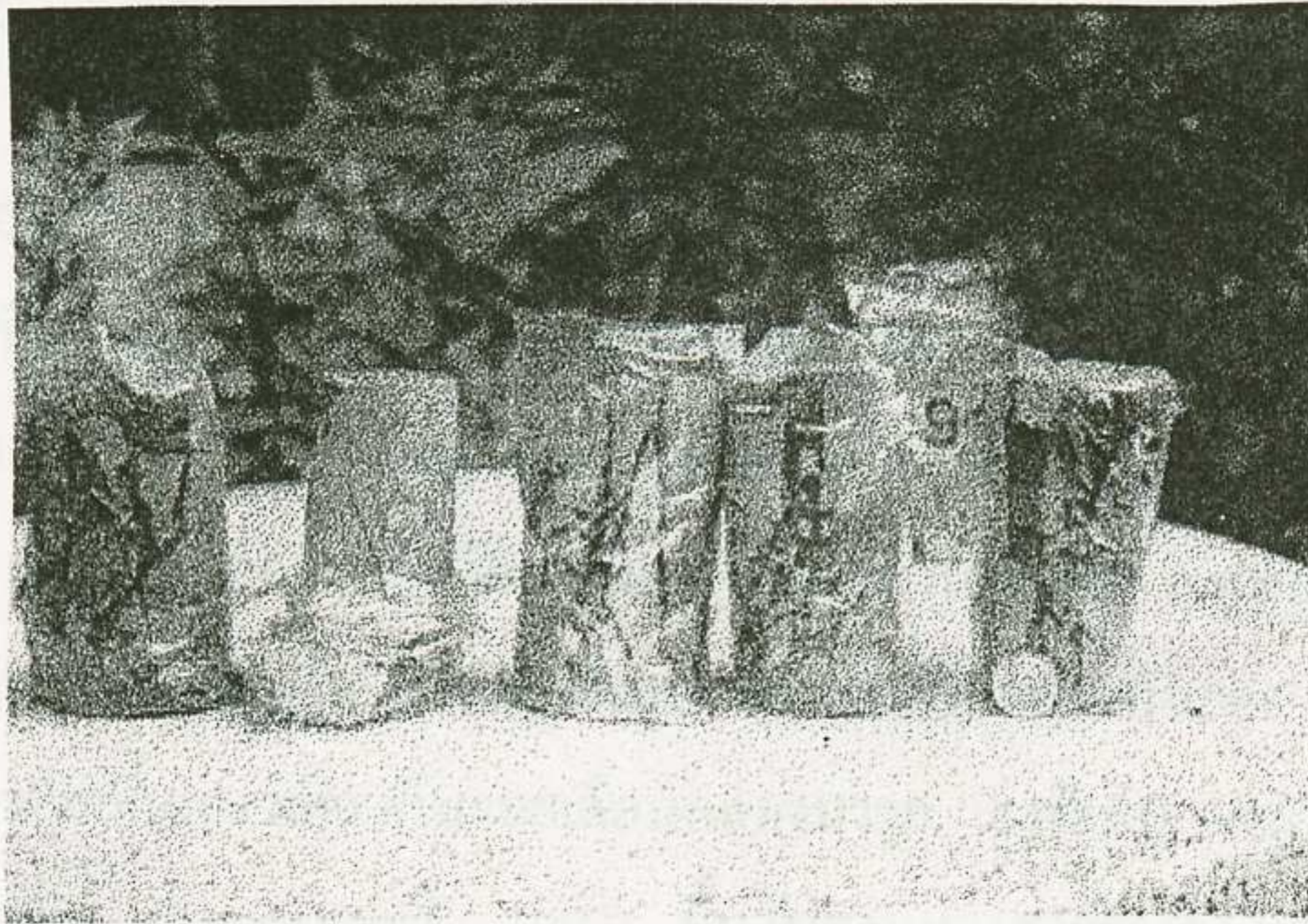


ก)



ข)

รูปที่ 23 รูปแบบพิบัติของบางก้อนตัวอย่างหลังทดสอบกำลังอัดแกนเดียวของ ก) ศิลาอารี ข) ผาทอง และ ค) บ.ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)



ค)

ภาพต่อเนื่อง รูปที่ 23 ค) ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)

3.6 หินคาร์บอนเตจังหวัดสุราษฎร์ธานี

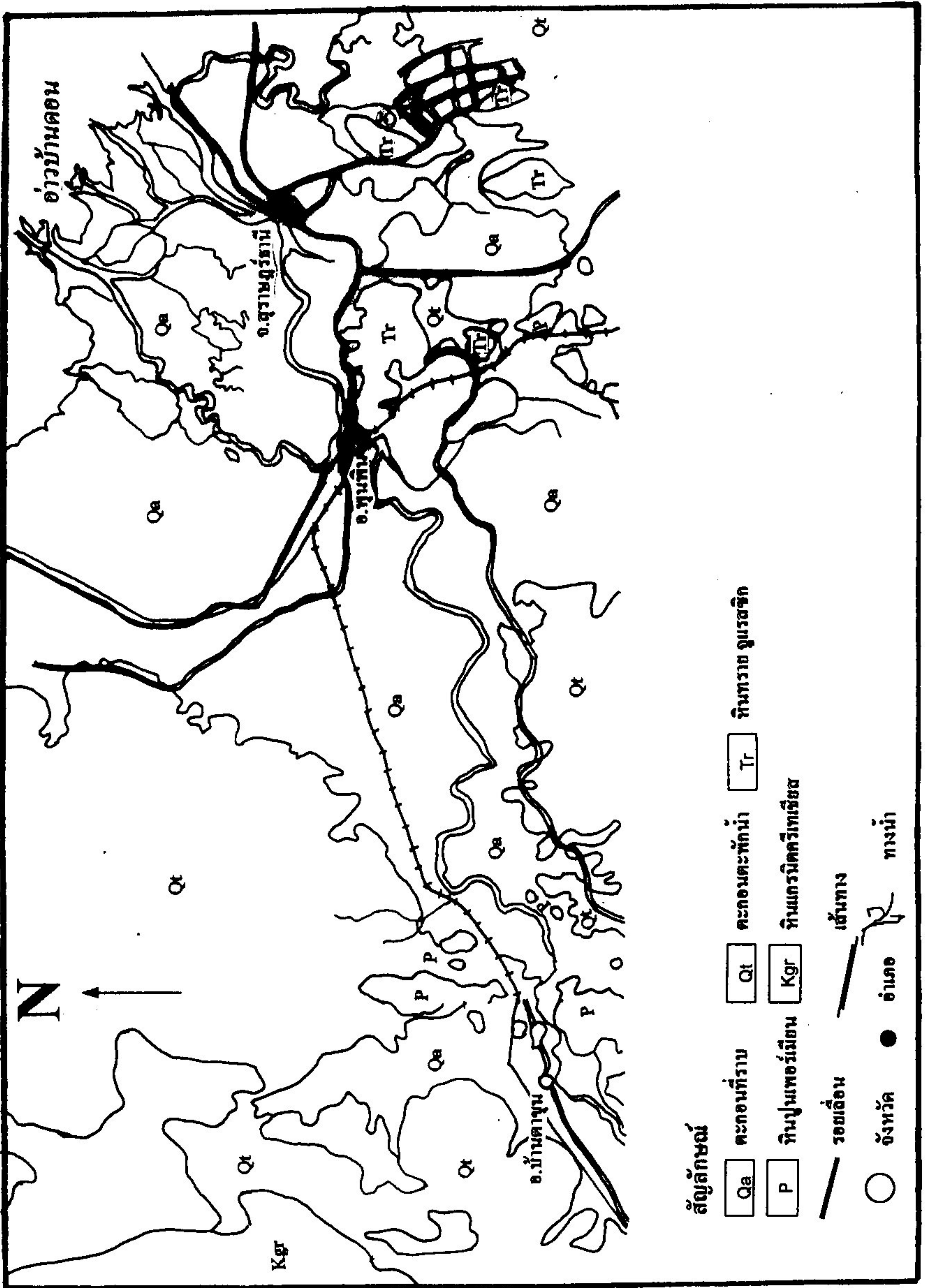
3.6.1 ธรณีวิทยาทั่วไป

เทือกเขากลุ่มหินคาร์บอนเตเกือบทั้งหมดอยู่ในเขตตอนเหนือ อ.เวียงสระ ต่อขึ้นไปยัง อ.บ้านนาสาร อ.กาญจนดิษฐ์ และ อ.คอนสัก พบเป็นแนวเดียวกันจนลงในทะเลอ่าวไทย โผล่เป็นหมู่เกาะเล็กๆ นอกจากนี้ยังมีอีกกลุ่มทางด้านตะวันตกของ จ.สุราษฎร์ธานี ได้แก่ อ.คีรีรัฐนิคม อ.พนม และ อ.บ้านตาขุน ปรากฏเป็นแนวเทือกเขายาวเป็นกำแพง อันเป็นผลจากรอยเลื่อนขนาดใหญ่ที่พาดผ่านในแนวเดียวกับรอยเลื่อนคลองมรุช อาทิเช่น แนวเขาใกล้เขื่อนรัชชประภา หรือเขื่อนเชี่ยวหลาน (Tonmayopas, 1997) ขึ้นไปตามทางสายรางรถไฟช่วงตอน อ.ไชยา-หลังสวน ต่อเนื่องขึ้นไปยัง อ.ท่าชนะ พบว่ามีลักษณะเป็นเขาโคดขนาดเล็ก โผล่ให้เห็นเป็นหย่อมปริมาณน้อยมาก ส่วนใหญ่หินคาร์บอนเตในที่นี้จะเป็นกลุ่มหินราชบุรี มีลักษณะเปลี่ยนแปลงค่อนข้างมาก ตั้งแต่แสดงลักษณะเป็นชั้นชัดเจน ชั้นบางถึงชั้นหนามาก ไปจนถึงขนาดที่ชั้นหินสमानแน่น เนื้อหินค่อนข้างเปลี่ยนแปลงมีตั้งแต่ ผลึกจุลภาค (Microcrystalline) จนถึงเนื้อหยาบ บางส่วนจะเป็นหินอ่อน เกิดอยู่ในหลายลักษณะ ทั้งแสดงชั้นและไม่แสดงชั้นหิน และคล้ายเป็นกระเปาะแทรกอยู่ เมื่อก้าวโดยรวมพอจะจำแนกลักษณะโดยทั่วไปดังนี้

Ratanajaryuks (1992) ได้รายงานว่าแหล่งหินโคโลไมต์ใน อ.คอนสัก มีการกระจายตัวอย่างกว้างขวาง มีกระบวนการเกิดแร่โคโลไมต์ (Dolomitization) หลายครั้ง โดยมีระดับการเกิดแปรผันตามความรุนแรงของการเกิดรอยเลื่อนและรอยแตกในหิน มีการเกิดระหว่างบดอัดแน่นของตะกอนและแอ่งน้ำกร่อย และเปลี่ยนแปลงไปตามการทรุดตัวของเปลือกโลก

Chinoroje (1993) รายงานจากผลวิเคราะห์ก้อนตัวอย่างแท่งหินทรงกระบอก (core specimen) จากหลุมเจาะแหล่งน้ำมันในอ่าวไทยว่า ลักษณะของการลำดับชั้นหิน ช่วงล่างอยู่ติดกับชั้นหินดินดานและชั้นหินทราย บางแห่งจะพบเนื้อหินโคโลมิติกไลม์สโตนจนถึงโคโลไมต์ ช่วงกลางจะเป็นหินปูนเป็นชั้นถึงชั้นหนามาก ซึ่งเป็นหินปูนคุณภาพดี ส่วนช่วงบนจะพบชั้นหินปูนที่มีเนื้อโคโลไมต์อีก

กลุ่มหินคาร์บอนเตบริเวณนี้คาดว่าเกิดในสภาพแวดล้อมทะเล บริเวณลานของทะเลตื้น ในส่วนของทะเลเปิด โดยมีการรูก้ำและถอยกลับของน้ำทะเลอยู่เสมอ ในช่วงธรณีกาลของยุคเพอร์เมียน ปรากฏการณ์ดังกล่าวทำให้เกิดหินปูนเป็นชั้น ๆ ตั้งแต่ชั้นบางไปจนถึงชั้นหนามาก และพบชั้นหินดินดานและหินทรายแทรกสลับในบางช่วงของลำดับชั้นหิน



รูปที่ 24 แผนที่ธรณีวิทยาทั่วไปของจังหวัดสุราษฎร์ธานี (ดัดแปรมาจาก กรมทรัพยากรธรณี 2529)

3.6.2 ธรณีวิทยาแหล่งหิน

1) โรงไม้หินสุราษฎร์ผาทอง

เป็นเขาทอดตัวยาวเรียว ประกอบด้วยหินปูนถึงหินปูนเนื้อโคลโลไมต์ สีเทา มีชั้นหนาจนถึงสมานแน่น ผิวหน้าเคลือบด้วยเนื้อดิน ส่วนมากจะมีสายแร่แคลไซต์แทรก และเคลือบผิวหน้ารอยแยก รอยแยกเปิดอ้าห่างเป็นแบบปิดมิดชิด (closed aperture) มีอายุยุคเพอร์เมียน (รูปที่ 25)

2) โรงไม้หินทิวกุล

เป็นเขาหินปูนเนื้อโคลโลไมต์ยาวเป็นแนว มีลักษณะสีเทาอ่อนจนถึงเทา เนื้อสมานแน่น ขนาดเม็ดปานกลาง ไม่พบเห็นชั้นหิน มีรอยเลื่อนท้องถิ่นมากมาย ทำให้เห็นแตกเป็นแท่งก้อน มีลักษณะเนื้อดินปนอยู่สูง ค่อนข้างฟูมาก (รูปที่ 26)

3) โรงไม้หินทรัพย์ศิลา

เป็นหมู่เขาโคคหินปูนที่มีชั้นหิน (bedded limestone) -ความหนาแต่ละชั้นประมาณ 10-30 ซม. แต่ละชั้นจะมีเนื้อดิน (argillaceous) เคลือบบน สีนํ้าตาลแกมเหลือง บางชั้นหินมีชั้นคดโค้งเล็กน้อย (slightly fold) และสายแร่แคลไซต์ฝอย (calcite veinlets) กระจายอยู่ทั่วไป บางแห่งมีความกว้างถึง 15 ซม. และการกร่อนจนมีสภาพเป็นโพรงถ้ำ กระจายตั้งแต่ยอดเขาจนถึงตีนเขา มีลักษณะสีเทาเข้มจนถึงดำ (รูปที่ 27)

4) บริษัทศิริชัยสุราษฎร์

แหล่งเป็นเขาโคคหินโคลโลไมต์ มีลักษณะสีอ่อนเทาจนถึงเทา มีรอยแตกมากมาย จนแตกหลุดเป็นขนมเปือกปูน และแหลมคม เศษแตกหักรวมเกาะแข็งตัวเป็นหินกรวดเหลี่ยมใหม่ (sedimentary breccia) สันนิษฐานว่าเกิดการหินก่อตัวใหม่ (diagenetic rock) ชั้นหินโค้งอเอียงเท มุมกคดล้าเข้าหาหน้าเหมือง ผิวเรียบลูกกลอนระนาบ (รูปที่ 28)

5) บริษัท วงศ์วิ จำกัด

ชั้นหิน (bed) แสดงอย่างชัดเจน เป็นชั้นขนาดหนา 1 ซม. ถึง 50 ซม. หรือคือขนาดบางถึงปานกลาง (medium bed) มีทิศทางการวางตัว ของแนวเท และมุมเท ในเขาลูกที่ 2 และ 3 มีทิศทาง $280^{\circ}/20^{\circ}$ ส่วนในเขาลูก 1 วางตัว $020^{\circ}/20^{\circ}$ ซึ่งระนาบค่อนข้างเรียบ มักมีคราบสนิมเหล็ก สีชมพูแกมแดงเคลือบอยู่ นอกจากวางชั้นหินดังกล่าวยังพบมีการคดโค้ง โดยเฉพาะตรงบริเวณแกนคดโค้งมุมเทจะชันในแนวตั้ง และบางแห่งมีชั้นหินคดโค้งช่วย (drag fold) สำหรับรอยแยก (joint) พบว่าที่เด่นอยู่ทิศทางเดียวคือ $110^{\circ}/70^{\circ}$ โดยบนระนาบมีความขรุขระเล็กน้อย

น้อย (slightly rough) เป็นระนาบลูกกระนาบ (undulating) ยังพบว่ามีผลึกแคลไซต์ (calcite crystals) เคลือบอยู่บาง (รูปที่ 29)

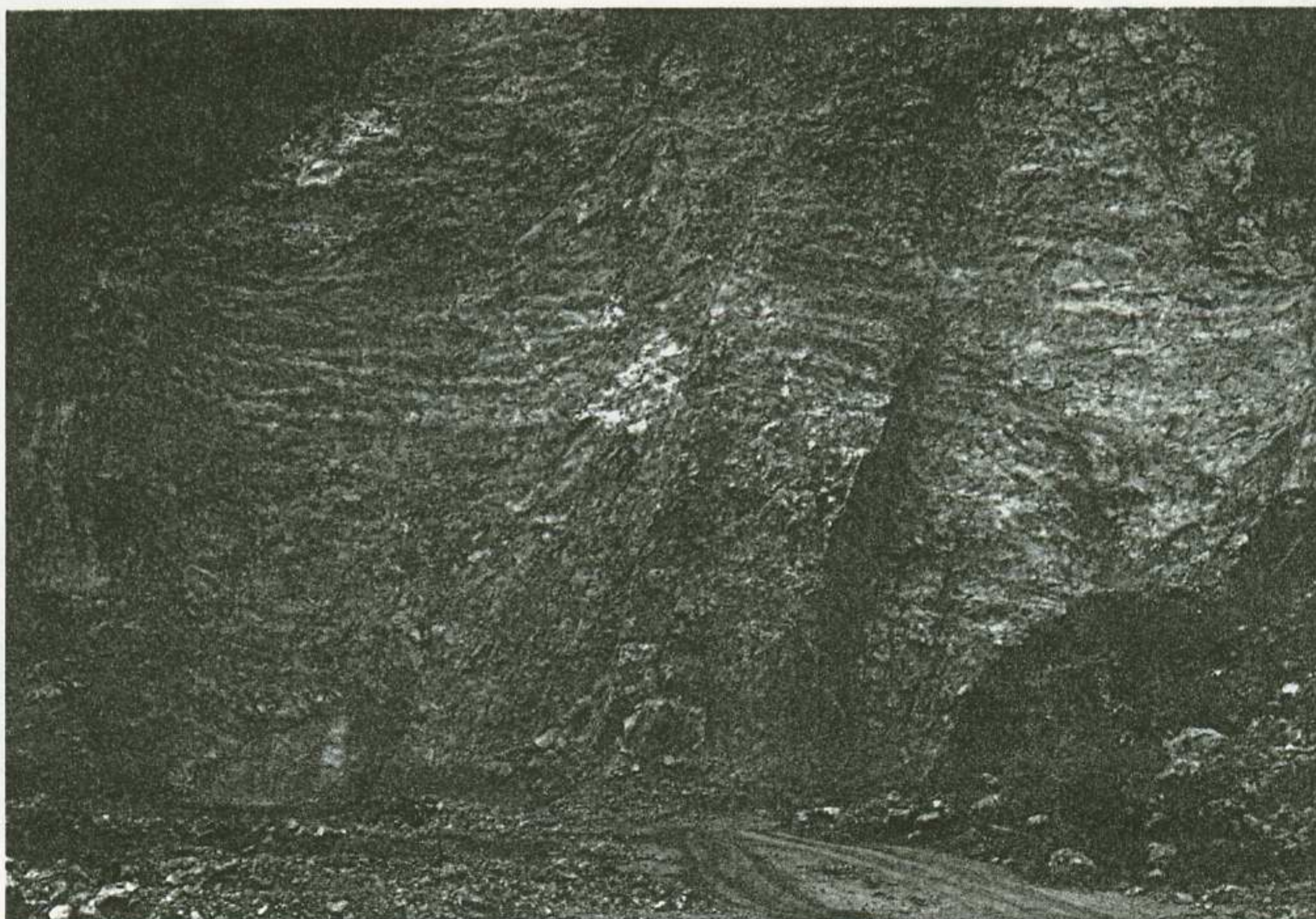
3.7 สมบัติทางเคมี กายภาพ และเชิงกลของหินคาร์บอนเนตพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี

3.7.1 วิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบแร่

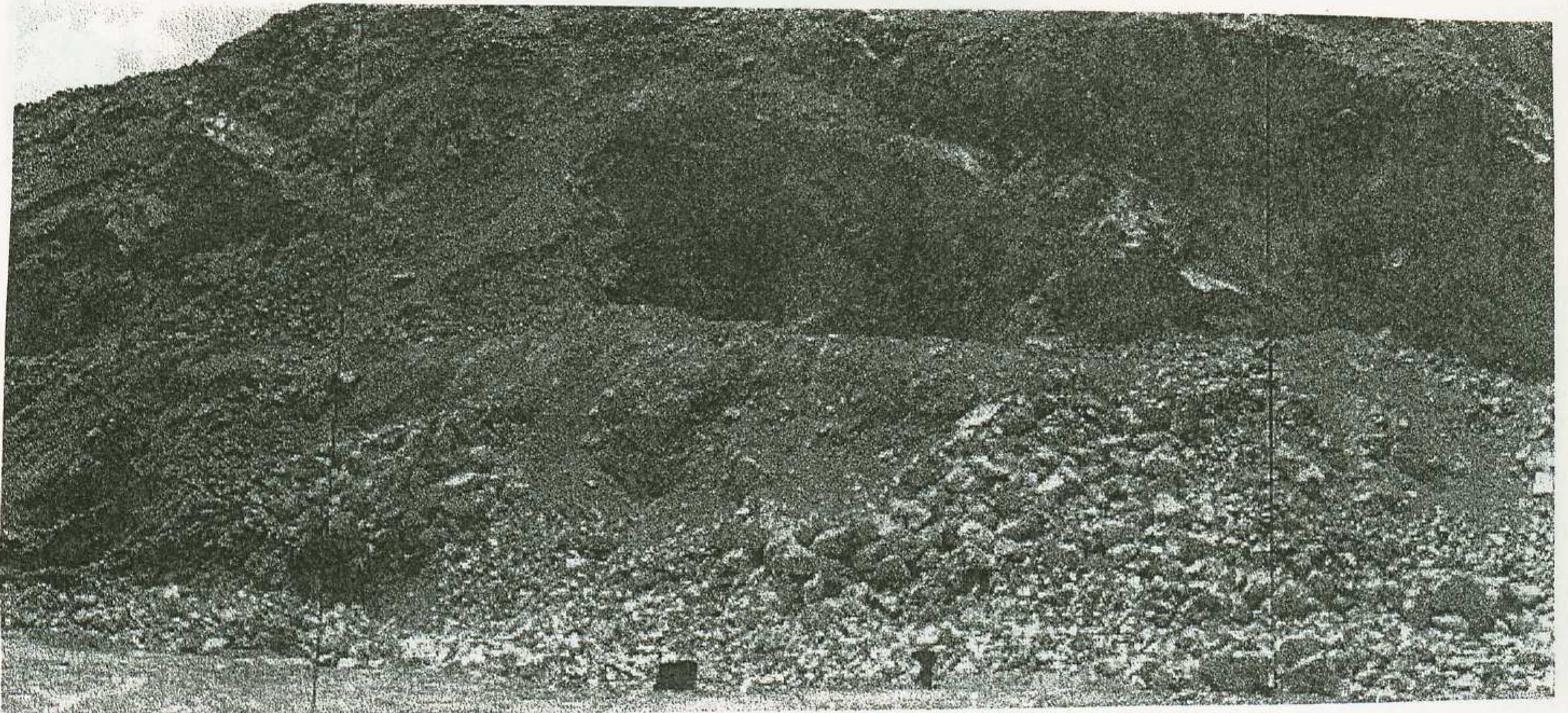
จากการสุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ทั้งหมด 5 ก้อน พบว่าค่าสูงสุด CaO เป็น 53.40 % ของโรงโม่หินสุราษฎร์ผาทอง และค่าต่ำสุดเป็น 39.91 % ของบริษัทศิริชัยสุราษฎร์ แหล่งส่วนใหญ่เป็นหินปูนที่มีความบริสุทธิ์ปานกลาง ส่วนของแหล่งศิริชัยสุราษฎร์เป็นหินโคลโลไมต์ และแหล่งทวิกุลเป็นหินโคลโลมิติกไลม์สโตน รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 37

ตารางที่ 37 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแร่ในหินคาร์บอนเนตพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี (หน่วย %)

แหล่งเก็บตัวอย่างวิเคราะห์	จำนวน	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	MnO	SiO ₂	Ig Loss
1. โรงโม่หินสุราษฎร์ผาทอง	1	53.40	1.93	0.01	< 0.01	< 0.01	42.69
2. โรงโม่หินทวิกุล	1	46.40	16.50	0.11	< 0.01	< 0.01	42.92
3. โรงโม่หินทรัพย์ศิลา	1	53.11	0.44	0.02	< 0.01	< 0.01	43.13
4. บริษัทศิริชัยสุราษฎร์	1	31.91	19.12	0.02	< 0.01	< 0.01	46.43
5. บริษัท วงศ์วิวิ จำกัด	1	47.45	1.37	0.43	< 0.01	5.34	40.49



รูปที่ 25 ลักษณะธรณวิทยาของหน้าแหล่งโรงโม่หินสุราษฎร์ผาทอง



รูปที่ 26 ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงโม่หินทวีกุล



รูปที่ 27 ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงโม่หินทรัพย์ศิลา



รูปที่ 28 ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งบริษัทศิริชัยสุราษฎร์



รูปที่ 29 ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งบริษัททวงค์วิวิ จำกัด

3.7.2 การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์

ตัวอย่างชุดเดียวกันกับวิเคราะห์ทางเคมี พบว่ามีองค์ประกอบแร่ตัวแปรอีกตัวคือแร่ควออตซ์ ได้สรุปไว้ในตารางที่ 38 และภาคผนวก ก

ตารางที่ 38 ผลวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ในหิณคาร์บอนเตเขตพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี

แหล่งเก็บตัวอย่างวิเคราะห์	จำนวน	องค์ประกอบแร่	ชนิดหิน
1. โรงไม่หินสุราษฎร์ผาทอง	1	แคลไซต์ โคโลไมต์ปนเหล็ก	หินปูนถึง หินปูนโคโลไมต์
2. โรงไม่หินทวิกุล	1	แคลไซต์ โคโลไมต์ ควออตซ์	หินปูนถึง หินปูนโคโลไมต์
3. โรงไม่หินทรัพย์ศิลา	1	แคลไซต์	หินปูน
4. บริษัทศิริชัยสุราษฎร์	1	โคโลไมต์ปนเหล็ก	หินโคโลไมต์

3.7.3 ความขาวและความขาวสว่าง

ผลการวัดได้แสดงไว้ในตารางที่ 39 ได้ค่าความขาวสูงสุดเป็น 71.80 % และค่าต่ำสุด 32.50 % ของ บริษัทศิริชัยสุราษฎร์และบริษัทวงศ์วิ ตามลำดับ ส่วนค่าความขาวสว่างสูงสุด 68.90 % ของโรงไม่หินสุราษฎร์ผาทอง และค่าต่ำสุด 29.40 % ของบริษัทวงศ์วิ (ตารางที่ 39)

ตารางที่ 39 ผลทดสอบความขาวและความขาวสว่างของหิณคาร์บอนเตพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี (หน่วย %)

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ความขาว	ความขาวสว่าง	ลักษณะกายภาพ
1. โรงไม่หินสุราษฎร์ผาทอง	1	64.20	68.90	สีขาว
2. โรงไม่หินทวิกุล	1	57.60	61.40	สีขาว
3. โรงไม่หินทรัพย์ศิลา	1	67.20	61.70	สีขาว
4. บริษัทศิริชัยสุราษฎร์	1	71.80	68.60	สีขาว
5. บริษัท วงศ์วิ จำกัด	1	32.50	29.40	สีเทาปนน้ำตาล

3.7.4 ตรวจสอบทางคิลาวรรณนา

แผ่นหินขัดบางที่นำมาตรวจสอบทั้ง 5 แหล่ง ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. โรงไม่หินสุราษฎร์ผาทอง

แร่เด่นคือ แคลไซต์ ยึดประสานด้วยแคลไซต์ (รูปที่ 30 ก)

2. โรงไม่หินทวิกุล

แร่เด่นคือ แคลไซต์ โคโลไมต์ เนื้อละเอียดถึงปานกลาง (รูปที่ 30 ข)

3. โรงโมหินทรัพยากร

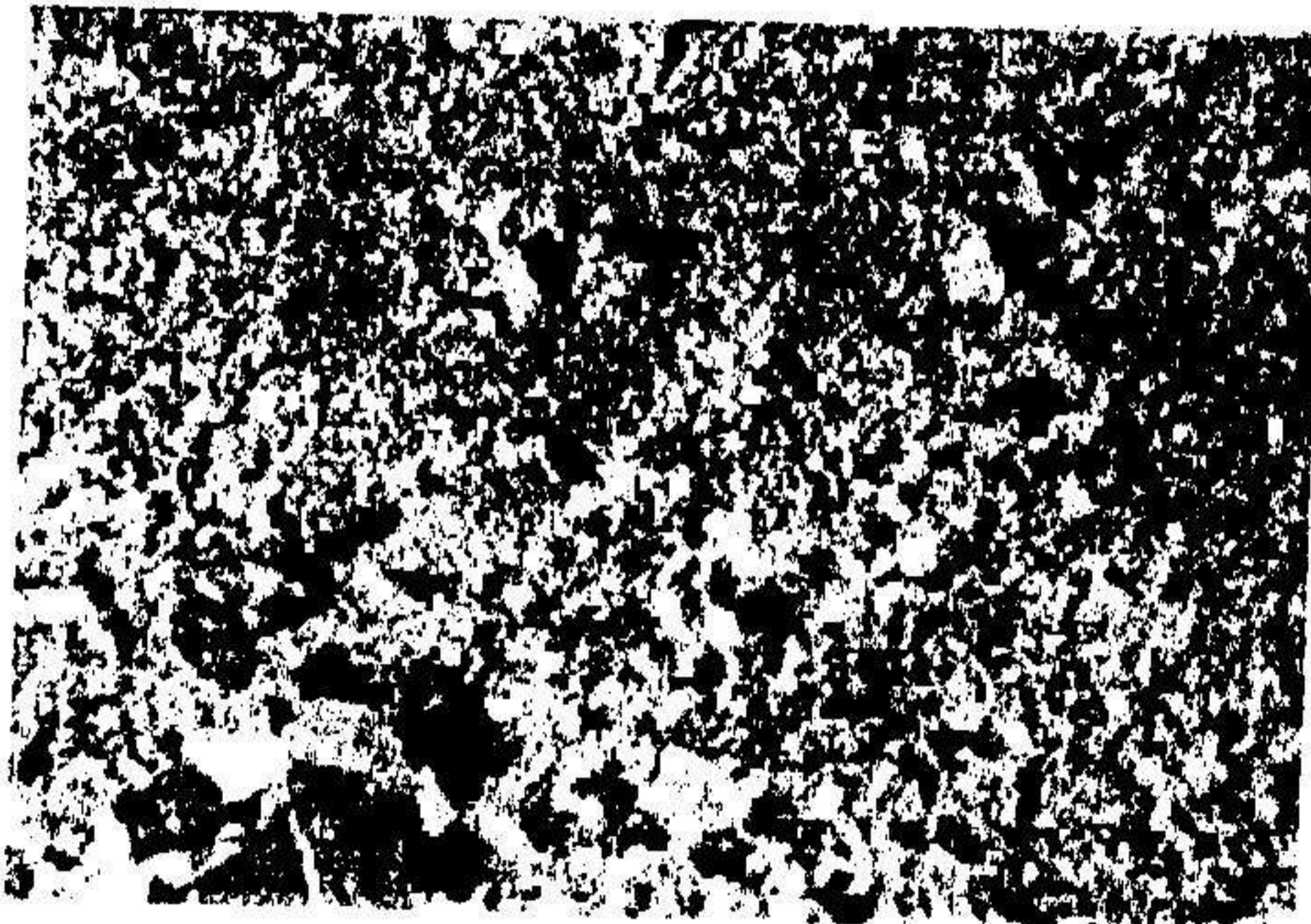
แร่เด่นมีปริมาณมากที่สุดคือ แร่แคลไซต์ สายแร่ฟอยแคลไซต์ตัดแทรกทั่วไป เนื้อหินละเอียดถึงปานกลาง เนื้อพื้นเป็นพวกคาร์บอนเนต (รูปที่ 30 ค)

4. บริษัทศิริชัยสุราษฎร์

พบว่ามีรอยแตกอยู่ทั่วไป เกิดเป็นสายแร่สนิมเหล็กเป็นแนวสายชัดเจน (รูปที่ 30 ง) แร่ที่เด่นคือ โดโลไมต์ แคลไซต์ ลักษณะเนื้อหินแบบซ้อนพลิก

5. บริษัท วงศ์วิ จำกัด

ลักษณะระนาบชั้นหินชัดเจน แร่ประกอบด้วย แร่แคลไซต์ โดโลไมต์และควอร์ตซ์ เนื้อละเอียดถึงปานกลาง เนื้อพื้นส่วนใหญ่แร่แคลไซต์ มีแร่คินเนียวเป็นแนว (รูปที่ 30 จ)

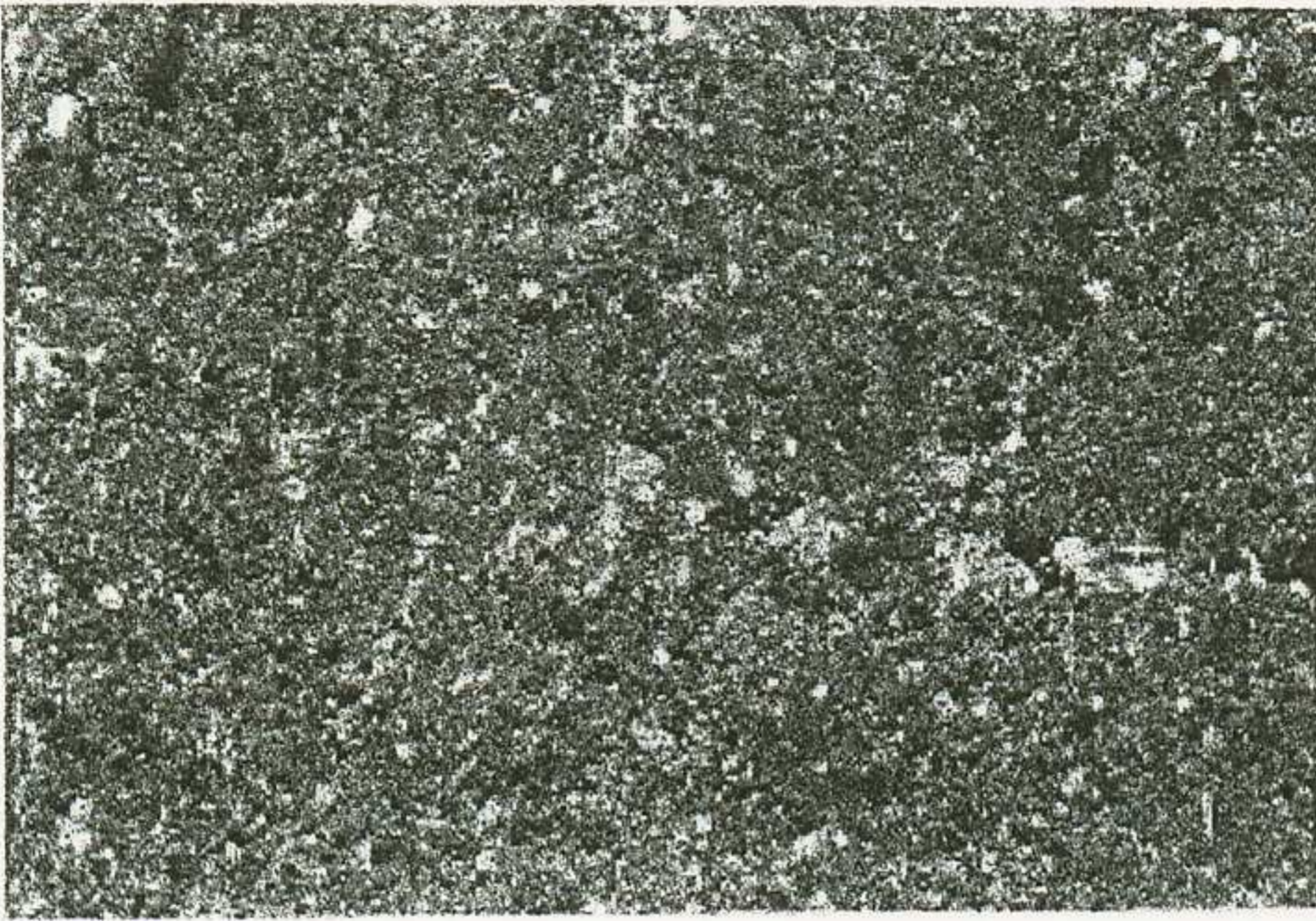


ก)

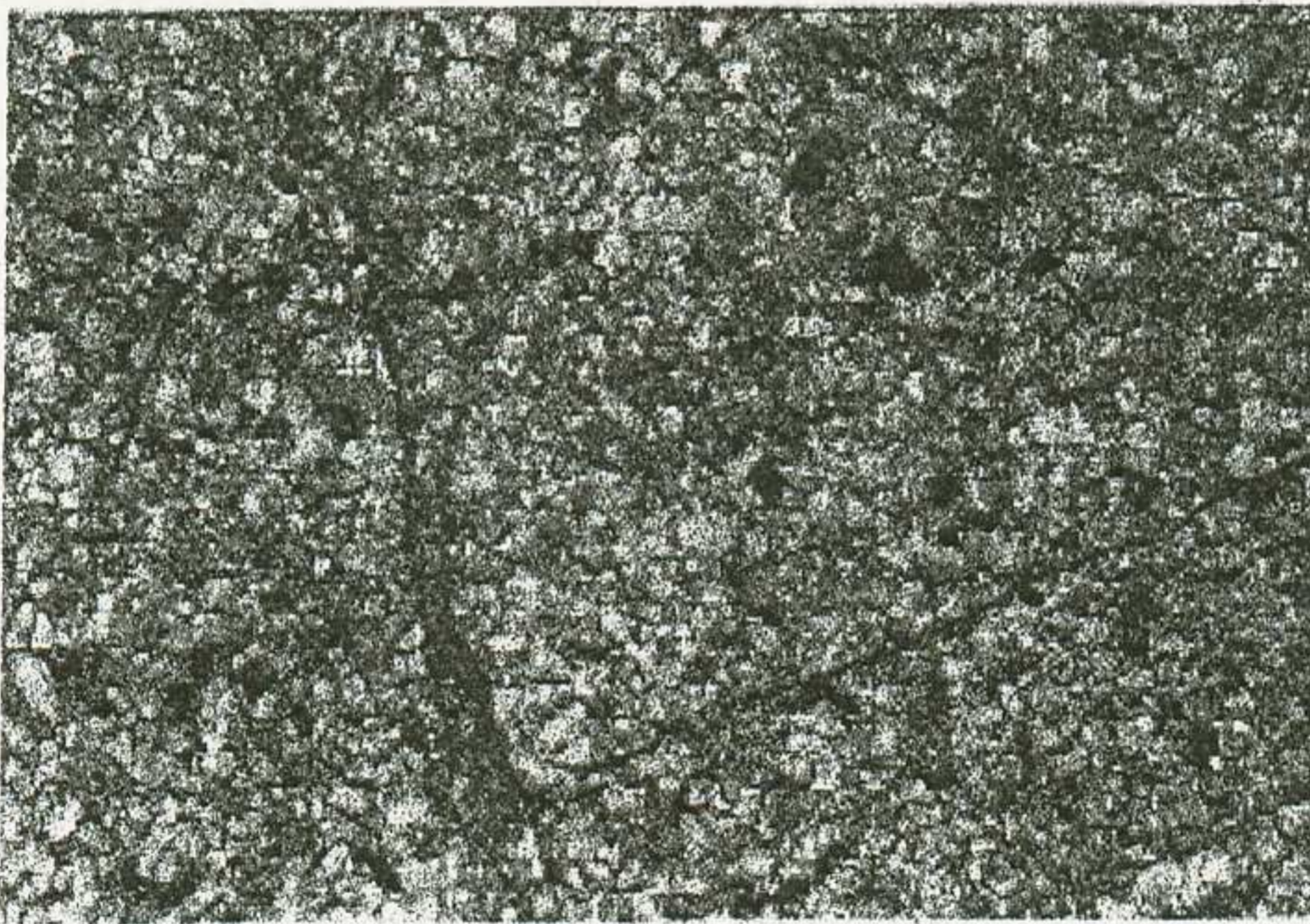


ข)

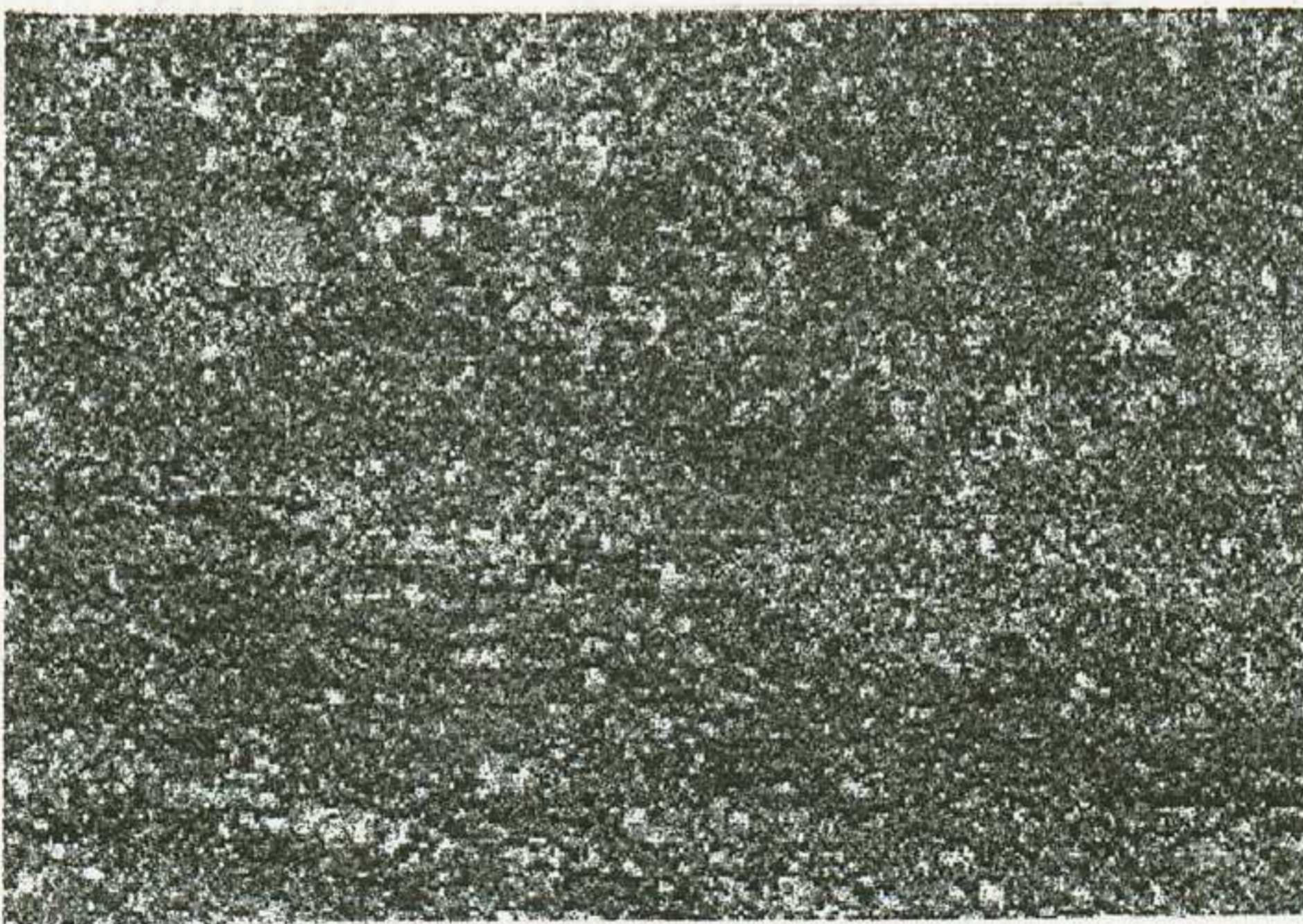
รูปที่ 30 ภาพถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 4 เท่า ของแผ่นหินขัดบางด้วยแสงทิศทางเดียว (polarized light) เมื่อ cross nicol ของโรงโมหิน ก) ทวีกุล ข) สุราษฎร์ผาทอง



ค)



ง)



จ)

ภาพต่อเนื่อง รูปที่ 30 ค) ทรัพย์ศิลา ง) ศิริชัยสุราษฎร์ และ จ) บ. วงศ์วิวิ จำกัด

3.7.5 ปริมาณความชื้น

ก้อนตัวอย่างทดสอบ 101 ชิ้น มีค่าความชื้นทั้งสูงสุดและต่ำสุดเป็น 0.00 % และ 1.50 % ตามลำดับ ของโรงโม่หินทวิกุล ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งอยู่ในช่วงพิสัย 0.15-0.42 % (ตารางที่ 40)

ตารางที่ 40 แสดงผลค่าปริมาณความชื้นของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี (หน่วย %)

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงโม่หินสุราษฎร์ผาทอง	20	0.52	0.03	0.16	0.13
2. โรงโม่หินทวิกุล	21	1.50	0.00	0.42	0.42
3. โรงโม่หินทรัพย์ศิลา	20	0.29	0.04	0.15	0.08
4. บริษัท ศิริชัยสุราษฎร์	20	0.98	0.07	0.38	0.19
5. บริษัท วงศ์วิวิ จำกัด	20	0.66	0.09	0.34	0.16

3.7.6 ความพรุน

หินมีค่าความพรุนทำนองเดียวกับปริมาณความชื้น คือสูงสุดเป็น 1.50 % ของบริษัทศิริชัยสุราษฎร์ และค่าต่ำสุดเป็น 0.00 % ของโรงโม่หินทวิกุล ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งอยู่ในช่วงพิสัย 0.55-0.64 % (ตารางที่ 41) จัดว่าหินเหล่านี้เป็นพวกหินความพรุนต่ำจนถึงความพรุนสูง (IAEG, 1979)

ตารางที่ 41 แสดงผลค่าความพรุนของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี (หน่วย %)

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงโม่หินสุราษฎร์ผาทอง	20	2.71	0.45	1.08	0.63
2. โรงโม่หินทวิกุล	21	6.92	0.20	3.07	2.04
3. โรงโม่หินทรัพย์ศิลา	20	2.66	0.23	0.86	0.54
4. บริษัทศิริชัยสุราษฎร์	20	11.78	0.78	2.74	2.49
5. บริษัท วงศ์วิวิ จำกัด	20	4.30	0.60	1.99	1.03

3.7.7 ความหนาแน่น

หินมีค่าความหนาแน่นสูงสุดเป็น 2.87 กรัม/ลบ.ซม. ของแหล่งหินศิริชัยสุราษฎร์ และค่าต่ำสุดเป็น 2.61 กรัม/ลบ.ซม. ของโรงโม่หินทวิกุล ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งคือ 2.70-2.83 กรัม/ลบ.ซม. (ตารางที่ 42) จัดว่าเป็นหินที่มีค่าความหนาแน่นปานกลางถึงสูง (IAEG, 1979)

3.7.8 การดูดซึมน้ำ

หินมีค่าการดูดซึมน้ำต่ำสุดเป็น 0.01 % และค่าสูงสุดเป็น 0.66 % ของโรงโม่หินสุราษฎร์ผาทอง ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งอยู่ในช่วงพิสัย 0.20-0.24 % (ตารางที่ 43) จัดว่าเป็นหินที่มีค่าการดูดซึมน้ำสูงถึงสูงมาก (IAEG, 1979)

ตารางที่ 42 แสดงผลค่าความหนาแน่นของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี (หน่วย กรัม/ลบ.ซม.)

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงโม่หินสุราษฎร์ผาทอง	20	2.77	2.65	2.70	0.03
2. โรงโม่หินทวิกุล	21	2.83	2.61	2.70	0.06
3. โรงโม่หินทรัพย์ศิลา	20	2.72	2.67	2.70	0.01
4. บริษัทศิริชัยสุราษฎร์	20	2.87	2.79	2.83	0.02
5. บริษัท วงศ์วิ จำกัด	20	2.79	2.65	2.71	0.04

ตารางที่ 43 แสดงผลค่าการดูดซึมน้ำของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี (หน่วย %)

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงโม่หินสุราษฎร์ผาทอง	20	1.01	0.17	0.41	0.24
2. โรงโม่หินทวิกุล	21	2.63	0.07	1.17	0.78
3. โรงโม่หินทรัพย์ศิลา	20	1.02	0.09	0.32	0.21
4. บริษัท ศิริชัยสุราษฎร์	20	4.68	0.28	1.01	0.99
5. บริษัท วงศ์วิ จำกัด	20	1.67	0.22	0.75	0.41

3.7.9 ระดับชั้นของการอิมตัวด้วยน้ำ

หินมีค่าระดับชั้นของการอิมตัวด้วยน้ำสูงสุดเป็น 100.00 % ของโรงโม่หินทรัพย์ศิลา ส่วนค่าต่ำสุดเป็น 0.00 % โรงโม่หินทวิกุล และค่าเฉลี่ยของทุกแหล่ง อยู่ในช่วงพิสัย 40.25-61.88 % (ตารางที่ 44) จัดว่าเป็นหินที่มีค่าการอิมตัวปานกลางถึงสูง (IAEG, 1979)

ตารางที่ 44 ค่าระดับชั้นของการอิมตัวด้วยน้ำของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี (%)

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงโม่หินสุราษฎร์ผาทอง	20	77.78	11.11	39.86	18.48
2. โรงโม่หินทวิกุล	21	92.75	0.00	40.66	27.25
3. โรงโม่หินทรัพย์ศิลา	20	100.00	12.00	53.73	21.51
4. บริษัทศิริชัยสุราษฎร์	20	93.75	9.60	46.61	21.64
5. บริษัท วงศ์วิ จำกัด	20	95.24	15.36	51.96	23.63

3.7.10 อัตราส่วนช่องว่าง

ผลการคำนวณจากข้อมูลวัดค่า พบว่าหินมีค่าอัตราส่วนช่องว่างสูงสุดเป็น 0.113 ของบริษัทศิริชัยสุราษฎร์ และค่าต่ำสุดเป็น 0.002 ของแหล่งโรงไม้หินทิวีกุลและทรัพย์ศิลา ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งคือ 0.009-0.032 (ตารางที่ 45)

ตารางที่ 45 ผลคำนวณค่าอัตราส่วนช่องว่างของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี (ไม่มีหน่วย)

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงไม้หินสุราษฎร์ผาทอง	20	0.028	0.005	0.011	0.006
2. โรงไม้หินทิวีกุล	21	0.074	0.002	0.032	0.022
3. โรงไม้หินทรัพย์ศิลา	20	0.027	0.002	0.009	0.006
4. บริษัทศิริชัยสุราษฎร์	20	0.133	0.008	0.029	0.028
5. บริษัท วงศ์วิ จำกัด	20	0.045	0.006	0.020	0.011

3.7.11 การขัดสีแบบลอสแอนเจลิส

การทดสอบหาความสึกหรอของมวลรวมหินคาร์บอนเนต จำนวน 4 ตัวอย่าง ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 46 พบว่ามีค่าเปอร์เซ็นต์ความสึกหรอ มีค่าสูง 65.30 % ของบริษัทศิริชัยสุราษฎร์ และค่าต่ำสุด 22.16 % ของบริษัทวงศ์วิ จำกัด ส่วนค่าตัวประกอบความเอกรูปเฉลี่ย (uniformity factor, UF) ของแหล่งทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.16-0.55 % โดยทั่วไปจัดว่าหินเหล่านี้ค่อนข้างมีความแข็งเอกรูปจนถึงไม่เอกรูป

ตารางที่ 48 ผลทดสอบการขัดสีแบบลอสแอนเจลิสของหินคาร์บอนเนตเขตพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	% ความสึกหรอ	ค่า UF
1. โรงไม้หินสุราษฎร์ผาทอง	2	35.60-39.40	0.24-0.41
2. โรงไม้หินทิวีกุล	2	39.30-62.70	0.24-0.34
3. โรงไม้หินทรัพย์ศิลา	2	24.80-34.20	0.27
4. บริษัทศิริชัยสุราษฎร์	2	49.40-65.30	0.27-0.55
5. บริษัท วงศ์วิ จำกัด	2	22.16-29.20	0.16-0.25

3.7.12 ความแข็งกระดอนแบบชมิคต์

ค่าทดสอบหน้าแหล่งเฉลี่ยดังกล่าวแสดงในตารางที่ 47 และแปลงค่าเป็นกำลังอัด โดยสมการความสัมพันธ์ (คณพล ตันน โยภาส 2537) ในตารางที่ 48

ตารางที่ 47 ค่าอ่อนขมิตต์ที่ได้ปรับแก้ของหินคาร์บอนเนตเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี

แหล่งทดสอบ	ท่าเลที่ 1			ท่าเลที่ 2		
	จำนวน	ช่วงพิสัย	ค่าเฉลี่ย	จำนวน	ช่วงพิสัย	ค่าเฉลี่ย
1. โรงไม้หินสุราษฎร์ผาทอง	15	64.60-49.90	57.05	15	53.05-64.60	57.89
3. โรงไม้หินทรัพย์ศิลา						
4. บริษัทศิริชัยสุราษฎร์	10	66.00-56.00	59.60	10	47.80-68.80	57.47

ตารางที่ 48 แปลงค่าเฉลี่ยอ่อนขมิตต์เป็นกำลังอัดของหินคาร์บอนเนตเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี

แหล่งทดสอบ	ท่าเล 1		ท่าเล 2	
	SHV	UCS	SHV	UCS
1. โรงไม้หินสุราษฎร์ผาทอง	57.05	102.88	57.89	106.48
3. โรงไม้หินทรัพย์ศิลา	-	-	-	-
4. บริษัทศิริชัยสุราษฎร์	59.60	112.16	57.47	102.88

3.7.13 กำลังแรงกดจุด

จากผลค่าดัชนีกำลังแรงกดจุดแบบรูปทรงไม้สามเหลี่ยม จำนวน 101 ก้อน พบว่ามีค่าสูงสุด 12.19 MPa ของแหล่งโรงไม้หินทรัพย์ศิลา สำหรับค่าต่ำสุด 1.17 MPa ของแหล่งบริษัทศิริชัยสุราษฎร์ และมีค่าเฉลี่ยในช่วง 3.34-7.41 MPa (ตารางที่ 49) โดยทั่วไปจัดว่าหินเหล่านี้อยู่ในหินประเภทที่มีช่วงกำลังปานกลางจนถึงกำลังสูง (ISRM, 1985)

ตารางที่ 49 ผลทดสอบค่าดัชนีกำลังแรงกดจุดของหินคาร์บอนเนตพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี (หน่วย MPa)

แหล่งกับตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงไม้หินสุราษฎร์ผาทอง	20	6.16	2.23	3.23	1.02
2. โรงไม้หินทิวกุล	21	5.01	1.11	2.84	1.01
3. โรงไม้หินทรัพย์ศิลา	20	7.06	1.15	3.73	1.18
4. บริษัทศิริชัยสุราษฎร์	20	4.81	0.85	2.18	1.11
5. บริษัท วงศ์วิวิ จำกัด	20	6.21	2.53	4.07	1.01

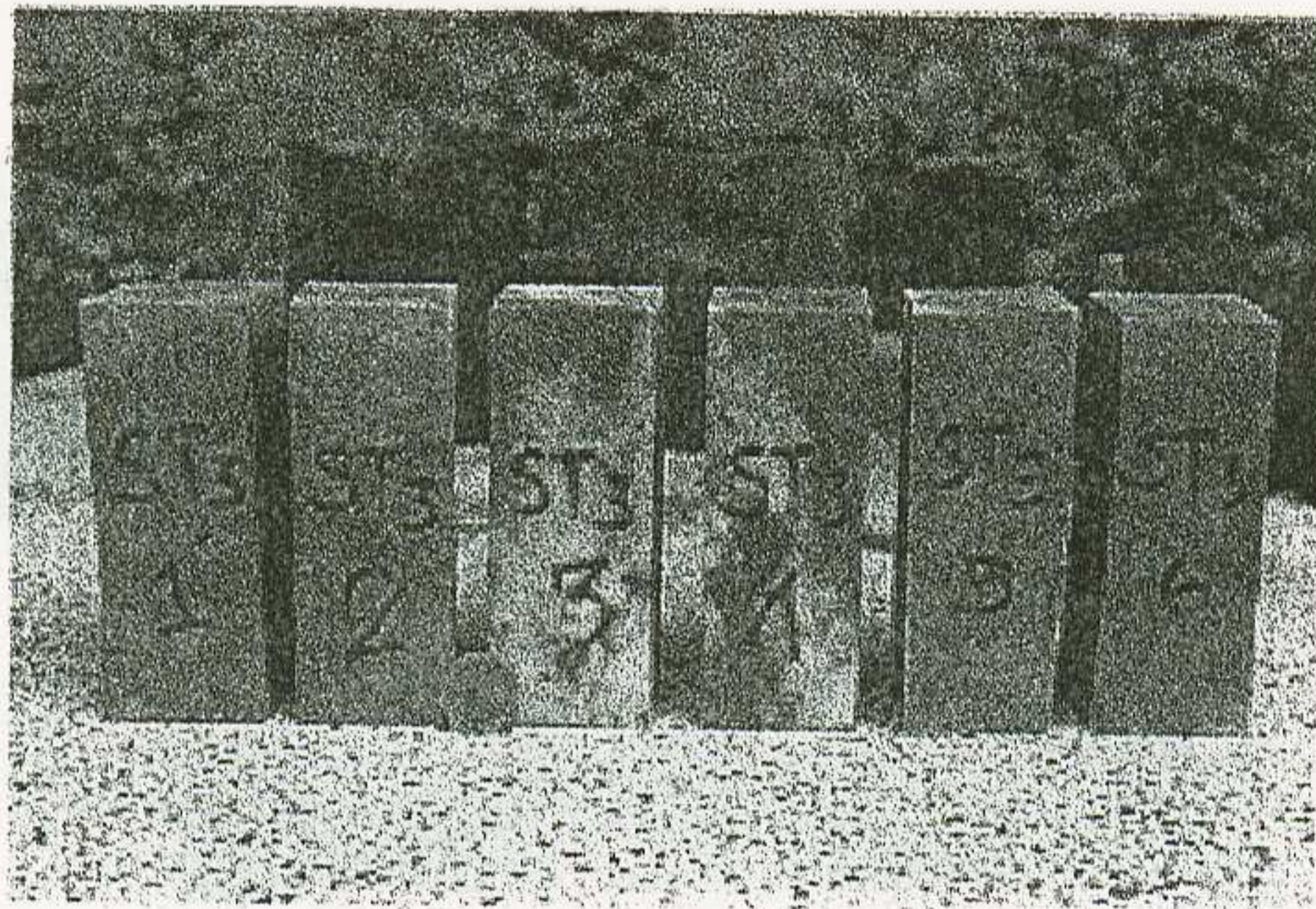
3.7.14 กำลังอัดแกนเดียว

จากผลค่ากำลังอัดแกนเดียวรูปทรงสี่เหลี่ยมพื้นผ้า จำนวน 29 ก้อน (รูปที่ 31) พบว่ามีค่าสูงสุด 98.83 MPa ของแหล่งโรงไม้หิน และค่าต่ำสุด 30.03 MPa ของแหล่งโรงไม้หินสุราษฎร์ผาทอง ค่าช่วงพิสัยเฉลี่ยของกลุ่มนี้ 37.60-102.34 MPa (ตารางที่ 50) โดยมีรูปแบบพิบัติ

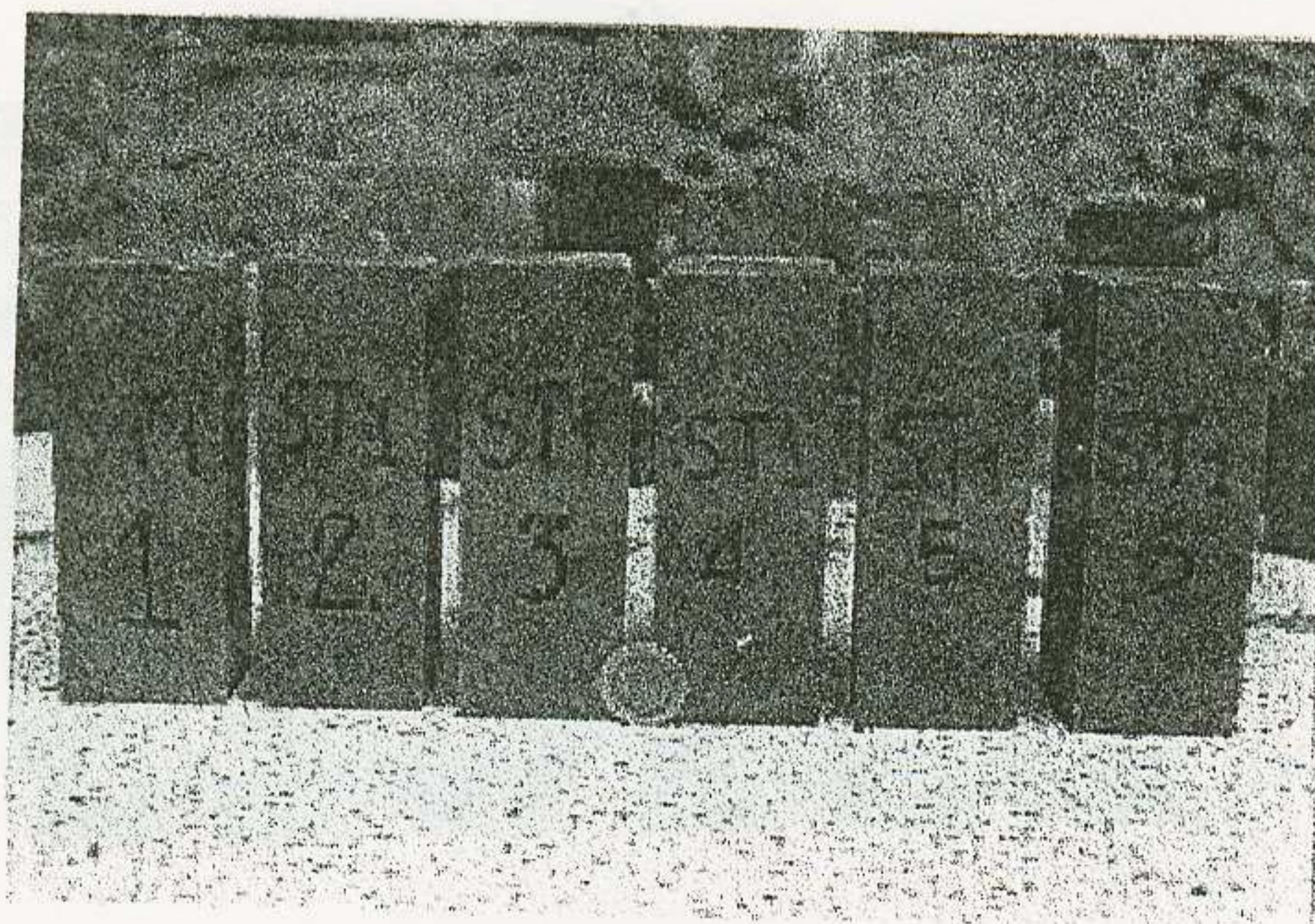
เนียนส่วนมาก ค่ากำลังอัดนี้จัดได้ว่าหินเหล่านี้อยู่ในหินประเภทที่มีช่วงกำลังปานกลางจนถึงกำลังสูง (ISRM, 1985) รูปแบบพิบัติของก้อนตัวอย่างมีทั้งแบบเนียนและผ่าซีก (รูปที่ 32)

ตารางที่ 50 ผลทดสอบค่ากำลังอัดแกนเดียวของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ จ.สุราษฎร์ธานี (หน่วย MPa)

แหล่งทดสอบ/เก็บตัวอย่าง	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.	แบบรูปพิบัติ
1. โรงโม่หินสุราษฎร์ผาทอง	6	88.03	62.16	76.41	11.18	เนียน
2. โรงโม่หินทวีกุล	6	59.79	10.68	37.60	13.96	เนียนชั้นเล็ก
3. โรงโม่หินทรัพย์ศิลา	6	170.89	33.80	102.34	78.21	ผ่าซีกปนเนียน
4. บริษัทศิริชัยสุราษฎร์	5	57.70	23.24	45.89	14.14	เนียน
5. บริษัท วงศ์วิวิ จำกัด	6	96.15	47.03	76.40	21.30	ผ่าซีก

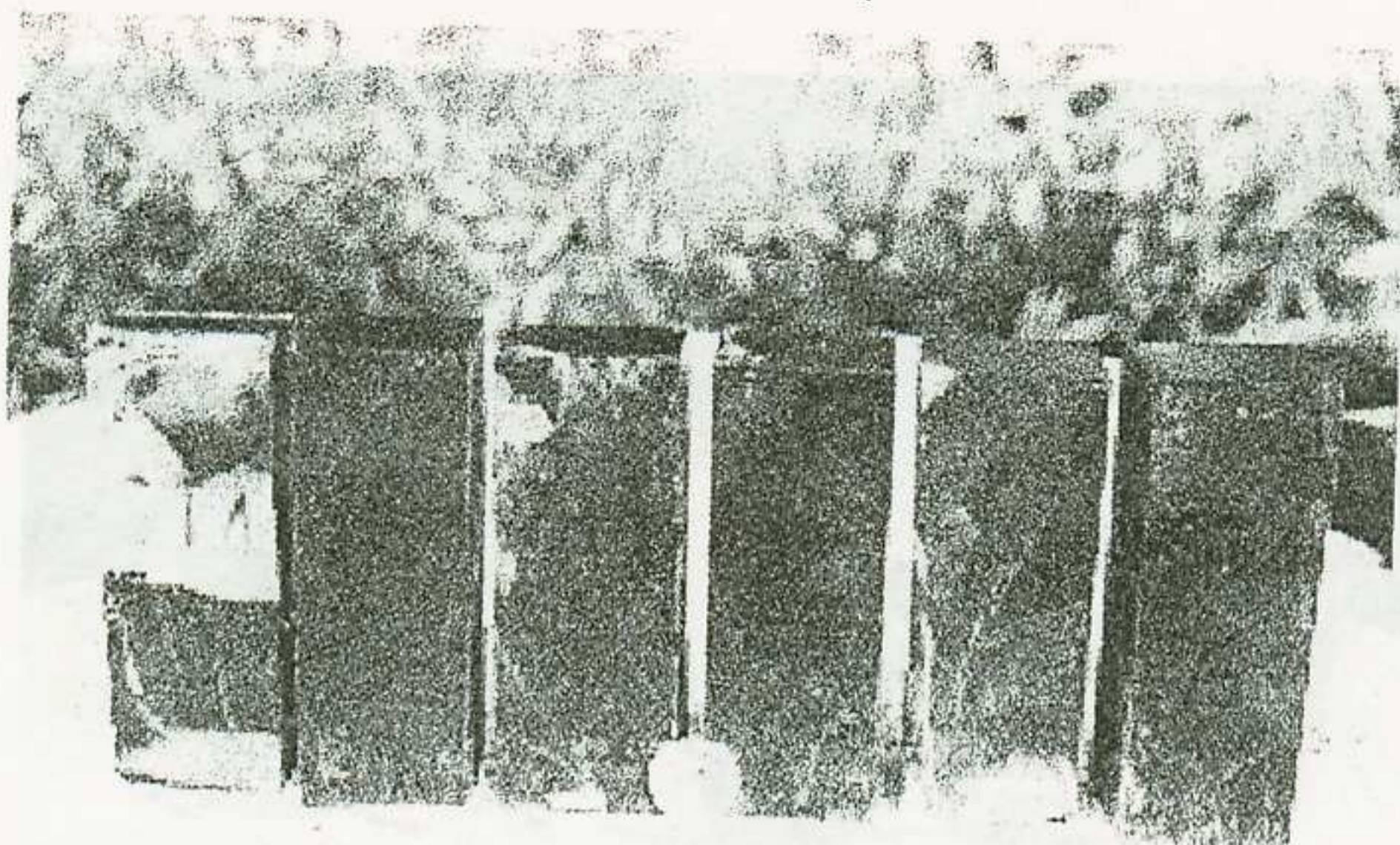


ก)

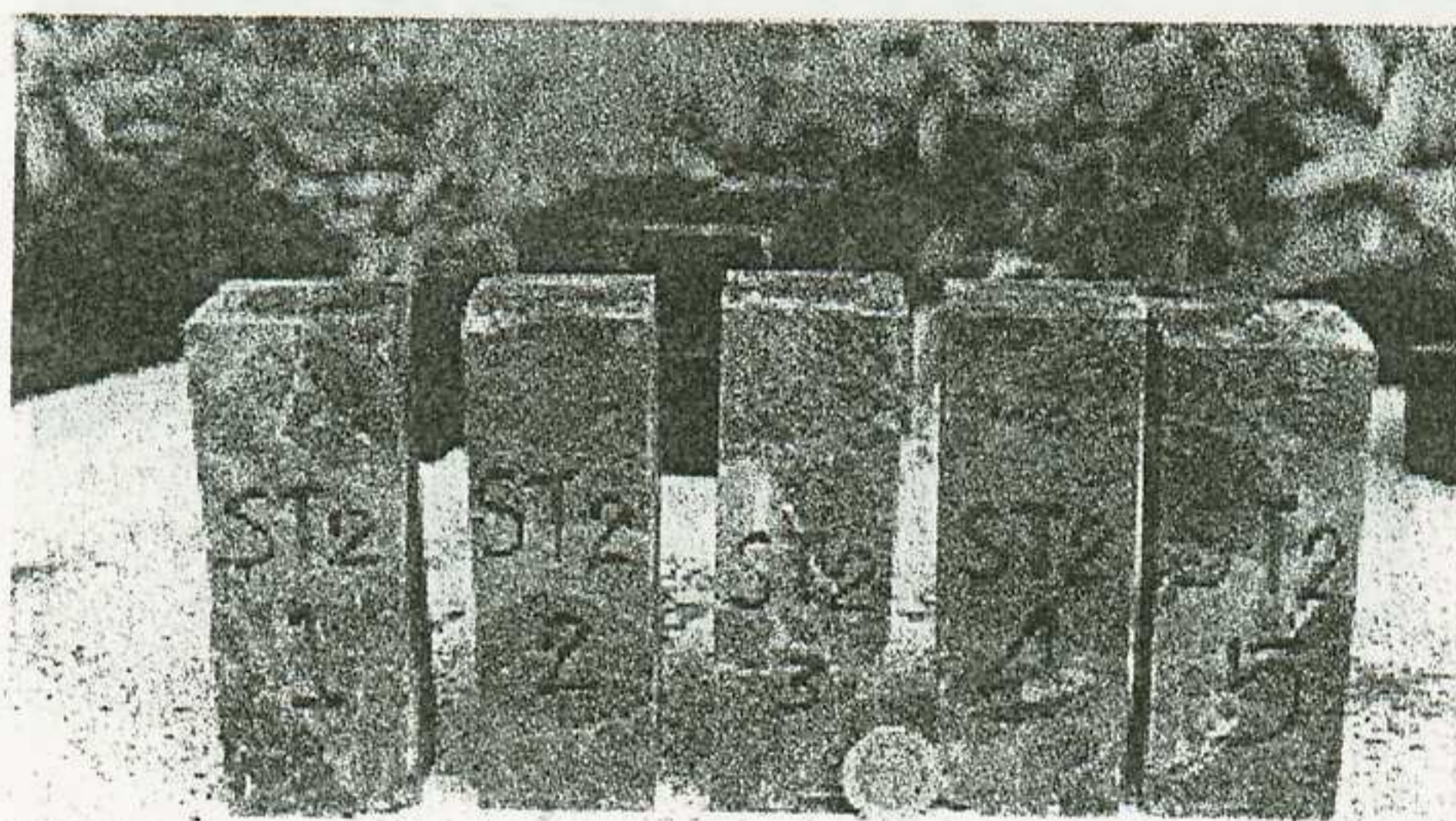


ข)

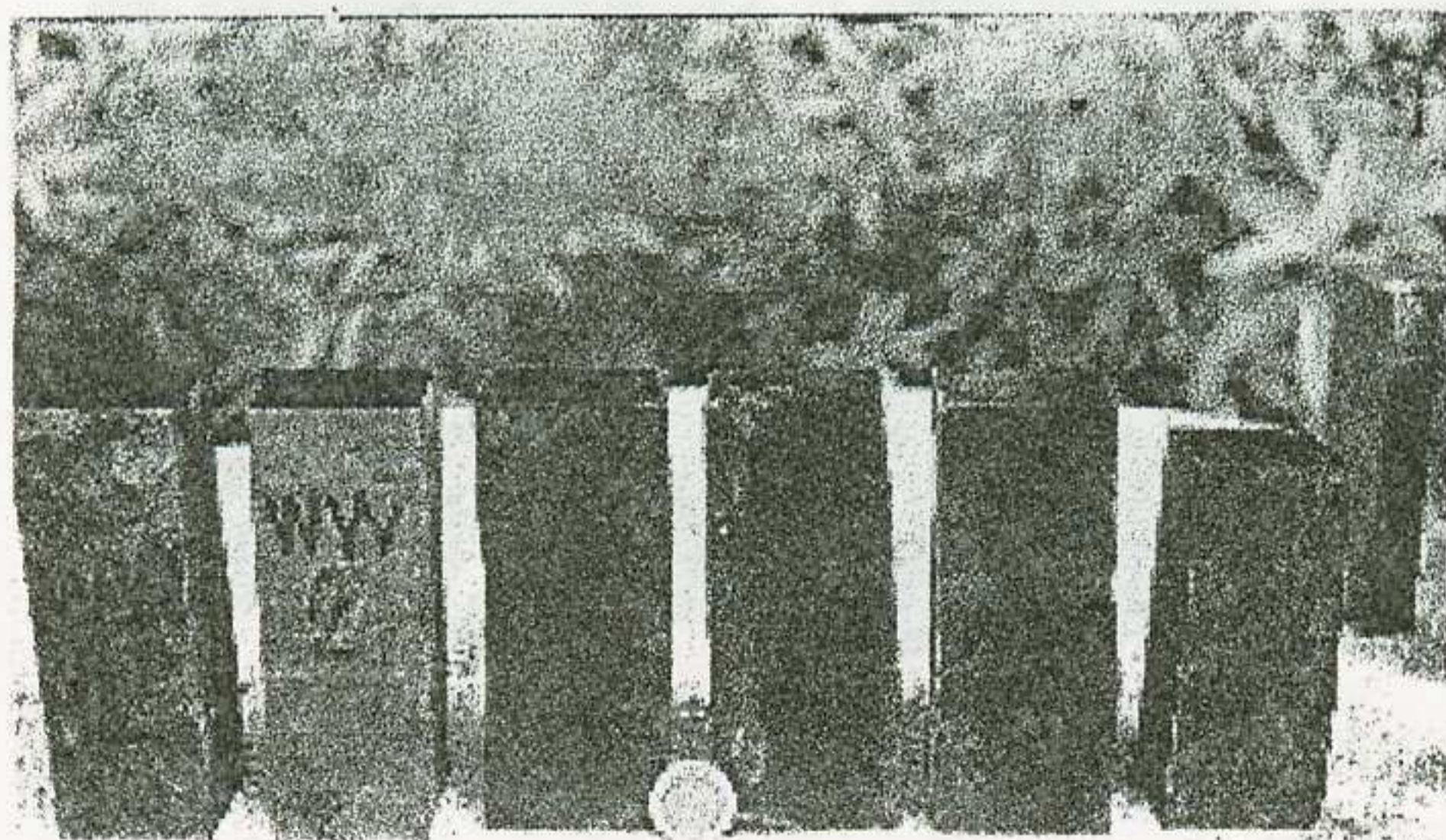
รูปที่ 31 ก้อนตัวอย่างทดสอบสำหรับกำลังอัดแกนเดียว ของโรงโม่หิน ก) สุราษฎร์ผาทอง ข) ทวีกุล



ค)



ง)

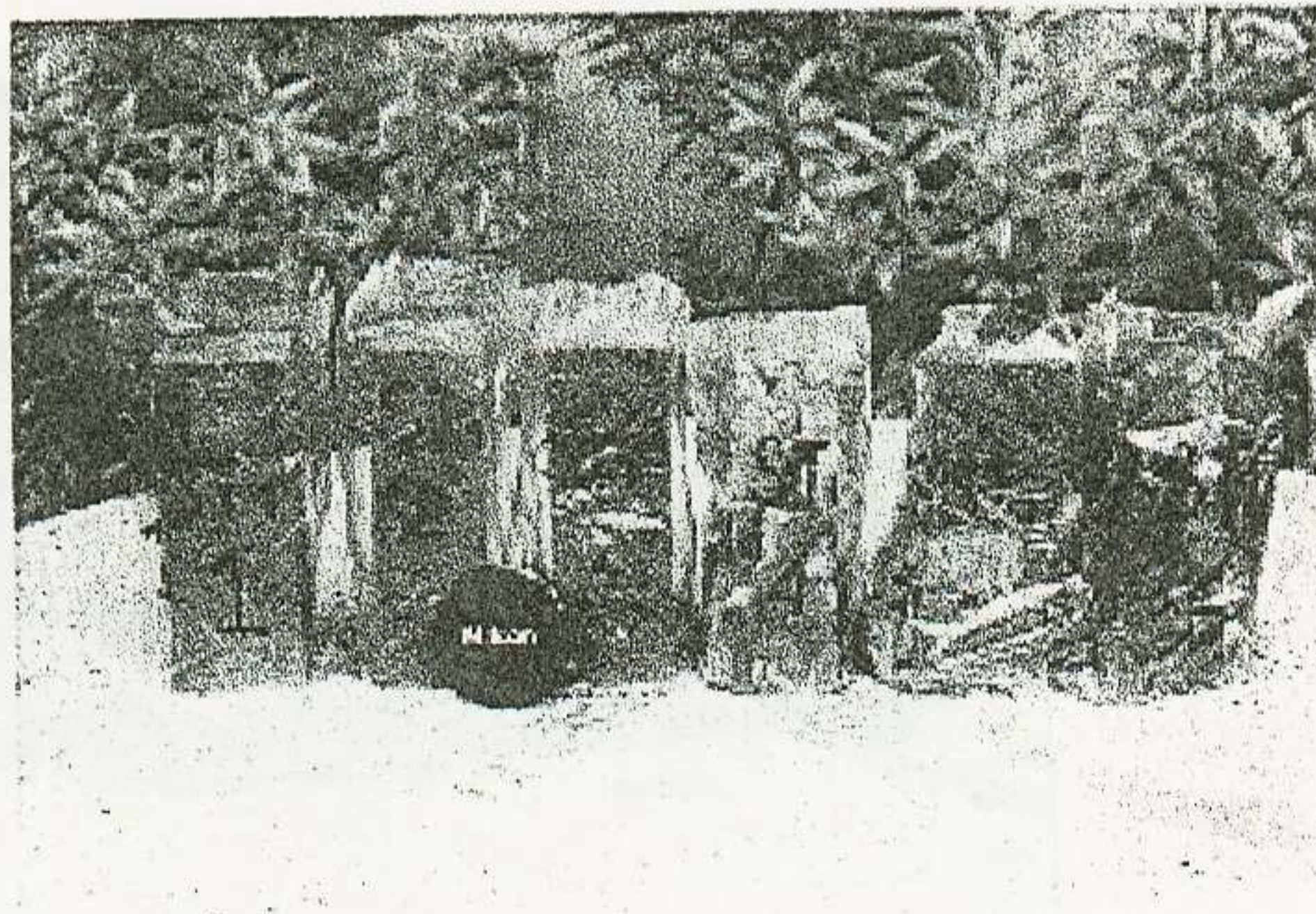


จ)

ภาพต่อเนื่อง รูปที่ 31 ค) ทรัพย์ศิลา ง) ศิริชัยสุราษฎร์ และ จ) บ.วงศ์วิวิ จำกัด



ก)



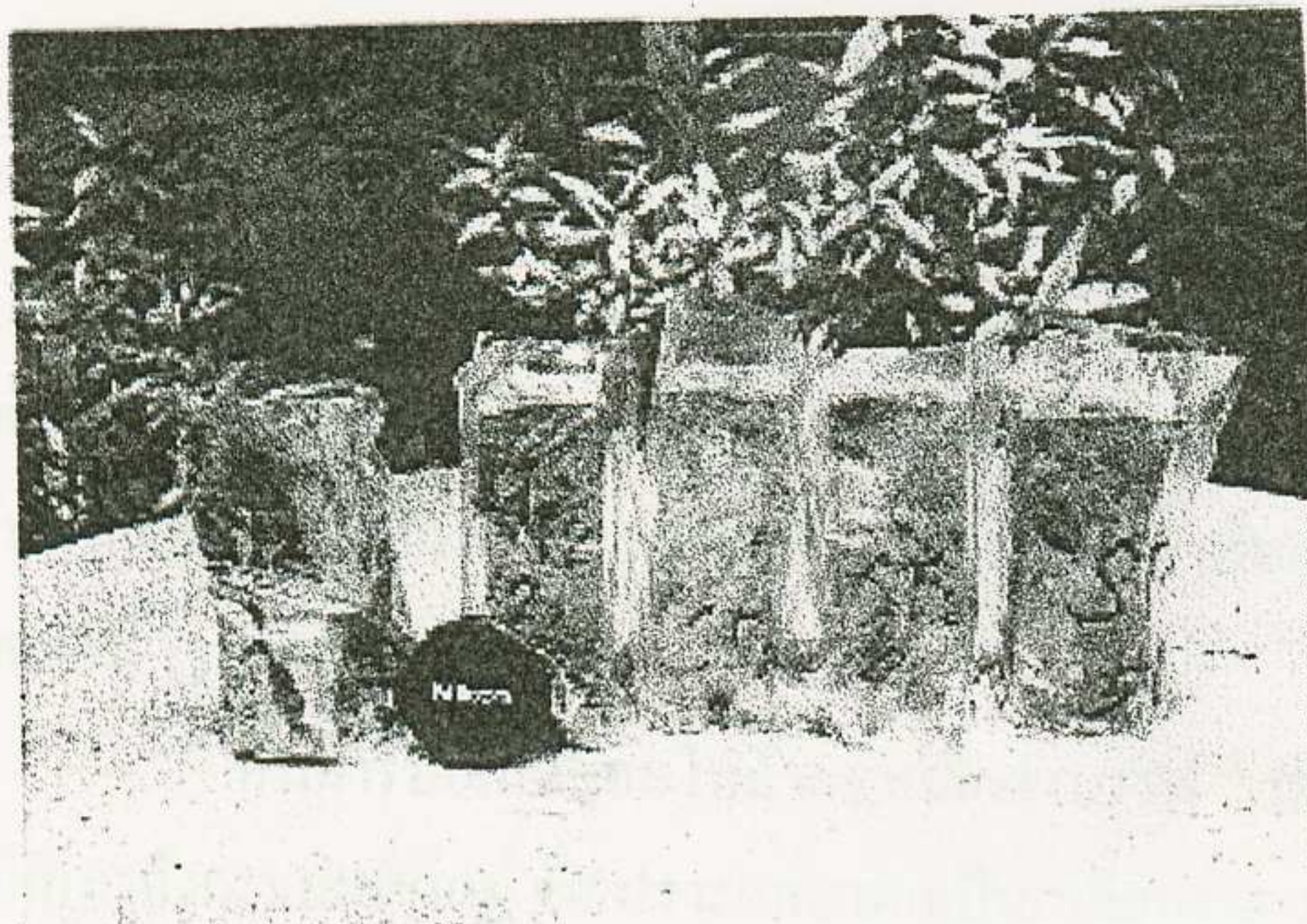
ข)



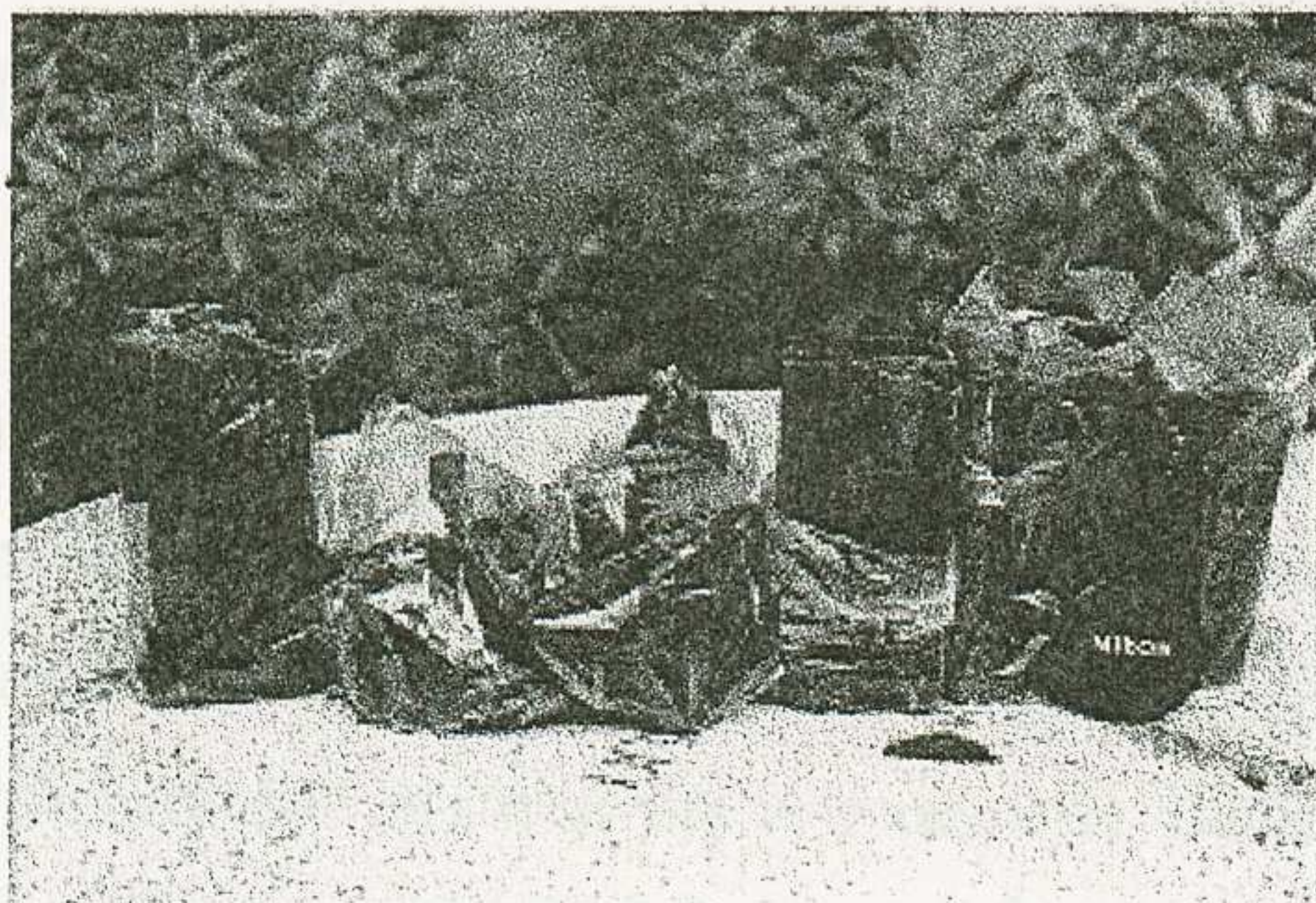
ค)

รูปที่ 32 รูปแบบพิบัติของก้อนตัวอย่างทดสอบกำลังอัดแกนเดียว ของโรงโม่หิน ก) สุราษฎร์ผาทอง ข) ทวี
กุล และ ค) ทรัพย์ศิลา

3.8 การทดสอบการบดอัด



ง)



จ)

ภาพต่อเนื่อง รูปที่ 32 ง) ศิริชัยสุราษฎร์ และ จ) บ.วงศ์วิวิ จำกัด

3.8 หินคาร์บอนเนต จังหวัดชุมพร

3.8.1 ธรณีวิทยาทั่วไป

ประเสริฐ จินตยงค์คุณ และคณะ (2536) รายงานว่าพื้นที่จังหวัดชุมพร ประกอบด้วยลำดับชุดหินตั้งแต่ยุค ควอเทอร์นารี (Quaternary) จนถึงยุคไซลูเรียน-ดีโวเนียน (Silurian-Devonian) ประกอบด้วยหินแกรนิต หินทรายปนกรวด หินดินดานปนกรวดและหินโคลน สำหรับหินคาร์บอนเนตที่แพร่กระจายในบริเวณนี้ ได้แก่ หินคาร์บอนเนตยุคเพอร์เมียน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (รูปที่ 29)

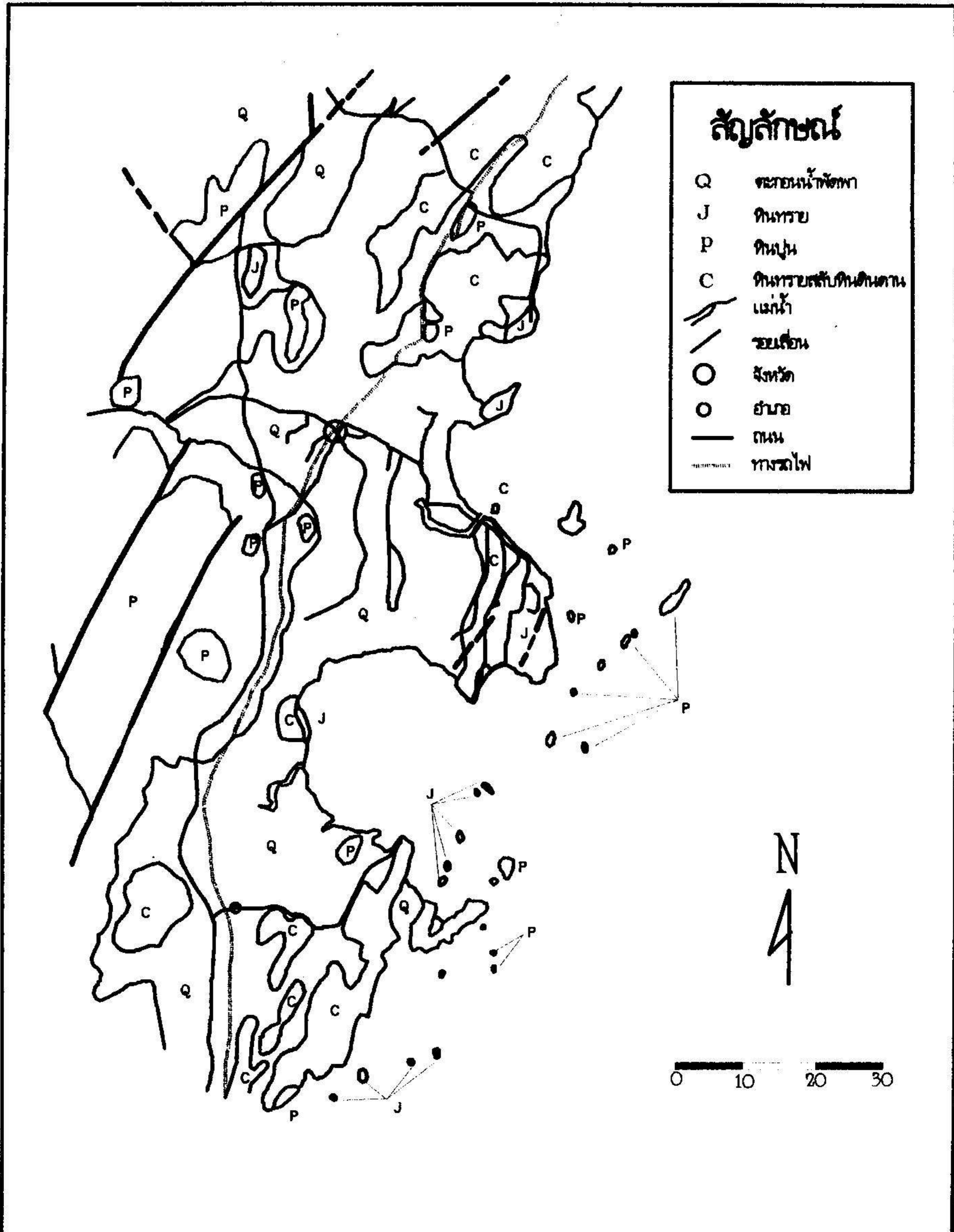
หินคาร์บอนเนตอุดมไปด้วยซากดึกดำบรรพ์ ประกอบด้วยหินโคลโลไมต์เป็นส่วนมาก มีสีเทาถึงเทาแกมชมพู ซึ่งเปราะและแตกเป็นเหลี่ยมง่าย นอกจากนี้ยังมีหินอ่อน สีเทาอ่อน พบบริเวณเขาช่องวัว เขาพริก และบริเวณวัดถ้ำขวัญเมือง อ.สวี สำหรับหินปูน มีสีเทาถึงเทาดำ เนื้อแน่น แข็ง พบแสดงเป็นชั้นบางจนถึงสมานแน่น ในบริเวณเขต อ.เมือง ทั้งหมดอยู่ในหินหน่วยชุมพร (Chumpom Formation)

กลุ่มหินราชบุรี พบกระจุกกระจายเป็นแหล่งเล็กๆ ตามแนวเส้นทางถนน หมายเลข 41 หรือเส้นทางรถไฟทั้งสองข้างทาง ตั้งแต่ อ.ท่าชนะ จ.สุราษฎร์ธานี ผ่านเลงมา จ.ชุมพร จนถึงเขาไชยราช จ.ประจวบคีรีขันธ์ มักจะเกิดให้เห็นเป็นภูเขาโคดๆ ลูกเล็กๆ ชั้นล่างสุดวางตัวของชั้นบางของหินปูนสลับหินเชิร์ต สำหรับบริเวณใหญ่ๆ มีอยู่ 2 บริเวณคือ ทางทิศตะวันตกของ อ.สวี ถึง อ.เมือง ซึ่งประกอบไปด้วยเขาช่องซุกซัก เขาน้ำชา เขางาม เขาหลัก เขาช่องแรด และพบบริเวณเขาเขียว เขาแหลมใหญ่ เขาอำเภอปะทิว โดยมีรอยสัมผัสระหว่างหินชุดนี้กับหินยุคไซลูเรียน ดีโวเนียน คาร์บอนิเฟอรัส แบบรอยเลื่อนสัมผัส (Fault contact) ทำให้เห็นเป็นหน้าผาชัดเจนเป็นเส้นตรง ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือกับตะวันตกเฉียงใต้ (NE-SW)

อำไพ ทองภิญโญชัย (2539) รายงานว่าในอำเภอสวี พบบริเวณแหล่งแร่โคลโลไมต์มีสีเทา เทาแกมชมพู เปราะแตกง่าย ได้แก่ เขาช่องซุกซัก บริเวณโรงเรียนบ้านเขาค่าย เขาคูร์า เขากบ เขาช่องพอง เขาละบบ เขาลูกกวาด เขาช่องวาย และเขาหัวเกล้า ซึ่งได้วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ของค่า MgO และ CaO ของพื้นที่จังหวัดชุมพรไว้ในตารางที่ 51

นอกจากนี้ยังพบแหล่งหินอ่อนสีเทาขาวบริเวณช่องเขาวังและเขาพริกด้วย แต่ทั้งสองแห่งตั้งอยู่ในเขตลุ่มน้ำชั้นที่ 1 A และ 1 B และอีกแห่งที่พบหินอ่อน หรือบริเวณวัดถ้ำขวัญเมือง

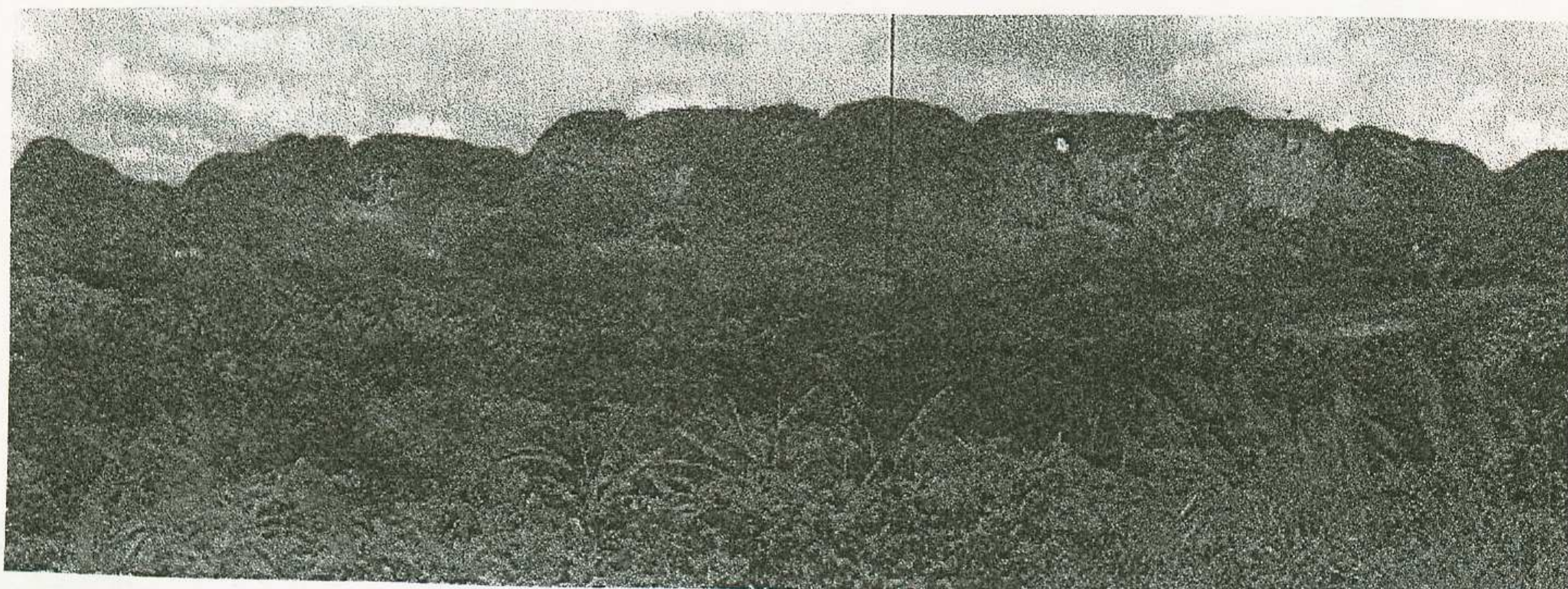
ในอำเภอหลังสวน พบบริเวณเขาหลวง เขาแหวน เขาแม่ทะเล เขาน้ำตก เขาชก และเขาเตย



รูปที่ 33 แผนที่ธรณีวิทยาเขตจังหวัดชุมพร (ดัดแปรมาจาก กรมทรัพยากรธรณี 2529)

ในอำเภอทุ่งตะโก พบบริเวณที่มีศักยภาพแร่โคโลไมต์ที่เขาน้ำซับ อำเภอท่าแซะ พบบริเวณที่มีศักยภาพแร่โคโลไมต์ที่เขาคีไก่อ สำหรับในอำเภอปะทิว พบบริเวณแร่โคโลไมต์ สีเทา เทาแกมชมพู เปราะแตกง่าย ได้แก่ เขาไชยราช เขานางทอง เขาค้างนอก เขาคีไก่อ เขาควน ขนุน เขานมสาว เขาแมว เขาหลัก และเขาตะแคง และในอำเภอเมือง บริเวณที่เป็นแร่โคโลไมต์ คือ เขาหอยโข่ง เขาหลัก เขายอนแพน

สำหรับแหล่งหินปูนที่พบทั้งหมดเป็นกลุ่มหินราชบุรีเท่านั้น มีสีเทาถึงเทาดำ เนื้อแน่น แข็ง มีลักษณะเป็นชั้นบาง (thin bedded) จนถึงสมานแน่น (massive) มีธรณีภูมิทัศน์ฐาน ทั้งที่เป็นภูเขาโดดๆ และเป็นเทือกเขาขนาดใหญ่ บริเวณที่คาดว่าเป็นรอยเลื่อนจะพบเป็นลักษณะ หน้าผาสองชั้น (รูปที่ 34)



รูปที่ 34 แนวเทือกเขาที่แสดงการมีรอยเลื่อนพาดผ่านของเขาทะเล

ตารางที่ 51 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่จังหวัดชุมพร (จาก อำเภอ ทองภัญโญชัย 2539)

อำเภอที่เก็บตัวอย่าง	MgO หน่วย %	CaO หน่วย %
สวี	18.13-21.36	30.09-34.01
หลังสวน	18.41-20.94	31.10-33.94
ทุ่งตะโก	21.06	30.70
ท่าแซะ	18.50	33.75
ปะทิว	18.10-19.59	31.02-34.12
เมือง	18.90-20.08	31.51-33.80

3.8.2 ธรณีวิทยาแหล่งหิน

1) โรงโม่หินพิบูลย์พัฒนา

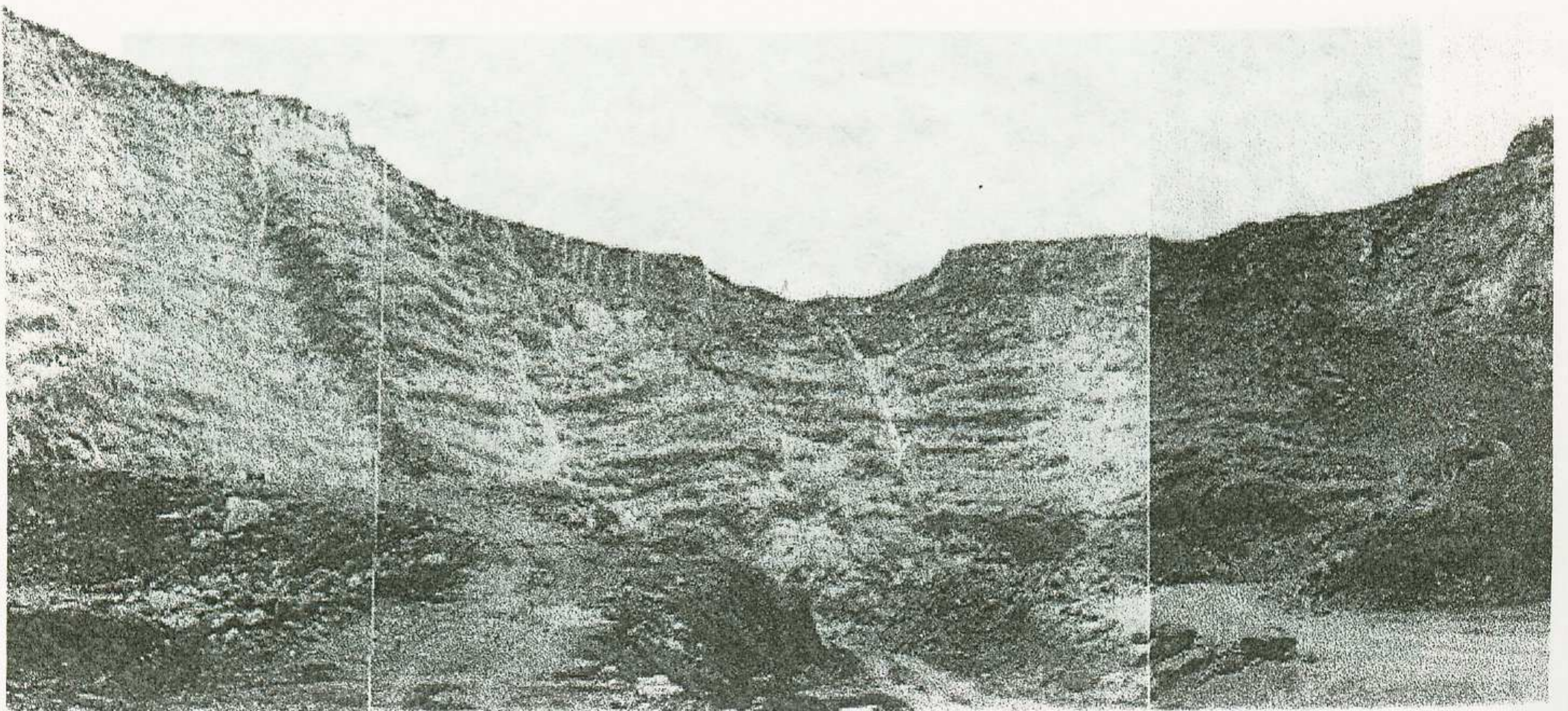
เป็นเขาโคดทอดตัวยาว สีเทาอ่อน มีสายแร่แคลไซต์ (calcite veins) ขนาดใหญ่แทรกตัดเข้ามากลางแหล่งเขา ความกว้างประมาณ 0.50-1.00 เมตร (รูปที่ 35) เนื้อสमानแน่น นอกจากนี้ยังมีสายแคลไซต์ฝอย (calcite veinlets) แทรกในเนื้อหินอยู่ทั่วไป มีอายุยุคเพอร์เมียน

2) โรงโม่หินชมพรการศิลา

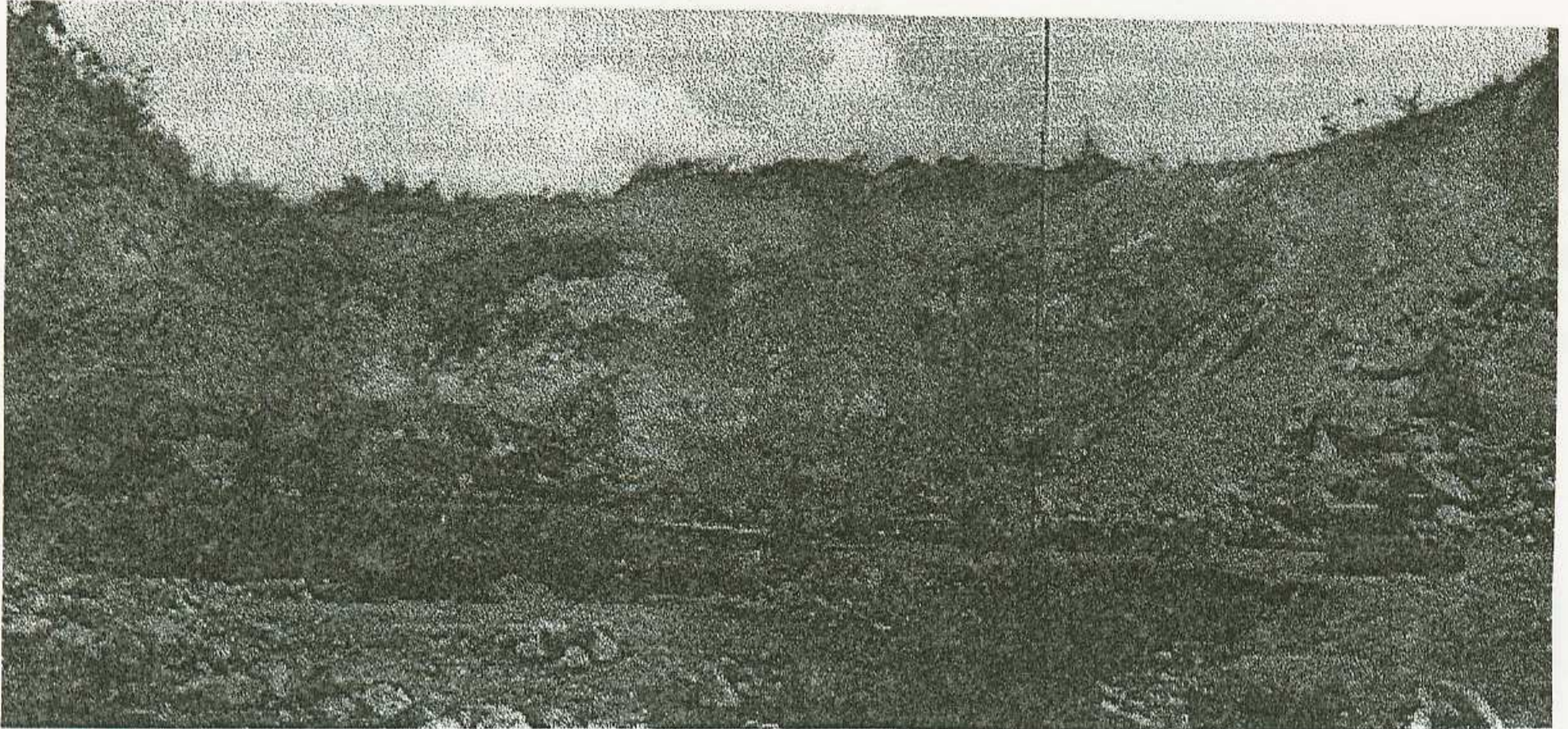
เป็นเทือกเขาหินปูนเนื้อโคลโลไมต์ยาวเป็นแนว มีลักษณะสีเทาอ่อนและจนถึงดำ เนื้อละเอียด และสमानแน่น ชั้นหินสमानแน่น รอยเลื่อนแบบเฉือนขนาดใหญ่ตัดเข้ามา ทำให้หินเปลี่ยนสภาพเป็นหินสีดำ กรอบ เปราะ แตกสลาย (disintegrated rock) รอยโค้งงออันเกิดเนื่องมาจากรอยเลื่อนในย่านนี้ คราบสนิมเหล็กเคลือบติดตามรอยแตกทั่วไป หลายแห่งปรากฏน้ำบาดาลไหลซึมออกมา (รูปที่ 36)

3) บริษัท ยู ดี เอส ไมนิ่ง จำกัด

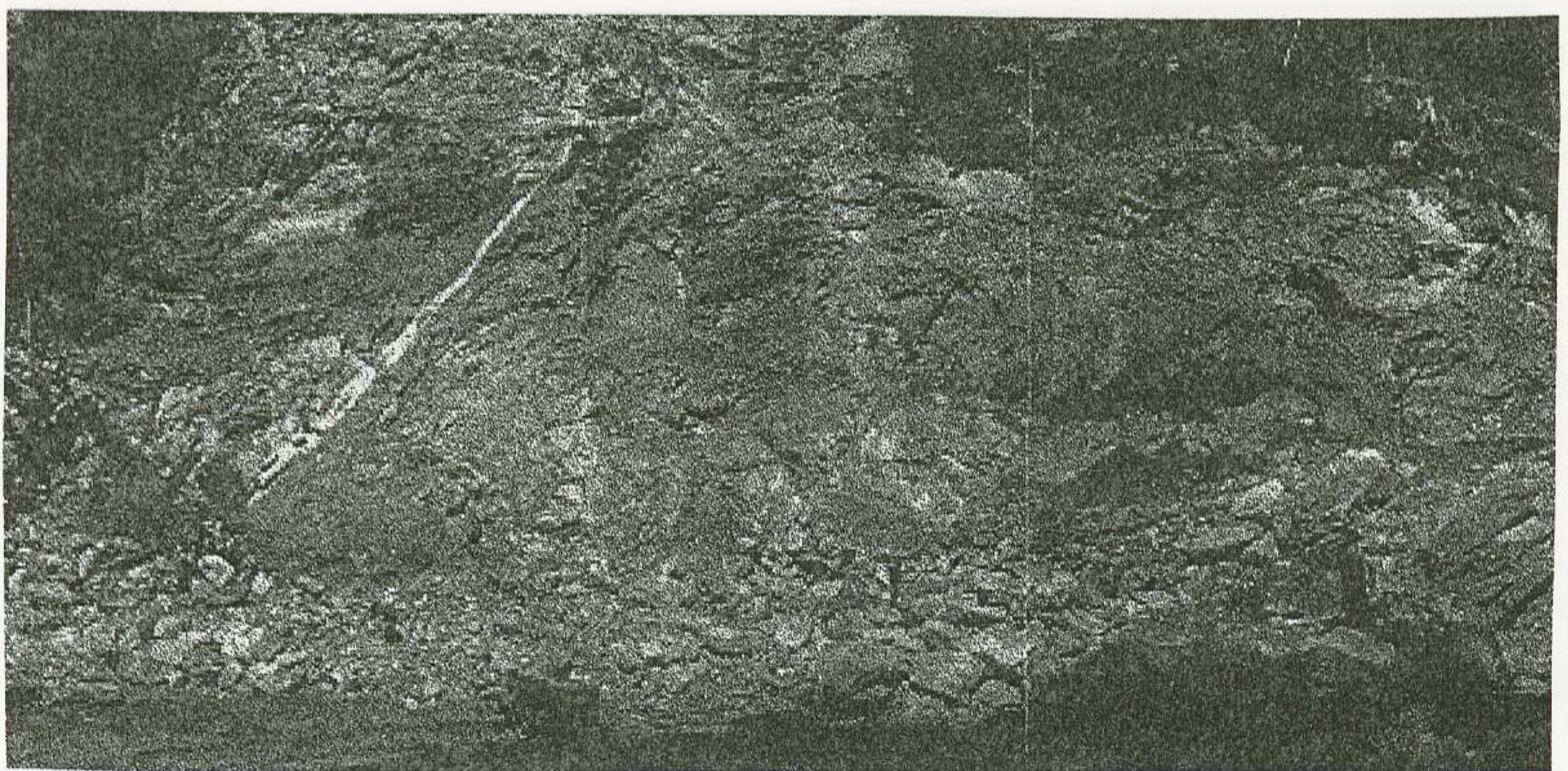
แหล่งหินมีสีแดงแกมชมพูและสีเทา เนื้อหินขนาดปานกลาง วางตัวสमानแน่น มีสายแร่แคลไซต์ตัดเข้ามามาก ริมขอบหน้าเหมืองมีสายแร่แคลไซต์ขนาดกว้าง 50 ซม. แทรกตัดขึ้นมา (รูปที่ 37)



รูปที่ 38 ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงโม่หินพิบูลย์พัฒนา



รูปที่ 39 ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งโรงไม้หินชุมพรการศึลา



รูปที่ 40 ลักษณะธรณีวิทยาของหน้าแหล่งบริษัทยู ดี เอส ไมนิ่ง จำกัด

3.9 สมบัติทางเคมี กายภาพ และเชิงกลของหินคาร์บอนเนตพื้นที่จังหวัดชุมพร

3.9.1 วิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบแร่

จากการสุ่มตัวอย่างวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ก้อน พบว่าค่าสูงสุด CaO เป็น 45.99 % ของบริษัทยูดีเอส ไมนิ่ง จำกัด และค่าต่ำสุดเป็น 4.76 % ของโรงโม่หินชุมพรการศิลา จัดของแหล่งโม่หินพิบูลย์เป็นหินโดโลไมติกไลม์สโตน แหล่งของชุมพรการศิลาเป็นหินทราย บริษัทยูดีเอส ไมนิ่ง จำกัด เป็นจำแนกเป็นพวกไม่บริสุทธิ์ (Harrison, 1992) รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 52

ตารางที่ 52 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแร่ในหินคาร์บอนเนตพื้นที่ จังหวัดชุมพร (หน่วย %)

แหล่งเก็บตัวอย่าง	จำนวน	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	MnO	SO ₂	Ig Loss
1. โรงโม่หินพิบูลย์วัฒนา	1	31.35	16.50	0.18	< 0.1	0.84	44.36
2. โรงโม่หินชุมพรการศิลา	1	4.76	2.51	3.03	< 0.1	68.21	8.40
3. บ. ยูดี เอส ไมนิ่ง จำกัด	1	45.99	4.76	0.17	< 0.1	0.12	43.29

3.9.2 การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์

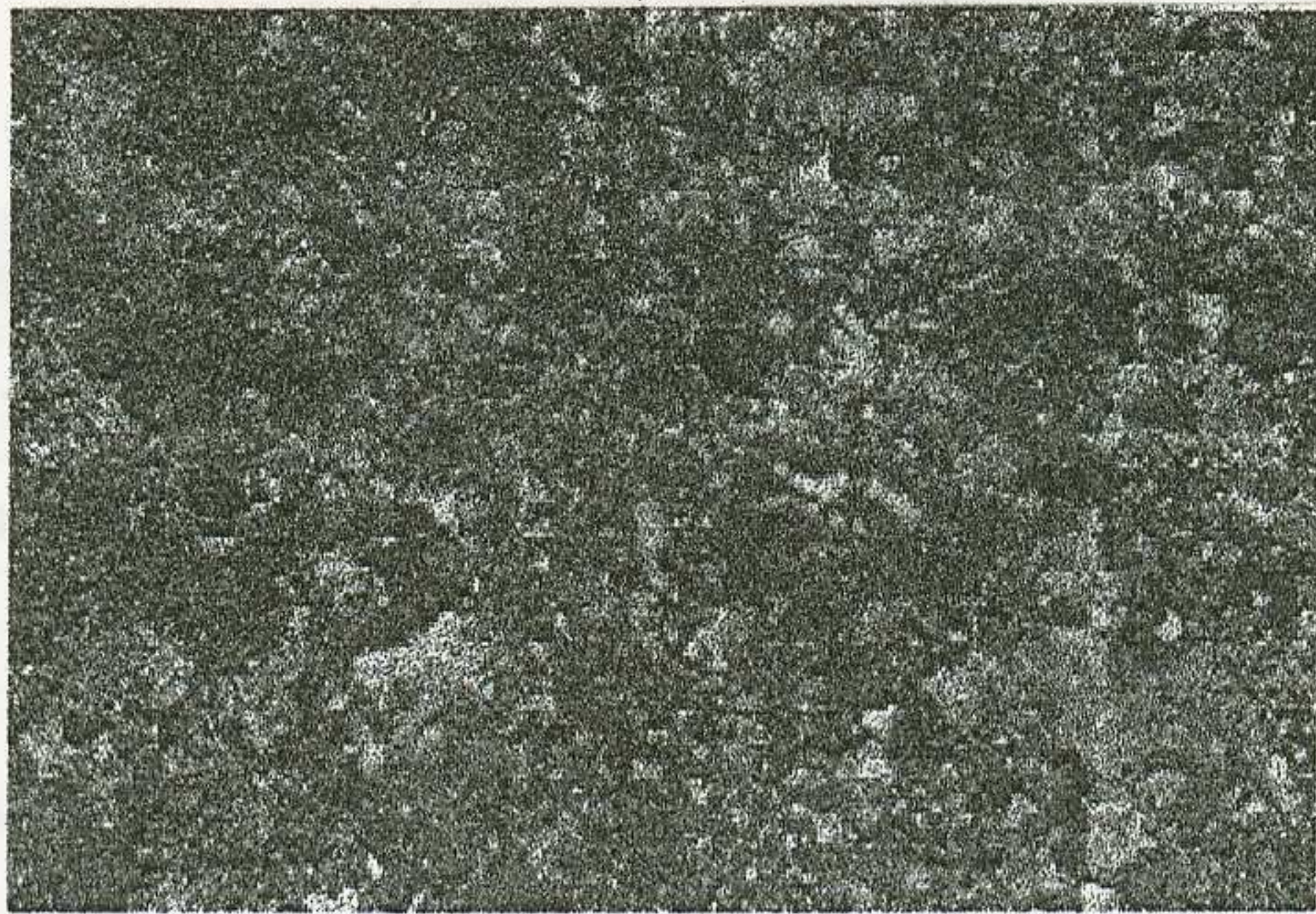
ตัวอย่างชุดเดียวกันกับวิเคราะห์ทางเคมี พบว่ามีองค์ประกอบแร่ตัวแปรอีกตัวคือแร่ควออตซ์ ได้สรุปไว้ในตารางที่ 53 และภาคผนวก ก

ตารางที่ 53 ผลวิเคราะห์การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ในหินคาร์บอนเนตเขตพื้นที่จังหวัดชุมพร

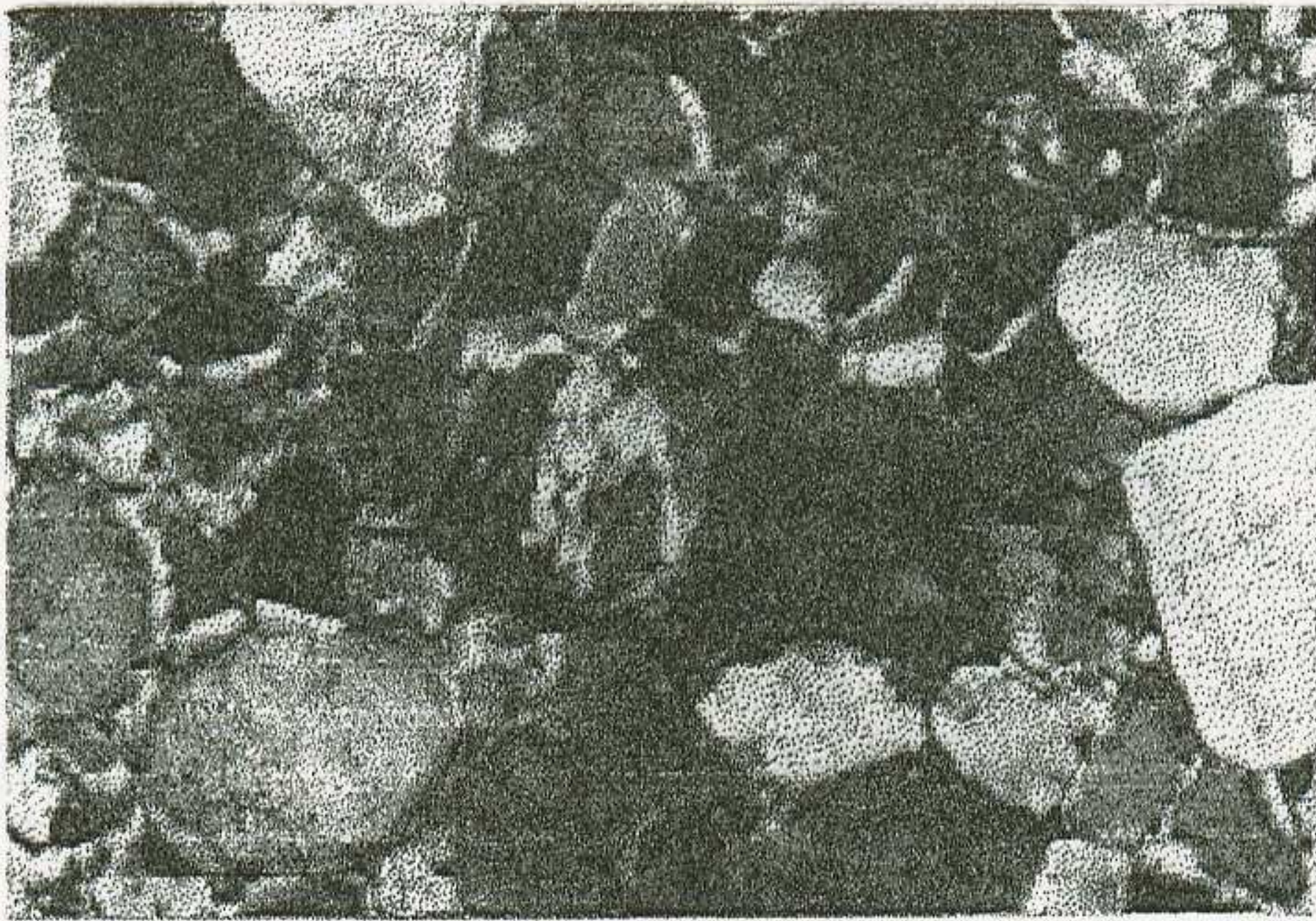
แหล่งเก็บตัวอย่างวิเคราะห์	จำนวน	ผลวิเคราะห์แร่	ชนิดหิน
1. โรงโม่หินพิบูลย์วัฒนา	1	แคลไซต์ โดโลไมต์ ควออตซ์	หินปูนถึง หินปูนโดโลไมต์
2. โรงโม่หินชุมพรการศิลา	1	ควออตซ์ โดโลไมต์ ไมโครไคลน์	หินทราย
3. บริษัทยูดีเอส ไมนิ่ง จำกัด	1	แคลไซต์ โดโลไมต์	หินปูน

3.9.3 ความขาวและความขาวสว่าง

ผลการวัดได้แสดงไว้ในตารางที่ 54 ได้ค่าความขาวสูงสุดเป็น 62.00 % และค่าต่ำสุด 22.50 % ของโรงโม่หินชุมพรการศิลา ส่วนค่าความขาวสว่างสูงสุด 68.40 % ของโรงโม่หินยูดีเอสไมนิ่ง และค่าต่ำสุด 27.10 % ของโรงโม่หินชุมพรการศิลา ซึ่งจัดว่ามีค่าความขาวในช่วงต่ำและปานกลาง



ก)



ข)



ค)

รูปที่ 41 ภาพถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 4 เท่า ของแผ่นหินขัดบางด้วยแสงทิศทางเดียว (polarized light) เมื่อ cross nicol ของโรงโม่หิน ก) พิบูลวัฒนา ข) ชุมพรการศิลา และ ค) บริษัทยู ดี เอส ไมนิ่ง จำกัด

ตารางที่ 56 แสดงค่าความพรุนของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่จังหวัดชุมพร (หน่วย %)

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงไม่หินพิบูลย์วัฒนา	21	1.98	0.14	0.74	0.63
2. โรงไม่หินชุมพรการศึลา	22	3.10	0.36	1.38	0.83
3. บริษัทยูดีเอสไมนิง จำกัด	21	3.93	0.23	1.21	1.05

3.9.7 ความหนาแน่น

หินมีค่าความหนาแน่นสูงสุดเป็น 2.87 กรัม/ลบ.ซม. และค่าต่ำสุดเป็น 2.60 กรัม/ลบ.ซม. ของบริษัทยูดีเอสไมนิง จำกัด และโรงไม่หินชุมพรการศึลาตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งอยู่ในช่วงพิสัย 2.69-2.80 กรัม/ลบ.ซม. (ตารางที่ 57) จัดว่าเป็นหินที่มีค่าความหนาแน่นปานกลางถึงสูง (IAEG, 1979)

ตารางที่ 57 แสดงผลค่าความหนาแน่นของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ จังหวัดชุมพร (หน่วย กรัม/ลบ.ซม.)

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงไม่หินพิบูลย์วัฒนา	21	2.80	2.66	2.72	0.03
2. โรงไม่หินชุมพรการศึลา	22	2.82	2.60	2.69	0.06
3. บริษัทยูดีเอสไมนิง จำกัด	21	2.87	2.70	2.80	0.05

3.9.8 การดูดซึมน้ำ

หินมีค่าการดูดซึมน้ำต่ำสุดเป็น 0.05 % ของโรงไม่หินพิบูลย์วัฒนา และค่าสูงสุดเป็น 2.63 % ของโรงไม่หินชุมพรการศึลา ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งอยู่ในช่วงพิสัย 0.27-1.17 % (ตารางที่ 58) จัดว่าเป็นหินที่มีค่าการดูดซึมน้ำปานกลางถึงสูง (IAEG, 1979)

ตารางที่ 58 แสดงผลค่าการดูดซึมน้ำของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่จังหวัดชุมพร (หน่วย %)

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงไม่หินพิบูลย์วัฒนา	21	0.73	0.05	0.27	0.24
2. โรงไม่หินชุมพรการศึลา	22	2.63	0.07	1.17	0.78
3. บริษัทยูดีเอสไมนิง จำกัด	21	1.47	0.08	0.44	0.40

3.9.9 ระดับชั้นของการอิมิตัวด้วยน้ำ

หินมีค่าระดับชั้นของการอิมิตัวด้วยน้ำสูงสุดเป็น 87.67 % ของบริษัทยูดีเอสไมนิง จำกัด ส่วนค่าต่ำสุดเป็น 0.00 % โรงไม่หินพิบูลย์วัฒนา และค่าเฉลี่ยของทุกแหล่ง อยู่ในช่วงพิสัย 35.24-56.58 % (ตารางที่ 59) จัดว่าเป็นหินที่มีค่าการอิมิตัวปานกลางถึงสูง (IAEG, 1979)

ตารางที่ 59 ค่าระดับชั้นของการอิมิตัวด้วยน้ำของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่จังหวัดชุมพร (หน่วย %)

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงไม้หินพิบูลย์พัฒนา	21	87.50	0.00	35.24	28.64
2. โรงไม้หินชุมพรการศิลา	22	80.00	4.76	41.49	23.00
3. บริษัทยูดีเอสไมนิ่ง จำกัด	21	87.67	2.10	56.58	22.20

3.9.10 อัตราส่วนช่องว่าง

ผลการคำนวณจากข้อมูลวัดค่า พบว่าหินมีค่าอัตราส่วนช่องว่างสูงสุดเป็น 0.041 บริษัทยูดีเอสไมนิ่ง จำกัด และค่าต่ำสุดเป็น 0.001 ของแหล่งโรงไม้หินพิบูลย์พัฒนา ค่าเฉลี่ยของทุกแหล่งคือ 0.010-0.014 (ตารางที่ 60)

ตารางที่ 60 ค่าอัตราส่วนช่องว่างของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่จังหวัดชุมพร (หน่วย %)

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงไม้หินพิบูลย์พัฒนา	21	0.020	0.001	0.010	0.010
2. โรงไม้หินชุมพรการศิลา	22	0.032	0.004	0.014	0.009
3. บริษัทยูดีเอสไมนิ่ง จำกัด	21	0.041	0.002	0.012	0.011

3.9.11 การขัดสีแบบลอสแอนเจลิส

การทดสอบหาความสึกหรอของมวลรวมหินคาร์บอนเนต จำนวน 3 ตัวอย่าง ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 39 พบว่ามีค่าเปอร์เซ็นต์สึกกร่อน มีค่าสูง 33.70 % ของแหล่งโรงไม้หินพิบูลย์พัฒนา และค่าต่ำ 20.70 % ของบริษัทยูดีเอสไมนิ่ง จำกัด มีความสึกหรอปานกลาง ส่วนค่าตัวประกอบค่าความเอกรูป (uniformity factor, UF) ของทั้งสามแหล่งอยู่ระหว่าง 0.21-0.24 % (ตารางที่ 61) โดยทั่วไปจัดว่าหินเหล่านี้ค่อนข้างมีความแข็งเอกรูป

ตารางที่ 61 ผลทดสอบการขัดสีแบบลอสแอนเจลิสของหินคาร์บอนเนตเขตพื้นที่จังหวัดชุมพร

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	% ความสึกกร่อน	ค่า UF
1. โรงไม้หินพิบูลย์พัฒนา	1	33.70	0.22
2. บริษัทชุมพรการศิลา	1	23.78	0.24
3. บริษัทยูดีเอสไมนิ่ง จำกัด	1	20.70	0.21

3.9.12 ความแข็งแกร่งแบบชนิด

ได้ทดสอบเพียงแห่งเดียว ค่าเฉลี่ยดังกล่าวแสดงในตารางที่ 62 และแปลงค่าเป็นกำลังอัด โดยสมการความสัมพันธ์ (คณพล ตันนโยภาส 2537) แสดงผลในตารางที่ 63

ตารางที่ 62 ค่าฉอนชนิดที่ได้ปรับแก้ของหินคาร์บอนเนตเขตจังหวัดชุมพร

แหล่งทดสอบ	ทำเลขที่ 1			ทำเลขที่ 2		
	จำนวน	ช่วงที่สอบ	ค่าเฉลี่ย	จำนวน	ช่วงที่สอบ	ค่าเฉลี่ย
1. โรงไม้หินพิบูลย์วัฒนา	15	64.60-49.90	57.05	15	53.05-64.60	57.89

ตารางที่ 64 แปลงค่าเฉลี่ยฉอนชนิดเป็นกำลังอัดของหินคาร์บอนเนตเขตจังหวัดชุมพร

แหล่งทดสอบ	ทำเลขที่ 1		ทำเลขที่ 2	
	SHV	UCS	SHV	UCS
1. โรงไม้หินพิบูลย์วัฒนา	57.05	102.88	57.89	106.48

3.9.13 กำลังแรงกดจุด

จากผลค่าดัชนีกำลังแรงกดจุดแบบรูปทรงไม่สม่ำเสมอ จำนวน 64 ก้อน พบว่ามีค่าทั้งสูงสุด 11.65 MPa และค่าต่ำสุด 1.01 MPa ของแหล่งโรงไม้หินชุมพรการศิลา มีค่าเฉลี่ย 2.58-6.79 MPa (ตารางที่ 65) โดยทั่วไปจัดว่าหินเหล่านี้อยู่ในหินประเภทที่มีช่วงกำลังปานกลางจนถึงกำลังสูง (ISRM, 1985)

ตารางที่ 65 ผลทดสอบค่ากำลังแรงกดจุดของหินคาร์บอนเนตในพื้นที่ จ.ชุมพร (หน่วย MPa)

แหล่งเก็บก้อนตัวอย่าง	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.
1. โรงไม้หินพิบูลย์วัฒนา	21	5.49	1.13	2.58	1.02
2. บริษัทชุมพรการศิลา	22	11.65	1.01	6.79	3.00
3. บริษัทยูดีเอสไมนิ่ง จำกัด	21	11.22	1.90	4.57	2.40

3.9.14 กำลังอัดแกนเดียว

จากผลค่ากำลังอัดของก้อนตัวอย่างรูปทรงกระบอก จำนวน 18 ก้อน พบว่าค่าทั้งสูงสุด 104.31 MPa และค่าต่ำสุด 38.90 MPa เป็นของแหล่งโรงไม้หินพิบูลย์วัฒนา โดยมีค่าเฉลี่ย 56.77-70.84 MPa (ตารางที่ 66) จัดว่าหินเหล่านี้อยู่ในหินประเภทที่มีช่วงกำลังปานกลางจนถึงกำลังสูง (ISRM, 1985) ลักษณะความพิบัติส่วนใหญ่เป็นรูปแบบผ่าซีกและบางก้อนแบบเฉือน (รูปที่ 42)

ตารางที่ 68 ผลทดสอบค่ากำลังอัดแกนเดียวของหินคาร์บอนในพื้นที่จังหวัดชุมพร (หน่วย MPa)

แหล่งเก็บตัวอย่างทดสอบ	จำนวน	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D.	เบรชรูปที่บด
1. โรงไม้หินพิบูลย์วัฒนา	6	104.31	38.90	67.70	21.80	แตกผ่าซีก
2. โรงไม้หินชุมพรการศึกษา	6	94.06	54.19	70.84	13.32	แตกเฉือน
3. บริษัทยู ดี เอส ไมนิ่ง จำกัด	6	67.45	39.32	56.77	7.68	แตกผ่าซีก

3.10 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น

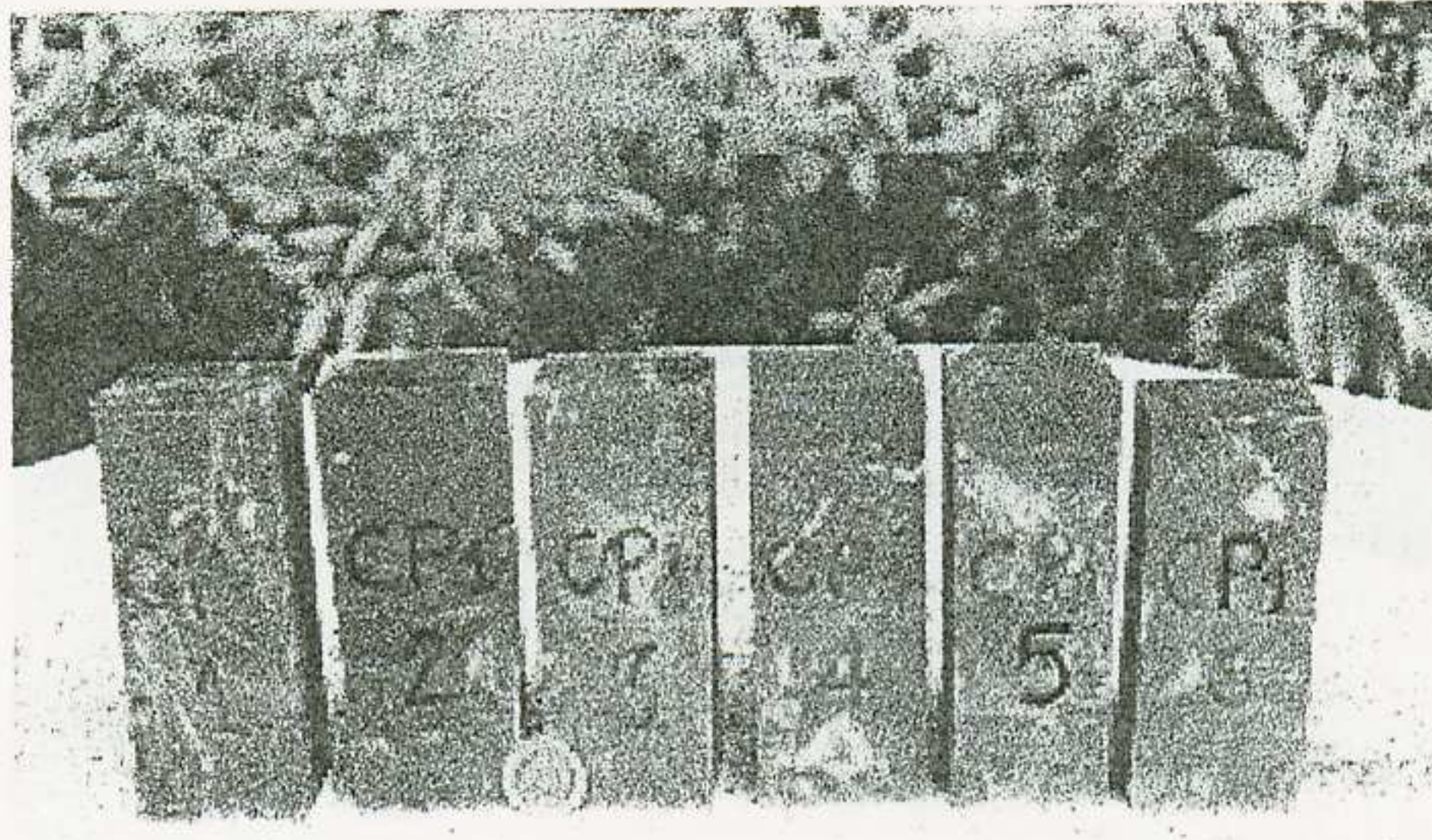
จากผลการทดสอบทั้งสมบัติกายภาพและกล พบว่าสามารถหาค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ได้ทั้งหมด 13 คู่ โดยแบ่งเป็นทางกายภาพด้วยกัน 7 คู่ และเชิงกล 1 คู่ และระหว่างทางกายภาพกับเชิงกล 5 คู่ ดังต่อไปนี้

3.10.1 วิเคราะห์เชิงสถิติ

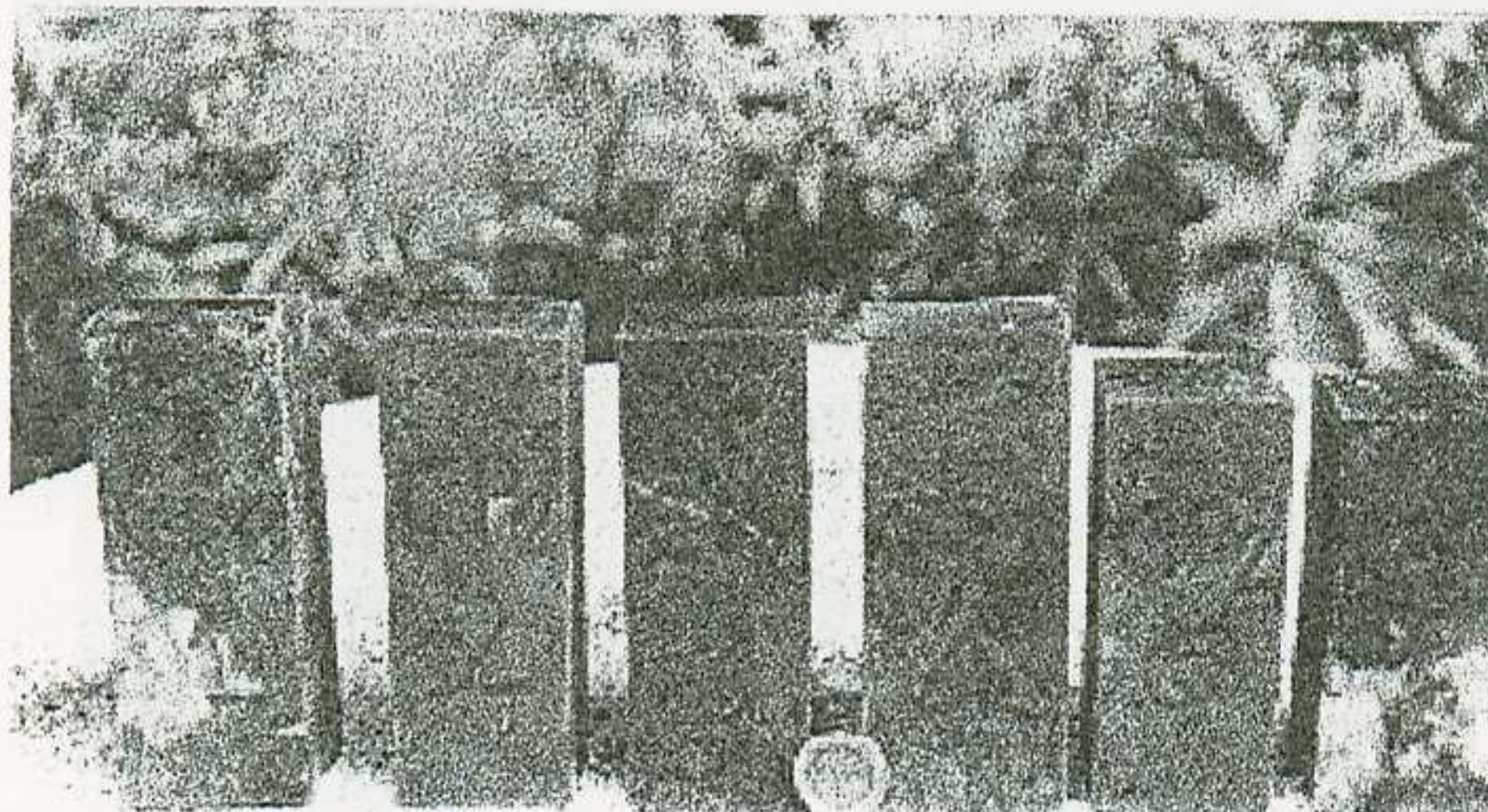
ได้นำค่าทั้งหมดแต่ละประเภทมาเฉลี่ย เพื่อแจกแจงและจัดการข้อมูลให้เป็นระเบียบ (ตารางที่ 68) พร้อมทั้งหาค่าสูงสุด ต่ำสุด และเฉลี่ยทั้งหมด

ตารางที่ 68 ค่าเฉลี่ยข้อมูลวิเคราะห์ของหินคาร์บอนตภาคใต้ตอนบน

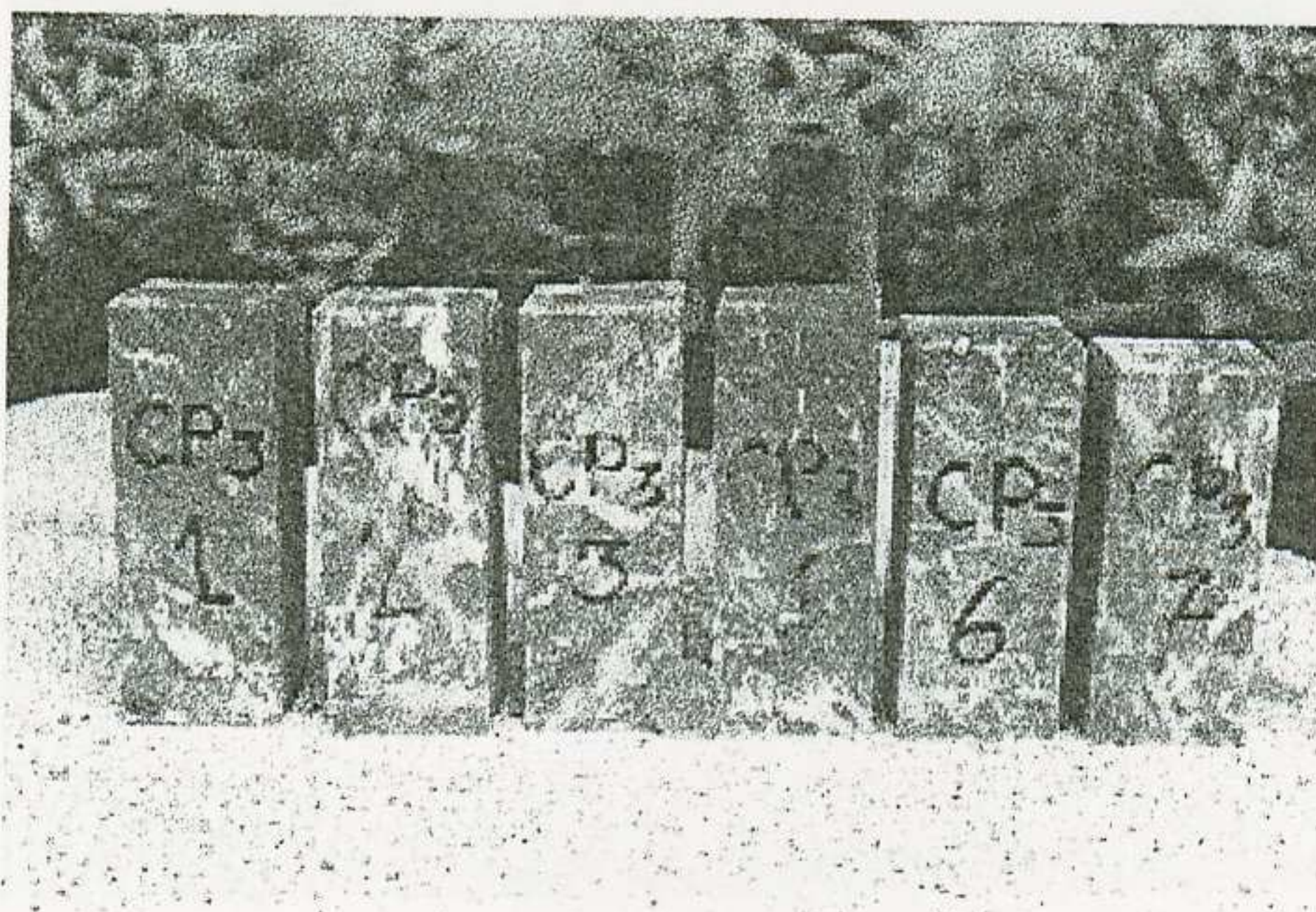
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
สหกิจภักดี	0.21	2.73	0.88	0.33	59.53	0.009	3.59	26.70	25.36	48.58	45.10	50.60
ถ้ำพวงศิลา	0.06	2.66	0.99	0.38	20.70	0.010	3.89	31.44	21.38	51.98	20.80	21.20
ภูเก็ตสินชัย	0.27	2.72	1.32	0.49	55.41	0.013	4.05	36.86	28.30	55.14	58.80	61.70
ผาทองดำ	0.17	2.65	0.75	0.28	66.31	0.003	3.56	-	27.60	49.29	20.60	23.30
ผาทองขาว	0.08	2.80	0.61	0.22	68.50	0.003	4.64	-	25.60	31.94	40.10	43.40
เขาแดง	0.12	2.72	0.80	0.30	37.82	0.008	4.01	47.69	36.80	49.57	48.20	44.90
ศิลาอาวี	0.17	2.73	0.95	0.35	49.88	0.004	3.38	83.23	25.10	-	-	-
ผาทอง	0.12	2.73	0.80	0.29	52.27	0.002	4.04	60.92	31.00	52.39	50.40	48.30
แอลพีดี	0.14	2.71	0.84	0.31	42.28	0.005	4.06	100.28	29.60	43.61	31.80	28.10
ปูนทุ่งสง	0.42	2.72	0.92	0.34	47.48	0.007	3.24	16.68	31.80	48.89	25.10	29.60
ทวีกุล	0.38	2.70	3.07	1.17	40.66	0.032	2.84	37.60	62.70	46.40	57.60	61.40
ศิรัชัยสุราษฎร์	0.15	2.72	2.74	1.01	46.61	0.029	2.18	45.89	65.30	31.91	71.80	68.60
ทรัพย์ศิลา	0.34	2.70	0.86	0.32	53.73	0.009	3.73	102.34	34.20	53.11	67.20	61.70
วงศ์วิ	0.16	2.83	1.99	0.75	51.96	0.020	4.07	76.40	29.20	47.45	32.50	29.40
สุราษฎร์ผาทอง	0.08	2.70	1.08	0.41	39.86	0.011	3.23	76.41	39.40	53.40	64.20	68.90
พิบูลย์	0.18	2.72	0.74	0.27	35.24	0.010	2.58	67.70	33.70	31.35	61.00	57.00
ชุมพร	0.26	2.69	1.38	1.17	41.49	0.014	3.79	70.84	23.78	4.76	22.50	27.10
ยูดีเอส	0.25	2.80	1.21	0.44	56.58	0.012	4.57	56.77	20.70	45.99	62.00	68.40



ก)

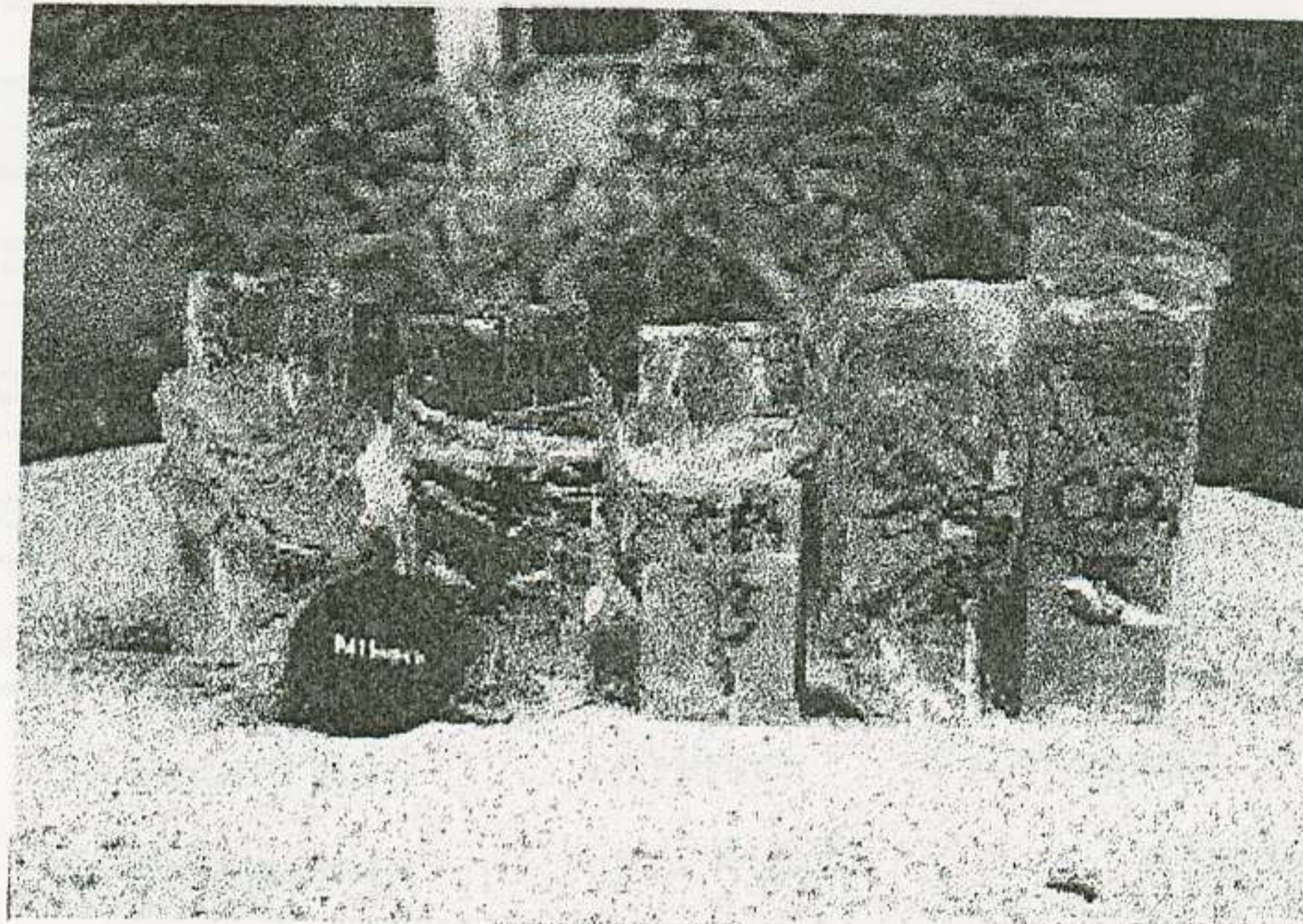


ข)



ค)

รูปที่ 42 ลักษณะก้อนหินตัวอย่างก่อนการทดสอบอัดแกนเดียว ก) พิบูลย์วัฒนา ข) ชุมพรการศิลา และ ค) บริษัทยูดีเอส ไมนิ่ง จำกัด



ก)



ข)



ค)

รูปที่ 43 รูปแบบความผิดปกติของก้อนหินตัวอย่างหลังการทดสอบอัดแกนเดียว ก) พิบูลย์วัฒนา ข) ชุมพรการศิลา และ ค) บริษัทยูดีเอส ไมนิ่ง จำกัด

ตารางที่ 69 ค่าทางสถิติของสมบัติธรณีเทคนิคของหินคาร์บอนเตภาคใต้ตอนบน

รายการ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
เฉลี่ย	0.20	2.72	1.22	0.49	48.13	0.011	3.75	58.61	32.86	43.87	45.86	46.68
ค่าสูงสุด	0.42	2.83	3.07	1.17	68.50	0.032	5.79	102.34	65.30	55.14	71.80	68.90
ค่าต่ำสุด	0.06	2.65	0.61	0.22	20.70	0.002	2.18	16.68	20.70	4.76	20.60	21.20
STDV	0.10	0.05	0.69	0.31	11.62	0.01	0.82	24.06	12.40	12.24	17.04	16.75

หมายเหตุ : 1 = ความชื้น 2 = ความหนาแน่น 3 = ความพรุน 4 = การดูดซึม 5 = การอิมิตัวด้วยน้ำ
 6 = อัตราส่วนช่องว่าง 7 = กำลังแรงกดจุด 8 = กำลังอัด 9 = ความสึกหรอแบบลอสเองเจลิส
 10 = ปริมาณ CaO 11 = ความขาว 12 = ความขาวสว่าง

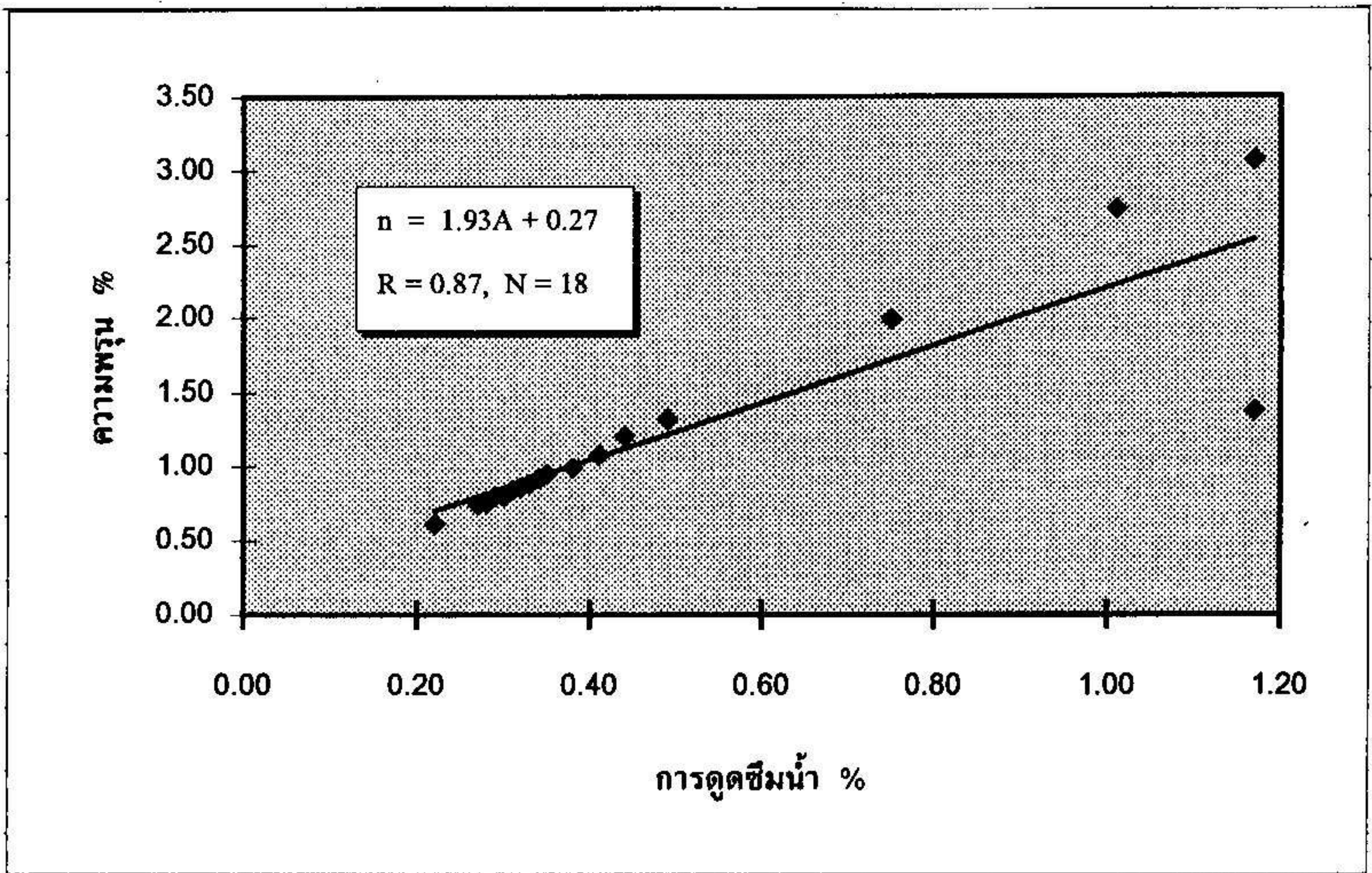
3.10.2 การถดถอยเชิงเส้น

จากนั้นหาค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ทั้งหมด 12 ชนิด ของทุกแหล่ง พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (coefficient of determination, R) ขึ้นระดับ 2 ที่มากกว่า 0.5 มีอยู่ทั้งหมด 13 คู่ (ตารางที่ 70) ผลจากความสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้น สามารถแสดงเป็นสมการเบื้องต้นข้างล่างนี้ (รูปที่ 44-56)

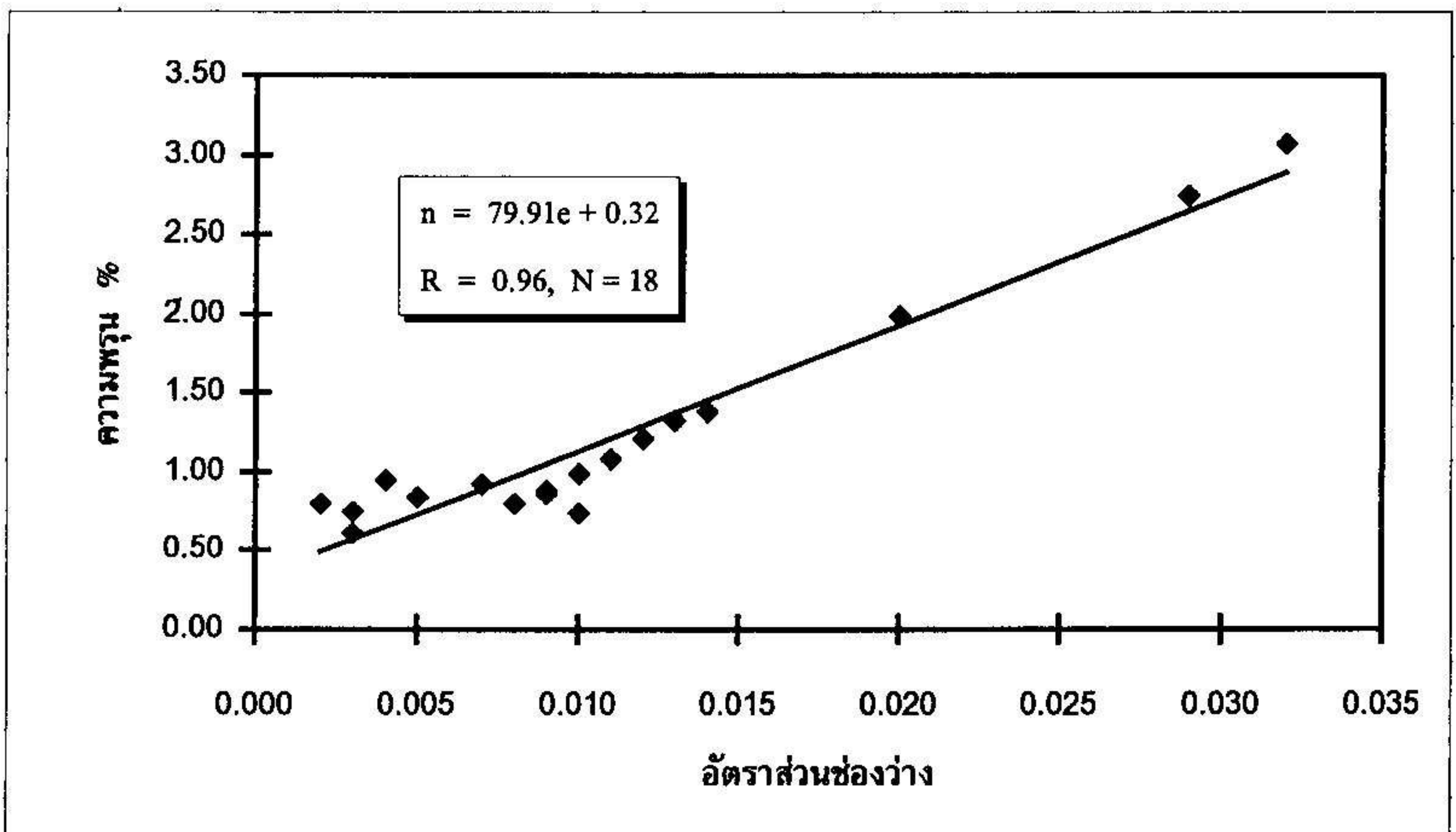
ตารางที่ 70 ผลวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของค่าสมบัติของหินคาร์บอนเตภาคใต้ตอนบน

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.00											
2	0.016	1.00										
3	0.234	0.318	1.00									
4	0.265	0.134	0.855	1.00								
5	0.401	0.469	0.026	-0.045	1.00							
6	0.233	0.299	0.972	0.841	0.127	1.00						
7	-0.018	-0.298	-0.338	0.060	0.052	-0.378	1.00					
8	-0.212	-0.120	-0.183	-0.079	0.052	-0.185	0.237	1.00				
9	0.147	0.357	0.761	0.525	-0.087	0.745	-0.708	-0.098	1.00			
10	-0.066	-0.108	-0.196	-0.593	0.179	-0.244	-0.289	-0.156	0.215	1.00		
11	0.041	0.549	0.242	-0.016	0.339	0.297	-0.516	0.163	0.524	0.215	1.00	
12	0.121	0.551	0.264	0.037	0.384	0.32	-0.457	0.036	0.479	0.203	0.970	1.00

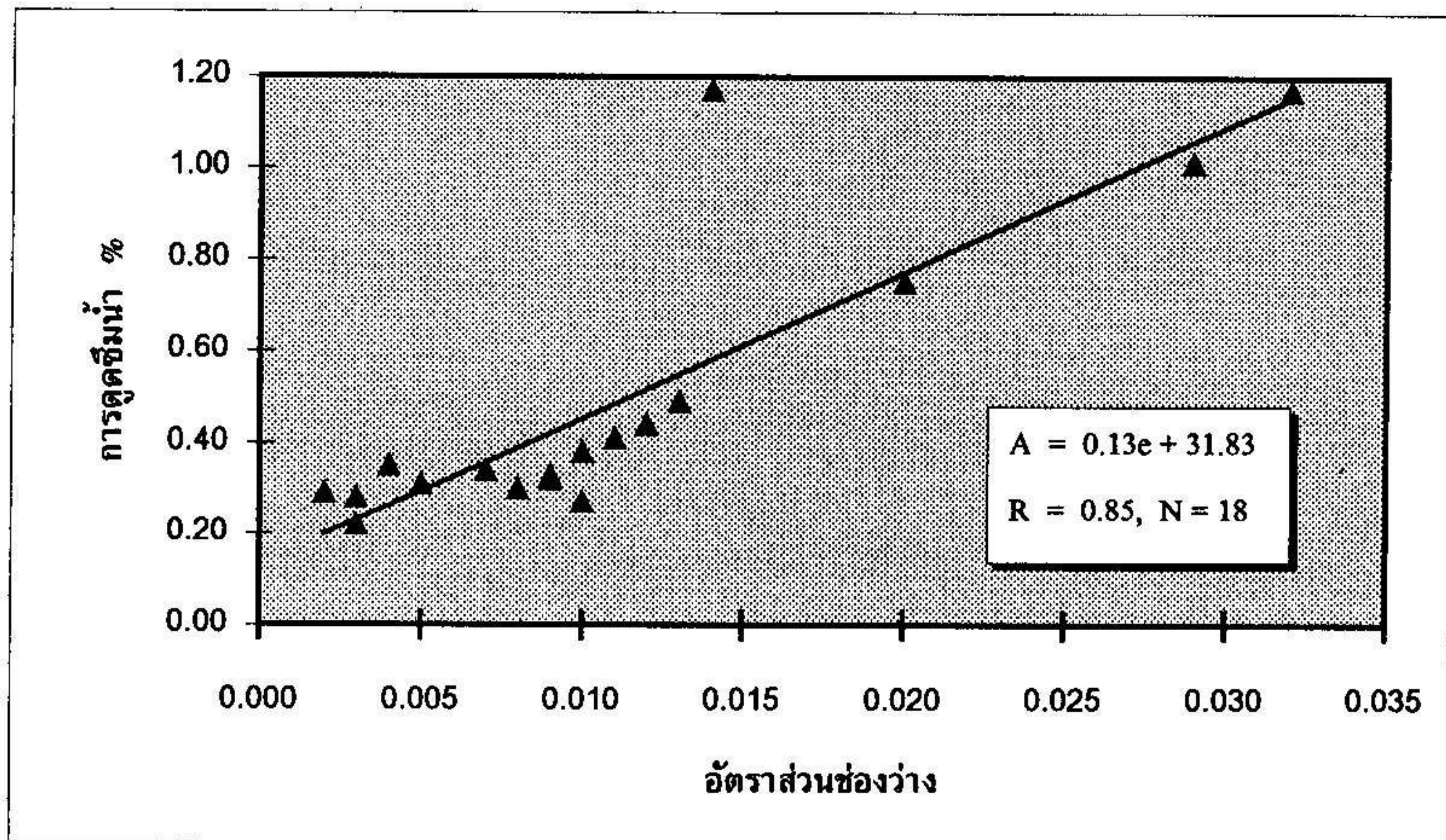
หมายเหตุ : 1 = ความชื้น 2 = ความหนาแน่น 3 = ความพรุน 4 = การดูดซึม 5 = การอิมิตัวด้วยน้ำ
 6 = อัตราส่วนช่องว่าง 7 = กำลังแรงกดจุด 8 = กำลังอัด 9 = ความสึกหรอแบบลอสเองเจลิส
 10 = ปริมาณ CaO 11 = ความขาว 12 = ความขาวสว่าง



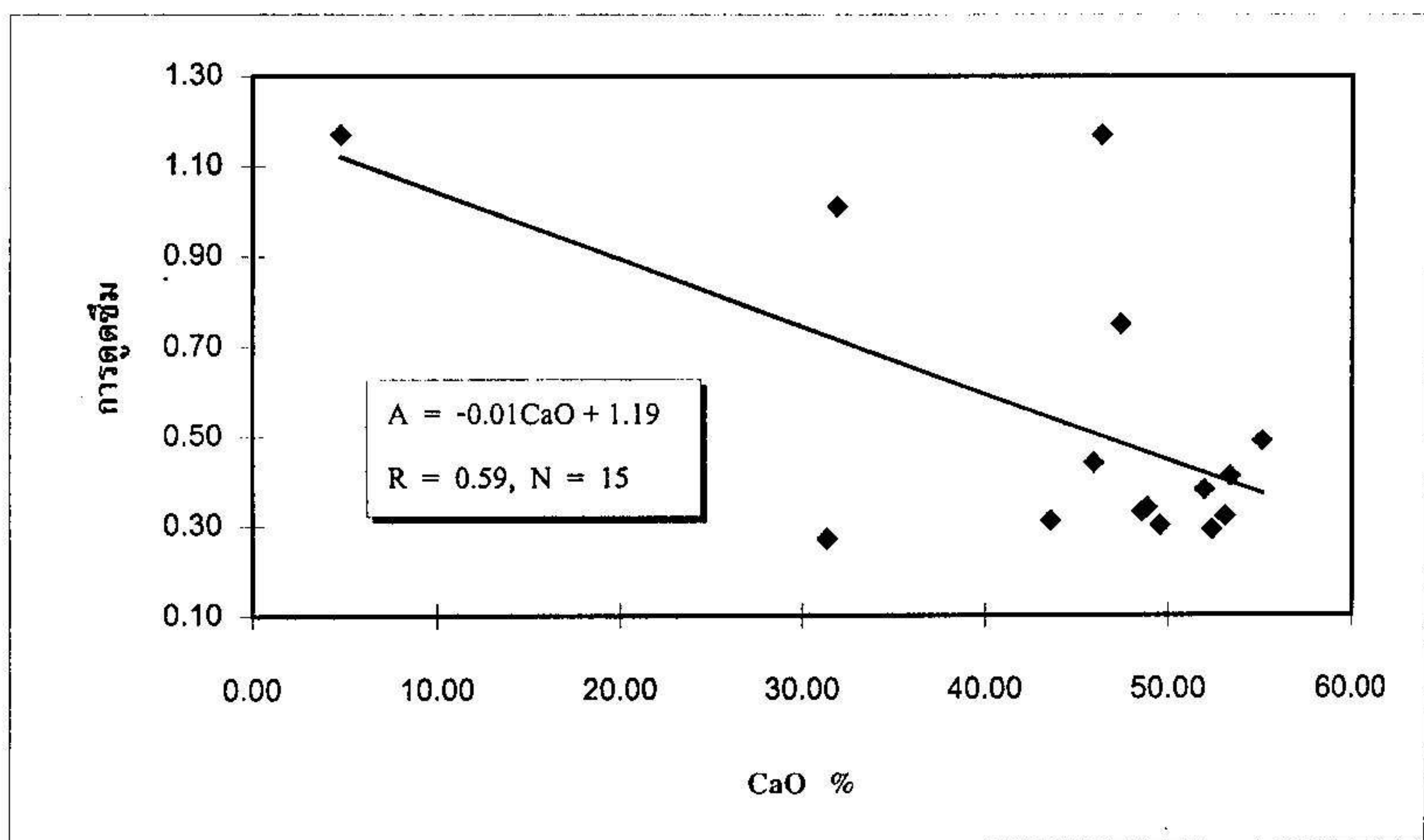
รูปที่ 44 สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของความพรุนกับการดูดซึมน้ำ



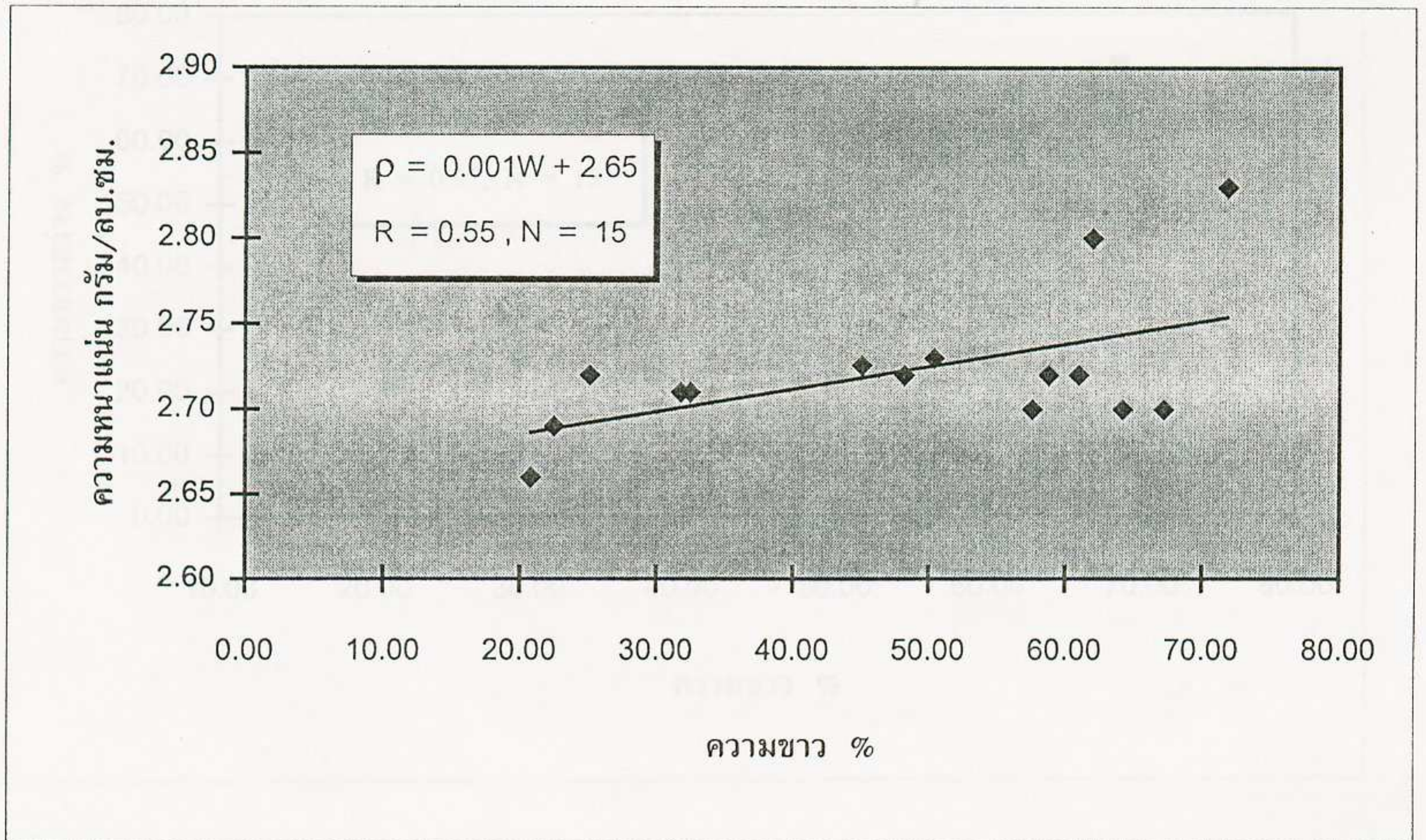
รูปที่ 45 สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นระหว่างความพรุนกับอัตราส่วนช่องว่าง



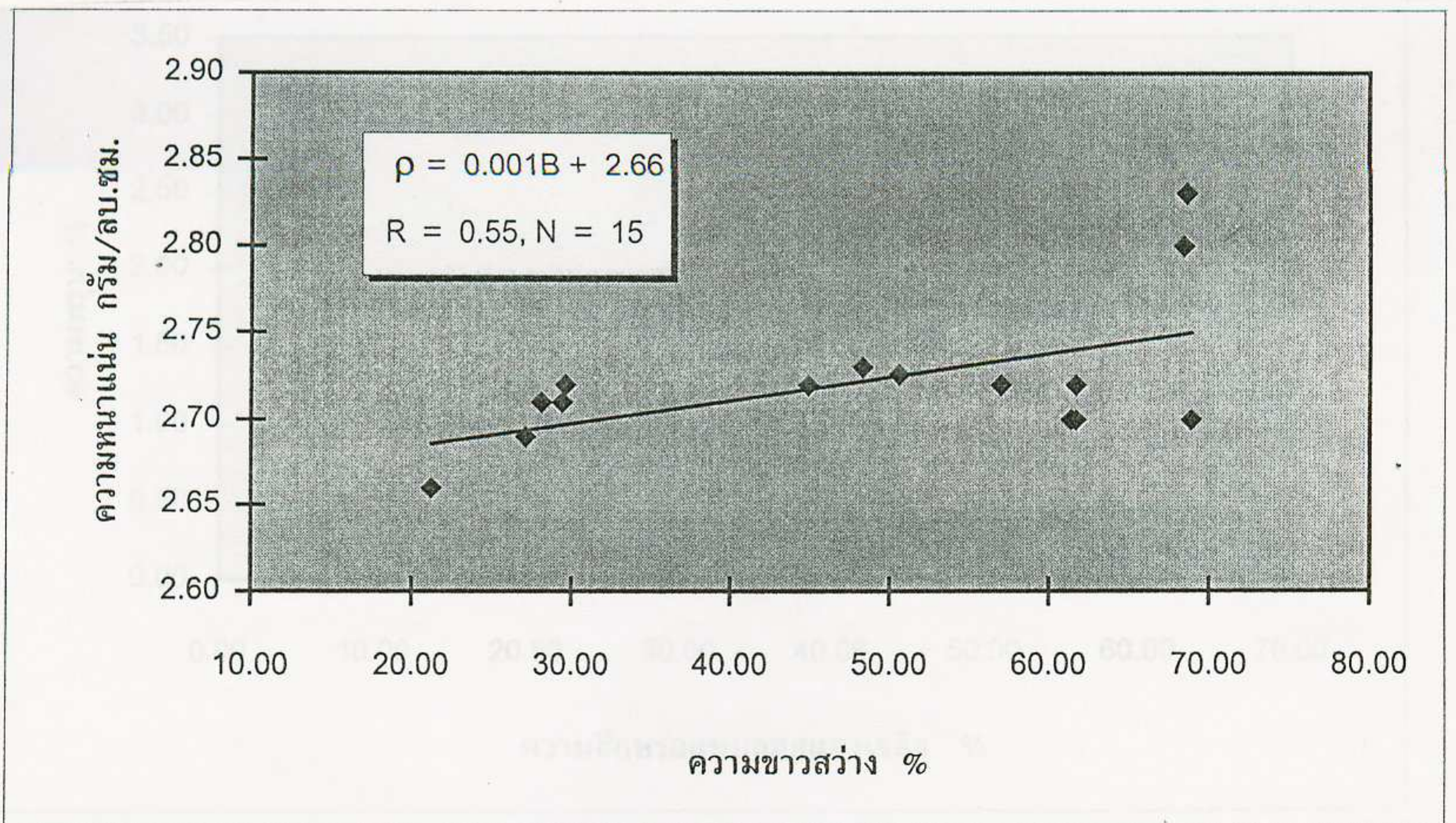
รูปที่ 46 สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของการดูดซึมน้ำกับอัตราส่วนช่องว่าง



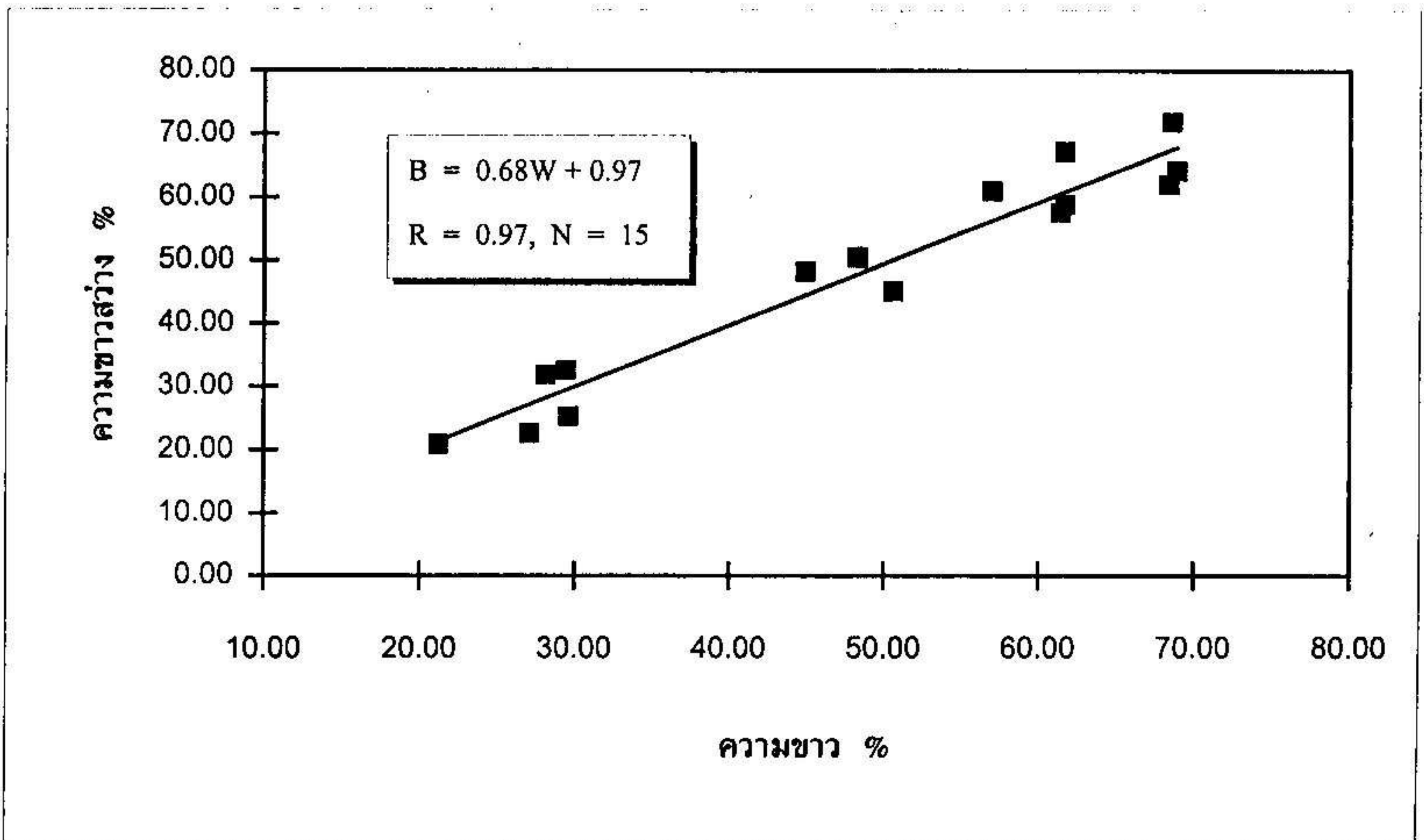
รูปที่ 47 สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นระหว่างการดูดซึมกับค่า CaO



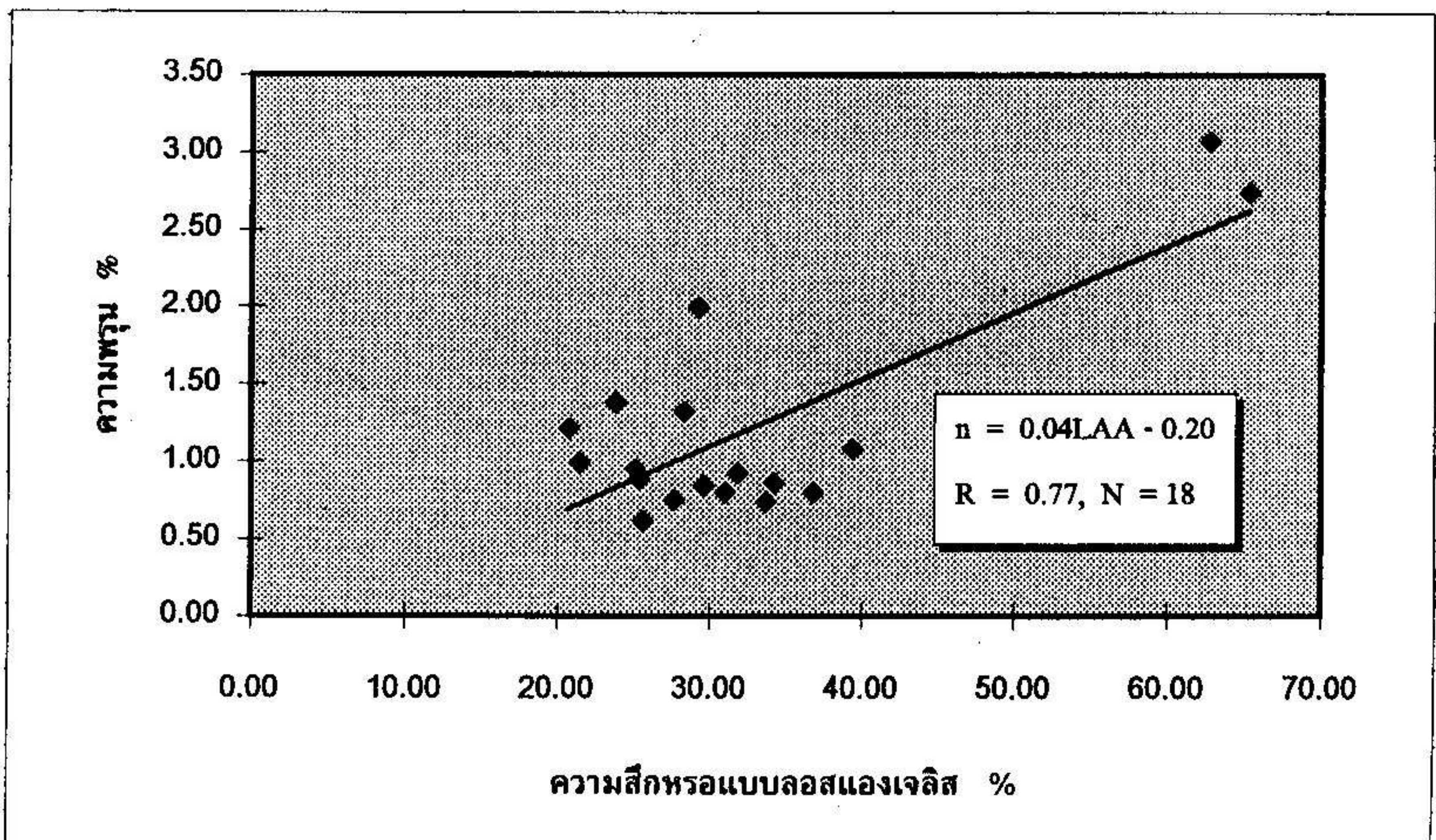
รูปที่ 48 สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของความหนาแน่นกับความขาว



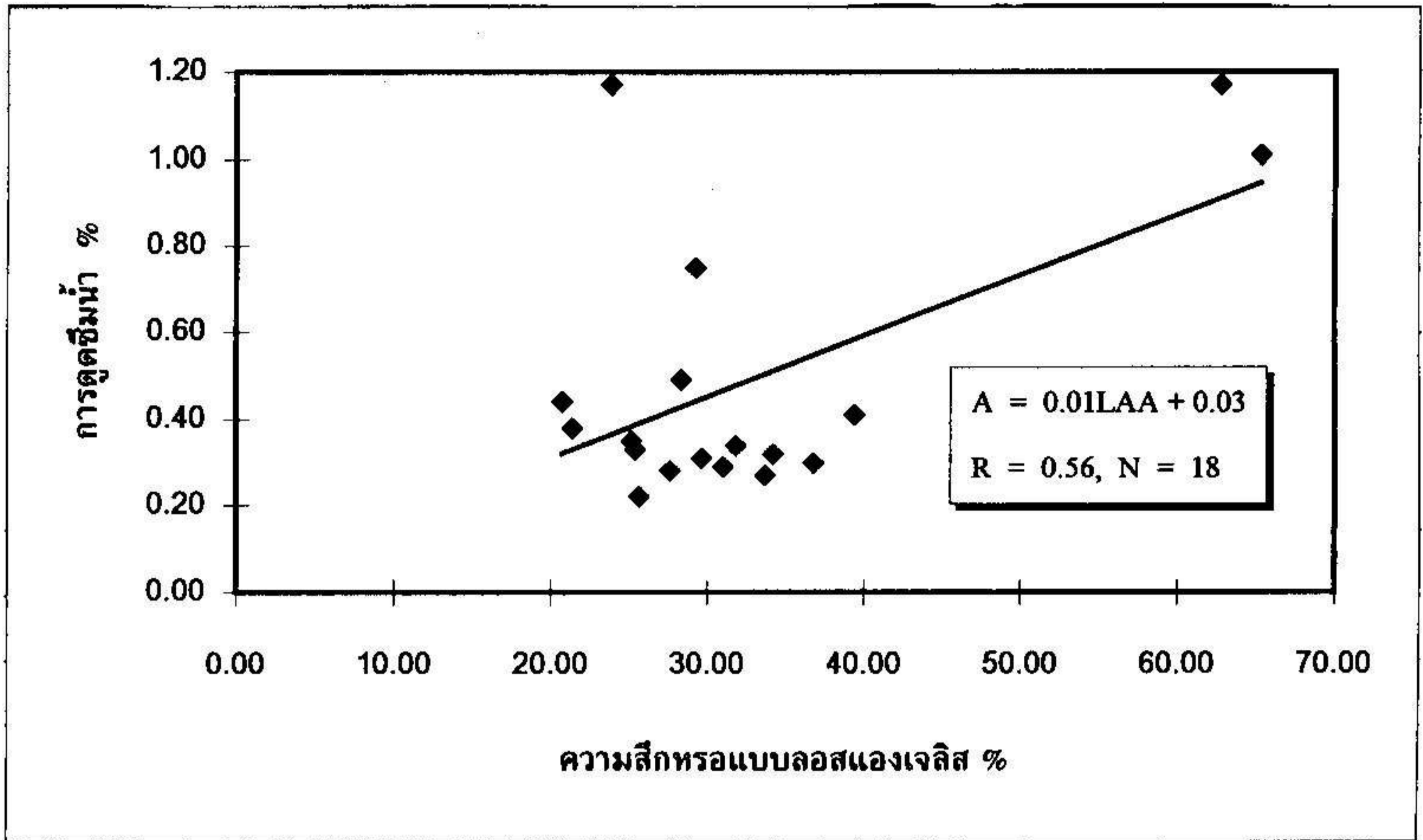
รูปที่ 49 สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นระหว่างความหนาแน่นกับความขาวสว่าง



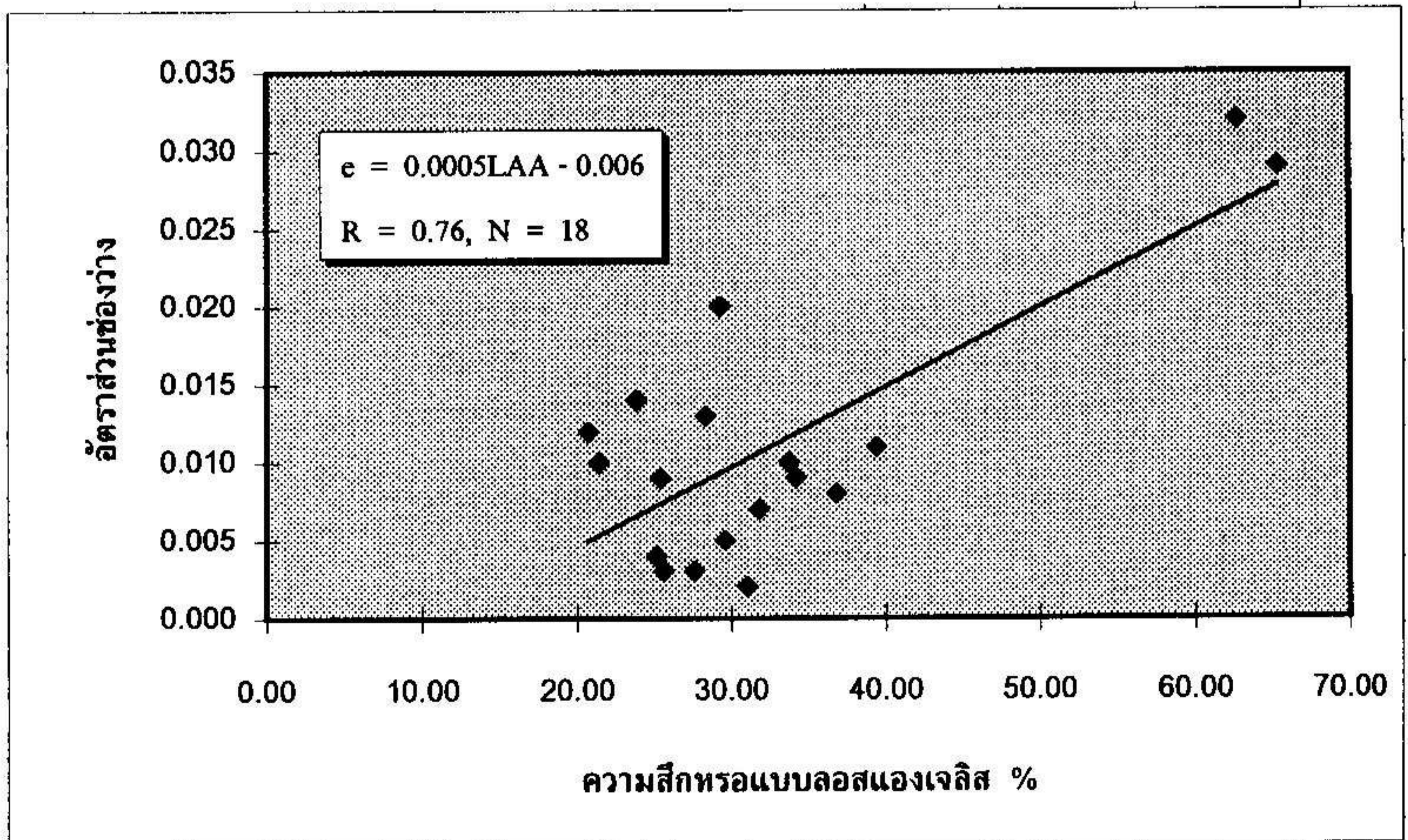
รูปที่ 50 สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของความขาวสว่างกับความขาว



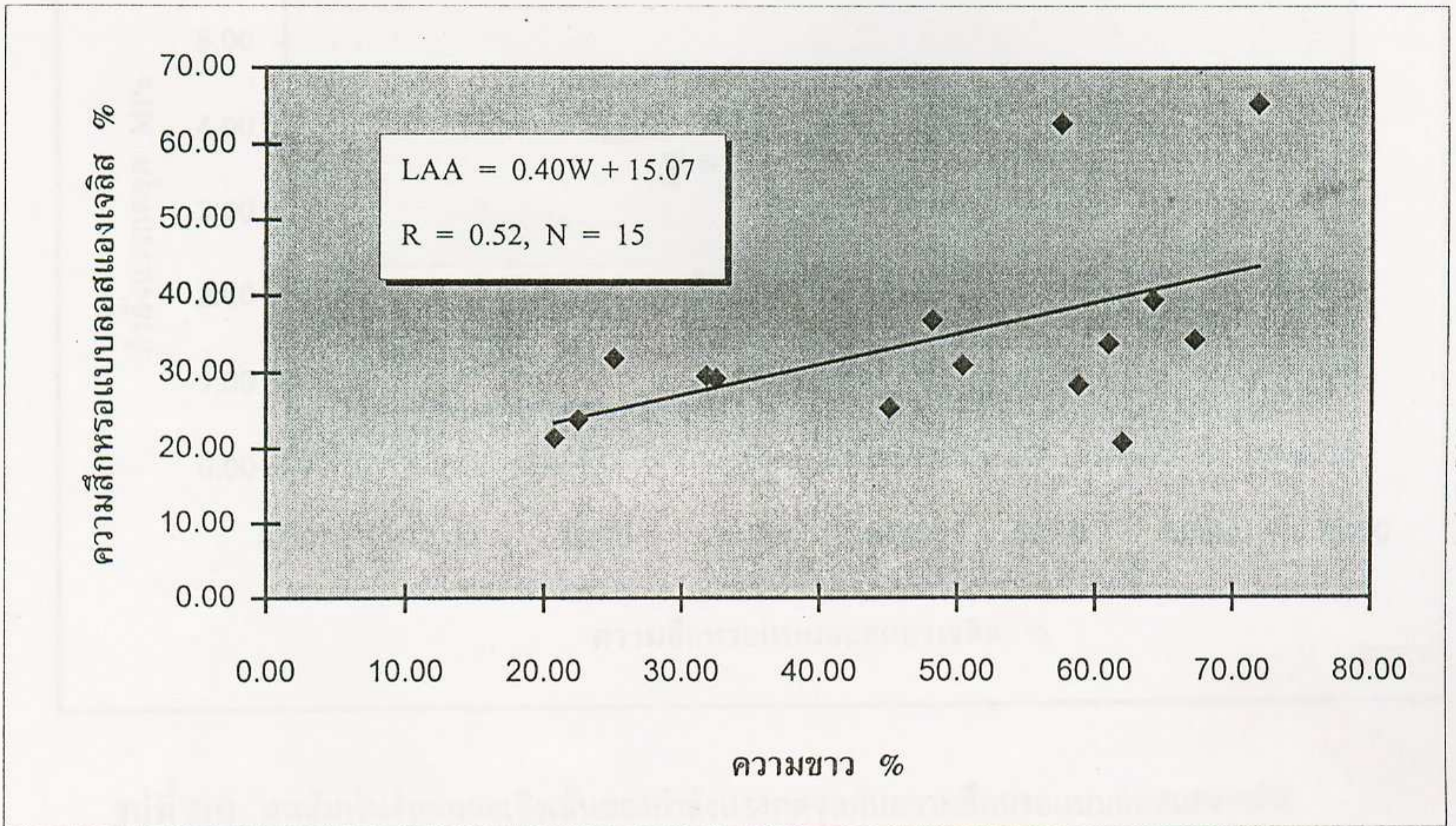
รูปที่ 51 สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นระหว่างความพรุนกับความสึกหรอแบบลอสแอนเจลิส



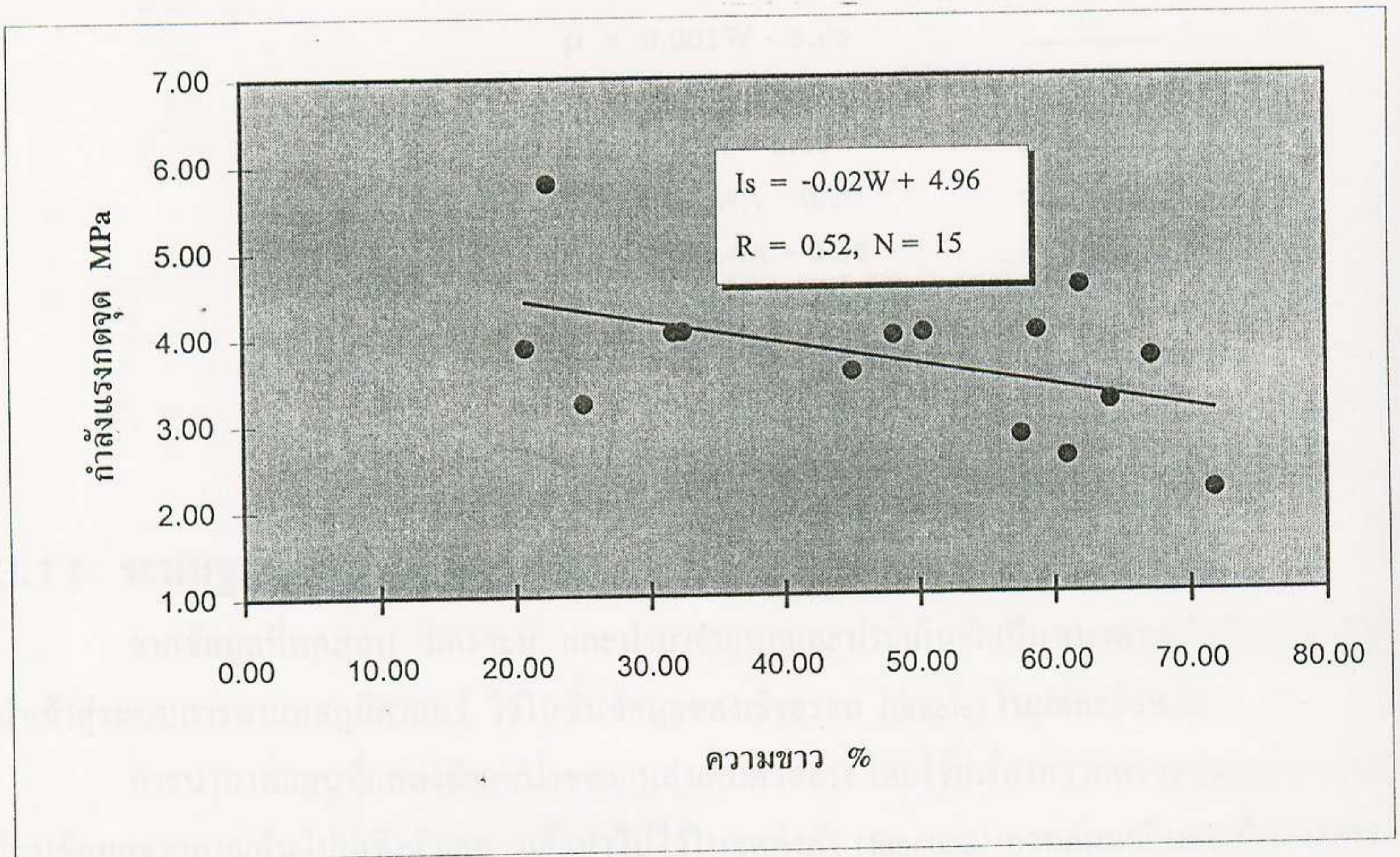
รูปที่ 52 สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของการดูดซึมน้ำกับความลึกหรือแบบลอสแองเจลิส



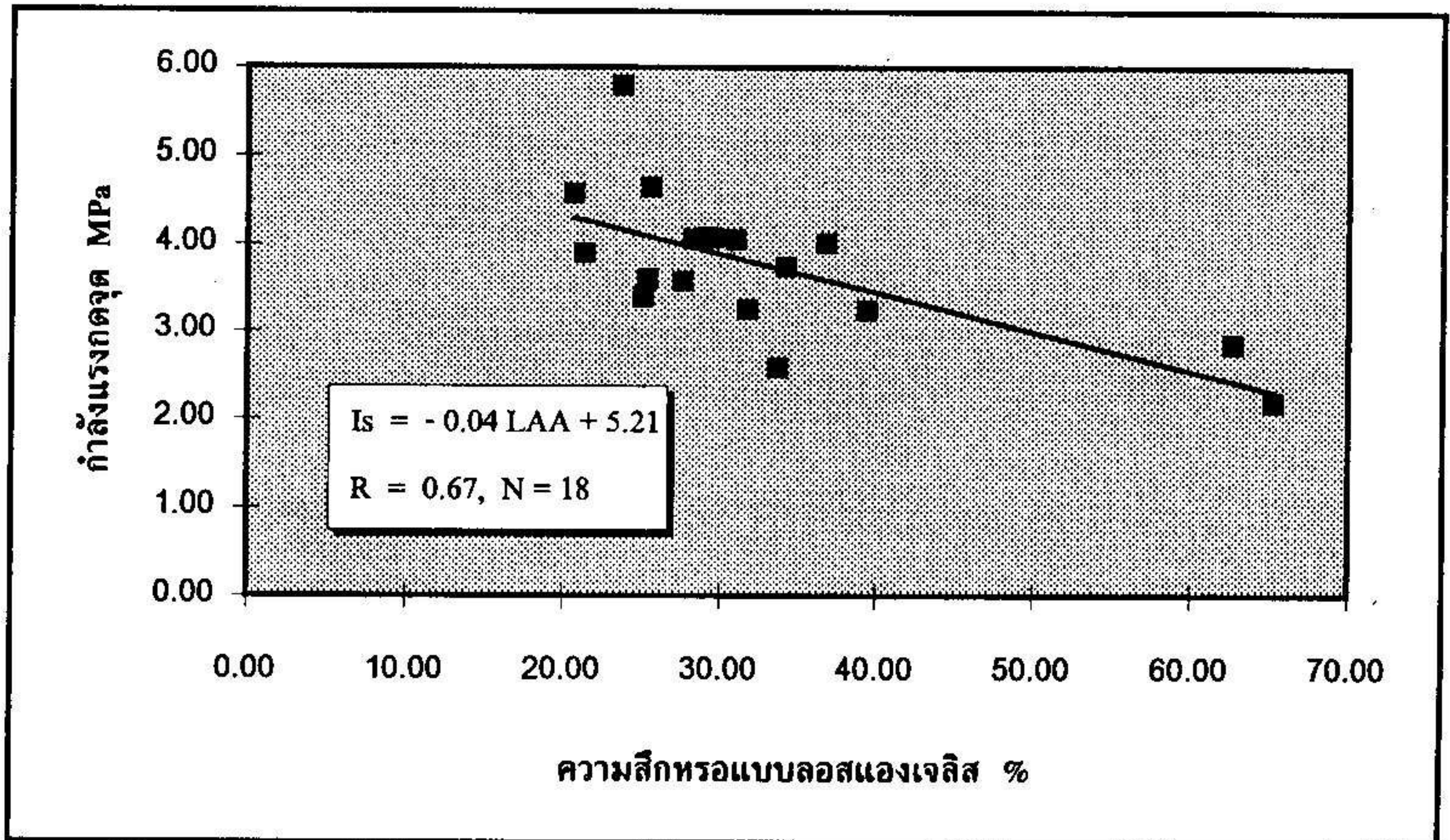
รูปที่ 53 สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นระหว่างอัตราส่วนช่องว่างกับความลึกหรือแบบลอสแองเจลิส



รูปที่ 54 สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของความสึกหรอแบบลอสเองเจลิสกับการดูดซึมน้ำ



รูปที่ 55 สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นระหว่างกำลังแรงกดจุดกับความพรุน



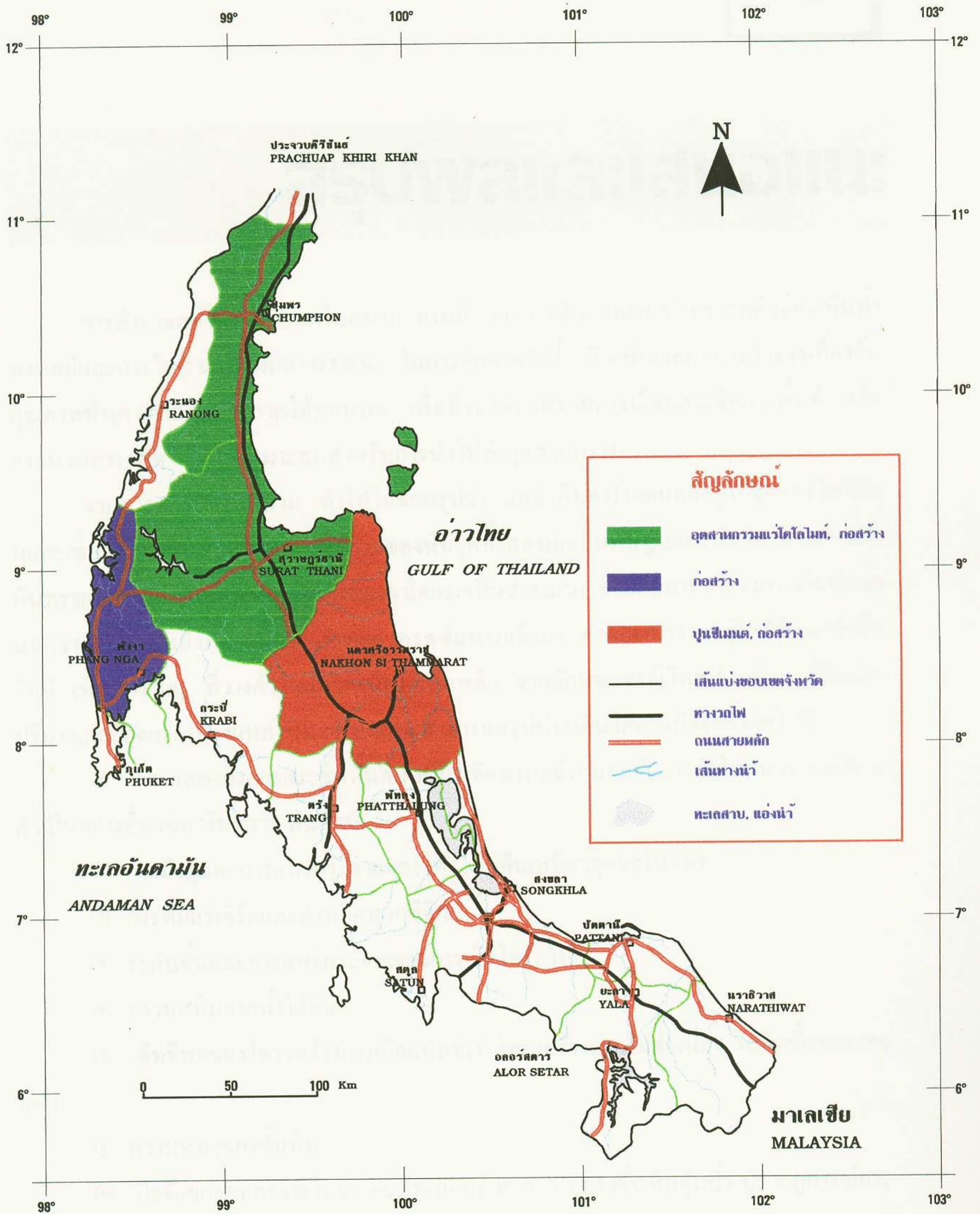
รูปที่ 58 สหสัมพันธ์ถดถอยเชิงเส้นของกำลังแรงกดจุดกับความสึกหรอแบบลอสแองเจลิส

- $n = 1.93A + 0.27$ (1)
- $n = 79.91e + 0.32$ (2)
- $A = 0.13e + 31.83$ (3)
- $A = -0.01CaO + 1.19$ (4)
- $\rho = 0.001W + 2.65$ (5)
- $\rho = 0.001B + 2.66$ (6)
- $B = 0.68W + 0.97$ (7)
- $n = 0.04LAA - 0.20$ (8)
- $A = 0.01LAA + 0.03$ (9)
- $e = 0.0005LAA - 0.006$ (10)
- $LAA = 0.40W + 15.07$ (11)
- $I_s = -0.02W + 4.96$ (12)
- $I_s = -0.04LAA + 5.21$ (13)

3.11 ระบบฐานข้อมูลคุณภาพหิน

จากข้อมูลที่ทดสอบ วิเคราะห์ และนำมาจำแนกและประเมินจัดเป็นหมวดหมู่ถึงด้านคุณภาพ นำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ไว้ในชั้นข้อมูลของเชิงอรรถ (oracle) ในแต่ละจังหวัด

การนำภาพแผนที่แสดงตำแหน่งของแหล่งเก็บตัวอย่าง โดยใช้เครื่องกวาดตรวจ (scanner) ถ่ายโอนข้อมูลจากลายเส้นไปสู่เชิงตัวเลข แล้วนำไปไว้ในชุดคำสั่ง (function) ภาพลักษณะ และเมื่อต้องการแสดงผลก็นำข้อมูลทั้งสองเข้ามาไว้ในแฟ้มเดียวกัน (รูปที่ 57) ฐานข้อมูลเชิงตัวเลขนี้สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้อย่างรวดเร็วและมีความเที่ยงตรงถูกต้องสูง



รูปที่ 57 แผนที่แสดงคุณภาพดินการบ่อนตักในภาคใต้ของประเทศไทย

สรุปผลและเสนอแนะ

การสำรวจสภาพธรณีวิทยาในสนาม การเก็บตัวอย่างหิน และการวิเคราะห์ตัวอย่างหินทั้งทางเคมีและการวิเคราะห์ทางซิลิคาธรณีวิทยา ในการศึกษครั้งนี้ เป็นเพียงแค่ผลการสำรวจเบื้องต้น คุณภาพหินคาร์บอเนตในภาคใต้ตอนบน เพื่อที่จะได้ภาพรวมการเลือกสรรจัดการพื้นที่ หรือกระบวนการผลิต เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการนำไปทำอุตสาหกรรม

จากการสำรวจในสนาม ทำให้ได้ข้อสรุปว่า แหล่งหินคาร์บอเนตมีอยู่ในยุคออร์โดวิเซียนและเพอร์เมียนเป็นส่วนใหญ่ คุณภาพของหินยุคทั้งสองมักเป็นหินปูนและหินโคลไลไมต์ และหินทราย โดยมีแทรกสลับของหินทั้งสองชนิดแรกเป็นส่วนมาก ซึ่งมีผลมาจากช่วงการเกิดทับถม นอกจากนี้บางแหล่งก็อาจมีสายแร่ฟลอยควอร์ตซ์แทรกเข้ามา คงเนื่องมาจากอยู่ใกล้กับแหล่งหินอัคนี (หินแกรนิต) ที่วางตัวในแนวเหนือใต้เป็นหลัก จากลักษณะธรณีวิทยาดังกล่าว ที่มีผลต่อปริมาณและคุณภาพของแหล่งหินคาร์บอเนต สามารถสรุปประเด็นได้ตามปัจจัยดังต่อไปนี้

☼ การแสดงถึงลักษณะชั้นหินดินเหนียวที่แทรกสลับ และชั้นวางตัวในแนวราบที่สลายตัวเป็นอย่างอื่น เช่น หินทราย หินอัคนี

☼ การมีอยู่และการแพร่กระจายของโพรงที่มีดินเหนียวอุดอยู่ในช่อง

☼ การที่มีแร่เชิร์ตและการเกิดพวกซิลิกา

☼ ระดับชั้นและการแพร่กระจายของการเกิดโคลไลไมต์

☼ คราบสนิมจากน้ำใต้ดิน

☼ อิทธิพลของโครงสร้างการเกิดแหล่งแร่ โครงสร้างรอยไม่ต่อเนื่อง ระดับชั้นของรอย

แตก

☼ ความหนาของชั้นหิน

☼ ปัจจัยของอุทกธรณีวิทยา อันประกอบด้วย สมบัติของชั้นหินอุ้มน้ำ ปฏิกิริยาการ

ละลาย เป็นต้น

☼ ชนิดและปริมาณของหน้าดิน

ผลการวิเคราะห์แร่ประกอบหินผ่านกล้องจุลทรรศน์ สรุปได้ว่า ตัวอย่างหินคาร์บอนเตในภาคใต้ตอนบน ส่วนมากเป็นหินปูนที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็น แร่แคลไซต์ เนื้อละเอียดถึงปานกลาง โดยมีเนื้อพื้นเป็นสารประกอบคาร์บอนเตและแร่คินเหนียว มักมีสายแร่ฝอยของแคลไซต์และควอร์ตซ์แทรกค้ำเข้าไปเป็นจำนวนมาก ส่วนหินโคลโลไมต์และหินโคลโลไมต์ปนหินปูนส่วนใหญ่ประกอบด้วยแร่โคลโลไมต์และแคลไซต์ เนื้อผลึกช่อนรูป ขนาดปานกลาง และแนวเส้นและแถบของแร่พวกสนิมเหล็ก

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีนั้น สามารถให้รายละเอียดของธาตุประกอบในหินได้อย่างถูกต้อง แต่ต้องอาศัยเวลา ประสบการณ์ และความชำนาญของผู้วิเคราะห์ด้วย จึงจะทำให้ผลดังกล่าวอยู่ในนัยสำคัญ

สำหรับการวิเคราะห์ด้วยมาตรการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ (X-Ray Diffractometer) นั้นสามารถบอกให้ทราบชนิดของแร่ได้ ที่มีปริมาณมากพอสมควร จึงอาจทำให้แร่รองที่มีปริมาณน้อยไม่พบ และไม่สามารถบ่งบอกถึงปริมาณได้ และแร่บางชนิดอาจสับสนเนื่องจากโครงสร้างผลึกถูกเปลี่ยนแปลง (deformation) หรือเลื่อนไถล (dislocation) หรือถูกทำลาย (destroyed) ในช่วงขั้นตอนเตรียมตัวอย่าง ดังนั้นวิธีนี้จึงเหมาะที่จะหาจำแนกหินชนิดหลักเท่านั้น ไม่เหมาะกับการจำแนกชนิดหินที่ลงรายละเอียดลงไป

การจำแนกประเภทหินคาร์บอนเต ซึ่งได้แบ่งตามองค์ประกอบของ แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) และแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ดังตารางที่ 2 และ 3 จะพบว่าส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มพวกความบริสุทธิ์ต่ำถึงมลทิน

ผลการทดสอบสมบัติกายภาพและเชิงกลพบว่า ความหนาแน่นสามารถนำมาใช้เป็นสมบัติดัชนี (index property) ในการที่จะระบุว่าวัสดุหินเป็นชนิดใด ยกเว้นกรณีที่เป็นหินอ่อนหรือหินปูนที่ตกผลึกใหม่ จะต้องอาศัยการวิเคราะห์ด้วยซิลาวรรณนาเข้าช่วยเสริม

สมบัติความขาวและขาวสว่างไม่อยู่ในขั้นที่น่าเหมาะสม จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรม สี กระดาษได้

สมบัติกำลังแรงกดจุดและค่าฉนวนกระดอนของชนิดหิน สามารถใช้เป็นสมบัติดัชนีได้เช่นกัน โดยเฉพาะมีความสัมพันธ์กันอย่างดีกับค่าการขัดสีแบบลอสแอนเจลิส โดยเห็นได้จากผลวิเคราะห์เชิงสถิติและการถดถอยเชิงเส้น ระดับ 2 และช่วยให้ทราบถึงคุณภาพที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

การจัดทำฐานข้อมูลเพื่อแสดงผลคุณภาพของหินคาร์บอนเตในภาคใต้ตอนบน ช่วยให้การจัดการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรณี เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด การจัดทำนั้นหากจะให้ได้ผลสมบูรณ์ ก็ต้องมีการเก็บตัวอย่างของจำนวนแหล่งให้ละเอียดมากยิ่งขึ้นไปอีก

เอกสารอ้างอิง

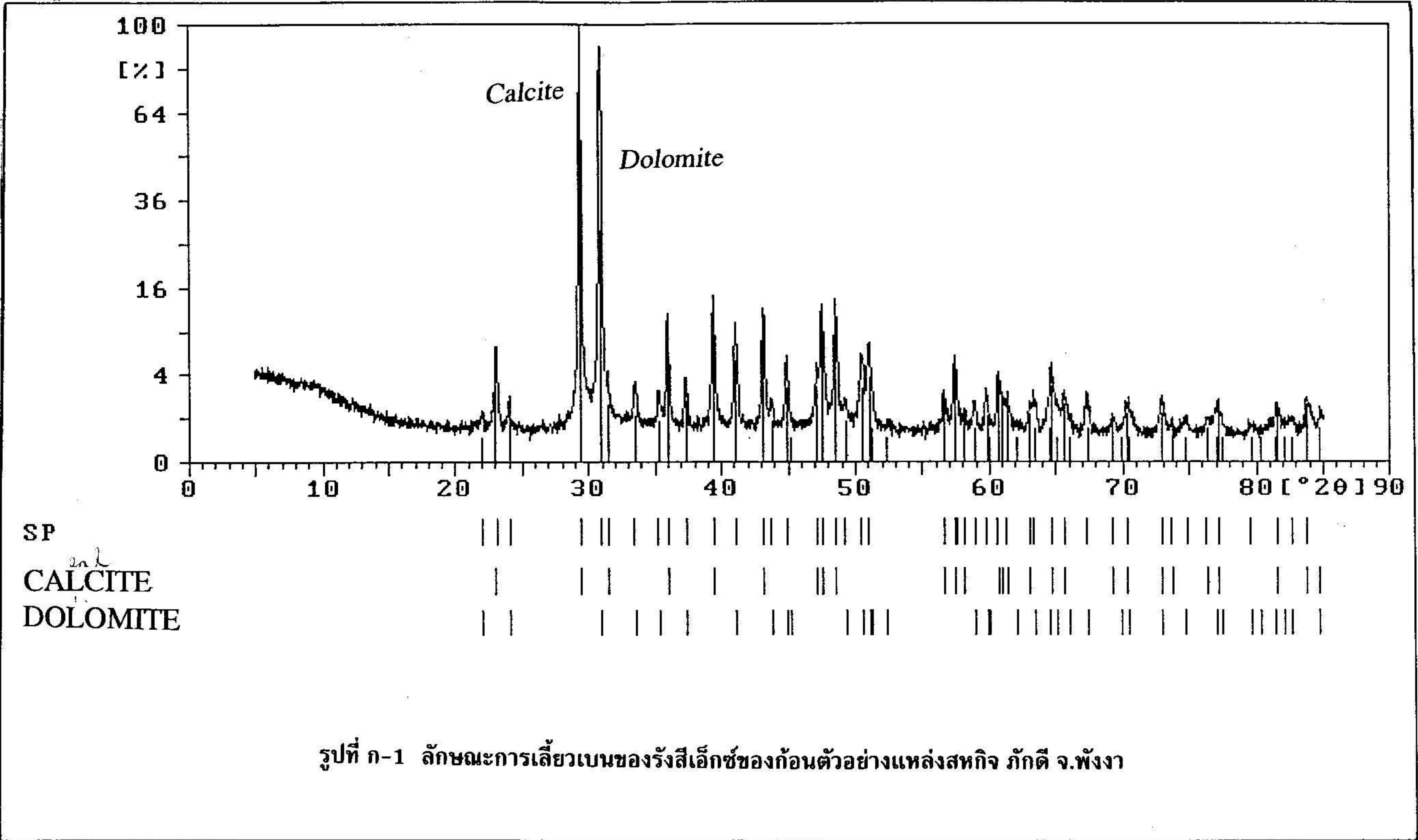
- กองการเหมืองแร่ กรมทรัพยากรธรณี (2539) อุตสาหกรรมหินเพื่อการก่อสร้างสถานการณ์และแนว
โน้ม เอกสารการสัมมนาเรื่อง เทคโนโลยีการทำเหมืองหินและโรงโม่หิน 6-8 มีค 2539 หน้า 9-49
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2534) ดินขาวใช้ผสมทำกระดาษ มอก. 74 สำนักงานมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม 17 หน้า
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2528) มวลผสมคอนกรีต มอก. 566 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์
อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม 5 หน้า
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2534) ดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมยาง มอก. 1059 สำนักงาน
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม 5 หน้า
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมยาปราบศัตรูพืช มอก. 1060 สำนัก
งานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม 4 หน้า 2534
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2534) ดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมปุ๋ย มอก. 1063 สำนักงานมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม 4 หน้า
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2534) ดินขาวสำหรับอุตสาหกรรมสี มอก. 1058 สำนักงานมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม 5 หน้า
- คณพล ตันนโยภาส (2536) คู่มือการทดสอบหินมิติ ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และโลหะวิทยา คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 100 หน้า
- คณพล ตันนโยภาส และกัลยาณี คุปตานนท์ (2539) คุณภาพหินคาร์บอนเนตภาคใต้ตอนล่าง ภาควิชา
วิศวกรรมเหมืองแร่และโลหะวิทยา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 152 หน้า
- ประเสริฐ จินตยงค์คุณ อนันต์ บุญดี และพิศิษฐ์ นवलละอง (2536) โครงการสำรวจแหล่งแร่หินปูน
หินอ่อน และโคโลไมต์ จังหวัดชุมพร เอกสารสำนักงานทรัพยากรธรณีจังหวัดชุมพร 59
หน้า
- พงศ์พจน์ เขียมตน (2539) ธรณีวิทยาจังหวัดพังงา เอกสารวิชาการเล่มที่ 9/2539 รายงานสำนักงาน
ทรัพยากรธรณีเขต 2 (ภูเก็ต) กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม 64 หน้า
- พิสิทธิ์ ชีรดิถก (2538) ทรัพยากรหินปูนของประเทศไทย การประชุมวิชาการ กทช เรื่องความก้าวหน้า
และวิสัยทัศน์ของการพัฒนาทรัพยากรธรณี 11-13 มกราคม 2538 หน้า 63-86.
- สมหวัง ช่างสุวรรณ (2536) แหล่งระเบิดหิน ย่อยหิน โรงโม่บดย่อยหิน และกลสมบัตินางอย่างของ
หินในประเทศไทย กองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง 100 หน้า

- สุวิทย์ เข็มตม (2538) แหล่งหินคาร์บอเนต จังหวัดพังงา เอกสารวิชาการเล่มที่ 8/2538 รายงาน
สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 2 (ภูเก็ต) กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม 36 หน้า
- อำไพ ทองภิญโญชัย (2539) ธรณีวิทยาทั่วไปจังหวัดชุมพร เอกสารวิชาการเล่มที่ 8/2539 รายงาน
สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 2 (ภูเก็ต) 18 หน้า
- Baird, A. and Bosence D. (1993) The sedimentological and diagenetic evolution of the Rat Buri
Limestone, Peninsular Thailand, *J Southeast Asian Earth Sciences*, vol. 8, No. 1-4, pp. 173-180.
- Bunopas S. and Vella P. (1983) Opening of the gulf of Thailand-Rifting of continental Southeast Asia
and late Cenozoic tectonic, *J. Geol. Soc. Thailand*, vol. 6, pp. 1-12.
- Chinoroje O. (1993) Petrographic studies of Permian carbonates in southern Thailand, *J. SE Asian
Earth Sciences*, vol. 8, Nos 1-4, pp. 161-171.
- Fontain H., Chonglakmani C., Piyasin S., Ibrahim B.A. and Khoo H.P. (1993) Triassic limestones
within and around the Gulf of Thailand, *J Southeast Asian Earth Sciences*, vol. 8, No. 1-4, pp.
83-95.
- Harrison D.J. (1992) Procedures for the assessment and classification of limestone resources, *National
Conf. Geol. Res. of Thailand : Potential for Future Development*, Department of Mineral
Resources, pp. 640-649.
- IAEG (1979) Classification of rocks and soils for engineering geological mapping Part 1-
Rock and Soil Materials, *Bull. IAEG*, no. 19, pp. 364-371.
- Ingavat-Helmcke R. (1993) Contribution to the Permian fusulinacean faunas of Peninsular Thailand, *J.
Southeast Asian Earth Sciences*, vol. 8, No. 1-4, pp. 67-75.
- ISRM (1985) .Suggest method for determining point-load strength, *Int. J. Rock Mech. Min.
Sci.Geomech. Abstr.*, vol. 22, No. 2, pp. 51-60.
- ISRM (1981) Rock characterization testing and monitoring, Brown E.T. (ed), Pergamon
Press, New York, P. 31,.
- Pettijohn C., (1975) Sedimentary rock, 3rd ed., Harper & Row, New York, pp. 316-380.
- Ratanajaryuks P. (1992) Dolomite deposits at Donsak, Suratthani, Southern Thailand, *Prof. Conf.
Geologic Resources of Thailand: Potential for Future Development*, Dept. Mineral Resources,
P. 151.
- Tonnayopas D. (1997) Geological stratigraphy of Ratchaprapha dam area, *Int. Conf. Stratigraphy and
Tectonic Evaluation of Southeast Asia and the South Pacific*, Department of Mineral Resources,
Asia Hotel, Bangkok, Thailand pp. 130-137.

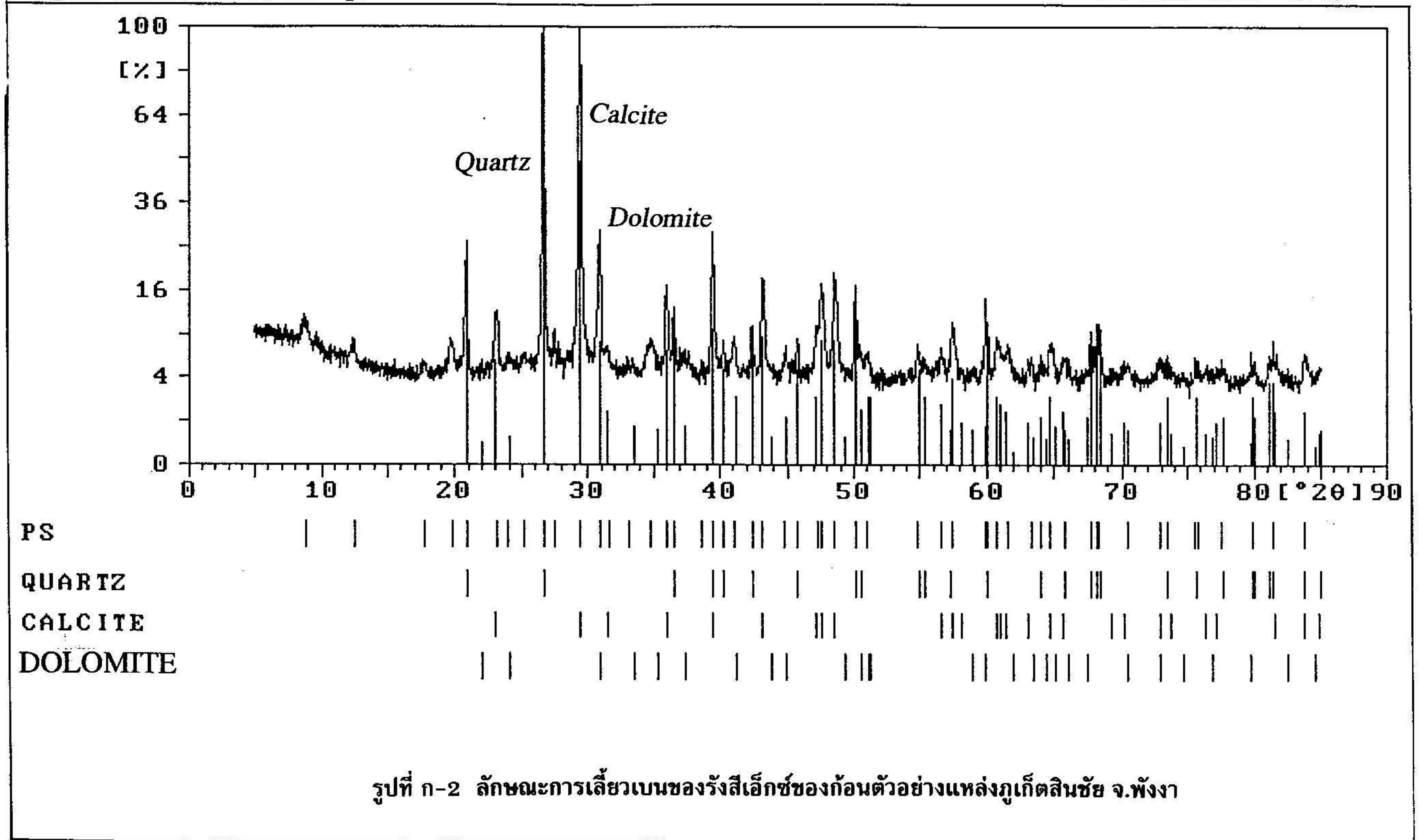
Wongwanich T., Burrett C., Tansathien W. and Chaodumrong P. (1983) Lower to Mid Paleozoic stratigraphy of mainland Satun province, southern Thailand, *J. Southeast Asian Earth Science*, vol. 4, No. 1, pp. 1-9.

ภาคผนวก ก

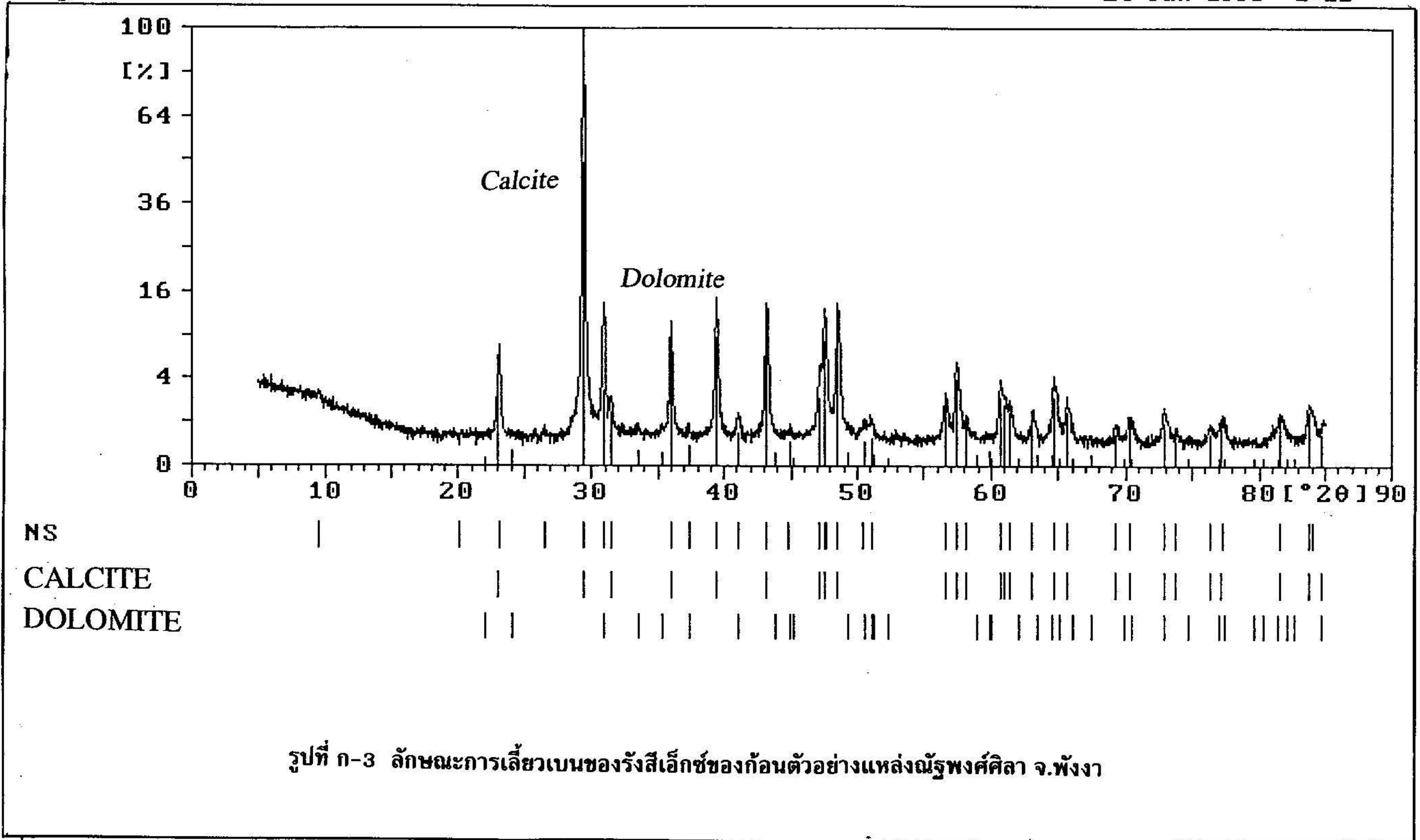
กราฟของการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์



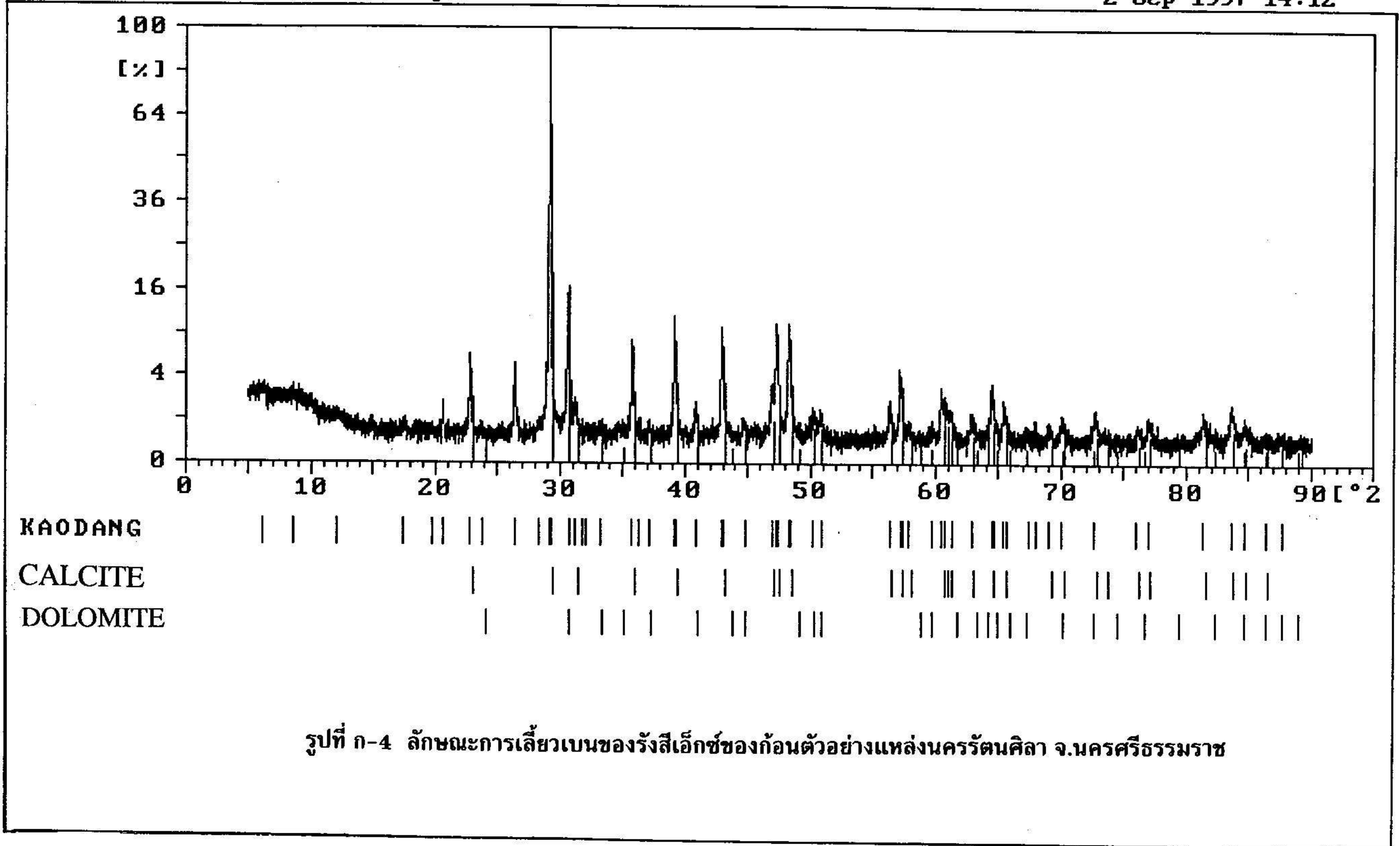
รูปที่ ก-1 ลักษณะการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของก้อนตัวอย่างแหล่งสหกิจ ภูเก็ต จ.พังงา



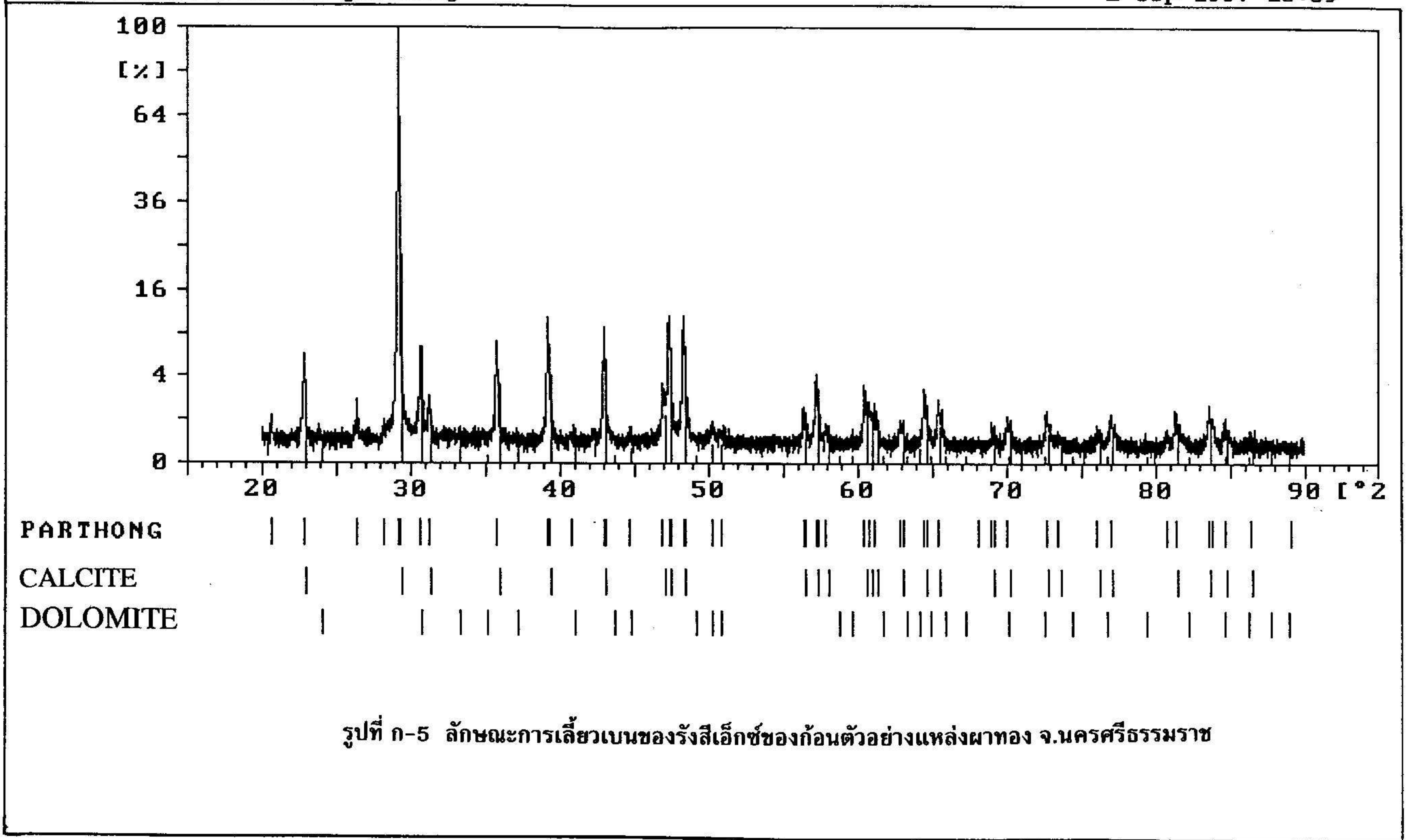
รูปที่ ก-2 ลักษณะการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของก้อนตัวอย่างแหล่งภูเกิดสินชัย จ.พังงา



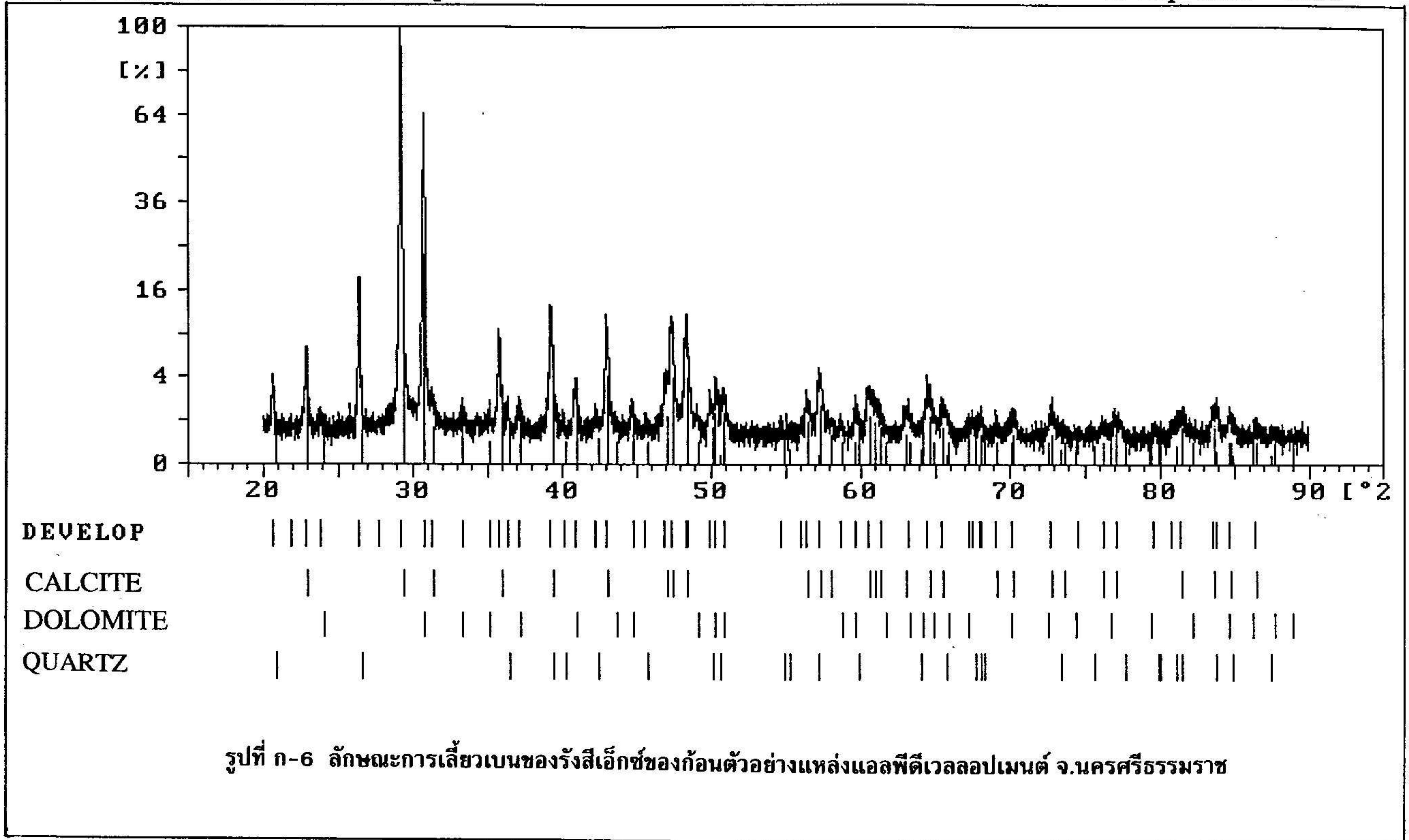
รูปที่ ก-3 ลักษณะการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของก้อนตัวอย่างแหล่งณัฐพงศ์ศิลา จ.พังงา



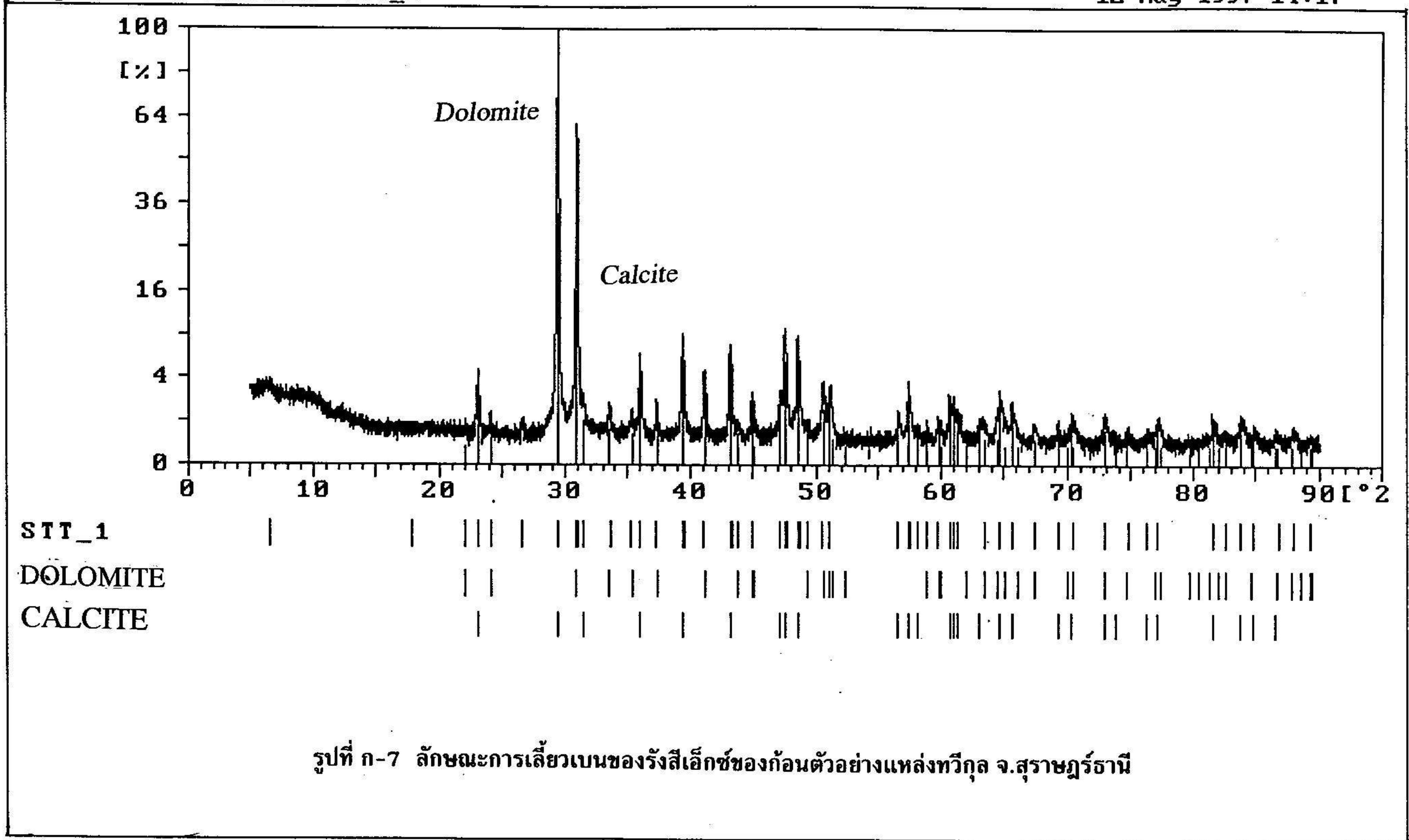
รูปที่ ก-4 ลักษณะการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของก้อนตัวอย่างแหล่งนครรัตนศิลา จ.นครศรีธรรมราช



รูปที่ ก-5 ลักษณะการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของก้อนตัวอย่างแหล่งผาทอง จ.นครศรีธรรมราช



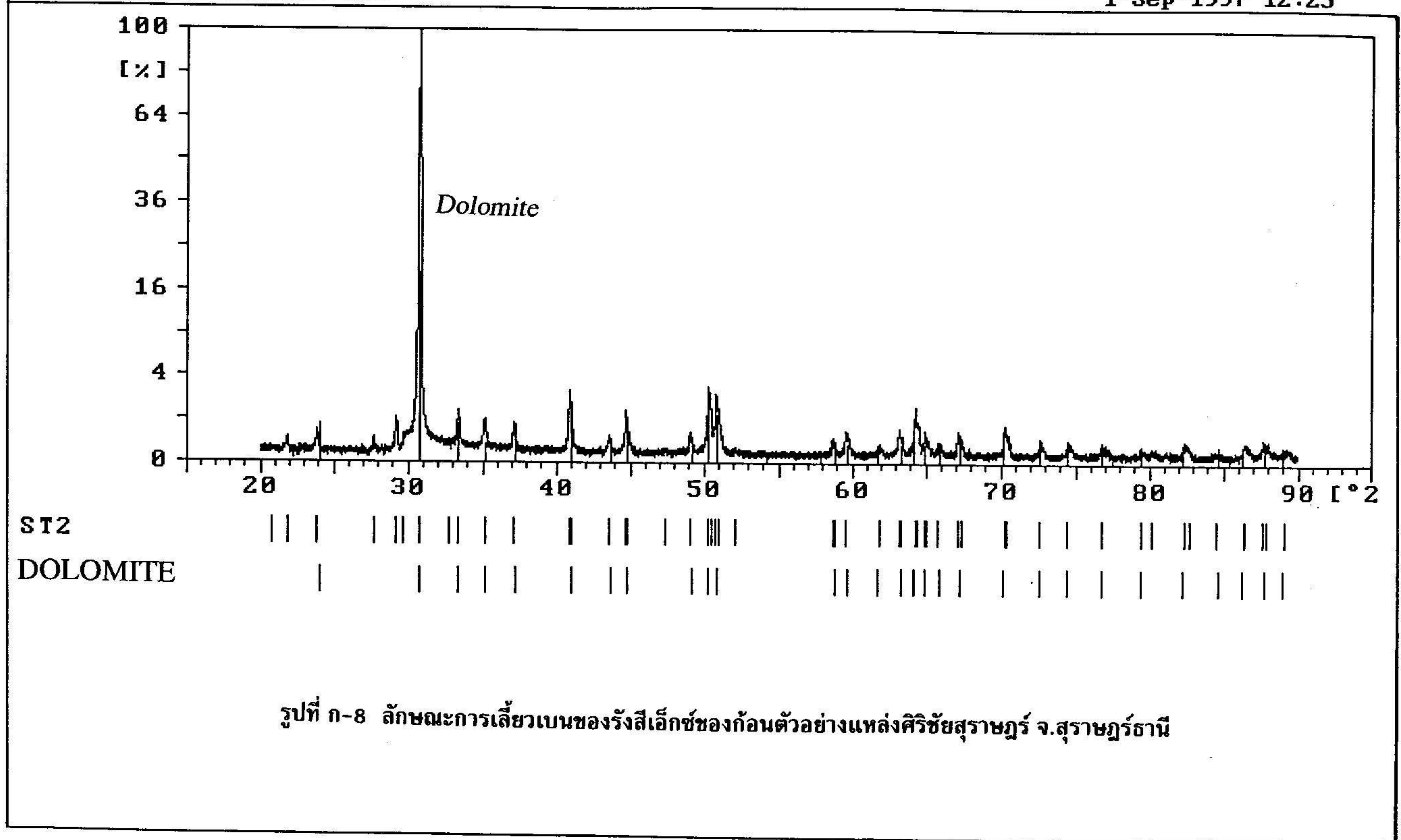
รูปที่ ก-6 ลักษณะการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของก้อนตัวอย่างแหล่งแอลพีดีเวลลอปเมนต์ จ.นครศรีธรรมราช



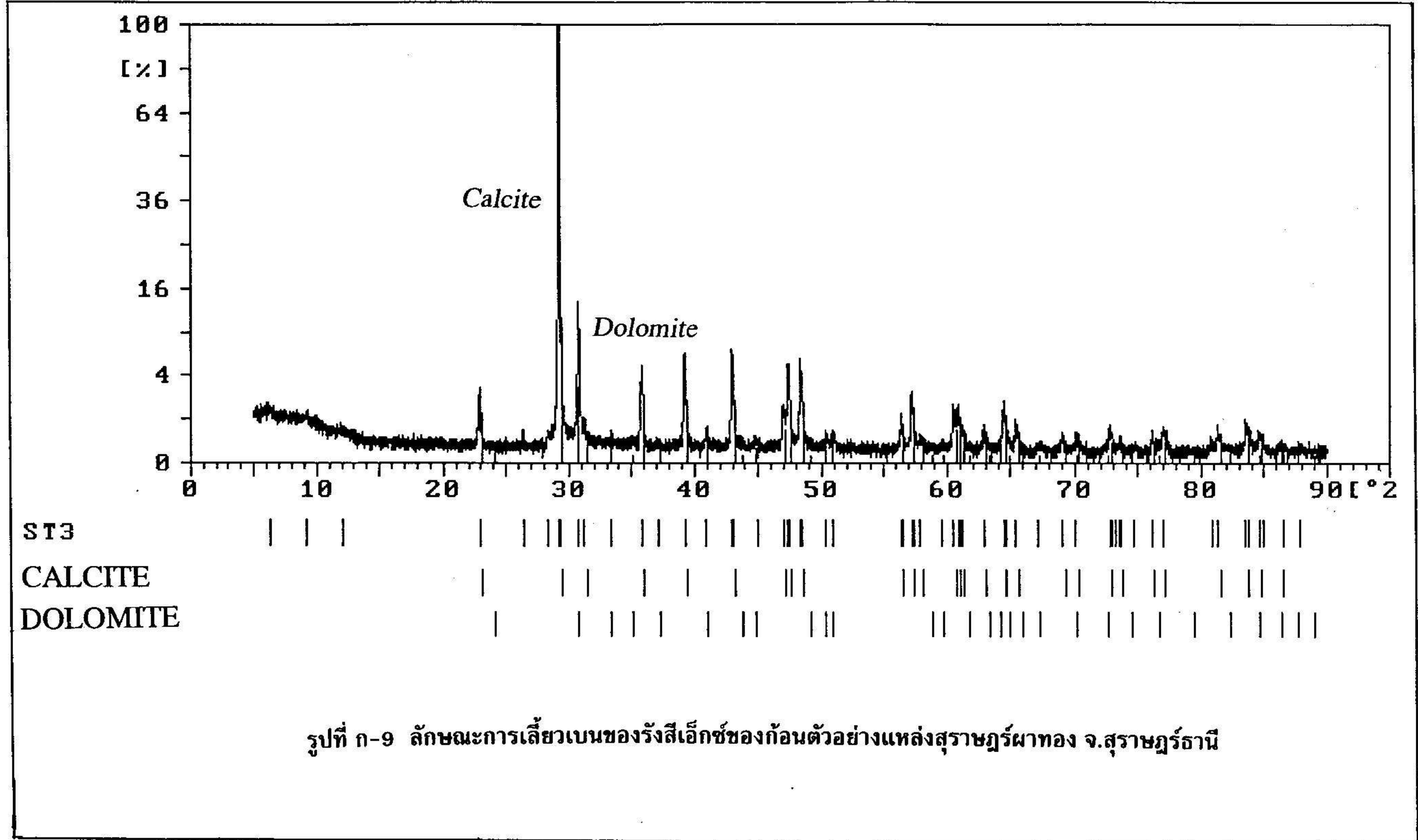
รูปที่ ก-7 ลักษณะการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของก้อนตัวอย่างแหล่งทวิกุล จ.สุราษฎร์ธานี

Sample identification: st2

1-Sep-1997 12:25



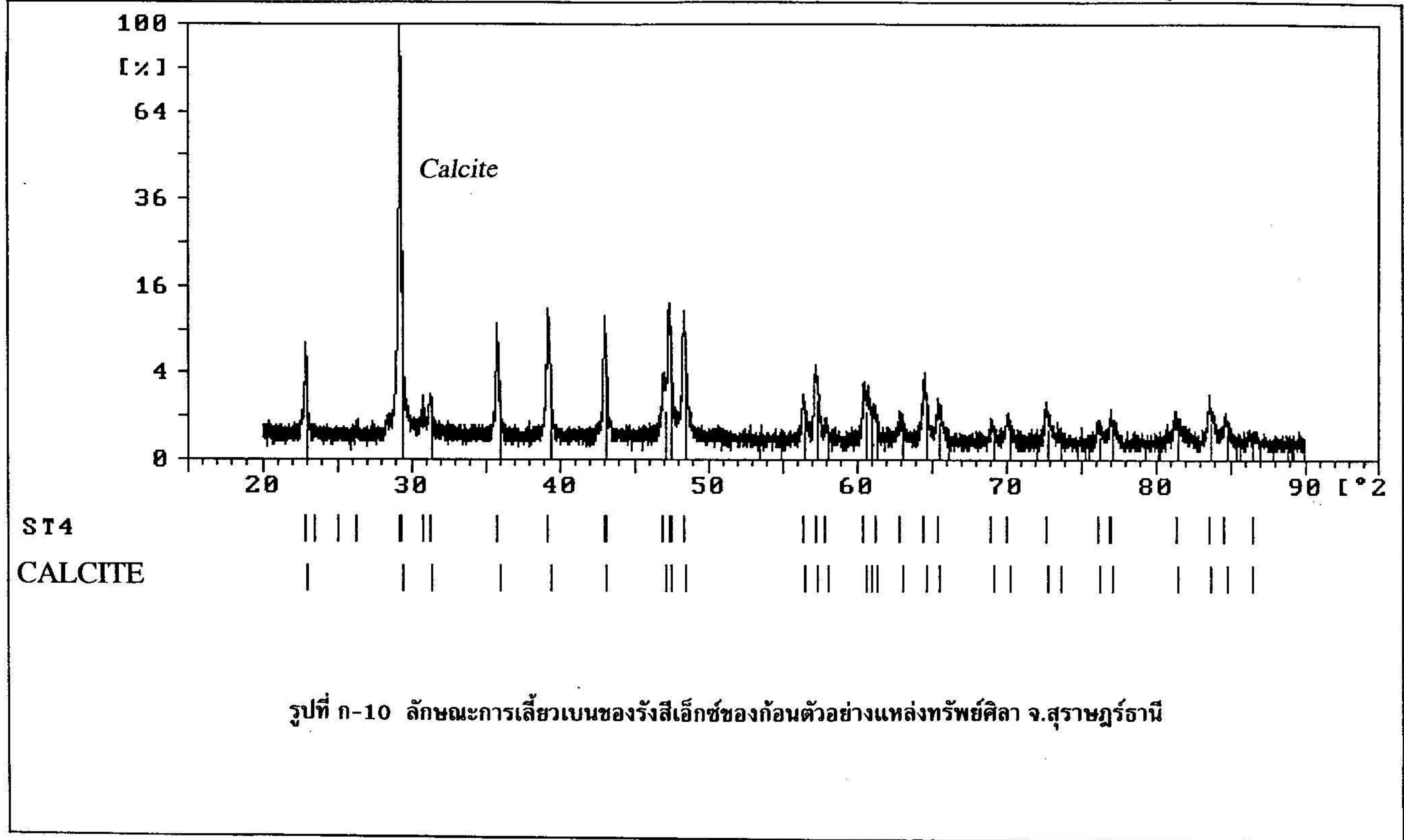
รูปที่ ก-8 ลักษณะการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของก้อนตัวอย่างแหล่งศิริชัยสุราษฎร์ จ.สุราษฎร์ธานี



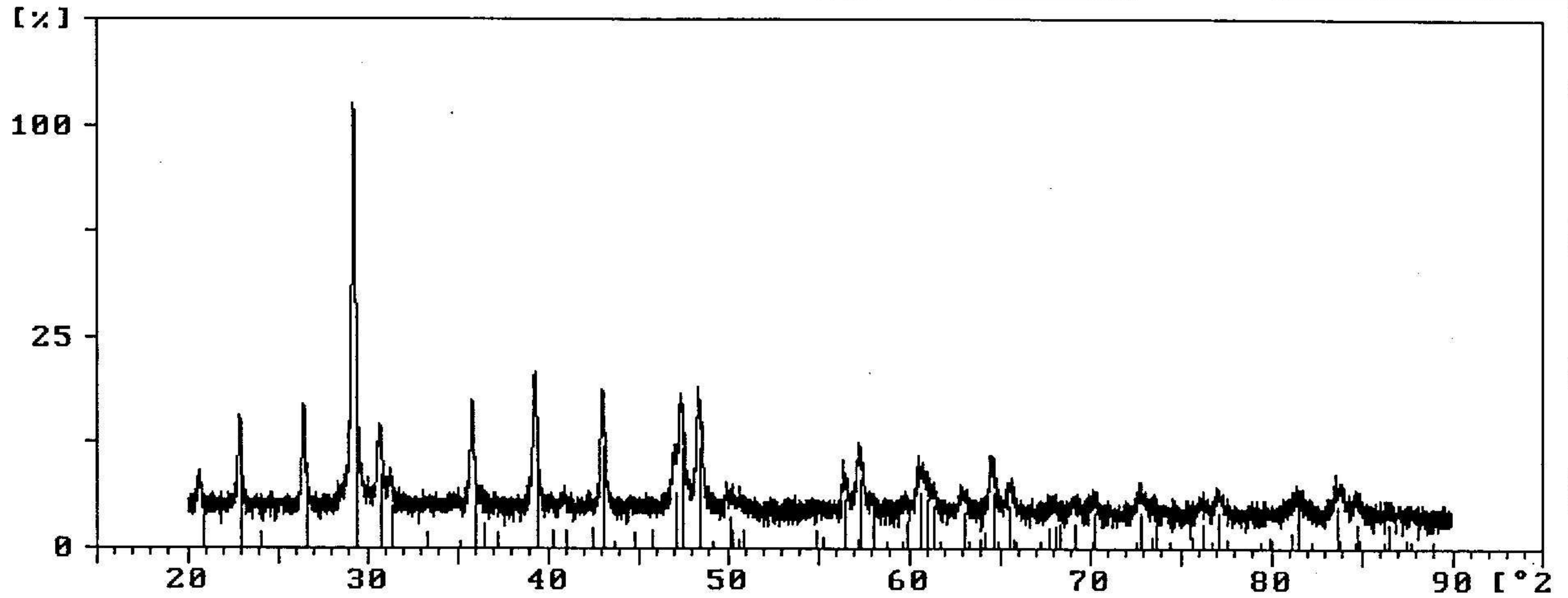
รูปที่ ก-9 ลักษณะการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของก้อนตัวอย่างแหล่งสุราษฎร์ผาทอง จ.สุราษฎร์ธานี

Sample identification: st4

1-Sep-1997 11:50



รูปที่ ก-10 ลักษณะการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของก้อนตัวอย่างแหล่งทรัพย์ศิลา จ.สุราษฎร์ธานี



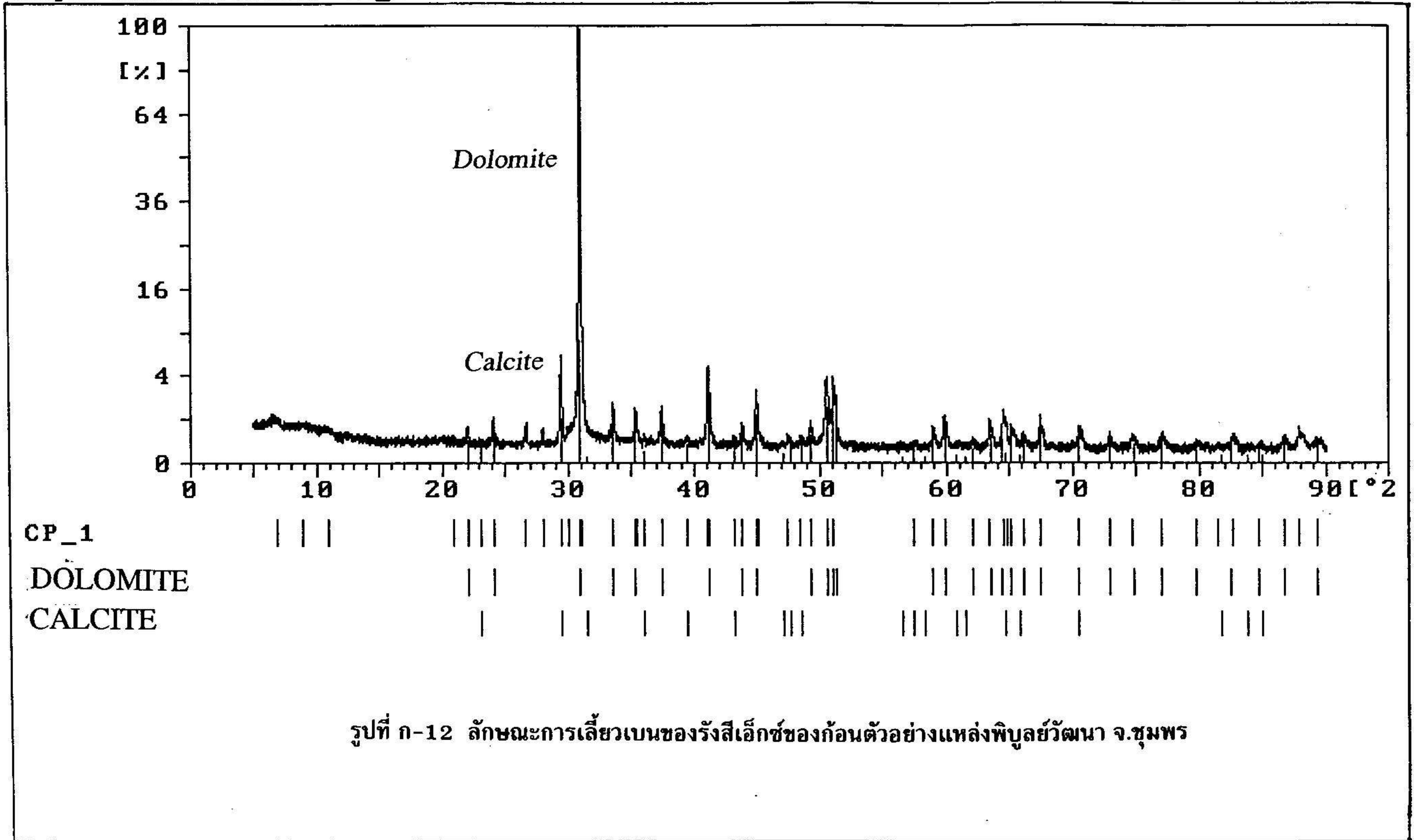
PANOM

CALCITE

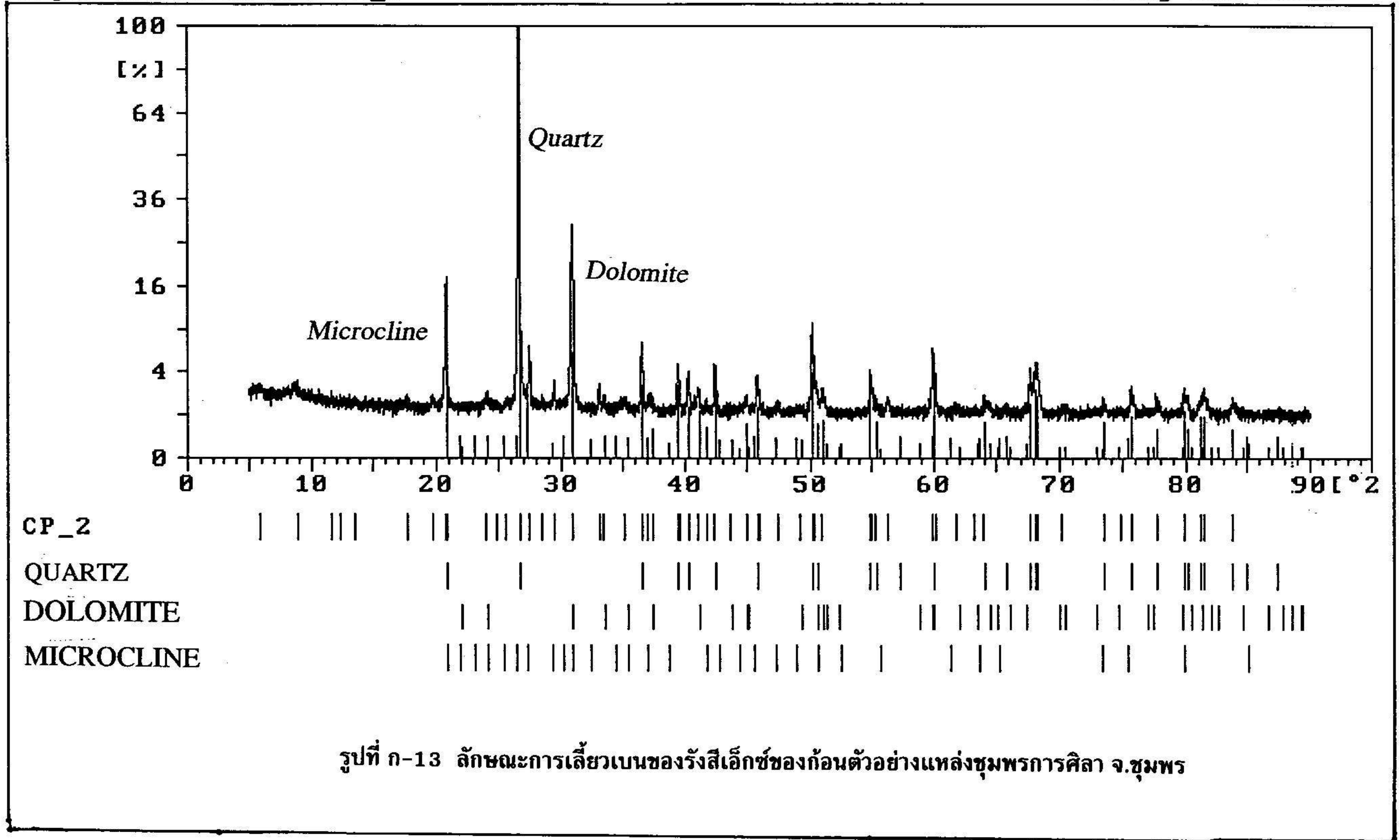
QUARTZ

DOLOMITE

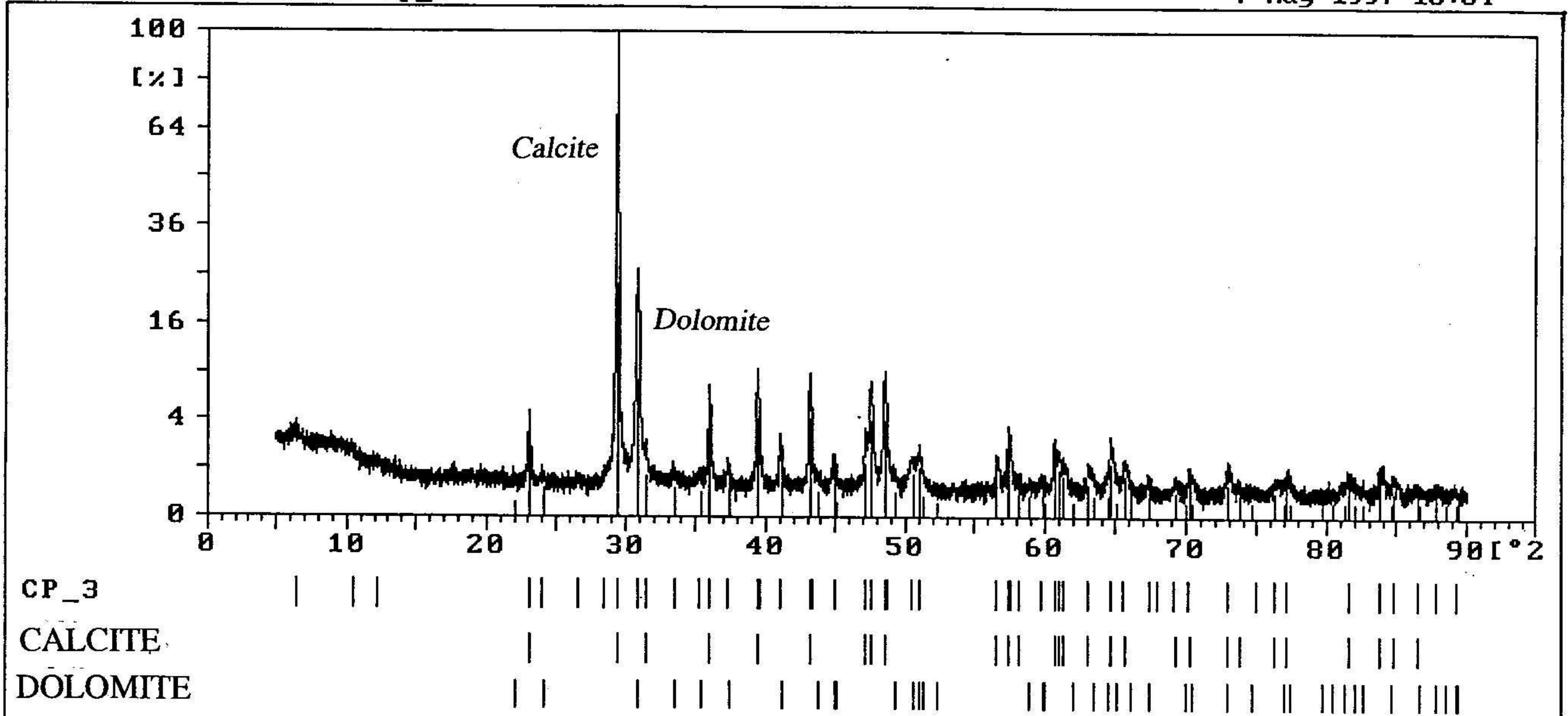
รูปที่ ก-11 ลักษณะการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของก้อนตัวอย่างแหล่ง บ.วงศ์วิ จำกัด จ.สุราษฎร์ธานี



รูปที่ ก-12 ลักษณะการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของก้อนตัวอย่างแหล่งพิบูลย์วัฒนา จ.ชุมพร



รูปที่ ก-13 ลักษณะการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของก้อนตัวอย่างแหล่งชุมพรการศิลา จ.ชุมพร



รูปที่ ก-14 ลักษณะการเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ของก้อนตัวอย่างแหล่ง บ.ยูดีเอสไมนิ่ง จำกัด จ.ชุมพร

ภาคผนวก ข

การกำหนดพื้นที่แหล่งหินอุตสาหกรรม

ภาคใต้ โดยกรมทรัพยากรธรณี

พื้นที่แหล่งหินอุตสาหกรรมภาคใต้

เฉพาะพื้นที่ที่ไม่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1 ในภาคใต้ ได้แก่

จังหวัดชุมพร

มีพื้นที่ที่กำหนดเป็นแหล่งอุตสาหกรรม จำนวน 6 แหล่ง คือ

เขาขนาน หมู่ที่ 12 ต.ท่าแซะ อ.ท่าแซะ ระวัง 4830 III

เขาสันกำแพง (บางส่วน) หมู่ที่ 12 ต.ท่าแซะ อ.ท่าแซะ ระวัง 4830 III

เขาหอยโข่ง หมู่ที่ 4 และ 7 ต.ขุนกระโทก อ.เมือง ระวัง 4729 I

แหล่งหิน หมู่ที่ 1 ต.สี่ขีด อ.สิชล ระวัง 4926 I IV 4927 II III

แหล่งหิน ต.สี่ขีด อ.สิชล แขนงที่ระวัง 4927 II

แหล่งหิน หมู่ที่ 3 ต.นบพิตำ กิ่ง อ. นบพิตำ ระวัง 4926 I II III

แหล่งหิน หมู่ที่ 6 ต.กรงชิง กิ่ง อ. นบพิตำ ระวัง 4926 IV

เขาประไพ (เขาชายสีหวัง) (เฉพาะลุ่มน้ำที่ 3 และ 4) หมู่ที่ 2 ต.ปากแพรก อ.ทุ่งสง ระวัง 4925

III

แหล่งหิน หมู่ที่ 5 ต.ที่วัง อ. ทุ่งสง ระวัง 4925 III

แหล่งหิน หมู่ที่ 4 ต.บางรูป อ. ทุ่งใหญ่ ระวัง 4825 I

เขาแดง (เฉพาะลุ่มน้ำที่ 3) หมู่ที่ 3 ต.หินตก อ.ร้อนพิบูลย์ ระวัง 4925 I

จังหวัดกระบี่

มีพื้นที่ที่กำหนดเป็นแหล่งหินอุตสาหกรรม จำนวน 3 แหล่ง คือ

เขาหนองแขงหรือเขาน้ำวังหมี ต.ทับปrik อ.เมือง ระวัง 4725 II

เขาถ้ำแขก (แหล่งที่ 1 และ 2) ต.หน้าเขา อ.พนม ระวัง 4725 I

แหล่งหิน ต.ปลายพระยา อ.ปลายพระยา (แหล่งที่ 1 และ 2) (รวมพื้นที่ราบ 7 เขา) ระวัง 4726 II

จังหวัดสตูล

มีพื้นที่ที่กำหนดเป็นแหล่งหินอุตสาหกรรม จำนวน 3 แหล่ง คือ

ภูเขาพลู ต.ควนกาหลง อ.ควนกาหลง ระวัง 5022 IV

ภูเขาจำปา ภูเขาโต๊ะซัง และภูเขาเณร (รวมพื้นที่ราบรอบ 3 เขา) หมู่ที่ 1 ต.ทุ่งนุ้ย อ.ควนกาหลง

ระวัง 5022 IV

ภูเขาลูกเล็กลูกใหญ่ ต.ป่าแกบ่อหิน อ.ทุ่งหว้า ระวัง 4923 II

จังหวัดพัทลุง

มีพื้นที่ที่กำหนดเป็นแหล่งหินอุตสาหกรรม จำนวน 2 แหล่ง คือ

เขาหวัง ต.ชะรัด อ.กงหรา ระวัง 4923 I

เขาพนมวังค์ (บางส่วน) ต.พนมวังค์ อ.ควนขนุน ระวัง 5024 III

จังหวัดสงขลา

มีพื้นที่ที่ได้กำหนดเป็นแหล่งหินอุตสาหกรรม จำนวน 6 แหล่ง คือ

เขาวัง ต.เขาพระ อ.รัตภูมิ ระวัง 5023 III

เขาน้อย ต.ทุ่งตำเสา อ.หาดใหญ่ ระวัง 5022 I

แหล่งหิน หมู่ที่ 7 ต.สะพานไม้แก่น อ.จะนะ ระวัง 5122 I

แหล่งหิน หมู่ที่ 6 ต.ท่าหมอไพร อ.จะนะ ระวัง 5122 I

แหล่งหิน หมู่ที่ 1 และ 8 ต.นาหว้า อ.จะนะ ระวัง 5122 IV

แหล่งหิน หมู่ที่ 7 ต.วังใหญ่ อ.เทพา ระวัง 5122 I