บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางฟิสิกส์และอุทกวิทยาของดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ บนพื้นที่ลาดเท มีการศึกษาค่อนข้างจำกัดในภาคเหนือของประเทศไทย เนื่องจากต้องใช้เวลาและงบประมาณในการศึกษาค่อนข้างสูงประกอบกับข้อมูลต่างๆ มีลักษณะผันแปรอย่างมากในแต่ละฤดูกาล และสภาพภูมิอากาศในแต่ละปีตลอดจนการใช้ที่ดินของเกษตรกรบนพื้นที่ลาดชันมีความผันแปรตลอดเวลา ดังนั้นการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ของพื้นที่ศึกษาจึงมีความสำคัญเพื่อใช้เป็นแนวทางและวางแผนการศึกษา ซึ่งข้อมูลต่างๆ ที่รวบรวมได้มีดังนี้

2.1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

2.1.1 ขอบเขตที่ตั้งของหมู่บ้านบ่อไคร้ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยมีพื้นที่ 65.68 ล้านไร่ หรือร้อยละ 33 ของประเทศ ครอบคลุมพื้นที่ 9 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ เชียงราย แพร่ น่าน ลำปาง ลำพูน พะเยา และตาก (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2525) อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ครอบคลุมพื้นที่ 275,350 ไร่ (Sereke, 2002) ตั้งอยู่บริเวณละติจูดที่ 19^0 25" เหนือ ถึง 19^0 43" เหนือ และลองติจูดที่ 98^0 ตะวันออก ซึ่งหมู่บ้านบ่อไคร้ อำเภอปางมะผ้า ตั้งอยู่ที่ละติจูด 19^0 33' 06'' เหนือ และลองติจูดที่ 98^0 12' 41'' ตะวันออก อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางผันแปรระหว่าง 600 – 1,100 เมตร และตั้งอยู่ในทิวเขาถนนธงชัย (รูปที่ 2.1)

2.1.2 สภาพภูมิประเทศ ธรณีวิทยา และสภาพดินทั่วๆ ไป

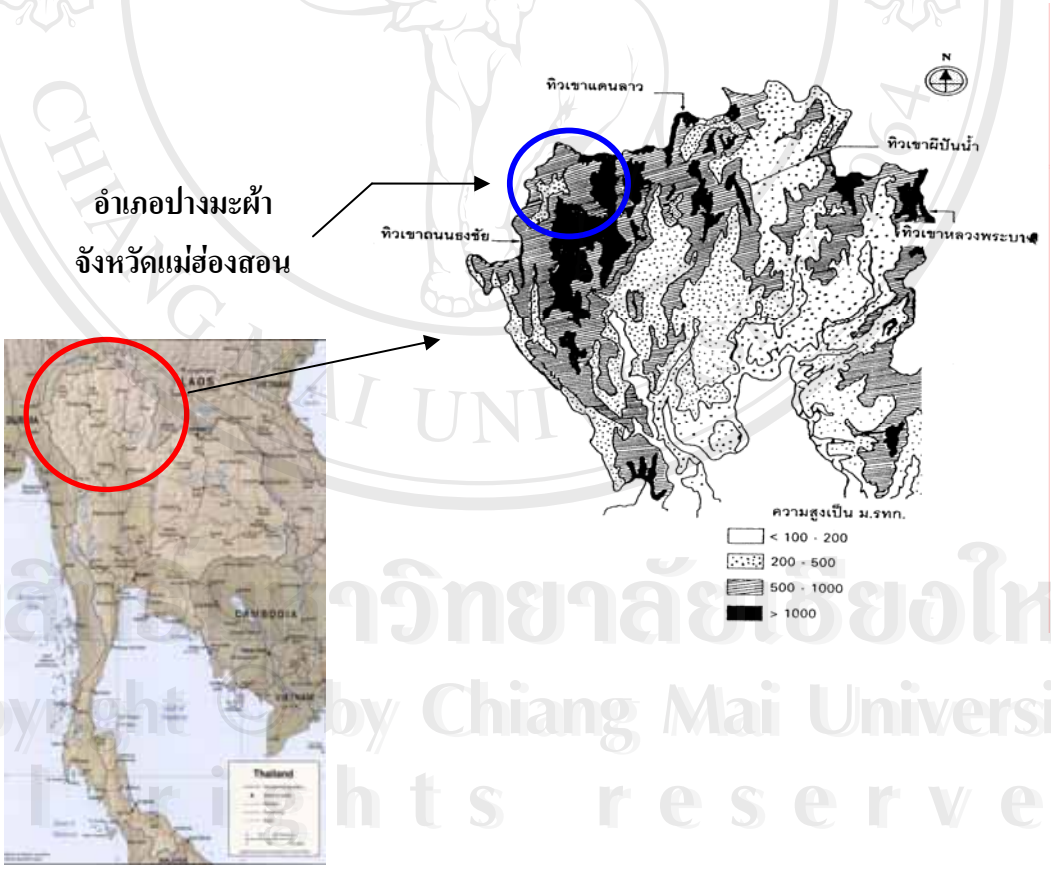
บริเวณหมู่บ้านบ่อไคร้มีสภาพพื้นที่ลาดชันซับซ้อน (Slope Complex Land) พื้นดินมีหินปูนโผล่ (Limestone Rock Land) จัดเป็นดินชุดผสมที่มีความผันแปรของชั้นดินต่างๆ สูงมาก มีลักษณะคล้ายดินชุดปากช่อง เป็นลูกคลื่นลอนลาด (Pak Chong, rolling phase) จากการศึกษาของกองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน พบว่าดินในบริเวณหมู่บ้านบ่อไคร้ส่วนมากเป็นดินชุด Slope Complex หรือ สภาพพื้นที่ลาดชันซับซ้อน ซึ่งจะพบในพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35

นอกจากนี้การศึกษาของ Tinoco-Ordóñez (2003) ซึ่งทำการขุดโปรไฟล์ดินจำนวน 8 โปรไฟล์ (รูปที่ 2.2) พบว่าดินในบริเวณนี้ส่วนมากจะเป็นดิน Luvisols และ Cambisols โดยใช้การ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

จำแนกตามระบบของ FAO 2001 ซึ่งดินที่พบบนพื้นที่ลาดชันส่วนมากจะเป็นดิน Luvisols ส่วน Cambisol จะพบในดินที่ลุ่ม นอกจากนี้กรมพัฒนาที่ดินได้ทำการสำรวจลักษณะทางธรณีวิทยาในบริเวณหมู่บ้านบ่อไคร้พบว่ามีลักษณะชุดหินเป็นหินปูน (Limestone)

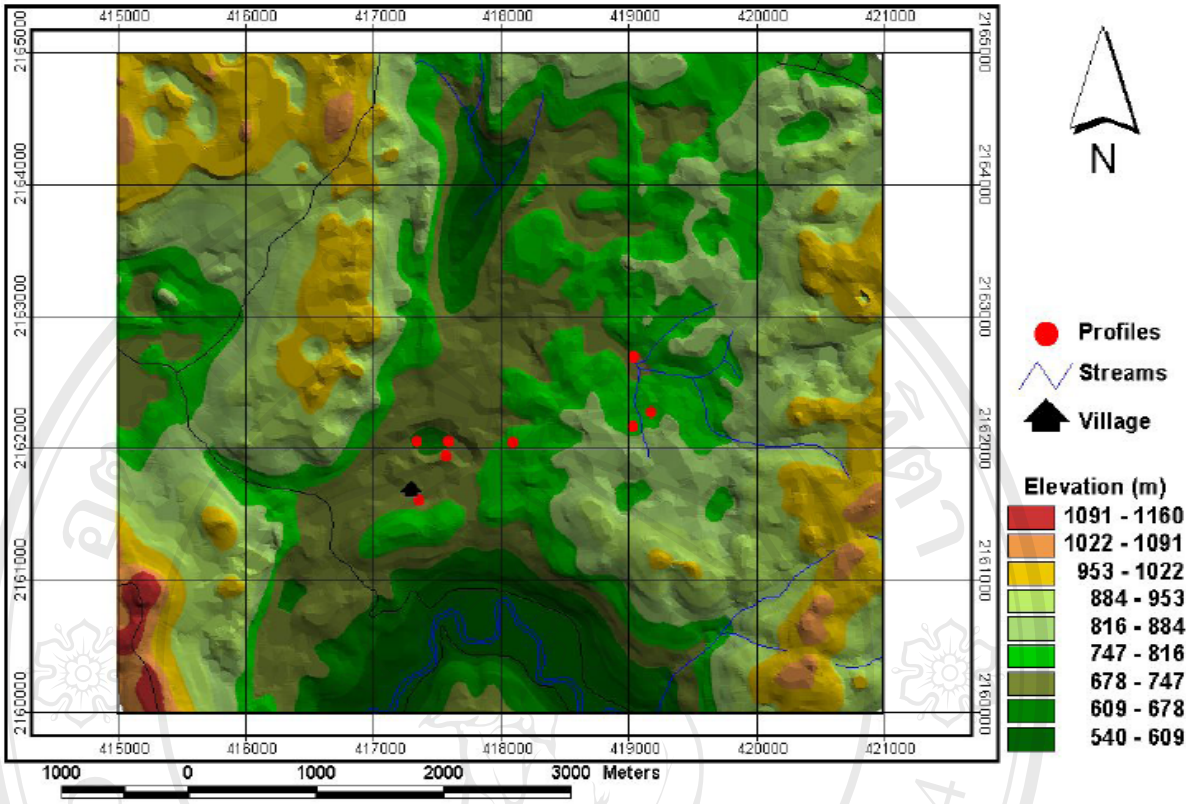
บริเวณหมู่บ้านบ่อไคร้ในอดีตเป็นพื้นที่ภูเขาที่ปกคลุมด้วยป่าไม้เกือบทั้งหมด ซึ่งมีวัตถุต้นกำเนิดดินส่วนใหญ่เป็นหินปูน และลักษณะดินในบริเวณต่างๆ ของหมู่บ้านมีการกำเนิดที่คล้ายคลึงกันจึงน่าจะมีลักษณะคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยา ฟิสิกส์ และอุทกวิทยาของดินคล้ายกัน เมื่อมีการอพยพของชาวไทยภูเขาเข้ามาอยู่อาศัยและทำการจับจองพื้นที่ในบริเวณหมู่บ้าน มีการเปลี่ยนพื้นที่ป่าให้กลายเป็นพื้นที่ทำการเกษตรประเภทต่างๆ ซึ่งส่งผลให้คุณสมบัติต่างๆ ของดินเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไป ดังนั้นการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางฟิสิกส์และอุทกวิทยาของดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ จึงอาจบ่งชี้ถึงผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทที่มีต่อคุณสมบัติบางประการของดินว่ามีความแตกต่างกันรึไม่ และระบบการเกษตรแต่ละประเภทมีผลต่อความยั่งยืนและคุณภาพของดินแตกต่างกันเพียงใด



รูปที่ 2.1 แผนที่แสดงลักษณะทิวเขาต่างๆ ในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอนตั้งอยู่ในแนวทิวเขาถนนธงชัย

http://www1.mod.go.th/heritage/nation/geography/geo3.htm (15 มกราคม 2548.)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

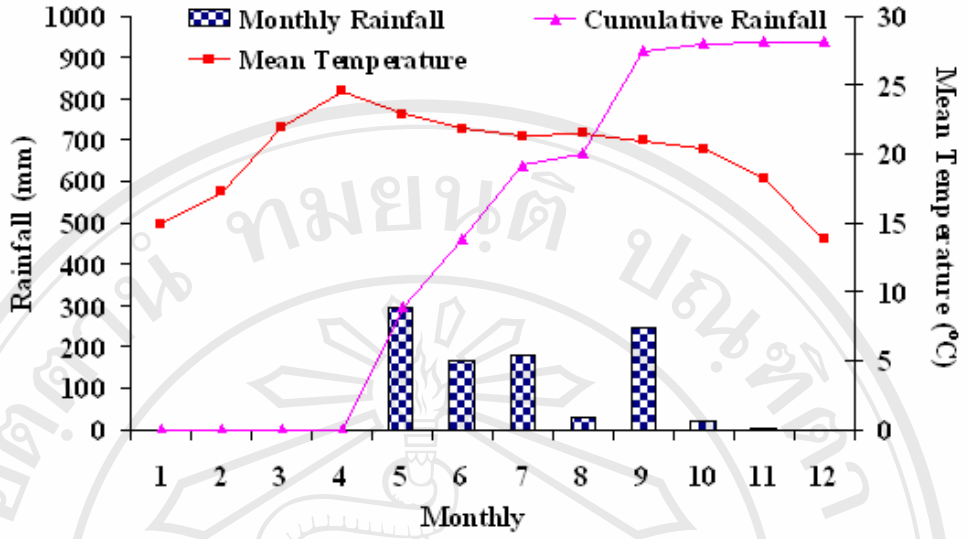


รูปที่ 2.2 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของ profile ทั้ง 8 profile และสภาพภูมิประเทศของหมู่บ้านบ่อไคร้ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน (Tinoco-Ordóñez, 2003)

2.1.3 สภาพภูมิอากาศ และพืชพรรณธรรมชาติ

หมู่บ้านบ่อไคร้ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอนตั้งอยู่บนพื้นที่ภูเขาสูงสลับซับซ้อนมีลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้นเช่นเดียวกับลักษณะทั่วไปของภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ซึ่งตั้งอยู่ในเขตอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้จากทะเลจีนใต้และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากอ่าวเบงกอลที่นำความชื้นและฝนจากทะเลมาตก และได้รับความแห้งแล้ง และความหนาวเย็นจากมรสุมตะวันตกเฉียงเหนือที่พัดมาจากประเทศจีนทำให้มีอากาศหนาวจัดในฤดูหนาวและร้อนจัดในฤดูร้อน จากลักษณะดังกล่าวส่งผลให้ภาคเหนือของประเทศไทยมีฝนตกเดือนมิถุนายน – ตุลาคม และมีอากาศหนาวถึงหนาวจัดในช่วงเดือนพฤศจิกายน – กุมภาพันธ์ และร้อนถึงร้อนจัดในช่วงเดือนมีนาคม – พฤษภาคมในแต่ละปี นอกจากนี้ยังส่งผลให้มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วง 10 - 30 องศาเซลเซียสตลอดทั้งปี และมีปริมาณน้ำฝนตลอดปีอยู่ในช่วงระหว่าง 1,000 – 1,700 มิลลิเมตร (รูปที่ 2.3)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.3 แสดงปริมาณน้ำฝนสะสมตลอดทั้งปี และอุณหภูมิเฉลี่ย ณ สถานีหมู่บ้านบ่อไคร้ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี 2547 จากเครื่องบักทึกภูมิอากาศอัตโนมัติ (data logger) ที่ติดตั้งในหมู่บ้านบ่อไคร้ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ลักษณะพืชพรรณธรรมธรรมชาติของหมู่บ้านบ่อไคร้ส่วนใหญ่เป็นป่าผลัดใบ (Deciduous Forest) ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับพืชพรรณธรรมชาติทั่วไปในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งมีลักษณะพืชพรรณธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นป่าโปร่งที่มีไม้ผลัดใบในฤดูร้อน

2.1.4 ลักษณะประชากร และสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน

หมู่บ้านบ่อไคร้ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีประชากรเป็นชาวเขาเผ่ามูเซอ (Lahu Sheleh) ซึ่งได้จัดตั้งขึ้นมาเมื่อประมาณ พ.ศ. 2521 โดยประชากรในหมู่บ้านได้อพยพมาจากหมู่บ้านจ่าโบ่ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีอาชีพทำการเกษตรเป็นหลัก พื้นที่เกษตรส่วนใหญ่ตั้งอยู่บนพื้นที่ลาดชัน และภูเขาสูงมีความลาดชันประมาณ 45 เปอร์เซนต์ เกษตรกรส่วนใหญ่ยังยึดติดกับวิธีการเกษตรแบบดั้งเดิม คือ มีการแผ้วถางป่าแล้วเผา (Slash-and-burn) ภายใต้การทำไร่เลื่อนลอย (Shifting Cultivation)

หมู่บ้านบ่อไคร้มีจำนวนประชากร 210 คน 55 หลังคาเรือน ในปี พ.ศ. 2546 มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 8,497 ไร่ ประมาณร้อยละ 37 ของพื้นที่ทั้งหมดใช้ทำการเกษตร โดยปลูกข้าวไร่เป็นพืชหลัก และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สำหรับหมูและไก่เลี้ยง ภายในหมู่บ้านจะมีข้อจำกัดเรื่องน้ำและพื้นที่ทำการเกษตร เนื่องจากจะมีขนาดลดลงเรื่อยๆ ตามจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น Pugineer (2002) ได้แบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในหมู่บ้านออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ (i) พื้นที่ป่าเอนกประสงค์ (Multipurpose forest) 721 ไร่ (ii) พื้นที่ทำการเกษตร (Agricultural area) 3,308 ไร่ (iii) พื้นที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ป่าใช้สอย (Forest product collection area) 296 ไร่ (iv) หมู่บ้าน 24 ไร่ (v) พื้นที่ป่าอนุรักษ์ 4,098 ไร่ และ (vi) พื้นที่ปศุสัตว์ 50 ไร่ (รูปที่ 2.4)

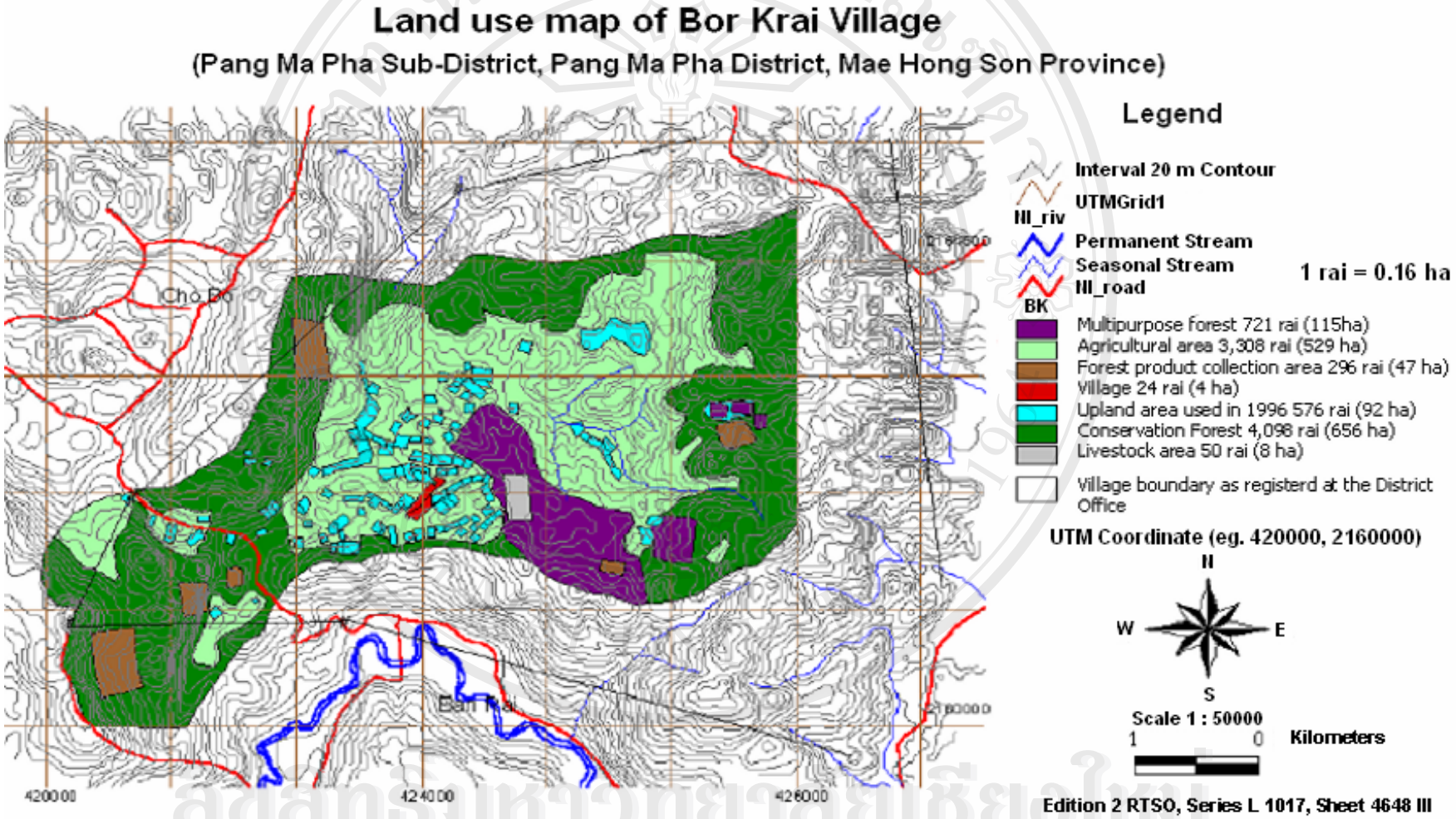
2.2 การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรดินทั่วไปในประเทศไทย

มัตติกา และคณะ (2547) กล่าวไว้ว่าประเทศไทยมีพื้นที่ทั้งหมด 321.25 ล้านไร่ มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบางประเภทตั้งแต่พ.ศ. 2523 – 2541 (ตารางที่ 2.1) โดยพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อทำการเกษตรในประเทศไทยได้เพิ่มสูงขึ้นในช่วงระยะเวลา 18 ปี (พ.ศ. 2523 – 2541) คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 10.68 ล้านไร่ โดยพื้นที่ทำนาข้าวลดลง 3.78 ล้านไร่ พื้นที่ปลูกพืชไร่เพิ่มขึ้นประมาณ 2.17 ล้านไร่ สิ่งที่น่าสนใจคือพื้นที่การเกษตรส่วนใหญ่ได้เปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่ทำการปลูกไม้ยืนต้น (พืชสวน ไม้ผล) ซึ่งมีพื้นที่เพิ่มขึ้นประมาณ 11.3 ล้านไร่ นอกจากนี้พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำยังเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิมประมาณ 1 ล้านไร่ รวมถึงพื้นที่ชุมชนที่เพิ่มขึ้นมากกว่า 3 เท่า ในช่วงระยะเวลา 18 ปี (พ.ศ. 2523 – 2541) เนื่องจากจำนวนประชากรที่มากขึ้นเป็นลำดับ นอกจากนี้พื้นที่ป่าไม้ยังลดลงจากเดิม 134 ล้านไร่ในปี พ.ศ.2523 เหลือเพียง 105 ล้านไร่ในปีพ.ศ. 2541 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าลักษณะการใช้ทรัพยากรที่ดินในประเทศไทยได้ทำให้ป่าไม้ลดลงประมาณร้อยละ 30 ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เกิดภัยพิบัติ อุทกภัย และภัยแล้งในพื้นที่หลายๆ แห่งในปัจจุบัน

ตารางที่2.1 แสดงการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ในประเทศไทย (มัตติกา และคณะ, 2547)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ล้านไร่)		
	พ.ศ. 2523	พ.ศ. 2529	พ.ศ. 2541
พื้นที่เกษตรกรรม	147,260,925	166,796,960	157,926,199
นาข้าว	83,721,093	83,471,030	79,940,845
พืชไร่	48,462,508	59,510,570	50,634,155
ไม้ยืนต้น, ไม้ผล	14,608,433	23,304,280	25,937,599
ที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	448,891	511,080	1,413,600
พื้นที่ป่าไม้	134,129,887	110,808,720	105,507,602
พื้นที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์	32,129,439	36,451,780	4,663,923
พื้นที่ชุมชน	1,444,810	1,586,750	4,663,923
พื้นที่แหล่งน้ำผิวดิน	2,431,074	2,480,390	3,508,125

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.4 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินหมู่บ้านบ่อไคร้ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน (Puginier, 2002)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่ลาดเทในที่สูงของประเทศไทย

การเกษตรของชาวไทยภูเขาส่วนใหญ่มีการทำไร่เลื่อนลอย (Shifting Cultivation) ผสมกับการตัดและเผาป่า (Slash-and-Burn) รวมถึงการถางพื้นที่เพื่อเตรียมดินปลูกพืชเป็นประจำทุกปี ซึ่งการใช้พื้นที่ของชาวไทยภูเขาจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้ได้พื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดิน และให้ผลผลิตที่ดี การเตรียมพื้นที่ก่อนเพาะปลูกจะเริ่มต้นในช่วงฤดูแล้ง โดยทำการตัดถางวัชพืชแล้วเผาพื้นที่ที่มีวัชพืชขึ้นหนาแน่นก่อนทำการปลูก ซึ่งจะทำในแปลงภายใต้การปลูกพืชแบบไร่เลื่อนลอยซึ่งบางครั้งจะทิ้งร้างไว้เป็นเวลาหลายปี หลังการเผาพื้นที่แล้วจะยังไม่มีการใช้ประโยชน์ทันที ซึ่งพื้นที่เหล่านี้จะถูกทิ้งไว้ในช่วงฤดูแล้งจนกระทั่งถึงต้นฤดูฝนจึงจะเริ่มทำการปลูกพืช

จากการเพิ่มขึ้นของประชากรชาวไทยภูเขา ทำให้ความต้องการพื้นที่เพื่อการใช้ประโยชน์ที่ดินในด้านต่างๆ เพิ่มสูงขึ้น ทำให้ระยะเวลาทิ้งไร่ร้างในระบบการทำไร่หมุนเวียนสั้นลง และเกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อให้ได้มาซึ่งที่ทำกินเพิ่มขึ้น เนื่องจากลักษณะของภาคเหนือกว่าร้อยละ 90 มีลักษณะเป็นภูเขาสลับซับซ้อนเมื่อมีการตัดไม้ในพื้นที่ป่า ทำให้หน้าดินไม่มีสิ่งปกคลุม ส่งผลให้ในฤดูฝนเกิดการชะล้างพังทลายของดิน ดังนั้นกรมพัฒนาที่ดินจึงมีการวางระบบการใช้ที่ดินโดยยึดความแตกต่างของความลาดชันเป็นหลักโดยเน้นการอนุรักษ์ดินและน้ำให้มากที่สุด (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 แสดงการกำหนดระบบการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูงตามลักษณะความลาดชันของพื้นที่ โดยสำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 6 กรมพัฒนาที่ดิน (2523) (วันเพ็ญ, 2538 อ้างโดย อุกฤษฎ์, 2545)

ลักษณะพื้นที่	ความลาดชัน (%)	การใช้ประโยชน์	ระบบอนุรักษ์ที่จำเป็น
ที่ราบ	-	การเกษตรทุกรูปแบบ	ไม่จำเป็นต้องมี
ที่ลาดชันน้อย	< 12	การเกษตรทุกรูปแบบ	1. การปลูกพืชชิดกันตามแนวระดับ (Contour Planting) 2. การปลูกพืชระหว่างแนวแถบอนุรักษ์ (Alley cropping)
ที่ลาดชันปานกลาง	12 – 35	การเกษตรเชิงอนุรักษ์	คูรับน้ำรอบเขา การทำคันดินขนาดเล็ก และขั้นบันไดดิน
ที่ลาดชันสูง	35 – 50	ไม่เหมาะในการทำการเกษตรแต่เหมาะสำหรับปลูกไม้ผลยืนต้นและวนเกษตร	การปลูกในหลุมปลูกเฉพาะต้น (Individual basin) การทำคันดินปลูกไม้ผล และพืชที่เหมาะสมในการป้องกันการชะล้าง
ที่ลาดชันสูงมาก	50 – 85	ป่าไม้	
หน้าผา	> 85	ป่าสงวนและที่พักผ่อนหย่อนใจ	

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 ปัญหาและผลกระทบจากระบบการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรในปัจจุบัน

ปัญหาของประชากรโลกที่เพิ่มมากขึ้นอย่างไม่มีข้อจำกัดในแต่ละปี และมีแนวโน้มจะเพิ่มมากขึ้นเป็น 9×10^9 คนในปี พ.ศ. 2563 (มัตติกา และคณะ, 2547) ดังนั้นความต้องการพื้นที่เพื่อที่อยู่อาศัยและการเกษตรกรรมในการผลิตอาหารจึงเพิ่มขึ้นตามมาด้วย พื้นที่ในแต่ละประเทศมีจำนวนจำกัด การขยายพื้นที่ทำการเกษตรจึงถูกจำกัด ดังนั้นเกษตรกรจึงหาแนวทางในการเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่เดิมให้สูงขึ้น เป็นเหตุให้มีการเพิ่มศักยภาพในการใช้ประโยชน์ที่ดินเพิ่มขึ้น โดยมีการใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลงมากขึ้น รวมถึงมีการบุกรุกพื้นที่การเกษตรเข้าไปในพื้นที่ลาดชันหรือพื้นที่ภูเขาโดยทั่วไปในทุกประเทศ เป็นสาเหตุให้ดินเกิดความเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็ว

สาเหตุที่ดินเสื่อมคุณภาพทำการเพาะปลูกไม่ได้ผลเนื่องจากหน้าดินถูกฝนชะกร่อน และพัดพาไหลบ่าลงสู่ที่ลุ่มและแม่น้ำลำธารทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ชาวเขาต้องย้ายที่ทำกินบ่อยครั้งทำให้มีพื้นที่เสื่อมคุณภาพ กลายเป็นที่ทิ้งร้างซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ นอกจากนี้การทำการเกษตรแบบตัดและเผาป่าเป็นการลดปริมาณคาร์บอน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ อินทรียวัตถุในดิน และทำลายสิ่งมีชีวิตต่างๆ จึงมีผลโดยตรงต่อการทำลายโครงสร้างดินและคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน และส่งผลถึงสมดุลย์ของระบบนิเวศน์เกษตรและสิ่งแวดล้อมด้วย นอกจากนี้การปล่อยพื้นที่ทิ้งร้างไว้ในฤดูแล้งเมื่อแรกเข้าสู่ฤดูฝนมีการเตรียมดินเพาะปลูกทำให้ผิวหน้าดินเกิดการชะล้างพังทลายและสูญเสียดิน ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดน้อยลง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาแนวทางป้องกันและทำให้ดินคงความอุดมสมบูรณ์เพื่อให้พื้นที่นั้นได้ใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนตลอดไป การจัดการพื้นที่ส่วนใหญ่บนที่สูงจึงมุ่งเน้นการป้องกันการทำลายป่าไม้เพื่อการอนุรักษ์ลุ่มน้ำ และควบคุมจำนวนประชากรของชาวไทยภูเขาให้น้อยลง ควบคุมและลดพื้นที่ที่เกิดจากการทำไร่เลื่อนลอยบนที่สูง ซึ่งก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของดิน การชะล้างพังทลายของดิน และสภาพแวดล้อมรวมถึงผลกระทบด้านอื่นๆ ที่จะเกิดตามมา

นอกจากนี้คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดินในพื้นที่ทำการเกษตรทั่วไปในปัจจุบันยังเสื่อมโทรมลงเป็นอย่างมาก เนื่องจากการใช้เครื่องจักรกลเกษตรไถพรวนดิน โดยขาดความรู้ในด้านวิชาการขาดการปรับปรุงบำรุงดิน ดูแลรักษาโครงสร้างของดิน ทำให้เกิดชั้นดินดานใต้ชั้นไถพรวน และดินแน่นทึบ การซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินเลวลง การซึมน้ำภายในดินช้าลงอย่างมาก ทำให้การกักเก็บน้ำของดินมีขีดจำกัด การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินมีอัตราสูงขึ้น ทำให้สูญเสียน้ำมากขึ้นหากไม่มีแหล่งกักเก็บน้ำที่พอเพียง และส่งผลให้การชะกร่อนของหน้าดินทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้น และดินชั้นบนที่มีอินทรียวัตถุสูงถูกชะล้างพัดพาลงสู่เนินเขา ทำให้แม่น้ำลำธาร ฝาย และเขื่อนกักเก็บน้ำตื้นเขิน นอกจากปัญหาการชะล้างพังทลาย และความเสื่อมโทรมของดินแล้ว การใช้ปุ๋ยเคมีและยากำจัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ศัตรูพืชที่เพิ่มมากขึ้น ก็ก่อให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้าง และไหลลงสู่แหล่งน้ำต่างๆ ในที่ลุ่ม ทำให้เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นปัญหาต่อสภาพแวดล้อมเรื่อยไปไม่สิ้นสุด (มัตติกา และคณะ, 2547)

2.4 การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางฟิสิกส์และอุทกวิทยาของดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ

2.4.1 ผลกระทบการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดิน

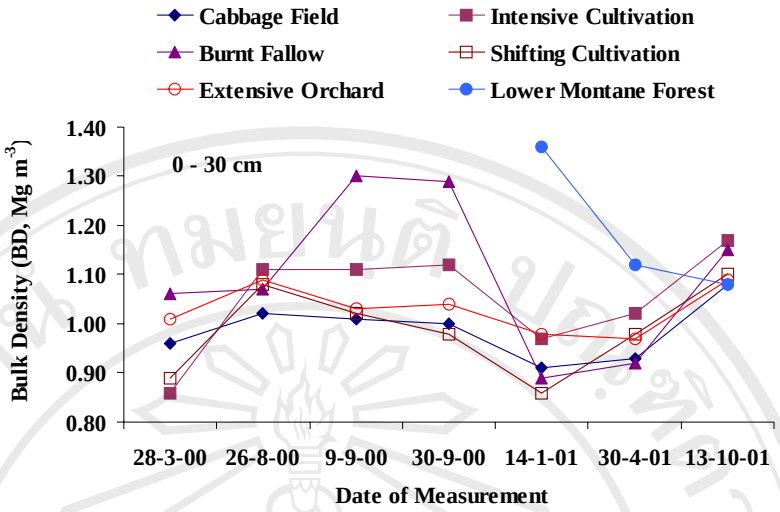
การใช้ประโยชน์ที่ดินจะส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดินโดยตรง ซึ่งได้แก่ ความหนาแน่นรวม ความพรุนทั้งหมดของดิน การถ่ายเทอากาศ ความจุความชื้นในสนามหรือความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน รวมถึงความคงทนของเม็ดดินซึ่งนับว่าเป็นคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดินที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการบ่งชี้สภาพของดินที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืชได้เป็นอย่างดี

2.4.1.1 ความหนาแน่นรวม (Bulk density, BD)

ความหนาแน่นรวม หมายถึง สัดส่วนของมวลดินแห้งสนิทในหนึ่งหน่วยปริมาตรรวม เป็นดัชนีพื้นฐานที่จะบ่งชี้ถึงระดับการอัดตัวของดิน การหดตัวและการขยายตัวของดิน หากค่าความหนาแน่นรวมของดินสูงดินจะมีการอัดตัวสูง มีการระบายน้ำและอากาศเลว ขัดขวางการชอนไชและการหยั่งรากของพืชทั่วๆ ไป (มัตติกา, 2544)

อุกฤษฎ์ (2545) ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ได้แก่ i) แปลงที่ปลูกกะหล่ำปลีเพียงชนิดเดียวในพื้นที่ตลอดฤดูกาล (Cabbage Field) ii) แปลงที่มีการเพาะปลูกตลอดเวลา (Intensive Cultivation) iii) แปลงที่ปล่อยทิ้งร้างแล้วเผา (Burnt Fallow) iv) แปลงที่มีการทิ้งไว้จากการทำไร่เลื่อนลอย 3 – 5 ปี (Shifting Cultivation) v) แปลงสวนผลไม้ที่มีวัชพืชขึ้นหนาแน่น (Extensive Orchard) และ vi) แปลงป่าดิบเขาที่ระดับต่ำ (Lower Montane Forest) ผลการศึกษาพบว่าค่าความหนาแน่นรวมของดินในช่วงความลึก 0 – 30 ซม. ภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท มีลักษณะผันแปรคล้ายคลึงกันระหว่างฤดูฝนถึงฤดูแล้ง ยกเว้นในแปลงที่ปล่อยทิ้งร้างแล้วเผามีความผันแปรของค่าความหนาแน่นรวมของดินสูงมาก โดยมีค่า BD เพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝน (สิงหาคม – กันยายน) และลดลงในช่วงปลายฤดูฝนถึงกลางฤดูแล้ง (ตุลาคม – มกราคม) (รูปที่ 2.5)

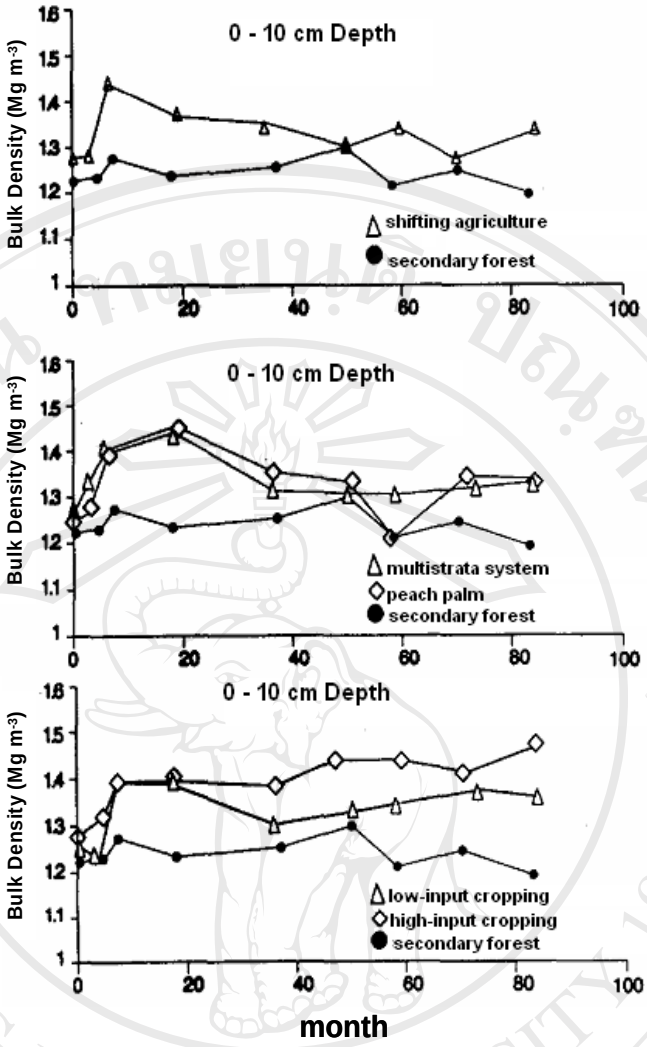
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.5 ความผันแปรของค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมในช่วงความลึก 0 – 30 ซม. ภายใต้สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ในช่วงเวลาตั้งแต่ 28 มีนาคม 2543 ถึง 15 ตุลาคม 2544 (อุกฤษฎ์, 2545)

นอกจากนี้ Alegre และ Cassel (1996) ได้ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ที่ประเทศเปรู โดยเปรียบเทียบพื้นที่ที่มีการปลูกป่าทุติยภูมิ (Secondary Forest) เปรียบเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ เช่น การทำไร่เลื่อนลอย (Shifting Cultivation) ระบบการเกษตรแบบผสมผสานที่มีการปลูกพืชซึ่งมีความสูงหลายระดับชั้น (พืชล้มลุก+ไม้พุ่ม+ไม้ยืนต้น) (Multistrata System) พื้นที่ปลูกไม้ผล (ท้อ-ปาล์ม) (Peach-Palm) ระบบการเกษตรที่มีการจัดการต่ำ (Low-input Cropping) และระบบการเกษตรที่มีการจัดการดี (High-input Cropping) พบว่าดินที่ปลูกป่าทุติยภูมิมีค่า BD ของดินที่ระดับความลึก 0 – 10 เซนติเมตร ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักระหว่าง 0 – 80 เดือนของการศึกษา ส่วนค่า BD ภายใต้ระบบการทำไร่เลื่อนลอย การเกษตรแบบผสมผสานที่มีการปลูกพืชซึ่งมีความสูงหลายระดับชั้น และการปลูกไม้ผลมีค่า BD สูงในช่วงเริ่มต้นของการเตรียมพื้นที่โดยการถางแล้วเผาและใช้เครื่องจักรกล (0 – 20 เดือน) เนื่องจากดินเกิดการอัดตัวจากน้ำหนักกดทับของเครื่องจักรที่ใช้ในการเตรียมพื้นที่ จากนั้นค่า BD ภายใต้ระบบการปลูกพืชดังกล่าวมีค่าลดลงเมื่ออายุของพืชนานกว่า 20 เดือน เนื่องจากการเจริญเติบโตของรากพืชจากการปลูกไม้ยืนต้นและวัชพืชเพิ่มขึ้น ตลอดจนกิจกรรมทางชีววิทยาในบริเวณรากพืชซึ่งส่งผลให้โครงสร้างของดินดีขึ้น สำหรับดินที่มีการดูแลอย่างดี (high-input cropping) มีแนวโน้มให้ค่า BD เพิ่มขึ้นตลอดช่วงการศึกษาเนื่องจากหน้าดินถูกรบกวนอยู่ตลอดเวลาจากการดูแลรักษา การใส่ปุ๋ย และการพ่นยาฆ่าแมลง (รูปที่ 2.6)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 2.6 แสดงค่าความหนาแน่นรวมของดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ที่ระดับความลึก 0 – 10 ซม. (Alegre และ Cassel, 1996)

2.4.1.2 ความพรุนของดินทั้งหมด (Total Porosity, TP)

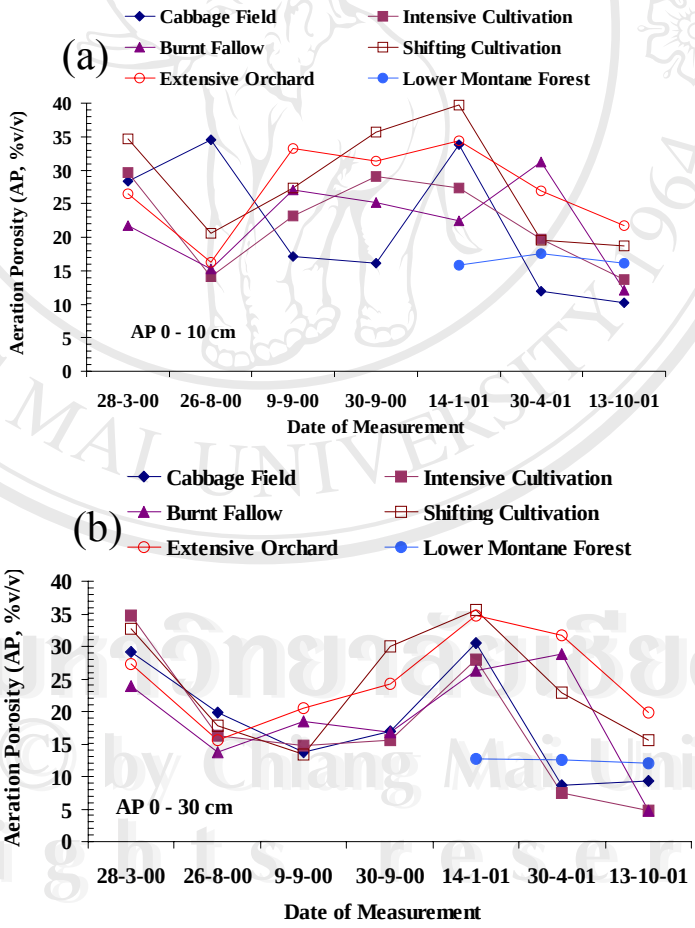
ความพรุนของดินทั้งหมด หมายถึง ปริมาณช่องว่างทั้งหมดในดินที่อาจบ่งบอกถึงระดับการอัดตัวแน่นหรือความโปร่งร่วนซุยของดินได้บ้าง หากดินมีองค์ประกอบทางแร่ที่คล้ายคลึงกัน ข้อจำกัดของความพรุนของดินก็คือไม่สามารถใช้เป็นดัชนีเปรียบเทียบถึงการระบายอากาศของดินได้ เนื่องจากความพรุนทั้งหมดของดินไม่ได้บ่งบอกถึงขนาดของช่องว่าง และความต่อเนื่องของช่องว่างในดินแต่อย่างไร (มัตติกา, 2544)

อย่างไรก็ดีการเปลี่ยนแปลงความพรุนของดินในบริเวณใดบริเวณหนึ่งอาจบ่งชี้ถึงระดับคุณภาพของดินได้บ้างว่าดีขึ้นหรือเลวลง ความพรุนทั้งหมดของดินอาจใช้คำนวณค่าปริมาณความพรุนที่มีการถ่ายเทอากาศดี (Aeration Porosity, AP) ได้เมื่อทราบค่าความจุความชื้นในสนาม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.1.3 ความพรุนที่ระบายอากาศดี (Aeration Porosity, AP)

ความพรุนที่ระบายอากาศดี (AP) สามารถคำนวณได้จากค่าความพรุนทั้งหมด (TP) ลบด้วยค่าความจุความชื้นในสนาม (FC) จากการศึกษาของอุกฤษฎ์ (2545) พบว่าค่า AP เฉลี่ยในช่วงความลึก 0 – 10 ซม. ภายใต้สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ผันแปรตามฤดูกาลค่อนข้างมาก ส่วนที่ความลึก 0 – 30 ซม. มีแนวโน้มผันแปรคล้ายคลึงกัน โดยในแปลงสวนผลไม้มีค่า AP เฉลี่ยสูงที่สุด (ร้อยละ 24.82) ซึ่งใกล้เคียงกับแปลงที่มีการทิ้งไว้จากการทำไร่เลื่อนลอย 3 – 5 ปี (ร้อยละ 23.99) ในขณะที่แปลงป่าดิบเขาที่ระดับต่ำจะมีค่า AP เฉลี่ยต่ำที่สุด (ร้อยละ 12.45) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นๆ ส่วนแปลงที่มีการเพาะปลูกตลอดเวลา (พืชล้มลุก ไม้ดอก หรือผักต่างๆ) และแปลงที่ปล่อยทิ้งร้างแล้วเผามีค่า AP ใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 18.31, 17.39 และ 18.97 ตามลำดับ) (รูปที่ 2.7)



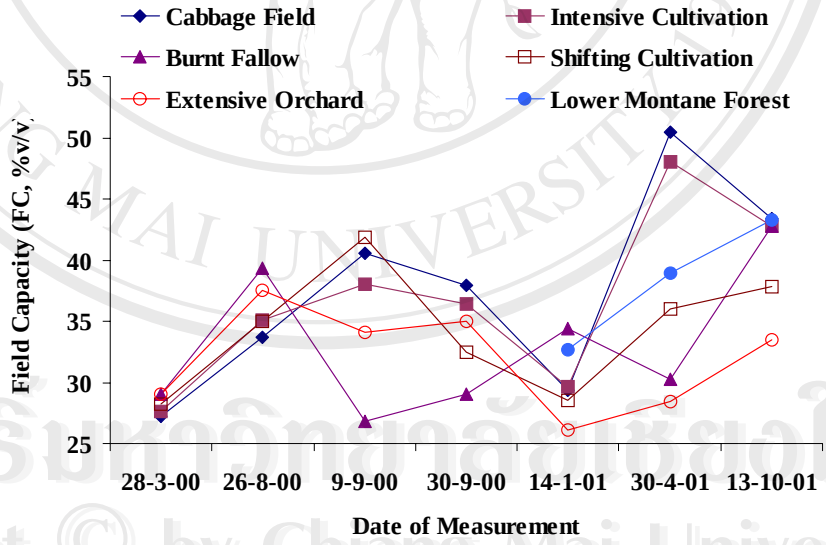
รูปที่2.7 ค่าผันแปรของค่าความพรุนที่มีการถ่ายเทอากาศดี (AP) โดยที่ (a) 0 – 10 ซม. และ (b) 0 – 30 ซม. ภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ในช่วง 28 มีนาคม 2543 – 15 ตุลาคม 2544 (อุกฤษฎ์, 2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.1.4 ความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (Wilting point, WP) ความจุความชื้นในสนาม (Field capacity, FC) และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (Available water capacity, AWCa)

ความจุความชื้นในสนาม (FC) และความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (WP) เป็นระดับความชื้นสูงสุดและต่ำสุดที่น้ำในดินจะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ ดังนั้นปริมาณความชื้นที่พืชสามารถดูดกลืนไปใช้ประโยชน์ได้ก็คือช่วงความชื้นที่อยู่ระหว่างความจุความชื้นในสนามและความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร ซึ่งเรียกว่า ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (AWCa)

อุกฤษฎ์ (2545) ทำการศึกษาความจุความชื้นในสนาม และจุดเหี่ยวเฉาถาวร รวมทั้งความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ที่ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ในบริเวณหมู่บ้านขุนแม่วาก ดอยแม่จอนหลวงภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ในรอบ 1 ปี พบว่าค่าเฉลี่ย FC ในช่วงดินลึก 0 – 30 ซม. ภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทมีลักษณะคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ค่า FC ในช่วงฤดูฝน (สิงหาคม – กันยายน 2543) มีค่าสูงกว่าช่วงฤดูแล้ง (มกราคม – เมษายน 2544) ยกเว้นพื้นที่ไร่ร้างที่มีการตัดแล้วเผา (Burnt Fallow) ซึ่งมีลักษณะการผันแปรของค่า FC ค่อนข้างสูงและมีลักษณะผันแปรตรงข้ามกับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นๆ (รูปที่ 2.8)

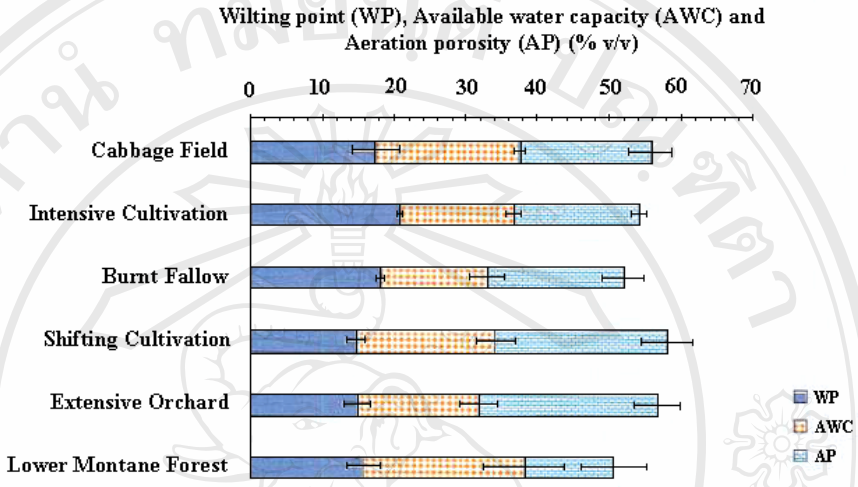


รูปที่ 2.8 แสดงค่าผันแปรของความจุความชื้นสนาม (FC) ที่ความลึก 0 –30 ซม. ภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ในช่วง 28 มีนาคม 2543 – 15 ตุลาคม 2544 (อุกฤษฎ์, 2545)

นอกจากนี้รูปที่ 2.9 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยตลอดปีของความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (Available Water Capacity, AWC) ของดินในแปลงที่ปลูกกะหล่ำปลี (Cabbage Field) และแปลงที่มีการทิ้งร้างไว้จากการทำไร่เลื่อนลอย 3 – 5 ปี (Shifting Cultivation) รวมถึงแปลงป่าดิบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เขาที่ระดับต่ำมีแนวโน้มใกล้เคียงกันและมีค่าสูงกว่าแปลงที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นๆ ในขณะที่แปลงป่าดิบเขาระดับต่ำมีค่าเฉลี่ย AWCa สูงสุดแต่มีค่าความพรุนที่ระบายอากาศดี (Aeration Porosity, AP) ต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่มีการทำการเกษตรแบบต่างๆ



รูปที่ 2.9 ค่าเฉลี่ยตลอดปีของความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (WP) ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน (AWCa = FC - WP) ความพรุนที่ระบายอากาศดี (AP) ในช่วงความลึก 0 – 30 ซม. ภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ (อุกฤษฎ์, 2545)

2.4.1.5 ความคงทนของเม็ดดิน

ความคงทนของเม็ดดินผิว (0 – 5 ซม.) เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงระดับความแข็งแรงของโครงสร้างดินซึ่งมีผลต่อความหนาแน่นของดิน และการเคลื่อนที่ของน้ำเข้าสู่ผิวดินโดยตรง ความคงทนของเม็ดดินนิยมวัดเป็นปริมาณเม็ดดินที่เสถียรต่อมวลดินแห้งทั้งหมด (Stable aggregate based on total soil mass, SAT) นอกจากนี้ค่าความคงทนของเม็ดดินเป็นตัวบ่งชี้ว่าโครงสร้างดินมีความแข็งแรงเพียงใด สามารถทนทานต่อแรงกระแทกจากเม็ดดิน หรือแรงกระทำจากภายนอกได้มากน้อยแค่ไหน (มัตติกา, 2544)

Ongprasert, 1989 อ้างโดย อุกฤษฎ์, 2545 พบว่าโดยทั่วไปดินป่าจะมีความคงทนของเม็ดดิน (Aggregate Stable) (96.3%) สูงกว่าดินที่ใช้ในการเพาะปลูกทางการเกษตรแบบต่างๆ โดยดินที่มีการเกษตรเชิงอนุรักษ์จะให้ค่าความคงทนของเม็ดดินสูง (96.0%) ใกล้เคียงกับดินป่า สำหรับดินที่ปลูกข้าวแบบดั้งเดิมนั้นจะมีค่าความคงทนของเม็ดดินต่ำที่สุด (91.4%) (ตารางที่ 2.3) อย่างไรก็ดี อุกฤษฎ์ (2545) ได้กล่าวว่ากรณีศึกษาครั้งนี้ ค่าความคงทนของเม็ดดินมีค่าสูงมาก ซึ่งอาจจะไม่ใช่ค่าความคงทนของเม็ดดินทั้งหมดในสภาพธรรมชาติที่แท้จริงที่คิดเป็นร้อยละของมวลดินแห้ง (Stable

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

aggregate based on total soil mass) แต่เป็นค่าความคงทนของเม็ดดินที่คิดเป็นร้อยละของเม็ดดินแห้ง (Stable aggregate based on dry aggregate) เท่านั้นซึ่งอาจจะไม่ใช่ตัวชี้วัดที่ดีสำหรับโครงสร้างของดินว่ามีเสถียรภาพมากน้อยขนาดไหน และสามารถทนทานต่อแรงกระแทกจากเม็ดฝนหรือแรงกระทำจากภายนอกได้ดีเพียงใด

ตารางที่ 2.3 แสดงค่าความคงทนของเม็ดดินเป็นร้อยละของเม็ดดินแห้งภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ (Ongprasert, 1989 อ้างโดย อุกฤษฎ์, 2545)

Soils	%	S.D.
Forest	96.3	0.64
traditional rice field, (T1)	91.4	1.33
Conventional rice strips, (T5a)	96.0	0.97
Grass strips, (T5b)	94.6	0.92
Leucaena strips	95.0	0.34

2.4.2 ผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อคุณสมบัติทางอุทกวิทยาของดิน

คุณสมบัติทางอุทกวิทยาของดินบางประการที่ใช้ในการประเมินถึงศักยภาพในการอนุรักษ์ดินและน้ำบนที่ลาดชันว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด ได้แก่ อัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน สัมประสิทธิ์การซึมน้ำภายในดิน ปริมาณการกักเก็บน้ำในโปรไฟล์ดิน และปริมาณความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน เป็นต้น

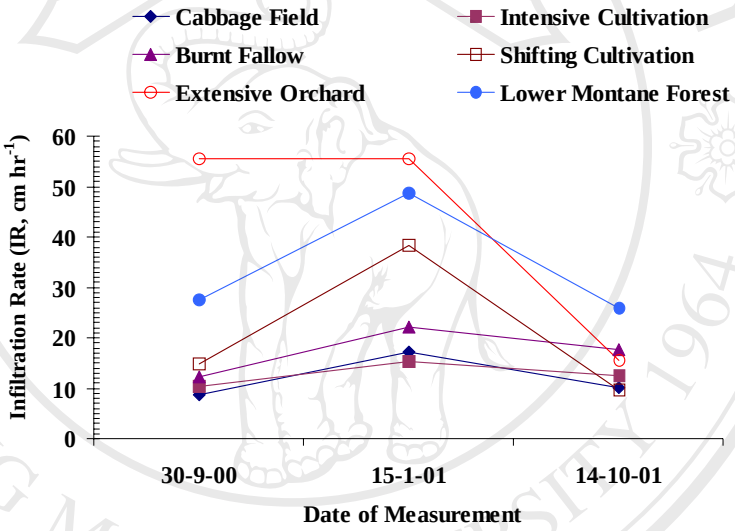
2.4.2.1 อัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน (Infiltration rate, IR)

อัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน หมายถึง ปริมาณน้ำที่ซึมเข้าสู่ผิวดินที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของน้ำในหนึ่งหน่วยเวลาต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ อัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินมีความสำคัญมากในการกำหนดอัตราการให้น้ำบนผิวดิน และเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงปรากฏการณ์ของน้ำไหลบ่าบนพื้นที่ที่มีความลาดชัน หรือน้ำขังในพื้นที่ราบเรียบ (มัตติกา, 2544)

อุกฤษฎ์ (2545) ได้ศึกษาถึงอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ในบริเวณหมู่บ้านขุนแม่วาก ดอยแม่จอนหลวงภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ที่ช่วงระยะเวลาต่างกันในรอบ 1 ปี พบว่าอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินเฉลี่ยตลอดปีของแปลงสวนผลไม้ (Extensive Orchard) จะมีค่าสูงสุด คือ 42.1 cm hr^{-1} และดินในแปลงป่าดิบเขา (Lower Montane Forest) มีค่าอัตราการซึมน้ำรองลงมา คือ 34.0 cm hr^{-1} ส่วนแปลงที่ปลูกกะหล่ำปลี (Cabbage Field) และแปลงที่มีการเพาะปลูกตลอดเวลา (Intensive Cultivation) มีค่าอัตราการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินใกล้เคียงกัน คือ 12.0 และ 12.7 cm hr^{-1} ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับดินในแปลงเพาะปลูกอื่นๆ สำหรับแปลงที่มีการทิ้งร้างไว้จากการทำไร่เลื่อนลอย 3 – 5 ปี (Shifting Cultivation) และดินในแปลงที่ปล่อยทิ้งร้างแล้วเผา (Burnt Fallow) มีค่าอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน คือ 17.3 และ 20.9 cm hr^{-1} ตามลำดับ โดยลักษณะการผันแปรของค่าเฉลี่ยอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินในช่วงระยะเวลาต่างๆ แสดงให้เห็นว่าแปลงสวนผลไม้ แปลงที่มีการทิ้งร้างไว้ 3 – 5 ปี และแปลงป่าดิบเขาระดับต่ำ มีลักษณะผันแปรของอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินค่อนข้างสูง ส่วนแปลงปลูกกะหล่ำปลี แปลงที่ปล่อยทิ้งร้างไว้แล้วเผา และแปลงที่มีการเพาะปลูกพืชตลอดเวลา จะมีค่าความผันแปรระหว่างฤดูกาลน้อยกว่า และค่าไม่มีความแตกต่างกันมากนัก (รูปที่ 2.10)

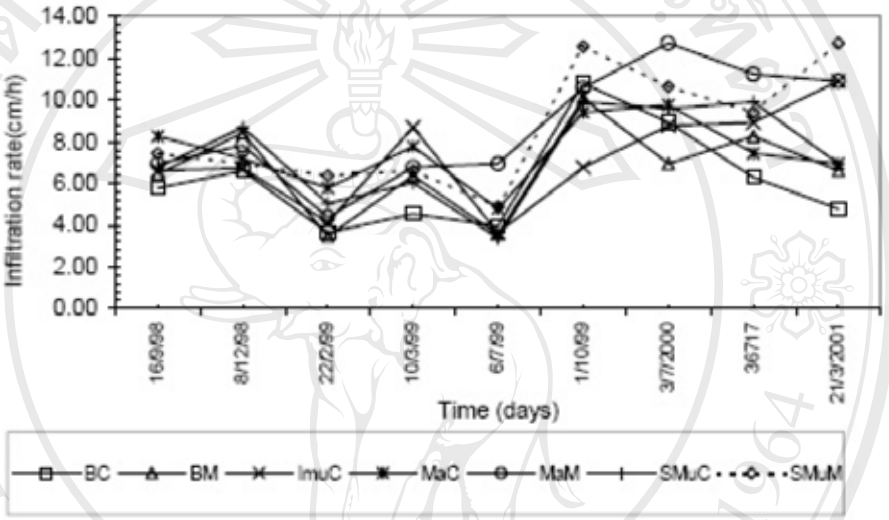


รูปที่ 2.10 ค่าเฉลี่ยของอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ในช่วงฤดูฝน และฤดูแล้ง ระหว่างวันที่ 30 กันยายน 2543 ถึงวันที่ 14 ตุลาคม 2544 (อุกฤษฎ์, 2545)

นอกจากนี้ Gicheru *et al*, (2004) ศึกษาถึงอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินภายใต้ระบบการเกษตรประเภทต่างๆ ที่ประเทศเคนย่าซึ่งอยู่ในเขตพื้นที่กึ่งแห้งแล้ง โดยระบบเกษตรที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน ได้แก่ การทำการเกษตรแบบเกษตรกรนิยมปฏิบัติโดยไม่คลุมดิน (Bare conventional tillage, BC) การทำการเกษตรแบบเกษตรกรนิยมปฏิบัติโดยมีการไถพรวนน้อยที่สุดและไม่คลุมดิน (Bare minimum tillage, BM) การทำการเกษตรแบบเกษตรกรนิยมปฏิบัติร่วมกับการคลุมดิน (Surface mulch and conventional, SMuC) การทำการเกษตรแบบเกษตรกรนิยมปฏิบัติร่วมกับการไถกลบซากพืช (Incorporated mulch and conventional, IMuC) การทำการเกษตรแบบเกษตรกรนิยมปฏิบัติร่วมกับการใส่ปุ๋ยคอก (Manure and

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

conventional, MaC) การทำการเกษตรโดยการใส่ปุ๋ยคอกและมีการรบกวนดินน้อยที่สุด (Manure and minimum, MaM) และการทำการเกษตรแบบเกษตรกรนิยมปฏิบัติร่วมกับการคลุมดินและมีการรบกวนดินน้อยที่สุด (Surface mulch and minimum, SMuC) พบว่าในพื้นที่ที่ทำการเกษตรแบบเกษตรกรนิยมปฏิบัติโดยไม่คลุมดิน (BC) มีอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน (steady infiltration rates, IR) โดยเฉลี่ยต่ำสุด และการใส่ปุ๋ยคอกร่วมกับการไถพรวนดินต่ำสุด (MaM) มีแนวโน้มให้ค่า IR สูงกว่าการทำการเกษตรระบบอื่นๆ (รูปที่ 2.11)



รูปที่ 2.11 แสดงค่าเฉลี่ยของอัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดินภายใต้ระบบเกษตรประเภทต่างๆ ที่ประเทนย่า (Gicheru et al., 2004)

2.4.2.2 สัมประสิทธิ์การซึมน้ำภายในดิน (Hydraulic Conductivity, K)

สัมประสิทธิ์การซึมน้ำภายในดิน (K) หมายถึง ความพร้อมของดินที่ยอมให้น้ำซึมผ่านด้วยอัตราเร็วที่ผันแปรตามคุณสมบัติของน้ำในดิน เช่น ความหนืด อุณหภูมิ และคุณสมบัติของดิน เช่น ขนาดและความต่อเนื่องของช่องว่างในดิน ซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงอัตราเร็วของการชะล้างภายในดิน โดยในสภาวะที่ดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ค่า K จะมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา ในขณะที่ดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำค่า K จะผันแปรตามระยะเวลาที่มีการซึมน้ำผ่านดิน และตามระดับความชื้นที่เปลี่ยนแปลงของดิน (มัตติกา, 2530) ซึ่งสัมประสิทธิ์การซึมน้ำภายในดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated Hydraulic Conductivity, K_s) จะมีความผันแปรสูงมากตามลักษณะเนื้อดิน โครงสร้างดิน และความต่อเนื่องของช่องว่างในดิน ซึ่งขึ้นกับการกระจายของรากพืช ความแน่นของดิน ชนิดและอายุการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูก ตลอดจนถึงวิธีการจัดการในระบบปลูกพืชประเภทต่างๆ ซึ่ง K_s จะสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน โดยสามารถอธิบายได้ด้วยสมการของดาร์ซี (Darcy's laws) (มัตติกา, 2530)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

$$q = K_s(\frac{\partial \psi_H}{\partial z})$$

เมื่อ q = อัตราการไหล (flux or flow rate)

K_s = สัมประสิทธิ์การซึมน้ำภายในดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated hydraulic conductivity)

$\frac{\partial \psi_H}{\partial z}$ = ความแตกต่างของศักย์ของน้ำในดินต่อหนึ่งหน่วยระยะทาง (Hydraulic head gradient)

นอกจากนี้สมการของดาร์ซียังสามารถอธิบายการเคลื่อนที่ของน้ำในดินในสภาพดินไม่อิ่มตัวด้วยน้ำได้อีกด้วย โดยค่าสัมประสิทธิ์การซึมน้ำภายในดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Unsaturated Hydraulic Conductivity, K_θ) จะผันแปรตามปริมาณน้ำในดิน (θ) ซึ่งค่า K_θ มีค่าไม่คงที่โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับค่า K_s แล้วมีค่าลดลงเมื่อปริมาณน้ำในดินลดลง เนื่องจากน้ำที่ไหลไปตามชั้นน้ำที่อยู่รอบก้อนดินขณะที่ดินมีน้ำมากเต็มช่องว่าง ทำให้ช่องว่างทั้งหมดเป็นทางเดินของน้ำ แต่เมื่อปริมาณน้ำลดลงชั้นน้ำจะโค้งเว้าไปตามผิวหน้าของอนุภาคดินทำให้ทางที่น้ำไหลมีระยะยาวขึ้นเพราะคดเคี้ยวมากขึ้น (สุนทรี, 2535)

อุกฤษฎ์ (2545) ได้ทำการศึกษาถึงสัมประสิทธิ์การซึมน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated Hydraulic Conductivity, K_s) ภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ที่หมู่บ้านขุนแม่วากดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ ในห้องปฏิบัติการ พบว่าในช่วงความลึกของดิน 0 – 20 ซม. ในดินแปลงผลไม้ที่มีวัชพืชขึ้นหนาแน่น (Extensive Orchard) มีค่า K_s สูงที่สุด คือ 1195.6 cm hr^{-1} รองลงมาคือแปลงป่าดิบเขาที่ระดับต่ำ (Lower Montane Forest) มีค่า K_s เป็น 1073.8 cm hr^{-1} ส่วนในแปลงที่ปลูกกะหล่ำปลีมีค่า K_s ต่ำสุดคือ 398.7 cm hr^{-1} (ตารางที่ 2.4)

ตารางที่ 2.4 ค่าเฉลี่ยสัมประสิทธิ์การซึมน้ำของดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated Hydraulic Conductivity, K_s) ในห้องปฏิบัติการของตัวอย่างดินจากหมู่บ้านขุนแม่วากในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่

Land Use	Saturated hydraulic conductivity (Ks, cm hr_{-1})	
	Ks-Lab	
	Mean	SD
Cabbage Field	398.7	3.76
Intensive Cultivation	441.8	6.77
Burnt Fallow	1011.3	4.97
Shifting Cultivation	462.2	8.89
Extensive Orchard	1073.8	4.27
Lower Montane Forest	1195.6	4.04

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.2.3 อัตราการเคลื่อนที่ของน้ำภายในดิน (Flux or Flow Rate, q)

อัตราการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน (Flow rate) หมายถึงปริมาณน้ำ (q) ที่เคลื่อนที่ผ่านพื้นที่หน้าตัดดินหนึ่งหน่วยพื้นที่ในทิศทางที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของน้ำในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งมีค่าผันแปรโดยตรงกับความแตกต่างของศักย์รวมของน้ำในดินระหว่างจุดต้นทางและปลายทางของการเคลื่อนที่ (ΔH) สัมประสิทธิ์การซึมน้ำของดิน (K_θ) และผันแปรโดยกลับกับระยะทางการเคลื่อนที่ (ΔL) ดังสมการ

$$q = K_\theta \frac{\Delta H}{\Delta L} \quad \text{.....2.1}$$

หรืออาจเขียนความสัมพันธ์ดังกล่าวให้อยู่ในรูปของสมการการเปลี่ยนแปลงระดับความชื้นต่อหนึ่งหน่วยระยะทางได้ดังต่อไปนี้

$$q = -K(\theta)\left(\frac{\partial H}{\partial \theta}\right)\left(\frac{\partial \theta}{\partial X}\right) \text{.....2.2}$$

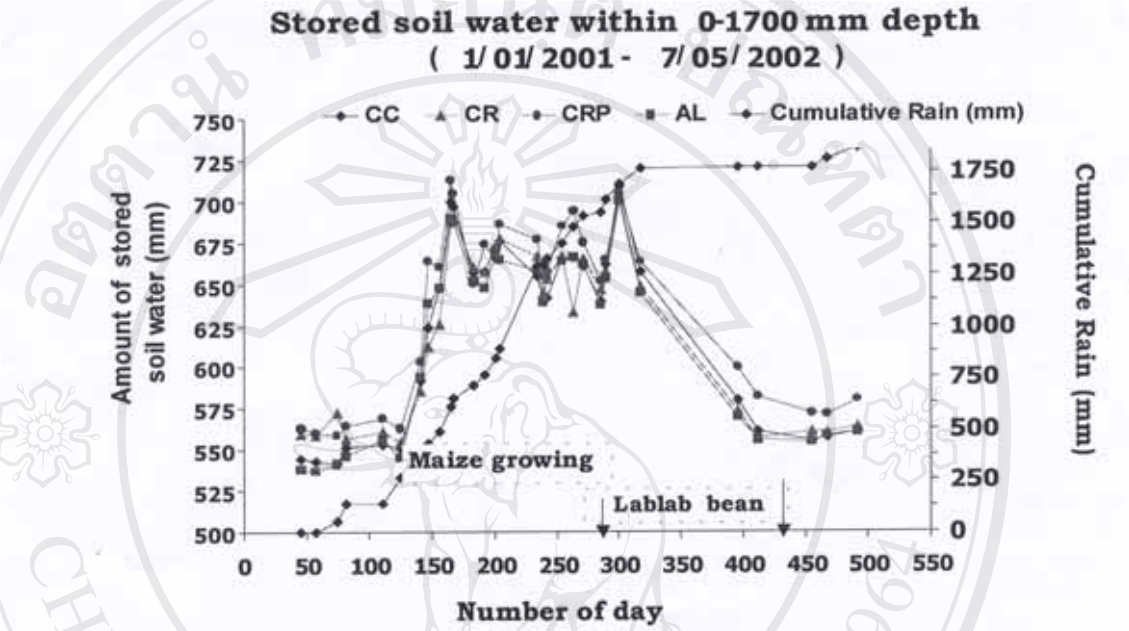
เมื่อ $\frac{\partial H}{\partial \theta}$ คือ ความแตกต่างของศักย์รวมต่อความแตกต่างของความชื้นของน้ำในดินระหว่างจุดต้นทางและปลายทางของการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน หรือการเปลี่ยนแปลงศักย์รวมของน้ำในดินต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นดินในบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ของน้ำผ่านดิน

2.4.2.4 ปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดิน (Total Stored Water, TSW)

การศึกษาถึงปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดินว่ามีอยู่มากน้อยเพียงใดนับว่าเป็นสิ่งจำเป็นเพราะเป็นดัชนีบ่งชี้ว่าดินมีน้ำกักเก็บไว้เท่าไหร่ เพียงพอกับความต้องการของพืชหรือไม่ จากการศึกษาของ Panomtaranichagul and Fullen (2001) ถึงปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดินในระดับความลึก 0 – 170 ซม. ณ หมู่บ้านจ่าโบ่ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ภายใต้ระบบการเกษตรแบบอนุรักษ์ดินและน้ำประเภทต่างๆ ได้แก่ i) การปลูกพืชแบบเกษตรนิยม (conventional cultivation, CC) ii) การปลูกพืชบนสันร่อง (contour double-ridge cultivation, CR) iii) ปลูกพืชบนสันร่องคู่แล้วคลุมด้วยพลาสติกและในร่องคลุมด้วยฟางข้าว (contour double-ridge cultivation with plastic and straw mulch (CRP) และ iv) การปลูกพืชระหว่างแถบอนุรักษ์ของมะม่วงผสมถั่วสไตโล (alley cropping with mango hedgerow tree and surface covered with graham stylo, AL) ระหว่างปี 2000 – 2001 (2543 – 2544) พบว่าการทำการเกษตรภายใต้ระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบต่างๆ มีผลต่อการกักเก็บน้ำของดินไม่แตกต่างกันในช่วงสองเดือนแรกของการเจริญเติบโตของข้าวโพดซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝน แต่หลังจากนั้นปริมาณน้ำฝนจะไม่เพียงพอกับความจุของการกักเก็บน้ำของดิน และลดลงในช่วงกลางถึงปลายฤดูเพาะปลูก นอกจากนี้ยังพบว่าวิธีการทำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

การเกษตรภายใต้ระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำแบบ CRP มีแนวโน้มกักเก็บน้ำไว้ในโปรไฟล์ได้สูงสุดในช่วงปลายฤดูเพาะปลูกของถั่วแปะยี ตลอดจนในช่วงฤดูแล้งเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ เนื่องจากพลาสติกและฟางข้าวช่วยขัดขวางการคายระเหยของน้ำในดินสู่บรรยากาศ (รูปที่ 2.12)



รูปที่ 2.12 ปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้ในดินตามความลึกของดิน (1 – 170 ซม.) ภายใต้การทำการเกษตรแบบอนุรักษ์ดินและน้ำประเภทต่างๆ คือ i) การปลูกพืชแบบเกษตรนิยม (CC) ii) การปลูกพืชบนสันร่อง (CR) iii) ปลูกพืชบนสันร่องคู่แล้วคลุมด้วยพลาสติกและในร่องคลุมด้วยฟางข้าว (CRP) และ iv) การปลูกพืชระหว่างแถบอนุรักษ์ของมะม่วงผสมถั่วสไตโล (AL) ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2543 ถึง 7 พฤษภาคม 2544

2.4.2.5 แบบจำลองประเมินการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน (Hydrus-1D)

Hydrus-1D เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เขียนขึ้นสำหรับใช้ในการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงความชื้นและปริมาณความชื้นในดิน ซึ่งใช้ในการประเมินการเคลื่อนที่ของน้ำในดินที่มีความชื้นระดับต่างๆ ในทิศทางเดียวในแนวดิ่ง ซึ่งข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นในการประเมินค่าความสัมพันธ์ดังกล่าว ได้แก่ ข้อมูลภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝน) และคุณสมบัติของดิน ซึ่งได้แก่ เนื้อดินหรือการกระจายของอนุภาคดิน (sand, silt และclay), ค่าความหนาแน่นรวม (BD), ความจุความชื้นในสนาม (FC) และความจุความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (WP) เป็นต้น จากข้อมูลพื้นฐานจะนำไปใช้เพื่อประเมินค่าปริมาณความชื้นและแรงดึงความชื้นในช่วงเวลาต่างๆ โดยอาศัยสมการของ Mualem-van Genuchten ในการคำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำในดินในแนวดิ่ง โดยสมการของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Mualem-van Genuchten ได้พัฒนามาจากสมการของ Richard (Simunek et al, 1998; สุนทรี, 2535) ซึ่งมีรูปสมการดังนี้ (สมการ 2.1)

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial X}\left[K_\theta \frac{\partial h}{\partial Z} \right] \quad \text{.....2.3}$$

เมื่อ θ คือ ความชื้นโดยปริมาตร

h คือ ระดับแรงดึงความชื้นหรือศักย์ของน้ำในดิน

t คือ ระยะเวลาที่มีการเคลื่อนที่ของน้ำเป็นระยะทาง ∂Z

K_θ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การซึมน้ำของดินที่ระดับความชื้น (θ) ใดๆ

Z คือ ระยะทางการเคลื่อนที่ของน้ำในแนวดิ่ง

นอกจากนี้สมการของ Mualem-van Genuchten เขียนได้ดังนี้

$$K_\theta = K_s(\Theta^L)\left[1 - \left[1 - \Theta^{n/n-1} \right]^m \right]^2 \quad \text{.....2.4}$$

โดย $$\Theta = \frac{\theta_i - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} \quad \text{.....2.5}$$

หรือ $$\Theta = \left[1 + [\alpha h_t]^n \right]^{-m} \quad \text{.....2.6}$$

เมื่อ θ_i คือ ความชื้นในดินขณะใดขณะหนึ่ง

θ_r คือ ระดับความชื้นต่ำสุดที่มีการเคลื่อนที่ของน้ำในดิน

θ_s คือ ระดับความชื้นที่อิ่มตัวด้วยน้ำของดิน

h_t คือ แรงดึงความชื้นของดินขณะใดขณะหนึ่ง

L คือ ค่าที่ผันแปรตามลักษณะการต่อเนื่องของช่องว่างในดิน

a, m และ n คือ ค่าคงที่ขึ้นกับลักษณะรูปร่างของ Moisture Characteristics Curve

เมื่อ $m = 1 - \frac{1}{n}$

จากสมการดังกล่าวข้างต้นสามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การซึมน้ำของดินและอัตราการซึมน้ำในดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำขณะที่ดินมีความชื้นระดับต่างๆได้ โดยน้ำจะเคลื่อนที่ในทิศทางใดและมีอัตราเร็วเท่าไหร่ย่อมขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นในดิน (θ_v) และแรงดึงน้ำหรือศักย์ของน้ำในดิน (ψ) และสัมประสิทธิ์การซึมน้ำ (K_θ) ของดินเป็นสำคัญ นอกจากนี้การคำนวณเพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์การซึมน้ำภายในดินที่ระดับความชื้นต่างๆ อาจใช้สมการของ Marshall (มัตติกา, 2530) โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงความชื้น (h_m) และระดับความชื้นของดิน(θ_v) (Soil Water Characteristic, SWC) เป็นหลักในการคำนวณวิธีการคำนวณคือ ทำการแบ่งเส้นกราฟ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสัมพันธ์ดังกล่าวออกเป็นส่วนต่างๆ โดยการแบ่งแกนปริมาณความชื้นของดิน (θ_v) ออกเป็นส่วนเท่าๆ กัน แล้วพิจารณาจากเส้นกราฟว่าแรงดึงความชื้นของดิน (h_t) ที่สอดคล้องกับจุดกึ่งกลางของช่วงความชื้นแต่ละช่วงเป็นเท่าใด ค่า $Ksoil\theta$ ที่ระดับความชื้นต่างๆ ของดินสามารถคำนวณได้โดยนำค่าแรงดึงความชื้นที่สมดุลย์กับความชื้นระดับต่างๆ จากกราฟความสัมพันธ์ที่กำหนดแบ่งไว้ไปแทนค่าในสมการ 2.7

$$Ksoil\theta = 2.7 \times 10^2 \theta^2 n^{-2} \sum_{j=1}^{n} (2j-1)(h_{tj}^2) \quad \text{.....2.7}$$

เมื่อ $Ksoil\theta$ คือ สัมประสิทธิ์การซึมน้ำของดินที่ระดับความชื้น θ

θ คือ ปริมาณความชื้นดินเป็นร้อยละโดยปริมาตร

n^{-2} คือ จำนวนช่องทั้งหมดที่กำหนดแบ่งไว้เพื่อการคำนวณ

j คือ จำนวนช่องที่มีน้ำขังเต็ม

h_t คือ แรงดึงความชื้นที่ระดับความชื้นหนึ่งๆ

จากสมการ 2.7 สามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การซึมน้ำภายในดินทั้งดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำและไม่อิ่มตัวด้วยน้ำได้ โดยสัมประสิทธิ์การซึมน้ำภายในดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำจะผันแปรตามความพรุนทั้งหมดของดิน (TP) ส่วนสัมประสิทธิ์การซึมน้ำภายในดินที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำจะผันแปรตามระดับความชื้น (θ) ซึ่งค่าที่คำนวณได้จำเป็นต้องปรับค่าโดยการนำค่า K_s ที่วัดได้จากในห้องปฏิบัติการหารด้วยค่า K_s ที่คำนวณได้จากสมการ 2.7 (matching factor) และคูณด้วยค่า K_θ ที่คำนวณได้ที่ระดับความชื้นต่างๆ ก็จะได้ค่า $Ksoil\theta$ ที่แท้จริงในระดับความชื้นนั้นๆ

2.4.2.6 ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดิน

ค่าความจุน้ำจำเพาะของดิน (specific water capacity, C_θ) เป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงระดับความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินหรือความพร้อมของน้ำในดินที่มีผลต่อความยากง่ายในการดูดกลืนน้ำของรากพืช โดยค่าความจุน้ำจำเพาะของดินสามารถวิเคราะห์ได้จากค่าอนุพันธ์ของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงความชื้นและปริมาณความชื้นของดิน (Soil Water Characteristics, SWC) ซึ่งเป็นค่าปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อแรงดึงความชื้นเปลี่ยนไปหนึ่งหน่วย (มัตติกา, 2530; สุนทรี, 2535) ดังนี้

$$C_\theta = \frac{d\theta}{dh}$$

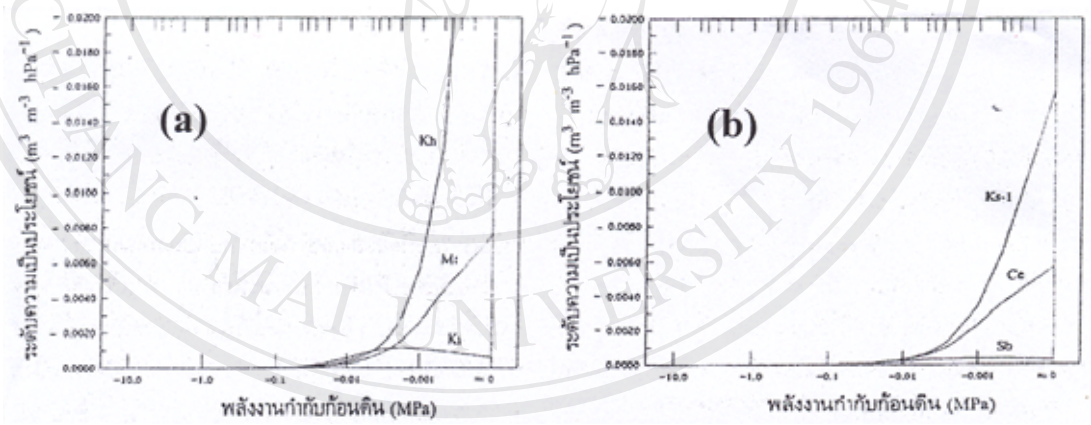
เมื่อ C_θ = ความจุน้ำจำเพาะของดิน (specific water capacity)

$\frac{d\theta}{dh}$ = ค่าปริมาณน้ำในดินที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแรงดึงความชื้นหนึ่งหน่วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สุนทรี (2535) กล่าวว่าค่า C_θ ที่แรงดึงความชื้นต่างๆ กัน และดินต่างชนิดกันจะมีระดับความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินต่อพืชแตกต่างกัน คือดินบางชนิดเมื่อมี matric potential หรือพลังงานสูงๆ จะปลดปล่อยน้ำออกได้เป็นจำนวนมาก เมื่อน้ำจำนวนนี้หมดไประดับความเป็นประโยชน์ของน้ำก็จะลดลง ถ้าดินสูญเสียน้ำไปอีกจำนวนเล็กน้อยพลังงานหรือศักย์ของน้ำในดินก็จะลดลงอย่างมาก ส่งผลให้น้ำที่เหลือในดินถูกดึงไปใช้ได้ยากขึ้น ในขณะที่ดินบางชนิดเมื่อค่า C_θ ลดลงอย่างคงที่ปริมาณน้ำในดินก็จะถูกดึงไปใช้ได้เรื่อยๆ โดยแรงดึงจะต้องใช้มากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งมีผลอย่างมากในการดูดน้ำไปใช้ของรากพืช

Yingjajaval and Sangkhasila, 1990 ได้ศึกษาถึงค่า C_θ ของชุดดินหลักของประเทศไทย พบว่าค่า C_θ มีค่าสูงที่ ψ_m (matric potential) เท่ากับศูนย์ถึง -0.01 MPa หลังจากนี้ค่าC_θ จะตกลงเท่ากับศูนย์ (รูปที่ 2.13) ซึ่งถ้าปริมาณน้ำในดินตกลงจนค่าพลังงานกำกับก้อนดินหรือศักย์ของน้ำในดิน (ψ_m) ต่ำกว่า -0.01 MPa พืชจะดูดน้ำในดินไปใช้ได้ยากขึ้น เพราะรากพืชต้องปรับค่าพลังงานในเซลล์รากพืชให้ต่ำกว่าพลังงานศักย์รวม (total potential, ψ_t) ในดินรอบๆ รากพืชจึงสามารถดูดน้ำไปใช้ได้ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำที่รากพืชดึงจากดินได้จะเป็นจำนวนน้อยเท่านั้น



รูปที่ 2.13 ค่าระดับความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินที่ระดับค่า matric potential ต่างๆ ของชุดดินหลักในประเทศไทย โดย (a) คือชุดดิน Kh (คอหงส์) Mt (แม่แตง) และ Ki (กุลาร้องไห้) และ (b) คือชุดดิน Ks (กำแพงแสน) Ce (เชียงแสน) และ Sb (สระบุรี) (Yingjaval and Sangkhasila, 1990)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved