บทที่ 3
วิธีการศึกษา

3.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณลุ่มน้ำย่อยของน้ำแม่สะมาด หมู่ที่ 11 หมู่บ้านม้งไมโครเวฟ ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

3.1.1 ลักษณะทางกายภาพ

(1) ที่ตั้ง ขนาดและอาณาเขต

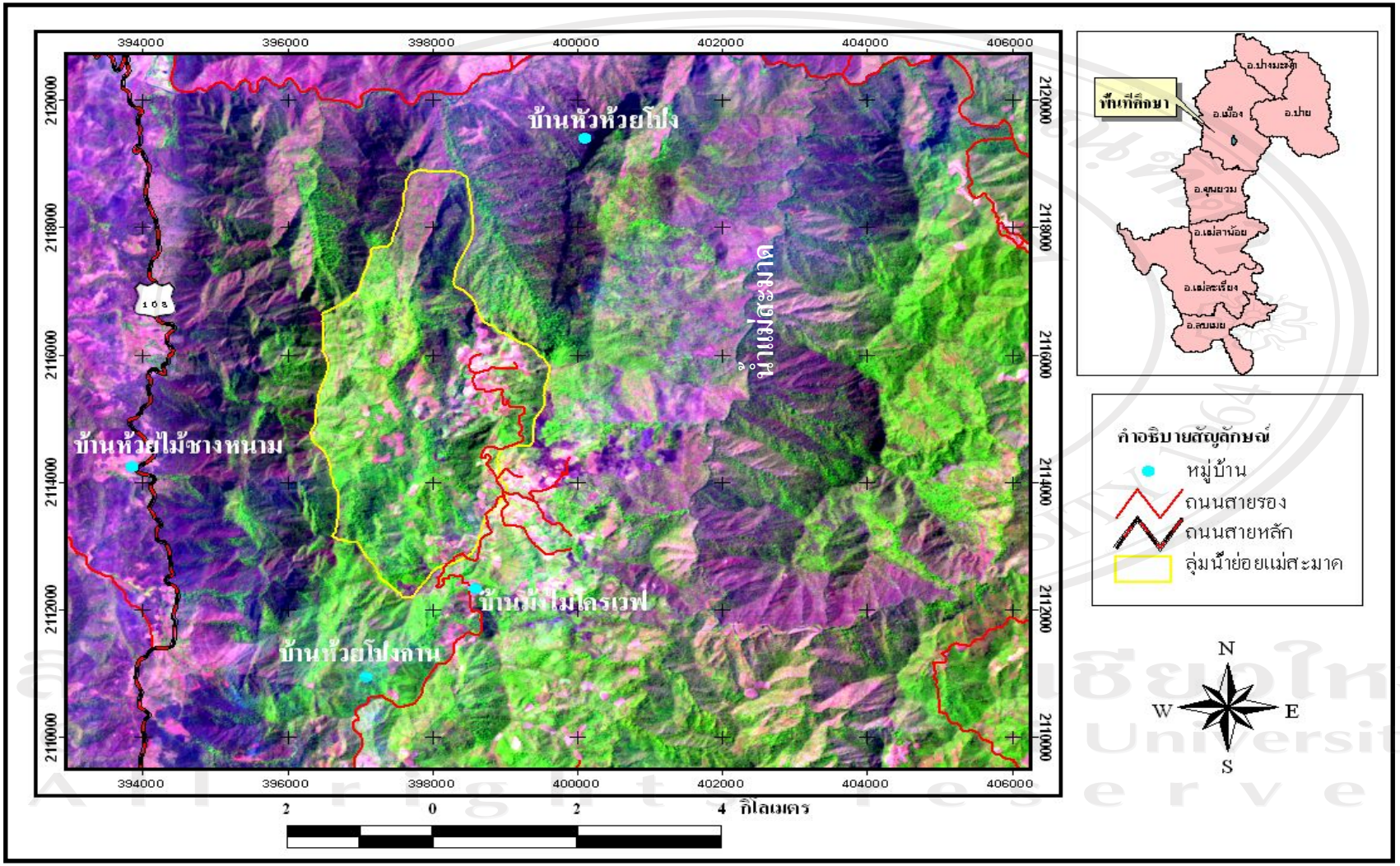
ลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาด อยู่ห่างจากอำเภอเมืองแม่ฮ่องสอนไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ระยะทางประมาณ 50 กิโลเมตร อยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ 19 องศา 05 ลิปดา 55 ฟิลิปดาเหนือ ถึง 19 องศา 09 ลิปดา 40 ฟิลิปดาเหนือ และระหว่างเส้นลองจิจูดที่ 98 องศา 00 ลิปดา 55 ฟิลิปดาตะวันออก ถึง 98 องศา 02 ลิปดา 45 ฟิลิปดาตะวันออก ขนาดพื้นที่ 7,786.5 ไร่ โดยมีอาณาเขตติดต่อดังต่อไปนี้ (ภาพที่ 3.1)

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	บ้านหัวห้วยโป่ง ตำบลผาบ่อง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน
ทิศใต้	ติดต่อกับ	บ้านห้วยโป่งกาน ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	น้ำแม่สะมาด
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	บ้านห้วยไม้ซางหนาม ตำบลผาบ่อง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

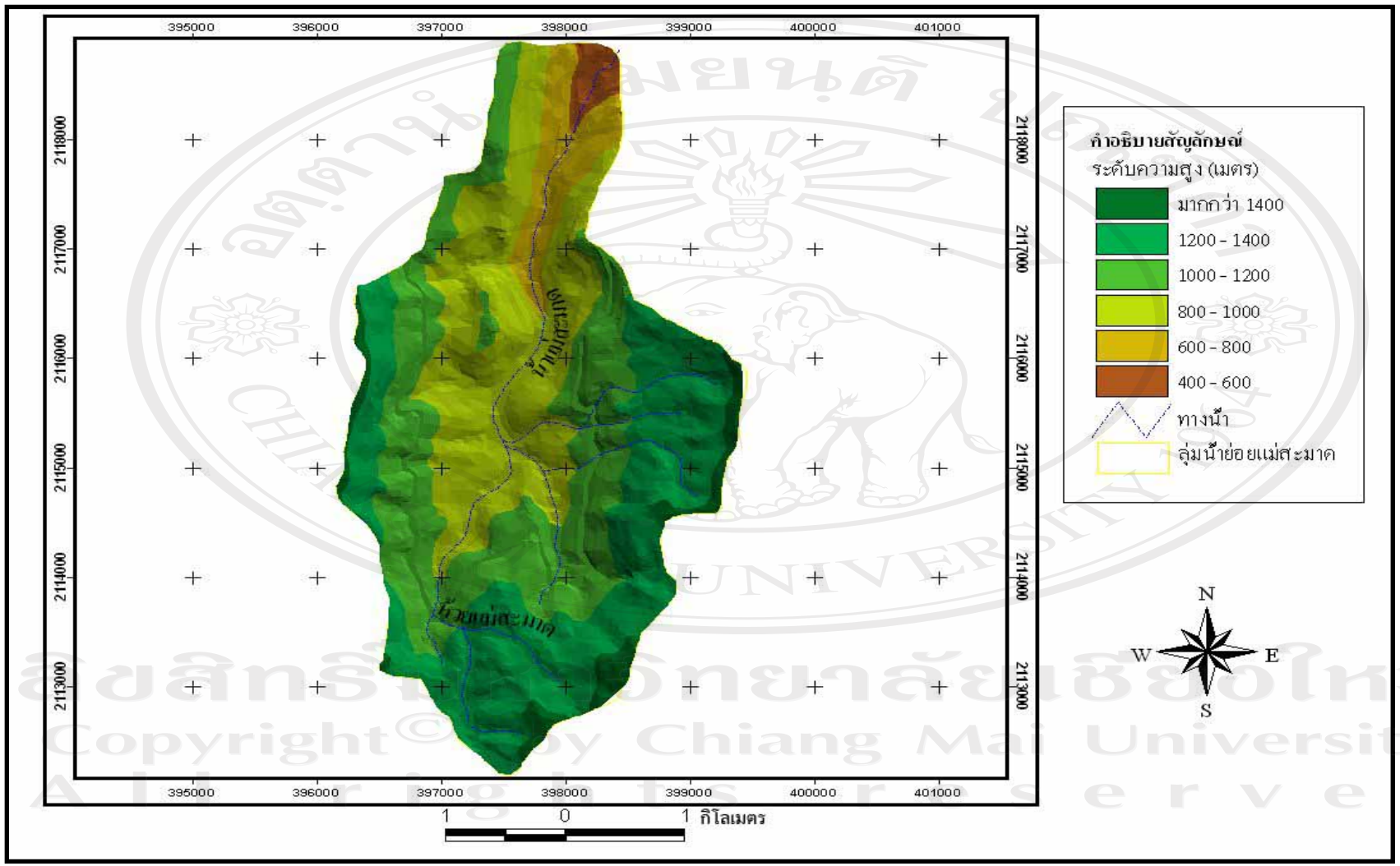
(2) ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา โดยทั่วไปเป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน มีความสูงประมาณ 440 - 1, 480 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง พื้นที่ส่วนใหญ่มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ ลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาดเป็นแหล่งต้นน้ำที่สำคัญ คือ ห้วยแม่สะมาดอยู่ทางตอนใต้ของพื้นที่ไหลลงสู่น้ำแม่สะมาด และแม่น้ำปาย ตามลำดับ ซึ่งแม่น้ำปายนั้นถือได้ว่าเป็นแม่น้ำสายหลักที่สำคัญสายหนึ่งของจังหวัดแม่ฮ่องสอน (ภาพที่ 3.2)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 3.1 ที่ตั้ง ขนาดและอาณาเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาด ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน



ภาพที่ 3.2 ลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาด ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(3) ลักษณะภูมิอากาศ

พื้นที่ศึกษามีลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้น ปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์โดยเฉลี่ยค่อนข้างสูง และอุณหภูมิของอากาศค่อนข้างต่ำ ทำให้มีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืชผักเมืองหนาว โดยเฉพาะกะหล่ำปลีซึ่งเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่มีสภาพอากาศเย็น สามารถแบ่งภูมิอากาศได้เป็น 3 ฤดูกาล ได้แก่

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่ช่วงระหว่างกลางเดือน ก.พ. – กลางเดือน พ.ค. มีอากาศร้อนอบอ้าว

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่ช่วงกลางเดือน พ.ค. – เดือน ต.ค. ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้อากาศชุ่มชื้นฝนตกชุกมาก มีปริมาณฝนมากที่สุดในเดือนสิงหาคม

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่ช่วงเดือน ต.ค. – กลางเดือน ก.พ. โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและความกดอากาศสูงจากประเทศจีน อากาศหนาวเย็นมาก

3.1.2 ลักษณะทางสังคมและเศรษฐกิจ

ประชากรบ้านม้งไมโครเวฟเป็นชนเผ่าม้งทั้งหมด 58 ครัวเรือนและมีประชากรรวมทั้งหมด 640 คน ในครัวเรือนหนึ่งมีจำนวนสมาชิก 9-12 คน นับถือศาสนาพุทธ ส่วนใหญ่ประชากรบ้านม้งไมโครเวฟประกอบอาชีพหลักเป็นเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 93.33 ของครัวเรือนทั้งหมด และประกอบอาชีพรับจ้าง คิดเป็นร้อยละ 6.67 ของครัวเรือนทั้งหมดโดยพืชหลักที่นิยมปลูก คือ กะหล่ำปลี ซึ่งเป็นพืชผักที่มีผลตอบแทนสูง ปลูกง่าย ให้ผลผลิตเร็ว มีตลาดรองรับ ในช่วงฤดูแล้งประชากรบ้านม้งไมโครเวฟไม่มีการประกอบอาชีพ เนื่องจากขาดแคลนน้ำในการเพาะปลูกพืช เมื่อฤดูฝนมาถึงจึงเริ่มทำการเพาะปลูกพืชได้ ส่วนประชากรบ้านม้งไมโครเวฟที่มีเงินทุนทำการเช่าที่ดินที่ใกล้กับแหล่งน้ำของคนไทยพื้นราบทำการเพาะปลูกพืช แต่สำหรับประชากรบ้านม้งไมโครเวฟที่ไม่มีเงินทุนประกอบอาชีพรับจ้างที่ตัวเมืองแม่ฮ่องสอนหรือไปทำงานต่างจังหวัด

(1) การศึกษา

หมู่บ้านม้งไมโครเวฟมีโรงเรียน 1 แห่ง คือ โรงเรียนยอดดอยวิทยา เปิดสอนตั้งแต่ชั้นเตรียมอนุบาลถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (ตารางที่ 3.1) ประชากรบ้านม้งไมโครเวฟส่วนใหญ่ไม่ได้เรียนหนังสือ คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของครัวเรือนทั้งหมด รองลงมา คือ เรียน ป.4-ป.6 คิดเป็นร้อยละ 16.67 ของครัวเรือนทั้งหมด รองลงมา คือ ต่ำกว่า ป.4 คิดเป็นร้อยละ 13.33 ของครัวเรือนทั้งหมด ส่วนม้งที่ได้รับการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลายมีน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 6.67 ของครัวเรือนทั้งหมด สาเหตุที่ประชากรบ้านม้งไมโครเวฟส่วนใหญ่ไม่ได้รับการศึกษา เนื่องในอดีตประชากรบ้านม้งไมโครเวฟไม่ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการศึกษามากนัก และมีข้อจำกัดในเรื่อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของความห่างไกลจากสถานศึกษา เนื่องจากโรงเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาอยู่ห่างไกลจากหมู่บ้านมาก และอยู่ในบริเวณตัวเมืองของอำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน ประกอบกับครอบครัวมีฐานะยากจน จึงขาดโอกาสได้รับการศึกษาในระดับสูง

ตารางที่ 3.1 ระดับการศึกษาของประชากรบ้านม้งไมโครเวฟ

ระดับการศึกษา	จำนวนครัวเรือน	ร้อยละ
ไม่ได้เรียนหนังสือ	16	53.3
ต่ำกว่า ป. 4	4	13.3
ป.4-ป.6	5	16.7
มัธยมศึกษาตอนต้น	3	10.0
มัธยมศึกษาตอนปลาย	2	6.7
รวม	**30**	**100.0**

ที่มา: จากการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม (2550)

(2) รายได้

ประชากรบ้านม้งไมโครเวฟมีฐานะยากจน รายได้หลักส่วนใหญ่มาจากการขายผลผลิตกะหล่ำปลี (ตารางที่ 3.2) โดยประชากรบ้านม้งไมโครเวฟส่วนใหญ่มีรายได้จำนวน 30, 000 – 60, 000 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 40.0 ของครัวเรือนทั้งหมด รองลงมา มีรายได้จำนวน 10, 000 – 30, 000 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 26.7 ของครัวเรือนทั้งหมด และมีรายได้มากกว่า 90, 000 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 13.3 ของครัวเรือนทั้งหมด

ตารางที่ 3.2 รายได้ต่อปีของประชากรบ้านม้งไมโครเวฟ

รายได้ต่อปี	จำนวนครัวเรือน	ร้อยละ
10,000 – 30,000 บาท	8	26.7
30,000 – 60,000 บาท	12	40.0
60,000 – 90,000 บาท	6	20.0
มากกว่า 90,000 บาท	4	13.3
รวม	**30**	**100.0**

ที่มา: จากการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม (2550)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(3) รายจ่าย

ประชากรบ้านม้งไมโครเวฟส่วนใหญ่ (ตารางที่ 3.3) มีรายจ่ายจำนวน 30, 000 – 60, 000 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 51 ของครัวเรือนทั้งหมด รองลงมา คือ รายจ่ายน้อยกว่า 30, 000 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 24 ของครัวเรือนทั้งหมด และมีรายจ่ายมากกว่า 90, 000 บาทต่อปี คิดเป็นร้อยละ 10 ของครัวเรือนทั้งหมด ซึ่งรายจ่ายส่วนใหญ่ใช้ลงทุนทำการเกษตร รองลงมา คือ ค่าการศึกษาของบุตร ค่าใช้จ่ายในครัวเรือน และอื่น ๆ

ตารางที่ 3.3 รายจ่ายของประชากรบ้านม้งไมโครเวฟ

รายจ่ายต่อปี	จำนวนครัวเรือน	ร้อยละ
น้อยกว่า 30,000 บาท	7	24.0
30,000 – 60,000 บาท	15	51.0
60,000 – 90,000 บาท	5	15.0
มากกว่า 90,000 บาท	3	10.0
รวม	**30**	**100.0**

ที่มา: จากการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม (2550)

(4) ภาวะเงินออมและภาวะหนี้สิน

ประชากรบ้านม้งไมโครเวฟส่วนใหญ่ (ตารางที่3.4 และ3.5) ไม่มีเงินออมคิดเป็นจำนวนร้อยละ 64 ของครัวเรือนทั้งหมด และมีหนี้สินคิดเป็นจำนวนร้อยละ 75 ของครัวเรือนทั้งหมด

ตารางที่ 3.4 ภาวะเงินออมของประชากรบ้านม้งไมโครเวฟ

ภาวะเงินออม	จำนวนครัวเรือน	ร้อยละ
ไม่มีเงินออม	19	64.0
มีเงินออม	11	36.0
รวม	**30**	**100.0**

ที่มา: จากการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม (2550)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.5 ภาวะหนี้สินของประชากรบ้านม้งไมโครเวฟ

ภาวะเงินออม	จำนวนครัวเรือน	ร้อยละ
มีหนี้สิน	23	75.0
ไม่มีหนี้สิน	7	25.0
รวม	**30**	**100.0**

ที่มา: จากการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม (2550)

(5) แหล่งเงินกู้ยืม

ประชากรบ้านม้งไมโครเวฟส่วนใหญ่ (ตารางที่ 3.6) กู้ยืมเงินจากพ่อค้า นายทุน คิดเป็นร้อยละ 26.7 ของครัวเรือนทั้งหมด รองลงมา กู้ยืมจากสหกรณ์การเกษตรของอำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน คิดเป็นร้อยละ 23.3 ของครัวเรือนทั้งหมด และกู้ยืมจากญาติพี่น้องน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 6.7 ของครัวเรือนทั้งหมด เหตุผลจากการกู้ยืมส่วนใหญ่ใช้ลงทุนทำการเกษตร รองลงมา คือ ค่าการศึกษาของบุตร ค่าใช้จ่ายในครัวเรือน และอื่น ๆ

ตารางที่ 3.6 แหล่งเงินกู้ยืมของประชากรบ้านม้งไมโครเวฟ

ภาวะเงินออม	จำนวนครัวเรือน	ร้อยละ
ไม่ได้กู้ยืม ลงทุนเอง	4	13.3
พ่อค้า นายทุน	8	26.7
กองทุนหมู่บ้าน	4	13.3
ธกส.	5	16.7
สหกรณ์การเกษตร	7	23.3
ญาติพี่น้อง	2	6.7
รวม	**36**	**100.0**

ที่มา: จากการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม (2550)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 ขั้นตอนการศึกษา

ในการศึกษาหาผลกระทบของโครงสร้างทางภูมิทัศน์แบบการเกษตรเข้มข้นที่มีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาดนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาถึงลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษาที่แท้จริงว่ามีการใช้ประโยชน์ที่ดินกี่ประเภท อะไรบ้าง และมีจำนวนพื้นที่เท่าใด เพื่อที่จะทำการวิเคราะห์โครงสร้างทางภูมิทัศน์ในเชิงปริมาณได้อย่างถูกต้อง โดยอาศัยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ ในการศึกษาครั้งนี้สามารถแบ่งขั้นตอนของการศึกษาออกได้เป็น 5 ขั้นตอนหลัก (ภาพที่ 3.3) คือ

3.2.1 การศึกษาและอธิบายรูปแบบ ลักษณะและกิจกรรมทางการเกษตรของการใช้ที่ดินแบบเข้มข้นบนพื้นที่สูง

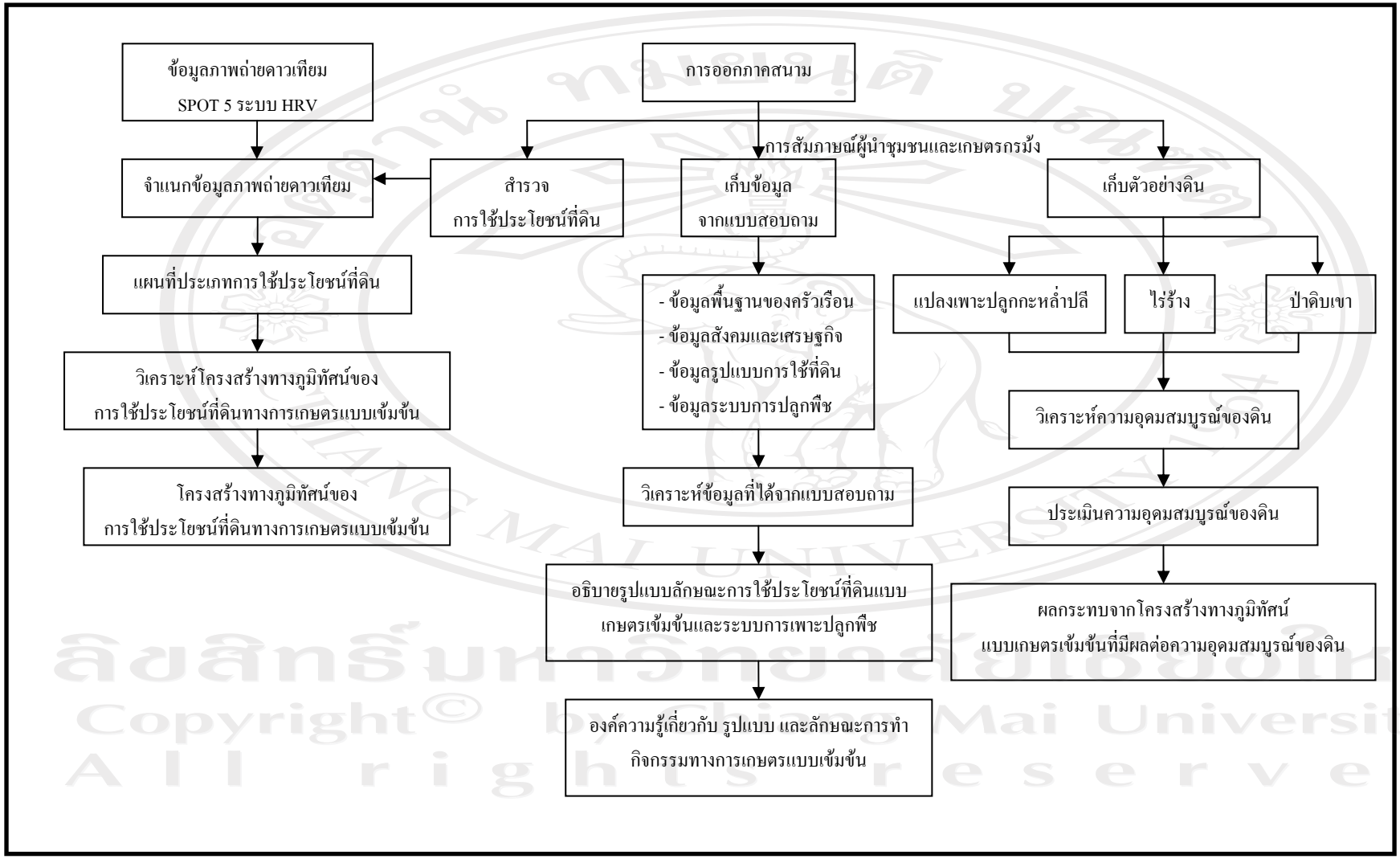
(1) การตรวจเอกสาร ค้นคว้าหลักฐานและสิ่งตีพิมพ์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาด

(2) ประชากรและกลุ่มตัวอย่างการศึกษานี้ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple random sampling) ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างของประชากร ประชากรเป้าหมายในการศึกษา ครั้งนี้ คือ ประชากรที่อาศัยอยู่ในหมู่บ้านม้งไมโครเวฟ ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งประกอบด้วยผู้นำชุมชน และหัวหน้าครัวเรือน/ตัวแทน (ลูกบ้าน) จำนวน 30 ครัวเรือน จากจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 58 ครัวเรือน

(3) การเก็บข้อมูลในภาคสนามด้านกายภาพของพื้นที่ ที่ประกอบไปด้วยสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบัน ทำเลที่ตั้ง รูปแบบการเพาะปลูกพืช การเก็บข้อมูลในภาคสนามทางด้านเศรษฐกิจและสังคม โดยใช้แบบสอบถามเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์สรุปผล

(4) การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณา ได้แก่ ค่าร้อยละ ซึ่งจะทำให้ทราบถึงข้อมูลพื้นฐานของประชากร เศรษฐกิจและสังคม การถือครองที่ดินและรูปแบบการเพาะปลูกพืชที่เป็นปัจจัยให้เกิดรูปแบบ ลักษณะการใช้ที่ดินและกิจกรรมทางการเกษตรแบบเข้มข้นที่ปรากฏภายในพื้นที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

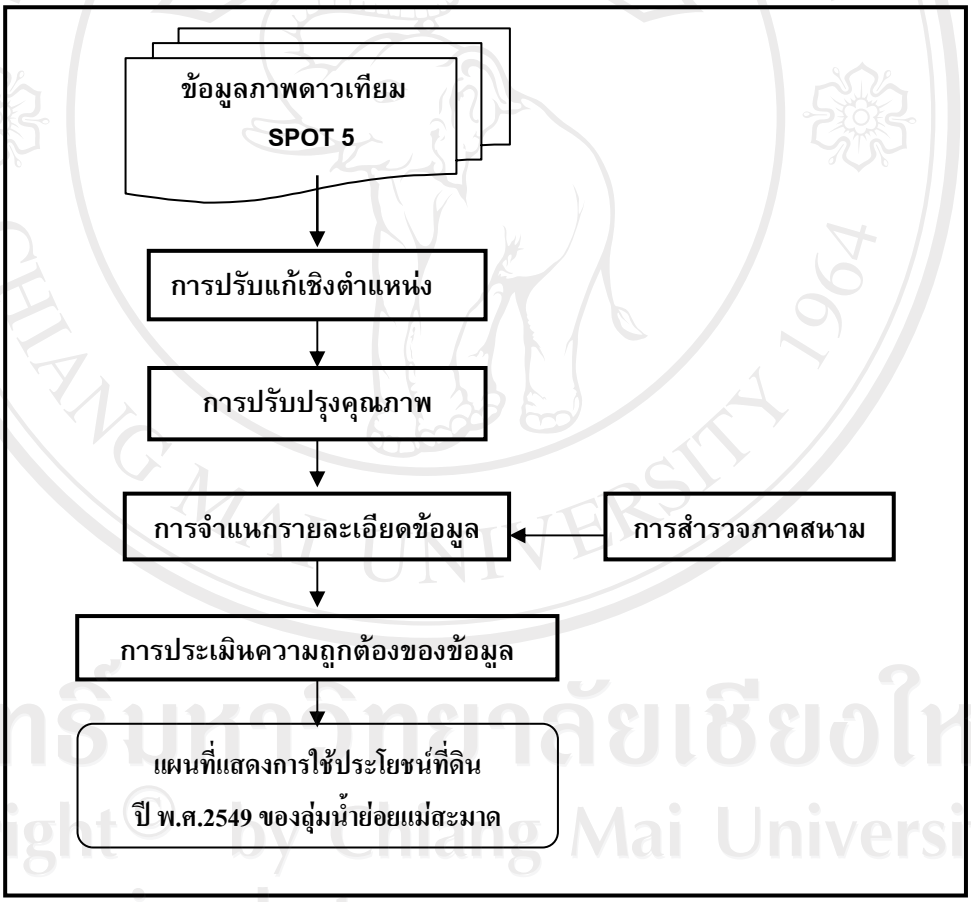


ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการศึกษา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2.2 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยกรรมวิธีข้อมูลภาพเชิงตัวเลขของเทคนิคการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินได้นำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศเชิงพื้นที่มาเป็นเครื่องมือช่วยในการพัฒนาฐานข้อมูล โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเชิงตัวเลข (digital image processing) ของเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (Remote Sensing) (ภาพที่ 3.4) ซึ่งอาศัยหลักการจำแนกวัตถุเชิงพื้นที่ในเรื่องของการสะท้อนช่วงคลื่นของวัตถุ (spectral) การจัดวางตัวของวัตถุในเชิงพื้นที่ (spatial) และกิจกรรมหรือความเป็นไปของวัตถุที่แปรเปลี่ยนไปตามเวลา (temporal)

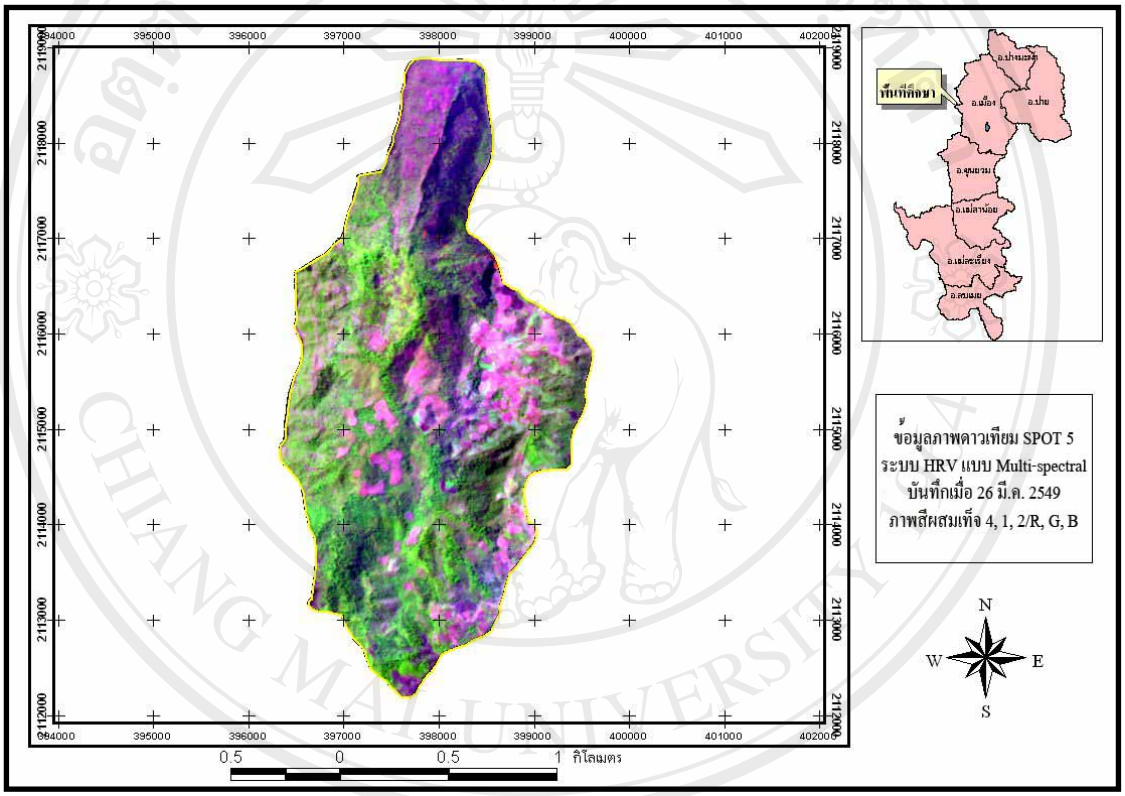


ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการจำแนกข้อมูลภาพฯ เพื่อแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาด ปี พ.ศ. 2549

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

(1) การเตรียมข้อมูลภาพดาวเทียม (Pre-processing)

การจำแนกชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาด ได้ใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT5 ระบบ High-Resolution-Visible (HRV) แบบหลายช่วงคลื่น (Multi-spectral) บริเวณ K, J : 254, 311 จำนวนข้อมูลภาพที่ใช้ 1 Scene ข้อมูลภาพบันทึกเมื่อวันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2549 จำนวน 4 ช่วงคลื่น (bands) ขนาดรายละเอียดข้อมูล (resolution) 10 เมตร



ภาพที่ 3.5 ข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT 5 สีผสมเท็จ 4, 1, 2/R, G, B บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาด บันทึกวันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2549

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) การปรับแก้ข้อมูลภาพเชิงเรขาคณิต (Geometric correction)

การปรับแก้ข้อมูลภาพเชิงตำแหน่ง เป็นการปรับแก้ข้อมูลภาพดาวเทียมให้มีค่าพิกัดตรงกับพื้นที่จริง ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการคำนวณตำแหน่ง ระยะทาง และพื้นที่ ตลอดจนเพื่อให้การวิเคราะห์ในเชิงพื้นที่กับชั้นข้อมูลอื่น ๆ เป็นไปอย่างถูกต้อง วิธีการปรับแก้เชิงตำแหน่งใช้เทคนิคการปรับแก้แบบอ้างอิงกับค่าพิกัดของภาพจากดาวเทียมที่ได้ทำการปรับแก้ไว้ก่อนหน้านี้แล้ว ที่เรียกในกระบวนการปรับแก้เชิงตำแหน่งว่า “Image Registration” หรือ “Image to Image” โดยเป็นการปรับแก้ตำแหน่งของข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT5 (ที่ต้องการทำการจำแนก) เข้ากับ

ข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat 5 ระบบ Thematic Mapper (TM) ซึ่งเป็นข้อมูลภาพดาวเทียมที่ใช้อ้างอิงค่าพิกัดของตำแหน่ง ทำการกำหนดข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ของข้อมูลภาพเพื่อให้ใช้ร่วมกับฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศอื่น ๆ ได้ โดยกำหนดพื้นหลักฐาน (datum) เป็น WGS84 (World Geodetic System 1984) ระบบพิกัดเป็น NUTM (North / Universal Transverse Mercator) และกริดโซนที่ 47 มีหน่วยการจัดการภาพเป็นเมตร และขนาดของจุดภาพ (cell size) เท่ากับ 10 เมตร นอกจากนี้กำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Points: GCPs) ของข้อมูลภาพดาวเทียมให้ครอบคลุมและกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ เพื่อป้องกันไม่ให้การปรับแก้เชิงตำแหน่งมีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าเกณฑ์ที่จะสามารถยอมรับได้ คือน้อยกว่าหรือเท่ากับครึ่งหนึ่งของขนาดรายละเอียดข้อมูลภาพ โดยค่าความคลาดเคลื่อนคำนวณได้จากค่าสมการถดถอยกำลังสองน้อยที่สุด (least mean square regression) ของชุด GCPs ที่ได้กำหนดไปทั้งหมด ผลการคำนวณจะได้ค่าสัมประสิทธิ์ที่นำมาประกอบการคำนวณหาค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนจากแต่ละจุดควบคุมภาคพื้นดิน (RMSE: Root Mean Square Errors) เป็นสมการโพลีโนเมียล ซึ่งค่า RMSE จะเป็นค่าระบุเกณฑ์การยอมรับได้ของความถูกต้องเชิงตำแหน่งในการปรับแก้แต่ละภาพ ซึ่งในที่นี้ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ของข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT5 คือ ไม่เกิน 10 เมตร

(3) การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูล (Image enhancement)

การปรับปรุงคุณภาพข้อมูลภาพดาวเทียม คือ การทำให้ข้อมูลภาพฯ มีคุณภาพพร้อมที่จะเข้าสู่กระบวนการจำแนกรายละเอียด มีความชัดเจน เหมาะสม และสะดวกในการดำเนินกรรมวิธีข้อมูลภาพในขั้นตอนต่าง ๆ โดยเป็นขั้นตอนหนึ่งที่ต้องกระทำก่อนการจำแนกรายละเอียดข้อมูลทรัพยากร ในทางเทคนิคของกรรมวิธีข้อมูลเชิงตัวเลข ทำการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลภาพฯ ด้วยวิธีการพิจารณาประกอบกับข้อมูลค่าความถี่สะสม (histogram) ของการสะท้อนช่วงคลื่นและปรับให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมด้วยวิธีการยืดค่าข้อมูลภาพแบบเชิงเส้น (linear stretching) ซึ่งภาพใหม่ที่ได้นั้นจะมีความคมชัดของภาพมากกว่าภาพเดิมที่ยังไม่ได้ทำการปรับปรุงคุณภาพของข้อมูล นอกจากนี้ยังใช้วิธีการสร้างข้อมูลภาพสีผสม (image color combination) ร่วมก่อนเข้าสู่กระบวนการจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพฯ เนื่องจากการจำแนกรายละเอียดการใช้ประโยชน์ที่ดินใช้หลักการเรื่องความแตกต่างกันของค่าการสะท้อนช่วงคลื่นของประเภทพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่าง ๆ เช่น ข้อมูลภาพสีผสมธรรมชาติ (natural color composite) และข้อมูลภาพสีผสมเท็จ (false color composite)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(4) การจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพดาวเทียม (Image classification)

ในขั้นตอนนี้ได้ใช้เทคนิคการสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (Remote Sensing) ด้วยวิธีการจำแนกแบบควบคุม (supervised classification) เลือกจำแนกข้อมูลภาพฯแบบความน่าจะเป็นไปได้สูงสุด (maximum likelihood) กำหนดประเภทพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ป่าดิบเขา, ป่าเบญจพรรณ, พื้นที่เกษตรกรรม และไร่ร้าง โดยก่อนการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียม จำเป็นที่จะต้องทำการคัดเลือกแบนด์เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการจำแนกข้อมูลภาพฯ ทั้งนี้จะทำให้ได้แบนด์ที่ให้ข้อมูลชัดเจนมากที่สุด โดยพิจารณาจากค่าสถิติที่เป็นตัวแทนของค่าการสะท้อนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของข้อมูลแต่ละแบนด์ โดยทั่วไปพิจารณาจากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ร่วมกับค่าสหสัมพันธ์ (correlation) และค่าความแปรปรวนร่วม (covariance) โดยพิจารณาจากค่าสถิติของแต่ละแบนด์ที่มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งค่าสหสัมพันธ์เป็นการวัดความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไป (0 ถึง $\pm$ 1 .00)

จากการตรวจสอบค่าสถิติในข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT5 ที่บันทึกวันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2549 (ตารางที่ 3.7) พบว่าแบนด์ที่ 1, 2 และ 4 มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงเท่ากับ 20.65, 15.02 และ 19.94 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแบนด์ที่มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างข้อมูลต่ำ หมายถึงให้ความแตกต่างของข้อมูลภายในได้มาก ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ของแบนด์ที่มีค่าต่ำ คือ แบนด์ 1:2 (0.06), 1:3 (0.18), 4:1 (0.40) และ 4:3 (0.69) นอกจากนี้แล้วค่าความแปรปรวนร่วมของแบนด์ที่มีค่าความแปรปรวนร่วมสูงแสดงว่ามีความแตกต่างของค่าการสะท้อนช่วงคลื่นสูง โดยแบนด์ที่มีค่าความแปรปรวนร่วมสูง คือ แบนด์ 1:4 (162.95), 2:4 (247.79) และ 3:4 (123.11)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3.7 ค่าสถิติข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT 5 บันทึกเมื่อ 26 มี.ค.49

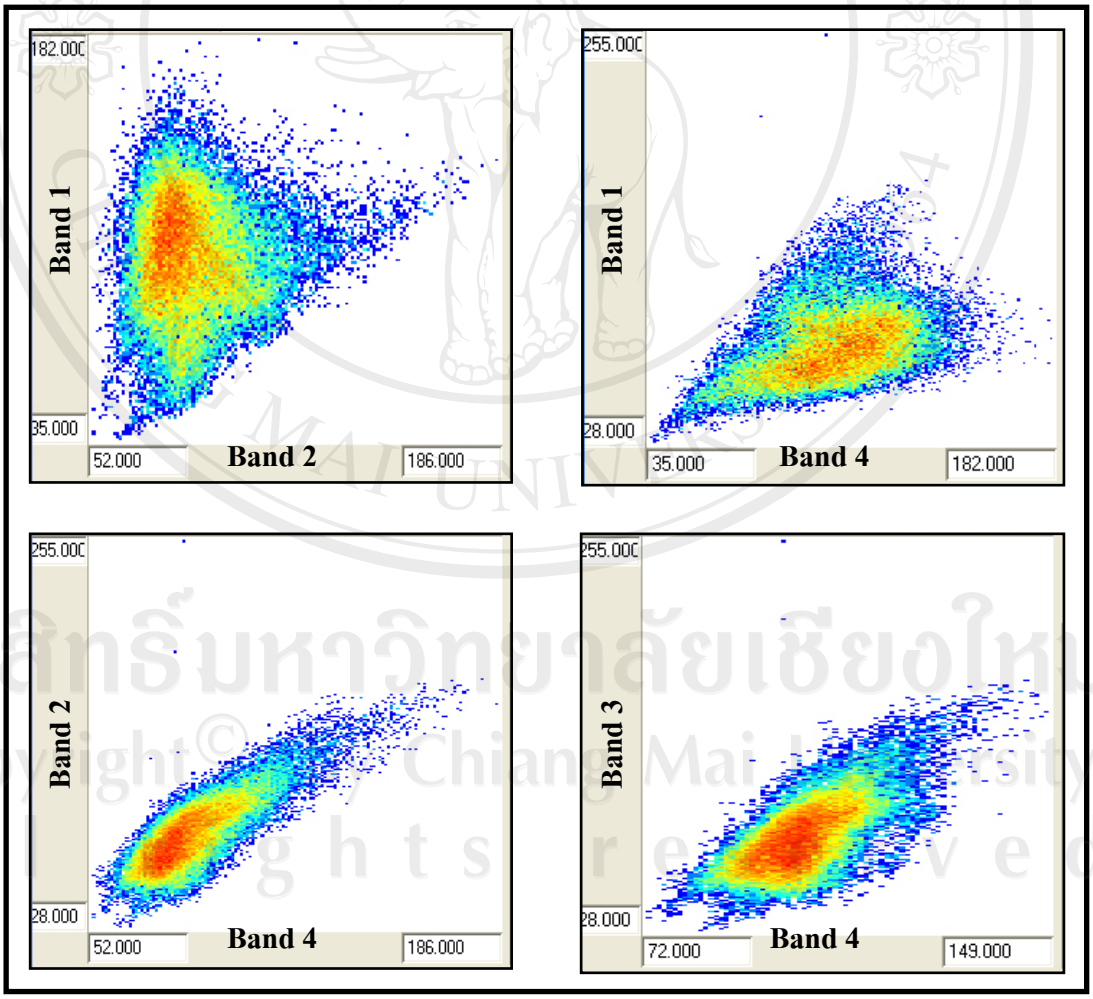
	แบนด์ที่ 1	แบนด์ที่ 2	แบนด์ที่ 3	แบนด์ที่ 4
Minimum	34.00	51.00	72.00	28.00
Maximum	185.00	192.00	172.00	255.00
Mean	101.42	85.57	102.10	83.21
Median	102.00	82.00	101.00	80.00
Std. Dev.	20.65	15.02	8.94	19.94
Correlation	**แบนด์ที่ 1**	**แบนด์ที่ 2**	**แบนด์ที่ 3**	**แบนด์ที่ 4**
แบนด์ที่ 1	1.00	0.06	0.18	0.40
แบนด์ที่ 2	0.06	1.00	0.88	0.83
แบนด์ที่ 3	0.18	0.88	1.00	0.69
แบนด์ที่ 4	0.40	0.83	0.69	1.00
Covariance	**แบนด์ที่ 1**	**แบนด์ที่ 2**	**แบนด์ที่ 3**	**แบนด์ที่ 4**
แบนด์ที่ 1	426.41	19.12	33.80	162.95
แบนด์ที่ 2	19.12	225.73	118.77	247.79
แบนด์ที่ 3	33.80	118.77	79.99	123.11
แบนด์ที่ 4	162.95	247.79	123.11	397.53

นอกจากนั้นแล้วการคัดเลือกช่วงคลื่นสามารถทำได้ชัดเจนขึ้นโดยอาศัยการวิเคราะห์เชิงแผนภาพโดยใช้ scatterplots เพื่อแสดงการกระจายตัวและการซ้อนทับของค่าการสะท้อนช่วงคลื่นในแต่ละคู่ของแบนด์กล่าวคือ หากค่า scatterplots มีการกระจายตัวสูง หมายถึง ค่าข้อมูลของช่วงคลื่นคู่นั้น มีความสัมพันธ์กันต่ำและมีความคล้ายคลึงกันน้อย สามารถให้ข้อมูลที่มีความหลากหลายและสามารถนำมาใช้ร่วมกับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ดีกว่ากลุ่มของช่วงคลื่นอื่น ๆ ที่พบว่ามีการกระจายตัวของ scatterplots ต่ำ (วรวีรุกรณ์, 2547) จากการพิจารณาการกระจายตัวของภาพ scatterplots พบว่า ความสัมพันธ์ของคู่ช่วงคลื่นที่มีการกระจายตัวมาก คือ ช่วงคลื่น 1:4, 1:2, 2:4 และ 3:4 ส่วนการแสดงการทับซ้อนของค่าสะท้อนในการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน สามารถทำได้โดยกำหนดขอบเขตพื้นที่ (region) ของการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ที่ทราบก่อน จากนั้นทำการคำนวณค่าสถิติของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สนใจใน scatterplots หากการกระจายข้อมูลเกิดการซ้อนทับกันแสดงว่าประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นั้น ๆ มีค่าของการสะท้อนที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน แต่หากไม่มีการซ้อนทับกันของค่าการสะท้อน แสดงว่า ช่วงคลื่นนั้นมีค่าข้อมูลการสะท้อนแยกกันอย่างชัดเจน สามารถนำไปใช้ในการจำแนกชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ดี (ภาพที่ 3.5)

จากการพิจารณาด้วยวิธีการข้างต้นแล้ว พบว่า แบนด์ที่มีความแตกต่างของค่าการสะท้อนช่วงคลื่นและเหมาะสำหรับนำไปใช้ในการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน คือ แบนด์ที่ 1, 2 3 และ 4 โดยใช้แบนด์ 1, 2 และ 4 เป็นหลักในการจำแนก ทั้งนี้เนื่องจากแบนด์ดังกล่าวเมื่อทำการสร้างภาพสีผสมเท็จ (4, 1, 2/R, G, B) จะให้ความเด่นชัดของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทได้มากที่สุด โดยสามารถแสดงความแตกต่างของป่าดิบเขา, ป่าเบญจพรรณ, พื้นที่เกษตรกรรม และไร่ร้าง ได้อย่างชัดเจน (ภาพที่ 3.6) โดยข้อมูลแบนด์ที่ 3 เป็นข้อมูลที่นำมาใช้เสริมในกระบวนการวิเคราะห์ที่ต้องการรายละเอียดที่มากขึ้น



ภาพที่ 3.6 Scatterplot ข้อมูลภาพฯ บันทึกเมื่อวันที่ 26 มี.ค. 49 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแบนด์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(5) กรรมวิธีหลังการจำแนกข้อมูล (Post-processing)

ปัญหาของข้อมูลภาพหลังการจำแนกและการรวมกลุ่มแล้วยังปรากฏจุดภาพโดดเดี่ยว (isolate pixel) ที่ไม่ใช่ชั้นข้อมูลเดียวกันกระจายอยู่ทั่วไป ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการลบจุดภาพเหล่านี้ให้น้อยลง โดยนำวิธีการกรองภาพ (image filtering) มาใช้ โดยเฉพาะการทำให้ภาพเรียบขึ้น (smoothing) ทำให้กลุ่มข้อมูลต่าง ๆ กระจายตัวในลักษณะเป็นเอกภาพมากขึ้น มีความต่อเนื่องเป็นผืนเดียวกัน วิธีการทางสถิติที่ใช้กับข้อมูลภายหลังการจำแนก คือ ฐานนิยม (mode) เนื่องจากค่าความสว่างของจุดภาพที่ผ่านการจำแนกประเภท เป็นข้อมูลที่แสดงลักษณะของข้อมูล (nominal data) ดังนั้นการคำนวณหาค่าความถี่สูงสุดในข้อมูลหนึ่ง ๆ (mode) จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดโดยการใช้เกณฑ์ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่มาตัดสิน โดยถือว่าหากจุดภาพส่วนใหญ่ในกรอบของตัวกรองภาพ (filter) เป็นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทใด ข้อมูลส่วนน้อยชนิดอื่นที่ปะปนมาน่าจะเป็นข้อมูลชนิดเดียวกันกับข้อมูลส่วนใหญ่ ตลอดจนการกำหนดสัดส่วนของข้อมูลส่วนใหญ่ของหน้าต่างกรองภาพ (filtering window) เอาไว้ด้วย โดยเลือกที่ขนาด 5×5 และใช้การคำนวณต่อเนื่องกันจำนวน 2 ครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้จะลดรายละเอียดมากขึ้น

(6) การประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล (Classification accuracy assessment)

การประเมินความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลเป็นการยืนยันผลการจำแนกว่ามีความน่าเชื่อถือเพียงพอที่ถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงหรือไม่ และมีความถูกต้องมากพอที่นำไปใช้ประโยชน์เพื่อการศึกษาในด้านต่าง ๆ ได้ ดังนั้น การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลการจำแนก หากต้องการให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากขึ้น การจำแนกประเภทข้อมูลจะต้องทำการตรวจสอบภาคสนาม (field check) อีกครั้งหนึ่ง โดยเลือกสุ่มตัวอย่างให้กระจายทั่วพื้นที่ศึกษาเพื่อจะได้เป็นตัวแทนที่ดีของทุกกลุ่มประเภทข้อมูลสำหรับการคำนวณความถูกต้องของข้อมูลใช้วิธีที่เรียกว่า error matrix และ kappa statistics (Congalton, 1991) (ตารางที่ 3.8) นำผลของการจำแนกประเภทข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินมาซ้อนทับกับบริเวณพื้นที่ที่มีข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ที่ดินตามสภาพจริง คือ จุดตัวอย่างที่เลือกไว้ก่อนการจำแนก (training site) หรือตัวอย่างจากการสำรวจในภาคสนาม จากนั้นเปรียบเทียบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการจำแนกรายละเอียดข้อมูลภาพฯ แต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินกับสภาพความเป็นจริงของพื้นที่ศึกษา จากนั้นสร้างเป็นตารางเพื่อเปรียบเทียบการปะปนกันระหว่างประเภทข้อมูล ในการตรวจสอบได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กระทำแบบพิกัดต่อจุดภาพ (coordinate by pixel) โดยใช้ข้อมูลการตรวจสอบในภาคสนามเป็นข้อมูลอ้างอิงเป็นข้อมูล (referenced data)

ตารางที่ 3.8 ค่าความถูกต้องของการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาด ปี พ.ศ. 2549

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน(Class)	ผลรวมสภาพจริง (Referenced Total)	ผลรวมการจำแนก (Classified Total)	จำนวนจุดที่ถูกต้อง (Corrected No.)	PA**	UA*	Kappa Statistics
1. ป่าดิบเขา	19	18	17	0.94	0.89	0.86
2. ป่าเบญจพรรณ	10	9	7	0.78	0.70	0.66
3. พื้นที่เกษตรกรรม	23	22	20	0.91	0.87	0.82
4. ไร่ร้าง	28	31	26	0.84	0.93	0.88
รวม (Total)	**80**	**80**	**70**			

ความถูกต้องรวม (Overall Accuracy) เท่ากับ 87.50 % และ Overall Kappa Statistics เท่ากับ 0.83

หมายเหตุ * UA = User's Accuracy, **PA = Producer's Accuracy

ในการประเมินค่าความถูกต้องของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาด ปี พ.ศ. 2549 ได้ใช้จุดตรวจสอบภาคสนามทั้งหมด 80 จุด แยกเป็น 4 ประเภทพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้แก่ ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ พื้นที่เกษตร และไร่ร้าง เกณฑ์มาตรฐานการยอมรับการจำแนกสำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินและทรัพยากรที่ดินของค่าความถูกต้องรวมเท่ากับร้อยละ 85.00 ซึ่งจากการประเมินค่าความถูกต้องของการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาดพบว่ามีค่าความถูกต้องรวม (Overall Accuracy) เท่ากับร้อยละ 87.50 แสดงว่าฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินนี้มีความถูกต้องที่น่าเชื่อถือ สำหรับค่า Overall Kappa Statistics เท่ากับ 0.83 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างทางภูมิทัศน์ต่อไปได้ ในรายละเอียดของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า ป่าดิบเขามีค่าความถูกต้องของผู้ผลิตแผนที่(Producer's Accuracy: PA) มากที่สุดเท่ากับ 0.94 โดยที่ความผิดพลาด 0.6 ถูกพบว่าจำแนกผิดไปเป็นป่าเบญจพรรณเนื่องจากมีค่าการสะท้อนช่วงคลื่นใกล้เคียงกัน ในขณะเดียวกัน การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าดิบเขามีค่าความถูกต้องของผู้ใช้แผนที่เท่ากับ 0.89 โดยพบว่าความผิดพลาดที่ 0.11 เกิดจากการรวมพื้นที่ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น ๆ เข้ามา คือ ป่าเบญจพรรณ ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าเบญจพรรณมีค่าความถูกต้องของผู้ใช้แผนที่น้อยที่สุดเท่ากับ 0.70 โดยที่ความผิดพลาดที่เกิด 0.30 ถูกพบว่าจำแนกรวมกับพื้นที่ป่าดิบเขา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับการตรวจสอบค่าความถูกต้องของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาดด้วยค่า Kappa Statistics พบว่า ไร่ร้างมีความถูกต้องมากที่สุดเท่ากับ 0.88 และป่าเบญจพรรณมีค่าความถูกต้องน้อยที่สุดเท่ากับ 0.66 ซึ่งไม่ต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับได้มากนัก ทั้งนี้ อาจมีความผิดพลาดในการจำแนกที่เกิดจากป่าเบญจพรรณส่วนใหญ่อยู่บนพื้นที่ภูเขาสูงจึงทำให้พื้นที่เกิดเงาครอบคลุมในบางส่วน ทำให้มีการจำแนกข้อมูลมีความผิดพลาดได้

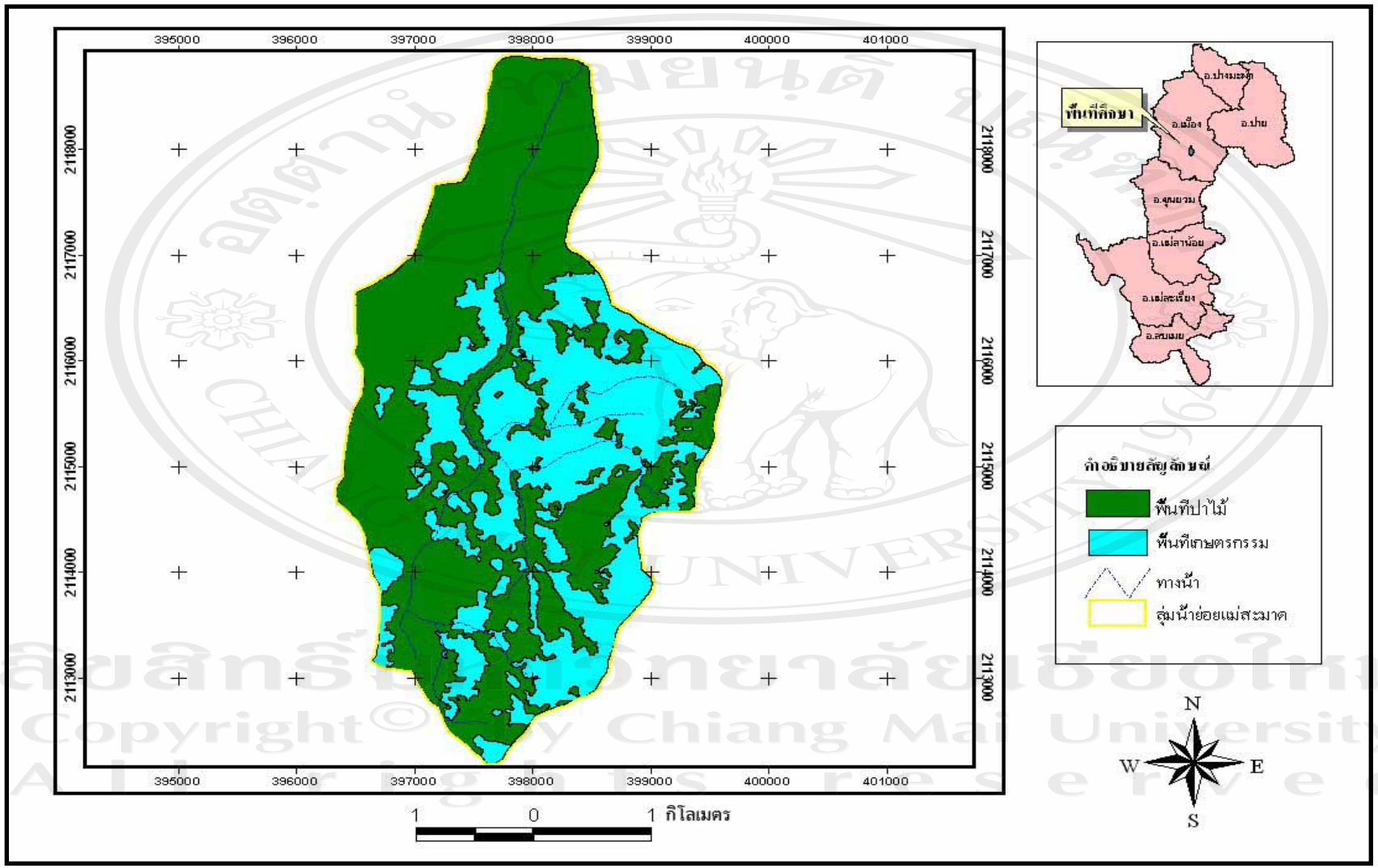
(7) การจัดทำฐานข้อมูลในระบบภูมิสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

ภายหลังจากการการประเมินความถูกต้องของการจำแนกข้อมูล ทำการคำนวณพื้นที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทเพื่อให้ทราบขนาดของพื้นที่ ข้อมูลที่ได้จากการจำแนกรายละเอียดภาพดาวเทียมเป็นข้อมูลภาพแบบราสเตอร์สามารถนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาดเพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างทางภูมิทัศน์ต่อไป

3.2.3 การวิเคราะห์โครงสร้างทางภูมิทัศน์ (Analysis of landscape structure)

เพื่อศึกษาถึงองค์ประกอบของภูมิทัศน์ในเชิงปริมาณซึ่งภายหลังจากการจำแนกประเภทพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแล้ว ได้รวมกลุ่มประเภทพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจาก 4 ประเภท ได้แก่ ป่าดิบเขา, ป่าเบญจพรรณ, พื้นที่เกษตรกรรม และไร่ร้าง ให้เหลือ 2 ประเภทหลัก คือ พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรม (ภาพที่ 3.7) ทั้งนี้เพื่อต้องการศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่เกษตรกรรมที่มีต่อพื้นที่ทรัพยากรป่าไม้ภายใต้การวิเคราะห์ลักษณะโครงสร้างทางภูมิทัศน์ในลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาด จากทฤษฎีลำดับชั้นที่กล่าวถึงการศึกษาปรากฏการณ์ภายในภูมิทัศน์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นระบบที่มีความซับซ้อน และปรากฏการณ์ทางนิเวศวิทยาที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่มีความต่อเนื่องเป็นลำดับชั้น จึงต้องมีการพิจารณาลำดับชั้นของพื้นที่หลาย ๆ ระดับ เนื่องจากแต่ละระดับมีปัจจัยที่อธิบายถึงกระบวนการศึกษาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่แตกต่างกัน โดยทำการวัดพื้นที่ใน 3 ระดับ คือ 1. ระดับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (patch level) ใช้วิธีวัดจำนวน 3 วิธี ได้แก่ เนื้อที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน, ดัชนีรูปร่างของพื้นที่ และมิติทางเศษส่วนของพื้นที่ 2. ระดับประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (class level) ใช้วิธีวัดจำนวน 6 วิธี ได้แก่ เนื้อที่ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน, สัดส่วนของภูมิทัศน์, จำนวนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน, ขนาดเฉลี่ยของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน, ดัชนีรูปร่างเฉลี่ยของพื้นที่ และดัชนีค่าเฉลี่ยมิติทางเศษส่วนของพื้นที่ 3. ระดับภูมิทัศน์ (landscape level) ใช้วิธีวัดทั้งหมดจำนวน 6 วิธี ได้แก่ พื้นที่ของภูมิทัศน์ทั้งหมด, ดัชนีพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใหญ่ที่สุด, จำนวนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน, ขนาดเฉลี่ยของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน, ดัชนีค่าเฉลี่ยมิติทางเศษส่วนของพื้นที่ และดัชนีการเชื่อมติดกันของพื้นที่ (ตารางที่ 3.9)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 3.7 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินหลัก บริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาด ปี พ.ศ. 2549

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3. 9 การวัดโครงสร้างทางภูมิทัศน์ (McGarigal and Marks, 1995)

ประเภทการวัด (metric types)	ตัวชี้วัด	ชื่อย่อ (Acronym)	ระดับของพื้นที่ (Level)	หน่วยพื้นที่ (Unit)
(1) การวัดเนื้อที่ (Area metrics)	(1.1) เนื้อที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Patch Area)	Area	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (patch)	ไร่
	(1.2) เนื้อที่ของประเภทพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Class Area)	CA	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (class)	ไร่
	(1.3) สัดส่วนของภูมิทัศน์ (Percentage of Landscape)	PLAND	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (class)	เปอร์เซ็นต์
	(1.4) พื้นที่รวมของภูมิทัศน์ (Total Landscape Area)	TA	ภูมิทัศน์ (landscape)	ไร่
	(1.5) ดัชนีพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใหญ่ที่สุด (Largest Patch Index)	LPI	ภูมิทัศน์ (landscape)	เปอร์เซ็นต์
(2) การวัดพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Patch metrics)	(2.1) จำนวนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Number of Patches)	NP	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (class) ภูมิทัศน์ (landscape)	ผืน
	(2.2) ขนาดของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเฉลี่ย (Mean Patch Size)	MPS	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (class) ภูมิทัศน์ (landscape)	ไร่
(3) การวัดรูปร่างของพื้นที่ (Shape metrics)	(3.1) ดัชนีรูปร่างของพื้นที่ (Shape Index)	SI	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (patch)	-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 3. 9 (ต่อ) การวัดโครงสร้างทางภูมิทัศน์ (McGarigal and Marks, 1995)

ประเภทการวัด (metric types)	ตัวชี้วัด	ชื่อย่อ (Acronym)	ระดับของพื้นที่ (Level)	หน่วยพื้นที่ (Unit)
	(3.2) ดัชนีรูปร่างเฉลี่ยของพื้นที่ (Mean Shape Index)	MSI	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (class)	-
	(3.3) มิติทางเศษส่วนของพื้นที่ (Fractal dimension)	FRACT	พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (patch)	-
	(3.4) ดัชนีค่าเฉลี่ยมิติทางเศษส่วนของพื้นที่ (Mean Patch Fractal Dimension)	MPFD	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (class) ภูมิทัศน์ (landscape)	-
(4) การวัดการเชื่อมติดกันภายในภูมิทัศน์ (Contagion metric):	(4.1) ดัชนีการเชื่อมติดกันของพื้นที่ (Contagion index)	CONTAG	ภูมิทัศน์ (landscape)	เปอร์เซ็นต์

ประเภทของการวัดในแต่ละระดับพื้นที่นั้นสามารถวิเคราะห์ถึงองค์ประกอบและรูปแบบของโครงสร้างทางภูมิทัศน์ ซึ่งการวัดแต่ละประเภทสามารถบอกถึงลักษณะของโครงสร้างได้ 2 ส่วน คือ การวัดเนื้อที่ (Area metrics) เป็นการวัดส่วนประกอบทางภูมิทัศน์ (landscape composition) ส่วนการวัดพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Patch metrics), การวัดรูปร่างของพื้นที่ (Shape metrics), และการวัดการเชื่อมติดกันภายในพื้นที่ (Contagion metrics) เป็นตัววัดสัณฐานทางภูมิทัศน์ (landscape configuration) โดยการวัดทั้งหมดมีสูตรในการคำนวณดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(1) การวัดเนื้อที่

(1.1) เนื้อที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (AREA)

เนื้อที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการคำนวณหาขนาดของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (patch) โดยแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ประกอบกันเป็นประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (class) และองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ (landscape mosaic) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\text{AREA} = a_{ij} \left(\frac{1}{1{,}600} \right)$$

เมื่อ AREA คือ เนื้อที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ไร่)
i คือ 1, …, m หรือ m’ ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
j คือ 1, …, n ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
a_{ij} คือ เนื้อที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ij (ตารางเมตร)

(1.2) เนื้อที่ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Class Area)

เนื้อที่ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการคำนวณหาขนาดของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (patch type) โดยแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินจะประกอบกันเป็นภูมิทัศน์ มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\text{Class Area} = \sum_{j=1}^{n} \text{aij} \left(\frac{1}{1{,}600} \right)$$

เมื่อ Class Area คือ เนื้อที่ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ไร่)
i คือ 1, …, m หรือ m’ ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
j คือ 1, …, n ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
n คือ จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินภายในภูมิทัศน์ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
a_{ij} คือ เนื้อที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ij (ตารางเมตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(1.3) สัดส่วนของภูมิทัศน์ (Percentage of Landscape)

สัดส่วนของภูมิทัศน์เป็นการคำนวณหาจำนวนสัดส่วนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทที่อยู่ภายในภูมิทัศน์ หากจำนวนสัดส่วนประเภทพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินใดมีจำนวนมากกว่าอีกประเภทหนึ่ง แสดงถึง เปอร์เซ็นต์ของภูมิทัศน์ที่ถูกทำลายลงจากการถูกรบกวนโดยธรรมชาติหรือมนุษย์ โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$PLAND = \frac{\sum_{j=1}^{n} aij\ (100)}{A}$$

เมื่อ PLAND คือ สัดส่วนของภูมิทัศน์ (เปอร์เซ็นต์)

i คือ 1, …, m หรือ m' ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

n คือ จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินภายในภูมิทัศน์ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

a_{ij} คือ เนื้อที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ij (ตารางเมตร)

A คือ พื้นที่รวมของภูมิทัศน์ (ตารางเมตร)

ช่วงอยู่ระหว่าง $0 < PLAND \leq 100$

(1.4) พื้นที่รวมของภูมิทัศน์ (Total landscape Area)

พื้นที่รวมของภูมิทัศน์เป็นการคำนวณหาขนาดของภูมิทัศน์ที่เกิดจากการรวมกลุ่มของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากในการคำนวณด้วยวิธีการวัดอื่น ๆ มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$TA = A\left(\frac{1}{1,600}\right)$$

เมื่อ TA คือ พื้นที่รวมของภูมิทัศน์ (ไร่)

A คือ พื้นที่รวมของภูมิทัศน์ (ตารางเมตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(1.5) ดัชนีพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใหญ่ที่สุด (Largest Patch Index)

ดัชนีพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใหญ่ที่สุดเป็นค่าดัชนีที่แสดงถึงระดับความแตกต่าง (heterogeneity) ภายในภูมิทัศน์นั้น ๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินหนึ่งพื้นที่ (a single patch) ถ้าพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประกอบกันเป็นพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่มากกว่า 25 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดภายในภูมิทัศน์ ภูมิทัศน์ดังกล่าวมีความสำคัญต่อการอยู่รอดและความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากหากเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในภูมิทัศน์ พื้นที่ดังกล่าวสามารถส่งผลให้กระบวนการทางนิเวศน์วิทยาเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย เช่น การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ลดลงทำให้สัตว์ป่าขาดแคลนถิ่นที่อยู่และอาหาร จนต้องมีการเคลื่อนย้ายถิ่นที่อยู่เดิมไปสู่ถิ่นที่อยู่อาศัยแห่งใหม่ เพื่อการอยู่รอดและดำรงเผ่าพันธุ์อยู่ได้ (Burel and Baudry, 2003) ดัชนีพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใหญ่ที่สุด มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$LPI = \frac{\max_{j=1}^{n} (a_{ij})\ (100)}{A}$$

เมื่อ LPI คือ ดัชนีพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใหญ่ที่สุด (เปอร์เซ็นต์)

i คือ 1, …, m หรือ m’ ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

j คือ 1, …, n ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

n คือ จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินภายในภูมิทัศน์ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

max คือ ขนาดของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ใหญ่ที่สุด (ตารางเมตร)

a_{ij} คือ เนื้อที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ij (ตารางเมตร)

A คือ พื้นที่รวมของภูมิทัศน์ (ตารางเมตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) การวัดพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

(2.1) จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Number of Patches)

จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแสดงถึงจำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทที่มีอยู่ภายในภูมิทัศน์ ซึ่งมีผลกระทบต่อความหลากหลายของกระบวนการทางนิเวศน์วิทยา โดยจำนวนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่เกิดขึ้น เกิดจากการเปลี่ยนแปลงและการปรากฏของประชากรภายในภูมิทัศน์ โดยมีลักษณะความสัมพันธ์ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทและ/หรือทรัพยากรเชิงบวกและเชิงลบ เช่น ภายในภูมิทัศน์หนึ่งมีประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน 2 ประเภท คือ พื้นที่ป่าไม้กับพื้นที่เกษตรกรรม ในเชิงบวก จำนวนพื้นที่ป่าไม้มากกว่าพื้นที่เกษตรกรรม แสดงว่า ภูมิทัศน์ดังกล่าวมีผลกระทบในเชิงพื้นที่น้อย กล่าวคือ ในธรรมชาติทรัพยากรพื้นที่ป่าไม้มีความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิตและพืชพรรณ และมีสมดุลย์ทางระบบนิเวศน์วิทยาอยู่ในตัวของมันเอง แต่หากพื้นที่ป่าไม้ถูกรบกวนจากธรรมชาติและมนุษย์น้อย ทำให้ระบบนิเวศน์ภายในพื้นที่ป่าไม้สามารถฟื้นคืนกลับเข้าสู่สมดุลย์ทางธรรมชาติได้อย่างรวดเร็ว ส่วนในเชิงลบ จำนวนพื้นที่เกษตรกรรมมากกว่าพื้นที่ป่าไม้ภายในภูมิทัศน์ แสดงว่าภูมิทัศน์ดังกล่าวมีผลกระทบในเชิงพื้นที่มาก กล่าวคือ เกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ไปสู่พื้นที่เกษตรกรรมอย่างรวดเร็ว ย่อมส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์และความเปราะบางของภูมิทัศน์ นอกจากนี้จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินยังทำให้เกิดความแตกต่างเชิงพื้นที่ (spatial heterogeneity) ด้วย กล่าวคือ ยิ่งจำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทมากเท่าใดก็ทำให้มีความแตกต่างทางพื้นที่มากยิ่งขึ้น จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$NP = ni$$

เมื่อ NP คือ จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
i คือ 1, …, m หรือ m’ ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
n คือ จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินภายในภูมิทัศน์ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

$$NP = N$$

เมื่อ NP คือ จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
N คือ จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมดภายในภูมิทัศน์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2.2) ขนาดเฉลี่ยของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (Mean Patch Size)

ขนาดเฉลี่ยของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นการคำนวณหาขนาดเฉลี่ยของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทภายในภูมิทัศน์ โดยภูมิทัศน์ที่มีขนาดเฉลี่ยของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินขนาดเล็ก แสดงว่าภูมิทัศน์ดังกล่าวมีการแตกออกเป็นส่วนย่อย (fragmentation) ของพื้นที่สูง ทำให้เกิดผลกระทบภายในภูมิทัศน์ (Southworth, *et al*., 2004 อ้างใน Lasanta, *et al*. 2006) เช่น ภูมิทัศน์เมื่อถูกทำให้แยกออกเป็นพื้นที่เล็ก ๆ การจัดการในเชิงพื้นที่ทำได้ยากขึ้น ขนาดเฉลี่ยของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$\text{MPS} = \frac{\sum_{j=1}^{n} aij \left(\frac{1}{1{,}600}\right)}{\text{ni}}$$

เมื่อ MPS คือ ขนาดเฉลี่ยของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ไร่)
i คือ 1, …, m หรือ m’ ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
j คือ 1, …, n ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
n คือ จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินภายในภูมิทัศน์ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
a_{ij} คือ พื้นที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ij (ตารางเมตร)

$$\text{MPS} = \frac{\sum_{j=1}^{n} A \left(\frac{1}{1{,}600}\right)}{\text{N}}$$

เมื่อ MPS คือ ขนาดเฉลี่ยของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ไร่)
j คือ 1, …, n ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน
n คือ จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินภายในภูมิทัศน์ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
N คือ จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมดภายในภูมิทัศน์
A คือ พื้นที่รวมของภูมิทัศน์ (ตารางเมตร)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(3) การวัดรูปร่างของพื้นที่

(3.1) ดัชนีรูปร่างของพื้นที่ (Shape Index)

ดัชนีรูปร่างของพื้นที่เป็นค่าดัชนีที่ใช้สำหรับการวัดความซับซ้อนของรูปร่างพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (complexity of patch) มีพื้นฐานมาจากอัตราส่วนของเส้นรอบรูปต่อพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยในข้อมูลแบบราสเตอร์นั้นเปรียบเทียบกับรูปมาตรฐานสี่เหลี่ยมจตุรัสของจุดภาพ สาเหตุที่ต้องนำมาเปรียบเทียบกับรูปมาตรฐานสี่เหลี่ยมจตุรัส เนื่องจากข้อมูลแบบราสเตอร์เป็นข้อมูลภาพที่มาจากกริดเซลล์นั่นเอง ถ้าดัชนีรูปร่างของพื้นที่มีค่าเข้าใกล้หรือเท่ากับ 1 แสดงว่ารูปร่างของพื้นที่นั้นมีความซับซ้อนน้อย กล่าวคือมีรูปร่างเท่ากับรูปมาตรฐาน แต่ถ้ามีค่ามากกว่า 1 ขึ้นไป แสดงว่ารูปร่างของพื้นที่นั้นมีความซับซ้อนมาก ดัชนีรูปร่างของพื้นที่มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$SI = \frac{0.25\, p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}}$$

เมื่อ SHAPE คือ ดัชนีรูปร่างของพื้นที่

p_{ij} คือ เส้นรอบรูปของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ij (เมตร)

a_{ij} คือ เนื้อที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ij (ตารางเมตร)

(3.2) ดัชนีรูปร่างเฉลี่ยของพื้นที่ (Mean Shape Index)

ดัชนีรูปร่างเฉลี่ยของพื้นที่ เป็นค่าดัชนีที่ใช้สำหรับการวัดความซับซ้อนรูปร่างประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งข้อมูลจากการจำแนกรายละเอียดภาพดาวเทียมเป็นข้อมูลแบบราสเตอร์ ทำการเปรียบเทียบรูปร่างของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินกับรูปมาตรฐานสี่เหลี่ยมจตุรัสของจุดภาพ ถ้าดัชนีรูปร่างของพื้นที่มีค่าเข้าใกล้หรือเท่ากับ 1 แสดงว่ารูปร่างของพื้นที่นั้นมีความซับซ้อนน้อย กล่าวคือมีรูปร่างเท่ากับรูปมาตรฐาน แต่ถ้ามีค่ามากกว่า 1 ขึ้นไป แสดงว่ารูปร่างของพื้นที่นั้นมีความซับซ้อนมาก ดัชนีรูปร่างเฉลี่ยของพื้นที่มีสูตรในการคำนวณดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$MSI = \frac{\sum_{j=1}^{n} \left(\frac{0.25\, p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}} \right)}{ni}$$

เมื่อ MSI คือ ดัชนีรูปร่างเฉลี่ยของพื้นที่

i คือ 1, …, m หรือ m' ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

j คือ 1, …, n ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

n คือ จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินภายในภูมิทัศน์ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

p_{ij} คือ เส้นรอบรูปของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ij (เมตร)

a_{ij} คือ เนื้อที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ij (ตารางเมตร)

(3.3) มิติทางเศษส่วนของพื้นที่ (Fractal dimension)

มิติทางเศษส่วนของพื้นที่เป็นค่าที่ใช้อธิบายร่วมกับดัชนีรูปร่างของพื้นที่ (Shape index) ซึ่งบอกถึงความซับซ้อนของรูปร่างพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (complexity of patch) มิติทางเศษส่วนของพื้นที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1-2 โดยถ้าค่ามิติทางเศษส่วนของพื้นที่มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน และ/หรือทรัพยากรดังกล่าวมีรูปร่างที่ซับซ้อนน้อยเมื่อเทียบกับรูปมาตรฐานสี่เหลี่ยมจตุรัสของจุดภาพ แต่ถ้ามิติทางเศษส่วนของพื้นที่มีค่าเข้าใกล้ 2 แสดงว่า พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและ/หรือทรัพยากรดังกล่าวมีความซับซ้อนมาก ตัวอย่างเช่น พื้นที่ป่าไม้จะมีรูปร่างที่ซับซ้อนมากกว่าพื้นที่เกษตรกรรม เนื่องจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงมีรูปร่างของพื้นที่ไม่เป็นระเบียบ ในขณะที่พื้นที่เกษตรกรรมมีพื้นที่เป็นรูปเรขาคณิตซึ่งเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น พื้นที่สี่เหลี่ยม พื้นที่วงกลม เป็นต้น เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน มีสูตรในการคำนวณดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$FRACT = \frac{2 \ln (0.25) p_{ij}}{\ln a_{ij}}$$

เมื่อ FRACT คือ มิติทางเศษส่วนของพื้นที่

p_{ij} คือ เส้นรอบรูปของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ij (เมตร)

a_{ij} คือ เนื้อที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ij (ตารางเมตร)

มีช่วงอยู่ระหว่าง $1 \leq FRACT \leq 2$

(3.4) ดัชนีค่าเฉลี่ยมิติทางเศษส่วนของพื้นที่ (Mean Patch Fractal Dimension)

ดัชนีค่าเฉลี่ยมิติทางเศษส่วนของพื้นที่เป็นดัชนีที่แสดงถึงความซับซ้อนของรูปร่างโดยเฉลี่ยของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและภูมิทัศน์ ดัชนีค่าเฉลี่ยมิติทางเศษส่วนของพื้นที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1-2 โดยถ้าค่ามิติทางเศษส่วนของพื้นที่มีค่าเข้าใกล้หรือเท่ากับ 1 แสดงว่า พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน และ/หรือทรัพยากรดังกล่าวมีรูปร่างที่ซับซ้อนน้อยเมื่อเทียบกับรูปมาตรฐานสี่เหลี่ยมจตุรัสของจุดภาพ แต่ถ้ามิติทางเศษส่วนของพื้นที่มีค่าเข้าใกล้หรือเท่ากับ 2 แสดงว่า พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินและ/หรือทรัพยากรดังกล่าวมีความซับซ้อนมาก มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$MPFD = \frac{\sum_{j=1}^{n} \left[\frac{2 \ln (0.25\, p_{ij})}{\ln a_{ij}} \right]}{ni}$$

เมื่อ MPFD คือ ดัชนีค่าเฉลี่ยมิติทางเศษส่วนของพื้นที่

i คือ 1, …, m หรือ m' ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

j คือ 1, …, n ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

n คือ จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินภายในภูมิทัศน์ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

p_{ij} คือ เส้นรอบรูปของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ij (เมตร)

a_{ij} คือ เนื้อที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ij (ตารางเมตร)

มีช่วงอยู่ระหว่าง $1 \leq MPFD \leq 2$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$MPFD = \frac{\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} \left[\frac{2 \ln (0.25\, p_{ij})}{\ln a_{ij}} \right]}{N}$$

เมื่อ MPFD คือ ดัชนีค่าเฉลี่ยมิติทางเศษส่วนของพื้นที่

i คือ 1, …, m หรือ m' ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

j คือ 1, …, n ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

p_{ij} คือ เส้นรอบรูปของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ij (เมตร)

a_{ij} คือ เนื้อที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ij (ตารางเมตร)

N คือ จำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมดภายในภูมิทัศน์

มีช่วงอยู่ระหว่าง $1 \leq MPFD \leq 2$

(4) การวัดการเชื่อมติดกันภายในพื้นที่

(4.1) ดัชนีการเชื่อมติดกันของพื้นที่ (Contagion index)

ดัชนีการเชื่อมติดกันของพื้นที่เป็นดัชนีที่ใช้ในการวัดการเชื่อมติดกันและวัดการวางตัวในเชิงพื้นที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน มีพื้นฐานมาจากเซลล์ที่วางชิดกัน (adjacency) ภายในภูมิทัศน์ โดยดัชนีการเชื่อมติดกันของพื้นที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0-100 ถ้าดัชนีการเชื่อมติดกันของพื้นที่มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่า การเชื่อมติดกันหรือการรวมกลุ่มของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมือนกันมีน้อย หมายถึงพื้นที่ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินมีการกระจายตัวมากภายในภูมิทัศน์ ถ้าดัชนีการเชื่อมติดกันของพื้นที่มีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่า การเชื่อมติดกันหรือการรวมกลุ่มของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมือนกันมีมาก หมายถึงพื้นที่ของแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินมีการกระจายตัวน้อยภายในภูมิทัศน์ ดัชนีการเชื่อมติดกันของพื้นที่มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$\text{CONTAG} = \left[1 + \frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{m}\left[(P_i)\left(\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^{m} g_{ik}}\right)\right] \circ \left[\ln(P_i)\left(\frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^{m} g_{ik}}\right)\right]}{2\ln(m)}\right](100)$$

เมื่อ CONTAG คือ ดัชนีการเชื่อมติดกันของพื้นที่

i คือ 1, …, m หรือ m' ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

k คือ 1, …, m หรือ m' ของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

m คือ จำนวนประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินภายในภูมิทัศน์ มีขอบเขตของภูมิทัศน์ (landscape border) อยู่ด้วย

g_{ik} คือ จำนวนการเชื่อมติดกัน (adjacency) ระหว่างพิกเซลของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน i และ k

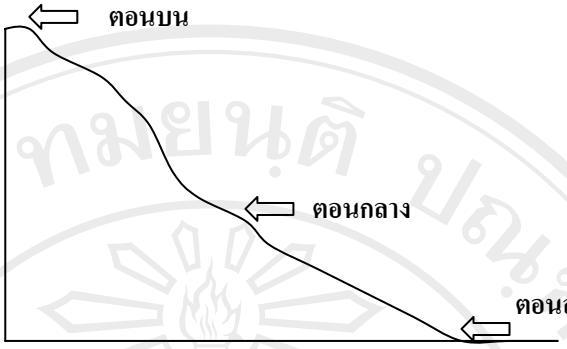
มีช่วงอยู่ระหว่าง $0 < \text{CONTAG} \leq 100$

3.2.4 การศึกษาลักษณะและคุณสมบัติของดิน

(1) การเก็บตัวอย่างดิน

สุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ทำการเกษตรจากแปลงเพาะปลูกกะหล่ำปลี และในไร่ร้างจำนวน 12 แปลง โดยเก็บตัวอย่างดินตั้งแต่ก่อนการเพาะปลูกพืช ระหว่างเพาะปลูกพืช หลังการเก็บเกี่ยวผลผลิต รวมทั้งในไร่ร้าง ตัวอย่างละ 3 แปลง เนื่องจากพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ภูเขาสูงจึงเก็บตัวอย่างดินตามความแตกต่างของสภาพภูมิประเทศ คือ ตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างของความลาดชัน เพื่อให้ครอบคลุมช่วงความผันแปรในเชิงพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะดินในแต่ละพื้นที่ (ภาพที่ 3.8) โดยใช้เครื่องมือวัดความลาดชันแบ่งระดับความลาดชันและเก็บตัวอย่างดินระดับละ 5 จุด ภายในแต่ละแปลงรวม 15 จุด ในแต่ละจุดใช้สว่านเจาะดินเก็บตัวอย่างดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร นอกจากนี้ สุ่มเก็บตัวอย่างดินที่ไม่ถูกรบกวนจากพื้นที่ป่าดิบเขาบริเวณใกล้เคียงกับพื้นที่เพาะปลูกอีกจำนวน 3 แปลงเพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบความอุดมสมบูรณ์ของดินระหว่างแปลงเพาะปลูกกะหล่ำปลีรวมถึงไร่ที่ทิ้งร้างจากการปลูกพืชกับพื้นที่ป่าไม้ในบริเวณเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษาผลกระทบของการเกษตรกรรมแบบเข้มข้นที่ปลูกกะหล่ำปลีที่มีต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินที่เคยเป็นพื้นที่ป่าไม้ดั้งเดิม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 3.8 ภาพตัดขวางภูมิประเทศในการเก็บตัวอย่างดินตามความลาดชันที่เปลี่ยนไป

(2) วิเคราะห์คุณสมบัติของดิน

เพื่อประเมินผลกระทบของลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินและกิจกรรมทางการเกษตรแบบเข้มข้นบนพื้นที่สูงที่มีต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินของพื้นที่ทำการเกษตร บริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาด โดยวิเคราะห์คุณสมบัติของดิน 2 ประเภท ดังนี้ คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ เนื้อดิน (soil texture) และคุณสมบัติทางเคมีของดินได้แก่ อินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter: OM), ปฏิกิริยาของดิน (pH), ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Cation Exchange Capacity: CEC), ไนโตรเจนรวม (Total Nitrogen), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P) และโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K)

3.2.5 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินจากค่าวิเคราะห์นั้น ได้ทำการปรับปรุงหลักเกณฑ์การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินจากกรมพัฒนาที่ดิน กองสำรวจและจำแนกดิน (2542) จากเดิมที่มีคุณสมบัติทางเคมีของดิน 5 ประการ ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter: OM), ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Cation Exchange Capacity: CEC), เปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่าง (Percent Base Saturation: %BS), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P), และ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) ซึ่งผู้ศึกษาไม่ได้นำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างมาใช้ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน แต่ได้ทำการวิเคราะห์ไนโตรเจนรวม (Total Nitrogen) จากกองวางแผนการใช้ที่ดิน (2535) แทน เนื่องจาก ต้องการศึกษาถึงปริมาณของธาตุอาหารหลักของพืชทั้ง 3 ธาตุ ได้แก่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ที่แตกต่างกันในแต่ละประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งมีหลักเกณฑ์การวิเคราะห์ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ระดับธาตุอาหารที่ใช้ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ระดับของธาตุอาหาร	OM %	CEC cmol kg^{-1}	Total Nitrogen %	available P (mg kg^{-1})	available K (mg kg^{-1})
ต่ำ	<1.5 (1)	<10 (1)	<0.2 (1)	<10 (1)	<60 (1)
ปานกลาง	1.5-3.5 (2)	10-20 (2)	0.2-0.5 (2)	10-25 (2)	60-90 (2)
สูง	>3.5 (3)	>20 (3)	>0.5 (3)	>25 (3)	>90 (3)

หมายเหตุ ระดับของธาตุอาหารต่ำให้ 1 คะแนน
ระดับของธาตุอาหารปานกลางให้ 2 คะแนน
ระดับของธาตุอาหารสูงให้ 3 คะแนน

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินได้จากการรวมคะแนนของระดับธาตุอาหารที่อยู่ในดิน ระดับธาตุอาหารในดินต่ำ ปานกลาง หรือสูงโดยให้คะแนน 1, 2 และ 3 คะแนน ตามลำดับและเมื่อรวมคะแนนจากคุณสมบัติของดิน 5 ประการ อยู่ระหว่าง 3 ช่วง คือ 5-7, 8-12 และ 13-15 คะแนน หมายความว่า ดินนั้นมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ, ปานกลาง และสูง ตามลำดับของช่วงคะแนนที่ได้รับ

3.3 ข้อมูลและเครื่องมืออุปกรณ์การศึกษา

3.3.1 ข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

(1) ข้อมูลปฐมภูมิ ได้จากการเก็บรวบรวมจากภาคสนามโดยตรง และจากการสัมภาษณ์ผู้นำชุมชนและเกษตรกรม้ง บ้านม้งไมโครเวฟ โดยใช้แบบสอบถาม ข้อมูลที่รวบรวมได้ประกอบไปด้วย ข้อมูลด้านกายภาพ ได้แก่ สภาพการใช้ที่ดินปัจจุบัน ทำเลที่ตั้ง การตั้งถิ่นฐาน ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม ข้อมูลตัวอย่างดินในแปลงเพาะปลูกกะหล่ำปลี, ไร่ร้าง และพื้นที่ป่าดิบเขา

(2) ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่รวบรวมได้จากการตรวจเอกสาร ค้นคว้าหลักฐานและสิ่งตีพิมพ์ที่ศึกษาและวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่สะมาดไว้ก่อนหน้านี้แล้ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตลอดจนข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ เพื่อนำเข้าและวิเคราะห์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลด้านกายภาพ ได้แก่ ระดับความสูง พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำของพื้นที่ศึกษา ความลาดชัน เป็นต้น

- ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม SPOT5 ระบบ High-Resolution-Visible (HRV) แบบหลายช่วงคลื่น (Multi- spectral) ขนาดรายละเอียดข้อมูล (resolution) 10 เมตร จำนวน 4 ช่วงคลื่น (bands) บันทึกข้อมูลภาพเมื่อ วันที่ 26 มีนาคม พ.ศ. 2549

- แผนที่ภูมิประเทศ L7017 มาตราส่วน 1: 50,000 ระวางที่ 4647 III ของกรมแผนที่ทหาร ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งหมดและพื้นที่บริเวณใกล้เคียง

3.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

(1) ชุดอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

- โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลจากระยะไกล ERMapper 6.4 เพื่อใช้จัดการวิเคราะห์และจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียม

- โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) ArcView 3.3 เพื่อใช้พัฒนาและจัดการฐานข้อมูลเชิงพื้นที่

- โปรแกรมทางภูมินิเวศวิทยา Fragstats v3.3 เพื่อใช้วิเคราะห์โครงสร้างทางภูมิทัศน์ในเชิงปริมาณ

(2) เครื่องมือรับสัญญาณพิกัดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (GPS) จำนวน 1 ชุด

(3) เครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ สว่านเจาะดิน (auqer) มีด ไม้บรรทัด เครื่องวัดความลาดชัน ถุงเก็บตัวอย่างดิน และป้ายติดตัวอย่างดิน

(4) แบบสอบถามผู้นำชุมชนและเกษตรกรบ้านม้งไมโครเวฟสำหรับเก็บข้อมูลพื้นฐานของครัวเรือนเกษตรกร ข้อมูลเศรษฐกิจและสังคม ข้อมูลรูปแบบการใช้ที่ดินและระบบการเพาะปลูกพืช (ภาคผนวก ข)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved