บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 นิยามและองค์ประกอบของหินดินดาน

หินดินดาน (shale) เป็นหินตะกอนเนื้อละเอียด เกิดจากการอัดแน่นของดินเหนียว ทราย แป้ง หรือโคลน มีโครงสร้างเป็นชั้นบางทำให้หินแตกเป็นแผ่นได้ง่าย โดยเฉพาะตามพื้นผิวที่ผุพัง หินดินดานมีเนื้อแน่นแข็ง แต่ไม่มากเท่าหินอาร์จิลไลต์ (argillite) หรือหินชนวน (slate) อาจมีสีแดง น้ำตาล หรือเทาก็ได้ ในการจำแนกชนิดของหินและตะกอนโดยพิจารณาจากปริมาณอนุภาคขนาดละเอียดจะพิจารณาที่ร้อยละ 50 และหินในกลุ่มอาร์จิลลาเชียส (argillaceous) จะมีขนาดของอนุภาคเล็กกว่า 0.062 มิลลิเมตร แสดงดังตารางที่ 1 ลักษณะที่ใช้ในการจำแนกหินและตะกอนมีหลายวิธี เช่น องค์ประกอบทางแร่วิทยา ชนิดและปริมาณคาร์บอเนต สี การแข็งตัว (induration) การแตก (fracture) ขนาดของอนุภาค การเกิดชั้นบาง (lamination) และชั้นหนา (bedding) ปริมาณและชนิดของซากบรรพชีวิน (fossils) ปริมาณและองค์ประกอบของอินทรียวัตถุ เป็นต้น (ราชบัณฑิตยสถาน, 2544; Potter *et al.,* 1984)

หินดินดานจะประกอบด้วยแร่ที่ค่อนข้างหลากหลาย แต่โดยทั่วไปพบว่าแร่องค์ประกอบหลักจะประกอบด้วย แร่ดินเหนียวเป็นแร่หลัก การศึกษาแร่วิทยาในหินดินดานส่วนใหญ่จึงทำการศึกษาแร่ดินเหนียวเป็นหลัก ชนิดของแร่ดินเหนียวที่พบในหินดินดานจะขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาและกระบวนการหลังจากการทับถมของตะกอนในแอ่งสะสม (diagenesis) การเกิดแร่ดินเหนียว ในเขตร้อนชื้นซึ่งมีระดับความสูงปานกลางจะพบแร่เคโอลิไนต์ (kaolinite) และกิบบ์ไซต์ (gibbsite) เป็นแร่เด่น ส่วนในเขตแห้งแล้งจะพบแร่สเมกไตต์ (smectite) เป็นแร่เด่น แร่อิลไลต์ (illite) จะพบจากการสลายตัวของแร่มัสโคไวต์ (muscovite) หรือแร่อิลไลต์ที่มีอยู่ในหิน เช่นเดียวกับแร่คลอไรต์ (chlorite) จะพบในหินที่มีแร่นี้อยู่ก่อนแล้ว ดังนั้น ชนิดของหินจะเป็นตัวกำหนดชนิดของแร่ดินเหนียว

การศึกษาทางธรณีเคมีของอนินทรียสารในหินดินดาน การหาจุลธาตุ (trace element) ในหินดินดาน ส่วนมากจะทำการศึกษาเพื่อใช้ในการประเมินความแปรปรวนของธาตุองค์ประกอบในหิน หรือปริมาณวัสดุอินทรีย์ภายในหิน ส่วนการหาธาตุองค์ประกอบหลักในหินดินดาน เมื่อทำการศึกษาร่วมกับการศึกษาแร่วิทยาและศิลาวิทยา (petrology) อย่างละเอียด จะสามารถอธิบายถึง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขั้นตอนการเกิดของหินดินดาน และจะให้ข้อมูลที่ชัดเจนมากขึ้นเมื่อศึกษาร่วมกับการศึกษาลำดับชั้นหิน (stratigraphy) ปริมาณของธาตุองค์ประกอบในหินดินดาน เมื่อเปรียบเทียบกับหินเนื้อผสมอนุภาคขนาดทราย แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การจำแนกหินดินดาน (Potter *et al.,* 1984)

Clay size constituent (%)		0-32	33-65	66-100
Field adjective		Gritty	Loamy	Fat or Slick
Non-induration	Beds (> 10 mm)	Bedded Silt	Bedded Mud	Bedded Claymud
	Laminae (< 10 mm)	Laminated Silt	Laminated Mud	Laminated Claymud
Induration	Beds (> 10 mm)	Bedded Siltstone	Mudstone	Claystone
	Laminae (< 10 mm)	Laminated Siltstone	Mudshale	Clayshale
Metamorphosed	Degree of metamorphism Low ↓ High	Quartz Argillite	Argillite	
		Quartz Slate	Slate	
		Phyllite and/or Mica Schist		

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของหินดินดานเปรียบเทียบกับหินเนื้อผสมอนุภาคขนาดทราย (Potter *et al.,* 1984)

Component	Shale	Orthoquartzite	Graywacke	Arkose
	(- % -)			
SiO_2	58.1	95.4	66.7	77.1
Al_2O_3	15.4	1.1	13.5	8.7
Fe_2O_3	4.0	0.4	1.6	1.5
FeO	2.5	0.2	3.5	0.7
MgO	2.4	0.1	2.1	0.5
CaO	3.1	1.6	2.5	2.7
Na_2O	1.3	0.1	2.9	1.5
K_2O	2.2	0.2	2.0	2.8
CO_2	2.6	1.1	1.2	2.8
C	0.8	-	0.1	-
H_2O	5.0	0.3	3.0	0.9

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 สมบัติของดินที่เกิดจากหินดินดาน

หินดินดานเกิดจากการทับถมของอนุภาคที่ละเอียด ได้แก่ อนุภาคขนาดทรายแป้งและขนาดดินเหนียว เนื่องจากเป็นหินที่มีขนาดอนุภาคละเอียดมาก จึงมีความพรุนน้อย และมักจะเกิดเป็นชั้นๆ เห็นได้ชัดเจน ธรรมดามีสีเหมือนดิน คือ เทาดำหรือน้ำตาล แต่อาจมีสีได้ต่างๆ กัน เช่น แดงหรือเหลืองถ้ามีเหล็กผสม สารเชื่อมปกติมักเป็นพวกอนุภาคของดินเหนียวเอง หรืออาร์จิลลาเชียส และพวกเหล็กหรือคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ หินดินดานเป็นหินไม่แข็งมากนัก ดังนั้นจะสลายตัวได้เร็วและเมื่อสลายตัวจะให้ดินที่เป็นดินเหนียว มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงดี ขึ้นอยู่กับสิ่งเจือปนที่มีอยู่หรือชนิดของสารเชื่อม (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

2.2.1 สมบัติทางกายภาพของดิน

ดุสิตและคณะ (2528) ศึกษาคุณสมบัติของดินที่ใช้ปลูกกาแฟในภาคเหนือของประเทศไทย ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และตาก มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 700-1,400 เมตร วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างและเศษหินเชิงเขาของหินดินดาน หินชีสต์ และหินแกรนิต พบว่า ส่วนใหญ่เป็นดินที่ค่อนข้างลึกและลึกมาก มีความลึกเกินหนึ่งเมตรขึ้นไป แต่ในบางพื้นที่ที่มีความลาดชันมากและไม่มีพืชปกคลุมอยู่ หน้าดินจะตื้นเพราะว่าดินถูกชะล้างพังทลายได้ง่าย ดินส่วนใหญ่เป็นดินสีแดงหรือน้ำตาลแดง มีการระบายน้ำดีจนดีมาก เนื้อดินในดินบนเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายถึงเหนียว ส่วนดินล่างเป็นดินเหนียว เนื่องจากดินเป็นดินเนื้อปานกลางถึงละเอียด และมีปริมาณของอินทรียวัตถุในดินบนค่อนข้างสูง ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของดินอยู่ในเกณฑ์ปานกลางจนถึงดี ดินส่วนใหญ่มีสมบัติทางกายภาพที่คล้ายคลึงกัน จะแตกต่างกันออกไปบ้างในด้านสมบัติทางเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทั้งนี้เนื่องมาจากวัตถุต้นกำเนิดดิน สภาพภูมิประเทศ และสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน

Mckay *et al*. (2005) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของหินผุเนื้อยุ่ย (saprolite) ของหินปูนแทรกสลับหินดินดานและกระบวนการทางดิน (pedogenic process) ที่มีผลต่อการไหลของน้ำใต้ดินและการแทรกซึมน้ำได้ของดิน ในบริเวณพื้นที่ทางตะวันออกของรัฐเทนเนสซี ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยวัดค่าการนำน้ำในสภาพอิ่มตัว (K_{sat}) และค่าการนำน้ำในสภาพไม่อิ่มตัว ($K(\psi)$) ของชั้นดิน ชั้นหินผุ และชั้นหินพื้น ภายใต้ความลึก 3.4 เมตร พบว่า ภายในช่วงความลึก 50-100 เซนติเมตร ค่าการนำน้ำจะลดลงอย่างชัดเจนและลดลงจนถึงความลึก 250 เซนติเมตร การลดลงของค่าการนำน้ำเมื่อศึกษาจุลสัณฐานของดิน พบว่าเกิดจากอนุภาคขนาดดินเหนียว เหล็กและแมงกานีส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ออกไซด์เคลือบบริเวณรอยแตกและช่องว่างขนาดใหญ่ของดิน ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการแทรกซึมน้ำ และค่าการนำน้ำจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในส่วนที่เป็นชั้นของหินผุเนื้อยุ่ย ส่วนในชั้นหินพื้นการไหลของน้ำใต้ดินจะขึ้นอยู่กับแนวการวางตัวของชั้นหินตะกอนและการแตกของหิน ปัจจัยที่ควบคุมค่าการนำน้ำของดินและการไหลของน้ำใต้ดินนอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิดของหินพื้นแล้ว ยังขึ้นอยู่กับกระบวนการทางดินซึ่งมีความซับซ้อน

2.2.2 สมบัติทางเคมีของดิน

บุญยงค์ (2522) ได้ทำการสำรวจ จำแนกดิน และการกำหนดศักยภาพของที่ดินในบริเวณเทือกเขาอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 1,450-1,520 เมตร การใช้ประโยชน์ที่ดิน ประกอบด้วย พืชไร่และไม้ผลเมืองหนาว พบว่า ดินที่เกิดจากหินดินดาน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมากถึงต่ำ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำมากถึงสูงมาก ความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวกค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง การจำแนกดินเป็นดินอันดับอัลทิซอลส์ (Ultisols) ส่วนดินที่เกิดจากหินดินดานร่วมกับหินปูน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมาก โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงถึงสูงมาก ความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวกค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง การจำแนกดินเป็นดินอันดับอัลฟิซอลส์ (Alfisols) ดังนั้น การจำแนกความเหมาะสมของการใช้ที่ดินในพื้นที่สูง นอกจากจะอาศัยความลาดชันและความลึกของดิน ควรพิจารณาถึงความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วย

Kosmas *et al* (2000) ได้ทำการศึกษาสมบัติของดินภายใต้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน บนเกาะเลสวอส (Lesvos) ประเทศกรีซ โดยทำการเก็บตัวอย่างดิน 106 จุด เปรียบเทียบพื้นที่ทำการเกษตรและพื้นที่ทิ้งร้างไม่ทำการเกษตรเป็นระยะเวลา 40-45 ปี หินพื้นประกอบด้วย หินลาวา หินไพโรคลาสติก (pyroclastics) หินอิกนิมไบรต์ (ignimbrite) หินดินดาน และหินชีสต์มาร์เบิล (schist-marble) จากการจำแนกดินพื้นที่ศึกษาอยู่ในกลุ่มดินย่อย Typic Xerochrept, Lithic Xerochrept และ Lithic Xerorthent พบว่า อิทธิพลของวัตถุต้นกำเนิดดินมีผลต่อสิ่งปกคลุมดินอย่างเด่นชัด โดยดินที่เกิดจากหินดินดานจะมีสิ่งปกคลุมดินเฉลี่ยมากสุด วัตถุต้นกำเนิดดินมีอิทธิพลต่อเนื้อดิน ส่วนการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อดิน ดินที่เกิดจากหินชีสต์มาร์เบิลจะมีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกลาง (pH 7.2) ส่วนดินที่เกิดจากหินอื่นๆ จะเป็นกรดเล็กน้อย ปริมาณอินทรียวัตถุในดินบนพื้นที่เกษตรจะต่ำกว่าพื้นที่ทิ้งร้าง และในดินล่างปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่เกิดจากหินดินดานจะมีปริมาณสูงสุด เนื่องจากหินผุพังสลายตัวง่ายและมีการแตกตามระนาบทำให้รากพืชชอนไชได้ในระดับลึก ทำให้ดินที่เกิดจากหินดินดานมีพืชข้ามปีและพืชปีเดียว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขึ้นปกคลุมอยู่มากกว่า วัตถุต้นกำเนิดดินยังมีผลต่อความจุของน้ำที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เนื่องจากอิทธิพลของความพรุนของหินและการแตกของระนาบ ความอุดมสมบูรณ์ของดินจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังจากปล่อยพื้นที่ทิ้งร้าง การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจะมีผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุและความคงทนของเม็ดดิน ส่วนวัตถุต้นกำเนิดดินจะมีอิทธิพลต่อการยึดเกาะของพืชซึ่งส่งผลต่ออัตราการกร่อนของดิน ข้อมูลที่ได้นี้สามารถนำมาใช้ในการวางแผนการใช้ที่ดินต่อไป

Strawn *et al*. (2002) ได้ทำการศึกษาสมบัติทางธรณีเคมีของอาร์เซนิก (As) ซีลีเนียม (Se) และเหล็กของดินเปรี้ยวจัด (acid sulfate soil) ที่เกิดจากหินดินดานไพไรต์ (pyritic shale) ในสภาพออกซิเดชัน พบว่า As และ Se ในเม็ดเหล็กออกไซด์ (iron oxide aggregates) จะมีปริมาณ 5-10 เท่า ของเม็ดเหล็กซัลเฟต (iron sulfate aggregates) และเนื้อหินดินดานผุ (weathered shale matrix) ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง As และ Se และเม็ดเหล็กออกไซด์ในขั้นตอนการผุพังสลายตัว องค์ประกอบหลักของเม็ดเหล็กออกไซด์ ประกอบด้วย แร่เฟอริไฮไดรต์ (ferrihydrite) มากกว่าร้อยละ 50 และแร่เกอไทต์ (goethite) ส่วนเม็ดซัลเฟต ประกอบด้วย แร่จาโรไซต์ (jarosite) ในสภาวะออกซิเดชัน As จะอยู่ในเม็ดเหล็กออกไซด์ในรูป As(V) ส่วน Se จะอยู่ในรูป Se(IV) และ Se(VI) โดยจะพบ Se(VI) ในเม็ดจาโรไซด์มากกว่าเม็ดเหล็กออกไซด์ ผลของการกระจายตัว ระยะออกซิเดชัน และความจำเพาะของ As และ Se ในสภาพของแข็ง เป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อการศึกษาการผุพังสลายตัวและสมบัติทางธรณีเคมีของวัสดุไพไรต์ (pyritic material) นอกจากนั้น As และ Se ยังสามารถใช้ในการทำนายกระบวนการทางดินของดินเปรี้ยวจัด และกระบวนการเปลี่ยนแปลงในระยะยาวของวัสดุไพไรต์ เช่น จากหางแร่ของเหมือง (mine tailing) หรือเขตชุ่มน้ำเมื่อมีการระบายน้ำออก

2.2.3 สมบัติทางแร่วิทยา

Watanabe *et al*. (2006) ศึกษาแร่ดินเหนียวและความสัมพันธ์ต่อองค์ประกอบของสารละลายดิน ในดินที่เกิดจากการผุพังสลายตัวที่แตกต่างกัน ในเขตชื้นของเอเชีย (ญี่ปุ่น, ไทย และอินโดนีเซีย) วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างจากหินอัคนีและหินตะกอน พบว่า หินแอนดีไซต์และหินเมฟิกซึ่งประกอบด้วยแร่ไมกา ดินจะมีแร่กลุ่มเคโอลินและแร่สเมกไตต์เป็นแร่เด่น จากการศึกษาในไทยแร่ไมกาในดินที่เกิดจากหินเฟลสิกและหินตะกอนจะเสถียรที่ pH 5.4-6.5 และจากการศึกษาในญี่ปุ่นและอินโดนีเซียแร่ไมกาจะอยู่ในรูปของ hydroxyl-Al interlayer vermiculite (HIV) หรือแร่เวอร์มิคูไลต์ (vermiculite) เมื่อ pH 4.3-5.5 ดินในญี่ปุ่นแร่ไมกาในรูปของ HIV และกิบบ์ไซต์จะเกิดจากอะลูมินัมไฮดรอกไซด์กิจกรรมสูง (high activity of Al-OH species) ซึ่งต่างจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ดินในอินโดนีเซียที่เกิดจากอะลูมินัมไฮดรอกไซด์กิจกรรมต่ำ (low activity of Al-OH species) ผลของการสลายตัวอะลูมินัมไฮดรอกไซด์จะอยู่ในรูปของแร่ดินเหนียวพวก 2:1 และแร่กิบบ์ไซต์ โดยแร่กลุ่มเคโอลินและเวอร์มิคูไลต์เป็นแร่เด่น ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดแร่ดินเหนียวในเขตชื้นของเอเชีย ได้แก่ วัตถุต้นกำเนิดดิน ปฏิกิริยาดิน และชนิดของอะลูมินัมไฮดรอกไซด์ในสารละลายดิน

Herrmann *et al*. (2007) ศึกษาปัจจัยและกระบวนการในการสร้างตัวของแร่กิบบ์ไซต์ ในภาคเหนือของประเทศไทย สภาพพื้นที่มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 750-2,460 เมตร วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นวัสดุตกค้างจากหินอัคนี หินตะกอน และหินแปร พบว่า แร่กิบบ์ไซต์โดยทั่วไปจะเกิดในบริเวณเขตร้อนซึ่งมีการชะละลายที่สูง ภายใต้สภาพภูมิอากาศที่มีความแตกต่างกันจะมีผลต่อระดับของการผุพังสลายตัวและการเกิดแร่กิบบ์ไซต์ ดินในพื้นที่สูงของภาคเหนือซึ่งมีปริมาณฝนตกมากกว่าการคายระเหย ลักษณะธรณีวิทยาเป็นหินแกรนิตและหินไนส์ และดินมีการระบายน้ำดี การสร้างตัวของแร่กิบบ์ไซต์จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การสลายตัวของแร่ไมกาและเฟลด์สปาร์จะพบแร่กิบบ์ไซต์ตั้งแต่ระยะแรกของกระบวนการ

2.3 การศึกษาสมบัติของดินป่าธรรมชาติ

ป่าไม้ คือสังคมของต้นไม้และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อันมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และปกคลุมเนื้อที่กว้างใหญ่ มีการใช้ประโยชน์จากอากาศ น้ำ และวัตถุธาตุต่างๆ ในดิน เพื่อการเจริญเติบโตจนถึงอายุขัย และมีการสืบพันธุ์ของตนเอง ทั้งให้ผลผลิตและบริการที่จำเป็นอันจะขาดเสียมิได้ต่อมนุษย์ (Allen, 1950 อ้างโดย นิวัติ, 2546) ดินในป่าธรรมชาติมักจะมีความแตกต่างกันตามชนิดของป่าไม้ เป็นดินที่ไม่ถูกรบกวน ในชั้นดินที่เกิดขึ้นจะเป็นไปตามธรรมชาติ ในป่าธรรมชาติซึ่งเกิดไฟป่าอยู่บ่อยครั้งจะทำให้ดินสูญเสียธาตุอาหารมากกว่าพื้นที่ป่าซึ่งถูกรบกวนน้อย นอกจากนี้ดินยังมีความแตกต่างกันไปตามปัจจัยในการเกิดดิน ได้แก่ ภูมิอากาศ ลักษณะภูมิประเทศหรือความต่างระดับ สิ่งมีชีวิต วัตถุต้นกำเนิด และเวลา (Jenny 1980; Fisher and Binkley, 2000; Brady and Weil, 2002)

เสวียน (2538) ได้ทำการศึกษาเชิงนิเวศวิทยาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืชในป่าเต็งรังกับคุณสมบัติของดิน บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ โดยเลือกสังคมป่าเต็งรังที่มีไม้เด่น 4 ชนิด คือ ไม้เต็ง (*Shorea obtusa*) ไม้รัง (*Shorea simensis*) ไม้เหียง (*Dipterocarpus obtusifolius*) และไม้พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) พบว่า ดินในป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเด่นมีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุด รองลงมาคือดินในสังคมพืชที่มีไม้เหียง ไม้เต็ง และไม้รังเด่น ตามลำดับ ในพื้นที่ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศและหินต้นกำเนิดดินเดียวกัน สังคมพืชที่ขึ้นอยู่ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

บริเวณต่างๆ ในพื้นที่เป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อดิน ลักษณะและคุณสมบัติของดิน ความแตกต่างกันของพันธุ์ไม้เด่นเป็นดัชนีสำคัญที่ชี้ให้เห็นถึงลักษณะดินที่เกิดขึ้น ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อลักษณะของดิน ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ ในดินป่าไม้รังเด่นจะเป็นดินอันดับเอนทิซอลส์ (Entisols) และดินในป่าไม้เต็งเด่นจะเป็นดินอันดับอินเซปทิซอลส์ (Inceptisols) ซึ่งจะพบในพื้นที่มีความลาดชันสูงและแห้งแล้งมาก เช่น บริเวณสันเขา ที่มีความลาดชันร้อยละ 20-55 ส่วนดินในป่าไม้เหียงและไม้พลวงเด่นจะเป็นดินอันดับอัลทิซอลส์ ซึ่งพบในพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันร้อยละ 8-37 แต่ป่าไม้เหียงเด่นมักพบตามเชิงเขามากกว่า

จตุรงค์ (2543) ได้ทำการศึกษาลักษณะของดินกับความหลากหลายของชนิดป่าบริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ ป่าธรรมชาติที่ศึกษามี 4 ชนิด คือ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา พบว่า ในป่าเต็งรังและป่าดิบเขาเป็นดินอันดับอัลทิซอลส์ ดินในป่าเบญจพรรณและป่าดิบแล้งเป็นดินอันดับอัลทิซอลส์และอินเซปทิซอลส์ ดินในป่าส่วนใหญ่มีความหนาแน่นรวมสูงทั้งดินบนและดินล่าง ยกเว้นดินป่าดิบเขาบริเวณไหล่เขาที่มีความหนาแน่นรวมต่ำ สมบัติทางเคมีของดินมีความผันแปรแตกต่างกันตามชนิดของป่าไม้ ปฏิกิริยาดินแตกต่างกันไม่มากนัก โดยอยู่ในช่วงกรดจัดถึงกรดปานกลาง ค่าความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวกอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ปริมาณอินทรียวัตถุในดินและไนโตรเจนทั้งหมดในดินมีแนวโน้มสูงในป่าดิบเขาและป่าเบญจพรรณ ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้มากที่สุดในป่าดิบแล้ง รองลงมาคือ ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเด่น และป่าเต็งรังที่มีไม้เหียงเด่น ความแตกต่างเกี่ยวกับความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในสังคมพืชป่าไม้เหล่านี้ เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อลักษณะของดินที่ผันแปรแตกต่างกัน

นิวัติ (2546; 2548) ได้ทำการศึกษาลำดับดินบนพื้นที่สูงที่ได้รับอิทธิพลจากการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในบริเวณดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ โดยเลือกพื้นที่ตามลำดับความสูงจากระดับทะเลปานกลางตั้งแต่ 620-2,460 เมตร การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษามี 6 ประเภท ประกอบด้วย พื้นที่ป่าธรรมชาติ ได้แก่ ป่าดิบชื้น ป่าดิบเขา และป่าเต็งรัง และพื้นที่เกษตร ได้แก่ พืชผัก พืชผักและไม้ผล และนาข้าว พบว่า สมบัติของดินภายใต้สภาพป่าที่แตกต่างกัน ความหนาแน่นรวมเด่นในดินบนป่าดิบชื้น โดยมีค่าโดยรวมต่ำกว่าป่าดิบเขาและป่าเต็งรัง ดินป่าดิบชื้นและดิบเขามีแนวโน้มสะสมอนุภาคขนาดดินเหนียวในดินล่างมากกว่าป่าเต็งรัง ปฏิกิริยาดินเด่นในป่าดิบชื้นอยู่ในระดับเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดรุนแรงมากที่สุด (pH 3.5-4.3) โดยมีค่าปฏิกิริยาดินต่ำกว่าดิบเขาและป่าเต็งรัง ปริมาณอินทรียวัตถุเด่นในดินบนป่าดิบชื้นอยู่ในระดับสูงมาก ซึ่งมีค่าโดยรวมสูงกว่าป่าดิบเขาและป่าเต็งรัง ความอุดมสมบูรณ์ของดินเมื่อพิจารณาตามลำดับภูมิประเทศ พบว่า ในพื้นที่ต่ำกว่าระดับทะเลปานกลาง 1,100 เมตร ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลาง พื้นที่สูงจากระดับทะเลปานกลาง 1,100-1,800 เมตร ดินบนมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ส่วนดินล่างต่ำ และในพื้นที่สูงจากระดับทะเลปานกลาง 1,800 ขึ้นไป ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ณัฐลักษณ์ (2552) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ ลักษณะดิน และการสะสมคาร์บอน ในป่าชนิดต่างๆ บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พื้นที่ศึกษามีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 400-1,220 เมตร พบว่า เนื้อดินเป็นดินทรายปนร่วนถึงเหนียว ความหนาแน่นรวมต่ำถึงค่อนข้างสูง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดรุนแรงมาก ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำถึงสูงมาก ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมากถึงต่ำ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์และความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวกต่ำมากถึงสูง อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสต่ำถึงสูง ในป่าเบญจพรรณ ดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ส่วนป่าเต็งรัง สนเขา ดิบเขา และดิบแล้ง ดินบนมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ส่วนดินล่างต่ำถึงปานกลาง การสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ พบว่าในป่าดิบแล้งมีมากกว่าป่าชนิดอื่น และต่ำที่สุดในป่าเต็งรัง

Hendricks (1981) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดินและพืชพรรณในพื้นที่สูงของภาคเหนือ ประเทศไทย ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย โดยการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษามี 8 ประเภท ประกอบด้วย พื้นที่ป่า ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา และป่าสน และพื้นที่เกษตร ได้แก่ ข้าว พืชไร่ และไร่ร้าง มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 410-1,087 เมตร วัตถุต้นกำเนิดดินประกอบด้วยตะกอนน้ำพา วัสดุตกค้างและเศษหินเชิงเขาของหินอัคนีและหินตะกอน พบว่า เนื้อดินเป็นดินทรายปนดินร่วนถึงเหนียว ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมากถึงค่อนข้างต่ำ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำมากถึงสูงมาก ความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวกและอัตราร้อยละอิ่มตัวเบสต่ำถึงสูง คุณสมบัติของดินและชนิดของพืชพรรณ ทั้งระหว่างและภายในพื้นที่ศึกษามีความแปรปรวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ที่มีหินวัตถุต้นกำเนิดต่างกันจะมีความแปรปรวนสูง สภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนและความชื้น มีอิทธิพลต่อการสร้างตัวของดินและการเจริญเติบโตของพืชพรรณนั้นๆ มาก สภาพภูมิประเทศ ได้แก่ ทิศทางของความลาดชันและสภาพของพื้นที่ มีอิทธิพลต่อดินและพืชพรรณในบริเวณที่สูงชันและที่ดอนภูเขา

Yemefack (1995) ได้ทำการศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของดินป่าไม้ในเขตร้อนที่สัมพันธ์กับสภาพพื้นที่ วัตถุต้นกำเนิดดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูง บริเวณอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการแจกกระจายตัวของดินและความแปรปรวนของดิน ส่วนสภาพภูมิประเทศเป็นปัจจัยรอง สำหรับความอุดมสมบูรณ์ของดินมีความแปรปรวนจากอิทธิพลของสภาพภูมิประเทศและวัตถุต้นกำเนิดดิน ส่วนพื้นที่การเกษตรจะมีผลทำให้มีการสูญเสียธาตุอาหารในดินอย่างรวดเร็วและความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 การศึกษาสมบัติของดินแปลงไม้ผล

การปลูกไม้ผลในประเทศไทยทำกันมานาน และนับวันก็จะทวีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศมากยิ่งขึ้น เนื่องจากมีการผลิตพันธุ์ที่มีคุณภาพดี ให้ผลผลิตสูง และขยายพันธุ์ด้วยวิธีการที่ทันสมัย ปกติหลังจากที่ปลูกไม้ผลแล้วกว่าต้นจะโตพอที่จะปกคลุมหน้าดินได้ต้องใช้เวลานานพอสมควร เช่น มะม่วงจะใช้เวลา 3-4 ปี การปกคลุมหน้าดินจะช่วยอนุรักษ์ความชื้นในดิน ป้องกันการพังทลายของดิน ลดการชะล้างหน้าดิน การกระแทกจากเม็ดฝน และรักษาระดับความอุดมสมบูรณ์ในดิน ลักษณะของดินในการปลูกไม้ผลควรจะเป็นดินที่เหมาะสมต่อการผลิต เช่น มีหน้าตัดดินลึก มีความลาดเทน้อย เนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวหรือร่วนปนทราย การระบายน้ำดีพอสมควร มีความอุดมสมบูรณ์สูง (กวิศร์, 2545; ทัศนีย์, 2549)

นิวัติและคณะ (2547) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในศูนย์ศึกษาและพัฒนาลำไยหริภุญชัย จังหวัดลำพูน จากการสำรวจเริ่มแรกพื้นที่ศูนย์ฯ เกือบทั้งหมดเป็นชุดดินน้ำพอง ซึ่งมีคุณสมบัติของดินไม่เหมาะสมต่อการปลูกไม้ผล เนื่องจากดินเป็นทรายค่อนข้างมากและระดับความอุดมสมบูรณ์ต่ำ หลังจากเริ่มมีการปลูกลำไยได้มีการเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้แก่ดินทั้งในรูปปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอนินทรีย์ พบว่าดินมีสมบัติทางเคมีแปรปรวนในพิสัยกว้าง ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงด่างปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุต่ำมากถึงปานกลาง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำมากถึงสูงมาก ความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวกต่ำมากถึงปานกลาง ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในแต่ละแปลงมีความแตกต่างกัน ทั้งในส่วนของดินบนและดินล่าง ทั้งบริเวณในทรงพุ่มและนอกทรงพุ่ม ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้ปุ๋ยที่แตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณ ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินส่วนใหญ่เกือบทุกแปลงภายในศูนย์ฯ ดินบนบริเวณในทรงพุ่มมีระดับต่ำถึงค่อนข้างต่ำ ดังนั้น การใส่ปุ๋ยเคมีบริเวณในทรงพุ่มจึงมีความจำเป็นอย่างเร่งด่วนเพื่อการเจริญเติบโตของลำไย และในดินบนนอกทรงพุ่มควรมีการปลูกพืชปุ๋ยสด เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีดิน

อุทิศและณรงค์ (2547) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์ของดินในระบบการปลูกผักกับระบบการปลูกไม้ผล โดยทำการเก็บตัวอย่างดิน 4 ระดับ คือ 0-5, 5-10, 10-15 และ 15-30 เซนติเมตร พบว่า ค่าปฏิกิริยาดินของระบบการปลูกผักจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับกรดจัด (pH 5.0-5.5) ส่วนระบบการปลูกไม้ผลจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.1-6.5) ปริมาณอินทรียวัตถุในดินของระบบการปลูกผักจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับสูงมาก ส่วนระบบการปลูกไม้ผลมีค่าการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับสูงถึงสูงมาก ปริมาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของระบบการปลูกผักจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับสูง ที่ระดับความลึกของดิน 0-10 เซนติเมตร ส่วนระบบปลูกไม้ผลจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับต่ำทุกความลึกของดิน ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของระบบปลูกผักและระบบปลูกไม้ผลมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับสูงมาก ทุกระดับความลึกของดิน และค่าความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวกของระบบปลูกผักกับระบบการปลูกไม้ผล จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับสูง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร จากผลการศึกษาในแต่ละระบบการปลูกพืช ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจะมีค่ามากกว่าในดินชั้นบนและมีค่าลดลงตามความลึก

นิลภัทร (2550) ได้ทำการศึกษาสัณฐานวิทยาและระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินที่มีผลต่อศักยภาพการผลิตพืชของศูนย์พัฒนาโครงการหลวง ภายใต้สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน 3 ลักษณะ คือ แปลงพืชผัก แปลงไม้ผล และแปลงไม้ใช้สอย พบว่า สำหรับแปลงพืชผักจะมีปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชในดินอยู่ในระดับสูง โดยเฉพาะดินบน ให้ผลตอบแทนรายได้จากการขายผลผลิตสูงที่สุด แต่จะทำให้ดินมีปฏิกิริยาดินอยู่ในระดับกรดรุนแรงมาก สำหรับแปลงไม้ผลจะมีปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารพืชในดินอยู่ในระดับต่ำกว่าแปลงพืชผัก แต่ยังคงใกล้เคียงกับแปลงไม้ใช้สอย ให้ผลตอบแทนรายได้จากการขายผลผลิตต่ำกว่าแปลงพืชผัก อย่างไรก็ตามแปลงไม้ผลสามารถใช้เป็นแหล่งอาหาร และช่วยสร้างความชุ่มชื้นให้แก่ดิน สำหรับแปลงไม้ใช้สอยช่วยให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับค่อนข้างสูง โดยเป็นการปลูกแบบปล่อยให้เจริญเติบโตตามธรรมชาติ แต่ถ้าต้องการตัดไม้เพื่อขายจะต้องใช้เวลานาน

พงษ์สันติ์และคณะ (2553) ได้ทำการศึกษาสภาวะธาตุอาหารพืชและปัจจัยทางดินเพื่อการฟื้นฟูทรัพยากรดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างยั่งยืน ในพื้นที่เกษตรกรรมโครงการหลวง โดยการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษามี 6 ประเภท ได้แก่ พืชผัก ไม้ผล พืชไร่ ข้าวนาน้ำขัง ไม้ดอกไม้ประดับ ไม้ยืนต้นใช้สอย พบว่า สมบัติทางเคมีและธาตุอาหารพืชของทรัพยากรดินในแปลงเกษตรกรรม มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงถึงสูงมาก ปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดปานกลาง (pH 4.0-6.5) ส่วนใหญ่สภาพกรดของดินเกิดจากประจุเหล็กและอะลูมินัม ทรัพยากรดินมีสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลางถึงสูงมาก โดยปริมาณโพแทสเซียมและแมงกานีสสูงถึงสูงมาก เหล็กปานกลางถึงสูงมาก แมกนีเซียมต่ำถึงสูง ฟอสฟอรัส สังกะสี และทองแดงปานกลางถึงต่ำมาก และโบรอนต่ำถึงต่ำมาก โดยทั่วไปในแปลงปลูกพืชผักและไม้ผลมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์เป็นปริมาณสูงมากเกินไป อันเป็นผลเนื่องจากเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราสูงเป็นปริมาณมากและติดต่อกันนานหลายปี ทำให้เกิดอันตรกิริยาแก่งแย่งและลดความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล็ก สังกะสี และแมกนีเซียม เป็นผลให้พืชที่ปลูกเกิดการขาดธาตุอาหารพืชดังกล่าวได้ง่าย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Musvoto *et al*. (2000) ได้ทำการศึกษาอัตราการสลายตัวและการปลดปล่อยธาตุอาหารของซากพืชจากป่าเมียมโบ (miombo woodland) ซึ่งมีไม้เด่นคือ *Brachystegia speciformis* วงศ์ Leguminosae และ *Julbernadia globiflora* วงศ์ Fabaceae และมะม่วงในประเทศซิมบับเว เพื่อหาพืชที่มีศักยภาพในการให้ซากในการปรับปรุงดินสำหรับการเกษตร เนื่องจากในพื้นที่ศึกษาเป็นดินทรายและมีปริมาณธาตุอาหารต่ำ ซากใบพืชจากป่าเมียมโบมีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ แมกนีเซียม และลิกนินที่สูงกว่าซากใบมะม่วง แต่มีปริมาณโพลีฟีนอล (polyphenol) ที่น้อยกว่า หลังจากการสลายตัวของซากพืช 18 เดือน มวลที่สูญหายของซากใบพืชจากป่าเมียมโบจะรวดเร็วกว่ามะม่วงมาก โดยมีมวลที่สูญหายร้อยละ 72 ส่วนซากใบมะม่วงมีมวลที่สูญหายร้อยละ 55 ซึ่งมีผลต่อการสูญเสียปริมาณของไนโตรเจนและลิกนินซึ่งมากตามไปด้วย ส่วนปริมาณของโพลีฟีนอลสูญหายหมดภายใน 2 เดือน ทั้งซากพืชจากป่าเมียมโบและมะม่วง กระบวน immobilization ของไนโตรเจนในระหว่าง 18 เดือน ซากพืชจากป่าเมียมโบจะมากกว่ามะม่วง และหลังจาก 18 เดือน การปลดปล่อยฟอสฟอรัสและซัลเฟอร์ในซากพืชจากป่าเมียมโบจะมากกว่ามะม่วง ในการเกษตรมีการใช้ซากพืชจากป่าเมียมโบและมะม่วงในการปรับปรุงดินอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นแหล่งของคาร์บอนและธาตุอาหาร (แม้จะไม่มาก) การใช้ซากพืชจากป่าเมียมโบในการปรับปรุงดินควรทำก่อนมีการเพาะปลูกพืช 1-2 เดือน เนื่องจากมีการสลายตัวที่รวดเร็ว ส่วนซากใบมะม่วงจะใช้เมื่อมีการพักพื้นที่เป็นระยะเวลานานในช่วงฤดูแล้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved