

# รายงานการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิประเทศและคุณสมบัติทางวิศวกรรม  
ของข้อสมอกรีก่อกในบริเวณแอ่งเชียงใหม่

A Study on the Relationships between Terrain and Engineering Properties of  
Soil Aggregates in Chiang Mai Basin

โครงการวิจัยร่วมระหว่าง

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ภาควิชาธรณีวิทยา  
คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

หน่วยธรณีวิทยา  
กองวิเคราะห์และวิจัย  
กรมทางหลวง

คณะผู้ดำเนินงานวิจัย

นายอนิรุทธ์ ชงไชย  
นายลำดวน ศรีศักดิ์  
นายชิตชัย อนันต์เศรษฐ์  
นายสุเทพ นิ่มนวล

นายสุรพงษ์ เลิศทัศนีย์  
นายสัมพันธ์ สิงหราชวราพันธ์  
นางจิรพรภณ ธเนศนิพัฒน์

นายปรีชา สมพูด  
นายวัชรชัย นาคพันธ์  
นายชิมชัย เศรษฐะพรหมณ์

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจาก สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประเภททั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2529 และได้รับความอนุเคราะห์จากกรมทางหลวงในด้านการจัดหาภาพถ่ายทางอากาศ และอุปกรณ์และบุคลากรในการสำรวจภาคสนาม

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ และภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ให้ความอนุเคราะห์ในด้านสถานที่การทำงาน อุปกรณ์การศึกษาภาพถ่ายทางอากาศ และอุปกรณ์การทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินในห้องปฏิบัติการ

คุณกัษกร ทักษะวุฒ และ คุณวัชชัย บรรเทา ได้เป็นกำลังสำคัญในการช่วยศึกษาข้อมูลจากภาพถ่ายทางอากาศ และการสำรวจภาคสนาม

อาจารย์ อัมรินทร์ บุญตัน ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในการจัดเตรียมรายงานฉบับสมบูรณ์

ดร.นวลศิริ วงศ์ทางสวัสดิ์ ภาควิชาภูมิศาสตร์ และหัวหน้าภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และคุณดำรง อินทรกำแหง หัวหน้าศูนย์พยากรณ์อากาศภาคเหนือ ได้ให้ความอนุเคราะห์และให้คำปรึกษาเกี่ยวกับสภาพทางภูมิศาสตร์และภูมิอากาศของแอ่งเชียงใหม่

ศูนย์ป่าไม้ที่ 1 อำเภอจอมทอง กรมป่าไม้ และสำนักงานเร่งรัดเหมืองแร่ชนบทเชียงใหม่ ได้ให้ความอนุเคราะห์เกี่ยวกับแผนที่เส้นทางในการสำรวจภาคสนาม

เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องอีกหลายท่านในภาควิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาธรณีวิทยา และกองวิเคราะห์วิจัย ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในระหว่างดำเนินการวิจัย

ความสนับสนุนจากฝ่ายต่าง ๆ ดังกล่าว ทำให้โครงการวิจัยนี้สามารถสำเร็จลุล่วงมาด้วยดี คณะผู้ดำเนินการวิจัยจึงขอขอบพระคุณไว้ในที่นี้ด้วย

## บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้เสนอผลการศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิประเทศ และลักษณะของแหล่งชอยแอกริเกทประเภทต่าง ๆ ในบริเวณแอ่งเชียงใหม่ ในการเลือกพื้นที่การศึกษาได้ใช้แผนที่ดินทางการเกษตร จังหวัดเชียงใหม่ ของกรมพัฒนาที่ดิน เป็นแผนที่พื้นฐาน โดยได้เลือกทำการศึกษาในพื้นที่ของชุดดินเมิร์มและชุดดินลาดและชุดดินท่าสาย รวมทั้งพื้นที่การศึกษาทั้งหมดประมาณ 500 ตารางกิโลเมตร

การศึกษาประกอบด้วย การศึกษาสภาพภูมิประเทศโดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศ การศึกษาสภาพภูมิประเทศและลักษณะชั้นดินในสนาม และการศึกษาคูสมบัติทางวิศวกรรมของดินในห้องปฏิบัติการ ภาพถ่ายทางอากาศที่ใช้เป็นภาพขาวดำชุด NS.3 ถ่ายโดยกรมแผนที่ทหารขนาดมาตราส่วน 1:15,000 และใช้กล้องดูภาพสามมิติแบบกระจกเงาเป็นอุปกรณ์ช่วยในการศึกษา การศึกษาลักษณะชั้นดินทำโดยการตรวจสอบจากตัดดินข้างทาง หรือด้านข้างบ่อวัสดุถม หรือข้างร่องน้ำธรรมชาติ การทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินทำเฉพาะตัวอย่างจากชั้นดินที่มีลักษณะเหมาะสมที่จะเป็นชอยแอกริเกท และทดสอบเฉพาะคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการนำไปใช้เป็นชอยแอกริเกทในโครงสร้างถนน

ชุดดินเมิร์มที่ได้ทำการศึกษา เป็นชุดดินในบริเวณลานตะกอนน้ำระดับสูง มีปริมาณการกัดเซาะโดยทางน้ำสูง ชั้นดินเป็นดินตะกอนน้ำเก่า มีลักษณะเด่นคือ มีการวางตัวสลับชั้นกันระหว่างชั้นดินกรวดและชั้นดินเม็ดละเอียด โดยความหนาของชั้นดินกรวดและลักษณะการวางตัวสลับชั้นในแต่ละตำแหน่ง มีความแปรปรวนค่อนข้างมาก และความแปรปรวนดังกล่าว สามารถบ่งชี้ได้โดยพิจารณาลักษณะภูมิประเทศต่าง ๆ เหล่านี้ร่วมกันคือ ความหนาแน่นและรูปแบบการกระจายตัวของทางน้ำ ลักษณะของลาดดินจากการกัดเซาะ และลักษณะความเรียบของพื้นผิว อย่างไรก็ตามคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินจากชั้นดินกรวด ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

สำหรับดินในชุดดินลาดหน้าและท่าสาย ซึ่งเป็นดินเกิดในที่จากการสลายตัวของหินนั้น เกิดในบริเวณลานเศษหินหรือเนินเล็ก ๆ ของหินตะกอน ตัวแปรสำคัญซึ่งมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของดินคือประเภทของหินต้นกำเนิด ซึ่งอาจจะเป็น หินทราย หรือหินดินดาน หรือหินดินดานสลับหินเชิร์ต ในบางพื้นที่อาจมีหินทรายละเอียดปนทรายแข็งซึ่งเป็นดินตะกอนน้ำบาดาลทับอยู่ ความหนาอาจสูงถึง 1.0 เมตรหรือมากกว่า ความแตกต่างของลักษณะชั้นดินในแต่ละตำแหน่งต่าง ๆ สามารถบ่งชี้ได้โดยพิจารณาลักษณะภูมิประเทศเหล่านี้ร่วมกัน คือ ชนิด และลักษณะการเจริญเติบโตของพืชพรรณ ความลาดเอียงของพื้นผิว และระดับความสูง

ในช่วงระดับความสูงประมาณ 330-370 เมตร ลักษณะบางอย่างในชุดดินลาดหน้าและท่าสาย และชุดดินเมิร์มมีความคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ พื้นที่มีลักษณะเป็นที่ลาดกว้าง ความลาดเอียงของพื้นผิวอยู่ในช่วง 2-4 % ในชั้นดินมีการประสานตัวโดยน้ำแร่เหล็กหรือแมงกานีสเกิดขึ้นมากจนเปลี่ยนสภาพเป็นชั้นลูกรังดินไม่แข็งชั้นจะมีลักษณะแคระแกรน

นอกจากสรุปถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภูมิประเทศและคุณสมบัติของดินในแต่ละตำแหน่งต่าง ๆ แล้ว ในการวิจัยครั้งนี้ยังได้นำเอาความสัมพันธ์ดังกล่าว ไปประยุกต์ใช้ในการจัดทำแผนที่แสดงแหล่งชอยแอกริเกทในพื้นที่ซึ่งได้ทำการศึกษา พร้อมทั้งทำตารางสรุปคุณสมบัติทางวิศวกรรมของชอยแอกริเกทจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

## ABSTRACT

This report presents the results of an investigation on the relationships between terrain characteristics and nature of aggregate deposits in Chiang Mai Basin. Agricultural soil maps of Chiang Mai Province, compiled by Department of Land Development, were used in selecting appropriate study areas and soils in the area of Mae Rim, Lat Ya and Tha Yang soil series, totalled about 500 square kilometre, were selected.

Steps of investigation include: aerial photograph interpretation ; field investigation of terrain conditions and soil profile; laboratory testing of engineering properties of soils. Black and white aerial photographs, series NS.3, scale 1:15,000, and mirror stereoscopes were used. Soil profiles were studied from sections of road cuts, side of borrow pits and natural cuts. Only samples of potential soil aggregates were collected and tested in laboratory.

The Mae Rim soil series is an old alluvial deposit in high terrace which have been intensively eroded. The soil profile is typified by alternating layers of gravelly and fine grain soil in which layer thickness and pattern of interbedding are highly varied. This variation can be related with such terrain characteristics as drainage density and pattern, slope form and surface texture. Engineering properties of soil from the gravelly layers, however, do not vary significantly.

Soils in the Lat Ya and Tha Yang series, which are weathering products from clastic rocks, occur as colluvium deposits or residual deposits on slope of gently undulating hills. Properties of soils vary with their parent rocks which are either sandstone or shale or shale-chert intercalation. The deposits may be covered with fine silty sand alluvium up to about 1.0 m. thick. Variation in soil conditions can be related with such terrain characteristics as type and nature of vegetation covered, ground slope and altitude.

At the altitude between 330-370 m. above mean sea level, there appear to be certain similarities between all the soil series investigated. Ground surfaces are usually of broad convex form, gently undulating with surface slope between 2-4%. Lateritization occurs in the soil profile and large trees covering the areas are poorly grown.

Beside establishing relationships between terrain characteristics and soil conditions, potential sources of soil aggregate in the area studied were mapped using the relationships established. Together with the maps is a summary of properties of soil aggregates from the various sources. These information will be very useful to the construction works in Chiang Mai basin.

## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

กิตติกรรมประกาศ

บทที่ 1 บทนำ

- 1.1 ปัญหาและความสำคัญของช้อยแอกกรีเกตในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่ 1
- 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3
- 1.3 วิธีการและเขตการวิจัย 3
- 1.4 เนื้อหารายงานการวิจัย 4

บทที่ 2 วรรณคดีวิจารณ์

- 2.1 นำเรื่อง 5
- 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภูมิประเทศและคุณสมบัติดิน 5
- 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งช้อยแอกกรีเกตและลักษณะธรณีสัณฐาน 11
- 2.4 การศึกษาลักษณะธรณีสัณฐานของแหล่งวัสดุก่อสร้างธรรมชาติในประเทศไทย 14
- 2.5 แอ่งเชียงใหม่ 17
- 2.6 การใช้ข้อมูลจากแผนที่ดินทางการเกษตรในงานวิศวกรรม 22
- 2.7 สรุป 25

บทที่ 3 วิธีการศึกษา

- 3.1 นำเรื่อง 27
- 3.2 วิธีการศึกษา 27
- 3.3 การเลือกพื้นที่ทำการศึกษา 28
- 3.4 วิธีการศึกษาทางถ่ายภาพทางอากาศ 29
- 3.5 การสำรวจและเก็บตัวอย่างดินในสนาม 30
- 3.6 การทดสอบหาคุณสมบัติในห้องปฏิบัติการ 31
- 3.7 การจัดทำแผนที่แสดงตำแหน่งและขอบเขตของแหล่งช้อยแอกกรีเกต 31
- 3.8 สรุป 31

บทที่ 4	ช้อยแอกกรีเกทในชุดดินเมิร์ม	
4.1	นำเรื่อง	33
4.2	สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไป	33
4.3	ลักษณะชั้นดิน	34
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะธรณีสัณฐานและลักษณะชั้นดิน	35
4.5	หน่วยดินย่อย	36
4.6	คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินกรวด	44
4.7	สรุป	44
บทที่ 5	ช้อยแอกกรีเกทในชุดดินลาดหน้า/ท่าทราย	
5.1	นำเรื่อง	48
5.2	สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไป	48
5.3	ลักษณะชั้นดิน	50
5.4	ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภูมิประเทศและลักษณะชั้นดิน	63
5.5	พื้นที่ซึ่งเหมาะสมที่จะเป็นแหล่งช้อยแอกกรีเกท	71
5.6	คุณสมบัติทางวิศวกรรมของช้อยแอกกรีเกท	71
5.7	สรุป	74
บทที่ 6	สรุปและเสนอแนะ	
6.1	ความย่อ	76
6.2	ลักษณะภูมิประเทศและลักษณะชั้นดินของแหล่งช้อยแอกกรีเกทในแอ่งเชียงใหม่	77
6.3	คุณสมบัติทางวิศวกรรมของช้อยแอกกรีเกท	78
6.4	ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางวิศวกรรม และลักษณะภูมิประเทศของแหล่งช้อยแอกกรีเกท	79
6.5	ข้อเสนอแนะ	80
บรรณานุกรม		
ภาคผนวก ก.	รายชื่อชุดดิน โฉมแผนที่ดินทางการเกษตรในจังหวัดเชียงใหม่ ที่คาดว่าจะสามารถเป็นแหล่งช้อยแอกกรีเกทได้	
ภาคผนวก ข.	ค่าตัวประกอบแสดงสภาพภูมิประเทศของหน่วยดินย่อย	
ภาคผนวก ค.	ตารางสรุปคุณสมบัติทางวิศวกรรมของตัวอย่างดินจากแหล่งต่างๆ	
ภาคผนวก ง.	แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหารซึ่งใช้เป็นมูลฐานใน การจัดทำแผนที่แหล่งวัสดุ	

## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 4.1	ลักษณะชั้นกรวดที่มีความหนามากกว่า 10 เมตร ในหน่วยดิน Mr-BC (พิกัด 939016 : บ้านปากทางสลวง อ.แม่ริม จ. เชียงใหม่)	38
ภาพที่ 4.2	ลักษณะเนินแบบโค้งนูนกว้าง (Broad Convex) ในหน่วยดิน Mr-BC (พิกัด 930986 : วัดป่าอรัญวิเวก อ.แม่ริม จ. เชียงใหม่)	38
ภาพที่ 4.3	ลักษณะชั้นกรวดหนา มีชั้นเม็ดละเอียดต่างๆ และเป็นเลนส์แทรกอยู่ ในหน่วยดิน Mr-SC (พิกัด 947161 : บ้านปากทาง อ.แม่แตง จ. เชียงใหม่)	40
ภาพที่ 4.4	ลักษณะเนินแบบโค้งนูน (Sharp Convex) ในหน่วยดิน Mr-SC (พิกัด 932020 : ห้วยบง อ.แม่ริม จ. เชียงใหม่)	40
ภาพที่ 4.5	ลักษณะภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนชั้น (Rolling) และการกัดเซาะเป็นร่องลึก ในหน่วยดิน Mr-HC (พิกัด 652412 : บ้านห้วยอีลาน อ.จอมทอง จ. เชียงใหม่)	41
ภาพที่ 4.6	ลักษณะชั้นกรวดและชั้นเม็ดละเอียด แทรกสลับกันในหน่วยดิน Mr-SS (พิกัด 932910 : บ้านแม่ริม อ.แม่ริม จ. เชียงใหม่)	41
ภาพที่ 4.7	ลักษณะภูมิประเทศแบบลอนลาด (Undulating) ในหน่วยดิน Mr-IS (พิกัด 748490 : อ่างเก็บน้ำห้วยโป่งจ้อ อ.จอมทอง จ. เชียงใหม่)	43
ภาพที่ 5.1	ลักษณะชั้นดินเกิดในที่จากหินทราย (พิกัด 251697 : ซ้างอ่างเก็บน้ำแม่ผาแพน อ.สันกำแพง จ. เชียงใหม่)	53
ภาพที่ 5.2	ลักษณะชั้นดินเกิดในที่จากหินดินดานสลับหินเชิร์ทชั้นบาง (ก.พิกัด 236695 : บ้านป่าตึง อ.สันกำแพง จ. เชียงใหม่; ข.พิกัด 107467 : บ้านจำบอน อ.เมือง จ. ลำพูน)	55
ภาพที่ 5.3	ลักษณะชั้นดินลูกรังในสภาพแวดล้อมที่เป็นหินทราย (ก.พิกัด 185854 : บ้านทุ่งยางป่าแดง อ.ดอยสะเก็ด จ. เชียงใหม่; ข.พิกัด 073914 : บ้านนิคมหนองเต่า อ.สันทราย จ. เชียงใหม่)	58
ภาพที่ 5.4	ลักษณะชั้นกรวดลูกรังปนทราย ในสภาพแวดล้อมที่เป็นหินดินดาน (ก.พิกัด 236723 : บ้านสหกรณ์หมู่ 1 อ.สันกำแพง จ. เชียงใหม่; ข.พิกัด 162898 : ทางเข้าเขื่อนแม่กวง อ.ดอยสะเก็ด จ. เชียงใหม่)	60

## สารบัญภาพ

- |            |   |    |
|------------|---|----|
| ภาพที่ 5.5 | ลักษณะชั้นดินลูกรังในสภาพแวดล้อมที่เป็นดินดินดานชั้นบางสลับหินเชิร์ท<br>(พิกัด 116496 : บ้านผาบึง อ.เมือง จ.ลำพูน)        | 65 |
| ภาพที่ 5.6 | สภาพป่าไม้บริเวณดินเกิดใหม่จากหินดินดานและหินภูเขาไฟ<br>(พิกัด 142528 : บ้านเสล่ง อ.เมือง จ.ลำพูน)                        | 68 |
| ภาพที่ 5.7 | สภาพป่าไม้บริเวณแหล่งดินลูกรัง (พิกัด 115496 : บ้านผามัว<br>อ.เมือง จ.ลำพูน)  | 68 |
| ภาพที่ 5.8 | สภาพป่าไม้บริเวณแหล่งศิลาแลง (พิกัด 162898 : ทางเข้าเขื่อน<br>แม่กวาง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่)                            | 70 |
| ภาพที่ 5.9 | สภาพป่าไม้บริเวณที่มีชั้นทรายละเอียดปิดทับหนามากกว่า 1 เมตร<br>(พิกัด 185853 : บ้านทุ่งยาวป่าแดง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่) | 70 |



## สารบัญตาราง

	หน้า	
ตารางที่ 2.1	สรุปคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของดินลูกรังในประเทศไทย	16
ตารางที่ 4.1	สรุปคุณสมบัติทางวิศวกรรม ของดินในหน่วยดินย่อยของชุดดินแม่วิม	45
ตารางที่ 5.1	สรุปคุณสมบัติทางวิศวกรรม ของดินในหน่วยดินย่อยของชุดดินลาดหญ้า/ท่ายาง	73
ตารางที่ 6.1	สภาพภูมิประเทศและคุณสมบัติทางวิศวกรรมของแหล่งชอยแอกกรีเททในลุ่มน้ำแองเชียงใหม่	81

## สารบัญรูป

รูปที่ 2.1	โมเดลแสดงขบวนการเกิดและลักษณะธรณีสัณฐานในตำแหน่งต่างๆ บนพื้นผิวดินของ Dalrymple et al. (1968) (นำมาจาก Fitzpatrick, 1980)	7
รูปที่ 2.2	ภาคตัดด้านข้าง แสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะชั้นดินและตำแหน่งในภูมิประเทศ (Derbyshire, 1976)	9
รูปที่ 2.3	แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน ในคาบ 25 ปี (2500-2524) (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ภาคเหนือ, 2525)	21
รูปที่ 5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะชั้นดิน และตำแหน่งในภูมิประเทศของชุดดินลาดหญ้า/ท่ายาง	51
รูปที่ 5.2	ลักษณะชั้นดินลูกรัง ในสภาพแวดล้อมที่เป็นหินทราย	59
รูปที่ 5.3	ลักษณะชั้นดินลูกรัง ในสภาพแวดล้อมที่เป็นหินดินดาน	62
รูปที่ 5.4	ลักษณะชั้นดินลูกรัง ในสภาพแวดล้อมที่เป็นหินดินดาน สลับหินเชิร์ทชั้นบาง	64

### 1.1 ปัญหาและความสำคัญของชอยแอกกรีเกต ในพื้นที่เมืองเชียงใหม่

แอ่งเชียงใหม่ตั้งอยู่ในบริเวณภาคเหนือตอนบน มีเนื้อที่ประมาณ 2,800 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดที่สำคัญสองจังหวัด คือ เชียงใหม่ และลำพูน จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นเมืองใหญ่อันดับสองของประเทศ เป็นเมืองหลักของภาคเหนือตอนบน และเป็นศูนย์กลางการเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การท่องเที่ยว การศึกษา และส่วนราชการต่างๆ ในภาคเหนือ ปัจจุบันตัวเมืองเชียงใหม่กำลังอยู่ในภาวะการพัฒนาและขยายตัวตามแผน "ผังเมืองรวมเมืองเชียงใหม่ ปี 2540" ของสำนักผังเมือง กระทรวงมหาดไทย ซึ่งทำให้มีความจำเป็นต้องทำการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานทางวิศวกรรมต่างๆ เช่น อาคาร โรงงาน เส้นทางคมนาคม งานชลประทานแหล่งน้ำ ฯลฯ เป็นจำนวนมาก

ในงานก่อสร้างโดยทั่วไปมักจะมีการนำเอาวัสดุธรรมชาติ เช่น กรวด หิน ดิน ทราย ฯลฯ มาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ สำหรับชอยแอกกรีเกต (Soil aggregate) นั้น หมายถึงมวลดินธรรมชาติ บางประเภทที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในงานก่อสร้างทางวิศวกรรม เช่น งานถนน งานที่ถม งานอ่างเก็บน้ำและคลองส่งน้ำ ฯลฯ ในการนำเอาชอยแอกกรีเกตมาใช้งานนั้น มักใช้เป็นปริมาณมาก และในบางครั้งจะต้องนำมาจากแหล่งที่อยู่ห่างไกลจากบริเวณอาคารก่อสร้าง ทำให้ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการขนส่งเป็นอย่างมาก สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เป็นดังนี้เพราะว่า การออกแบบก่อสร้างยังคงมุ่งใช้เฉพาะวัสดุที่เคยใช้ทั่วไป (Conventional materials) ซึ่งบ่อยครั้งจะหาได้ยากในแต่ละท้องถิ่น ผู้ออกแบบไม่พยายามปรับวิธีการออกแบบให้สอดคล้องกับวัสดุที่มีในท้องถิ่น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขาดข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับคุณสมบัติทางวิศวกรรม รวมทั้งแหล่งของวัสดุในท้องถิ่นนั้นๆ

สิ่งสำคัญที่ใช้ในการพิจารณาเลือกแหล่งชอยแอกกรีเกต ได้แก่ คุณสมบัติทางวิศวกรรมของชอยแอกกรีเกต ระยะทางในการขนส่งจากแหล่งชอยแอกกรีเกตถึงบริเวณอาคารก่อสร้าง และปัญหาเกี่ยวกับการขุดเอาชอยแอกกรีเกตมาใช้ เช่น ความหนาของหน้าดินปิดทับ ความยากง่ายในการขุด และระดับน้ำใต้ดิน เป็นต้น เนื่องจากคุณสมบัติและลักษณะของแหล่งชอยแอกกรีเกตในท้องถิ่นต่างๆ มีความแปรปรวนสูงมาก ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการวางแผนงานพัฒนาสิ่งก่อสร้าง หลาย ๆ ประเทศจึงได้มีการจัดทำแผนผังแสดงคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานวิศวกรรมของดินในตำแหน่งต่างๆ (Institution of Civil Engineers, 1976; Grant, 1975) ซึ่งแผนผังเหล่านี้สามารถนำมาใช้ในการกำหนดแหล่ง และประเมินคุณสมบัติทางวิศวกรรมของชอยแอกกรีเกตในท้องถิ่นต่างๆ ได้ สำหรับในประเทศไทยนั้น นอกจากมีแผนผังประเภทที่สามารถ

ให้ข้อมูลอย่างหนาแน่น เกี่ยวกับลักษณะ โดยทั่วไปของดิน ในพื้นที่ต่างๆ ได้ เช่น แผนที่ธรณีวิทยา (Geological Map) ของกรมทรัพยากรธรณี แผนที่ดิน (Agricultural Soil Map) ของกรมพัฒนาที่ดิน และแผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map) ของกรมแผนที่ทหาร แต่ข้อมูลจากแผนที่เหล่านี้ไม่สามารถบ่งชี้ถึงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินได้

ประโยชน์ของแผนที่แสดงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน ในการใช้กำหนดแหล่งวัสดุก่อสร้างที่เหมาะสม เป็นเพียงส่วนน้อยเมื่อเทียบกับประโยชน์ด้านอื่นๆ อันที่จริงแล้วข้อมูลจากแผนที่จะช่วยให้การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) ของโครงการก่อสร้างทางวิศวกรรมต่างๆ สามารถทำได้ อย่างประหยัดและรวดเร็ว หน่วยงานพัฒนาจะสามารถนำข้อมูลจากแผนที่ดังกล่าว ไปใช้ประโยชน์ในการวางแผน การใช้ที่ดิน เพื่อกิจกรรมต่างๆ ตามความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมได้อย่างมากมาย

การศึกษาคุณสมบัติของดินในพื้นที่จำกัดนั้น สามารถทำได้โดยการสำรวจภาคสนาม และเลือกเก็บตัวอย่างดินมาทำการวิเคราะห์ แต่ในการศึกษาเพื่อจัดทำแผนที่แสดงคุณสมบัติดิน เป็นบริเวณกว้างๆ นั้น หากทำการสำรวจโดยวิธีดังกล่าว จะสิ้นเปลืองเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายเป็นอย่างมาก วิธีการสำรวจที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาอย่างนี้ คือวิธีการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (Remote sensing technique) ซึ่งทำการตรวจสอบลักษณะภูมิประเทศ โดยใช้รูปถ่ายแสดงลักษณะพื้นดิน ซึ่งถ่ายจากที่สูงในรูปแบบต่างๆ เช่น ภาพถ่ายทางอากาศ (Aerial photographs) ภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite imagery) และอาศัยลักษณะภูมิประเทศ (Terrain) เป็นสิ่งบ่งชี้คุณสมบัติของดิน ส่วนประกอบของลักษณะภูมิประเทศ (Terrain components) ที่สามารถบ่งชี้คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินได้ เช่น ระดับความสูงและความลาดเอียงของพื้นที่ รูปแบบการกัดเซาะโดยทางน้ำ ลักษณะพืชพรรณที่ปกคลุม ฯลฯ

การศึกษาเพื่อนำเอาวิธีการสำรวจแบบสัมพัทธ์ระยะไกลมาใช้ในการสำรวจหาแหล่งวัสดุก่อสร้างธรรมชาตินั้น ได้มีการทำกันบ้างแล้วในเมืองไทย ในภาคกลางของประเทศได้มีการทดลองใช้ภาพถ่ายทางอากาศในการสำรวจหาแหล่งทรายบน (Udomratn, 1984; นิธิศ จันทศิริวัฒน์กุล และอิมชัย เตชะพรหมณ์, 2529) สมยศ ฮักเจริญ และเหล่า อัจฉวิชัย, 2529 ศึกษาแหล่งดินลูกรังในภาคอีสาน โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม ผลการศึกษาเหล่านี้ไม่อาจนำมาประยุกต์ใช้โดยตรง สำหรับพื้นที่เขตภาคเหนือของประเทศไทยได้ เนื่องด้วยความแตกต่างในสภาพภูมิประเทศและลักษณะทางธรณีวิทยาโดยทั่วไป

สำหรับพื้นที่ในบริเวณแอ่งเชียงใหม่ นั้น ได้มีการจัดทำแผนที่ดินทางการเกษตร สำหรับจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูนไว้แล้ว โดยกรมพัฒนาที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดินฯ, 2519, 2524) ซึ่งในการจัดทำนั้นได้

ใช้ภาพถ่ายทางอากาศทำการศึกษาสภาพภูมิประเทศ และคุณสมบัติในการใช้งานทางการเกษตรของที่ดิน ข้อมูลจากแผนที่ดินเหล่านี้ ยังไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากในการกำหนดแหล่งคุณสมบัติของช้อยแอกกรีเกตใหม่เอง เชียงใหม่ แต่หากได้มีการศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมอีกก็จะสามารถตัดแปลงมาใช้ประโยชน์ได้ (อนิรุทธิ์ ธงไชย และคณะ, 2529)

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายทางอากาศ แผนที่ดินทางการเกษตร และแผนที่ภูมิประเทศ ประกอบกับการสำรวจภาคสนามและการทดลองในห้องปฏิบัติการ ในการสำรวจแหล่งและคุณสมบัติของแหล่งช้อยแอกกรีเกต ในบริเวณเอง เชียงใหม่ โดยให้วัตถุประสงค์หลักสองประการคือ

1. ทำแผนที่แสดงขอบเขต และแหล่งของช้อยแอกกรีเกตภายในบริเวณเอง เชียงใหม่
2. คุณสมบัติทางวิศวกรรมของช้อยแอกกรีเกตตามแหล่งต่างๆ ภายในบริเวณเอง เชียงใหม่

## 1.3 วิธีการและขอบเขตการวิจัย

ในการดำเนินงาน ได้ใช้แผนที่ดินทางการเกษตรจังหวัด เชียงใหม่ ของกรมแผนที่เป็นข้อมูลพื้นฐาน โดยทำการตรวจสอบคุณสมบัติของหน่วยดินต่างๆ จากแผนที่ดิน แล้วเลือกศึกษาหน่วยดินที่คาดว่าจะสามารถใช้เป็นแหล่งช้อยแอกกรีเกตได้ที่ละหน่วย

ในขั้นตอนแรกของการศึกษาแต่ละหน่วยดินนั้น ได้ทำการศึกษาความแปรปรวนของลักษณะภูมิประเทศในตำแหน่งต่างๆ จากภาพถ่ายทางอากาศ และแผนที่ภูมิประเทศ แล้วทำการสำรวจภาคสนาม เพื่อตรวจสอบความแตกต่างในลักษณะ ซึ่งสามารถสังเกตได้ด้วยตาและการสัมผัสของช้อยแอกกรีเกตในแผนที่ ซึ่งลักษณะภูมิประเทศมีความแตกต่างกัน จากนั้นจึงได้นำเอาผลการสำรวจมาวิเคราะห์และสรุปหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภูมิประเทศ และลักษณะของช้อยแอกกรีเกต

ขั้นตอนที่สองของการศึกษาเป็นการจัดกลุ่มหน่วยดินขึ้นใหม่ เพื่อให้กลุ่มดินที่จัดขึ้นใหม่มีลักษณะภูมิประเทศ และลักษณะดินคล้ายคลึงกันมากขึ้น ทำการจัดแบ่งขอบเขตหน่วยดินใหม่โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศและอาศัยข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภูมิประเทศ และลักษณะช้อยแอกกรีเกต ซึ่งสรุปได้จากการศึกษาในขั้นตอนแรก

นอกจากนี้ยังได้มีการนำเอาตัวอย่างดิน ซึ่งเป็นตัวแทนของกลุ่มดินที่ได้รับการจัดแบ่งชั้นใหม่ ไปทำการทดสอบหาคุณสมบัติทางวิศวกรรมในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดสอบนี้ ทำการเก็บในขณะที่ทำการสำรวจภาคสนามในขั้นตอนการศึกษาแรก และการทดสอบในห้องปฏิบัติการดำเนินการควบคู่ไปกับการศึกษาในส่วนอื่นๆ

พื้นที่ซึ่งได้เลือกทำการศึกษานี้ เป็นพื้นที่ในขอบเขตของชุดดินทางการเกษตร 3 ชุด ซึ่งมีแหล่งชอยแอกกรีเกตประเภทต่างๆ (ดินกรวด ดินลูกรัง และหินผุ) ที่ใช้กันอยู่ในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่ครบ (อนิรุทธิ์ ธงไชย, 2526) พื้นที่เหล่านี้กระจายตัวอยู่ตามบริเวณขอบแอ่งตลอดแนวเหนือ-ใต้ ทั้งทางด้านตะวันตกและด้านตะวันออก รวมพื้นที่ทำการศึกษาทั้งหมด 850 ตารางกิโลเมตร

#### 1.4 เนื้อหารายงานการวิจัย

รายงานการวิจัยในบทต่างๆ ต่อไปนี้ เป็นการกล่าวถึงเนื้อหาในส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้ คือ

- บทที่ 1 กล่าวถึงปัญหาและวัตถุประสงค์ของการวิจัย
- บทที่ 2 กล่าวถึงการศึกษาดังกล่าว ที่เคยมีมา เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิประเทศและคุณสมบัติ ดินโดยทั่วไป รวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับสภาพทางภูมิศาสตร์ของแอ่งเชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการวางแผนการวิจัยนี้
- บทที่ 3 กล่าวถึงขั้นตอนและวิธีการศึกษาที่ใช้ในการวิจัยรวมทั้งข้อวิจารณ์ข้อจำกัดต่างๆ
- บทที่ 4 กล่าวถึงการศึกษาลักษณะภูมิประเทศของแหล่งและคุณสมบัติทางวิศวกรรม ของดินกรวด
- บทที่ 5 กล่าวถึงการศึกษาลักษณะภูมิประเทศของแหล่ง และคุณสมบัติทางวิศวกรรมของแหล่งดินลูกรังและหินผุ
- บทที่ 6 เป็นการสรุปภาพรวมของผลการวิจัยครั้งนี้ พร้อมทั้งข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยที่ควรทำต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

## บทที่ 2 วรรณคดีวิจารณ์

### 2.1 นำเรื่อง

งานก่อสร้าง โครงสร้างทางวิศวกรรมในรูปแบบต่างๆ มักจะมีการนำเอาดินที่มีอยู่ตามธรรมชาติ มาใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง เช่น การก่อสร้างคันดินในงานเขื่อนหรือถนน การใช้ดินเป็นวัสดุในโครงสร้างถนน การถมดินเพื่อปรับระดับพื้นที่สำหรับก่อสร้างอาคาร ลักษณะการใช้งานรูปแบบต่างๆ ต่างก็ต้องการดินที่มีคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่เหมาะสมแตกต่างกันออกไป ในทางวิศวกรรมดินประเภทต่างๆ ที่มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ประโยชน์ในงานก่อสร้าง เรียกรวมกันว่า ช้อยแอกกรีเกต (Soil Aggregate)

สิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาในการเลือกช้อยแอกกรีเกตมาใช้งาน ได้แก่ คุณสมบัติทางวิศวกรรมของช้อยแอกกรีเกต และปัญหาต่างๆ เกี่ยวกับการขุดมาใช้งาน เช่น ความลึกจากผิวดินของชั้นที่นำมาใช้งาน ความยากง่ายในการขุด การระบายถ่ายเทน้ำจากบ่อขุด เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะสามารถบ่งบอกได้โดยประมาณจากลักษณะภูมิประเทศในบริเวณแหล่ง ดังนั้นการสำรวจแหล่งช้อยแอกกรีเกตในบางครั้งอาจกระทำได้โดยการศึกษาเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ จากข้อมูลพื้นฐานในรูปแบบต่างๆ เช่น แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่ดินทางการเกษตร และภาพถ่ายทางอากาศ เป็นต้น (Spangler and Handy, 1972; Gidigasu, 1976; Institute of Civil Engineers, 1976)

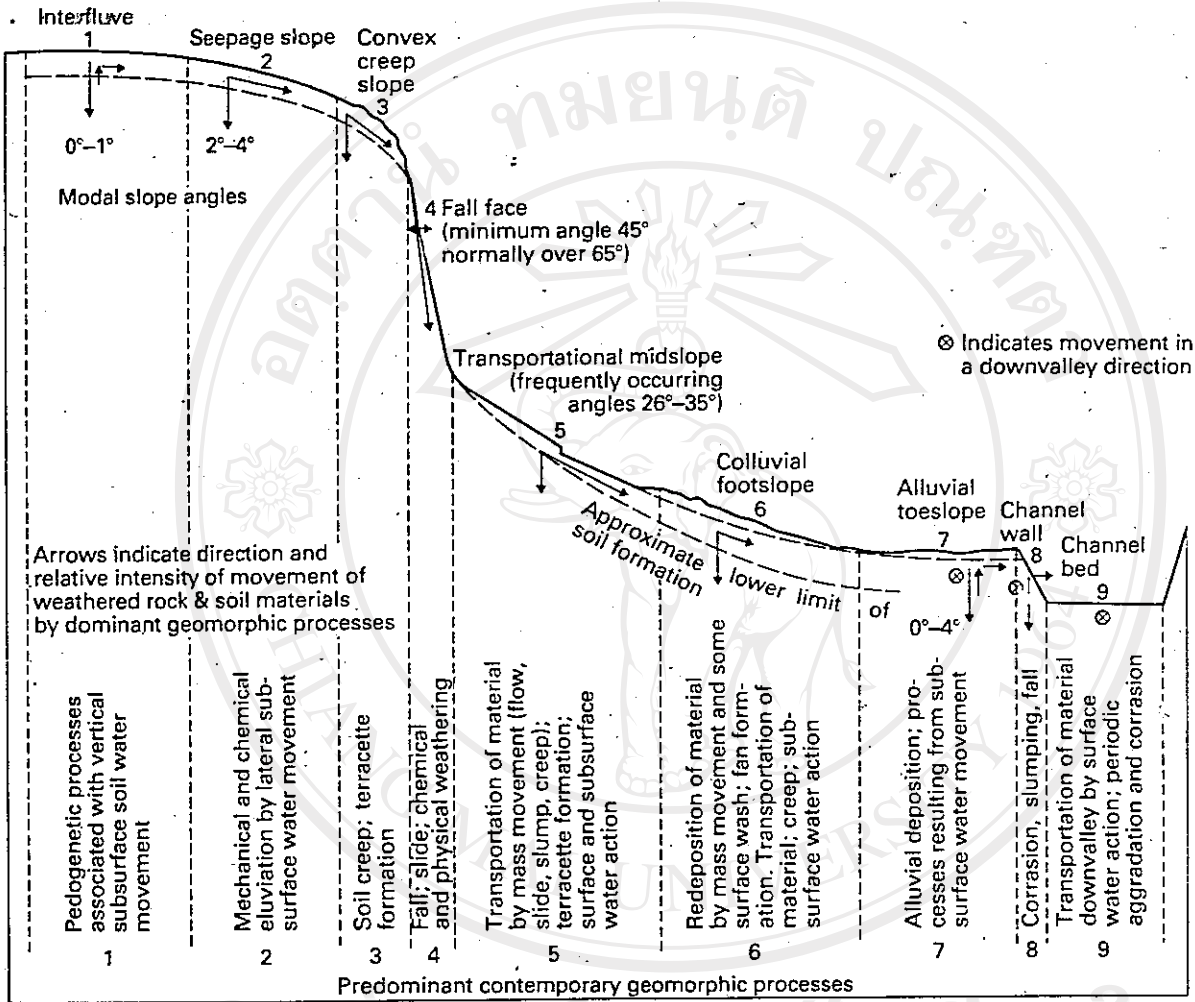
### 2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภูมิประเทศและคุณสมบัติของดิน

ความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่าง ลักษณะภูมิประเทศกับคุณสมบัติทางกายภาพของหินหรือดิน นับเป็นความจำเป็นพื้นฐานในการสำรวจและทำแผนที่ทางธรณีวิทยา ธรณีวิทยาธรณีวิทยา การสำรวจดินหรือการประเมินค่าลักษณะภูมิประเทศ (Terrain evaluation) อย่างไรก็ตามความสัมพันธ์ดังกล่าว มักจะมีอยู่หลายระดับและหลายลักษณะ ทั้งโดยตรงและโดยอ้อม และบางครั้งก็ค่อนข้างซับซ้อน ทั้งนี้เพราะ ในธรรมชาตินั้นสิ่งแวดล้อมของโลกซึ่งเป็นผลจากขบวนการทางธรณีวิทยาและขบวนการทางธรณีวิทยาที่กระทำต่อผิวของเปลือกโลก จะได้รับอิทธิพลจากองค์ประกอบย่อยพื้นฐานต่างๆหลายประการ เช่น โครงสร้างทางธรณีวิทยา การเคลื่อนไหวของเปลือกโลก คุณสมบัติของหิน คุณสมบัติของดิน สภาพภูมิอากาศ ชนิดของขบวนการทางธรณี

ลักษณะพื้นฐาน ทัศนวิสัย ความสูง ลักษณะของพื้นผิว การกระทำของมนุษย์ และเวลา เป็นต้น (Penck, 1953; Mitchell, 1973; Grant, 1975; Young, 1980) สำหรับในบริเวณที่อยู่ภายใต้สภาพภูมิอากาศเหมือนกัน หรือในบริเวณเขตภูมิอากาศหนึ่งๆ ความแปรปรวนในลักษณะภูมิประเทศหรือลักษณะธรณีสัณฐานและความหนาแน่นของทางน้ำ มักจะถูกควบคุมโดยคุณสมบัติของหินหรือดินในพื้นที่นั้นๆ (Derbyshire, 1976)

ขบวนการธรณีสัณฐาน ซึ่งเป็นขบวนการที่ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศ และดินประเภทต่างๆ ที่ผิวโลก ได้แก่ ขบวนการผุพังสลายตัว (Weathering Process) ขบวนการกัดกร่อน (Erosional Process) และขบวนการตกทับถม (Depositional Process) ลักษณะธรณีสัณฐานที่เป็นผลจากขบวนการเหล่านี้ สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ ลักษณะธรณีสัณฐานที่เป็นผลจากการลดระดับ (Denudational Landform) ซึ่งได้แก่ลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจาก ขบวนการผุพังสลายตัว และขบวนการกัดกร่อน และลักษณะธรณีสัณฐานที่เป็นผลจากการเพิ่มระดับ (Aggradational Landform) ได้แก่ลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากขบวนการตกทับถมของตะกอนด้วยตัวกลางชนิดต่างๆ เช่น น้ำ ลม น้ำแข็ง และแรงโน้มถ่วง (Sprangler and Handy, 1973; Young, 1980) อย่างไรก็ตามไม่ว่าลักษณะธรณีสัณฐานจะเป็นผลจากการเพิ่มระดับหรือลดระดับ ต่างก็สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงลักษณะ และคุณสมบัติของดินในบริเวณนั้นๆ ได้ รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะการเกิดขบวนการธรณีสัณฐาน ตามตำแหน่งต่าง ๆ ในภูมิประเทศบนพื้นผิวดิน

ลักษณะธรณีสัณฐานที่เป็นผลจากการเพิ่มระดับ มีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับชนิดของตัวกลางที่พัฒนาตะกอน สภาพแวดล้อมของการตกทับถมของตะกอน และตำแหน่งทางภูมิประเทศ ตัวอย่างที่สำคัญได้แก่ บริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งมีลักษณะเป็นที่ราบข้างแม่น้ำ จะมีการตกทับถมของตะกอนทรายและกรวดภายในแม่น้ำ มีการตกทับถมของทรายบริเวณทำนบธรรมชาติ (Natural Levee) และมีการตกทับถมของทรายละเอียด ทรายแป้ง และดินเหนียว ในบริเวณที่ราบลุ่มที่อยู่ถัดจากทำนบธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากการมีน้ำท่วมในฤดูน้ำหลาก นอกจากนี้ตัวแม่น้ำมักจะมีการกัดเซาะด้านข้าง (Lateral erosion) ทำให้ตำแหน่งของแม่น้ำเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา และมีการโค้งตัว (Meandering) ขึ้นตะกอนภายในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงจึงประกอบด้วยตั้งแต่ชั้นตะกอนละเอียดถึงชั้นตะกอนหยาบ และบางครั้งจะมีหลายๆ ขนาดคละปนกัน ลักษณะการเรียงชั้นตะกอนไม่แน่นอน จะมีความแปรปรวนสูงทั้งในทางราบและทางตั้ง โดยอาจจะพบได้ทั้งลักษณะที่เป็นชั้นตะกอนหนาสลับกัน หรือมีลักษณะเป็นเลนส์แทรกอยู่ก็ได้ ตัวอย่างที่สำคัญอีกตัวอย่างหนึ่ง คือ ลานตะกอนน้ำพารูปพัด (Alluvial fan) ซึ่งเกิดในบริเวณที่แม่น้ำหรือห้วยจากบริเวณภูเขา เริ่มเข้าสู่ที่ราบลุ่มในแอ่งสะสมตะกอน และมีการตกทับถมของตะกอน เนื่องมาจากความเร็วของกระแสไหลลดลง โดยในระยะแรกที่เริ่มเข้าสู่บริเวณที่ราบลุ่ม จะมีการตกทับถมของตะกอนขนาดหยาบ และในตอนปลายจะมีการตกทับถมของตะกอนละเอียดขนาดทรายแป้งหรือดินเหนียว นอกจากนี้ยังมีลักษณะธรณีสัณฐานที่เป็นผลจากการเพิ่มระดับอื่น ๆ อีกเช่น บริเวณชายฝั่งทะเล และทะเลสาบ (Beach) บริเวณดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ (Delta) บริเวณดินตะกอนลมหอบ (Loess) บริเวณตะกอนธารน้ำแข็ง (Glacial deposit) เป็นต้น (Institute of Civil Engineer, 1976)



รูปที่ 2.1

โมเดลแสดงขบวนการเกิดและลักษณะภูมิทัศน์ฐานในตำแหน่งต่างๆ

บนพื้นผิวดินของ Dalrymple et al. (1968) (นำมาจาก

Fitzpatrick, 1980)



ในกรณีของลักษณะธารน้ำที่พื้นฐานที่เป็นผลจากการลดระดับจะพบว่า อิทธิพลของลักษณะภูมิประเทศที่มีต่อคุณสมบัติของดินนั้น มีรูปแบบโดยทั่วไปที่ค่อนข้างแน่นอน ซึ่งในทางปฐพีวิทยาเรียกว่า คาทีน่า (Catena) หรือ ลำดับการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินหรือชนิดดินตามผิวลาดของเนิน ตั้งแต่ ยอดเนินจนถึงหุบเขาหรือก้นห้วย คาทีน่านี้อาจจะมีรูปแบบเป็นแบบคงรูป (Uniform catena) หรือแบบค่อยๆ เปลี่ยน (Simple catena) หรือแบบที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและค่อนข้างซับซ้อน (Complex catena) องค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญที่มีต่อคาทีน่า ได้แก่ ความต่างระดับ, ความชันและความยาวของผิวลาด สภาพภูมิอากาศ สภาพอนุภาควิทยา และชนิดของหิน เช่น ในเขตภูมิอากาศร้อน (Tropical zone) พบการกัดกร่อน ส่วนใหญ่จะเกิดในลักษณะการชะผิวดิน (Surface wash) โดยอัตราของการชะผิวดิน จะเพิ่มขึ้นตามความชันของผิวลาด และความยาวของผิวลาด (Derbyshire, 1976; Young, 1980) เป็นต้น รูปที่ 2.2 เป็นภาคตัดแสดงถึงลักษณะของการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินตามผิวลาด

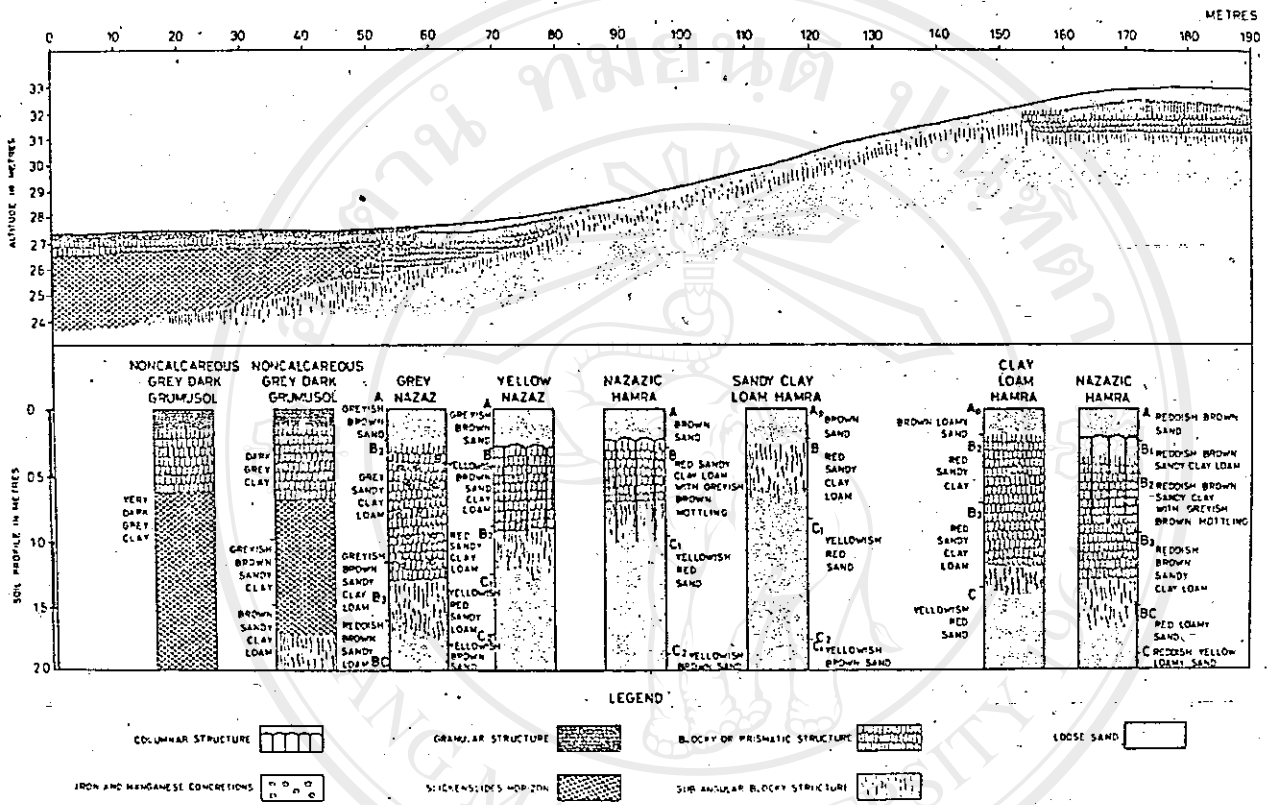
ข้อสรุปเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินตามผิวลาดของเนินที่สำคัญมีดังนี้

ก. ดินบริเวณผิวเนินตอนบน จะมีความชุ่มชื้นน้อยกว่า บริเวณเชิงเนิน (Ellis, 1938 อ้างจาก Derbyshire, 1976)

ข. ในบริเวณที่มีการชะผิวดินเกิดขึ้นมาก ชั้นดินตามตำแหน่งต่างๆ บนผิวลาดจะมีการเกิด ณ ที่นั้น ไม่ได้เกิดจากการถูกพัดพามาตกทับถมจากตอนบนของผิวลาด ทั้งนี้เพราะส่วนต่างๆ ที่ถูกพัดพาตลอดผิวลาดนั้นส่วนใหญ่ จะถูกพัดพาลงสู่ห้วย และถูกระแสน้ำในห้วยพัดพาต่อไป (Webster, 1965 อ้างจาก Derbyshire, 1976)

ค. ปริมาณทรายในดินจะเพิ่มขึ้น ขณะที่ปริมาณดินเหนียวจะลดลงในตำแหน่งของผิวลาดที่ต่ำลงมา ทั้งนี้เพราะในส่วนของผิวลาดตอนล่างๆ และ/หรือที่มีความชันมากขึ้น การกัดกร่อนในลักษณะของการชะผิวดิน จะเกิดขึ้นมาก ซึ่งทำให้บริเวณดังกล่าวมีขนาดเม็ดดินที่ค่อนข้างหยาบ (Webster, 1965 and Moorgan, 1973 อ้างจาก Derbyshire, 1976)

ง. ลักษณะผิวลาดโดยทั่วไปของเนินที่ในเขตภูมิอากาศร้อน จะเป็นแบบโค้งเว้า ซึ่งจะเกิดการกัดกร่อนที่มากในส่วนตอนบนของผิวลาด ขณะที่ในส่วนล่างมักจะมีการตกทับถมของ ตะกอนที่ถูกพัดพามาจากตอนบน ในลักษณะของเศษหินเชิงเขา (Colluvium) และเกิดการกัดกร่อนน้อย ทั้งนี้เพราะความชันของผิวลาด ลดลงในตำแหน่งที่ต่ำลงมา (Derbyshire, 1976; Young, 1980)



รูปที่ 2.2 ภาคตัดด้านข้าง แสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะดินใต้และตำแหน่ง

ในภูมิภาค (Derbyshire, 1976)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved

จ. มีบางบริเวณของเนินหรือผิวลาดที่ไม่ถูกกัดกร่อน หรือมีการกัดกร่อนเกิดขึ้นน้อย เช่นบริเวณยอดเนินที่แผ่กว้าง บริเวณดังกล่าวมักจะมีดินที่มีชั้นดินชัดเจน และมีการชะล้างในแนวตั้งเกิดขึ้นมาก โดยดินเหนียวส่วนใหญ่จะถูกชะล้างไปสะสมในชั้นดินที่อยู่ลึกกลงไป บางบริเวณที่มีการชะล้าง (Leaching) เกิดขึ้นมาก และถ้ามีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ก็อาจทำให้เกิด ชั้นดานแข็ง (Duricrust) ในลักษณะของ เฟอริครีต (Ferricrete) ซิลครีต (Silcrete) หรือบอกซ์ไซต์ (Bauxite) (Ollier, 1976 อ้างจาก Derbyshire, 1976)

ฉ. ความหนาของชั้นดินบนเนิน จะขึ้นกับความชันของผิวลาด ชั้นดินจะหนาในบริเวณที่มีความชันต่ำ และจะบางในบริเวณที่มีความชันมาก และในกรณีที่มีการตกทับถมของเศษหินที่ถูกพัดพามาจากผิวลาดตอนบน ความหนาของชั้นดินบริเวณเชิงเนิน จะขึ้นกับปริมาณตะกอนที่ถูกพัดพามาตกทับถมและปริมาณตะกอนที่ถูกกัดกร่อนออกไป (Ollier, 1976 อ้างจาก Derbyshire, 1976)

ลักษณะธรณีสัณฐานที่เป็นผลจากการลดระดับที่เกิดขึ้นในบริเวณที่มีดินเป็นชั้นหนามาก คุณสมบัติของดินจะมีอิทธิพลต่อการเกิดลักษณะภูมิประเทศในบริเวณดังกล่าว ซึ่งเป็นคุณสมบัติทางกายภาพที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการซึมผ่านของน้ำในดิน (Soil permeability) และแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดิน อันจะเป็นตัวควบคุมขบวนการกัดกร่อนที่เกิดขึ้น ซึ่งได้แก่การกระจายขนาดของเม็ดดิน ปริมาตรดินเหนียว ปริมาณสารอินทรีย์ โครงสร้างของดิน ลักษณะการเรียงชั้นดิน ตลอดจนการเชื่อมประสานเม็ดดิน (Soil Survey Staff, 1960) อิทธิพลดังกล่าวนี้จะสะท้อนออกมาในลักษณะของความหนาแน่นของทางน้ำ ลักษณะร่องน้ำ และลักษณะภูมิทัศน์ พอจะกล่าวเป็น ข้อๆ ได้ดังนี้

ก. ดินที่มีกรวดและทรายมาก จะมีการกัดกร่อนเกิดขึ้นน้อย เพราะมีความสามารถในการซึมผ่านของน้ำในดินดี และเป็นดินที่มีเสถียรภาพ (Stability) ค่อนข้างดี อันเนื่องมาจากแรงเสียดทานระหว่างเม็ดดิน จึงมีความหนาแน่นของทางน้ำต่ำ การกระจายตัวของทางน้ำค่อนข้างเป็นระเบียบ ร่องน้ำค่อนข้างตรง มีลักษณะเป็นรูปตัววี (V)

ข. ดินที่มีทรายละเอียดและทรายแป้งมาก การกัดกร่อนจะเกิดขึ้นได้มาก และง่าย เพราะมีความสามารถในการซึมผ่านของน้ำไม่ค่อยดี มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินน้อย และแรงเสียดทานระหว่างเม็ดดินน้อย อีกทั้งเมื่ออิ่มตัวด้วยน้ำแล้ว จะมีความเสถียรภาพน้อยมาก บริเวณที่มีดินดังกล่าว จะมีความหนาแน่นของทางน้ำมาก ทางน้ำกระจายตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ เพราะมีการกัดเซาะทางด้านข้างได้ง่าย และร่องน้ำมักเป็นรูปตัวยู (U) มีการพังทลายของหน้าดินข้างร่องน้ำปรากฏอยู่ทั่วไป

ค. ดินที่มีดินเหนียวมาก การกัดกร่อนจะเกิดขึ้นยากกว่าบริเวณที่เป็นทรายละเอียดและทรายแป้ง เพราะถึงแม้ดินเหนียวจะมีความสามารถในการซึมผ่านของน้ำในดินไม่ดี แต่จะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินแข็งแรงกว่าบริเวณที่มีดินดังกล่าวอยู่ จะมีความหนาแน่นของทางน้ำมีมาก มีรูปแบบเป็นแบบกิ่งไม้ (Dendritic pattern) ถึงแบบขนนก (Pinnate pattern) เป็นทางน้ำสายสั้น ร่องน้ำมักเป็นรูปตัววี (V) กว้างและตื้น

ความมากน้อยของการกัดกร่อนของดินที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเป็นตัวควบคุมการเกิดลักษณะภูมิประเทศ นอกจากจะขึ้นกับคุณสมบัติของดินแล้ว ยังขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝน และความรุนแรงของฝน และสภาพพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุมผิวดินอีกด้วย ดังนั้นความแตกต่างของสภาพภูมิประเทศในแต่ละบริเวณ อาจจะเป็นผลสะท้อนจากความแตกต่างในคุณสมบัติของดิน ปริมาณน้ำฝน หรือสภาพพืชพรรณที่ปกคลุมผิวดิน (Kirkby and Morgan, 1980; Institute of Civil Engineer, 1976)

### 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งข่อยแอกริเทกและลักษณะธรณีสัณฐาน

ข่อยแอกริเทกที่พบทั่วไปตามธรรมชาติ ในเขตร้อนชื้น (humid to sub-humid) สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ

- ก. ข่อยแอกริเทกที่เกิดจากการตกตะกอนทับถม โดยน้ำ (Alluvial Deposits)
- ข. ข่อยแอกริเทกที่เกิดจากการสลายตัวอยู่กับที่ของหิน (Residual Soil Deposits)
- ค. ข่อยแอกริเทกที่มีการประสานตัวโดยน้ำแร่เหล็กและ/หรือ แมงกานีส หรือลูกรัง (Laterite Deposits)

ลักษณะธรณีสัณฐานของแหล่งข่อยแอกริเทกเหล่านี้จะมีลักษณะเฉพาะตัว ทั้งนี้อาจเนื่องจากอิทธิพลร่วมของขบวนการเกิดของแหล่ง และคุณสมบัติของข่อยแอกริเทกในแหล่ง

#### 2.3.1 แหล่งข่อยแอกริเทกที่เกิดจากการตกทับถม (Alluvial deposits)

ก. ลานตะกอนรูปพัด (Alluvial fans) มีลักษณะเป็นลานสะสมตะกอนรูปพัดที่เกิดจากการตกทับถมของตะกอนทางน้ำ ในบริเวณเขตติดต่อระหว่างเทือกเขาสูง (Mountain range) และที่ราบ (Plain) ในช่วงต้นของลานตะกอนรูปพัดจะมีความชันของพื้นผิวมาก และดินจะประกอบด้วยเม็ดดิน

ขนาดหยาบ แล้วความชันจะค่อยๆ ลาดเข้าสู่ที่ราบ และดินจะประกอบด้วยเม็ดดินที่มีขนาดเล็กลงเรื่อยๆ บริเวณที่เป็นลานตะกอนรูปพัดมักจะครอบคลุมเนื้อที่กว้างหลายตารางกิโลเมตร และประกอบด้วยตะกอนขนาดต่างๆ ได้แก่ เศษก้อนหิน กรวดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว โดยทั่วไปจะถือว่าลานตะกอนรูปพัดเป็นแหล่งขอยแยกกรีกเทกที่ดี สำหรับเป็นวัสดุในงานก่อสร้างทางหลวง หรือนำมาผสมคลุกในการทำคอนกรีต (Bureau of Reclamation, 1974)

ข. ที่ราบลุ่ม (Flood Plain) ได้แก่บริเวณลานสะสมตะกอนที่เป็นที่ราบลุ่มข้างแม่น้ำ จะประกอบด้วยตะกอนหลายขนาด ได้แก่ กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว โดยตะกอนเหล่านี้จะเกิดแยกเป็นชั้นเป็นชั้นแทรกสลับกันอยู่ หรือเกิดปนคละกัน ขอยแยกกรีกเทกที่สำคัญที่นำมาจากบริเวณที่เป็นที่ราบลุ่ม ได้แก่ทรายและกรวด สำหรับใช้ผสมคลุกในการทำคอนกรีต และเป็น Pervious shell materials สำหรับ Embankments อย่างไรก็ตาม ชั้นตะกอนต่างๆ ในบริเวณที่ราบลุ่ม จะมีความแปรปรวนสูงทั้งในแนวราบและในแนวตั้ง อีกทั้งยังมีน้ำบาดาลอยู่ในระดับตื้น โดยทั่วไปจะถือว่าบริเวณที่เป็นที่ราบลุ่มไม่เหมาะสมที่จะเป็นแหล่งขอยแยกกรีกเทกที่ดี โดยเฉพาะขอยแยกกรีกเทกประเภท Impervious materials (Bureau of Reclamation, 1974; Institute of Civil Engineer, 1976)

ค. ลานตะกอนแม่น้ำเก่า (River Terrace) มีลักษณะเป็นลานตะกอนของแม่น้ำเก่า ซึ่งจะประกอบด้วยตะกอนขนาดต่างๆ ตั้งแต่ กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว เช่นเดียวกับตะกอนในที่ราบลุ่ม ส่วนของลานตะกอนแม่น้ำเก่าที่เห็นอยู่ในปัจจุบันเป็นส่วนที่เหลือ จากการกัดเซาะโดยทางน้ำสายใหญ่และทางน้ำสายเล็กที่เกิดขึ้น หลังจากมีการลดระดับอยู่ตัว (Base level) ลักษณะภูมิทัศน์ต่างๆ และการกระจายตัวของทางน้ำที่เป็นผลจากการกัดเซาะดังกล่าว จะสะท้อนให้เห็นถึงคุณสมบัติของดิน โดยเฉพาะความสามารถในการซึมผ่านของน้ำในดิน เช่นบริเวณที่ประกอบด้วยดิน ที่มีความสามารถในการซึมผ่านของน้ำดี จะมีทางน้ำเกิดขึ้นน้อย และร่องน้ำไม่มีการกัดเซาะทางด้านข้าง (Lateral erosion) ขณะที่บริเวณที่ประกอบด้วยดินที่มีความสามารถในการซึมผ่านของน้ำไม่ดี เช่น ดินเหนียว จะมีทางน้ำเกิดขึ้นมาก และร่องน้ำจะมีการกัดเซาะทางด้านข้าง เป็นต้น โดยทั่วไปลานตะกอนแม่น้ำเก่า จะเป็นแหล่งขอยแยกกรีกเทกที่ดีสำหรับ กรวด และทราย ซึ่งมักจะเกิดเป็นชั้นหนา และมีการคละขนาดดี (Bureau of Reclamation, 1974; Institute of Civil Engineer, 1976)

ง. ลานตะกอนทะเลสาบ (Lacustrine deposits) ได้แก่ลานสะสมตะกอนที่ประกอบด้วยตะกอนที่ตกทับถมในทะเลสาบ (Lake) โดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นที่ราบ ล้อมรอบด้วยเนิน หรือเนินเขา จะประกอบด้วยตะกอนละเอียดมาก และมีแร่ดินเหนียวปนมาก ยกเว้นบริเวณขอบมักจะเห็นชั้นทรายแป้ง

ดินในบริเวณดังกล่าวมักจะเป็นดินที่น้ำซึมผ่านได้ยาก ทนตัวได้ง่าย (Compressible) และไม่มีคามมั่นคงแข็งแรง (Low strength) โดยทั่วไปอาจจะนำดินในบริเวณดังกล่าวไปใช้เป็นแกนเขื่อนดิน (Impervious cores of earth dams), ดาดทับน้ำหรือคันดินขนาดใหญ่ (Institute of Civil Engineer, 1976)

### 2.3.2 แหล่งขอยแอกกรีเกทในบริเวณดินเกิดใหม่ (Residual Soils Deposits)

แหล่งขอยแอกกรีเกทที่เกิดจากการสลายตัวของหินใหม่ที่เกิดจากการผุพังทลายของหิน ทั้งโดยกระบวนการทางกายภาพ เคมี หรือชีวภาพ บริเวณที่เป็นหินผุ มีลักษณะธรณีสัณฐานได้หลายลักษณะ และสามารถพบได้โดยทั่วไปในบริเวณที่ไม่เกิดดินประเภทอื่นหรือเป็นหินแข็ง ดินที่เป็นหินผุ โดยทั่วไปจะมีคุณสมบัติขึ้นกับคุณสมบัติของหินเดิม และความมากน้อยของการผุพังทลายที่เกิดขึ้น องค์ประกอบที่สำคัญของการผุพังของหิน ได้แก่ สภาพภูมิอากาศ สภาพอุทกวิทยาส่วนประกอบและลักษณะโครงสร้างของหิน พืชพันธุ์ที่ขึ้นปกคลุม ลักษณะภูมิประเทศ และความยาวนานของเวลา ลักษณะเด่นของหินผุ โดยทั่วไปที่เป็นประโยชน์ต่องานวิศวกรรม ได้แก่ เป็นดินที่ประกอบด้วยเศษหินเป็นเหลี่ยมมาก อย่างไรก็ตามเศษหินดังกล่าวมักจะมีคามแข็งแรงน้อยกว่าหินเดิม เวลานำไปใช้ในการก่อสร้างในระหว่างการดำเนินงาน อาจทำให้เศษหินต่างๆ เหล่านี้แตกเป็นเม็ดเล็กลงไปอีก ซึ่งย่อมจะทำให้คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินเปลี่ยนแปลงไปจากที่เคยประเมินไว้ก่อนหน้าการใช้งาน ดังนั้นก่อนที่จะนำหินผุมานำมาใช้เป็นขอยแอกกรีเกท ควรจะมีการทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน ในสถานการณ์ต่างๆ อันคาดว่าจะเกิดขึ้นเสียก่อน ความเหมาะสมของหินผุ ต่อการนำมาใช้งานทางวิศวกรรมนั้น จะเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของหินเดิม เป็นสำคัญ ดังนั้นขณะที่หินผุบางแห่งมีความเหมาะสมต่อการใช้งานทางวิศวกรรมมาก แต่บางแห่งไม่มีความเหมาะสมเลย จึงเป็นเรื่องที่พบได้เสมอ โดยทั่วไปหินผุมักจะนิยามว่าเป็นแหล่งขอยแอกกรีเกท ในกรณีที่ต้องการขอยแอกกรีเกทในปริมาณไม่มาก เพราะในการขุดบ่อเข็มในบริเวณที่เป็นหินผุนั้น มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น มีความลึกของหินฐานไม่แน่นอน และสภาพพื้นที่มักไม่ค่อยสะดวกต่อการขนส่ง (Institute of Civil Engineers, 1976)

### 2.3.3. แหล่งลูกรัง (Laterite deposits)

ลูกรัง (Laterite) เป็นดินที่มีแร่เหล็กออกไซด์มาก มีสีน้ำตาลถึงแดง เป็นผลจากกระบวนการสลายตัวของเคมีของแร่เดิม ให้สารละลายที่มีธาตุเหล็กและการสะสมตัวของแร่เหล็กและ/หรือแมงกานีสในชั้นดิน โดยมีน้ำเป็นตัวกลาง แหล่งลูกรังจะพบได้ทั่วไปในเขตอากาศร้อนถึงกึ่งร้อน (Tropical to sub-tropical zone) ซึ่งอาจจะมีการเกิดโดยการสะสมตัวอยู่กับที่ อันเป็นผลจากการ ผุพังสลายของหินเดิม หรือเกิดโดยการที่เม็ดดินถูกประสานโดยน้ำแร่เหล็กและ/หรือแมงกานีสที่ถูกพัดพามากับน้ำใต้ดิน จากบริเวณอื่น ลักษณะลูกรังที่พบโดยทั่วไป จะมีตั้งแต่เป็นดินเนื้อละเอียดขึ้น ค่อนข้างแน่น บางครั้งจะเป็นโพรง หรือเป็นดินร่วนประกอบด้วยเม็ดลูกรังขนาดเม็ดกรวด หรือเป็นผงลูกรังที่แข็ง

ถึงแข็งมาก แห้ง และบ่อยครั้งมักจะมีเศษหินขนาดหยาบหรือก้อนกรวดปนอยู่ด้วย ความแตกต่างในลักษณะต่างๆ เหล่านี้จะขึ้นกับขบวนการเกิดลูกรัง บริเวณที่เหมาะสมต่อการเกิดลูกรัง มักจะเป็นที่ค่อนข้างราบต่ำ และอยู่ใกล้กับระดับน้ำบาดาลโดยบริเวณที่มักจะมีแหล่งลูกรังเสมอนั้น ได้แก่ ส่วนที่เหลือของที่ราบสมัยเก่า (Penplain remnants) บริเวณลานเศษหินเชิงเขา และเนินที่ลาดต่ำและแผ่กว้างที่อยู่ตามขอบที่ราบลุ่มเป็นต้น นอกจากนี้บริเวณแหล่งลูกรังมักจะขาดสารอาหาร ที่จำเป็นสำหรับพืช ป่าไม้ในบริเวณดังกล่าวจึงมักจะไม่เขียว มีต้นไม้มิมีขนาดเล็ก ค่อนข้างแคระแกรน และไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก บริเวณดังกล่าว ส่วนใหญ่จึงมีสภาพเป็นป่าอยู่ (Soil Survey Staff, 1960; Kalpage, 1974; Suwanasing, 1974; Gidigas, 1976)

เนื่องจากบริเวณที่มีดินลูกรังจะมีลักษณะภูมิประเทศ ระบบทางน้ำ ลักษณะการกัดเซาะ และสภาพป่าไม้ที่ค่อนข้างเด่นชัด แตกต่างจากดินชนิดอื่น การสำรวจหาแหล่งลูกรังจึงกระทำได้ง่าย ทั้งโดยการอาศัยการสังเกตลักษณะภูมิประเทศโดยตรงในสนาม และการแปลความหมายจากภาพถ่ายทางอากาศ (Liang, 1964 อ้างจาก Gidigas, 1976) ดินลูกรังส่วนใหญ่เป็น ซอยแอกกรีเกตที่มีคุณภาพดี อย่างไรก็ตาม ดินลูกรังที่พบอยู่ โดยทั่วไปจะมีความแปรปรวนในคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมมาก ทั้งนี้จะขึ้นกับองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับวัตถุกำเนิดลูกรัง และสภาพแวดล้อมของบริเวณที่มีดินลูกรัง ในการพิจารณาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินลูกรัง จะพิจารณาจากองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ลักษณะการเกิด, ลักษณะเนื้อดิน, ปริมาณการพองตัวของดิน, ปริมาณการเกิดการประสานตัวโดยน้ำแรงแหล็กและ/หรือแมงกานีส ความมากน้อยของขบวนการพองตัวของดิน, ส่วนประกอบทางเคมี และส่วนประกอบแร่โดยเฉพาะชนิดและปริมาณของแร่ดินเหนียว ซึ่งจากความแปรปรวนในคุณสมบัติดังกล่าว ทำให้ดินลูกรังแต่ละแห่งหรือแต่ละประเภท มีความเหมาะสมต่องานวิศวกรรมต่างๆ กัน

## 2.4 การศึกษาลักษณะธรรมชาติพื้นฐานของแหล่งวัสดุก่อสร้างธรรมชาติในประเทศไทย

การสำรวจและการศึกษาเกี่ยวกับแหล่งวัสดุก่อสร้างธรรมชาติในประเทศไทย ได้กระทำกันมาแล้วในหลายท้องที่ โดยเฉพาะในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคกลางตอนล่าง โดยจะเป็นการศึกษาและสำรวจเกี่ยวกับแหล่งกรวด ทราย และดินลูกรัง ตัวอย่างการศึกษาที่สำคัญ มีดังต่อไปนี้

Udomratn (1984) ได้กล่าวถึงการศึกษาแหล่งทราย ลุ่มน้ำแม่กลอง โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งพบว่าสามารถทำการสำรวจได้สะดวกและรวดเร็ว อีกทั้งยังทราบว่ายังมีแหล่งทรายอยู่ที่ไต่บ้าง

นิสิต จำนวนหนึ่งกลุ่ม และชิมชัย เศรษฐพรหมณ์ (2529) ได้ทำการสำรวจแหล่งทรายในที่ราบลุ่มแม่กลองและเจ้าพระยา โดยอาศัยการแปลความหมายจากภาพถ่ายทางอากาศช่วยในการสำรวจและ

พบว่าบริเวณที่คาดว่าจะเป็นที่แหล่งทรายนั้น สังเกตได้จากสี (Tone) ที่ปรากฏบนภาพถ่ายทางอากาศ โดยบริเวณที่เป็นแนวท่งน้ำในอดีตจะมีสีเทาเข้ม เนื่องจากความชื้นและพืชพรรณ และในบริเวณตัวแม่ที่ที่มีทราย จะมีสีเทาขาวอันเป็นผลมาจากสีของทราย และการมีความชื้นต่ำ เพราะน้ำซึมผ่านได้เร็ว

Boonsener (1983) และ Archwchai et al (1985) ได้ทำการศึกษาแหล่งดินลูกรังบริเวณจังหวัดขอนแก่น สรุปว่าในบริเวณจังหวัดขอนแก่น มีดินลูกรังอยู่ 3 ลักษณะ คือ ลูกรังปนกรวด (Gravelly laterite), ลูกรังอิสรระ (Pisolith laterite) และชั้นลูกรังหนา (Massive bedded laterite) และจากการศึกษาของ สมยศ ฮักเจริญ และเหล่า อาจวิชัย (2529) พบว่าชั้นลูกรังในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จะวางตัวอยู่บนภูมิประเทศที่เป็นลานตะพักลำน้ำชั้นสูงและบนหินผุ ซึ่งเป็นบริเวณที่จัดอยู่ในชุดดินยโสธร ตามการจัดแบ่งโดยกรมพัฒนาที่ดิน และมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความลาดเอียงของพื้นที่ โดยวางตัวขนานกับลาดเชิงเขา (Foot slope) และปรากฏเป็นสีเทาเข้มบนภาพถ่ายทางอากาศ มีภูมิประเทศเป็นที่สูงและเป็นแนวยาวอย่างต่อเนื่อง มีพืชพรรณปกคลุมค่อนข้างหนาที่บ และมีความแตกต่างอย่างชัดเจนกับบริเวณที่อยู่ข้างเคียง นอกจากนี้ยังไม่มีร่องรอยการกัดเซาะของท่งน้ำ และการใช้ที่ดินทางการเกษตร ดินลูกรังที่พบในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่เหมาะสมพอที่จะนำไปใช้เป็นวัสดุรองพื้นทาง

ชิมชัย เศรษฐพรหมณ์ (2528) ได้ทำการศึกษาลักษณะ และคุณสมบัติของดินลูกรังและแม่รังบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าดินลูกรังและแม่รัง จะอยู่ในบริเวณที่ราบเนินสูงที่กระจายตัวอยู่ในที่ราบลุ่ม, ที่ราบลอนคลื่นที่เป็นลานตะพักลำน้ำชั้นสูง เชิงเขาและบนภูเขา โดยจะวางตัวอยู่บนหินอัคนีและหินแปร ทั้งแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง Morrison (1965) ได้ทำการศึกษาสรุปคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของดินลูกรังในประเทศไทย ได้แสดงในตารางที่ 2.1

ในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่ การศึกษาและสำรวจเกี่ยวกับแหล่งชอยแอกกรีเกต ยังกระทำกันไม่กว้างขวางนัก ตัวอย่างการศึกษาที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

Thanadpipat et al (1982) ทำการศึกษาสภาพแวดล้อมทางธรณีในจังหวัดเชียงใหม่ ได้ให้ข้อสังเกตว่า บริเวณลานตะพักลำน้ำชั้นสูงมีแนวใหม่ที่จะเป็นแหล่งกรวดและทรายที่สำคัญในอนาคต เพราะกรวดและทรายที่นำมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง ซึ่งนำมาจากแม่น้ำปิงในปัจจุบัน จะมีปริมาณเหลือน้อยลง และมักจะก่อให้เกิดปัญหาการพังทลายของฝั่งแม่น้ำ

Singharajwarapan (1982) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิศวกรรมธรณี ของตัวเมืองเชียงใหม่ พบว่า แอวกกรีเกตที่ใช้ในการก่อสร้างในจังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ หินปูนย่อย, กรวด และ ทราย มีปริมาณ



ตารางที่ 2.1 | คุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมของดินลูกรังในประเทศไทย (After Morrison (1965) นำมาจาก ซิมซัย เคตะพราห์ม, 2528)

คุณสมบัติ		ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ฝารตะแกรงเบอร์ 200	(ร้อยละ)	0	66
Liquid Limit	(ร้อยละ)	18	97
Plasticity Index	(ร้อยละ)	NP	51
การจำแนกประเภทตามระบบ ASSSHTO Group Index		A-1-a	A-7-6
ความถ่วงจำเพาะ		2.59	3.20
ความแน่นแห้งสูงสุด (lb/cu, ft)		118.0	144.5
ปริมาณน้ำที่ความแน่นแห้งสูงสุด	(ร้อยละ)	7.0	13.4
California Bearing Ratio	(ร้อยละ)	7	60
การบวมตัว (swell)	(ร้อยละ)	0.1	55.0
Los Angeles Rattler Test	(ร้อยละ)	20	60

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved

การใช้วัสดุดังกล่าว 203,280 ต้นต่อปี, 33,000 ต้นต่อปี และ 344,476 ต้นต่อปี ตามลำดับ โดยกรวด และทรายจะนำมาจากบริเวณแม่น้ำปิง และบริเวณลานตะพักลำน้ำขึ้นต่ำ ซึ่งมักจะนำมาใช้เป็นวัสดุถม

ลำตวน ศรีศักดา (2526) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าความเป็นไปได้ในการประเมินคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศ แต่เป็นการศึกษาในบริเวณแคบๆ และไม่ได้ให้ข้อสรุปที่ชัดเจนเกี่ยวกับลักษณะภูมิประเทศ และคุณสมบัติของดิน

อนิรุทธ์ ธงไชย (2626) ได้ทำการศึกษาค้นคว้าคุณสมบัติทางวิศวกรรมบางประการของดินบางชนิดในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน บ่งชี้ว่าในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่ มีชอยแอกริเททอยู่ 3 ประเภท คือ ดินกรวด ดินเกิดจากการสลายตัวของหินในที่และดินลูกรัง

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาด้านอื่นๆ อีก ได้แก่ ลักษณะธรณีวิทยา ลักษณะดินหรือตะกอน ตลอดจนสภาพภูมิประเทศ ภายในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่ (Baum et al, 1970; Piyasin, 1972; อัครณี มีสุข และคณะ, 2522; กรมพัฒนาที่ดิน, 2522; Kaewyana, 1985) ซึ่งข้อมูลจากการศึกษาต่างๆ เหล่านี้สามารถนำมาพิจารณาเป็นเบื้องต้นในการสำรวจแหล่งชอยแอกริเททในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่ได้

## 2.5 แอ่งเชียงใหม่

### 2.5.1 ที่ตั้งและสภาพภูมิประเทศ

แอ่งเชียงใหม่มีรูปร่างเป็นที่ราบระหว่างภูเขาขนาดใหญ่ รูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้า กลุ่มพื้นที่ประมาณ 2,800 ตารางกิโลเมตร วางตัวยาวไปแนวเกือบเหนือใต้ประมาณ 140 กิโลเมตร และความกว้างไปแนวตะวันออกตะวันตกประมาณ 35 กิโลเมตร ตั้งอยู่ ระหว่างเส้นรุ้ง (Latitude) ที่ 18 องศา 15 ลิปดา ถึง 19 องศา 15 ลิปดา เหนือ และระหว่างเส้นแวง (Longitude) ที่ 98 องศา 45 ลิปดา ถึง 99 องศา 10 ลิปดา ตะวันออก เป็นพื้นที่ที่อยู่ในเขตการปกครองของจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน มีประชากรอาศัยอยู่ทั้งสิ้นประมาณ 1,700,000 คน (ข้อมูลจากสยามออลมาแนค, 2529)

ที่ราบภายในแอ่งมีความสูงเฉลี่ย 300 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ภูเขาบริเวณขอบแอ่งประกอบด้วยยอดเขาที่มีความสูงเฉลี่ยมากกว่า 1,000 เมตร ยอดเขาที่สำคัญได้แก่ ดอยสุเทพ ดอยปุย ดอยขุนตาล ดอยอินทนนท์ ดอยลังกา และดอยนางแก้ว

แม่น้ำปิงและแม่น้ำกวัง ซึ่งเป็นแม่น้ำสายสำคัญ มีแนวการจะไหลจากทิศเหนือลงทิศใต้ นอกจากนี้ยังมีแม่น้ำสาขาสายอื่นๆ อีกเป็นจำนวนมาก เช่น น้ำแม่แตง น้ำแม่จัด น้ำแม่สา น้ำแม่ฮอน น้ำแม่ฆาน

## 2.5.2 ลักษณะธารณิฐาน

ลักษณะธารณิฐานที่สำคัญในแอ่ง เชียงใหม่มีดังนี้

ก. ที่ราบน้ำท่วมถึง (flood plain) จะปรากฏอยู่บริเวณกลางแอ่ง โดยเฉพาะระหว่างแม่น้ำปิง กับแม่น้ำกวัง มีระดับความสูงประมาณ 300 เมตร พื้นผิวมีลักษณะแบนราบ มีคั้งน้ำเก่า (meander scars) ปรากฏอยู่ทั่วไป มักจะมีน้ำท่วมในฤดูฝน โดยเฉพาะเดือนกันยายน (Wongtangsawad, 1976)

ข. ลานตะกอนรูปพัด (Alluvial fan) ปรากฏชัดอยู่ 2 บริเวณคือ บริเวณที่แม่น้ำกวัง ไหลออกจากหุบเขาเข้ามาสู่ที่ราบลุ่มเขตอำเภอสันทราย และอำเภอฝายสะแกแก้ว และบริเวณที่แม่น้ำกวัง ไหลออกจากหุบเขาเข้าสู่ที่ราบลุ่มเขตอำเภอป่าซางและอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน มีความลาดเอียงของพื้นผิวน้อยมาก (Wongtangsawad, 1976)

ค. ลานตะกอนลำน้ำขั้นต่ำ (Low terrace) เป็นส่วนที่อยู่ถัดออกมาจากที่ราบน้ำท่วมถึง มีความสูงเฉลี่ย 300-320 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง พื้นผิวก่อนข้างราบเรียบ เป็นลอนคลื่นเล็กน้อย มักจะลาดลงสู่ที่ราบลุ่ม ประกอบด้วยชั้นตะกอนทราย และดินเหนียว มีการวดแทรกสลับบ้างแห่ง

ง. ลานตะกอนลำน้ำขั้นกลาง (Medium terrace) เป็นส่วนที่ถัดออกมาจากลานตะกอนลำน้ำขั้นต่ำ มีความสูงเฉลี่ย 320-380 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง พื้นผิวก่อนข้างราบเรียบ เป็นลอนคลื่นเล็กน้อย มีทางน้ำน้อย มักจะมีแอ่งหรือหนองน้ำขนาดเล็กปรากฏอยู่ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยชั้นตะกอนกรวด ทราย และดินเหนียว

จ. ลานตะกอนลำน้ำขั้นสูง (High terrace) เป็นส่วนที่อยู่ถัดออกมาจากลานตะกอนลำน้ำขั้นกลาง และอยู่ติดกับเชิงเขา โดยเฉพาะขอบแอ่งทางด้านตะวันตก มีความสูงเฉลี่ย 320-420 เมตร ในบริเวณตอนเหนือของแอ่ง ส่วนในบริเวณตอนใต้จะมีความสูง 380-500 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง บางแห่งอาจถึง 560 เมตร พื้นผิวส่วนใหญ่ถูกน้ำกัดเซาะเป็นร่องมาก ส่วนใหญ่ประกอบด้วยชั้นตะกอนกรวด โดยมีชั้นทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว แทรกสลับบ้าง บางแห่งมีชั้นศิลาแลงปิดทับอยู่

ฉ. ลานตะกอนรูปพัด-ลานเศษหิน ที่อยู่ตามเชิงเขา (Fan-colluvial deposits) ปรากฏอยู่ตามเชิงเขาที่อยู่รอบๆ แอ่งเชียงใหม่ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยตะกอนขนาดหยาบ (Hattori, 1983)

ข. ลักษณะธรณีสัณฐานของหินที่อยู่ตามขอบแอ่ง จะได้รับอิทธิพลจากชนิดของหิน และลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยา ลักษณะที่ปรากฏมีหลายลักษณะที่สำคัญได้แก่หน้าผาหรือหน้าจั่ว ที่เกิดจากรอยเลื่อน, ภูเขาที่มีสันเขาแหลมหรือกลมมน เป็นต้น โดยหินต่างชนิดกันมักจะมีลักษณะธรณีสัณฐานแตกต่างกัน (Wong- tangsawad, 1976)

ลักษณะธรณีสัณฐานในแอ่งเชียงใหม่ที่ปรากฏอยู่ในปัจจุบัน เป็นผลจากการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก ตั้งแต่ยุคเทอร์เชียรี (Tertiary) ถึงยุคควาเทอร์นารี (Quaternary) และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในสมัยพลีสโตซีน (Pleistocene) (Thiramongkol, 1983)

### 2.5.3 ธรณีวิทยาของแอ่งเชียงใหม่

แอ่งเชียงใหม่เป็นแอ่งสะสมตะกอนที่เกิดจากการทรุดตัวของเปลือกโลกแบบกราเบน (Graben type) เชื่อว่าเป็นผลจากการเคลื่อนไหวของเปลือกโลก ตั้งแต่ยุคเทอร์เชียรี เป็นต้นมา ชั้นตะกอนภายในแอ่งเชียงใหม่จะประกอบด้วยชั้นตะกอนอายุเทอร์เชียรีที่เทียบได้กับ Mae Sod Formation ซึ่งประกอบด้วยชั้นดินเหนียว ชั้นหินโคลน (Claystone) และชั้นหินทรายที่หนามากกว่า 1,500 เมตร ถูกปิดทับด้วยชั้นตะกอนหน้าผา อายุพลีสโตซีน ซึ่งประกอบด้วย ชั้นทราย กรวด ทรายปนดินเหนียวและชั้นดินเหนียวบางแห่ง ชั้นตะกอนดังกล่าวอาจหนาถึง 866 เมตร ตามบริเวณขอบแอ่งมักจะมีชั้นตะกอนดังกล่าวในลักษณะของลานตะพักลำน้ำเก่า แบบพินันโด (Piyasin, 1972; Chaodamrong et al, 1983; Thiramongkol, 1983)

บริเวณขอบทางด้านตะวันตกของแอ่งเชียงใหม่ เป็นส่วนหนึ่งของ Chiang Mai - Takgneiss belt ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินแปร ได้แก่ หินออร์โทไนส์ (Orthogneiss) หินพาราไนส์ (Paragneiss) และหินชีสต์ (schist) อายุพรีแคมเบรียน (Pre-cambrian) นอกจากนี้ยังพบหินทราย (Sandstone) หินชนวน (Slate) และหินปูน (Limestone) อายุไซลูเรียน-ดีโวเนียน (Silurian-Devonian) อยู่บางบริเวณ (Baum et al., 1982)

ขอบทางด้านตะวันออก ด้านเหนือ และด้านใต้ ส่วนใหญ่ประกอบด้วยหินตะกอน หินภูเขาไฟ และหินแปร อายุไซลูเรียน-ดีโวเนียน ถึงเปอร์เมียน (Permian) โดยมีหินแกรนิตอายุไทรแอสสิก (Triassic) แทรกอยู่บางบริเวณ ชนิดหินที่สำคัญ ได้แก่ หินทรายประเภทควอซิทิก (Quartzitic sandstone), เฟลด์สปาร์ติกเกรย์แวค (Feldspathic graywacke), สับอาร์โคส (Sub-arkose) หินทรายแป้ง (Siltstone), หินดินดาน (Shale), หินฟิลไลต์ (Phyllite), หินชนวน หินเชิร์ต

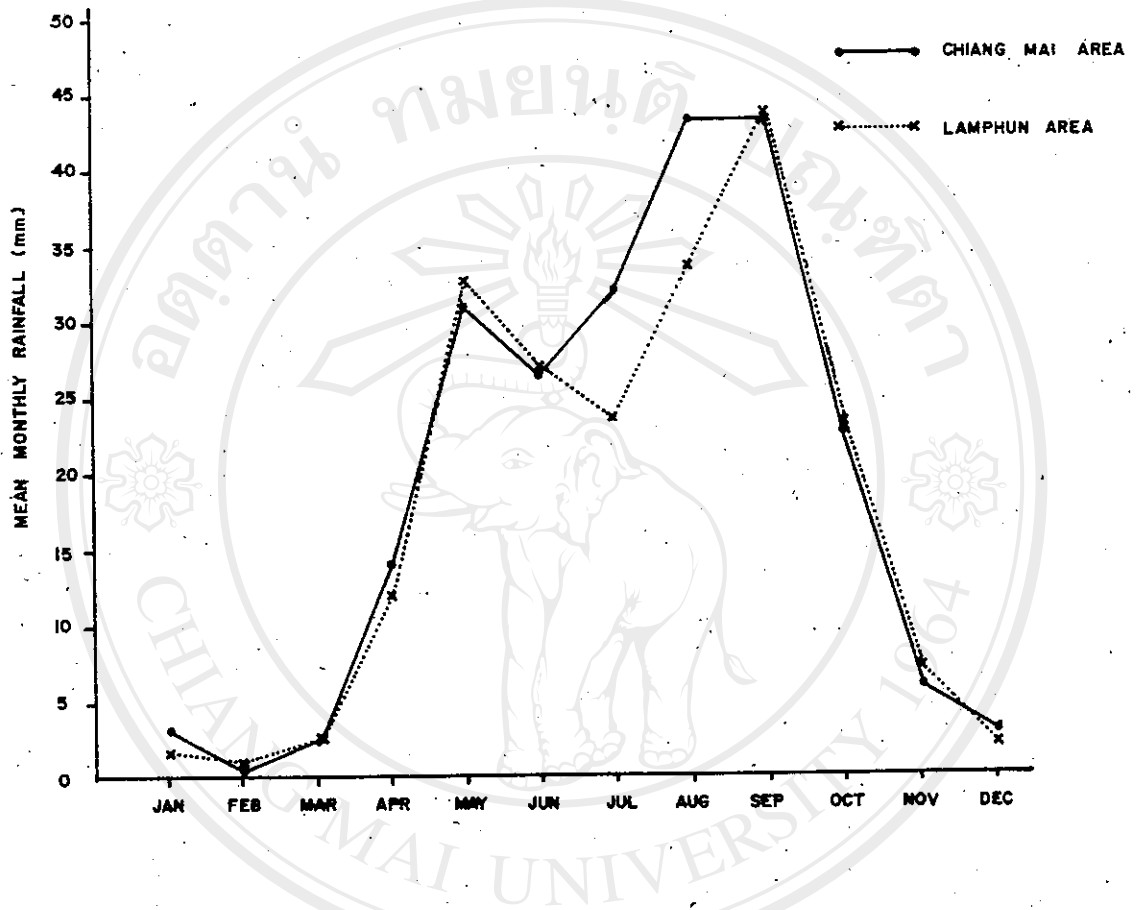
(Chert), หินไรโอไลต์ (Rhyolite), หินแอนดีไซต์ (Andesite), หินดินดานเนื้อกัมพู (tuffaceous shale) และหินปูน บริเวณดังกล่าวมีแนวรอยเลื่อนขนาดใหญ่ที่สำคัญ คือ Mae-Tha fault Zone ซึ่งแนวรอยเลื่อนดังกล่าวจะทำให้หินบางแห่งเกิดการแตกหัก โค้งงอ ถูกบีบอัด ถูกเจียน หรือเลื่อนออกจากกัน (เดชา อนุวัชพงษ์, 2523; Piyasin, 1972; Baum et al., 1982)

#### 2.5.4 สภาพภูมิอากาศของแอ่งเชียงใหม่

ประเทศไทย อยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้น ถึงกึ่งร้อนชื้น มีระลอกอากาศเย็นจากประเทศจีน แม้เข้ามาปกคลุมเป็นครั้งคราว สภาพภูมิอากาศ จะขึ้นกับระบบของลมมรสุมที่พัดตามฤดูกาล คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะเริ่มพัดผ่านเข้ามาในกลางเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ มีต้นกำเนิดจากประเทศจีน ซึ่งจะพัดพาอากาศที่หนาวเย็น แห้งแล้ง มีความชื้นต่ำเข้ามา และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จะเริ่มพัดผ่านเข้ามาในกลางเดือนพฤษภาคม ถึงกันยายน มีต้นกำเนิดในซีกโลกใต้จากมหาสมุทรอินเดียและทวีปออสเตรเลีย ซึ่งจะพัดพาเอาไอน้ำเข้ามามาก ทำให้มีความชุ่มชื้นและฝนตกชุก นอกจากนี้ยังได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนจากทะเลจีนใต้ ซึ่งจะเกิดในเดือนสิงหาคม ถึงตุลาคม พายุหมุนจากอ่าวเบงกอล ซึ่งอาจจะเกิดในช่วงเดือนเมษายนถึงมิถุนายน และตุลาคมถึงธันวาคม พายุฝนฟ้าคะนอง ซึ่งจะเกิดบ่อยๆ และทั่วไปในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2520)

สภาพภูมิอากาศของแอ่งเชียงใหม่ ส่วนใหญ่จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม, พายุฝนฟ้าคะนอง และได้รับผลกระทบจากลมพายุหมุน ทั้งนี้เนื่องจากมีสภาพภูมิประเทศที่เป็นภูเขาสูงล้อมรอบ และอยู่ลึกเข้ามาจากชายฝั่งทะเล ลมพายุหมุนจึงมักจะอ่อนกำลังลง และสลายตัวไป ก่อนที่จะเคลื่อนที่ถึงแอ่งเชียงใหม่ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2520; คำปรึกษาจากศูนย์พยากรณ์อากาศภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่) ซึ่งจากอิทธิพลดังกล่าว บริเวณแอ่งเชียงใหม่ จะมีฝนตกชุกในฤดูฝน ตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม ถึงกลางเดือน ตุลาคม โดยจะมีฝนตกชุกมาในเดือนสิงหาคม ถึงกันยายน ทั้งนี้เพราะนอกจากจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้แล้ว ยังได้รับอิทธิพลจากลมพายุหมุนจากทะเลจีนใต้อีกด้วย ปริมาณน้ำฝน เฉลี่ยของแต่ละเดือน ในคาบ 25 ปี (พ.ศ. 2500-2524) ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.3 โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1069 มิลลิเมตรต่อปี (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ภาคเหนือ, 2525; กรมอุตุนิยมวิทยา, 2520)

แอ่งเชียงใหม่มีสภาพอากาศที่ค่อนข้างร้อน มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 25.2 องศาเซลเซียส โดยมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด ตลอดปีเท่ากับ 31.7 องศาเซลเซียส และค่าอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดตลอดปีเท่ากับ 20.0 องศาเซลเซียส (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ภาคเหนือ, 2525) เดือนที่ร้อนที่สุด คือเดือนเมษายน ซึ่งมีค่า



รูปที่ 2.3 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละเดือนของจังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน ในคาบ 25 ปี (2500-2524) (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ภาคเหนือ, 2525)

Copyright © Chiang Mai University  
All rights reserved

อุณหภูมิเฉลี่ยประจำเดือน 28.3 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุดประจำเดือน 36.2 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิสูงสุดที่เคยวัดได้ 41.5 องศาเซลเซียส เดือนที่อากาศหนาวที่สุดคือ เดือนมกราคม ซึ่งมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยประจำเดือน 20.0 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดประจำเดือน 13.4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดที่เคยวัดได้ 3.7 องศาเซลเซียส พืชยอดหญ้าประจำวันจะแปรเปลี่ยนไปตามฤดูกาล โดยในฤดูกาลที่แห้งแล้ง คือ ฤดูหนาวและฤดูร้อน จะมีพืชยอดหญ้าประจำวันมาก คือ 15-20 องศาเซลเซียส และในฤดูฝนจะมีค่าน้อยกว่าคือ อยู่ระหว่าง 6-10 องศาเซลเซียส (สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ภาคเหนือ, 2525; Wongtangswad, 1976)

ลักษณะภูมิอากาศดังกล่าว จะทำให้เกิดการพุ่มงอกขึ้นที่ทั้งทางเคมีและทางกายภาพ ตลอดจนการกักต่อน้ำเกิดชั้นมาก ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะมีผลต่อการเกิดลักษณะธรณีสัณฐานต่างๆ ในแอ่งเชียงใหม่ (Wongtangswad, 1976)

## 2.6 การใช้ข้อมูลจากแผนที่ดินทางการเกษตร ในงานวิศวกรรม

### 2.6.1 การใช้ข้อมูลจากแผนที่ดินทางการเกษตรในงานวิศวกรรม

แม้ว่าการจัดทำแผนที่ดินโดยกรมพัฒนาที่ดินนั้น ได้เห็นในการเสนอข้อมูล เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในงานทางการเกษตรกรรม แต่ก็สามารถนำเอาแผนที่เหล่านี้มาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้างทางวิศวกรรมบางอย่างได้ ทั้งนี้เพราะความรู้เกี่ยวกับวัตถุต้นกำเนิดและลักษณะธรณีสัณฐานของดิน จะช่วยเป็นแนวทางให้สามารถประเมินคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินอย่างกว้างๆ ได้

ในงานวางแผนการก่อสร้างทางหลวง แผนที่ดินนี้จะมีประโยชน์อย่างยิ่งในการวางแผนการสำรวจดินตามเส้นทางการก่อสร้าง จากลักษณะของหน่วยดินต่างๆ วิศวกรผู้รับผิดชอบจะสามารถกำหนดพื้นที่ที่อาจจะมีปัญหาเกี่ยวกับการตัดหรือถมดิน พื้นที่ที่อาจเป็นแหล่งวัสดุก่อสร้าง ฯลฯ โดยประเมินข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้จะช่วยย่นระยะเวลา และลดปริมาณในการสำรวจดินในภาคสนามลงได้อย่างมาก

การวางแผนงานก่อสร้างทางวิศวกรรมอื่นๆ ที่ครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง เช่น การก่อสร้างระบบชลประทาน การสร้างเขื่อน การวางผังเมือง เพื่อกำหนดพื้นที่ใช้สอยให้มีประสิทธิภาพ ฯลฯ ก็จะสามารถนำแผนที่ดินนี้มาใช้ประโยชน์ในลักษณะเดียวกันได้

โดยทั่วไปคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ที่แสดงในแผนที่ดินทางการเกษตรนั้น จะเกี่ยวข้องกับ การเกิดของดิน ขบวนการทางธรณีวิทยาที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดของเนื้อดิน ขนาดของเม็ดดิน ตลอดจน ส่วนประกอบของแร่ประกอบดิน ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ เป็นคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่สำคัญของดินด้วย อันจะ

ทำให้สามารถ ประเมินถึงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินอย่างคร่าวๆ ในขั้นต้นได้ เมื่อทำการสำรวจภาคสนาม และทำการทดสอบหาค่าคุณสมบัติของดินทางวิศวกรรมเพิ่มเติม ก็จะทำให้ได้ข้อมูลที่แน่นอนยิ่งขึ้น (Baracos, 1986)

ตามปกติแล้ว แผนที่ดินทางการเกษตรจะแสดงคุณสมบัติของดินถึงช่วงความลึก 150 - 200 เซนติเมตร ในกรณีที่เป็นต้องการทราบรายละเอียดของดินในระดับลึกกว่านี้ อาจพิจารณาประกอบกับรายงานทางธรณีวิทยา การแปลความหมายจากภาพถ่ายทางอากาศ ตลอดจนการออกสำรวจตามหน้าตัดดินในภาคสนาม หรือบางครั้งอาจจะมีการชุดหลุมทดสอบหรือเจาะสำรวจด้วย (Sprangler and Handy, 1973; Gidigasu, 1976; Baracos, 1986)

แม้แผนที่ดินทางการเกษตรจะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติของดินอย่างค่อนข้างมาก แต่ก็ไม้อาจนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในงานทางวิศวกรรมได้โดยตรง ทั้งนี้เพราะมีข้อจำกัดที่สำคัญดังนี้

ก. ในการจัดทำแผนที่ดิน ขอบเขตและบริเวณของชุดดินๆ นั้น ถูกจำกัดด้วยมาตราส่วนที่ใช้ในบางครั้งอาจมีบริเวณเล็กๆ ซึ่งดินมีคุณสมบัติแตกต่างจากบริเวณใกล้เคียง แต่ไม่สามารถจะแสดงไว้ในแผนที่ดินได้ หรือในบางครั้งเส้นแบ่งแยกบริเวณของชุดดินอาจมีความคลาดเคลื่อนสูงเพราะลักษณะความแตกต่างของภูมิประเทศเห็นได้ไม่ชัดเจน ผู้ใช้จะต้องยอมรับว่าภายในบริเวณของชุดดินหนึ่งที่กำหนดไว้ในแผนที่อาจมีชุดดินอื่นปะปนด้วย

ข. ในชุดดินเดียวกันจะมีความแปรปรวนในคุณสมบัติทางวิศวกรรมมากบ้าง น้อยบ้าง ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่สนใจ และลักษณะของดินภายในชุดดิน (อนิรุทธ์ และคณะ, 2528)

ค. ในการทำแผนที่ดินทางการเกษตร ได้เน้นหนักถึงคุณสมบัติดินที่ใช้ในการเกษตรเป็นส่วนมาก และรายละเอียดข้อมูลที่จำเป็นสำหรับใช้งานทางด้านวิศวกรรมบางอย่างมักจะมีน้อย หรือไม่มีเลย เช่น การกระจายขนาดของเม็ดดิน (Gradation) และค่าพิกัดแอตเตอร์เบิร์ก (Atterberg limits) ฯลฯ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีความจำเป็นต่องานวิศวกรรม จึงทำให้นำไปใช้งานทางด้านวิศวกรรมไม่ได้มากเท่าที่ต้องการ

## 2.6.2 แผนที่ดินทางการเกษตรในแผนที่แอ่งเชียงใหม่

กองสำรวจดินกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ทำการสำรวจดินในบริเวณแอ่ง



เชียงใหม่ ในช่วงปี พ.ศ. 2512-2517 ในการสำรวจได้ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ จากภาพถ่ายทางอากาศและแผนที่ภูมิประเทศ ประกอบกับการสำรวจดินในภาคสนาม เพื่อตรวจสอบลักษณะดิน และข้อมูลอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติของดินในบริเวณนั้นๆ เช่น ความลาดเอียงของพื้นที่ สภาพทางอุทกวิทยา ชนิดของพืชพรรณ ฯลฯ จากผลการศึกษารั้งนี้ กรมพัฒนาที่ดิน ได้จัดแบ่งดินในบริเวณแอ่งเชียงใหม่ ออกเป็นชุดดิน (Soil Series) ต่างๆ รวมทั้งหมด 66 ชุดดินด้วยกัน โดยพิจารณาถึงองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้คือ

- ก. วัตถุต้นกำเนิด (Parent material)
- ข. ลักษณะธรณีสัณฐาน (Land forms)
- ค. ลักษณะการวางตัวของชั้นดินในระดับต้น 0-1.50 เมตร

ในการจำแนกดินออกเป็นชุดดิน (Soil Series) ต่างๆ นั้น ได้จัดให้ดินที่มีลักษณะชั้นดินเหมือนกัน และมีวัตถุต้นกำเนิดเหมือนกันอยู่ในชุดดินเดียวกัน การทำแผนที่แบ่งขอบเขตชุดดินต่างๆ นั้น ใช้วิธีตรวจสอบภาพถ่ายทางอากาศและแผนที่ภูมิประเทศ โดยถือหลักว่าชุดดินเดียวกันจะมีลักษณะธรณีสัณฐาน (Land form) ที่คล้ายคลึงกัน ชื่อชุดดินต่างๆ ในแอ่งเชียงใหม่ ได้รวบรวมไว้ในภาคผนวก ก.

วัตถุต้นกำเนิดดินในความหมายทางเกษตรกรรม คือ อนุภาค (Particles) ซึ่งเกิดจากการแตกสลายตัวของหินและวางตัวกับถมกันอยู่ตามธรรมชาติ สำหรับในบริเวณแอ่งเชียงใหม่ กรมพัฒนาที่ดิน (2522) ได้จัดแบ่งวัตถุต้นกำเนิดดิน ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ดังนี้คือ

- ก. วัตถุที่เคลื่อนย้ายมาจากที่อื่น (Transported material)

ตะกอนใหม่ (Recent to semi-recent alluvium) เป็นตะกอนลำน้ำซึ่งมีอายุไม่มากนัก สังเกตได้ว่าการที่ดินในวัตถุต้นกำเนิดชนิดนี้จะมีการแบ่งตัวระหว่างชั้นดินไม่ค่อยชัดเจน และสภาพภูมิประเทศยังไม่เป็นลอนคลื่นมากนัก เพราะปริมาณการกัดเซาะจากร่องน้ำธรรมชาติยังมีน้อย เนื้อดินจะประกอบด้วยอนุภาคดินเหนียวถึงอนุภาคทรายเป็นส่วนใหญ่

ตะกอนเก่า (Old alluvium) เป็นตะกอนลำน้ำซึ่งทับถมกันเป็นเวลายาวนานมาก ดินในวัตถุต้นกำเนิดชนิดนี้จะมีการแบ่งตัวระหว่างชั้นดินให้เห็นได้อย่างชัดเจน สภาพพื้นที่ในบริเวณนี้จะมีลักษณะเป็นลอนคลื่นลาดถึงลอนคลื่นชัน (Undulating to rolling) เนื่องจากการกัดเซาะโดยร่องน้ำธรรมชาติ เนื้อดินประกอบด้วยอนุภาคดินเหนียวถึงอนุภาคดินทรายเป็นส่วนใหญ่ บางแห่งจะมีกรวดเม็ดโตรูปร่างมนปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก

- ข. วัตถุซึ่งเกิดจากการพังในทีของหินต้นกำเนิด (Residual material) เป็นอนุภาคซึ่งเกิดจากการพังสลายตัวของหินชนิดต่างๆ ในบริเวณที่เป็นเนินเขาและภูเขาสลับซับซ้อน อาจะเกิดจากการสลายตัวของหินฐาน (Bed rock) หรือเกิดจากการสลายตัวของก้อนหินที่ร่วงลงมาองตามเชิงเขาก็ได้

เนื้อดินจะพังก่อนภาคดินเหนียว ทรายแข็ง ทราย และกรวดเม็ดเหลี่ยมปะปนกันอยู่

### 2.6.3 ชุดดินทางการเกษตร ในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่ที่อาจเป็นแหล่งชอยแอกกรีเกต

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในต้นบทว่า บริเวณแหล่งชอยแอกกรีเกตที่สำคัญนั้น ได้แก่ ลานตะกอนน้ำพา รูปพัด ลานตะกอนน้ำเก่า บริเวณหินผุ และบริเวณที่มีดินลูกรัง ซึ่งมีขบวนการเกิดและลักษณะธรณีสัณฐานที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

อาศัยข้อมูลของชุดดินจากแผนที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน ได้แก่ ลักษณะธรณีสัณฐานของชุดดิน ขบวนการเกิดดิน และรายละเอียดของคุณสมบัติทางกายภาพของดิน พอจะประเมินได้คร่าวๆ ว่า ชุดดินที่แน่นอนที่จะเป็นแหล่งชอยแอกกรีเกตที่สำคัญในแอ่งเชียงใหม่ ได้แก่ชุดดินที่จัดอยู่ในกลุ่มดิน Gray podzolic, Regosols, Red yellow podzolic และ Reddish brown lateritic ซึ่งมีวัตถุต้นกำเนิดเป็นตะกอนลานตะกอนน้ำเก่า ระดับกลางถึงระดับสูง และวัตถุต้นกำเนิดที่เกิดจากการพองตัวของหินเดิม ซึ่งได้แก่ หินดินดาน หินฟิลไลต์ หินทราย และหินควอartz ไซท์ โดยจะกระจายตัวเป็นลานตะกอนน้ำ เหนือเขา และเชิงเขาอยู่ในบริเวณขอบแอ่งเชียงใหม่ นอกจากนี้บางบริเวณยังมีการประสานตัวของน้ำแร่ เหล็ก และ/หรือแมงกานีสหรือการเกิดลูกรังอยู่ด้วย ชุดดินต่าง ๆ ที่อาจเป็นแหล่งชอยแอกกรีเกตได้ แสดงไว้ในภาคผนวก ก.

### 2.7 สรุป

ลักษณะธรณีสัณฐาน อาจแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่ม คือ ลักษณะธรณีสัณฐานที่เป็นผลจากการเพิ่มระดับ และลักษณะธรณีสัณฐานที่เป็นผลจากการลดระดับ ซึ่งทั้งสองลักษณะนี้ต่างก็มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติของดิน ในกรณีที่เกิดจากการเพิ่มระดับ ลักษณะธรณีสัณฐานจะบ่งชี้ถึงขบวนการเกิดการตกตะกอนกับลมและวัสดุที่ถูกพัดพามาตกตะกอน ซึ่งจะสามารถบ่งชี้ถึงคุณสมบัติดินในพื้นที่นั้น ได้อีกส่วนหนึ่ง ในกรณีที่เกิดจากการกัดกร่อน ลักษณะธรณีสัณฐานจะบ่งชี้ถึงคุณสมบัติของดินในด้านความสามารถในการระบายน้ำ ความคงทนต่อการกัดกร่อน ความแน่นของเนื้อดิน รวมทั้งคุณสมบัติทางกายภาพอย่างคร่าวๆ ของดินในตำแหน่งต่างๆ ของเนิน ดังนั้นในการสำรวจหาแหล่งชอยแอกกรีเกตหรือแหล่งดินซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษบางประการนั้น การสังเกตลักษณะธรณีสัณฐานของพื้นที่ต่างๆ จะสามารถให้ข้อมูลพื้นฐานได้อย่างดี และจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการสำรวจได้มาก การศึกษาลักษณะธรณีสัณฐานของพื้นที่ใดๆ อาจกระทำได้โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม หรือแม้แต่โดยการสำรวจภาคพื้นสนามก็ได้

เนื่องจากว่าความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะธรณีสัณฐานและคุณสมบัติดินในรูปแบบกว้างๆ นั้น มีหลักเกณฑ์ที่สามารถประยุกต์ใช้ได้โดยทั่วไป แต่ความสัมพันธ์ในรายละเอียด เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ

ดินกับพืชพรรณที่ปกคลุม หรือความลาดชันของพื้นผิวดิน หรือปริมาณการกักเก็บน้ำในดิน แตกต่างกันไป ในแต่ละพื้นที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายๆ อย่าง เช่น ลักษณะทางธรณีวิทยา ลักษณะภูมิอากาศ ของพื้นที่นั้นๆ ดังนั้นในการใช้ลักษณะธรณีสัณฐานเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบหาแหล่งชอยแอกริเกท นอกจากจะต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางธรณีวิทยาโดยทั่วไปแล้ว ยังต้องอาศัยประสบการณ์และความคุ้นเคย เฉพาะในแต่ละท้องถิ่นด้วย

แอ่งเชียงใหม่มีลักษณะธรณีสัณฐานหลายรูปแบบ ตั้งแต่ที่เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำบริเวณกลางแอ่งไป จนถึงบริเวณที่เป็นลาดเชิงเขาตรงบริเวณขอบแอ่ง กรมพัฒนาที่ดิน (2522) ได้ทำการจัดแบ่งพื้นที่ใน บริเวณนี้ออกเป็นหน่วยดินต่างๆ และทำการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะวัตถุต้นกำเนิดของดินในแต่ละหน่วยดินไว้แล้วเกือบ สมบูรณ์ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะธรณีสัณฐาน และ คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินในพื้นที่แอ่งเชียงใหม่

The logo of Chiang Mai University is a circular emblem. In the center is a detailed illustration of an elephant standing and facing left. Above the elephant's head is a traditional Thai oil lamp (diya) with a flame. The entire emblem is surrounded by a circular border containing the text 'CHIANG MAI UNIVERSITY 1964' in English and Thai script.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

บทที่ 3  
วิธีการศึกษา

3.1 นำเรื่อง

พื้นที่แอ่ง เชียงใหม่มีลักษณะภูมิประเทศแปรปรวนหลายรูปแบบ ตั้งแต่ที่เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำบริเวณกลางแอ่ง ไปจนถึงที่เป็นลาดเชิงเขาที่บริเวณตอนแอ่ง ซึ่งในภูมิประเทศแต่ละรูปแบบ ก็อาจจะมีข้อแยกกรณีเกณฑ์ที่ความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้างได้

ข้อมูลจากแผนที่ดินทางการเกษตร ในเขตจังหวัด เชียงใหม่และลำพูน บ่งชี้ว่า พื้นที่ซึ่งน่าจะเป็นแหล่งช่วยแยกกรณีเกณฑ์ กระจัดอยู่ตามตอนแอ่งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นลานตะกอนพัดลำน้ำเก่า (Old river terraces) เนินตะกอนรูปพัด (Alluvial fans) และลาดเชิงเขา (Foot slope) อย่างไรก็ตาม ข้อมูลจากแผนที่ดินยังไม่สามารถจะใช้ในการกำหนดค่าแหล่งและขอบเขตที่แน่นอนของแหล่งที่เหมาะสมได้ อีกทั้งยังไม่มีข้อมูลทางวิศวกรรมสำหรับช่วยแยกกรณีเกณฑ์ในชั้นที่ต่างๆ

การศึกษารูปนี้เน้นเกี่ยวกับคนนำเอาข้อมูลจากแผนที่ดินทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ในการสำรวจหาแหล่งวัสดุได้ต่อไปในอนาคต ผลการศึกษานอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อแอ่งเชียงใหม่แล้ว ยังจะสามารถนำไปประยุกต์กับพื้นที่อื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งมีสภาพธรณีวิทยาและธรณีสิ่งแวดล้อมคล้ายคลึงกัน

3.2 วิธีการศึกษา

การศึกษานี้จะเลือกศึกษาหน่วยดินที่คาดว่าจะเป็แหล่งช่วยแยกกรณีเกณฑ์ที่ละหน่วย โดยแยกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้ คือ

- ก. การจัดแบ่งชุดดินแม่ริมออกเป็นหน่วยดินย่อย เพื่อให้ความแปรปรวนของลักษณะดินในแต่ละหน่วยลดน้อยลง
- ข. การเก็บตัวอย่างและทดสอบหาค่าคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน ในหน่วยดินย่อยแต่ละหน่วย

ในการจัดแบ่งหน่วยดินย่อยนั้น ได้เห็นการใช้ข้อมูลสภาพธรณีลักษณะที่สามารถสังเกตได้จากภาพถ่ายทางอากาศขาวดำ มาตราส่วน 1 : 15,000 เช่น ลักษณะความหนาแน่นของทางน้ำ (Drainage density) รูปแบบของทางน้ำ (Drainage pattern) ความต่างระดับ (Relief) ความลาดเอียงของลาดดิน (Slope) รวมทั้งสีและเนื้อภาพ ซึ่งจะสะท้อนให้ทราบถึงสภาพพื้นผิว และสิ่งปกคลุมพื้นผิว และทำการศึกษาโดยสังเกตความแปรปรวนของลักษณะต่างๆ ดังกล่าว จากภาพถ่ายทางอากาศควบคู่กับการสำรวจภาคสนามเพื่อตรวจสอบดูว่า ความแปรปรวนในสภาพภูมิประเทศนั้นสะท้อนให้เห็นถึงความแตกต่างของคุณสมบัติดินอย่างไร ในการตรวจสอบคุณสมบัติดินในภาคสนาม ได้เลือกตำแหน่งที่มีหน้าตัดดินอยู่แล้ว เช่น หน้าตัดดินข้างถนนหน้าตัดดินตามร่องน้ำธรรมชาติ หน้าตัดดินบริเวณบ่อวัดดูยืม ทั้งนี้ เพื่อจะได้สามารถสังเกตลักษณะของชั้นดิน ได้ดียิ่งขึ้น

จากการศึกษาดังกล่าวจะทำให้เราสามารถสรุปได้ว่า ลักษณะธรณีลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนในคุณสมบัติของดินอย่างไร จากนี้จึงได้นำลักษณะธรณีลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะของดินและสามารถสังเกตได้จากภาพถ่ายทางอากาศไปใช้ เป็นเกณฑ์การจัดแบ่งดิน เป็นหน่วยย่อยต่อไป

การเก็บตัวอย่างและทดสอบหาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินนั้น กระทำหลังจากที่ได้จัดแบ่งพื้นที่ในบริเวณต่างๆ เป็นหน่วยดินย่อยแล้ว โดยมีจุดประสงค์หลักคือ หาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินในแต่ละหน่วยดินย่อย ได้พยายามเลือกตำแหน่งเก็บตัวอย่างให้กระจายอย่างสม่ำเสมอในแต่ละหน่วยดินย่อย เพื่อตรวจสอบความแปรปรวน ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างพยายามเลือกบริเวณที่มีหน้าตัดดินอยู่แล้ว เพื่อจะได้สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงชั้นดิน ได้ดียิ่งขึ้น จากนี้จึงนำเอาตัวอย่างดินเก็บไปทำการทดสอบหาคุณสมบัติทางวิศวกรรม ในห้องปฏิบัติการต่อไป

หลังจากได้เก็บตัวอย่างในภาคสนามและทดสอบคุณสมบัติแล้ว จึงทำการปรับแก้การจัดแบ่งหน่วยดินย่อยในบางส่วนให้เหมาะสม โดยเฉพาะบริเวณที่ลักษณะภูมิประเทศไม่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างเด่นชัดจากภาพถ่ายทางอากาศ

### 3.3 การเลือกพื้นที่ทำการศึกษา

ข้อยกกรรเกกที่สำคญในแองเงียงใหม่ มี 3 ประเภท คือ ดินกรวด หินผุ และดินลูกรัง โดยดินกรวดจะมีมากในบริเวณลาดตะพักลำน้ำชั้นสูง หินผุและดินลูกรังจะอยู่ตามขอบแองที่มีหินฐานอยู่ในระดับต้น โดยจะมีการเกิดจากการพังสลายตัวของหินเดิม ซึ่งอาจถูกพัดพาเป็นระยะสั้นๆ มาตกทับถมตามเชิงเขาในลักษณะของลานตะกอนเชิงเขา (Colluvium) (กรมพิงคยที่คณ, 2522)

เนื่องจากชุดดินที่ง่ายจะเป็นแหล่งขอยแอกกรีเกตได้มีหลายชุดดิน แต่ช่วงเวลาการศึกษา มีจำกัด ไม่สามารถจะทำการศึกษานครบทุกชุดดินได้ อาศัยแผนที่ดินของกองสำรวจดิน กรมแผนที่ดิน, 2524 ได้เลือกเอาพื้นที่ทำการศึกษามริเวณที่เป็นลิวกรวด จากชุดดินแมริมลอนลาดและชุดดินแมริมลอนชัน ส่วนบริเวณที่เป็นลูกรังและหินผุ เลือกจากชุดดินท่ายางและชุดดินลาดขี้เถ้าที่อยู่ในแอ่งเชียงใหม่ พื้นที่การศึกษาในบริเวณชุดดินแมริมมีประมาณ 1000 ตารางกิโลเมตร พื้นที่การศึกษาในบริเวณชุดดินลาดขี้เถ้าและท่ายางมีปริมาณ 350 ตารางกิโลเมตร รวมทั้งการศึกษาทั้งสองคิดเป็นประมาณร้อยละ 50 ของพื้นที่ชายในบริเวณแอ่งเชียงใหม่ซึ่งคาดว่าจะสามารถใช้เป็นแหล่งขอยแอกกรีเกตได้

### 3.4 วิธีการศึกษาภาพถ่ายทางอากาศ

ทำการศึกษาดูภาพถ่ายทางอากาศในบริเวณที่ทำการศึกษา ภาพถ่ายทางอากาศที่ใช้เป็นภาพชุด N.S.3 ของกรมแผนที่ทหาร ถ่ายเมื่อปี พ.ศ. 2519-2521 มาตรฐาน 1 : 15,000 เป็นภาพขาวดำขนาด 9"x9" เครื่องมือที่ใช้แปลความหมายจากภาพถ่ายทางอากาศได้แก่ กล้องดูภาพสามมิติแบบกระจกเงา (Mirror Stereoscope) ไม้วัดระยะเหลือม (Parallax bar) และวางวางกล้อง การศึกษา ลักษณะต่างๆ บนภาพถ่ายทางอากาศ กระทำภายใต้การดูภาพถ่ายแบบสามมิติ (Stereoscopic viewing) วิธีการศึกษานี้จะแบ่งเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ก. ทำการศึกษาภาพถ่ายภายในพื้นที่ทั้งหมด แล้วแยกกลุ่มโดยอาศัยชุดดินและลักษณะธรณีสัณฐาน แล้วทำการศึกษารายละเอียดภายในกลุ่ม โดยศึกษาความเข้มของสี (Tone) ลักษณะเนื้อภาพ (Texture) รูปร่างของผิวลาด (Slope form) ความลาดเอียงของผิวลาด (Slope steepness) ความยาวของผิวลาด (Slope length) ลักษณะของร่องน้ำ รูปแบบทางน้ำ ความหนาแน่นของทางน้ำ ความห่างของทางน้ำ (Stream spacing) และความต่างระดับเฉพาะที่ (Local relief)

ข. การวัดหาความต่างระดับ ความยาวและความลาดเอียงของผิวลาดที่เป็นตัวแทนของแต่ละกลุ่ม ทำโดยใช้ไม้วัดระยะเหลือม

ค. การวิเคราะห์ทางน้ำ กระทำโดยลอกทางน้ำทุกสายภายในแต่ละกลุ่มที่เห็นจากภาพถ่ายทางอากาศ ลงบนกระดาษแก้ว (Tracing paper) แล้วทำการศึกษารูปแบบของทางน้ำ ความหนาแน่นของทางน้ำ และความห่างของทางน้ำ สำหรับความหนาแน่นของทางน้ำหาโดยใช้เครื่องลากหาความยาว (Curvimeter) วัดความยาวของทางน้ำ และใช้ Planimeter วัดพื้นที่ที่เป็นพื้นที่รับน้ำ (Watershed area) ของทางน้ำในบริเวณหนึ่งๆ และทำการหาความห่างของทางน้ำ โดยการวัดระยะห่างระหว่างทางน้ำสายเล็ก ในภาพถ่ายทางอากาศด้วยไม้บรรทัด

### 3.5 การสำรวจและเก็บตัวอย่างดินในสนาม

#### 3.5.1 การเลือกตำแหน่งเก็บตัวอย่าง

ในการสุ่มเก็บตัวอย่างนั้น ได้พยายามให้ครอบคลุมพื้นที่ในหน่วยดินย่อยต่างๆ อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถศึกษาความแปรปรวนของคุณสมบัติดินในแต่ละหน่วยดินย่อยได้ และพยายามเลือกตำแหน่งที่มีน้ำตัดดินอยู่แล้ว ซึ่งอาจเป็นหน้าตัดดินจากการกัดเซาะของร่องน้ำธรรมชาติ (Natural cuts) หน้าตัดดินริมถนน (Road cuts) หรือหน้าตัดดินบริเวณบ่อวัสดุขี้ม (Borrow pits) ทั้งนี้เพื่อให้สามารถสังเกตลักษณะจากการเรียงตัวของชั้นดินได้ชัดขึ้น และเป็นการประหยัดเวลา และแรงงานในการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปใช้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตามการเก็บตัวอย่างพบปัญหาบางประการคือ หน่วยดินย่อยบางหน่วยอยู่ในพื้นที่ซึ่งเข้าถึงได้ยาก และมีหน้าตัดดินให้เห็นน้อย ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบและเก็บตัวอย่างได้ละเอียด โดยทั่วไปจะมีการเก็บตัวอย่างดินไม่ต่ำกว่า 4-5 ตำแหน่งในแต่ละหน่วยดิน

#### 3.5.2 การบันทึกข้อมูลในภาคสนาม

ขณะเก็บตัวอย่างในภาคสนาม จะทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสภาพพื้นที่ และลักษณะชั้นดินในบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่าง ข้อมูลสภาพภูมิประเทศที่บันทึกประกอบด้วยความลาดชันของพื้นที่ ลักษณะหน้าตัดของร่องน้ำ และลักษณะพืชพรรณที่ปกคลุม ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะชั้นดิน จะทำการร่างภาพแสดงลำดับชั้นดินและความหนาของดินแต่ละชั้น พร้อมทั้งบันทึกลักษณะเนื้อดินในแต่ละชั้นจากการสังเกตด้วยตาเปล่า

#### 3.5.3 การเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างดินในแต่ละตำแหน่งนั้น จะทำการแยกเก็บตัวอย่างเป็นชั้น ชั้นละหนึ่งตัวอย่าง ในกรณีที่สภาพแวดล้อมเอื้ออำนวย การเก็บตัวอย่างดินแต่ละชั้นจะทำโดยการปาดดินเป็นร่องยาวตามแนวตั้ง ให้มีความลึกสม่ำเสมอ ตลอดความหนาของชั้นดิน แล้วเก็บดินที่ปาดออกทั้งหมดเป็นตัวอย่างชั้นดินนั้น กรณีที่เก็บตัวอย่างตลอดทั้งชั้นไม่ได้ จะพยายามเลือกเก็บตัวอย่างในตำแหน่งที่เนื้อดินมีลักษณะเป็นตัวแทนของชั้นดินนั้น โดยอาศัยการสังเกตด้วยตาเปล่า กรวดที่มีขนาดโตกว่า 8 เซนติเมตร จะถูกคัดออกจากตัวอย่าง พร้อมทั้งจะหมายเหตุในบันทึกข้อมูลภาคสนาม ปริมาณกรวดที่ได้คัดออกเป็นเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับปริมาตรของตัวอย่างทั้งหมด

### 3.6 การทดสอบหาคุณสมบัติดินในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างดินทั้งหมดที่เก็บได้ จะนำไปทดสอบหาคุณสมบัติทางวิศวกรรมในห้องปฏิบัติการดังต่อไปนี้

ก. การทดสอบหาขนาดตะกั่วโดยวิธีการร่อนผ่านตะแกรง ทำการทดสอบโดยวิธีร่อนแห้ง (Dry sieve) สำหรับตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่กว่าตะแกรงเบอร์ 4 และทำการทดสอบโดยวิธีร่อนเปียก (wet sieve) สำหรับตัวอย่างที่มีขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 4

ข. การทดสอบเพื่อประเมินความเหนียวของเนื้อดิน โดยทำการทดสอบหาค่าขีดแอดเตอร์เบอร์ก (Atterberg limits) สองอย่างคือ Liquid limit (LL) และค่า Plastic limit (PL)

ค. การทดสอบคุณสมบัติการบดอัดแน่น (Compaction test) ตามวิธีมาตรฐาน Modified Procter Test

ง. การทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนัก โดยวิธี California Bearing Ratio (CBR) Test

จ. การทดสอบความคงทนต่อการสึกกร่อน โดยวิธี Los Angeles Abrasion Test

### 3.7 การจัดทำแผนที่แสดงตำแหน่งและขอบเขตของแหล่งชอยแอกกรีเกต

ในการจัดทำแผนที่แสดงตำแหน่งและขอบเขตของแหล่งชอยแอกกรีเกตในโครงการนี้ ได้อาศัยผลการแปลความหมายจากภาพถ่ายทางอากาศ ประกอบกับการสำรวจภาคสนามและการนำตัวอย่างดินมาทดสอบหาคุณสมบัติทางวิศวกรรม ซึ่งแผนที่ดังกล่าวจะแสดงการกระจายตัวของชอยแอกกรีเกตประเภทต่างๆ โดยเฉพาะดินกรวด ทราย และดินลูกรัง รวมทั้งคุณสมบัติทางวิศวกรรมบางอย่างของแหล่งชอยแอกกรีเกตเหล่านั้น แผนที่จัดทำขึ้นครั้งนี้มีขนาดมาตราส่วน 1 : 50,000 โดยในขั้นแรกจะจัดทำในมาตราส่วน 1 : 20,000 ขึ้นก่อน แล้วจึงทำการย่อส่วนลงในมาตราส่วน 1 : 50,000 โดยใช้อุปกรณ์ Sketch Master และ Pantograph

### 3.8 สรุป

การศึกษานี้เน้นในด้านการศึกษาลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ ซึ่งจะสามารถเป็นแหล่งชอยแอกกรีเกตได้ แผนที่แสดงแหล่งชอยแอกกรีเกตที่จัดทำขึ้นยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากยังมีแหล่งชอยแอกกรีเกตอื่น



ที่ไม่ได้ทำการศึกษา และไม่ได้แสดงไว้ในแผนที่ อย่างไรก็ตามแผนที่ซึ่งได้ทำการศึกษาคิดเป็นประมาณร้อยละ 80 ของพื้นที่ในบริเวณขอบแอ่งเชียงใหม่ทั้งหมด ซึ่งคาดว่าจะเป็นที่แหล่งขอยแอกกรีเกตได้ และหน่วยดินที่ได้เลือกทำการศึกษา ก็ได้คลุมถึงแหล่งขอยแอกกรีเกตประเภทต่างๆ (กรวด, ลูกรีง, และหินผุ) ที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปในแอ่งเชียงใหม่ครบถ้วน

แหล่งที่ยังไม่ได้ทำการศึกษา ส่วนใหญ่จะเป็นแหล่งในชุดดินที่อยู่ในลุ่มตะกอนลุ่มน้ำระดับกลาง และแหล่งในชุดดินที่เกิดจากการสลายตัวของหินชุดอื่นๆ นอกจากชุดดินลาดหน้าและท่าสาย รวมแล้วเป็นจำนวนประมาณ 14 หน่วยดิน แม้ว่าพื้นที่ในแอ่งเชียงใหม่ ซึ่งครอบคลุมโดยหน่วยดินต่างๆ เหล่านี้จะเป็นปริมาณน้อย เทียบกับชุดดินที่ได้ทำการศึกษาไปแล้ว และอาจจะไม่ใช่เป็นแหล่งใหญ่สำหรับแอ่งเชียงใหม่ แต่ถ้าได้มีการศึกษาเพิ่มเติมแล้วก็จะสามารถนำผลการศึกษาไปใช้ประโยชน์ในสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากแอ่งเชียงใหม่ได้

การจัดทำแผนที่แสดงขอบเขตของแหล่งขอยแอกกรีเกตในการศึกษาครั้งนี้ ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง ทั้งนี้เพราะในบางครั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิประเทศ จากการพังทลายในทางถ่ายทางอากาศเห็นได้ไม่ชัดเจน และอีกประการหนึ่งคือ ตัวอย่างดินที่ได้ทำการทดสอบหาคุณสมบัติทางวิศวกรรมในห้องปฏิบัติการนั้น ยังมีน้อยอยู่สำหรับแหล่งขอยแอกกรีเกตบางประเภท เนื่องจากข้อจำกัดในระยะเวลาการวิจัย ดังนั้นคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่บ่งบอกไว้ว่าเป็นค่าเฉลี่ยของแหล่งขอยแอกกรีเกตประเภทต่างๆ นั้น อาจจะยังไม่ครอบคลุมช่วงความแปรปรวนในสภาพความเป็นจริงทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

#### 4.1 นำเรื่อง

ชุดดินแมริมเป็นชุดดินที่อยู่ใบบริเวณนี้ ซึ่งเป็นลานตะบักน้ำระดับสูง (High terrace) ซึ่งบางครั้งอาจจะถูกปิดทับด้วยลานตะกอนรูปพัด (Alluvial fans) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง อยู่ไบบ่่าง 320-420 เมตร ในบริเวณตอนเหนือของแอ่ง และ 380-500 เมตร ในบริเวณตอนใต้ของแอ่ง มีการกระจายตัวอยู่ตามบริเวณแนวขอบแอ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งใบบริเวณขอบแอ่งด้านตะวันตก ซึ่งที่ใบบ่่าง เชียงใหม่ซึ่งจัดอยู่ในชุดดินแมริม มีทั้งล้นประมาณ 1,000 ตารางกิโลเมตร

ข้อมูลจากแผนที่ดินทางการเกษตร บ่งชี้ว่า ในชุดดินแมริมมีชั้นดินกรวดซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสมใบบการนำไปใช้ เป็นชอยแอกรีกะทได้ และใบบ่่างนี้มีการนำเอาดินกรวดในชุดดินแมริม มาใช้ใบบ่่าง ก่อสร้างกันไบบ่่างแล้ว ดังนั้น คาดว่าชุดดินแมริมจะเป็นแหล่งชอยแอกรีกะทที่ใหญ่มาก สำหรับชั้นที่่่าง เชียงใหม่ใบบ่่าง

อย่างไรก็ตามพบว่าความหนาของชั้นดินกรวดใบบ่่างที่่่าง และลักษณะการวางตัวของชั้นกรวดค่อนข้างสลับซับซ้อนและมีความแตกต่างกันมากใบบ่่างที่่่าง ในบางที่่่างชั้นกรวดบางเกินไป และใบบ่่างที่่่างชั้นกรวดวางตัวสลับกับชั้นดินเหนียวอย่างไม่มีรูปแบบที่แน่นอน เป็นผลให้ดินกรวดที่่่างนำมาใช้จากแหล่งที่่่าง มีคุณสมบัติแปรปรวนมาก และดินกรวดจากบางแหล่งก็ไบบ่่างเหมาะสมกับการใบบ่่าง

#### 4.2 สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไป

สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไปของชุดดินแมริม มีลักษณะเป็นเนินลูกคลื่นซึ่งเป็นผลจากการกัดเซาะของทางน้ำบนพื้นผิวราบ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือบริเวณที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชัน มีการกัดเซาะของทางน้ำมาก และบริเวณที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาด มีการกัดเซาะของทางน้ำไบบ่่างกว่า

บริเวณที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชัน มีการกัดเซาะของทางน้ำมาก มีลักษณะเป็นเนินเขาขนาดเล็กที่่่างชัน หรือเนินลูกคลื่นลอนชัน มีความต่างระดับประมาณ 5-30 เมตร ลักษณะสันเขาจะมีทั้งแบบที่

เป็นแนวตั้งตรงแหลม จนถึงกลมมนหรือค่อนข้างราบ ลักษณะผิวลาดชันส่วนใหญ่เป็นแบบโค้งกลมและตรง (Convex and straight) ผิวเนินค่อนข้างเรียบ มีความชันของเนินผิวอยู่ในช่วง  $5^{\circ}$ - $25^{\circ}$  โดยทั่วไปจะชันมากกว่า  $10^{\circ}$  มีลักษณะร่องห้วยเป็นแบบรูปตัว V เป็นส่วนใหญ่ บางบริเวณจะเป็นรูปตัว V ในตอนบน และตอนล่างเป็นรูปตัว U ทางน้ำส่วนใหญ่เป็นสายสั้น มีความชันของร่องน้ำน้อยและค่อนข้างตรง และมีอันดับทางน้ำที่เกิดขึ้น 3 อันดับ - การกระจายตัวของทางน้ำค่อนข้างเป็นระเบียบ มีรูปแบบของทางน้ำเป็นแบบกิ่งขนาน (Sub-parallel) ถึงแบบกิ่งไม้ (Dendritic pattern) ในบริเวณที่มีความถี่ของทางน้ำมาก จะมีระยะระหว่างทางน้ำ ประมาณ 20-50 เมตร บริเวณที่มีความถี่ของทางน้ำน้อยกว่า จะมีระยะระหว่างทางน้ำประมาณ 100 เมตร หรือมากกว่า โดยทั่วไปไม่มีความหนาแน่นของทางน้ำ อยู่ในช่วงประมาณ 6-14 กิโลเมตรต่อหนึ่งตารางกิโลเมตร นอกจากนี้ยังมีอยู่หลายบริเวณ โดยเฉพาะทางตอนเหนือของแอ่งเชียงใหม่ที่มีการกัดเซาะผิวเนินในลักษณะของร่องธาร (Gully) เกิดขึ้นมาก

สำหรับบริเวณที่มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดซึ่งอยู่ในลานตะกอนที่มีระดับต่ำลงมา มีการกัดเซาะของทางน้ำน้อย มีลักษณะธรณีสัณฐานเป็นเนินลูกคลื่นลอนลาดกว้างมาก หรือเป็นผิวลาดกว้างลาดเข้าสู่ที่ราบลุ่ม โดยมีความชันของเนินผิวประมาณ 1-6% เนินลูกคลื่นอาจคลุมเนื้อที่หลายตารางกิโลเมตร มีความต่างระดับเฉพาะที่ต่ำกว่า 20 เมตร ทางน้ำที่เกิดขึ้นจะมีเฉพาะบริเวณขอบเนินน้ำที่ติดกับที่ราบลุ่มในปัจจุบัน และมีจำนวนน้อย บางแห่งจะถูกแม่น้ำกัดเซาะมากจนมีลักษณะเป็นค้ำน้ำสูงกว่า 10 เมตร

ตลอดเข็ญยังคงมีสภาพเป็นป่าโปร่ง มีพันธุ์ไม้ในตระกูลไม้ยาง (Dipterocarpus) เป็นส่วนใหญ่ ประกอบด้วยไม้เหียง ไม้ติง ไม้พะยอม เป็นหลัก มีหญ้าคลุมผิวดินน้อย และสภาพป่าจะไม่มีความแตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามเห็นที่ป่าดังกล่าวบริเวณที่เป็นเนินลูกคลื่นลอนชันจะมีสภาพป่าดีกว่าบริเวณที่เป็นเนินลูกคลื่นลอนลาด และในบริเวณที่เป็นลอนลาดมักจะมีหญ้าประเภทหญ้าคาและหญ้าสามสีขึ้นมากด้วย

ในการแปลความหมายจากภาพถ่ายทางอากาศ ที่ครอบคลุมตลอดบริเวณชุดดินแม่ริม พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่จะมีความเข้มของสีเทาอยู่ในระดับปานกลาง (Medium gray tone) แต่จะมีความแปรปรวนในลักษณะเนื้อภาพอยู่บ้าง โดยมีเนื้อภาพที่ค่อนข้างเรียบ ค่อนข้างละเอียดและสม่ำเสมอ แต่มีบางบริเวณที่มีลักษณะหยาบและไม่สม่ำเสมอ เช่น มีลักษณะเป็นจุดกลม (Crown) สีเทาเข้มกระจายตัวห่างๆ อยู่ในบริเวณที่มีเนื้อสีเทาจาง หรือมีในลักษณะที่มีสีเทาเข้มและสีเทาจางปนกันอยู่อย่างไม่เป็นระเบียบเป็นต้น ซึ่งลักษณะเหล่านี้จะเป็นผลมาจากความแตกต่างสภาพผิวดินและพืชพรรณที่ขึ้นปกคลุม

#### 4.3 ลักษณะพื้นดิน

ลักษณะเด่นของแหล่งดินกรวด ในชุดดินแม่ริม คือชั้นดินจะมีดินเม็ดหยาบวางตัวสลับอยู่กับดินเม็ด

ละเอียด โดยมีการแบ่งส่วนให้เห็นชัดเจน ดินเม็ดหยาบอาจเป็นกรวด (Gravel) กรวดปนทรายแป้ง (Silty gravel) กรวดปนดินเหนียว (Clayey gravel) หรือทรายปนกรวด (Gravelly sand) เม็ดกรวดมีลักษณะกลมถึง ค่อนข้างกลม ส่วนดินเม็ดละเอียดนั้นอาจเป็นทรายแป้งปนทราย (Sandy silt) หรือดินเหนียวปนทราย (Sandy clay) บางครั้งอาจมีเม็ดกรวดขนาดเล็กปนอยู่บ้างเล็กน้อย ทั้งนี้โดยทั่วไปในแหล่งดินกรวดนี้จะปกคลุมด้วยกรวด ความหนาของชั้นกรวดชั้นบนสุดแปรปรวนตั้งแต่ 0.2 เมตร จนถึงมากกว่า 2.0 เมตร

จากผลการสำรวจในการศึกษาครั้งนี้พบความแปรปรวนที่เด่นชัด 3 ประการ ในดินกรวดตามบริเวณต่างๆ คือ ลักษณะการวางตัวสลับกันระหว่างกรวดและดินเม็ดละเอียด ความหนาของชั้นกรวดและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินในชั้นกรวด

การวางตัวสลับกันระหว่างกรวดและดินเม็ดละเอียดนั้น อาจจะเป็นในลักษณะการสลับกันเป็นชั้นๆ ความหนาของชั้นกรวดและชั้นดินเม็ดละเอียด โดยเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือตั้งแต่ 0.50 เมตร ถึงมากกว่า 2.0 เมตร โดยปกติชั้นกรวดจะอยู่บนสุดหรืออาจเป็น โหนดของดินเม็ดละเอียดแทรกอยู่ในชั้นกรวดเป็นๆ โดยที่ลักษณะเป็นรูปเลนส์ ปริมาณที่แทรกมีตั้งแต่เล็กน้อยจนถึงมากกว่าร้อยละห้าสิบ

แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินในชั้นกรวดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของดินเม็ดละเอียด ซึ่งปะปนอยู่ในชั้นกรวด ในกรณีที่ดินเม็ดละเอียดเป็นทราย หรือทรายแป้ง ชั้นกรวดจะมีแรงยึดระหว่างกัน น้อยหรือไม่มีโดยง่ายต่อการถูกกัดเซาะและพัดพาไปโดยการไหลของน้ำ ในกรณีที่เม็ดดินละเอียดเป็นดินเหนียว ชั้นกรวดจะมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันมากขึ้น และคงทนต่อการกัดเซาะ ได้มากกว่า

แรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินในชั้นกรวดอีกลักษณะหนึ่งคือ แรงยึดเหนี่ยวที่เกิดจากการประสานตัวโดยน้ำแร่เหล็กและ/หรือแมงกานีส ซึ่งมักจะพบในโซนที่เปลี่ยนจากชั้นดินเม็ดละเอียดเป็นชั้นกรวด การเกิดการประสานตัวในลักษณะนี้อาจจะเกิดเป็นหย่อมๆ หรือเกิดเป็นชั้นขนาดลุ่มเหนียวที่กว้าง ความหนาของชั้นที่มีการประสานตัวเกิดขึ้น โดยเฉลี่ยประมาณ 1.0 เมตร

#### 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะธรณีสัณฐานและลักษณะชั้นดิน

ลักษณะการเรียงตัวของชั้นดิน มีผลทำให้ลักษณะภูมิประเทศแตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่าสามารถสังเกตลักษณะความแปรปรวนของชั้นดินได้จากภาพถ่ายทางอากาศ โดยทำการศึกษาลักษณะธรณี

ลักษณะเหล่านี้ คือ รูปแบบการกระจายตัวของทางน้ำความต่างระดับ ความเรียบของพื้นผิว ลักษณะลาด  
ดินที่เกิดจากการกัดเซาะ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะพื้นดินและลักษณะภูมิประเทศ อาจสรุปได้จาก  
ตัวอย่างต่างๆ ดังต่อไปนี้

ก. ในกรณีที่พื้นดินเป็นชั้นกรวดค่อนข้างหนา คือหนากว่า 2-3 เมตร ปกคลุมพื้นที่เป็นบริเวณ  
กว้าง ทางน้ำจะมีรูปแบบขนาด (Parallel) กิ่งกิ่งขนาน มีความหนาแน่นของทางน้ำมากถึงปานกลาง  
มีความต่างระดับสูง ลักษณะพื้นผิวที่เห็นได้จากภาพถ่ายทางอากาศจะเรียบมาก (Very smooth texture)  
และลักษณะของลาดดินจะเป็นแบบโค้งนูนกว้าง (Broad convex) (ดูรูปที่ ข.1) คือส่วนล่างของลาดดิน  
ความชันจะสูงแต่ส่วนบนของลาดดินความชันจะน้อยมาก จะมีลักษณะเกือบจะแบนราบ

ข. ในกรณีที่พื้นดินมีลักษณะเป็นดินเม็ดละเอียดแทรกตัวอยู่เป็นทึบๆ ในชั้นกรวด และส่วนที่เป็น  
กรวดและเป็นเม็ดละเอียดมีพื้นที่พอๆ กัน ทางน้ำจะมีลักษณะเป็นแบบกิ่งไม้ ความหนาแน่นสูง มีความต่าง  
ระดับสูง ลักษณะพื้นผิวจากภาพถ่ายซรุชระ (Rough texture) และลักษณะของลาดดินจะเป็นแบบผิวตรง  
(Straight sharp) คือความชันของลาดดินจะสม่ำเสมอ ตลอดจากล่างไปบน โดยส่วนบนสุดจะมีลักษณะ  
เป็นสันคม

ค. ในกรณีที่พื้นดินมีลักษณะเป็นชั้นกรวดบางๆ คือหนาประมาณหนึ่งเมตร หรือต่ำกว่า สลับกับชั้น  
ดินเหนียว พื้นที่ที่มีความต่างระดับต่ำถึงปานกลาง และลักษณะพื้นผิวจากภาพถ่ายซรุชระ ส่วนรูปแบบของ  
ทางน้ำและลักษณะของลาดดินมีหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับความลาดเอียงของพื้นที่และแรงยึดเหนี่ยว ระหว่างเม็ด  
ดินในชั้นกรวด

ง. ในกรณีที่ของแข็งซึ่งมีการประสานตัว โดยน้ำแร่ เหล็กและ/หรือแมกนีส์ เกิดขึ้นในชั้นกรวด  
ปกคลุมพื้นที่ค่อนข้างกว้าง จะมีลักษณะเด่นของพื้นที่ดังนี้ คือ ค่อนข้างราบ มีการกัดเซาะของทางน้ำน้อยมาก  
ลักษณะพื้นผิวจากภาพถ่ายซรุชระ เล็กน้อย

#### 4.5 หน่วยดินย่อย

ความแปรปรวนที่สำคัญในชุดดินแมร์ริม ซึ่งจะมีผลต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในงานวิศวกรรมมีสอง  
ประการ ประการแรกคือ ลักษณะการเรียงตัวของชั้นดินและความหนาของชั้นดินต่างๆ ประการที่สองคือ คุณ  
สมบัติทางวิศวกรรมของมวลดินแต่ละชั้น ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล นี้ให้เห็นว่าความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ

ธรณีลักษณะฐาน กับลักษณะการเรียงตัวของชั้นดินนั้นเด่นชัดกว่าความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะธรณีลักษณะฐานกับคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินในแต่ละชั้น ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการจัดทำขอบเขตของหน่วยดินย่อยต่างๆ การจัดแบ่งหน่วยดินย่อยจึงได้แบ่งตามลักษณะการวางตัวสลับกันระหว่างดินกรวดและดินเม็ดละเอียด

ลักษณะจากภาพถ่ายทางอากาศที่ใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการแบ่งตามลำดับความสำคัญมีดังนี้ คือ

- ลักษณะรูปแบบของทางน้ำ (Drainage pattern)
- ความหนาแน่นของทางน้ำ (Drainage density)
- ความต่างระดับเฉพาะที่ (Local relief)
- ลักษณะของลาดดินที่เกิดจากการกัดเซาะ (Slope form)\*
- ความเรียบของพื้นผิว (Surface texture)

โดยอาศัยหลักเกณฑ์ดังกล่าวข้างต้น สามารถแบ่งชุดดินแม่ริมในบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษาออกเป็น 6 หน่วยดินย่อยดังนี้

#### 4.5.1 หน่วยดิน Mr-BC (Mae Rim : Broad Convex Slope Form)

เป็นหน่วยดินซึ่งเป็นชั้นกรวดหนามากกว่า 10 เมตร โดยไม่มีชั้นดินเม็ดละเอียดแทรกอยู่เลย ปริมาณเม็ดดินละเอียดปนอยู่ในชั้นกรวดเพิ่มขึ้นตามความลึก อาจพบกรวดขนาด ประมาณ 20 เซนติเมตร ปะปนอยู่ ดังภาพที่ 4.1

พื้นที่มีลักษณะเป็นลอนชัน (Strongly undulating) ลักษณะของลาดดิน เป็นแบบโค้งนูน กว้าง (Broad convex) ความชันของลาดดิน (Slope steepness) ประมาณ 14-26% ความยาวของลาดดิน (Slope length) ประมาณ 52-109 เมตร ลักษณะร่องน้ำ (Valley form) เป็นรูปตัว V ชัดเจน รูปแบบของทางน้ำ เป็นแบบกิ่งขนาน และแบบกิ่งไม้ ความถี่ของทางน้ำละเอียดถึงละเอียดปานกลาง ความหนาแน่นของทางน้ำ ประมาณ 7-11 กิโลเมตรต่อ ตารางกิโลเมตร มีการกัดเซาะของทางน้ำ ปานกลางถึงมาก ความต่างระดับของพื้นที่ สูงประมาณ 10-20 เมตร พืชพรรณที่ปกคลุมเป็นป่าโปร่ง มีหญ้าคลุมดินเล็กน้อย ดังภาพที่ 4.2

\* ลักษณะของลาดดิน (Slope form) ในที่นี้พิจารณาจากหน้าตัดดินระหว่างร่องน้ำขนาดเล็กที่สุดที่สามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจนจากภาพถ่ายทางอากาศขาวดำ มาตรฐาน 1 : 15,000 และกล้องดูภาพสามมิติแบบกระจกเงา ขนาดขยาย 6 เท่า



ภาพที่ 4.1 ลักษณะชั้นภาวาดที่มีความหนาแน่นกว่า 10 เมตร ในหน่วยดิน Mr-BC (พิกัด 939016 : บ้านปากทางส้วาง อ.แม่วิม จ. เชียงใหม่)



ภาพที่ 4.2 ลักษณะเนินแบบได้สูงกว้าง (Broad Convex) ในหน่วยดิน Mr-BC (พิกัด 930986 : วัดป่าอภัยวิภา อ.แม่วิม จ. เชียงใหม่)

#### 4.5.2 หน่วยดิน Mr-SC (Mae Rim : Smooth Convex Slope Form)

เป็นชั้นดินแข็ง เป็นชั้นกรวด หนามากกว่า 10 เมตร และมีดินเม็ดละเอียดแทรกตัวอยู่เป็นทีๆ แต่ปริมาณที่แทรกอยู่น้อย เมื่อเทียบกับส่วนที่เป็นกรวด อาจพบกรวดที่มีขนาด 30 เซนติเมตรปะปนอยู่บ้าง ในบางที่ บางครั้งเม็ดกรวดอาจจะถูกร่อนแยกจนกลายเป็นเม็ดทราย มีบางที่เกิดการเชื่อมประสานโดยน้ำแร่เหล็กหรือแมงกานีสในชั้นกรวด ดังภาพที่ 4.3

พื้นที่มีลักษณะเป็นลอนชันมาก ลักษณะของลาดดินเป็นแบบโค้งนูน ความชันของลาดดินประมาณ 23-44% ความยาวของลาดดินประมาณ 60-131 เมตร ลักษณะร่องน้ำเป็นรูปตัว V ชัดเจน รูปแบบของทางน้ำเป็นแบบกิ่งขนาน ความถี่ของทางน้ำละเอียดถึงละเอียดปานกลาง ความหนาแน่นของทางน้ำประมาณ 7-8 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร มีการกัดเซาะของทางน้ำมาก ความต่างระดับของพื้นที่ประมาณ 20-30 เมตร พืชพรรณที่ปกคลุมเป็นป่าโปร่ง มีพุ่มคลุมดินบ้างเล็กน้อย ดังภาพที่ 4.4

#### 4.5.3 หน่วยดิน Mr-HC (Mae Rim : Half Convex Slope Form)

เป็นชั้นดินกรวดหนามากกว่า 5 เมตร วางตัวอยู่บนชั้นดินเม็ดละเอียด ในชั้นกรวดอาจมีชั้นของดินเม็ดละเอียดแทรกตัวบ้างแต่มีปริมาณน้อย ขนาดโตสุดของกรวดเท่าที่เห็นจากหน้าตัดดินในสภาพธรรมชาติขนาด ประมาณ 7 เซนติเมตร ปะปนอยู่

พื้นที่มีลักษณะเป็นลอนชันมาก ลักษณะของลาดดินเป็นแบบโค้งนูนบริเวณส่วนบนเห็น ช้างเงินมีลักษณะเป็นหน้าผาเกิดจากการพังทลายของหน้าดินมาก ความชันของลาดดิน ประมาณ 29-72 % ลักษณะร่องน้ำเป็นรูปตัว V ตอนบน ตอนล่างจะเป็นรูปตัว U แคบและลึก รูปแบบของทางน้ำเป็นแบบกิ่งไม่มีความถี่ของทางน้ำค่อนข้างละเอียด ความหนาแน่นของทางน้ำประมาณ 11-13 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร มีการกัดเซาะของทางน้ำมาก ทางน้ำมักจะกัดเซาะลึกลงไปบนชั้นดินเม็ดละเอียด ความต่างระดับของพื้นที่ประมาณ 13-26 เมตร พืชพรรณมีลักษณะเป็นป่าโปร่ง มีพุ่มชั้นสูงคลุมดินประปราย ดังภาพที่ 4.5

#### 4.5.4 หน่วยดิน Mr-SS (Mae Rim : Straight Slope Sharp Peak)

เป็นชั้นดินกรวด ซึ่งมีชั้นของดินเม็ดละเอียดแทรกอยู่เป็นทีๆ ปริมาณที่แทรกอยู่มีพอๆ กับส่วนที่เป็นกรวด ขนาดโตสุดของกรวดที่สังเกตเห็นได้ มีขนาดประมาณ 20 เซนติเมตร บางครั้งอาจมีการประสานตัวโดยน้ำแร่เหล็กหรือแมงกานีสอย่างอ่อนในชั้นกรวด หรืออย่างแข็งมากในชั้นดินเม็ดละเอียด ดังแสดงในภาพที่ 4.6

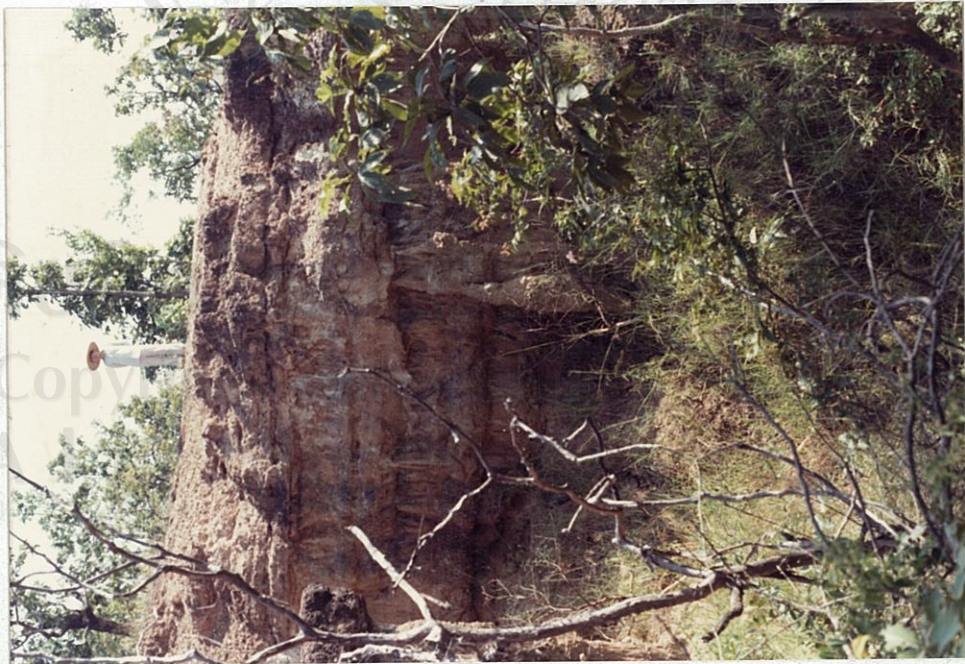




ภาพที่ 4.3 ลักษณะชั้นกรวดหนา มีชั้นเม็ดละเอียดบางๆ และเป็นเลนซ์แทรกอยู่ในหน่วยดิน Mr-SC (พิกัด 947161 : บ้านปากทาง อ.แม่แตง จ. เชียงใหม่)



ภาพที่ 4.4 ลักษณะเนินแบบโค้งงูนูน (Sharp Convex) ในหน่วยดิน Mr-SC (พิกัด 932020 : ห้วยบง อ.แม่ริม จ. เชียงใหม่)



ภาพที่ 4.5 ลักษณะภูมิประเทศแบบลูกคลื่นลอนชัน (Rolling) และการกัดเซาะ  
เป็นร่องลึก ในหน่วยดิน Mr-HC (จุด 652412 : บ้านหัวอีหลาน  
อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่)



ภาพที่ 4.6 ลักษณะที่ผารวดและชั้นเม็ดละเอียด แทรกที่ด้านบน  
ในหน่วยดิน Mr-SS (จุด 932910 : บ้านแม่วิม  
อ.แม่วิม จ.เชียงใหม่)

พื้นที่มีลักษณะเป็นลอนชัน มีการกัดเซาะของทางน้ำมาก ลักษณะของลาดดินค่อนข้างตรง เรียบ ความชันของลาดดินประมาณ 22-59 % ความยาวของลาดดินประมาณ 50-119 เมตรลักษณะร่องน้ำเป็นรูปตัว V รูปแบบของทางน้ำเป็นแบบกิ่งไม้ ความถี่ของทางน้ำ ความหนาแน่นของทางน้ำประมาณ 11-13 กิโลเมตร ต่อตารางกิโลเมตร มีการกัดเซาะของทางน้ำมาก ความต่างระดับของพื้นที่ประมาณ 18-25 เมตร พืชพรรณปกคลุมมีลักษณะเป็นป่าโปร่ง มีภูเขาสูงและหุบเขาคลุ่มดินชั้นข้างในบางแห่ง

#### 4.5.5 หน่วยดิน Mr-IS (Mae Rim : Irregular Slope Form Sharp Peak)

ลักษณะการเรียงตัวของชั้นดินจะมีชั้นกรวดบางๆ (0.50-2.00 เมตร) ปิดทับชั้นดินเม็ดละเอียด ขนาดโตสุดของกรวดที่เห็นได้จากหน้าตัดดินมีขนาด ประมาณ 15 เซนติเมตร ในบางตำแหน่งเนื้อดินมีการประสานตัวโดยน้ำแร่ เหล็กหรือแมงกานีสอย่างอ่อนๆ เกิดขึ้น

สภาพพื้นที่เป็นลอนลาดเล็กน้อย (Gently undulating) ถึงลอนลาด (Undulating) ลักษณะลาดดินเป็นแบบโค้งนูนกว้างถึงตรง ความชันของลาดดินประมาณ 3-21 % ความยาวของลาดดินประมาณ 24-132 เมตร ลักษณะร่องน้ำเป็นรูปตัว V รูปแบบทางน้ำเป็นแบบกิ่งไม้ ถึงแบบขนาน ความถี่ของทางน้ำละเอียดถึงละเอียดปานกลาง ความหนาแน่นของทางน้ำประมาณ 2-12 กิโลเมตร ต่อตารางกิโลเมตร การกัดเซาะของทางน้ำมีตั้งแต่เล็กน้อยถึงมาก ความต่างระดับของพื้นที่ต่ำถึงปานกลาง ประมาณ 3-8 เมตร พืชพรรณที่ปกคลุมเป็นป่าโปร่ง มีไม้พุ่มเตี้ย และหุบเขาคลุ่มดินชั้นข้างเล็กน้อย ดังภาพที่ 4.7

#### 4.5.6 หน่วยดิน Mr-IF (Mae Rim : Irregular Flat Slope Form)

ลักษณะการเรียงตัวของชั้นดินจะเป็นชั้นทรายแป้ง หนาประมาณ 0.20-1.00 เมตร ปิดทับชั้นกรวด ตอนบนของชั้นกรวดเนื้อดินมีการประสานตัวโดยน้ำแร่ เหล็กมากทำให้เกิดเป็นลักษณะของชั้นลูกครึ่งสมกรวดหนาประมาณ 0.30-1.00 เมตร

ลักษณะพื้นที่โดยส่วนใหญ่ของหน่วยดินนี้จะอยู่ที่ใกล้ที่ราบลุ่ม หรือลานตะกอนที่ลำน้ำชั้นต่ำ หรือ ลานตะกอนที่ลำน้ำชั้นกลาง พื้นที่มีลักษณะเป็นที่ราบถึงเป็นลอนลาดเล็กน้อย (Flat ถึง Gently undulating) ลักษณะลาดดินโค้งนูนกว้างถึงค่อนข้างตรง ความชันของลาดดินประมาณ 1-6 % ลักษณะร่องน้ำเป็นรูปตัว V รูปแบบของทางน้ำเป็นแบบกิ่งไม้ ถึงกิ่งขนาน ความถี่ของทางน้ำละเอียดปานกลาง ความหนาแน่นของทางน้ำประมาณ 2-4 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร มีการกัดเซาะของทางน้ำน้อย ความต่างระดับของพื้นที่ต่ำประมาณ 2-4 เมตร พืชพรรณคลุมดินจะมีประปราย ส่วนใหญ่เป็น ไม้พุ่มเตี้ยมีหุบเขาคลุ่มดินข้างเล็กน้อย



ภาพที่ 4.7 ลักษณะภูมิประเทศแบบลอนลาด (Undulating) ในหน่วยดิน Mr-IS  
(บันทึก 748490 : อ่างเก็บน้ำห้วยโป่งจ้อ อ.จอมทอง  
จ. เชียงใหม่)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

#### 4.6 คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินกรวด

ลักษณะของดินในชั้นดินกรวด เป็นกรวดปนทรายปนดินเหนียวหรือซิลต์ สีนํ้าตาลเหลืองถึงน้ำตาลแดงอ่อน เนื้อดินมีลักษณะตั้งแต่ร่วนจนถึงเหนียว การกระจายขนาดตะกอนจะเป็นแบบขาดช่วง (Gap grade) คือ ส่วนที่เป็นเม็ดทรายละเอียด (Fine sand) และทรายกลาง (Medium sand) มีน้อยเกินไป ขนาดโตสุดของกรวดอยู่ในช่วง  $3/4"-2"$  หากเปรียบเทียบกับขนาดตะกอนมาตรฐานของวัสดุชั้นรองที่ใช้งานของกรมทางหลวงแห่งประเทศไทย (ชมชัย เศรษฐพรภรณ์, 2528) จะพบว่าขนาดตะกอนของดินกรวดใกล้เคียงกับขนาดตะกอนในเกรด B หรือ C ตามระบบการจำแนกประเภทดินแบบ Unified Soil Classification System ดินกรวดส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่ม GM หรือ GC หรือตามระบบการจำแนกประเภทดินแบบ AASHTO ส่วนใหญ่จะจัดอยู่ในกลุ่ม A-2-4 หรือ A-2-6 หรือ A-2-7 และบางส่วนจัดอยู่ในกลุ่ม A-1 ได้ ค่า Group Index ส่วนใหญ่จะต่ำกว่า 1 ดังนั้นจึงถือได้ว่าดินกรวดนี้ จัดเป็นชอยแอกกรีเกตที่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก

ตารางที่ 4.1 สรุปคุณสมบัติทางวิศวกรรม ของดินจากชั้นกรวดในหน่วยดินย่อยต่างๆ ของชุดดินเมิร์ม จากตารางนี้จะเห็นว่า นอกจากชั้นดินกรวดที่มีการประสานตัวโดยน้ำแระ เหล็กและ/หรือแมงกานีส (Mr-IF) แล้ว คุณสมบัติของดินจากชั้นกรวดในหน่วยดินย่อยอื่น ไม่ได้มีความแตกต่างกันมากนัก ถ้ารับดินจากชั้นกรวดที่มีการประสานตัวนั้นจะเห็นว่า เปรียบเทียบกับจากชั้นกรวดอื่นแล้ว มีความชื้นแฉะ ความหนาแน่นแห้งสูงสุดจากการบดอัดและค่า CBR ต่ำกว่า

หากพิจารณาเฉพาะค่า CBR จะเห็นว่าโดยเฉลี่ยแล้ว มีค่าเท่ากับหรือสูงกว่า 30% ในทุกหน่วยดินย่อย ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ต่ำสุด กำหนดไว้สำหรับวัสดุชั้นรองนั่งสำหรับถนนทั่วไปในประเทศไทย (ชมชัย เศรษฐพรภรณ์, 2528) นอกจากนี้ยังมีดินกรวดบางแหล่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหน่วยดินย่อย Mr-BC ที่มีขนาดตะกอนดี และมีค่า CBR สูงถึง 90% หรือมากกว่า ซึ่งอาจจะสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุในชั้นนํ้าทางแทนหินคลุกได้

#### 4.7 สรุป

ดินในชุดดินเมิร์ม ซึ่งมีลักษณะเป็นดินซึ่งเกิดจากการตกตะกอนเป็นชั้นๆ (Stratified soil) ประกอบด้วยชั้นกรวดสลับกับชั้นดินเม็ดละเอียด ซึ่งลักษณะการเรียงตัวอาจเปลี่ยนแปลงไปได้ดังนี้

ตาราง 4.1 สรุปสมบัติทางวิศวกรรมของหน่วยตัวอย่างในชุดดินแม่หิน

Soil Properties		Soil Units											
		Mr-BC		Mr-SC		Mr-SS		Mr-IS		Mr-IF (gravel)		Mr-IF (laterite)	
	Range	Average	Range	Average	Range	Average	Range	Average	Range	Average	Range	Average	
Passing #4 (%)	31-69	50	22-78	50	34-80	61	29-66	48	40-51	45	41-65	50	
Passing #200 (%)	6-20	12	5-27	17	10-37	19	5-49	21	10-23	17	10-20	14	
Liquid Limit (LL)	16-46	35	12-43	29	24-31	28	15-46	30	19-50	31	21-29	25	
Plastic Index (PI)	3-27	18	NP 5-24	14	NP 14-19	16	NP 8-21	15	NP 10-25	18	NP-15	10	
Percent wear (%)	-	-	37-58	47	35-41	38	36-53	44	25-63	46	40-52	46	
Uniformity	-	-	0.27- 0.30	0.28	0.23- 0.33	0.28	0.29- 0.34	0.31	0.21- 0.57	0.41	-	-	
Max. dry density (gm/cc)	2.142- 2.266	2.209	2.018- 2.300	2.177	2.088- 2.236	2.168	2.048- 2.230	2.146	2.137- 2.265	2.188	2.009- 2.265	2.161	
Optimum water content (%)	5.5- 6.5	6.0	5.0- 8.3	6.6	6.4- 8.3	7.4	6.0- 11.5	7.9	5.4- 8.3	6.6	5.9- 8.9	7.9	
Swell at 95% Mod. Comp.	-	-	0.00- 0.78	0.38	0.05- 0.31	0.21	0.02- 0.78	0.34	0.0- 0.2	0.1	0.0	0.0	
C.B.R. at 95% Mod. Comp.	60-97	78	15-95	41	31-40	35	23-85	37	20-60	33	11-49	30	

ผลจากการตรวจสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมในท้องถิ่นปฏิบัติการ บ่งชี้ว่าดินจากชั้นกรวดในหน่วยดิน  
ย่อยต่างๆ ของชุดดินแม่ริม ส่วนใหญ่จัดเป็นหน่วยแอกกรีเกตที่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดีถึงดีมาก หากพิจารณา  
เฉพาะค่า CBR แล้ว จะเห็นว่าส่วนใหญ่มีค่า CBR สูงกว่า 30% ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นวัสดุชั้นรองพื้นทาง  
ของถนนได้ดี และยังมีดินกรวดจากบางแหล่งที่ให้ค่า CBR สูงถึง 90% หรือสูงกว่า ซึ่งจะสามารถนำไปใช้  
เป็นวัสดุชั้นรองพื้นทางแทนหินคลุกได้

ตัวแปรที่สำคัญที่บ่งชี้ถึงศักยภาพในการนำเอาดินกรวดไปใช้ในงานทาง ไม่ใช่อยู่ที่คุณสมบัติของ  
ดินกรวดประการเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับ

- ลักษณะการเรียงตัวของชั้นกรวด ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดความยากง่ายในการซุดไปใช้
- ลักษณะสภาพพื้นที่ว่าเป็นที่ราบหรือลอนลาดหรือลอนเนิน และปริมาณการกัดเซาะของทางน้ำ  
ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดความยากง่ายในการขนส่งดินออกจากแหล่ง

ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการจัดเรียงตัวของชั้นดินในแต่ละหน่วยดินย่อยนั้น ได้จากการตรวจสอบ  
หน้าตัดดินที่มีอยู่แล้วเป็นอย่างดีแล้ว ไม่ได้ทำการเจาะหลุมสำรวจ ข้อมูลดังกล่าวยังไม่ค่อยสมบูรณ์นัก  
เนื่องด้วยข้อจำกัดบางประการในการสำรวจ เช่น ในหน่วยดินบางสภาพพื้นที่เป็นแบบลอนชันมาก และมีการกัด  
เซาะของทางน้ำน้อย จะมีหน้าตัดดินให้เห็นน้อย และการเข้าไปสำรวจทำได้ยาก นอกจากนี้หน้าตัดดินบาง  
แห่งก็มีความลึกไม่มากนักที่จะช่วยให้สามารถเห็นภาพการเรียงตัวของชั้นดินได้อย่างชัดเจน ดังนั้นข้อสรุป  
ต่างๆ เกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของแต่ละหน่วยดินย่อยนั้น อาจจะยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้าง การที่จะดำเนินการ  
เจาะสำรวจเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดยิ่งขึ้นในชั้นต่อไป จะเป็นการสิ้นเปลืองเกินไป ในอนาคตหากได้มีการ  
การขุดหน้าพื้นที่ในหน่วยดินเหล่านี้เป็นแหล่งวัสดุ ก็จะได้ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะชั้นดินที่ละเอียดมากขึ้น

- ลักษณะการเรียงตัวของชั้นดินจะเป็นแบบแยกเป็นชั้นๆ ตามแนวราบ หรือแทรกตัวอยู่ในลักษณะเป็นเลนซ์ หรือเป็นกระเปาะ (Pockets)
- ความหนาของชั้นกรวดอาจจะหนามาก ตั้งแต่ 10 เมตร ขึ้นไป หรือบางแค่ 0.50 เมตร
- อัตราส่วนระหว่างส่วนที่เป็นกรวดและส่วนที่เป็นดินเม็ดละเอียด ที่วางตัวสลับกันอยู่แปรปรวน ตั้งแต่ร้อยละมากถึงสูงกว่าร้อยละห้าสิบ

ความแปรปรวนต่างๆ ดังกล่าว สามารถสังเกตได้โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศขาวดำ มาตราส่วน 1 : 15,000 ช่วยในการศึกษาลักษณะธรณีสัณฐาน (Land forms) ดังต่อไปนี้

- ลักษณะความหนาแน่นของทางน้ำ (Drainage density-DD)
- ลักษณะรูปแบบของทางน้ำ (Drainage pattern-DP)
- ความต่างระดับเฉพาะที่ (Local relief)
- ลักษณะของลาดดินจากการกัดเซาะ (Slope form)
- ความเรียบหรือขรุขระของผิว (Surface texture)

ดังนั้นในการศึกษาดังนี้ จึงได้อาศัยลักษณะธรณีสัณฐาน (Land forms) เป็นเกณฑ์ในการจัดแบ่งชุดดินเมิร์ม ออกเป็นหน่วยดินย่อยต่างๆ โดยตั้งสมมุติฐานว่า ในพื้นที่ซึ่งมีลักษณะธรณีสัณฐานดังกล่าวคล้ายคลึงกัน จะมีลักษณะการเรียงตัวของชั้นดินคล้ายคลึงกัน จากการตรวจสอบลักษณะหน้าตัดดินซึ่งมีอยู่แล้วในสนาม พบว่าหลักเกณฑ์ที่วางไว้ สามารถใช้ได้ดีพอสมควร เว้นแต่ในกรณีที่ลักษณะธรณีสัณฐานอยู่ในช่วงคาบเกี่ยวกัน

จากการที่ได้จัดแบ่งชุดดินเมิร์มเป็นหน่วยดินย่อย และทำการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละหน่วยดินย่อย มาทำการทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพนั้น พบว่านอกจากในหน่วยดิน Mr-IS แล้ว คุณสมบัติของดินกรวดในแต่ละหน่วยดินย่อยอื่นๆ มีความแปรปรวนไม่มากนัก สำหรับในหน่วยดิน Mr-IS นั้น ความแปรปรวนของคุณสมบัติดินกรวดสะท้อนให้เห็นได้จากลักษณะธรณีสัณฐาน (Land form) แต่ไม่ได้ทำการแยกหน่วยดินนี้ให้ย่อยลงไปอีก เนื่องด้วยลักษณะการเรียงตัวของชั้นดินที่พบเห็นมีความแตกต่างกันน้อยมาก

ดินจากชั้นดินกรวดมีลักษณะเป็นกรวดปนทรายปนดินเหนียวหรือซิลท์ จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของดินกรวดในแต่ละหน่วยดินย่อย พบความแตกต่างประการหนึ่ง คือ ความชื้นเหนียว (Plasticity) ดินกรวดในหน่วยดินที่พื้นมีลักษณะเป็นลอนชันมาก หรือในบริเวณที่เกิดการเชื่อมประสานโดยน้ำแร่เหล็กและ/หรือแมงกานีส จะมีความชื้นเหนียวต่ำหรือ ไม่มีเลย (Non-plastic) ส่วนดินกรวดในหน่วยดิน ซึ่งพื้นมีสภาพเป็นลอนลาดเล็กน้อยหรือเกือบราบจะมีความชื้นเหนียวสูง



## บทที่ 5 หินและลูกรัง

### 5.1 นำเรื่อง

ดินในชุดดินท่ายางและลาดห้วย เป็นดินที่เกิดจากการพองสลายตัวในที่ของหินทรายและหินควอร์ตไซต์ซึ่งมีหินซิลิกาและหินดินดานแทรกตัวปะปนอยู่ มักจะเกิดอยู่ตามบริเวณเนินเขาหรือที่ลาดเชิงเขา สภาพพื้นที่โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นลอนคลื่นและเนินเขา ความลาดเอียงค่อนข้างสูง โดยทั่วไปอยู่ในช่วงประมาณ 4-20 เปอร์เซ็นต์ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2522) เนื้อดินมีก้อนกรวดและเศษหินเม็ดเหลี่ยมปะปนอยู่มาก มีการระบายน้ำดี ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลางถึงค่อนข้างเร็ว จากลักษณะดังกล่าวจะเห็นได้ว่าชุดดินท่ายางและลาดห้วย น่าจะสามารถใช้เป็นแหล่งขอยแอกกรีเกตได้ สำหรับพื้นที่แอ่งเชิงขี้เียงใหม่นี้ จะพบว่ามี การกระจายตัวของชุดดินทั้งสองนี้อยู่มาก ตามบริเวณขอบแอ่งด้านตะวันออก

ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้จัดแบ่งชุดดินท่ายางและลาดห้วย ออกเป็นหน่วยย่อย โดยคำนึงถึงประโยชน์ทางด้าน การนำไปใช้ในทางก่อสร้างทางวิศวกรรมเป็นหลัก แบ่งโดยอาศัยความสัมพันธ์ของความแปรปรวนในคุณสมบัติของดินที่เกี่ยวข้องกับงานทางด้านวิศวกรรมและสอดคล้องกับความแตกต่างในลักษณะภูมิประเทศที่สามารถสังเกตได้จากภาพถ่ายทางอากาศขนาดมาตราส่วน 1 : 15,000 นอกจากนี้ ยังได้นำตัวอย่างดินในแต่ละหน่วยดินย่อยที่แบ่งไว้ มาทำการทดสอบหาคุณสมบัติที่สำคัญทางวิศวกรรม เพื่อนำมาใช้ในการพิจารณาประเมินคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน ในหน่วยดินย่อยต่างๆ เหล่านี้

### 5.2 สภาพภูมิประเทศโดยทั่วไป

#### 5.2.1 ลักษณะธรณีสัณฐาน

โดยทั่วไปพื้นที่มีความต่างระดับเฉพาะที่ (Local relief) ต่ำ โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 10-20 เมตร ระดับความสูงอยู่ในช่วง 320-400 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ลักษณะธรณีสัณฐานอาจจะเป็นแบบต่างๆ ซึ่งมีดังต่อไปนี้

ก. ลานเศษหินเชิงเขา (Colluvium) มีลักษณะเป็นที่ลาดที่อยู่ติดกับดินเขา โดยจะมีความชัน 4-7 เปอร์เซ็นต์ บริเวณดินเขาแล้วค่อยๆ ลดลงเหลือ 1-3 เปอร์เซ็นต์ และลาดเข้าสู่ที่ราบลุ่มในที่สุด บริเวณดังกล่าวมีการกัดเซาะของทางน้ำน้อย ทางน้ำส่วนมากมีกำเนิดมาจากบริเวณภูเขา มีลักษณะเป็นทางน้ำสายยาว ต้น คด เกิดเป็นสายเดี่ยวๆ ไม่มีทางน้ำสาขาเกิดขึ้น

ข. เนินลูกคลื่นลอนลาด (Undulating terrain) มีลักษณะเป็นเนินลูกคลื่นที่กว้าง และต่ำ พื้นผิวมีความชัน 1-3 เปอร์เซ็นต์ และมักจะมีลักษณะโค้งมนน้อยๆ มีการกัดเซาะของร่องน้ำเกิดขึ้นน้อย มักจะพบเฉพาะในบริเวณที่มีความต่างระดับเฉพาะที่มากกว่า 10 เมตร มีลักษณะร่องน้ำค่อนข้างกว้าง ต้น และเป็นรูปตัววี (V)

ค. เนินเขาขนาดเล็ก (Undulating) มีลักษณะเป็นเนินเขาขนาดเล็ก อยู่ใกล้หรือติดกับดินเขา เป็นบริเวณที่หินฐานอยู่ในระดับไม้ลึก บางแห่งจะมีหินโผล่ให้เห็นเป็นชั้นหินทรายสีน้ำตาล หรือหินเขียว สลับกับหินดินดาน ยอดเนินค่อนข้างมน บางแห่งจะโค้งมนแผ่กว้าง ผิวข้างเนินค่อนข้างชัน โดยจะมีความชัน 4-16 เปอร์เซ็นต์ เป็นบริเวณที่มีการกัดเซาะของทางน้ำค่อนข้างมาก โดยมีความหนาแน่นของทางน้ำ 4 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร มีรูปแบบทางน้ำเป็นแบบกิ่งไม้ (Dendritic pattern) ร่องน้ำเป็นรูปตัววี (V) ค่อนข้างลึก ก้องร่องค่อนข้างชัน

### 5.2.2 พืชพรรณที่ปกคลุม

ป่าไม้ซึ่งปกคลุมพื้นที่ มีลักษณะเป็นป่าโปร่ง พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่อยู่ในตระกูล ไม้ยาง (Dipterocarpus) เช่น ยางเหียง ยางพลวง พยอม ซึ่งเป็นไม้ที่ขึ้นได้ในบริเวณที่แห้งแล้ง และพื้นดินไม่มีความอุดมสมบูรณ์ ต้นไม้จะมีลักษณะแคระแกรน ทรงช่อดึงเป็นพุ่มขนาดเล็ก สูง 2-5 เมตร ขนาดลำต้น 5-20 เซนติเมตร สภาพป่าไม้ในบริเวณต่างๆ อาจแตกต่างกันได้หลายลักษณะ เช่น บางบริเวณป่าไม้จะประกอบด้วยยางเหียงเกือบทั้งหมด บางบริเวณป่าไม้จะมีทั้งยางเหียง ยางพลวง และไม้ชนิดอื่นๆ บางบริเวณพื้นป่ามีหญ้าขึ้นปกคลุมน้อย บางบริเวณพื้นป่ามีหญ้าขึ้นปกคลุมหนาแน่น บางบริเวณมีสภาพเป็นป่ารกชัฏ มีไม้ไผ่และไม้สักขึ้นอยู่มาก แต่มียางเหียง ยางพลวงน้อย เป็นต้น

พื้นที่ดังกล่าวส่วนใหญ่ ยังมีสภาพเป็นป่าไม้ มีอยู่บางบริเวณที่อาจใช้เป็นพื้นที่เพาะปลูกในฤดูฝน หรือทำเป็นพื้นที่ปลูกสวนมะม่วง หรือสวนลำไย ทั้งนี้เพราะมีปัญหาเรื่องการขาดแคลนน้ำ

### 5.2.3 ลักษณะในภาพถ่ายทางอากาศ

ในภาพถ่ายทางอากาศขนาดมาตราส่วน 1 : 15,000 นั้นจะมีสีเทาจนถึงเทาเข้ม เนื้อภาพส่วนใหญ่ค่อนข้างละเอียด และเรียบ บางบริเวณมีลักษณะเป็นจุดประสีเทาเข้มกระจายตัวอยู่ห่างๆ แต่สม่ำเสมอ

ความแปรปรวนในลักษณะธรณีสัณฐาน และสิ่งปกคลุมผิวดิน โดยเฉพาะสภาพป่าไม้ สามารถสังเกตได้อย่างชัดเจนในภาพถ่ายทางอากาศ โดยอาศัยการศึกษาความเข้มของสีเทา ลักษณะเนื้อภาพ การกัดเซาะของร่องน้ำ และรูปร่างของหินผา

### 5.3 ลักษณะชั้นดิน

ลักษณะชั้นดินผิวหน้าในชุดดินท้าย่างและลาดหน้า ในตำแหน่งต่าง ๆ สามารถจัดแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้ดังนี้คือ

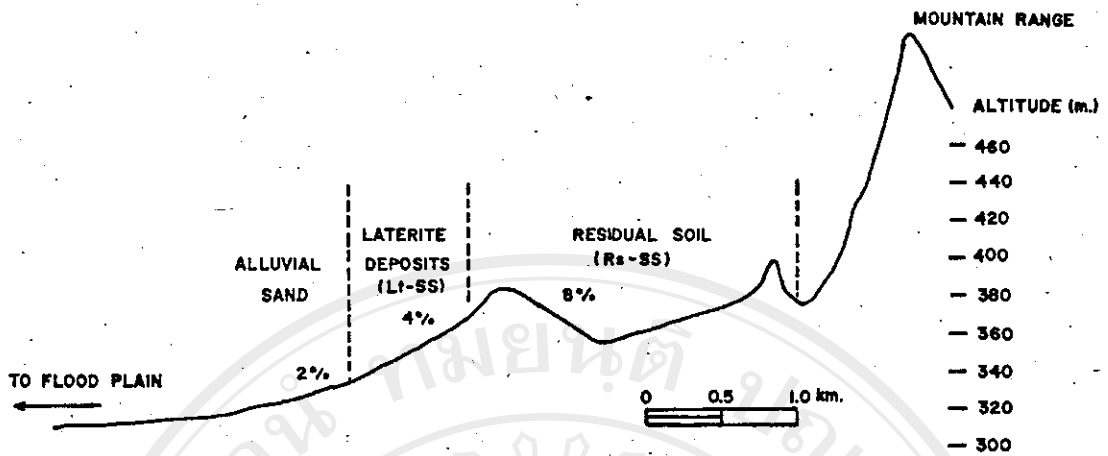
ก. ดินเกิดใหม่ (Residual Soil) เกิดจากการพังสลายตัวอยู่ในที่ของหินฐานหรือเศษหิน ซึ่งถูกพัดพามาตกทับถมตามเชิงเขาจากตลอนบน ๆ ของภูเขา

ข. ลูกรัง (Laterite) เป็นดินที่มีการสะสมตัวของแร่เหล็กและแมงกานีส เป็นปริมาณมาก จนทำให้เนื้อดินส่วนใหญ่จับตัวเป็นเม็ดกรวดมนลูกรัง (Pea gravel) หรือดินแลง (Soft massive laterite) หรือ คีลาแลง (Massive laterite)

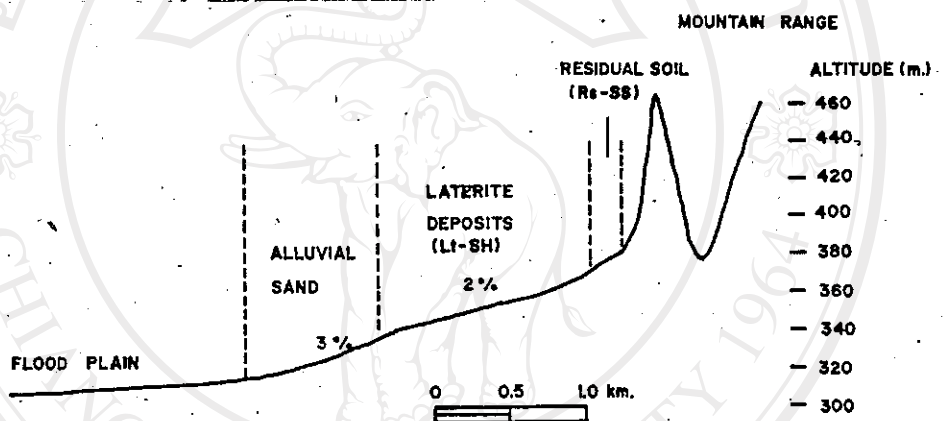
ค. ดินตะกอนน้ำพา (Alluvial soil) มีลักษณะเป็นดินทรายละเอียดปนทรายแป้ง

ดินเกิดใหม่ที่มีมักจะเกิดบริเวณต้นเขาหรือเนินสูงที่มีความลาดเอียงของพื้นผิวอยู่ในช่วง 4-16 เปอร์เซ็นต์ ลูกรังมักจะเกิดในบริเวณที่เป็นส่วนของต้นเขาหรือเนิน ที่ต่อเนื่องมาจากบริเวณที่เป็นดินเกิดใหม่ อยู่ในช่วง 1-4 เปอร์เซ็นต์ ดินทรายละเอียดจะเกิดในบริเวณลาดเข้ามาภายในแอ่งจากลูกรังและจะต่อเนื่องเข้าสู่บริเวณซึ่งเป็นลานตะกอนน้ำพาในระดับกลาง ความลาดเอียงของพื้นผิวอยู่ในช่วงต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ รูปที่ 5.1 เป็นตัวอย่างภาคตัดด้านขวางแสดงความสัมพันธ์ในตำแหน่งการเกิดของดินทั้ง 3 กลุ่มในแนวจากภูเขาสูงบริเวณขอบแอ่งเข้าสู่ที่ราบลุ่มภายในแอ่ง

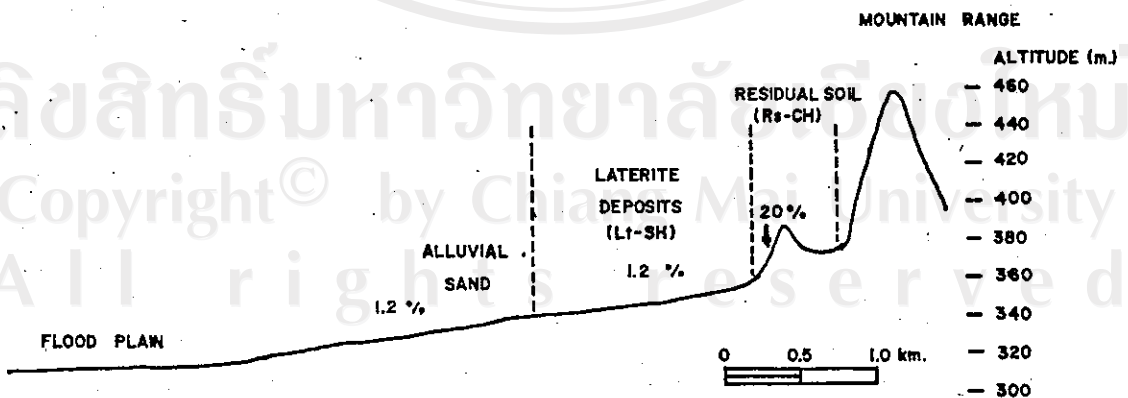
#### 5.3.1 ดินเกิดใหม่



(ก) บริเวณวัดศรีบุญเรือง อ.สันทราย จ. เชียงใหม่ มองจากทางทิศตะวันออกเฉียงใต้



(ข) บริเวณบ้านหลัก (ทางเข้าเขื่อนแม่กวง) อ. ดอยสะเก็ด จ. เชียงใหม่ มองจากทิศตะวันออกเฉียงใต้



(ค) บริเวณบ้านพามัว อ. เมือง จ. ลำพูน มองจากทิศตะวันตกเฉียงใต้

รูปที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะดินและตำแหน่งในภูมิประเทศของ  
ชุดดินลาดหน้า/ท่าทราย ในแอ่งเชียงใหม่

ลักษณะชั้นดินของดินเกิดในที่สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะของหินต้นกำเนิดคือ ดินเกิดในที่จากหินทราย ดินเกิดในที่จากหินดินดานสลับกับหินเชิร์ท และดินเกิดในที่จากหินดินดานหรือหินภูเขาไฟ

ก. ดินเกิดในที่จากหินทราย

ดินเกิดในที่จากหินทรายจะพบมากในพื้นที่ตอนบนของชุดหินท่าทางและลาดห้วย ที่ติดกับภูเขาหินทราย ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่ในช่วง 370-400 เมตร ลักษณะภูมิประเทศในบริเวณที่เกิดจะเห็นแบบเนินเขาขนาดเล็ก หรือเป็นลานเศษหินเชิงเขาในส่วนที่อยู่ติดกับต้นเขา

ลักษณะหิน : หินทรายที่พบภายในบริเวณแอ่งเชียงใหม่ส่วนใหญ่มีสีเทาอ่อน ถึงเทาออกเขียว เมื่อเริ่มผุจะมีสีเทาขาวถึงน้ำตาลแดง มีเนื้อแน่น แข็ง จะมีแร่เหล็กออกไซด์เคลือบตามผิวที่สัมผัสกับอากาศหรือแทรกตามรอยแตก จากการศึกษารายละเอียดของอะวิซพงษ์ (2523) พบว่า หินทรายในบริเวณภูเขาขอบตะวันออกของแอ่งเชียงใหม่ ในพื้นที่อำเภอสันกำแพง ส่วนใหญ่เป็นหินทรายประเภทซับอาร์โคส (Subarkose) และเฟลด์สปาร์ติค เกรย์แวค (Feldspathic graywacke) ซึ่งมีแร่เฟลด์สปาร์เป็นส่วนประกอบค่อนข้างสูง ทำให้เกิดการผุพังสลายตัวได้ง่าย และมีแร่ดินเหนียวปนได้มาก ในดินซึ่งเกิดจากการผุพังสลายตัว บางแห่งหินทรายจะถูกแปรสภาพหรือถูกแรงเฉือนกระทำ ทำให้มีรอยแตกมากและเนื้อดินค่อนข้างฟู ซึ่งทำให้เกิดการผุพังสลายตัวได้ง่ายยิ่งขึ้น นอกจากนี้บางแห่งจะมีหินโคลน (Mudstone) สีเทาขาว ชั้นค่อนข้างหนาแทรกอยู่

ลักษณะชั้นดิน : ชั้นดินที่เกิดหนาประมาณ 0.5-2.0 เมตร ปกคลุมอยู่บนหินฐานที่กำลังเริ่มผุ ดินมีลักษณะเป็นชั้นดินผุประกอบด้วยเศษหินทราย สีน้ำตาล และเศษแร่ควอร์ตซ์สีขาว มีลักษณะเป็นเม็ดเหลี่ยมขนาดโตสุดของเศษหินอาจมากกว่า 20 เซนติเมตร เนื้อดินค่อนข้างแน่นถึงร่วนหยุย ปริมาณดินเหนียวจะเพิ่มขึ้นตามความลึกของชั้นดิน สีของเนื้อดินแปรปรวนตั้งแต่สีน้ำตาลอ่อนปนเทาอ่อนถึงสีน้ำตาลแดงเข้ม และมักจะมีเม็ดกรวดปนลูกรังปนอยู่ในชั้นดินด้วย ในบางบริเวณผิวหน้าของชั้นดินจะถูกปิดทับโดยชั้นทรายละเอียดสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลแดง ซึ่งอาจหนาถึง 0.7 เมตร ภาพที่ 5.1 แสดงลักษณะชั้นดินเกิดในที่จากหินทราย

ข. ดินเกิดในที่จากหินดินดานสลับกับหินเชิร์ท

ดินเกิดในที่จากหินดินดานสลับกับหินเชิร์ท จะพบได้ไม่มากนักในบริเวณแอ่งเชียงใหม่ แหล่งที่สำคัญได้แก่ ด้านตะวันออกของบ้านหนองมะจึก อำเภอแม่แตง ทางตะวันออกของบ้านป่าตึง ตำบลออนใต้ อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ และทางตอนใต้ของบ้านจำบอนเหนือและบ้านจำบอนใต้ ตำบลศรีบัวบาน



ภาพที่ 5.1 ลักษณะชั้นดินเกิดในที่จากหินทราย (พิกัด 008371 : บ้านทุ่งหลวง  
อ.แม่ทา จ.ลำพูน)

อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน สภาภูมิประเทศมีลักษณะเป็นกลุ่มเนินขนาดเล็ก หรือเป็นเนินเขาขนาดเล็ก โดดๆอยู่ในบริเวณที่ราบใกล้ๆ ขอบแอ่ง พื้นที่โดยทั่วไปจะมีความต่างระดับเฉพาะที่ต่ำกว่า 10 เมตร

ลักษณะหิน : หินต้นกำเนิดเป็นหินดินดานสลับหินเชิร์ท ชั้นหินแต่ละชั้นมักจะหนาไม่เกิน 0.10 เมตร มีการโค้งงอและการแตกหักในแนวตัดขวางกับแนวชั้นหินมาก ชั้นหินดินดานมักจะมีการผุพังมากกลายเป็นดินละเอียดสีน้ำตาลแดง ส่วนที่มีการผุพังสลายตัวยังไม่สมบูรณ์จะมีสีน้ำตาล เนื้อหินแน่นแต่เปราะและน้ำหนักค่อนข้างเบา ชั้นหินเชิร์ทโดยทั่วไปมีการผุพังสลายตัวย่อย มีสีเทาถึงเทาดำ แข็งมาก สำหรับส่วนที่มีการผุพังสลายตัวสมบูรณ์แล้วจะมีสีน้ำตาลแดง ลักษณะดังกล่าวนี้ทำให้เกิดในบริเวณที่มีลักษณะไม่จับตัวกันแน่นค่อนข้างร่วน เมื่อขุดจะแตกออกเป็นก้อนขนาดเล็กตามรอยแตกได้ง่าย การแทรกสลับกันของชั้นหินทั้งสองชนิดจะแปรปรวนไปตามแหล่งต่าง ๆ บางบริเวณจะมีชั้นหินดินดานเป็นส่วนใหญ่ บางบริเวณจะมีชั้นหินดินดานน้อยและส่วนใหญ่เป็นชั้นหินเชิร์ท หรือบางบริเวณอาจมีชั้นหินทั้งสองชนิดพอ ๆ กัน

ลักษณะชั้นดิน : ชั้นดินที่เกิดอาจหนาถึง 1.0-3.0 เมตร หรือมากกว่า ปกคลุมอยู่บนชั้นหินที่กำลังเริ่มผุ ชั้นดินมีลักษณะเป็นชั้นดินเม็ดละเอียด ที่มีเศษหินเชิร์ทแทรกตัวปะปนอยู่เป็นแห่งๆ บางครั้งเศษหินเชิร์ท จะวางตัวเป็นแนวโค้งงอ ตามโครงสร้างเดิมของชั้นหิน เศษหินเชิร์ทมีลักษณะเป็นเหลี่ยมขนาด 0.5-2.0 เซนติเมตร ปริมาณเศษหินเชิร์ทบางแห่งจะมีมาก บางแห่งจะมีน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณชั้น เชิร์ท ซึ่งแทรกตัวอยู่ในหินเดิม ภาพที่ 5.2 แสดงลักษณะชั้นดิน บริเวณดินเกิดโยที่จากหินดินดานสลับหินเชิร์ท

#### ค. ดินเกิดโยที่จากหินดินดานและหินภูเขาไฟ

ลักษณะหินและลักษณะภูมิประเทศที่เกิด : หินดินดานที่เกิดเป็นชั้นบาง มักจะพบในบริเวณเดียวกันกับหินภูเขาไฟ พบอยู่ 2 บริเวณในจังหวัดลำพูน คือ บริเวณเชิงเขาทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของบ้านแสลง ตำบลมะเขือแจ้ อำเภอเมือง และบริเวณเชิงเขา ทางตอนใต้และตะวันตกของ บ้านฝางมีน อำเภอแม่ทา บ้านต้นดอย บ้านหนองสร้อย อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน พื้นที่มีลักษณะเป็นที่ต่ำ ค่อนข้างราบ มีความต่างระดับน้อย มักเป็นลาดต่อเนื่องมาจากเชิงภูเขาหินทราย ค่อยๆ ลาดเข้าสู่บริเวณที่ราบลุ่ม หินดินดานโดยมากมีการแยกตัวเป็นชั้น มีความหนาน้อยกว่า 10 เซนติเมตร มีการโค้งงอ แตกหัก และมีการเจือปนระหว่างชั้นค่อนข้างมาก โดยผิวของชั้นหินที่ถูกเจือปนจะขนานกับแนวชั้นหินและมักจะมีสีเทาเป็นมัน หินภูเขาไฟที่พบในการศึกษานี้ มักจะเกิดในบริเวณติดกับหินดินดาน มีเนื้อละเอียดสีเทา ถึงเนื้อหยาบสีเขียว โดยทั่วไปเนื้อหินที่ไม่ผุจะแข็งมาก



ก

ภาพที่ 5.2 ลักษณะชั้นดินเกิดใหม่ที่เกิดจากหินดินดานสลับกับ 셰ิร์กชั้นบาง (ก. นิกัด 236695 : บ้านป่าตึง อ. สันกำแพง จ. เชียงใหม่; ข. นิกัด 107467 : บ้านจำบอน อ. เมือง จ. ลำพูน)



ข



ลักษณะชั้นดิน : ดินเกิดในที่จากหินดินดานและหินภูเขาไฟ มีลักษณะเป็นดินเม็ดละเอียดประกอบด้วยดินชั้นบน เป็นดินเหนียวปนทราย (Loamy clay) สีเทาดำ ถึงน้ำตาลแดง เนื้อค่อนข้างแน่น มีจุดประสีน้ำตาลแดงเล็กน้อย ในระดับที่ลึกประมาณ 1.0 เมตร ดินชั้นบนจะวางตัวอย่างต่อเนื่องอยู่บนชั้นดินเหนียวสีน้ำตาลจาง สีเทาถึงเทาอมน้ำตาล ซึ่งในกรณีที่ดินเดิมเป็นหินดินดาน ชั้นดินทั้งหมดจะหนาไม่เกิน 4.0 เมตร ส่วนในกรณีที่ดิน เดิมเป็นหินภูเขาไฟ ชั้นดินทั้งหมด โดยเฉพาะชั้นดินสีเทาอมน้ำตาล จะหนามาก บางครั้งหนามากกว่า 10 เมตร

### 5.3.2 ดินลูกรัง

ดินลูกรังที่พบในบริเวณการศึกษา สามารถแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่ม ตามลักษณะของหินในบริเวณที่เกิดดังนี้ คือ ลูกรังในสภาพแวดล้อมที่เป็นหินทราย และลูกรังในสภาพแวดล้อมที่เป็นหินดินดาน

#### ก. ลูกรังในสภาพแวดล้อมที่เป็นหินทราย

ลักษณะภูมิประเทศที่เกิดและลักษณะหิน : แหล่งลูกรังในสภาพแวดล้อมที่เป็นหินทราย สามารถพบได้ทั่วไปเกือบตลอดขอบแอ่งเชียงใหม่ด้านตะวันออก บริเวณที่เกิดจะต่อเนื่องมาจากบริเวณหินภูเขาไฟปนทรายแต่มีระดับต่ำกว่า ความลาดเอียงของพื้นผิวน้อยกว่า มีการกัดเซาะของร่องน้ำน้อยกว่า ลักษณะภูมิประเทศในบริเวณที่พบมีทั้งที่เป็นเนินเขาขนาดเล็ก และเป็นลานเศษหินเชิงเขา หินต้นกำเนิดจะเป็นหินทรายประเภทซิปอาร์โคส และเพลดส์ปาร์ติกเกรย์แวค

ลักษณะชั้นดิน : แหล่งลูกรังในสภาพแวดล้อมที่เป็นหินทราย โดยทั่วไปจะมีทั้งที่เป็นดินลูกรังและเป็นศิลาแลง ดินลูกรังส่วนใหญ่จะประกอบด้วย เม็ดกรวดลูกรังแข็ง และมักจะมีเศษหินทรายและเศษแร่ควอร์ตเป็นเหลี่ยมปนอยู่ด้วย ลักษณะเนื้อดินแปรปรวนตั้งแต่ช่วงซุยสีน้ำตาลอ่อนถึงเทาจาง จนถึงเนื้อแน่นสีน้ำตาลแดง ซึ่งความแปรปรวนที่เป็นอิทธิพลมาจากดินเหนียวที่ผสมอยู่ โดยทั่วไปปริมาณดินเหนียวและเศษหินจะเพิ่มขึ้นตามความลึก เม็ดกรวดลูกรังส่วนใหญ่จะมี ลักษณะเป็นก้อนมน ผิวขรุขระ หรือมีลักษณะเป็นก้อนเว้าแหว่งคล้ายงาช้าง มีความแข็งปานกลางถึงแข็งมาก มีขนาดเฉลี่ย 0.5-0.8 เซนติเมตร ขนาดใหญ่สุดประมาณ 2.0 เซนติเมตร ส่วนที่เป็นศิลาแลง จะมีโครงสร้างเกิดจากการประสานตัวอย่างต่อเนื่องของน้ำแร่เหล็ก และ/หรือแมงกานีส มีลักษณะเป็นแผ่นแข็งถึงแข็งมาก มีสีตั้งแต่น้ำตาลอมเหลือง จนถึงน้ำตาลแดงเข้ม หรือเป็นลายสีหลายสีผสมกัน บางครั้งจะมีจุดประสีเทาอยู่บ้าง เนื้อศิลาแลงมักจะมีรูพรุน ซึ่งอาจจะต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่อง บางครั้งจะมีรูพรุนมากทำให้มีลักษณะเป็นโพรง ในชั้นศิลาแลงมักจะมีเศษหินทรายขนาดหยาบปนอยู่ บางครั้งอาจมีก้อนศิลาแลงขนาดใหญ่ประมาณ 1 เมตร เกิดปนอยู่ในชั้นดินลูกรังได้

แหล่งลูกรังที่พบเกิดแตกต่างกัน 2 ลักษณะ ลักษณะแรกจะประกอบด้วยชั้นดินลูกรัง วางตัวอยู่บนชั้นศิลาแลง ซึ่งจะวางตัวอยู่บนหินทราย ลักษณะที่สองประกอบด้วยชั้นดินลูกรัง วางตัวอยู่บนหินทราย โดยไม่มีชั้นศิลาแลง แต่อาจจะพบก้อนศิลาแลงขนาดใหญ่ บางครั้งอาจมีขนาด 1 เมตร อยู่ในชั้นดินลูกรัง ชั้นดินลูกรังที่พบในทั้งสองลักษณะ จะมีความหนาประมาณ 0.5-1.2 เมตร ในกรณีที่ไม่มีชั้นศิลาแลงรองรับ จะมีเศษหินทรายและเศษแร่ควอร์ตซ์ ปนอยู่ในชั้นดินลูกรังมาก โดยเฉพาะในระดับลึกลงไป และบางครั้งส่วนที่ต่อจากชั้นกรวดบนลูกรังจะมีลักษณะเป็นหินทรายฟู ซึ่งอาจหนามากกว่า 1 เมตร ชั้นศิลาแลงจะมีความหนาประมาณ 1.0-2.0 เมตร โดยทั่วไป ชั้นลูกรังจะถูกปิดทับด้วย ชั้นทรายละเอียดปนทรายแป้ง สีน้ำตาลจางถึงน้ำตาลอมแดง หนา 0.05-0.50 เมตร ภาพที่ 5.3 และรูปที่ 5.2 แสดงลักษณะชั้นดินลูกรังในสภาพแวดล้อมที่เป็นหินทราย

## ข. ลูกรังในสภาพแวดล้อมที่เป็นหินดินดาน

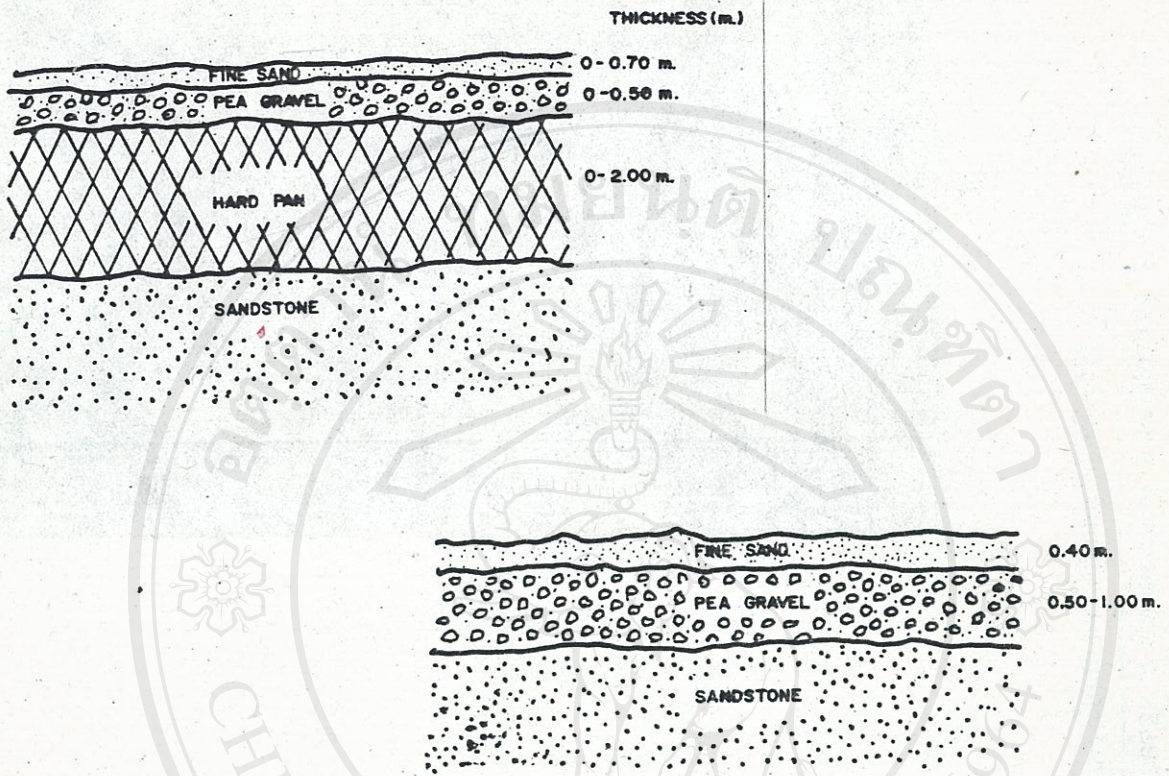
แบ่งย่อยตามลักษณะของหินดินดานที่พบออกเป็น 2 แบบ คือ ลูกรังที่เกิดในหินดินดานชั้นหนา และลูกรังซึ่งเกิดในหินดินดานสลับชั้นกับหินเชิร์ท บริเวณที่เกิดลูกรังจากหินดินดานชั้นหนา จะมีลักษณะภูมิประเทศเป็นเนินลูกคลื่นลอนลาด มีความต่างระดับเฉพาะที่ ประมาณ 10-20 เมตร ยอดเนินมีลักษณะโค้งมนกว้าง บางครั้งจะค่อนข้างราบ ผิวข้างเนินมีความลาดเอียง 1-4 เปอร์เซ็นต์ แหล่งลูกรังในบริเวณนี้จะมีทั้งส่วนที่เป็นกรวดลูกรัง ดินแลง และศิลาแลง

กรวดลูกรัง จะมีเม็ดลูกรังที่มีลักษณะเป็นก้อนมน หรือเว้าแหว่งเหมือนแง่งซึ่ง สีน้ำตาลอมแดงถึงดำ โครงสร้างภายในเนื้อเม็ดลูกรังไม่มีลักษณะการเรียงเป็นวง (Concentric texture) มีความแข็งตั้งแต่ปีด้วยมือแตกเมื่อขึ้น จนถึงแข็งมากเมื่อแห้ง มีขนาดเฉลี่ย 0.3-0.7 เซนติเมตร ขนาดโตสุดประมาณ 3.0 เซนติเมตร เนื้อหิม็ดตั้งแต่ที่เป็นดินทรายแป้งร่วนสีน้ำตาล ถึงดินเหนียวปนทรายแป้งขึ้น จับกันเป็นก้อน มีสีน้ำตาลแดงถึงแดงเข้ม และบางแห่งเนื้อดินจะมีความชื้นและปริมาณดินเหนียวเพิ่มขึ้น ตามความลึก โดยเฉพาะในกรณีที่ชั้นกรวดบนลูกรังดังกล่าววางตัวอยู่บนชั้นดินแลง ภาพที่ 5.4 แสดงตัวอย่างลักษณะชั้นกรวดลูกรังที่พบในพื้นที่สำรวจ

ดินแลง จะมีลักษณะเนื้อดิน ค่อนข้างละเอียดขึ้น จับตัวแน่นถึงแน่นมาก มีสีน้ำตาลแดงถึงแดงเข้ม มีจุดประสีน้ำตาลเหลือง และสีเทาปนอยู่มาก จุดประสีดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นตามความลึก เมื่อขุดจะแตกออกเป็นก้อนเม็ดเหลี่ยม ขนาด 1.0-2.0 เซนติเมตร มีความแข็งตั้งแต่ค่อนข้างเปราะจนถึงแข็ง ชั้นดินแลงดังกล่าวจะมีปริมาณดินเหนียวปนอยู่มาก โดยเฉพาะในระดับลึกลงไป ซึ่งจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นชั้นดินเหนียวในที่สุด



ภาพที่ 5.3 ลักษณะชั้นดินลูกรังในสภาพแวดล้อมที่เป็นดินทราย (ก. จีที 185854 :  
 บ้านทุ่งยางปายแดง อ. ดอยสะเก็ด จ. เชียงใหม่: พ. จีที 073914 :  
 บ้านนิคมหนองเต่า อ. สันทราย จ. เชียงใหม่)



รูปที่ 5.2

ลักษณะชั้นดินลูกรังในสภาวะแวดล้อมที่เป็นหินทราย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved



ข

ภาพที่ 5.4 ลักษณะชั้นดินในสภาวะแวดล้อมที่เป็นดินแดน

(ก. พิกัด 236723 : บ้านสหกรณ์หมู่ 1 อ. สันกำแพง จ. เชียงใหม่ :

ข. พิกัด 162898 : ทางเข้า เขื่อนแม่กวาง อ. ดอยสะเก็ด จ. เชียงใหม่)

ศิลาแลง จะมีลักษณะคล้ายกับชั้นศิลาแลงที่เกิดในบริเวณสภากาชาดล้อมที่เป็นหินทราย คือ มีสีน้ำตาลแดงถึงแดงเข้ม เนื้อค่อนข้างแน่นและแข็ง บางครั้งจะมีโพรง

ในชั้นดินลูกรังต่างๆ ดังกล่าวมาแล้ว อาจพบเศษหินทราย หรือเศษแร่ควอร์ตซ์เป็นเหลี่ยมขนาดหยาบปนอยู่เล็กน้อย และในชั้นกรวดลูกรังหรือชั้นดินแดง อาจมีก้อนศิลาแลงขนาดใหญ่เกิดปนอยู่ด้วย

ลักษณะการเกิดของแหล่งลูกรังในบริเวณที่เป็นหินดินดานหนา สามารถแยกได้เป็น 3 ลักษณะคือ

ชั้นลูกรังที่มีลักษณะเป็นชั้นศิลาแลง หนาประมาณ 1.0 เมตร วางปิดทับอยู่บนชั้นดินแดง หนา มากกว่า 2 เมตร โดยจะมีเม็ดกรวดมนลูกรัง กระจายอยู่บนผิว ลักษณะชั้นลูกรังดังกล่าวนี้มักจะพบในส่วนยอดเนิน

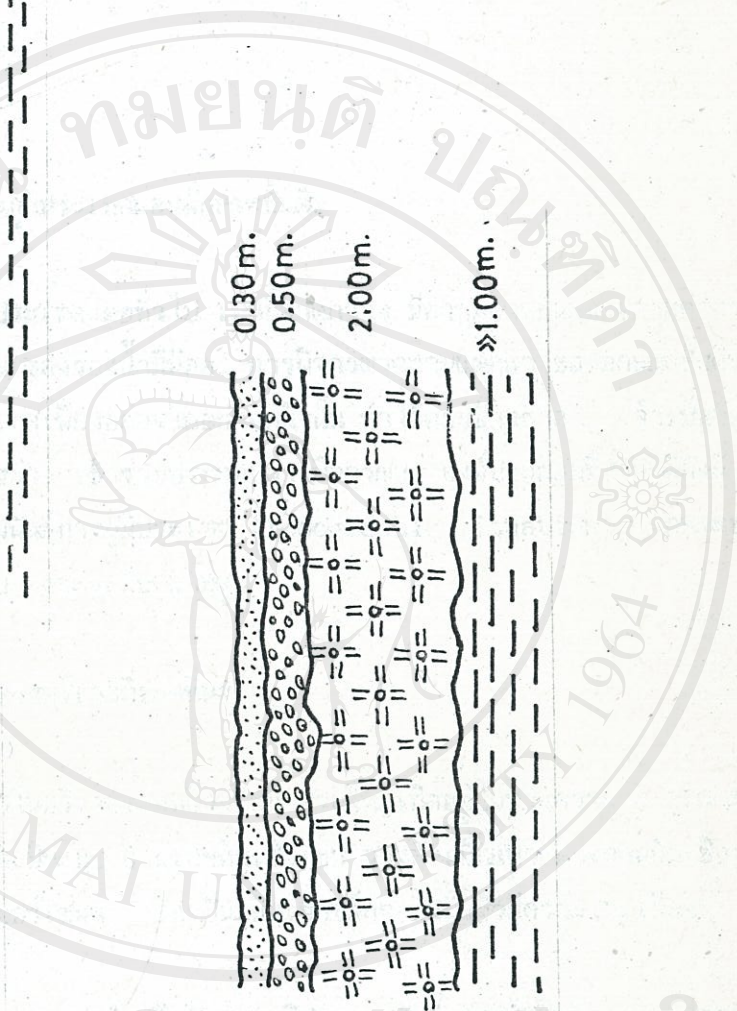
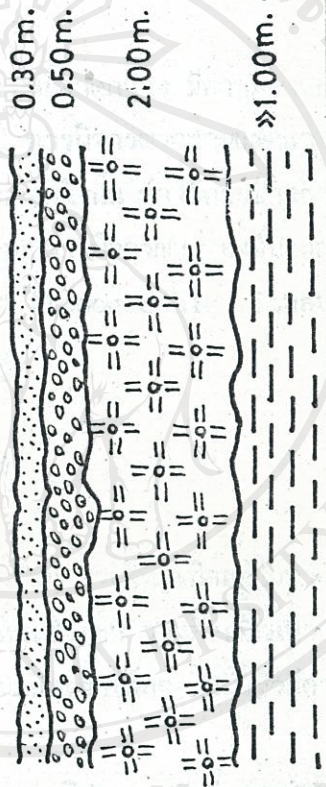
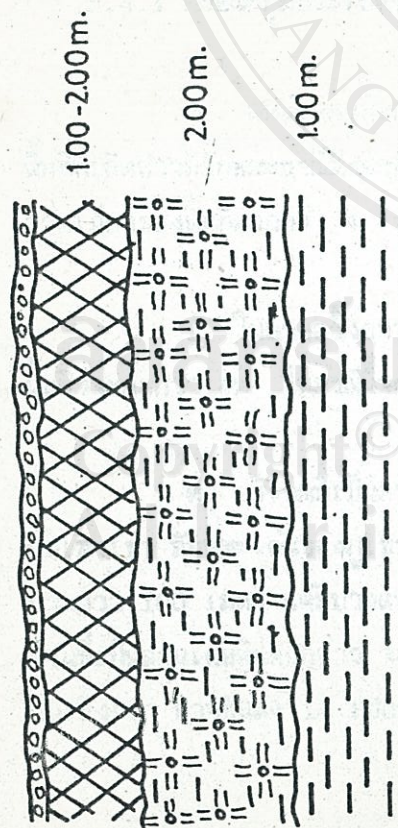
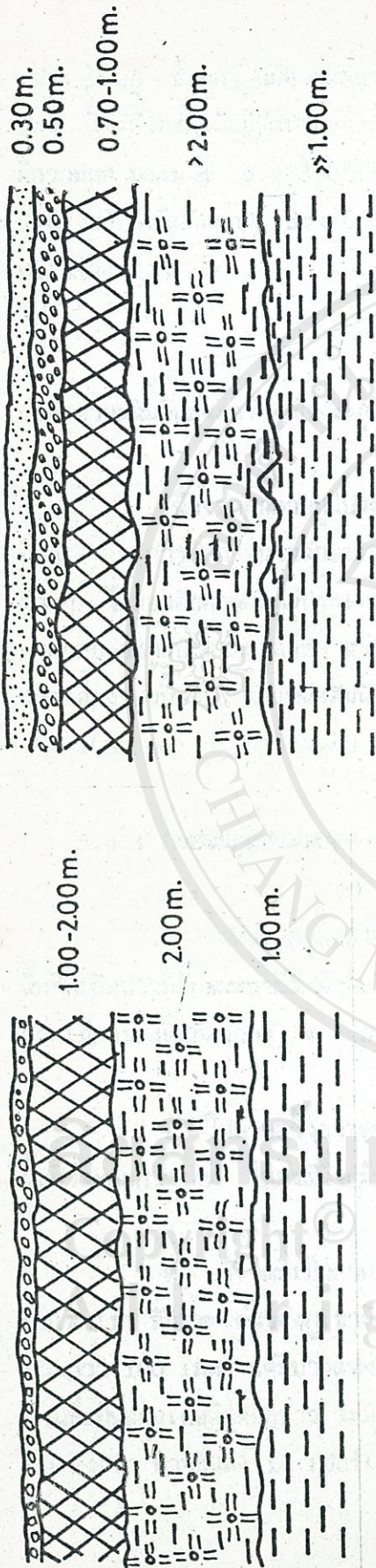
ชั้นลูกรังที่มีลักษณะเป็นชั้นกรวดลูกรัง หนา 0.5 เมตร วางปิดทับอยู่บนชั้นศิลาแลง หนา 0.7-1.0 เมตร ซึ่งจะวางตัวอยู่บนชั้นดินแดง หนาประมาณ 2.0 เมตร หรือมากกว่า มักจะพบในส่วนผิวลาดตอนบนใกล้ๆ กับยอดเนิน หรือในส่วปลายเนิน ที่มีความลาดเอียงยาวและชันกว่า 3 เปอร์เซ็นต์

ชั้นลูกรังที่มีลักษณะเป็นชั้นกรวดลูกรัง หนา 0.5 เมตร วางตัวอยู่บนชั้นดินแดง หนา 2.0 เมตร หรือมากกว่า มักจะพบในส่วนผิวลาดข้างเนินและปลายเนินที่แคบและมีความชันน้อย

ชั้นลูกรังทั้ง 3 ลักษณะดังกล่าวจะวางตัวอย่างต่อเนื่องอยู่บนดินเหนียวสีเทาจาง หนามากกว่า 3.0 เมตร มีจุดประสีน้ำตาล เล็กน้อย และมักจะถูกปิดทับโดยชั้นทรายละเอียดหรือทรายละเอียดปนทรายแป้งสีน้ำตาล หนา 0.5-0.7 เมตร โดยเฉพาะในส่วนตอนล่างของเนิน รูปที่ 5.3 แสดงลักษณะชั้นลูกรังของทั้งสามลักษณะ

ลูกรังที่เกิดในบริเวณที่เป็นหินดินดานชั้นบางและมีหินเชิร์ทแทรกสลับ มีลักษณะพื้นที่เป็นที่ลาดค่อนข้างราบที่อยู่ติดกับภูเขาหินเชิร์ทชั้นบางสลับกับหินดินดาน หรือเป็นเนินลูกคลื่นลอนลาดที่มีความต่างระดับน้อยกว่า 10 เมตร แต่แต่เป็นบริเวณกว้างมาก พื้นผิวมีความลาดชันประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์

ดินในชั้นลูกรังส่วนใหญ่ เป็นเม็ดกรวดลูกรังซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนมน ผิวมัน สีน้ำตาลแดงเข้มค่อนข้างแข็ง มีขนาดเฉลี่ย 0.3-0.7 เซนติเมตร เนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้งถึงดินเหนียว โดยทั่วไปค่อนข้างแน่นและชื้น มีเศษหินเชิร์ทเป็นเหลี่ยมปนอยู่มาก อาจมีก้อนศิลาแลงขนาดใหญ่ประมาณ 0.5-1.0



มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
by Chiang Mai University  
rights reserved

รูปที่ 5.3 ลักษณะชั้นดินลูกรังในสภาพแวดล้อมที่เป็นดินดาน

เมตร บนอยู่ ชั้นลูกรังนี้มีความหนาประมาณ 0.4-1.2 เมตร และวางตัวอยู่บนชั้นดินเหนียวสีน้ำตาลปนเทา โดยมีรอยสัมผัสที่ชัดเจน ชั้นดินเหนียวที่อยู่ใต้ชั้นลูกรังบางแห่งจะมีเศษหินเชิร์ทเป็นเหลี่ยมบนอยู่มาก มีความหนาประมาณ 0.4-3.0 เมตร หรือบางแห่งอาจมากกว่านี้ หินที่รองรับชั้นดินเหนียว ได้แก่หินเชิร์ทชั้นบางสลับกับหินดินดาน ซึ่งจะมีการโค้งงอแตกหักมาก รูปที่ 5.4 และภาพที่ 5.5 แสดงลักษณะชั้นดินในบริเวณดังกล่าว

#### 5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภูมิประเทศและลักษณะชั้นดิน

เนื่องจากสภาพภูมิประเทศโดยทั่วไป เป็นที่ลาดกว้าง มีความลาดชันและความต่างระดับเฉพาะที่ต่ำ และการกักต่อน้ำในลักษณะของร่องน้ำมีน้อย การพิจารณาความแตกต่างของลักษณะชั้นดินในตำแหน่งต่างๆ โดยอาศัยลักษณะภูมิประเทศเพียงอย่างเดียวอย่างใดอย่างหนึ่งนั้น ทำได้ค่อนข้างยาก จำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบของภูมิประเทศหลายๆ อย่าง เข้าร่วมประกอบการพิจารณา องค์ประกอบที่สำคัญมีดังนี้ คือ ความลาดเอียงของพื้นผิว ตำแหน่งสัมพันธ์ทางภูมิประเทศ (Topographic situation) ลักษณะของพืชพรรณ (Vegetation) ความต่างระดับ และระดับความสูง

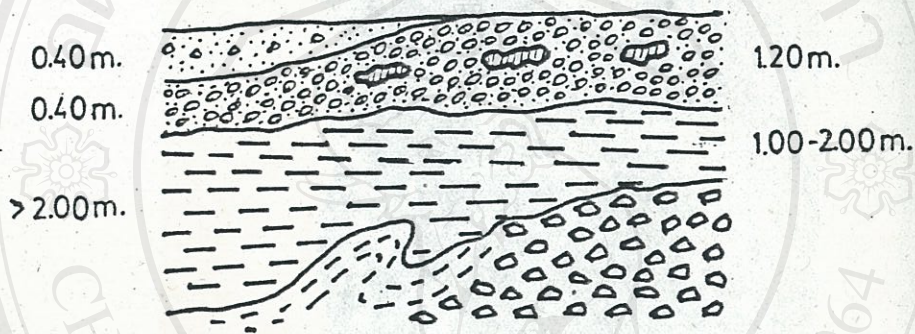
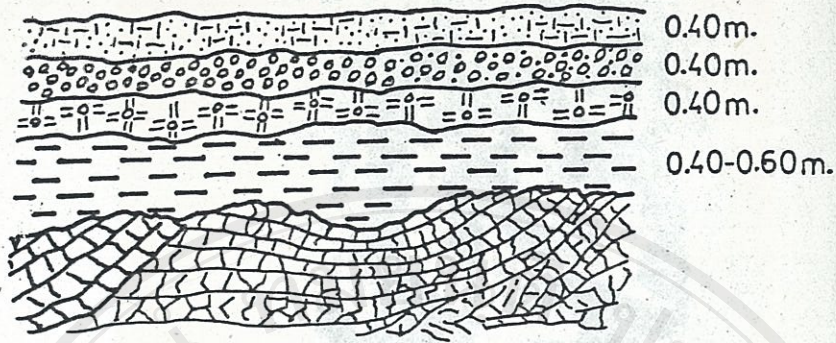
##### 5.4.1 ลักษณะภูมิประเทศของบริเวณที่เกิดหินผุ

ก. แหล่งหินผุที่พบในบริเวณแอ่งเชียงใหม่ ส่วนใหญ่เกิดอยู่ในช่วงความสูง 370-400 เมตร พื้นที่ที่เกิดอาจมีลักษณะธรณีสัณฐานเป็นแบบ ลานเศษหินเชิงเขา วางตัวเป็นแนวแคบขนานกับเชิงเขา ความลาดเอียงของพื้นที่มากกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ หรือเป็นเนินเขาเล็กๆ ซึ่งพื้นผิวมีความลาดเอียง

ข. ในบางครั้งอาจพบแหล่งหินผุในลักษณะภูมิประเทศดังที่กล่าวไว้ในข้อ ก. แต่ความลาดของพื้นผิวจะต่ำกว่า 4% ในกรณีนี้จะมีชั้นทรายละเอียดปนซิลต์บางๆ (หนาไม่เกิน 1 เมตร) ปิดทับชั้นหินผุอยู่

ค. บริเวณที่เป็นลานเศษหินจะพบเฉพาะบริเวณเชิงเขาหินทราย โดยจะวางตัวเป็นแนวขนานกับเชิงเขา ลักษณะเด่นของภูเขาหินทรายคือ เป็นภูเขาสูงชัน ลื่นเขาแหลมคม โดยทั่วไปจะมีความต่างระดับมากกว่า 100 เมตร แต่มีบางแห่งอาจมากถึง 500 เมตร ความชันของพื้นผิวอยู่ในช่วง 25-50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เป็นลานเศษหินดังกล่าว จะมีความลาดเอียง โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4-7 เปอร์เซ็นต์ แต่มีบางช่วงที่ติดกับเชิงเขา อาจชันถึง 14 เปอร์เซ็นต์ แนวการเปลี่ยนแปลงความลาดชัน ระหว่างบริเวณที่เป็นลานเศษหิน





รูปที่ 5.4

ลักษณะชั้นดินลูกรังในสภาพแวดล้อมที่เป็นกึ่งดินดาน  
สลับหินเซิร์กอื่นบาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved



ภาพที่ 5.5 ลักษณะดินลูกรังในสภาพแวดล้อมที่เป็นดินดานซึ่งบางสลับกับหินฉีก  
(พิกัด 116496 : บ้านพามัว อ. เมือง จ. ลำพูน)

และบริเวณที่เป็นภูเขาหิน จะสามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน ทั้งในสนามและจากภาพถ่ายทางอากาศ โดยทั่วไป ลานเศษหินเชิงเขา จะมีความกว้างประมาณ 0.5 กิโลเมตร พื้นผิวในบริเวณลานเศษหิน ที่ประกอบด้วยหินผุจะมีการกัดกร่อนของทางน้ำมากกว่าบริเวณที่เป็นลูกรัง ซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า โดยทางน้ำจะไหลลงตามแนวความลาด ลักษณะร่องน้ำแคบ ลึก และคดงอ

พืชพรรณที่ขึ้นปกคลุม มีสภาพเป็นป่าโปร่ง ประกอบด้วยต้นไม้ขนาดกลางสูงประมาณ 3-5 เมตร ทรงพุ่มเล็กน้อย เส้นผ่าศูนย์กลาง ลำต้นขนาด 15-20 เซนติเมตร เป็นพันธุ์ไม้ในตระกูล ไม้ยางเป็นส่วนใหญ่ ในภาพถ่ายทางอากาศบริเวณดังกล่าว จะปรากฏเป็นพื้นผิวเอียง ต่อมาจากภูเขาสูงอย่างเห็นได้ชัด มีลักษณะเนื้อภาพหยาบปานกลาง แต่สม่ำเสมอ มีสีเทาอ่อนข้างเข้ม

ง. หินผุซึ่งเกิดในลักษณะธรณีสัณฐานที่เป็นเนินเล็กๆ พื้นผิวทั้งที่เป็นหินผุจากหินทราย หินดินดาน ชั้นหนา และหินดินดานสลับหินเชิร์ท

จ. เนินหินผุจากหินทราย จะมีลักษณะเป็นเนินเขา ขนาดเล็กอยู่ตามขอบแอ่งใกล้ๆ กับภูเขาสูง มักจะเกิดเป็นเนินโดดๆ แอ่งมีความต่างระดับเฉพาะที่ประมาณ 10-40 เมตร ผิวข้างเนินจะมีความลาดเอียง 4-8 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวจากยอดเนินถึงเชิงเนินประมาณ 300-800 เมตร มียอดเนินค่อนข้างมนกลม ไม่เป็นแนวสันยาว ผิวยอดเนินมีลักษณะโค้งมนกว้าง พืชพรรณที่ปกคลุมพื้นที่มีลักษณะเช่นเดียวกับบริเวณหินผุจากหินทรายที่อยู่ในลานเศษหินเชิงเขา ลักษณะร่องน้ำเป็นรูปตัว V ทางน้ำค่อนข้างตรง และมีความชันสูง ในภาพถ่ายทางอากาศบริเวณดังกล่าวจะปรากฏเป็นเนินเขาโดดๆ เนื้อภาพหยาบปานกลาง พื้นผิวค่อนข้างเรียบสม่ำเสมอ และมีสีเทาปานกลาง

ฉ. เนินหินผุจากหินดินดานสลับหินเชิร์ท จะมีลักษณะเป็นกลุ่มเนินเขาขนาดเล็ก อยู่ใกล้ๆ กับภูเขาหินทราย หรือบางแห่งจะเป็นเนินเขาโดด อยู่ในบริเวณที่ราบที่อยู่ห่างจากขอบแอ่งพอสมควร มีความต่างระดับเฉพาะที่ประมาณ 10 เมตร หรือน้อยกว่า ผิวข้างเนินมีความลาดเอียง 4-16 เปอร์เซ็นต์ มีความยาวจากยอดเนินถึงเชิงเนินประมาณ 50-150 เมตร ยอดเนินมีลักษณะตั้งแต่เป็นสันยาวค่อนข้างแหลม จนถึงมีลักษณะกลมมน พืชพรรณในส่วนบนของเนินเป็นป่าโปร่ง ต้นไม้ขนาดเล็กสูง 1-3 เมตร ทรงพุ่มล้วนพืชพรรณตามเชิงเนิน จะเป็นป่าค่อนข้างทึบ ต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูง 3-10 เมตร ทรงพุ่มตามพื้นป่าจะมีพืชขนาดเล็กขึ้นมากจนดูรกทึบ ตามผิวเนินจะไม่มีการกัดกร่อนของร่องน้ำเกิดขึ้น ส่วนในบริเวณกลุ่มเนินเขาต่างๆ จะมีจากการกัดกร่อนของทางน้ำ ซึ่งมีรูปแบบของทางน้ำเป็นแบบคล้ายกิ่งไม้ มีความหนาแน่นของทางน้ำ 5.3 กิโลเมตร ต่อพื้นที่หนึ่งตารางกิโลเมตร ลักษณะร่องน้ำหรือห้วยที่อยู่ระหว่าง เนินเขาจะเป็นรูปตัว U ปลายเปิด ในภาพถ่ายทางอากาศบริเวณดังกล่าว จะมีลักษณะเนื้อภาพตั้งแต่ละเอียด ถึงหยาบ โดยในส่วนที่เป็นตอนบนของเนิน จะมีเนื้อภาพละเอียด สีเทาจาง แต่ส่วนที่เป็นเชิงเนินโดยเฉพาะที่อยู่ข้างห้วย จะมีเนื้อภาพหยาบ สีเทาเข้ม

ช. เนินหินผุจากหินดินดานและหินภูเขาไฟ มีลักษณะเป็นเนินลาดต่ำ แต่เป็นบริเวณกว้าง มีความต่างระดับเฉพาะที่ต่ำมาก ประมาณ 5-10 เมตร ความลาดเอียงของพื้นผิว ประมาณ 1-3 เปอร์เซ็นต์ จากภาพถ่ายพื้นผิว จะมีลักษณะขรุขระเล็กน้อย ส่วนใหญ่เป็นป่าค่อนข้างทึบถึงรก มีพันธุ์ไม้หลายชนิด ต้นไม้มีขนาดลำต้นใหญ่ (สูงกว่า 5 เมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 20 ซม.) และมักจะมีต้นไผ่ ต้นสัก เกิดขึ้นปะปนอยู่เสมอ (ภาพที่ 5.6) พื้นที่มักจะถูกใช้เป็นพื้นที่ทำไร่ในบางฤดู ในภาพถ่ายทางอากาศ บริเวณดังกล่าว จะมีเนื้อภาพหยาบ และมีสีเทาเข้ม

ฉ. เนินดินในชั้นหินผุ ที่เกิดในบริเวณยอดเนินที่ค่อนข้างราบ หรือในบริเวณที่พื้นผิวมีความลาดเอียงต่ำมาก จะชื้นและมีดินเหนียวปนมาก แต่เนินดินในชั้นหินผุที่เกิดในบริเวณที่ชันมากกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ เช่น บริเวณลานเศษหินเชิงเขา หรือไหล่เนินที่ค่อนข้างชัน จะแห้งและมีทรายปนอยู่มาก มีดินเหนียวน้อย

#### 5.4.2 ลักษณะภูมิประเทศของบริเวณที่เกิดลูกรัง

ก. แหล่งลูกรังที่สำรวจพบในแอ่งเชียงใหม่ ส่วนใหญ่เกิดอยู่ในช่วงเส้นระดับความสูง 330-370 เมตร ภูมิประเทศที่เกิดมีลักษณะเป็นที่ลาดกว้าง หรือลูกคลื่นลอนลาด พื้นผิวมีลักษณะโค้งนูน ไม่มีร่องรอยการกัดเซาะของทางน้ำ ความลาดเอียงอยู่ในช่วง 1-4 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะธรณีสัณฐานอาจเป็นแบบลานเศษหินเชิงเขาหรือเนินเขาเล็กๆ เช่นเดียวกับบริเวณแหล่งหินผุ และมักเกิดในบริเวณใกล้เคียงกัน โดยบริเวณที่เกิดลูกรังจะอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า

ข. ในกรณีที่แหล่งลูกรังเกิดติดต่อกับแหล่งหินผุ หินต้นกำเนิดของลูกรังมักจะเป็นประเภทเดียวกับของหินผุในบริเวณใกล้เคียง ดังนั้นการสังเกตลักษณะภูมิประเทศของแหล่งหินผุก็จะสามารถบ่งชี้ถึงคุณสมบัติของลูกรังได้

ค. เช่นเดียวกับกรณีของหินผุ ลูกรังซึ่งเกิดในลักษณะธรณีสัณฐานแบบลานเศษหินเชิงเขา ส่วนใหญ่จะเป็นลูกรังจากหินทราย

ง. ในลักษณะธรณีสัณฐานแบบเนินหรือกลุ่มเนินเล็กๆ ซึ่งส่วนสูงสุดของเนินต่ำกว่าระดับความสูงประมาณ 370 เมตร มักจะเกิดชั้นลูกรังปกคลุมส่วนบนของเนินหรือกลุ่มเนินนั้น ในกรณีที่นี้อาจจะตรวจสอบชนิดของหินต้นกำเนิดของลูกรังได้จากลักษณะของเนินดังนี้ คือ



ภาพที่ 5.6 สภาพป่าไม้บริเวณดินเกิดใหม่ที่จากหินดินดานและหินภูเขาไฟ  
(พิกัด 142528 : บ้านแสลง อ.เมือง จ.ลำพูน)



ภาพที่ 5.7 สภาพป่าไม้บริเวณแหล่งดินลูกรัง (พิกัด 115496 : บ้านพามิ้ว  
อ.เมือง จ.ลำพูน)

- กรณีที่หินต้นกำเนิดเป็นหินทราย เหนียวจะมีความต่างระดับค่อนข้างสูง (20-30 เมตร) ส่วนบนของเนินมีลักษณะลาดกว้าง (500-600 เมตร) ผิวโค้งนูน ส่วนล่างของเนินค่อนข้างชัน (10-20 เปอร์เซ็นต์)
- กรณีที่หินต้นกำเนิดเป็นหินดินดานชั้นหนา เหนียวจะมีความต่างระดับปานกลาง (10-20) ลักษณะเนินเป็นแบบโค้งนูนกว้าง ลาดข้างเนินยาวมาก (500-1,000 เมตร)
- กรณีที่หินต้นกำเนิดเป็นหินดินดานชั้นบางสลับหินเชิร์ต เหนียวจะมีความต่างระดับต่ำ (5-10) มีลักษณะแบนราบ แต่พื้นผิวยังมีความโค้งนูนให้เห็น ได้เล็กน้อย ลาดข้างเนินยาวมาก (500-1,000 เมตร)

จ. ป่าไม้ในบริเวณแหล่งดินลูกรัง โดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นป่าโปร่ง พันธุ์ไม้ส่วนใหญ่ได้แก่ไม้ยางเหียง และยางพลวง (ภาพที่ 5.7) มีลักษณะแคระแกรน ทรงช่อดู สูงประมาณ 1-3 เมตร ขนาดลำต้นประมาณ 5-15 เซนติเมตร ชั้นกระจายตัวค่อนข้างสม่ำเสมอ ระยะห่างระหว่างต้นไม้มักไม่เกิน 1 เมตร หน้ำคลุมดินมีน้อย จากภาพถ่ายทางอากาศ พื้นที่จะมีสีเทาถึงเทาจาง เนื้อผิวดินค่อนข้างละเอียดสม่ำเสมอและเรียบ ไม่มีร่องรอยการกัดเซาะของทางน้ำ

ฉ. ในบริเวณที่เกิดเป็นชั้นดินแลงในระดับต้น ต้นไม้จะมีลักษณะแคระแกรนมากขึ้น ลำต้นมีขนาดเล็กกว่า 10 เซนติเมตร ชั้นกระจายตัวกันห่างๆ ไม่มีหน้ำคลุมผิวดิน (ภาพที่ 5.8) จากภาพถ่ายทางอากาศ บริเวณนี้จะมีสีเทาถึงเทาจาง มีจุดประสีเทาถึงเทาเข้มปนอยู่ประปราย อย่างไม่เป็นระเบียบ จุดประที่เห็นมีรูปร่างไม่แน่นอน เกิดจากการที่ต้นไม้อยู่เป็นกลุ่ม อยู่เฉพาะบางที่ ลักษณะผิวขรุขระเล็กน้อย

ช. ชั้นดินลูกรังบางแห่งอาจปกคลุมด้วยชั้นดินทรายละเอียด ความหนาแปรปรวนตั้งแต่เล็กน้อยจนถึงมากกว่า 1 เมตร ในกรณีที่ความหนาของชั้นทรายน้อยกว่าประมาณ 1 เมตร ลักษณะพืชพรรณที่ปกคลุมและพื้นผิวที่เห็นจากภาพถ่ายทางอากาศจะคล้ายกับในกรณีที่ไม่มีชั้นทรายนิดหน่อย แต่ในกรณีที่ชั้นทรายนิดหน่อยมากกว่า 1.0 เมตร ต้นไม้ที่ขึ้นปกคลุมจะมีความสมบูรณ์มากขึ้น ลำต้นจะมีขนาดกลางถึงใหญ่ อาจสูงมากกว่า 5 เมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า 20 เซนติเมตร ชั้นเป็นทรงพุ่ม มีพันธุ์ไม้มากขึ้น นอกจากเหียง และยาง และมักจะมีหน้ำคาและหน้ำสาปเลื้อยขึ้นคลุมดินมาก (ภาพที่ 5.9) จากภาพถ่ายจะเห็นพื้นที่ในบริเวณนี้มีสีพื้นเป็นสีเทา ถึงเทาจาง มีจุดประสีเทาถึงเทาเข้มกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ จุดประดังกล่าวมีลักษณะเป็นพุ่มกลม ซึ่งเป็นลักษณะของไม้ทรงพุ่มใบแน่น สภาพผิวเรียบ

ณ. ดินลูกรังซึ่งเกิดในบริเวณพื้นที่ ซึ่งมีความลาดเอียงของพื้นผิวในช่วง 3-4 เปอร์เซ็นต์ จะมีดินเหนียวเป็นส่วนประกอบน้อย เนื้อดินค่อนข้างร่วน แต่ในบริเวณที่ความลาดเอียงต่ำกว่า 3% เช่น บริเวณที่เป็นส่วนบนของเนินหินทราย หรือหินดินดานชั้นหนา เนื้อดินลูกรังจะมีดินเหนียวปนอยู่มาก ทำให้เนื้อดินแน่น



ภาพที่ 5.8 สภาพป่าไม้บริเวณแหล่งศิลาแดง (พิกัด 162898 : ทางเข้าเขื่อนแม่กวาง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่)

ภาพที่ 5.9 สภาพป่าไม้บริเวณที่ขึ้นทรายละเอียดเปิดที่หนาแน่นกว่า 1 เมตร (พิกัด 185853 : บ้านทุ่งยาวป่าแดง อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่)



## 5.5 พื้นที่ซึ่งเหมาะสมที่จะเป็นแหล่งชอยแอกกี้เกท

จากการตรวจสอบลักษณะชั้นดิน และคุณสมบัติของดินในสนาม พบว่าพื้นที่ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับเป็นแหล่งชอยแอกกี้เกทในบริเวณชุดดินลาดหญ้า/ท่ายาง สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ลักษณะดังนี้ คือ

- ก. ดินเกิดใหม่จากหินทราย (Residual Soil Sandstone : RS-SS)
- ข. ดินเกิดใหม่จากหินดินดานสลับหินเชิร์ต (Residual Soil from Shale-Chert Interbedded : RS-SH)
- ค. ดินลูกรังจากหินทราย (Laterite from Sandstone : Lt-SS)
- ง. ดินลูกรังจากหินดินดานและหินดินดานสลับหินเชิร์ต (Laterite from Shale-Chert Interbedded : Lt-SH)

ในการพิจารณาความเหมาะสมของการเป็นแหล่งชอยแอกกี้เกทนั้น นอกจากจะพิจารณาถึงคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินในแต่ละชั้นแล้ว ยังได้พิจารณาถึงความหนาของชั้นดินที่จะใช้เป็นชอยแอกกี้เกท และความหนาของชั้นดินที่ปิดทับอยู่ พื้นที่ภายในชุดดินลาดหญ้า/ท่ายาง ที่ไม่เหมาะสมสำหรับเป็นแหล่งชอยแอกกี้เกท มีอยู่ 2 ประเภท คือ

- ก. บริเวณที่ปกคลุมด้วยดิน เกิดใหม่จากหินดินดานชั้นหนา หรือหินภูเขาไฟ ซึ่งเป็นดินเนื้อละเอียด ไม่เหมาะต่อการใช้เป็นชอยแอกกี้เกท
- ข. บริเวณที่เป็นดินเกิดใหม่หรือลูกรัง แต่มีชั้นดินปิดทับผิวหน้า หนามากกว่า 1 เมตร ถือว่าไม่เหมาะสม เพราะอยู่ลึกเกินไป ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการเปิดหน้าดินมาก

## 5.6 คุณสมบัติทางวิศวกรรมของชอยแอกกี้เกท

ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติทางวิศวกรรมของชอยแอกกี้เกทมากคือ ประเภทของหินต้นกำเนิด หินดินดานสลับหินเชิร์ตจะให้ชอยแอกกี้เกทที่มีความชันเหนียวสูง และคุณสมบัติจากแหล่งต่างๆ มีความแปรปรวนมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณหินเชิร์ตที่แทรกสลับอยู่กับหินดินดานในหินต้นกำเนิดเดิม ถ้ามีหินเชิร์ตปะปนอยู่มาก ชอยแอกกี้เกทก็จะมีลักษณะเป็นดินเหนียวหาย ซึ่งมีความแข็งแรงอยู่ในเกณฑ์ดี ถ้ามีหินเชิร์ตปะปนอยู่น้อย ชอยแอกกี้เกทจะมีลักษณะเป็นดินเนื้อละเอียด ซึ่งบางครั้งอาจจะไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งานเลย สำหรับหินทรายนั้น จะให้ชอยแอกกี้เกทที่มีความชันเหนียวค่อนข้างต่ำ มีขนาดคละดี ส่วนที่เป็นเม็ดหยาบมีความแข็งแรงสูง คุณสมบัติจากแหล่งต่างๆ ไม่แตกต่างกันมากนัก และจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ดีถึงดีมาก



การประสานตัวโดยน้ำแร่เหล็กและ/หรือแมงกานีส ทำให้ชอยแอกริกเรทที่มีคุณสมบัติดีขึ้น จาก การเปรียบเทียบคุณสมบัติของดินเกิดในที่และดินลูกรังที่เกิดจากหินต้นกำเนิดเดียวกัน พบว่าดินลูกรังมีขนาด คละดีกว่า ขนาดโตเกินไป (over size) น้อยกว่าค่า CBR สูงกว่า และความคงทนต่อการสึกหรอของ เม็ดหยาบสูงกว่า ในกรณีของชอยแอกริกเรทจากหินทรายนั้น คุณสมบัติของดินเกิดในที่และดินลูกรังแตกต่าง กันไม่มากนัก แต่ในกรณีของหินดินดานสลัหินเชิร์ทดินลูกรังมีคุณสมบัติดีกว่าดินเกิดในที่มาก

ความแปรปรวนในคุณสมบัติของชอยแอกริกเรท ดูเหมือนว่าจะมีความสัมพันธ์กับความลาดชันของ พื้นผิว จากการตรวจสอบคุณสมบัติพบว่า ตัวอย่างดินเกิดในที่และดินลูกรังจากแหล่งที่พื้นผิวมีความลาดชันมาก กว่า 3-4 เปอร์เซ็นต์ จะมีปริมาณดินเม็ดละเอียดและค่าความชื้นเหนียวต่ำกว่า ตัวอย่างประเภทเดียวกัน ที่อยู่ใบบริเวณที่มีความลาดชันของพื้นผิวต่ำกว่า 3-4 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5.1 สรุปคุณสมบัติโดยเฉลี่ยของชอยแอกริกเรทจากแหล่งประเภทต่างๆ ในชุดดิน ลาดหยาบ/ท่าสาย จากข้อมูลในตารางนี้ สามารถสรุปเกี่ยวกับคุณสมบัติทางวิศวกรรมของชอยแอกริกเรท ได้ ดังนี้

ดินเกิดในที่จากหินทราย (Rs-SS) : เนื้อดินแปรปรวนตั้งแต่กรวดปนทรายจนถึงกรวดปนดิน เหนียว การกระจายขนาดคละ ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี อาจอยู่ในเกรด B หรือ C ของขนาดคละมาตรฐาน สำหรับวัสดุชั้นรองพื้นทางของกรมทางหลวง ค่าความชื้นเหนียวอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ตามระบบการจำแนกดินแบบ Unified ส่วนใหญ่จะจัดอยู่ในกลุ่ม GM หรือ GC และตามระบบ AASHTO จัดอยู่ในกลุ่ม A-1-a หรือ A-2-6 ค่า Group Index อยู่ระหว่าง 0-1 แสดงว่าเป็นชอยแอกริกเรทที่มีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก

ดินเกิดในที่จากหินดินดานสลัหินเชิร์ท (Rs-SH) : เนื้อดินเป็นแบบกรวดปนดินเหนียว มี ปริมาณดินเม็ดละเอียด (ปริมาณผ่านตะแกรง #200) มากกว่า 20% ค่าความชื้นเหนียวอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ถึงสูง ตามระบบการจำแนกดินแบบ Unified ส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่ม GC ตามระบบ AASHTO ส่วนใหญ่จะ อยู่ในกลุ่ม A-2-7 มีบางส่วนอยู่ในกลุ่ม A-2-6 ได้ ค่า Group Index อาจสูงถึง 2 แสดงว่าคุณสมบัติ อยู่ในเกณฑ์ไม่ดีนักเปรียบเทียบกับดินเกิดในที่จากหินทราย

ดินลูกรังจากหินทราย (Lt-SS) : เนื้อดินเป็นแบบกรวดปนทรายถึงกรวดปนดินเหนียว การ กระจายขนาดคละอยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก ส่วนใหญ่จะอยู่ในเกรด B หรือ C ของขนาดคละมาตรฐานสำหรับ วัสดุชั้นรองพื้นทางของกรมทางหลวงได้ ค่าความชื้นเหนียวอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ตามระบบการจำแนกดินแบบ Unified อาจจัดอยู่ในกลุ่ม GW หรือ GM หรือ GC ตามระบบ AASHTO อาจจัดอยู่ในกลุ่ม A-1-a หรือ A-2-6 ค่า Group Index ส่วนใหญ่เท่ากับ 0 แสดงให้เห็นว่ามีคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

ตาราง 5.1 สรุปสมบัติทางวิศวกรรมของหน่วยย่อย ในชุดดินภาคห้วย/ท่าช้าง

Soil Properties	Soil Units									
	Rs-SS		Rs-Ch		Lt-SS		Lt-Sh1		Lt-Sh2	
	Range	Average	Range	Average	Range	Average	Range	Average	Range	Average
Passing #4 (%)	26-62	43	14-54	34	31-75	51	30-75	57	11-68	50
Passing #200 (%)	12-27	18	6-25	13	0-32	14	9-42	18	4-26	17
Liquid Limit (LL)	15-37	28	34-54	42	19-60	32	13-68	25	16-42	27
Plastic Index (PI)	NP 11-21	15	10-20	15	NP 8-29	14	NP 6-29	15	NP 3-14	9
Percent wear (%)	45-59	50	47-68	57	36-56	49	38-47	43	45-56	51
Uniformity	0.16- 0.35	0.26	0.26- 0.38	0.32	0.21- 0.32	0.26	0.23- 0.27	0.25	0.25- 0.46	0.36
Max. dry density (gm/cc)	2.056- 2.260	2.170	1.886- 2.028	1.964	1.962- 2.335	2.178	2.059- 2.360	2.230	2.059- 2.377	2.235
Optimum water content (%)	6.7- 10.8	8.9	8.6- 14.0	11.0	6.0- 15.0	10.0	7.0- 12.4	9.3	6.7- 12.0	9.0
Swell at 95% Mod. Comp.	0.02- 0.56	0.31	0.46- 1.21	0.83	0.06- 8.00	1.16	0.13- 1.43	0.43	0.08- 0.22	0.15
C.B.R. at 95% Mod. Comp.	25-96	54	16-46	26	29-83	56	16-72	35	30-71	50

ดินลูกรังจากหินดินดานสลับทินเชิร์ท (Lt-SH) : เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นแบบกรวดปนดินเหนียว มีปริมาณดินเม็ดละเอียดมากกว่า 20% ค่าความชื้นเหนียวอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ตามระบบการจำแนกดินแบบ Unified ส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่ม GC อาจมีบางส่วนอยู่ในกลุ่ม GM ตามระบบ AASHTO อาจอยู่ในกลุ่ม A-2-4 หรือ A-2-6 ค่า Group Index อยู่ในช่วง 0-1 แสดงค่าคุณสมบัติอยู่ในเกณฑ์ดี

## 5.7 บทสรุป

โดยการพิจารณาถึงลักษณะชั้นดิน และคุณสมบัติทางวิศวกรรม ของดินชั้นผิวหน้า พบว่าสามารถแบ่งดินในชุดดินลาดหน้า/ท่ายาง ในแอ่งเชียงใหม่ ได้ออกเป็น 3 ประเภทคือ ดินเกิดใหม่ที่ดินลูกรัง และดินตะกอนน้ำพา

ดินเกิดใหม่ที่ซึ่งเกิดจากการพังสลายตัวของหินประเภทต่างๆ มักจะพบกระจายตัวอยู่ในช่วงระดับความสูง 370-400 เมตร ในบริเวณที่เป็นลานเศษหินเชิงเขาหรือเนินต่างๆ พื้นที่มีลักษณะเป็นเนินลูกคลื่นลอนลาดถึงลอนชัน ความลาดเอียงของพื้นผิวอยู่ในช่วง 4-16 เปอร์เซ็นต์

ดินลูกรังเป็นดินเกิดใหม่ที่ซึ่งมีการประสานตัวโดยน้ำแร่เหล็กและ/หรือแมงกานีส มักพบกระจายตัวอยู่ในช่วงระดับความสูง 330-370 เมตร ในบริเวณที่เป็นลานเศษหินเชิงเขาหรือเนินเล็กๆพื้นที่มีลักษณะเป็นเนินลูกคลื่นลอนลาด หรือเป็นที่ลาดกว้าง พื้นผิวมีลักษณะโค้งนูนเล็กน้อย ความลาดเอียงอยู่ในช่วง 3-4 เปอร์เซ็นต์

ดินตะกอนน้ำพาที่พบในชุดดินลาดหน้า/ท่ายาง เป็นตะกอนทรายละเอียดปนทรายแป้ง ไม้มีความชื้นเหนียว มักพบวางตัวปิดทับชั้นดินเกิดใหม่ที่และชั้นลูกรังในช่วงระดับความสูงมากกว่า 330 เมตร ความหนาของชั้นดินนี้จะน้อยกว่า 1.0 เมตร แต่จะหนามากขึ้นในช่วงระดับความสูงน้อยกว่า 330 เมตร ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบกว้าง ความลาดเอียงของพื้นผิวน้อยกว่า 2 %

ลักษณะชั้นดินในบริเวณชุดดินลาดหน้า/ท่ายาง ส่วนใหญ่มีความเหมาะสมที่จะเป็นแหล่งขอย-แอกกรีเกตได้ ยกเว้นชั้นดินในบางพื้นที่ ซึ่งเป็นดินเกิดใหม่ที่จากหินดินดานชั้นหนา และหินภูเขาไฟ และบางพื้นที่ซึ่งมีชั้นตะกอนทรายละเอียดปนทรายแป้ง ปิดทับผิวหน้าอยู่หนามากกว่า 1 เมตร แหล่งที่เหมาะสมในการใช้เป็นแหล่งขอยแอกกรีเกต สามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ แหล่งดินเกิดใหม่ที่จากหินทราย แหล่งดินเกิดใหม่ที่จากหินดินดานสลับทินเชิร์ท แหล่งลูกรังจากหินทราย และแหล่งลูกรังจากหินดินดานสลับทินเชิร์ท แหล่งดินต่างๆ เหล่านี้อยู่ในพื้นที่ซึ่งมีลักษณะค่อนข้างราบ หรือเป็นเนินลูกคลื่นลอนลาดติดกับบริเวณที่เป็นพื้นที่ราบ ซึ่งจะทำให้การขนนำไปใช้งาน สามารถทำได้ค่อนข้างสะดวก

ชอยแอกกรีเทกจากแหล่งดินเกิดในที่จากหินทราย ส่วนใหญ่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก คุณสมบัติจากแหล่งต่างๆ ไม่แตกต่างกันนัก แต่มีข้อเสียคือ มักมีเศษหินขนาดใหญ่ปนมาก และความหนาของชั้นในแหล่งมักจำกัดอยู่เพียงประมาณ 2.0 เมตร ด้านล่างจะเป็นหินฐานที่ยังมีการผุพังน้อย ในกรณีของดินเกิดในที่จากหินดินดานสลับทินเชิร์ทที่นั่น คุณภาพของชอยแอกกรีเทกจากแหล่งต่างๆ แปรปรวนตั้งแต่พอใช้ได้จนถึงดี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณหินเชิร์ท ซึ่งมีแทรกสลับบ่อยในหินเดิม แต่มีข้อดีคือ แหล่งดินอาจหาได้มากกว่า 5.0 เมตร และมักไม่มีเศษหินขนาดใหญ่ปน ด้านล่างของชั้นชอยแอกกรีเทกมักเป็นชั้นดินเม็ดละเอียด ซึ่งมีความชื้นเหนียวสูง

ชอยแอกกรีเทกจากแหล่งลูกรังมักจะมีคุณภาพดีกว่าจากแหล่งดินเกิดในที่ ซึ่งเกิดจากหินชนิดเดียวกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับกรณีหินดินดานสลับทินเชิร์ท พบว่าคุณภาพของดินลูกรังดีกว่าดินเกิดในที่มาก ทั้งลูกรังจากหินทรายและจากหินดินดานสลับทินเชิร์ทต่างก็ให้ชอยแอกกรีเทกที่อยู่ในเกณฑ์ดีถึงดีมาก ความหนาของชั้นลูกรังอาจแปรปรวนตั้งแต่ 0.5-2.0 เมตร ด้านล่างของชั้นลูกรังจะเป็นชั้นหินฐาน ในกรณีของลูกรังจากหินทราย และเป็นดินเม็ดละเอียดที่มีความชื้นเหนียวสูง หรือดินเกิดในที่ในกรณีของลูกรังจากหินดินดานสลับทินเชิร์ท บางครั้งอาจพบศิลาแลงลักษณะเป็นก้อน หรือเป็นแผงคลุมพื้นที่กว้าง วางตัวอยู่ในชั้นลูกรังที่ระดับความลึกในช่วง 0-0.50 เมตร จากผิวดินได้

ชนิดและลักษณะการเจริญเติบโตของพืชพรรณ ในแหล่งชอยแอกกรีเทกประเภทต่างๆ มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน พืชไม้ส่วนใหญ่ในบริเวณดินเกิดในที่ และบริเวณลูกรังเป็นพืชไม้ตระกูลยาง เช่น เหียง และพลวง เป็นไม้ใบใหญ่ทรงช่อด แต่ในบริเวณดินเกิดในที่ต้นไม้จะมีการเจริญเติบโตดีกว่า เปรียบเทียบกับบริเวณลูกรัง โดยเฉพาะในบริเวณดินเกิดในที่จากหินดินดานสลับทินเชิร์ท จะมีสภาพเป็นป่าทึบ ในขณะที่บริเวณที่เป็นลูกรัง จะมีสภาพเป็นป่าโปร่ง ต้นไม้มีลักษณะแคระแกรน ในบริเวณที่ปกคลุมด้วยชั้นทรายละเอียดหนา จะมีไม้พันธุ์อื่นที่ผสมกับ ไม้ยางมากขึ้น พืชไม้ที่ขึ้นผสมมีลักษณะเป็น ไม้ทรงพุ่มใบเล็กมัน ต้นไม้มีการเจริญเติบโตดีกว่าในบริเวณที่เป็นลูกรัง มีหญ้าขึ้นปกคลุมผิวดิน เช่น หญ้าคา และหญ้าสาปเสือ มากขึ้น

ความแตกต่างของพืชพรรณ ซึ่งขึ้นปกคลุมแหล่งชอยแอกกรีเทกประเภทต่างๆ นี้ สามารถสังเกตได้จากภาพถ่ายทางอากาศ โดยการศึกษาละเอียดของเนื้อภาพ ความเข้มของสี และรูปแบบการกระจายตัวของสี เข้มและสีจาง ดังนั้น ความแตกต่างของพืชพรรณจึงสามารถใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการจัดแบ่งขอบเขตแหล่งชอยแอกกรีเทก ประกอบกับการศึกษาลักษณะธรณีสัณฐานได้เป็นอย่างดี

บทที่ 6  
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 ความย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภูมิประเทศ และคุณสมบัติทางวิศวกรรมของชอยแอกรี้เทกจากแหล่งต่างๆ ในพื้นที่บริเวณเอง เชียงใหม่ เพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ในการจัดทำแผนที่แสดงแหล่งชอยแอกรี้เทก โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศขาวดำ มาตรฐานส่วน 1 : 15,000 สำหรับพื้นที่ในบริเวณเอง เชียงใหม่ และพื้นที่อื่นๆ ซึ่งมีสภาพคล้ายคลึงกัน

ในการศึกษาได้ ใช้แผนที่ดินทางการเกษตร จังหวัดเชียงใหม่ และลำพูนของกรมแผนที่ดินเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ โดยได้ทำการตรวจสอบข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะของชุดดินต่างๆ ที่จัดแบ่งไว้ในแผนที่ดิน ซึ่งทำให้รู้ถึงลักษณะการเกิดและลักษณะเนื้อดินอย่างกว้างๆ ของชั้นดินในระดับต้น และความเป็นไปได้ของชุดดินดังกล่าวในการเป็นแหล่งชอยแอกรี้เทก จากการตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูล (แผนที่ดิน) พบว่าชุดดินที่น่าจะมีความเหมาะสมในการเป็นแหล่งชอยแอกรี้เทกได้ มีอยู่ประมาณ 14 ชุด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นชุดดินในบริเวณลานตะพักลำน้ำระดับสูง (High terrace) หรือบริเวณลานเศษหินเชิงเขา (Colluvium)

อย่างไรก็ตามในการศึกษาเบื้องต้นได้พบว่า ลักษณะของชั้นดินในระดับต้นและลักษณะภูมิประเทศในตำแหน่งต่างๆ ของแต่ละชุดดินยังมีความแปรปรวนอยู่บ้าง ดังนั้นการศึกษาระยะต่อมาจึงได้เน้นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ลักษณะชั้นดินและลักษณะภูมิประเทศในแต่ละชุดดิน ทั้งนี้เพื่อให้สามารถกำหนดบริเวณที่เหมาะสมในการเป็นแหล่งชอยแอกรี้เทกในแต่ละชุดดินได้ละเอียดยิ่งขึ้น การศึกษาดังนี้ ได้เลือกพื้นที่การศึกษาในบริเวณชุดดิน 3 ชุด คือ ชุดดินแม่ริม ชุดดินลาดหญ้า และชุดดินท่าสาย รวมทั้งพื้นที่การศึกษาทั้งหมดประมาณ 500 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นประมาณร้อยละ 80 ของพื้นที่ภายในบริเวณขอบเอง เชียงใหม่ ที่คาดว่าจะสามารถเป็นแหล่งชอยแอกรี้เทกได้

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิประเทศ และลักษณะชั้นดินนั้น ได้ทำการศึกษาสภาพภูมิประเทศโดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศขาวดำ มาตรฐานส่วน 1 : 15,000 ประกอบกับการสำรวจภาคสนามพร้อมทั้งทำการตรวจสอบลักษณะชั้นดิน โดยการสังเกตจากหน้าตัดดินที่มีอยู่แล้วในสนาม ในการสำรวจภาคสนามนั้น นอกจากจะทำการตรวจสอบลักษณะชั้นดินแล้ว ยังได้ทำการตรวจสอบลักษณะพืชพรรณที่ปกคลุม สภาพป่าไม้ และลักษณะภูมิประเทศในรายละเอียดอื่นๆ ที่ไม่สามารถสังเกตได้โดยภาพถ่ายทางอากาศ จากการเปรียบเทียบลักษณะชั้นดินและลักษณะภูมิประเทศ ตามตำแหน่งต่างๆ ทั้งหมดประมาณ 100 ตำแหน่ง ทำให้

สามารถตั้งข้อสรุปเกี่ยวกับความสัมพันธ์ดังกล่าวได้

หลังจากที่รู้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะชั้นดินและลักษณะภูมิประเทศแล้ว จึงได้นำเอาความสัมพันธ์เหล่านี้ ไปใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการจัดทำแผนที่แสดงขอบเขตของบริเวณต่างๆ ในพื้นที่การศึกษาที่ชั้นดินมีลักษณะเหมาะสมในการเป็นแหล่งชอยแอกกรีเกต โดยจัดทำเส้นแสดงขอบเขตในภาพถ่ายทางอากาศก่อน แล้วถ่ายข้อมูลลงโน้ตบุ้คที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร นอกจากนี้ในขณะที่ทำการตรวจสอบลักษณะชั้นดินในสนาม ยังได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่คาดว่าจะสามารถใช้เป็นชอยแอกกรีเกตได้ และนำตัวอย่างเหล่านี้ไปทดสอบหาคุณสมบัติทางวิศวกรรมด้านต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ

ดังนั้นจะเห็นว่า ผลจากการศึกษาครั้งนี้นอกจากจะทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพภูมิประเทศและลักษณะของชั้นดินแล้ว ยังได้ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งและคุณสมบัติทางวิศวกรรมของชอยแอกกรีเกตบางส่วนในแอ่งเชียงใหม่อีกด้วย ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้ได้จัดรวบรวมไว้ในรูปของแผนที่แหล่งวัสดุ มาตราส่วน 1 : 50,000

## 6.2 ลักษณะภูมิประเทศและลักษณะชั้นดินของแหล่งชอยแอกกรีเกตในแอ่งเชียงใหม่

แหล่งชอยแอกกรีเกตในบริเวณแอ่งเชียงใหม่ มักจะพบกระจายตัวอยู่ตามบริเวณขอบแอ่ง ในช่วงระดับความสูงประมาณ 320-500 เมตร ในพื้นที่ซึ่งมีลักษณะเป็นลานตะพักลำน้ำระดับสูง หรือลานเศษหินเชิงเขา หรือเนินลูกคลื่นเล็กๆ (Undulating hills)

พื้นที่ซึ่งพบแหล่งชอยแอกกรีเกตมากที่สุด ในบริเวณขอบแอ่งด้านตะวันตก คือ ในพื้นที่ของชุดดินแมริม ซึ่งเป็นชุดดินในบริเวณลานตะพักลำน้ำระดับสูง ช่วงระดับความสูงประมาณ 320-500 เมตร พื้นที่มีปริมาณการกัดเซาะ โดยทางน้ำธรรมชาติสูง มีสภาพเป็นเนินลูกคลื่นลอนลาด (Undulating) ถึงลอนชัน (Rolling) ชั้นดินเป็นดินตะกอนน้ำเก่า (Old alluvium) มีลักษณะการวางตัวแบบสลับชั้นระหว่างชั้นดินกรวดและชั้นดินเม็ดละเอียด ลักษณะการสลับชั้นและความหนาของแต่ละชั้นในตำแหน่งต่างๆ มีความแปรปรวนมาก ดินในชั้นดินกรวดซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นชอยแอกกรีเกตได้ มีลักษณะเป็นกรวดปนทรายปนดินเหนียว

ทางด้านตะวันออกของแอ่ง จะพบแหล่งชอยแอกกรีเกตมาก ในพื้นที่ของชุดดินลาดหน้า/ท่าทาง ซึ่งเป็นชุดดินในบริเวณลานเศษหินเชิงเขา หรือเนินลูกคลื่นเล็กๆ พื้นที่ส่วนใหญ่มีสภาพเป็นเนินลูกคลื่นลอนลาด ชั้นดินเป็นดินเกิดในที่ (Residual soil) ซึ่งเกิดจากการผุพังสลายตัวของหินฐานหรือเศษหิน ซึ่งกลิ้งตกมาจากภูเขาในบริเวณใกล้เคียง หินต้นกำเนิดอาจเป็นหินทราย (Sandstone) หินดินดานชั้นบาง (Thin bedded shale) หรือ หินดินดานชั้นบางสลับหินเชิร์ต (Shale and chert interbedded) เนื้อดิน

แปรปรวนค่อนข้างมาก ตั้งแต่กรวดปนทรายปนทรายแป้ง ถึงกรวดปนทรายปนดินเหนียว ที่มีความชันเหนียวสูง ในช่วงระดับความสูงประมาณ 330-370 เมตร จะพบความคล้ายคลึงบ้างประการในระหว่าง ชุดดินแมริม และชุดดินลาดหญ้า/ท่ายาง กล่าวคือชั้นดินในระดับความลึกประมาณ 1.0-2.0 เมตร จะมีการประสานตัวโดยน้ำแร่เหล็กและ/หรือแมงกานีสเกิดขึ้นมาก ทำให้เปลี่ยนสภาพเป็นชั้นลูกรัง บางครั้งชั้นลูกรังนี้จะถูกปิดทับด้วย ชั้นทรายละเอียดปนทรายแป้ง มีลักษณะเป็นตะกอนหน้าพา (Alluvium) หนาประมาณ 0.5-1.0 เมตร พื้นที่ในบริเวณที่เป็นชั้นดินลูกรังนี้ จะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ไม่ว่าจะเกิดในชุดดินลาดหญ้า/ท่ายาง หรือชุดดินแมริม กล่าวคือจะมีลักษณะเป็นที่ลาดกว้าง ความลาดเอียงอยู่ในช่วง 2-4 %

นอกจากชุดดินลาดหญ้า/ท่ายางแล้ว ยังมีชุดดินอื่นๆ ซึ่งเป็นดินที่เกิดในที่จากการผุพังสลายตัวของ หิน อีกประมาณ 10 ชุดดิน ซึ่งคาดว่าจะสามารถเป็นแหล่งขุดแยกกรีกะกได้ แต่ชุดดินเหล่านี้จะมีพื้นที่ไม่มากนักภายในบริเวณแอ่งเชียงใหม่ นอกจากนี้ยังมีบางชุดดินในบริเวณลานตะหนักลำน้ำระดับกลาง (Medium terrae) ซึ่งอาจจะพบชั้นลูกรังที่สามารถนำไปใช้เป็นขุดแยกกรีกะกได้ แต่ชั้นลูกรังในบริเวณนี้มีถูกปิดทับด้วยชั้นทรายละเอียดปนทรายแป้ง หนามากกว่า 1.0 เมตร

### 6.3 คุณสมบัติทางวิศวกรรมของขุดแยกกรีกะก

ขุดแยกกรีกะกที่พบในการศึกษารั้งนี้ สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือดินกรวดในชุดดินแมริม ดินเกิดในที่ในชุดดินลาดหญ้า/ท่ายาง และดินลูกรังในชุดดินแมริมหรือชุดดินลาดหญ้า/ท่ายาง

ในการศึกษารั้งนี้ ได้จัดแบ่งชุดดินแมริมออกเป็นกลุ่มย่อยทั้งหมด 6 กลุ่ม คือ กลุ่มดิน Mr-BC, Mr-HC, Mr-SC, Mr-SS, Mr-IS และ Mr-IF ตามลักษณะการเรียงตัวของสลับชั้นระหว่างชั้นดินกรวดและชั้นดินเม็ดละเอียด อย่างไรก็ตาม พบว่าคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินกรวดจากกลุ่มย่อยต่างๆ ไม่ได้มีความแตกต่างกันมากนัก และส่วนใหญ่จัดเป็นขุดแยกกรีกะกที่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก ดังนั้นคุณภาพของแหล่งขุดแยกกรีกะกในชุดดินแมริม จึงขึ้นอยู่กับลักษณะการเรียงตัวของชั้นดินเป็นสิ่งสำคัญ ในบริเวณที่มีชั้นกรวดเป็นชั้นบาง หรือเป็นชั้นหนา แต่มีชั้นดินเม็ดแทรกสลับอย่างไม่เป็นระเบียบ เช่น เป็นกระเปาะ (Pockets) หรือเลนซ์ (Lenses) จะทำให้ขุดแยกกรีกะกที่ขุดไปใช้งาน มีส่วนของชั้นดินเม็ดละเอียดแทรกปนด้วย มากบ้างน้อยบ้าง ขึ้นอยู่กับความระมัดระวังในการขุด ซึ่งจะทำให้มีคุณภาพด้อยลง

คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินเกิดในที่ จะแปรปรวนตามประเภทของหินต้นกำเนิดมาก ดินเกิดในที่จากหินทราย จัดเป็นขุดแยกกรีกะกที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก แต่มีข้อเสียประการหนึ่ง คือ อาจมีเศษหินก้อนโตอยู่มาก ดินเกิดในที่จากหินดินดานชั้นบางสลับหินเชิร์ท มีคุณภาพแปรปรวนในเกณฑ์ตั้งแต่พอใช้ถึงดี

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณหิน เซิร์ท ซึ่งแทรกสลับอยู่กับหินดินดาน ในหินต้นกำเนิด ถ้ามีหิน เซิร์ทมากคุณภาพก็จะดี  
อย่างไรก็ตามแหล่งขอยแยกกรีเทก ไบเบริ วมดิน เกิดในที่เกิดหินดินดานชั้นบางสลับหิน เซิร์ท มีคุณสมบัติที่ดีกว่า  
แหล่งจากหินทรายสองประการ คือ ชั้นขอยแยกกรีเทกจะมีความหนาแน่นมากกว่า และมักจะไม่มีเศษหินก้อนโต  
ปนอยู่ด้วย ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แบ่งแหล่งขอยแยกกรีเทก ไบเบริ วมดิน เกิดในที่ออกเป็นสองกลุ่ม คือ แหล่ง  
ไบเบริ วมดิน เกิดในที่เกิดหินทราย (Rs-SS) และจากหินดินดาน (Rs-SH)

ดินลูกรังมีคุณสมบัติแปรปรวน ไปตามหินต้นกำเนิด เช่นเดียวกับดินเกิดในที่ แต่อัตราความแปร  
ปรวนน้อยกว่า ต้นกำเนิดของดินลูกรังอาจเป็น ดินตะกอนน้ำในเขตดินแมริม หรือดินเกิดในที่จากหินชนิด  
ต่างๆ ในเขตดินลาดหน้า/ท่ายาง ซึ่งได้แก่ หินทราย หินดินดานชั้นบางสลับหิน เซิร์ท และหินดินดาน ดินลูกรัง  
จากหินทราย ส่วนใหญ่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ดินลูกรังจากหินดินดานชั้นบางสลับหิน เซิร์ท  
มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงดี ขึ้นอยู่กับปริมาณหิน เซิร์ทที่ แทรกผสมอยู่ ดินลูกรังจากหินดินดานและจาก  
ตะกอนลำน้ำในเขตดินแมริม ส่วนใหญ่มีคุณภาพด้อยกว่าดินลูกรัง จากต้นกำเนิดอื่นๆ ดินลูกรังมักเกิดเป็นชั้น  
สม่ำเสมอ หนาประมาณ 0.50-1.00 เมตร วางตัวอยู่บนชั้นดิน ต้นกำเนิดหรือหินฐาน ในบางครั้งอาจจะมีคิ  
ลาแลงลักษณะ เป็นก้อนหรือเป็นแฉ่งต่อเนื่องแทรกปะปนอยู่ที่ระดับ ความลึกในช่วง 0-0.50 เมตร ทำให้การ  
ขุดนำไปใช้ยากขึ้น โดยทั่วไปมักพบชั้นทรายละเอียดปนทรายแข็ง ปิดทับชั้นลูกรังอยู่เสมอ ความหนาของชั้น  
ทรายละเอียดในบางครั้งอาจมากกว่า 1.0 เมตร แหล่งลูกรังซึ่งพบในการศึกษาครั้งนี้ สามารถจัดแบ่งออก  
ได้เป็น 3 กลุ่ม คือ แหล่งลูกรังจากดินตะกอนลำน้ำในเขตดินแมริม (Mr-IF) แหล่งลูกรังจากหินทราย  
(Lt-SS) และแหล่งลูกรังจากหินดินดาน (Lt-SH)

#### 6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางวิศวกรรมและลักษณะภูมิประเทศของแหล่งขอยแยกกรีเทก

ความแตกต่างในลักษณะการเกิด ทำให้หลักเกณฑ์ในการใช้สภาพภูมิประเทศเป็นสิ่งบ่งชี้บริเวณที่  
เหมาะสมสำหรับเป็นแหล่งขอยแยกกรีเทก ในเขตดินแมริม แตกต่างกับในเขตดินลาดหน้า/ท่ายางมาก

พื้นที่ ไบเบริ วมเขตดินแมริม เป็นลานตะกอนลำน้ำระดับสูง ซึ่งมีการกัดเซาะ โดยทางน้ำธรรมชาติ  
เกิดขึ้นมาก ดังนั้นจึงสามารถบ่งบอกลักษณะของชั้นดิน โดยใช้ลักษณะภูมิประเทศ ซึ่งเป็นผลจากการกัดเซาะ  
ได้เป็นอย่างดี ลักษณะภูมิประเทศที่ใช้ในการจัดแบ่งขอบเขตของหน่วยดินย่อย ในเขตดินแมริม คือความหนาแน่น  
และรูปแบบการกระจายตัวของร่องน้ำธรรมชาติ (Drainage pattern and density) และลักษณะของ  
ลาดดิน (Slope form) อันเป็นผลจากการกัดเซาะ โดยทางน้ำธรรมชาติ.

ปริมาณการกัดเซาะโดยทางน้ำธรรมชาติ ไบเบริ วมเขตดินลาดหน้า/ท่ายาง ค่อนข้างน้อย เมื่อ  
เปรียบเทียบกับ ไบเบริ วมเขตดินแมริม ลักษณะภูมิประเทศซึ่งเป็นผลจากการกัดเซาะโดยทางน้ำธรรมชาติ



เพียงอย่างเดียว จึงไม่สามารถจะบ่งชี้ถึงลักษณะชั้นดินได้ จำต้องอาศัยองค์ประกอบอื่นๆ เข้าร่วมพิจารณา เช่น เส้นระดับความสูง และความลาดเอียงของพื้นที่ ชนิดและลักษณะการเจริญเติบโตของพืชพรรณ เป็นองค์ประกอบที่ตีความอีกอย่างหนึ่ง ในการใช้บ่งชี้ความแตกต่างลักษณะชั้นดินในชุดดินนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการกำหนดบริเวณแหล่งลูกรัง ความแตกต่างในลักษณะของพืชพรรณ จะสะท้อนให้เห็นในภาพถ่ายทางอากาศ ในรูปของความหนาหรือละเอียดของเนื้อภาพ ความเข้มของสีภาพ และลักษณะการกระจายตัวของสีเข้มและสีจาง (Colour pattern)

คุณสมบัติทางวิศวกรรมของชอยแอกกรีเทกประเภทเดียวกัน อาจแปรปรวนตามตำแหน่งทางภูมิประเทศ (Topographic situation) ได้มาก ผลจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ในกรณีที่เป็นแหล่งในชั้นที่ซึ่งค่อนข้างราบ ชอยแอกกรีเทกในแหล่งจะมีปริมาณดินเม็ดละเอียด และค่าความชื้นเหี่ยวมากกว่าชอยแอกกรีเทกจากแหล่งประเภทเดียวกัน แต่อยู่ในตำแหน่งที่พื้นที่มีความลาดเอียงมากกว่า ตารางที่ 6.1 สรุปลักษณะภูมิประเทศและคุณสมบัติทางวิศวกรรมของชอยแอกกรีเทกประเภทต่าง ๆ ที่ได้ทำการศึกษา

#### 6.5 ข้อเสนอแนะ

ก. แหล่งชอยแอกกรีเทกในบริเวณชุดดินแมร์ริค และชุดดินลาดหญ้า/ท่ายาง ที่ได้ทำการศึกษาไปแล้วนั้น เป็นเพียงส่วนหนึ่งของแหล่งที่มีอยู่ในแอ่งเชียงใหม่ทั้งหมด ยังมีชุดดินในบริเวณลานเคซุทิมเชิงเขา และบริเวณลานตะพักลำน้ำระดับกลางบางส่วน ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะเป็นแหล่งชอยแอกกรีเทกได้ อีกประมาณ 15 ชุดดิน แม้ว่าจำนวนพื้นที่ของชุดดินเหล่านี้ในแอ่งเชียงใหม่จะไม่มากนัก เปรียบเทียบกับชุดดินลาดหญ้า/ท่ายาง และชุดดินแมร์ริคก็ตาม แต่ก็ควรจะได้รับการศึกษาเช่นเดียวกัน เพื่อให้แผนที่แหล่งชอยแอกกรีเทกของแอ่งเชียงใหม่ที่ได้จัดทำไปแล้วมีความสมบูรณ์ และผลการศึกษาก็ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบริเวณอื่นได้

ข. ชุดดินในบริเวณลานเคซุทิมเชิงเขาอื่นๆ น่าจะมีความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะภูมิประเทศและลักษณะชั้นดินคล้ายกับในชุดดินลาดหญ้า/ท่ายาง ที่ได้ทำการศึกษาไปแล้ว ดังนั้น หากจะทำการศึกษหาแหล่งชอยแอกกรีเทกในบริเวณชุดดินเหล่านี้ ควรจะลองประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์ที่ใช้สำหรับชุดดินลาดหญ้า/ท่ายางในการวิจัยนี้

ค. ชั้นชอยแอกกรีเทกที่จะพบในชุดดินในบริเวณลานตะพักลำน้ำระดับกลาง ส่วนใหญ่จะเป็นชั้นลูกรัง ซึ่งถูกปิดทับด้วยชั้นทรายละเอียดปนทรายแป้งค่อนข้างหนา พื้นที่ในบริเวณนี้จะมีความต่างระดับเฉพาะที่ (Local relief) น้อยมาก และไม่มีการกัดเซาะโดยทางน้ำธรรมชาติเลย ดังนั้นจะเป็นการยากที่จะใช้ลักษณะธรณีสัณฐานเป็นสิ่งบ่งชี้ถึงความ เป็นไปได้ในการเป็นแหล่งชอยแอกกรีเทก สำหรับชุดดินเหล่านี้ องค์

ตาราง 6.1 ลักษณะภูมิประเทศและคุณสมบัติของแหล่งข่อยแอกกรีทในชุดดินแม่ริมและชุดดินลาดหญ้า/ท่ายาง บริเวณแอ่งเชียงใหม่

SOIL SERIES	SOIL UNITS	TOPOGRAPHY										SOIL PROFILE	SOIL AGGREGATE PROPERTIES		
		LANDFORM	ALTITUDE (m.)	LOCAL RELIEF (m.)	SLOPE			VEGETATION	DRAINAGE		AIRPHOTO		C.B.R.	LOS-ANGELES	
					STEEPNESS (%)	LENGTH (m.)	FORM		DENSITY (km/km)	PATTERN	TOPE				TEXTURE
MAE RIM SERIES	Mr-BC	rolling phase	360-420	10-20	14-36	52-108	broad convex	dry Dipterocarpus forest	fine to medium (6-11)	sub-parallel	light gray	smooth	MAE RIM BROAD CONVEX : Strongly undulating terrain; Uniform gravel profile thicker than 10m.	60-97	-
	Mr-SC	rolling phase	330-420 440-500	19-30	23-44	60-130	convex	dry Dipterocarpus forest	fine-medium (7-8)	parallel	medium gray	smooth	MAE RIM SMOOTH CONVEX : Strongly undulating terrain; Deep gravel profile with occasional lenses or pockets of fine.	15-95	37-58
	Mr-HC	rolling phase	360-560	13-26	29-72	39-72	convex top vertical toe	dry Dipterocarpus forest	fine (11-12)	dendritic	light gray	smooth	MAE RIM HALF CONVEX : Strongly undulating terrain; Gravel layer of than 5m. overlying fine layer, sharp contact boundary, small lenses of fine in the gravel profile, occasionally weak iron cementing in the gravel layer.	-	-
	Mr-SS	rolling phase	300-500 340-400	18-25	22-59	50-119	straight	dry Dipterocarpus forest	fine (10-12)	dendritic	medium gray	rough	MAE RIM STRAIGHT SHARP : Strongly undulating terrain; Thick gravel profile with large lenses or pockets of fine, occasionally weak iron cementing in the gravel and fine layer.	31-40	35-41
	Mr-IS	rolling to undulating phase	300-380	3-7	3-21	24-132	broad convex to straight	dry Dipterocarpus forest	fine-coarse (2-12)	parallel to dendritic	medium gray	rough	MAE RIM IRREGULAR : Gently undulating to undulating terrain; Thin gravel layer less than 2m. thick overlying fine layer.	23-85	36-53
	Mr-IF	undulating phase	340-360	2-4	1-6	46-242	straight	dry Dipterocarpus forest, trees scatter, very common cogon grass	coarse (1-4)	parallel to dendritic	light gray	rough	MAE RIM IRREGULAR FLAT : Flat to gently undulating terrain; Layer of silty fine sand less than 1m. thick overlying layer of gravel, high degree of iron cementing in top 1m. of gravel layer.	11-49	40-52
THAYANG AND LADYA SERIES	Rs-SS	undulating hill and colluvium	370-400	20-30	2-16	200-500	convex to straight	rather dense dry Dipterocarpus forest	6-8	dendritic	gray to dark gray	coarse, smooth	RESIDUAL SOIL FROM SANDSTONE AND SILTSTONE : Clayey to silty coarse rock fragment with some laterite nodules up to 2m. loose thickness, usually up to 20cm. max. size, sometime covered with fine to very fine sand layer 0.4m. thick.	25-96	45-59
	Rs-CH	small hill	330-400	10	4-20	50-100	convex to straight	rather dense dry Dipterocarpus forest, very common bush trees	5	dendritic	gray to dark gray	fine to coarse, smooth	RESIDUAL SOIL FROM INTERCALATED THIN BEDDED CHERT AND SLATY SHALE : Clayey to silty coarse rock fragments (with some iron-oxide enrichment), up to 2m. thick or more, usually up to 5.0cm. max. size, always covered with fine sand to silt layer of 0.7m. thick.	16-48	47-68
	Lt-SS	undulating hill and foot slope	330-370	20-30	1-4	200-500	convex, broad	dry Dipterocarpus forest with dwarfish trees	2-3		gray	fine, smooth	LATERITE DEPOSITS IN SANDSTONE AND SILTSTONE ENVIRONMENT : Clayey to sandy laterite layer, 0.5-2.0m. thick, on weathered sandstone bed, large boulders, up to 20cm. dia. and hard pan are common, may be covered with fine silty sand to fine sand layer less than 0.4m. thick.	29-83	36-55
	Lt-SH <sub>1</sub>	undulating hill	330-370	10-20	1-4	500-800	convex, broad	dry Dipterocarpus forest with dwarfish trees	1-2		gray	fine, smooth	LATERITE DEPOSITS IN SHALE ENVIRONMENT : Clayey to sandy laterite, 1-3m. thick, on grey to yellowish brown clay layer, hard pan are common, often covered with silt to fine sand layer, 0.7m. thick.	16-72	38-47
	Lt-SH <sub>2</sub>	gentle sloping terrain	330-370	5-10	1-3	500-800	convex, broad	dry Dipterocarpus forest with dwarfish trees	1		gray	fine, smooth	LATERITE DEPOSITS IN SHALE-CHERT ENVIRONMENT : Clayey to silty laterite 0.5-1.2m. thick, on grey to yellowish brown clay layer, hard pan are common but not extensive, often covered with silt to fine sand layer, 0.7m. thick.	30-71	45-53

Note  
 ⊗ Common trees height in dry Dipterocarpus forest on Mae Rim Series is about 3-5 meters.  
 ⊕ Common dwarfish trees on Tha Yang and Lad Ya Series are about 1-3 meters height and have tapering shape.  
 ⊙ On laterite deposits in Tha Yang and Lad Ya Series of the area the trees are almostly Dipterocarpus obtusifolius Teysm. ex Mig., Dipterocarpus tuberculatus Roxb. and Shorea talura Roxb.

ประกอบที่นำจะสามารถใช้ปั้งชี้ได้ คือ ความชื้นในดินและลักษณะพืชพรรณที่ปกคลุม ซึ่งองค์ประกอบทั้งสองนี้จะสังเกตได้จากความชื้นของสี ความละเอียดของเนื้อภาพ และรูปแบบการกระจายตัวของสีจางและสีเข้มในภาพถ่ายทางอากาศ

ง. อุปสรรคสำคัญในการศึกษาสภาพภูมิประเทศ โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศ คือ คุณภาพของภาพถ่าย ภาพถ่ายที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้เป็นชุด NS3 ซึ่งถ่ายขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2517 รายละเอียดบางประการ เช่น ความชื้นของสี และลักษณะเนื้อภาพไม่ค่อยสม่ำเสมอ จึงทำให้การแปลความหมายทำได้ค่อนข้างยาก ในการศึกษาชุดดินในบริเวณลานตะพักลำน้ำ ระดับกลาง ซึ่งต้องทำการตรวจสอบความชื้นดิน และลักษณะพืชพรรณ ควรเลือกใช้ภาพถ่ายทางอากาศที่มีคุณภาพสูง หรืออาจประยุกต์การใช้ข้อมูลจากดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติในการศึกษาวิจัยต่อไป

จ. แผนที่แหล่งชอยแอกกรีเกต และคุณสมบัติของชอยแอกกรีเกตประเภทต่างๆ ที่เป็นผลหรือข้อสรุปจากการวิจัยครั้งนี้ มีความแม่นยำเพียงพอสำหรับการประเมินเบื้องต้นในขั้นตอนการออกแบบและวางแผนก่อสร้างเท่านั้น หากจะมีการนำเอาชอยแอกกรีเกตจากแหล่งเหล่านี้ไปใช้งาน ควรจะมีการสำรวจภาคสนาม เพื่อทำการประเมินปริมาณสำรอง และเก็บตัวอย่างสำหรับทดสอบหาคุณสมบัติทางวิศวกรรม ให้แน่นอนอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งอาจกระทำได้โดยการเจาะสำรวจหรือใช้วิธีทางธรณีฟิสิกส์ซึ่งประหยัดและรวดเร็วกว่า

ข. ชุดดินแมร์ริม และชุดดินลาดหญ้า/ท่าช้าง ที่ได้ทำการศึกษาไปแล้วในแง่เชิงใหม่ สามารถจะพบได้ในพื้นที่อื่นๆ ในเขตภาคเหนือของประเทศ การที่จะนำเอาหลักเกณฑ์ที่ได้พัฒนาในการวิจัยครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่น ควรจะได้มีการลองทำการศึกษาคัดดินเหล่านี้ในพื้นที่อื่น นอกแ่งเชียงใหม่ แล้วเปรียบเทียบกับผลการศึกษากับผลที่ได้ในบริเวณแ่งเชียงใหม่เสียก่อน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

## บรรณานุกรม

- กรมอุตุนิยมวิทยา, 2520, ภูมิอากาศแห่งประเทศไทย; กรุงเทพฯ, 15 หน้า
- กองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; แผนที่ดินจังหวัดเชียงใหม่; กรุงเทพฯ, 2519.
- กองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; แผนที่ดินจังหวัดลำพูน; กรุงเทพฯ, 2519.
- กองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์; รายงานการสำรวจดินจังหวัดเชียงใหม่; กรุงเทพฯ, 2522, 176 หน้า.
- ชิมชัย เศรษฐพรหมณ์, 2528, ลักษณะและคุณสมบัติลูกรังและแม่รังภาคตะวันออก : เอกสารการประชุมปฏิบัติการครั้งที่ 3, ภาควิชาเทคโนโลยีธรณี, คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เดชา อเนวัชพงษ์, 2523, สภาพอุทกธรณีวิทยาของอำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่, วิทยานิพนธ์วิชา ศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 364 หน้า
- นวลศิริ วงศ์ทางสวัสดิ์, 2525, ภูมิศาสตร์กายภาพไทยภาคเหนือ พิมพ์ครั้งที่ 2; ภาควิชาภูมิศาสตร์, คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 88 หน้า
- นิสิต จำนวนคิงพิมพ์กุล และชิมชัย เศรษฐพรหมณ์, 2529; "แหล่งทรายในที่ราบลุ่มแม่กลองและเจ้าพระยา" รายงานการประชุมทางวิชาการ เรื่อง การหาและจัดทำแผนที่แหล่งวัสดุก่อสร้าง; สมาคมทางหลวงแห่งประเทศไทย ร่วมกับสมาคมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทยและกองวิเคราะห์วิจัยกรมทางหลวง, เมษายน 2529.
- ลำดวน ศรีศักดิ์, "รายงานการศึกษา เรื่อง ความเหมาะสมของการใช้ภาพถ่ายทางอากาศขนาด 1 : 15,000 ในการแปลเพื่อทำแผนที่ทางธรณีวิทยาและวิศวกรรม ในพื้นที่เขตร้อน" ภาควิชา วิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2526.
- สมัยศ ยุกเจริญ และหล้า อาจิวชัย, 2529, "แหล่งกรวดและลูกรังในภาคอีสาน" : เอกสารการประชุมทางวิชาการ เรื่องการหาและจัดทำแผนที่แหล่งวัสดุก่อสร้าง; สมาคมทางหลวงแห่งประเทศไทยร่วมกับสมาคมอุตสาหกรรมก่อสร้างไทยและกองวิเคราะห์วิจัยกรมทางหลวง; กรุงเทพฯ, เมษายน 2529
- สัมฤทธิ์ มีวงศ์อุโฆษ; สยามอออลมาเนต 2527; บริษัทสยามบรจ จำกัด, กรุงเทพฯ, 2527.
- สัมฤทธิ์ มีวงศ์อุโฆษ; สยามอออลมาเนต 2529; บริษัทสยามบรจ จำกัด, กรุงเทพฯ, 2529.
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ภาคเหนือ, 2525; เอกสารเผยแพร่ลำดับที่ 2 : อุดมภูมิ-ความชื้นสัมพัทธ์ภาคเหนือ ปี พ.ศ.2500-2524 ; จังหวัดเชียงใหม่.
- สำนักงานเกษตรและสหกรณ์ภาคเหนือ, 2525; เอกสารเผยแพร่ลำดับที่ 3 : ปริมาณน้ำฝนภาคเหนือ 17 จังหวัด ปี พ.ศ. 2500-2524 รายอำเภอ; จังหวัดเชียงใหม่.

- อนิรุทธ์ ชงไชย, "Index Properties and Moisture-Density Relationships of Some Soils in Chiang Mai - Lampoon Area.", รายงานการบริการวิชาการ, ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2526.
- อัศนี มีสุข, บุญส่ง โยภาส และธนาวุฒิ ตีรนาวิณ 2522, รายงานการสำรวจธรณีวิทยาและแหล่งแร่โครงการเกษตรกรรมจอมทอง กรม.กลาง ต.ชางคราม ต.สองแคว อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่, กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม กรุงเทพฯ, 44 หน้า.
- ASTM D422-63, "Particle Size Analysis of Soils"
- ASTM D423-66, "Liquid Limit of Soils"
- Baracos, A; 1986; Agricultural Soil Maps and Reports for Engineering Uses : A technical report on "lecture on Locating and mapping of construction material" by The Better Road Ass. of Thailand c/o Material and Research Div., Dept. of Highway, April 4, at Bangkok PalauHotel, Bangkok.
- Bureau of Reclamation; 1974; Earth Manual : A guide to the used of soils as foundation and as construction materials for hydraulic structures; U.S. Dept. of Interior, U.S.A., 810 p.
- Chaodamrong, N., 1983; A review of the Tertiary sedimentary rocks of Thailand : Workshop on Stratigraphy correlation of Thailand and Malaysia, Haad Yai, Thailand, pp. 159-187.
- Derbyshire, E., 1976; Geomorphology and Climate; John Wiley & Sons Ltd., London, U.K.; 512p.
- Fitz Patrick, E.A., 1980; Soils; Longman Group Ltd., London, U.K., 353 p.
- Gidigas, M.D, 1976, Laterite Soil Engineering; Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, The Netherlands; 554 p.
- Grant, K., 1975, The PUCE Programme for Terrain Evaluation for Engineers, Vol. I 2<sup>nd</sup> ed; Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia; 32 p.
- Hattori, T., 1983, Soils on high terraces in the Chiang Mai and Lumpang Basins : First Symposium on Geomorphology and Quaternary Geology of Thailand, pp. 142-156.
- Institute of Civil Engineers, 1976; Manual of Applied Geology for Engineers; London, U.K., 378 p.

- Kaewyana, W.G., 1985, "Preliminary Report on Quarternary Geology of Mae Taeng Basin" in E.E. Nickel edited's Geology of Surficial Deposits; Dept. of Geol. Sci., Chiang Mai Univ., Chiang Mai, Thailand; pp. 403-411.
- Kirkby, M.J. and Morgan, R.P.C., 1980; Soil Erosion; John Wiley & Sons Ltd., New York, U. S. A., 312 p.
- Kalpage, F.S.C.P., 1974; Tropical Soils; the Macmillan Co. of India Ltd. ; Delhi, India, 283 p.
- Kirkby, M.J. and Morgan, R.P.C., 1980, Soil Erosion; John Wiley & Sons Ltd., New York, U.S.A., 312 p.
- Mitchell, C., 1973; Terrain Evaluation; Longman Group Ltd., London, U.K.; 221pp.
- Penck, W., 1953; Morphological Analysis of Landform; Transtated by H. Czech and U.C. Boswell, Macmillan & Co., 429 p.
- Singharajwarapan, S., 1982; Engineering Geology of the City of Chiang Mai; M.Sc. Thesis, Asian Institute of Technology (AIT), Bangkok, Thailand, 176 p.
- Soil Survey Staff; 1960; Soil Classification : A comprehensive system; Soil Conservation Service, U.S. Dept. of Agriculture; U.S.A.; 265 p.
- Suwanasing, A., 1974; Geology of Nickeliferous Laterite Deposits of Ban Tha Kradan Nok Quadrangle, Prachinburi Province, Eastern Thailand; Econ. Geol. Bull. Vol. , Dept. of Min. Res., Bangkok, Thailand; 126 p
- Spangler, M.G. and Handy, R.L., 1973; Soil Engineering, 3rd ed.; Intext Press Inc., New York, U.S.A.; 748p.
- Thanapipat, C., Ramingwong, T. and Lerdthusnee, S. 1982; "Environmental Geology of Chiang Mai" Proceedings of LANDPLAN I, Bangkok Thailand.
- Thiramongkol, N., 1983; Quarternary Stratigraphy of Thailand: workshop on stratigraphy correlation of Thailand and Malaysia, Haad Yai, Thailand, pp 188-203.
- Udomratn, C., 1984; "Remote Sensing and the National Development.", Proceedings of International Conferrence on Application of Geology and the National Development, Bangkok, Thailand, pp
- Wongtangawad, N; 1976; Carte Geomorphologique : Region de Chiang Mai ; Echelk 1: 250,000.
- Young, A.; 1980; Tropical Soil and Soil Survey; Cambridge University Press;



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University

All rights reserved

ภาคผนวก ก.

ชุดดินที่อาจใช้ เป็นแหล่งขอยแอกกรี เกทาบพื้นที่จังหวัด เชียงใหม่และลำพูน

ชุดดิน	ประเภทดิน	ลักษณะดิน	ภูมิสัณฐาน	ความลาดชัน
ดินชุดสันป่าคอง	Gray Podzolic	Loamy sand to sandy clay loam, few iron nodules	Medium Terrace	2-8
ดินชุดโคราซ	Gray Podzolic	Sandy loam over sandy clay loam to clay, few iron and manganese nodules at depth	Medium Terrace	2-8
ดินชุดน้ำพอง	Regosol	Loamy sand to sand to sandy loam, few iron nodules at depth	Medium Terrace	2-8
ดินชุดสะศึก	Red Yellow Podzolic	Sandy loam over sandy clay loam or clay loam, common manganese nodules	Medium Terrace	1-4
ดินชุดเรอู	Hydromorphic Gray	Sandy loam over sandy clay loam, common iron and manganese nodules at depth	Medium Terrace	1-4
ดินชุดห่างฉัตร	Red Yellow Podzolic to Hydromorphic Red Yellow Podzolic	Sandy loam over sandy clay loam to clay	Medium Terrace	2-8
ดินชุดแมริม	Red Yellow podzolic	Sandy loam over gravelly or gravelly clay loam to clay	High terrace	2-16
ดินชุดแม่แดง	Reddish Brown Lateritic	Sandy loam over sandy clay loam or clay loam	High Terrace	2-16



ชนิดดิน	ประเภทดิน	ลักษณะดิน	ธรณีสัณฐาน	ความลาดชัน
ดินชุดปกช่อง	Reddish Brown Lateritic	Clay loam over clay, common iron concretions	Residual from shale	2-16
ดินชุดท่ายาว	Red Yellow Podzolic	Gravelly sandy loam over gravelly or very gravelly clay loam	Residual from sand stone and quartzite with some phyllite and shale	4-20
ดินชุดลาดหญ้า	Red Yellow Podzolic	Sandy loam over sandy clay loam or gravelly clay	Residual from sand stone and quartzite with some phyllite and shale	4-16
ดินชุดจันทึก	Regosol	Loamy sand over gravelly loamy sand	Residual and colluvium from granite	2-5
ดินชุดปงทอง	Reddish Brown Lateritic	Clay loam over gravelly clay	Residual and colluvium from granite	4-16
หน่วยผสมของดินที่เกิดจากหินแกรนิต	Reddish Brown Lateritic	Sandy loam over gravelly sandy loam to clay loam	Residual and colluvium from granite	4-16

หมายเหตุ : ความเหมาะสมในการใช้เป็นแหล่งขอยแอกกรีเกท พิจารณาจาก

1. บริเวณที่มีลักษณะธรณีสัณฐานเป็นลานตะพักสากกลางถึงชั้นสูง เป็นเขาและที่ลาดเชิงเขา ซึ่งจะเป็นบริเวณที่มีระดับน้ำบาดาลอยู่ในระดับลึก
2. บริเวณสภาพภูมิประเทศที่มีความลาดชันต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์
3. ชนิดดินที่มีเนื้อดินประกอบด้วยเม็ดหยาบ อันอาจเป็นก้อนแร่ เหล็กหรือแมงกานีส ก้อนกรวด หรือเศษหิน
4. ชั้นดินมีความหนามากกว่า 50 เซนติเมตร

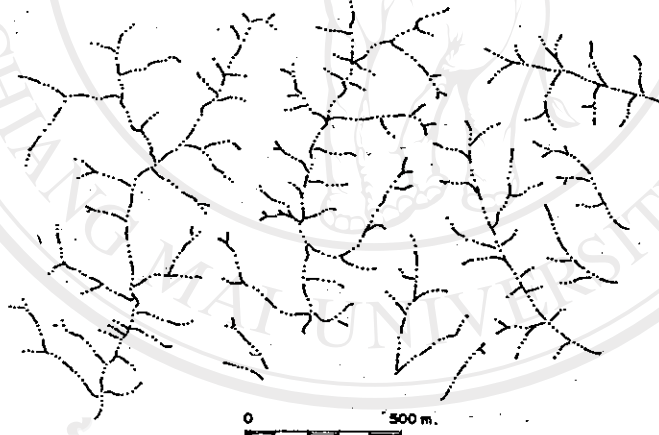
ภาคผนวก ข.1

ลักษณะของหน่วยดิน Mr-Bc (Mae-Rim : Broad Convex Slope Form)

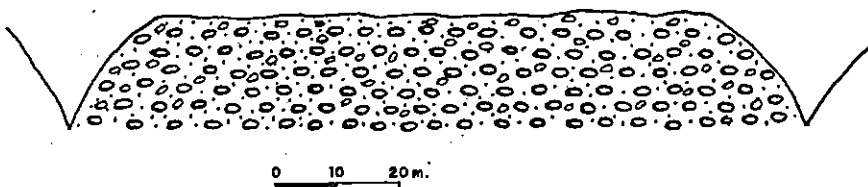
TERRAIN PARAMETERS

Tone	: light gray (2)
Texture	: very smooth
Local relief	: 10.31-20.03 m. average 16.04 m.
Slope form	: broad convex
Slope steepness	: moderately steep to steep (14.13-35.91%)
Slope length	: moderately long (51.91-108.51 m.)
Gully and valley form	: V-shaped, sharp form
Drainage pattern	: subparallel dendritic
Drainage density	: 6.67-11.05 km/km <sup>2</sup>
Density type	: fine-medium density (37.5-112.5 m)

DRAINAGE PATTERN



SLOPE FORM : Broad convex, nearly flat top hills

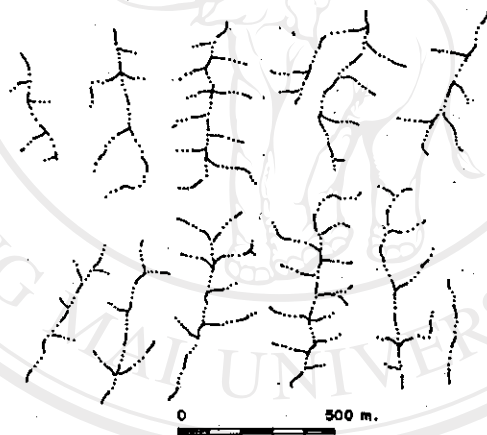


ลักษณะของหน่วยดิน / Mr-SC (Mae-Rim : Smooth Convex Slope Form)

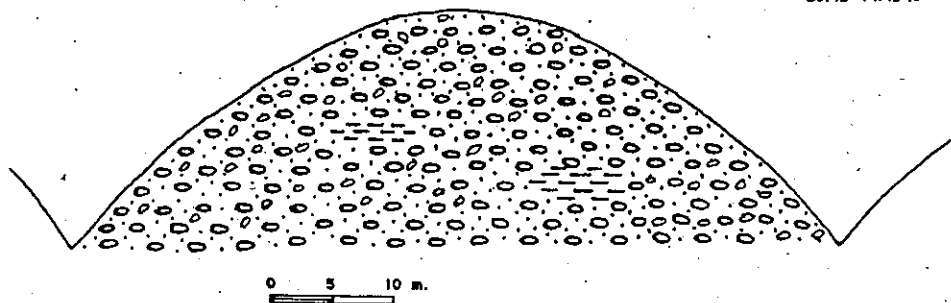
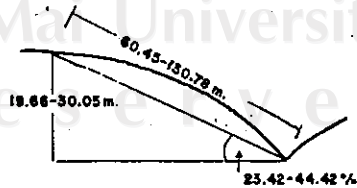
TERRAIN PARAMETERS

Tone	: medium gray (3)
Texture	: smooth
Local relief	: 19.66-30.05 m. average 25.52 m.
Slope form	: convex
Slope steepness	: steep (23.23-44.42%)
Slope length	: moderately long (60.45-130.78 m.)
Gully and valley form	: V-shaped, sharp form
Drainage pattern	: parallel
Drainage density	: 7.32-7.98 km/km <sup>2</sup>
Density type	: fine-medium density (37.5-112.5 m)

DRAINAGE PATTERN



SLOPE FORM : Smooth-convex slope, with rounded hill tops



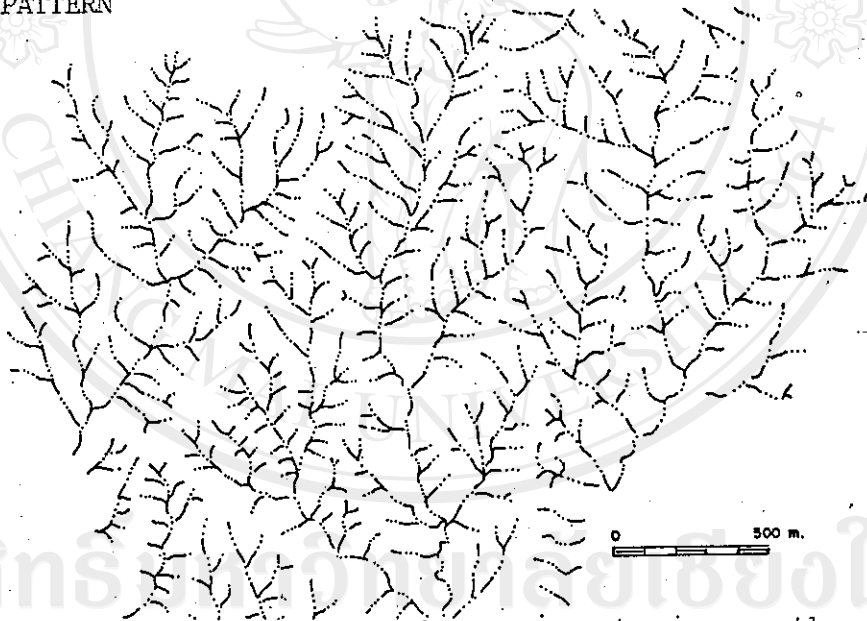
ภาคผนวก ข.3

ลักษณะของหน่วยดิน Mr-HC (Mae-Rim : Convex Top, Vertical Toe Slope Form)

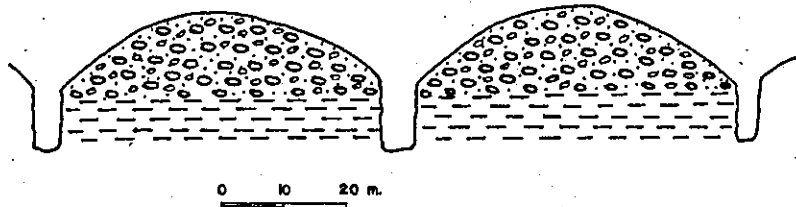
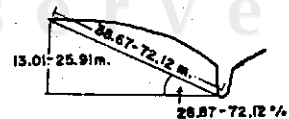
TERAIN PARAMETERS

Tone	: light gray (2)
Texture	: rough
Local relief	: 13.01-25.91 m. average 21.01 m.
Slope form	: convex top, vertical toe.
Slope steepness	: steep to very steep (28.87-72.12%)
Slope length	: moderately long
Gully and valley form	: combined V-U shaped
Drainage pattern	: dendritic
Drainage density	: 11.45-12.50 km/km <sup>2</sup>
Density type	: fine-density (30-67.5 m)

DRAINAGE PATTERN



SLOPE FORM : Half convex slopes; the upper parts are smooth convex, the lower part nearly vertical and have irregular surface

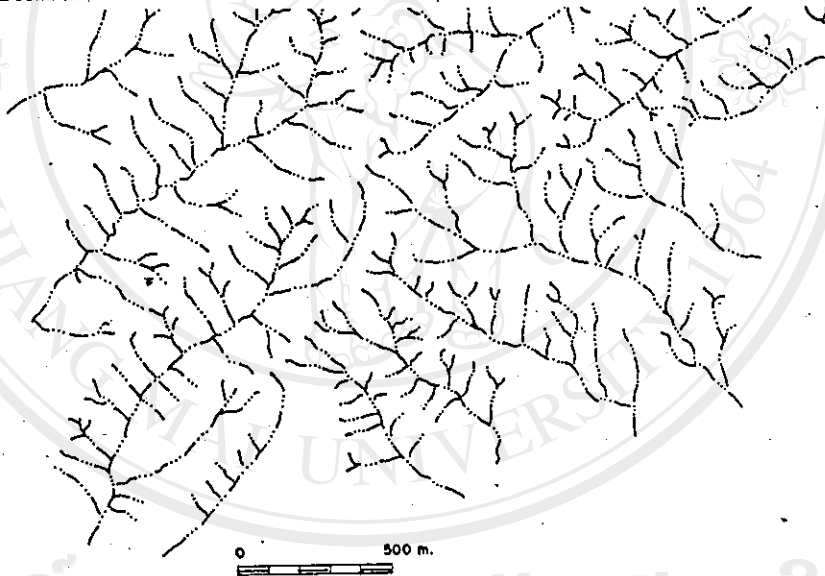


ลักษณะของหน่วยหิน Mr-SS (Mae-Rim : Straight Slope From, sharp Peaks)

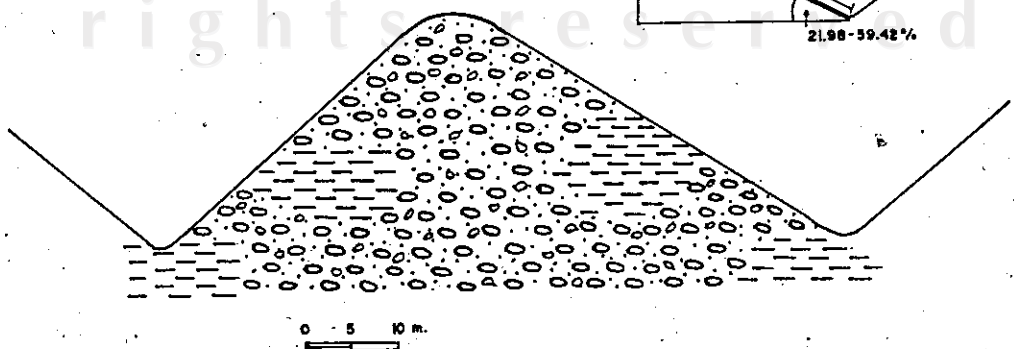
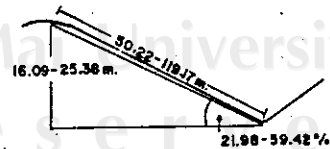
TERRAIN PARAMETERS

Tone	: medium gray (3)
Texture	: rough
Local relief	: 17.92-25.02 m. average 22.07 m.
Slope form	: straight, smooth
Slope steepness	: steep to very steep (21.98-59.42%)
Slope length	: moderately leng (50.22-119.17 m.)
Gully and valley form	: V-shaped, sharp form
Drainage pattern	: dendritic
Drainage density	: 10.55-12.60 km/km <sup>2</sup>
Density type	: fine density (67.5 m)

DRAINAGE PATTERN



SLOPE FORM : Straight smooth slope, sharp peaks.



ภาคผนวก ข.5

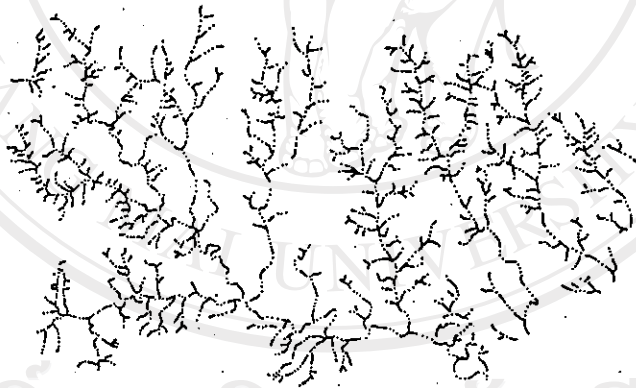
ลักษณะของหน่วยดิน Mr-ISS, Mr-ISC และ Mr-IBC

(Mae-Rim : Irregular Slope, Sharp to Broad Convex Hill Top)

TERRAIN PARAMETERS

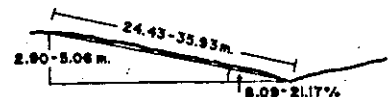
- Altitude : almostly 320-400 m. above msl.
- Local relief : 2.90-7.56 m. average 4.95 m.
- Tone : medium gray (3)
- Texture : irregular
- Slope form : broad convex to straight
- Slope steepness : gently sloping to moderately steep  
(3.03-2.17%)
- Slope length : short to moderately long (24.43-132.00 m)
- Gully and valley form : V-shaped, sharp form
- Drainage pattern : pinnate, dendritic
- Drainage density : 2.25-12.20 km/km<sup>2</sup>
- Density type : medium density (150-180 m)

DRAINAGE PATTERN

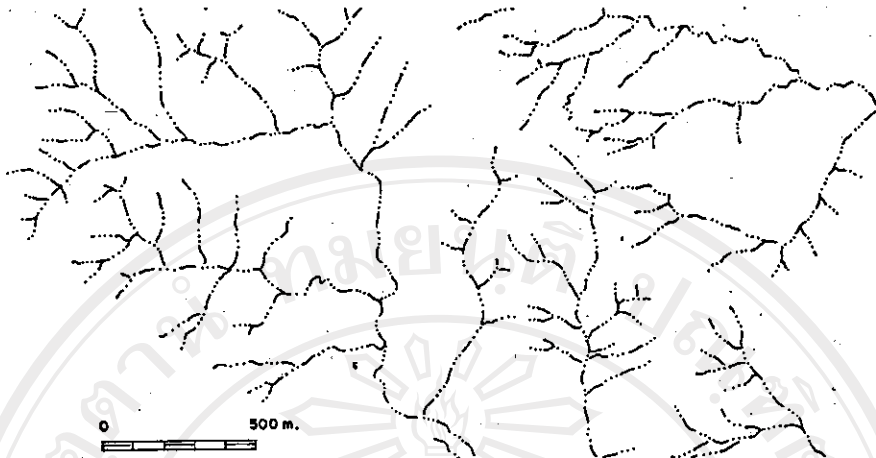


ลิขสิทธิ์ © โดย Chulalongkorn University  
 All rights reserved

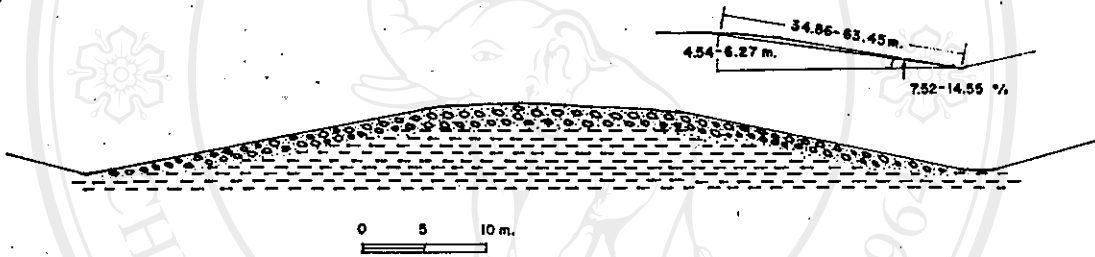
SLOPE FORM : (Mr-ISS) irregular slope, sharp peake



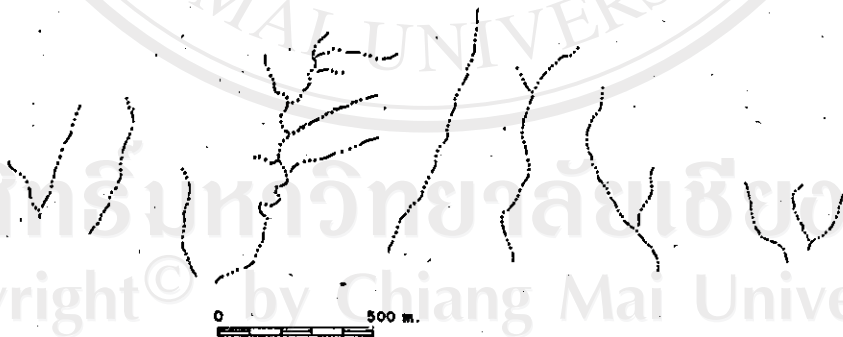
DRAINAGE PATTERN : (Mr-ISC)



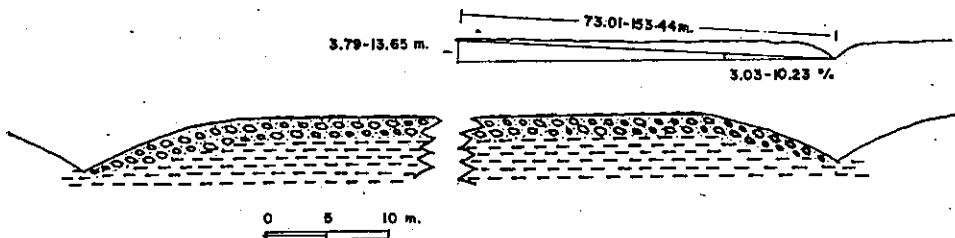
SLOPE FORM : (Mr.ISC) irregular slope, convex top



DRAINAGE PATTERN : (Mr-IBC)



SLOPE FORM : (Mr-IBC) irregular slope, broad convex top

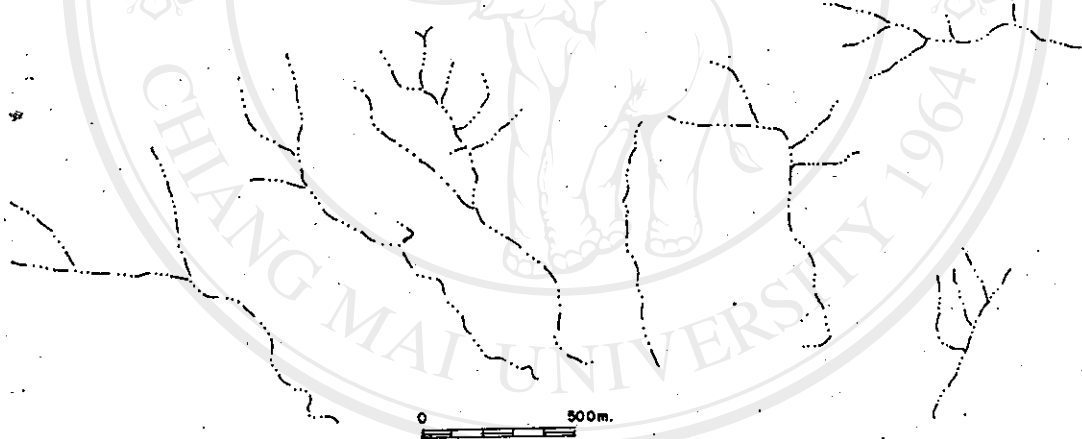


ลักษณะของหน่วยหิน Mr-IF (Mae Rim : Flat Irregular Surface)

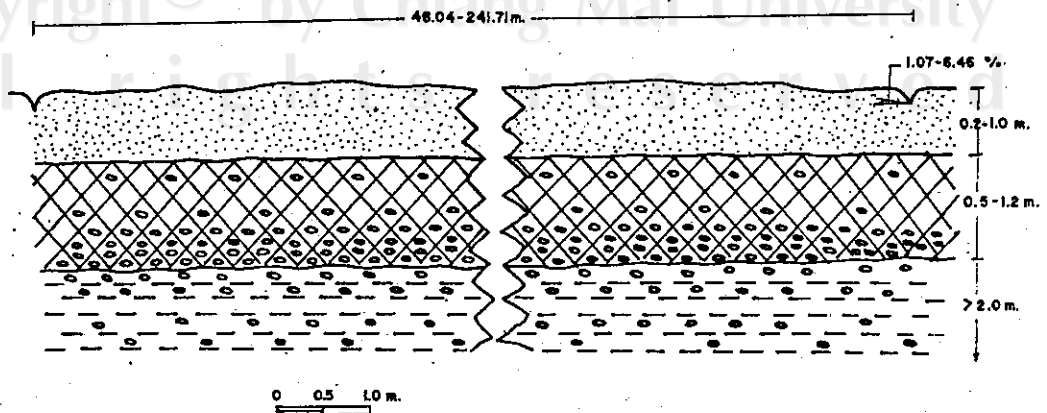
TERRAIN PARAMETERS

Altitude	: almostly 320-380 m. above msl
Tone	: light gray (2)
Texture	: rough
Slope form	: 1.57-4.23 m. average 2.71 m.
Slope steepness	: flat or almost flat to gently sloping (1.07-6.40%)
Slope length	: short to moderately long (46.04-241.71 m)
Gully and valley form	: V-shaped, soft form
Drainage pattern	: dendritic to subparallel
Drainage density	: 1.57-4.23 km/km <sup>2</sup>
Density type	: medium density (75-450 m)

DRAINAGE PATTERN



SLOPE FORM : Broad gentle-undulating, nearly flat





ภาคผนวก ข.7

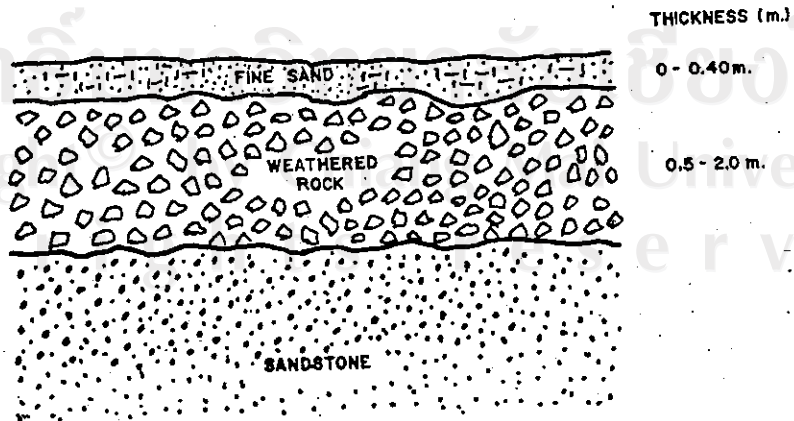
ลักษณะหน่วยดิน : Rs-SS

(Residual Soil From Feldspar Bearing Sandstone and Siltstone)

#### TERRAIN PARAMETERS

Altitude	: 370-400 m. above msl.
Tone	: medium gray tone (5)
Texture	: medium to coarse, slightly irregular to irregular, uniform, even but may be uneven in place
Local relief	: 10-30 m.
Slope form	: convex-straight, concave at foot slope
Slope percent	: 4-16%
Slope length	: more than 300 m.
Valley form	: sharp V-form to gentle V-form
Drainage density	: 5.6-7.6 km/km <sup>2</sup>
Drainage pattern	: dendritic
Stream Spacing	: generally more than 0.2 km., rather high stream gradient.

#### SOIL PROFILE

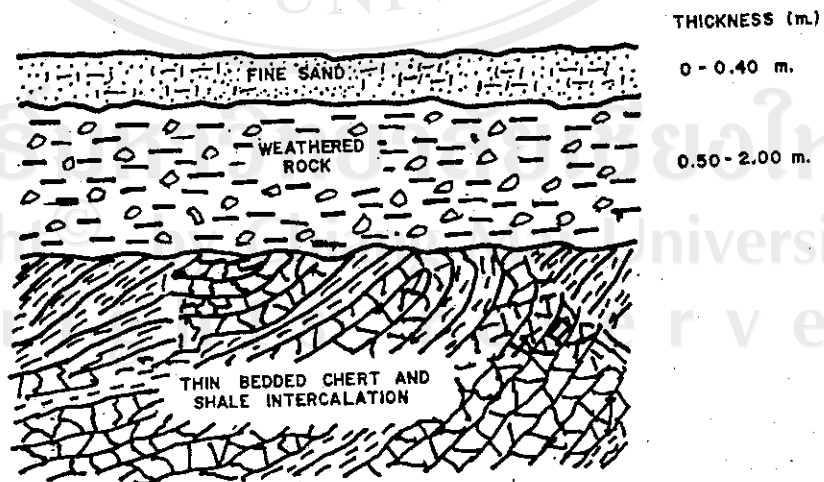


ลักษณะหน่วยดิน Rs-Ch (Residual Soils from Chert and Shale)

TERRAIN PARAMETERS

Altitude	: 330-400 m. above msl.
Tone	: medium to dark gray tone (8-9)
Texture	: medium to coarse, rather irregular and uneven
Local relief	: 5-10 m.
Slope form	: narrow-convex on the top; almostly straight slope
Slope steepness	: 4-16 %
Slope length	: 100 m. or less
Gully and valley form	: Opened U-form
Drainage density	: 0-5.3 km/km <sup>2</sup>
Drainage pattern	: dendritic
Stream spacing	: 0.1-0.2 km.

SOIL PROFILE :

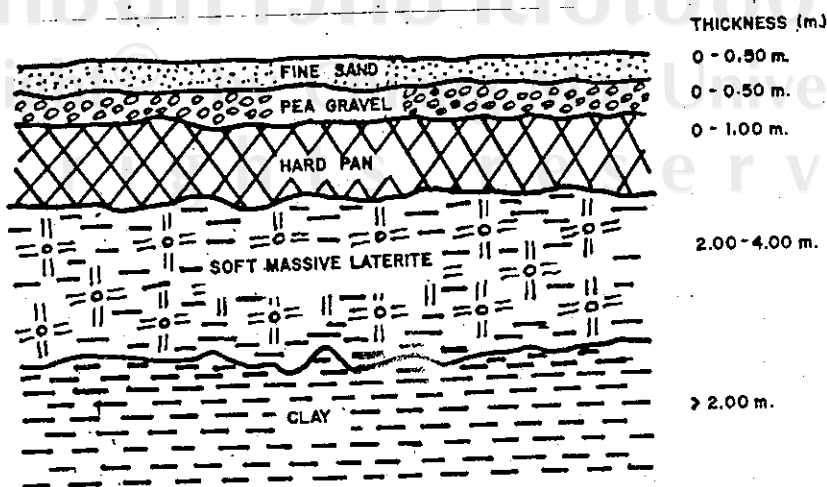
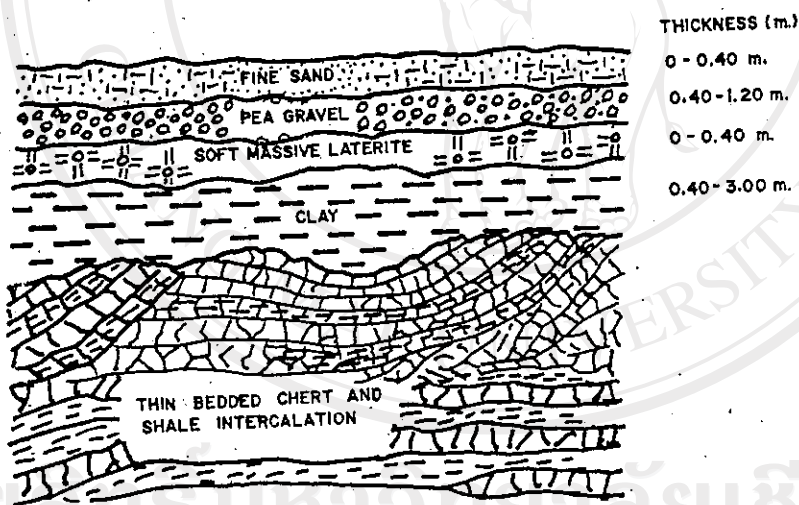


ลักษณะหน่วยดิน Lt-Sh (Laterite Deposits in Shale, Shale-Chert Environment)

TERRAIN PARAMETERS

Altitude	: 330-370 m. above msl.
Tone	: medium gray (5-7)
Texture	: fine to medium, smooth even, common tree crowns and slightly irregular in place
Local relief	: 5-20 m.
Slope form	: undulating, smooth-gentle-broad-convex
Slope percent	: 2-4%
Slope length	: 0.5-0.8 km.
Valley form	: gentle V-form
Drainage density	: 1.5-1.9 km/km <sup>2</sup>
Stream spacing	: more than 0.2 km.

SOIL PROFILE :



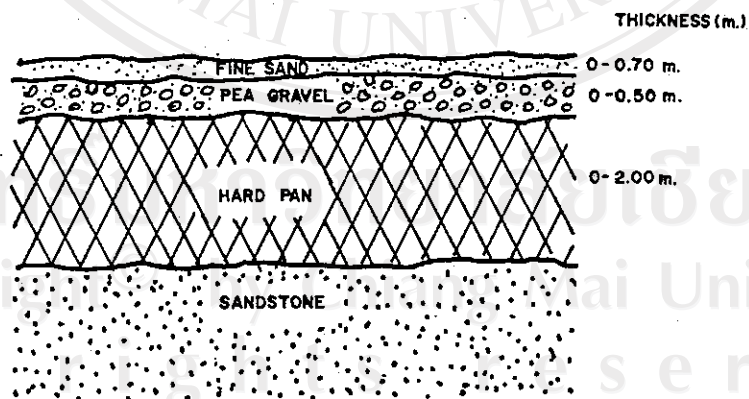
ภาคผนวก ข.10  
ลักษณะหน่วยดิน Lt-SS

(Laterite Deposits in Feldspar-bearing Sandstone Environment)

TERRAIN PARAMETERS

Altitude	: 330-370 m. above msl.
Tone	: gray tone (4)
Texture	: fine to medium; slightly irregular due to several tree size
Local relief	: 20-30 m.
Slope form	: broad, gentle, slightly convex
Slope steep ness	: 1-7 %
Slope length	: 0.2-1.0 km.
Valley form	:
Drainage density	: 2.09-3.51 km/km <sup>2</sup>

SOIL PROFILE :



ภาคผนวก ข.11

ลักษณะของพื้นที่ซึ่งปกคลุมด้วย ดินทรายละเอียดจากการทับถมของตะกอนน้ำพา

TERRAIN PARAMETERS

Altitude	: 320-340 m. above msl.
Local relief	: generally less than 10 m.
Tone	: light gray to medium gray to dark gray
Texture	: medium to coarse, irregular, even
Local relief	: generally less than 10 m.
Slope form	: straight to concave
Slope steepness	: 1-3 %
Slope length	: generally 0.5-1.5 km.

ภาคผนวก ข.12

ลักษณะของพื้นที่ซึ่งปกคลุมด้วย ดินเกิดใหม่จากหินดินดานหรือหินปูน ขาดไฟ

TERRAIN PARAMETERS

Altitude	: 330-380 m. above msl.
Tone	: light gray to dark gray tone
Texture	: coarse, irregular, uneven, common scattered drak tree crowns in light gray back ground.
Relief	: generally very low (< 10 m.)
Slope form	: convex at top then concave irregular, roughly concave on foot
Slope steepness	: generally less than 2%
Gully and valley form	: deep, narrow, V-form, always lateral erosion.
Drainage density	: very common surface drainage
Drainage pattern	: coarse dendritic
Stream spacing	: 30-200 m. or more

## สรุปคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน (Mr=BC)

โครงการจัดทำแผนที่ดินทางวิศวกรรมสำหรับแอ่งเชียงใหม่

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง

NO.	SAMPLE I. D CO - ORD	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION (PERCENT FINER)				ATTERBERG		LOSANGELES		MAX DRY DENSITY ( gm /cc)	% OPT. WATER- CONTENT	% OF SWELL at 95 %	C. B. R. at 95 %
		# 4	# 40	# 200	L. L.	P. I.	% OF WEAR	UNIFORMITY					
G 37	3,1,0, 941988	56	32	20						2.220	6.10		97
G 38	3,1,0, 941988	52	27	14									
G 39	3,1,5, 941988	69	17	7									
G 40	2,0,5, 941988	54	31	19									
G 41	2,1,0, 941988	46	18	10	46	27							
G 42	1,0,5, 941988	46	14	7		NP				2.266	5.50		60
G 43	1,1,0, 941988	49	16	10									
G 44	1,1,5, 941988	46	21	14									
G 60	1,0,5, 939016	62	30	14		NP							
G 61	1,1,0, 939016	31	12	6									
G 62	1,1,5, 939016	43	21	8									
G 63	3,0,5, 939016	47	23	13									
G 64	3,1,0, 939016	51	15	10	16	3							
G 65	3,1,5, 939016	61	26	18									
G136													
546	740433	34	9	7	43	24				2.142	6.50		

สรุปคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน (Mr=SC)  
โครงการจัดทำแผนที่ดินทางวิศวกรรมสำหรับแอ่งเชียงใหม่

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง

NO.	SAMPLE I. D	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION (PERCENT FINER)				ATTERBERG		LOSANGELES		MAX DRY DENSITY (gm/cc)	% OPT. WATER-CONTENT	% OF SWELL at 95 %	C. B. R. at 95 %
		# 4	# 40	# 200	# 400	L.L.	P. I.	% OF WEAR	UNIFORMITY				
G45	3,0.5, 930986	64	22	12									
G46	3,1.0, 930986	98	49	41									
G47	3,1.5, 930986	63	32	26									
G48	1,0.5, 930986	80	60	49									
G49	1,1.0, 930986	83	63	49									
G50	1,1.5, 930986	89	65	45									
G124	3,0.9, 946164	78	44	24									
G125	3,0.9, 946164	68	70	39									
G127	947161	50	31	21	43	23			2.300	8.31	0.32	52	
G128	947161	61	20	11	25	7							
G129	932020	50	17	13	25	14							
G130	932020	100	96	91	36	20			2.202	6.30	0.46	15	
S13	889692	42	32	27	41	24			2.162	7.70			
S44	808592	24	15	11	21	5			2.098	6.11			
S49	828644	51	33	18	12	NP		58.17	2.173	6.30	0.78	34	
S55	735463	22	7	5	17	8			2.018	6.13	0.13	42	









สรุปคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน (Mr-SS)

โครงการจัดทำแผนที่ดินทางวิศวกรรมสำหรับแบ่งเชิงใหม่

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง

NO.	SAMPLE I. D	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION (PERCENT FINER)				ATTERBERG		LOSANGELES		MAX DRY DENSITY (gm/cc)	% OPT. WATER-CONTENT	% OF SWELL at 95 %	C. B. R. at 95 %
		# 4	# 40	# 200	P. I.	% OF WEAR	UNIFORMITY						
G73	3,1.0, 925023	55	21	15									
G74	3,1.5, 925023	53	25	17									
G105	3,0.5, 912062	74	40	27									
G106	3,0.5, 912082	100	84	61									
G107	3,0.5, 900064	71	40	20									
G108	3,1.0, 900064	75	58	21									
G109	3,0.5, 918(9)050(5)	57	30	14									
G110	3,0.5, 918(9)050(5)	100	67	47									
G111	3,0.9, 882(5)085	93	50	36									
G112	3,0.9, 882(5)085	99	80	52	39	16							
G115	3,0.8, 956(5)137(5)	94	69	35									
G116	3,0.8, 956(5)137(5)	100	77	45									
G117	1,0.75, 916(5)154	89	60	39									
G118	1,0.75, 916(5)154	88	50	40									
G119	3,1.0, 916(5)154	55	30	26									
S49	735473	59	25	16	24	16	35.24	0.28	2.236	6.40	0.05	31	



## สรุปคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน (Mr-IS)

โครงการจัดทำแผนที่ดินทางวิศวกรรมสำหรับแอ่งเชียงใหม่

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง

NO.	SAMPLE I. D	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION (PERCENT FINER)				ATTERBERG		LOSANGELES		MAX DRY DENSITY (gm/cc)	% OPT. WATER- CONTENT	% OF SWELL at 95 %	C. B. R. at 95 %
		# 4	# 40	# 200	L.L.	P. I.	% OF WEAR	UNIFORMITY					
G10	3,0-5, 937942	38	16	10		NP			2.308	4.60			
G11	3,1,0, 937942	70	38	31									
G12	3,1,5, 937942	42	27	19					2.120	8.30		5	
G13	2,0,5, 937(5)942	61	42	27									
G14	2,1,0, 937(5)942	92	55	39									
G15	2,1,5, 937(5)942	92	59	38					2.240	12.00		2	
G16	1,0,5, 937(5)942	92	51	35									
G17	1,1,0, 937(5)942	80	45	36									
G18	1,1,5, 937(5)942	87	52	34									
G19	3,0-5, 930(5)946	87	72	56	53	37			2.063	9.60		4	
G20	3,1,0, 930(5)946	98	79	55	48	28							
G21	3,1,5, 930(5)946	99	75	52	46	24							
G22	2,0,5, 930946	98	77	60	40	25							
G23	2,1,0, 930946	98	82	65	48	29							
G24	2,1,5, 930946	94	70	54	50	21							
G25	1,0,5, 930946	99	81	61	53	30							

## สรุปคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน (MC=IS)

โครงการจัดทำแผนที่ดินทางวิศวกรรมสำหรับแอ่งเชียงใหม่

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง

NO.	SAMPLE I. D CO-ORD	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION (PERCENT FINER)				ATTERBERG		LOSANGELES		MAX DRY DENSITY (gm/cc)	% OPT. WATER- CONTENT	% OF SWELL at 95 %	C. B. R. at 95 %
		# 4	# 40	# 200	L.L.	P. I.	% OF WEAR MITY	UNIFORMITY					
G26	1,1,0, 930946	99	81	61	46	25							
G27	1,1,5, 930946	100	86	66	53	32							
G90	1,0,5, 914018	100	73	26									
G91	1,1,0, 914018	100	78	21									
G92	1,1,5, 914018	97	53	13					2.056	6.80		24	
G93	2,0,5, 914018	89	46	32	34	16							
G94	2,1,0, 914018	100	74	45									
G95	2,1,5, 914018	99	67	42					1.981	12.00		2	
G96	3,0,5, 914018	67	50	34									
G97	3,1,0, 914018	99	65	53									
G98	3,1,5, 914018	94	54	33					1.944	11.80		1	
G120	3,0,8,5, 91215143	92	60	49									
G121	3,0,9,5, 912151	66	37	29									
G133	918018	46	31	20	27	17							
S41	860644	29	8	5	15	8			2.103	6.15	0.51	29	
S43	917719	43	26	21	34	16	46.48	0.29	2.162	6.20	0.29	36	



สรุปคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน (Mr=IF)

โครงการจัดทำแผนที่ดินทางวิศวกรรมสำหรับแอ่งเชียงใหม่

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง

NO.	SAMPLE I. D CO - ORD	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION (PERCENT FINER)				ATTERBERG		LOSANGELES		MAX DRY DENSITY ( gm /cc)	% OPT. WATER- CONTENT at 95 %	% OF SWELL at 95 %	C. B. R. at 95 %
		# 4.	# 40	# 200	L.L.	P. I.	% OF WEAR	UNIFORMITY					
S28	767439	99	84	28		NP.							
S22	801591	100	89	37		NP.							
S25	805522	91	74	28		NP.							
S19	790606	81	70	29		NP.							
S23	841618	100	90	35		NP.							
S27	799581	96	90	35		NP.							
S29	807747	92	78	32		NP.							
S4	767439	50	18	10	29	6	40.20		2.265	5.96	0.04	28	
S5	801591	54	26	20	24	8	47.20		2.009	8.90		11	
S7	805522	45	16	10	21	9	52.20		2.093	8.20		49	
S31	790606	65	21	15	24	14			2.209	8.60		38	
S35	841618	41	18	11		NP.							
S37	799581	50	21	13		NP.							
S38	807747	46	26	18	29	15			2.227	7.70		23	
S66	767439	42	21	16	23	13	24.16	0.21	2.265	5.90	0.04	28	
S63	801591	46	24	17	33	22	63.24	0.57	2.137	7.50	0.16	24	













## สรุปคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน (L1-SH)

โครงการจัดทำแผนที่ดินทางวิศวกรรมสำหรับแอ่งเชียงใหม่

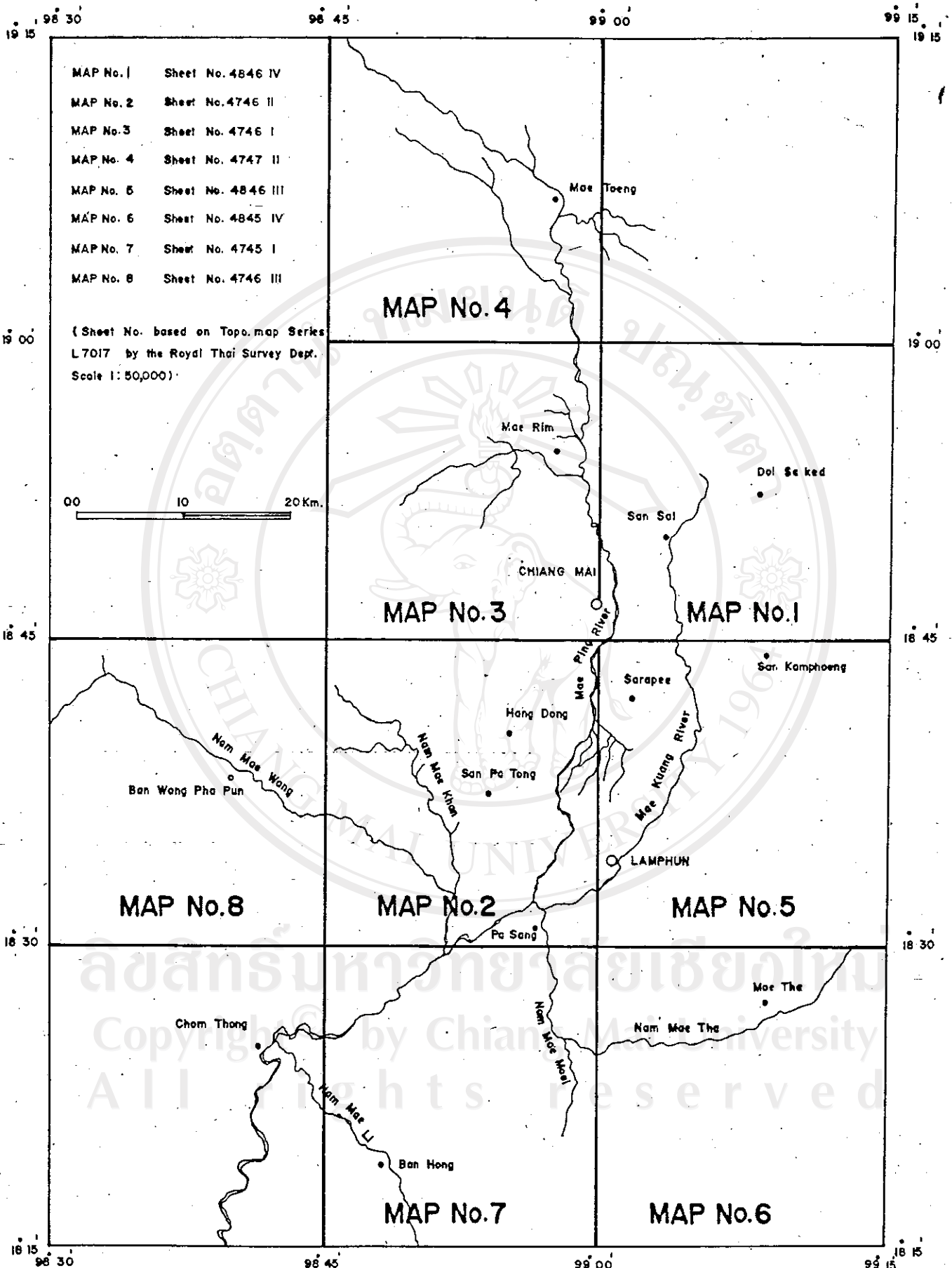
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กองวิเคราะห์และวิจัย กรมทางหลวง

NO.	SAMPLE I. D CO - ORD	PARTICLE SIZE DISTRIBUTION (PERCENT FINER)				ATTERBERG		LOSANGELES		MAX DRY DENSITY (gm/cc)	% OPT. WATER- CONTENT	% OF SWELL at 95 %	C. B. R. at 95 %
		# 4	# 40	# 200	# 400	L.L.	P. I.	% OF WEAR	UNIFORMITY				
	4.1 Sample from laterite deposit in massive shale environment												
	- Pea gravel from nearly flat surface												
p6	242706	71	36	23	30	18	46.54	0.23	2.140	12.40		30	
p22	245732	30	13	10	25	17			2.310	8.50	0.25	45	
p32	171881				13	NP.			2.235	7.00		72	
p51	074916				13	8	46.86	0.27	2.118	10.20	0.25	26	
p53	122912	46	30	14	16	NP.	38.36	0.26	2.248	8.50		16	
p73	133533	53	45	42									
p106	070445	67	20	14	30	11	43.46	0.27	2.222	9.50	1.43	33	
	- Pea gravel from slopping surface ( 3% )												
p14	235723	48	22	11	13	NP.	43.94	0.25	2.276	10.00	0.26	49	
p16	236723	56	13	9	14	6			2.360	8.90			
p24	246733	53	21	12		NP.			2.250	9.30			
p26	251734	39	15	10	25	14	39.34	0.24	2.284	8.25		30	
p64	195842	75	31	21	19	NP.			2.264	8.30			
p75	138532	70	24	13	15	NP.			2.300	8.05	0.13	26	









ภาคผนวก ง. แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหารซึ่งใช้เป็น

มูลฐานในการจัดทำแผนที่แหล่งวัสดุ