บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 การทำไร่เลื่อนลอยและผลกระทบ

ไร่เลื่อนลอย (shifting cultivation) หมายถึง การเกษตรในรูปแบบที่มีการ ตัด โค่นเผาต้นไม้ในป่าปฐมภูมิ (primary forest) แล้วทำการเพาะปลูกในพื้นที่อยู่ชั่วระยะเวลาหนึ่งตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไปหรือทำการเกษตรซ้ำพื้นที่เดิมจนดินที่ใช้ปลูกพืชเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ อันเนื่องมาจากการพังทลายของดินหรือจากการใช้ประโยชน์ของพืชเอง และมีปัญหาเกี่ยวกับวัชพืช โรค และแมลงศัตรูพืช ทำให้ผลผลิตต่อพื้นที่ลดลง ไม่คุ้มกับการลงทุน จึงเลิกใช้พื้นที่นั้นแล้วทำการตัดฟันต้นไม้ในป่าปฐมภูมิแห่งใหม่ที่มีความเหมาะสมกับการปลูกพืชแต่ละชนิด โดยกลุ่มชาวเขาที่ประกอบการเกษตรตามจารีตประเพณีลักษณะนี้ คือ ชาวเขาที่ปลูกฝิ่น ได้แก่ ม้ง, เย้า, อีก้อ, ลีซอ และมูเซอ (จันทบูรณ์, 2539)

ในอดีต การทำไร่เลื่อนลอย (shifting cultivation) เป็นการทำการเกษตรแบบชั่วคราวโดยถางพื้นที่แล้วปลูกพืชในช่วงระยะเวลา 2-3 ปี แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้รกร้างว่างเปล่า ไปหาพื้นที่ใหม่เพื่อปลูกพืชต่อไป Kunstadter and Chapman (1984; อ้างโดย วิโรจ, 2532) ได้จำแนกพื้นที่การทำการเกษตรแบบไร่เลื่อนลอยในภาคเหนือของประเทศไทยที่กระทำโดยชาวไทยภูเขาออกเป็น 4 ประเภท คือ

(1) ทำการแผ้วถางบุกเบิกป่า แล้วใช้พื้นที่ในการเกษตรในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ประมาณ 1-2 ปี แล้วปล่อยให้ดินและผืนป่าฟื้นสภาพในระยะเวลาสั้น ๆ (2-3 ปี) แล้วจึงหวนกลับมาแผ้วถางใหม่ ในการทำเกษตรกรรมในรูปแบบนี้จะทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อย ๆ ลดลง เนื่องจากระยะพักดินไม่พอเพียง ซึ่งลักษณะแบบนี้เรียกโดยทั่วไปว่า Short cultivation - short fallow

(2) ใช้พื้นที่ทำการเกษตรในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ (ประมาณ 1-2 ปี) แล้วปล่อยให้ดินและผืนป่าฟื้นสภาพในระยะเวลานาน (5-7 ปี) แล้วจึงหวนกลับมาแผ้วถางบุกเบิกใหม่ การทำเกษตรกรรมรูปแบบนี้มีเสถียรภาพ เนื่องจากระยะพักดินยาวพอเพียง เรียกลักษณะแบบนี้ว่า Short cultivation - long fallow

(3) ใช้พื้นที่ทำการเกษตรในระยะเวลานาน (5-6 ปี) แล้วปล่อยให้ดินและผืนป่าฟื้นสภาพในระยะเวลานานเช่นกัน ประมาณ 20-30 ปี แล้วกลับมาแผ้วถางบุกเบิกใหม่หรือไม่เช่นนั้นก็ละทิ้งไปเลย การทำเกษตรรูปแบบนี้ทำให้ดินเสื่อมสภาพในระยะยาว หญ้าเข้ามาทดแทนป่าไม้ ลักษณะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เช่นนี้เรียกว่า Long cultivation - very long fallow

(4) ใช้พื้นที่ทำการเกษตรแบบถาวร เป็นการแผ้วถางบุกเบิกพื้นที่ป่าแล้วปลูกไม้ยืนต้น เช่น ปลูกชา ควบคู่กับการแผ้วถางพื้นที่ระหว่างแถวไม้ยืนต้นเพื่อปลูกพืชบางชนิด เช่น ข้าวไร่ ในวงจรและระยะเวลาต่าง ๆ กัน สำหรับความอุดมสมบูรณ์ของดินภายใต้การปลูกนั้นขึ้นอยู่กับวัฏจักรของการพักดินว่ามีระยะยาวนานเท่าใด ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า Permanent - field tree crops

ในการทำไร่เลื่อนลอยมักเริ่มต้นที่การถางและเผา (slash and burn) เพื่อการเตรียมพื้นที่ปราศจากวัชพืช เหมาะสมกับการปลูกพืชไร่ชนิดต่าง ๆ ต่อไป ขณะไฟไหม้พื้นที่ป่าไม้จะเกิดเถ้าถ่านเกิดขึ้นอย่างมาก และเกิดมีธาตุอาหารบางส่วนเพิ่มขึ้นและบางส่วนเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งอาจเปรียบเสมือนการเติมปุ๋ยให้กับดินได้อย่างรวดเร็วแต่จะเป็นเพียงระยะเวลาสั้น ๆ ตัวอย่างเช่น การศึกษาของ วิโรจ (2532) อธิบายว่า เมื่อต้นไม้ในป่าถูกเผาด้วยอุณหภูมิที่สูง เถ้าถ่านที่เกิดขึ้นรวมกับชิ้นส่วนของพืชที่ยังเป็นถ่านอยู่หรือที่ยังเผาไหม้ไม่หมดจะมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ย 4 ตันต่อเฮกตาร์ โดยมีองค์ประกอบของธาตุอาหารพืชอยู่คือ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P_2O_5) และ โพแทสเซียม (K_2O) ประมาณ 70, 14 และ 45 กก.ต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และมีปูนโดโลไมต์ ประมาณ 240 กก.ต่อเฮกตาร์ ที่เหลือจะเป็นพวกธาตุเหล็ก สังกะสี ทองแดง แมงกานีส โซเดียม และอื่น ๆ อย่างไรก็ตามองค์ประกอบและปริมาณของธาตุอาหารที่หลงเหลืออยู่ในเถ้าที่ได้จากการเผาป่านี้จะแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดป่า อายุของป่าไม้ และการเผาป่า นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิดดินในพื้นที่ป่านั้น ๆ ไฟป่ายังส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติทางเคมีของดิน คือ จะทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินลดลงโดยเฉพาะบริเวณผิวดิน ปริมาณอินทรียวัตถุที่สูญเสียไปขึ้นอยู่กับความรุนแรงของไฟและความชื้นของเชื้อเพลิง ซึ่งความร้อนของไฟจะเร่งกระบวนการแปรรูปจากสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจน (mineralization) ของอินทรียวัตถุ (Viro, 1974 อ้างในเสวียน, 2538)

ได้มีการศึกษาถึงผลกระทบจากการทำไร่เลื่อนลอยบนพื้นที่สูงที่มีต่อสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางเคมีของดินให้ลดน้อยลงในบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งผลของการทำการเกษตรในรูปแบบนี้ต่อการเปลี่ยนแปลงของดินขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการพื้นที่ดังรายงานของ Funakawa, *et al*. (1997) ซึ่งได้มีการศึกษาถึงความแตกต่างของปริมาณอินทรียวัตถุ ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน ในพื้นที่ป่าไม้ที่ไม่เคยมีการใช้ประโยชน์และพื้นที่ซึ่งมีการทำไร่เลื่อนลอยในระบบของชาวเขาเผ่าม้งและคนไทยที่หมู่บ้านรักแผ่นดิน ซึ่งมีการปลูกพืชชนิดต่าง ๆ รวมทั้งข้าวไร่อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2-5 ปี และปล่อยทิ้งพื้นที่ 3-5 ปี ผลจากการศึกษา พบว่าอินทรียวัตถุมีแนวโน้มลดลงถ้ามีการใช้พื้นที่อย่างต่อเนื่อง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรียวัตถุที่เกิดจากการสลายตัวในหน้าดินกับปริมาณอินทรียวัตถุที่สะสมอยู่ในชั้นดินในช่วงความลึก 0-50

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เซนติเมตร พบว่าในหน้าดินที่มีการปลูกพืชปริมาณอินทรียวัตถุที่สลายตัวในหนึ่งปีมีปริมาณ 10% ของอินทรียวัตถุที่สะสมช่วงชั้นความลึก 50 เซนติเมตร เนื่องจากพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกชิ้นส่วนที่ร่วงหล่นทับถมอยู่หน้าดินมีปริมาณน้อย ดังนั้นการเพาะปลูกพืชแบบต่อเนื่องจึงมีผลทำให้อินทรียวัตถุลดลงอย่างรวดเร็ว

สมคิด (2526) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากการทำไร่เลื่อนลอย พบว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่ทางการเกษตรทำให้เกิดปริมาณตะกอน ประมาณ 7.54 ตัน/เฮกตาร์-ปี ก่อให้เกิดผลกระทบต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน ส่วนในพื้นที่ป่าปลูกผสมกับป่าธรรมชาติจะเกิดตะกอนเพียง 0.05 ตัน/เฮกตาร์-ปี จากตัวเลขนั้นชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ป่าสามารถป้องกันการสูญเสียหน้าดินอันอุดมสมบูรณ์เอาไว้ได้ นอกจากนี้ สุพัตรา (2545) ยังได้ทำการศึกษาถึงสมบัติทางเคมีของดินภายใต้สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่าง ๆ ณ ดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ในพื้นที่ปล่อยทิ้งร้างภายใต้ระบบการทำไร่เลื่อนลอยนั้น ปริมาณอินทรียวัตถุและความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินขึ้นกับระยะเวลาในการปล่อยพื้นที่ให้รกร้างและวิธีการจัดการพื้นที่ ปริมาณของวัชพืชและชิ้นส่วนพืชที่ร่วงหล่นอยู่ในพื้นที่ปล่อยทิ้งร้างจะมีความสัมพันธ์กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

2.2 การทำเกษตรกรรมแบบเข้มข้นบนพื้นที่สูงและผลกระทบ

การเกษตรกรรมแบบเข้มข้น (intensive agriculture) หมายถึง การเกษตรกรรมที่ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ ใช้พันธุ์พืชที่ให้ผลผลิตสูง มีการใช้ปุ๋ยและสารเคมีอย่างเข้มข้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิตทางการเกษตรให้มากขึ้น ตลอดจนมีการใช้เครื่องจักรกลแทนแรงงานสัตว์ บางครั้งเรียกว่าการเกษตรแผนใหม่ (new agriculture) หรือ การเกษตรเคมี (chemical agriculture) (ณรงค์ และคณะ, 2538 อ้างใน สายัณ, 2547)

การเกษตรแบบเข้มข้นเป็นผลสืบเนื่องมาจากการปฏิวัติเขียวในราว ค.ศ. 1960 โดยใช้ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสินค้าเกษตร ซึ่งการปฏิวัติเขียวนี้ได้กลายเป็นนโยบายและแนวทางหลักของการพัฒนาประเทศส่วนใหญ่ในโลก นโยบายส่งเสริมการทำการเกษตร รวมถึงเทคนิคการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ได้ถูกกำหนดให้ใช้แนวทางเดียวกันจนกลายเป็นแนวทางหลักของทุกประเทศ เนื่องจากแนวคิดในเรื่องของผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่เน้นความสามารถในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรเป็นจำนวนมากมีผลตอบแทนสูงกับผู้ผลิตได้กลายเป็นแนวทางหลักในการเลือกรูปแบบการผลิตทางการเกษตร (อานัฐ, 2549) การปฏิวัติเขียวได้เข้ามาในประเทศไทยสมัยหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 และเข้าไปยังพื้นที่สูงใน ปี ค.ศ. 1970 เป็นต้นมา เนื่องมาจากรัฐบาลไทยได้มีนโยบายที่จะพัฒนาชุมชนบนพื้นที่สูงให้เลิกปลูกฝิ่นและสนับสนุนการปลูกพืชเศรษฐกิจอื่นทดแทน ตลอดจนห้ามไม่ให้บุกรุกพื้นที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ป่าไม้เพิ่มเพื่อทำไร่เลื่อนลอยอีก โดยขณะนั้นได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานระหว่างประเทศเข้ามาช่วยเหลือ พื้นที่แรกที่มีการวางแผนได้เริ่มต้นขึ้นในปี ค.ศ. 1983 ด้วยความช่วยเหลือจากกองทุนสหประชาชาติเพื่อควบคุมยาเสพติด (United Nations Fund for Drug Abuse Control: UNFDAC) หลังจากนั้นชุมชนบนพื้นที่สูงได้เปลี่ยนแปลงและพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว อันเนื่องมาจากมีการตั้งถิ่นฐานที่ถาวร ประชากรชาวเขาได้รับเทคโนโลยีสมัยใหม่มีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เกิดขึ้นอย่างมากมาย เช่น ถนน ไฟฟ้า โรงเรียน การสาธารณสุข เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เป็นต้น ตลอดจนได้รับความรู้และเทคโนโลยีทางการเกษตรในการปลูกพืชเศรษฐกิจทดแทนการปลูกฝิ่นมากขึ้น พืชเศรษฐกิจที่นิยมปลูก ได้แก่ กะหล่ำปลี มะเขือเทศ มันฝรั่ง แตงกวา และดอกไม้เมืองหนาว เนื่องจากสภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศนั้นเอื้ออำนวยต่อการเพาะปลูกพืชเหล่านี้ เป็นผลให้นำไปสู่การทำเกษตรแบบเข้มข้นที่เน้นผลตอบแทนทางเศรษฐกิจมากกว่าการทำเกษตรแบบยังชีพในปัจจุบัน (Brookfield, *et al*., no date) ดังนั้นการใช้ที่ดินแบบถาวรบนที่สูงมักปลูกพืชที่ให้ผลตอบแทนเชิงเศรษฐกิจเป็นหลัก การปลูกพืชแบบต่อเนื่องทำให้ที่ดินเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้จากสภาพทางกายภาพของพื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะลาดชัน ทำให้เกิดการชะล้างหน้าดินในพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกร ปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน ได้ถูกนำมาพิจารณามากขึ้นจากหน่วยงานต่าง ๆ ของรัฐและองค์กรพัฒนาเอกชน (จันทบูรณ์, 2539)

ในปัจจุบันเนื่องจากนโยบายของรัฐในการจำกัดพื้นที่ทำกินและการห้ามปลูกฝิ่น ตลอดจนความกดดันด้านจำนวนประชากรชาวเขาซึ่งมีอัตราสูง ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดินในลักษณะที่ถาวรขึ้น การเกษตรกรรมแบบไร่เลื่อนลอยมีการย้ายที่เพาะปลูกหรือรอบหมุนเวียนที่สั้นลงและน้อยลง เป็นผลให้การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรบนพื้นที่สูงเปลี่ยนมาเป็นรูปแบบการเกษตรกรรมแบบเข้มข้น ส่วนใหญ่เน้นการปลูกพืชแบบเชิงเดี่ยวที่ต้องการผลผลิตและรายได้จำนวนมาก (แพร่พรรณ, 2547) ซึ่งการเกษตรกรรมแบบเข้มข้นนั้นมีผลกระทบในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1 ผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ

Mutson, *et al*. (1997) ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของการเกษตรกรรมแบบเข้มข้นและระบบนิเวศ พบว่า กิจกรรมที่เกิดขึ้นจากการทำเกษตรแบบเข้มข้นได้เปลี่ยนแปลงระบบนิเวศดั้งเดิมให้เสื่อมโทรมลงในระยะยาว โดยเฉพาะส่งผลกระทบทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพอันเนื่องมาจากการลดลงของชนิดพันธุ์พืชโดยที่เกษตรกรเลือกปลูกพืชเพียงชนิดเดียวเพื่อการค้าจนนำไปสู่การปลูกพืชเชิงเดี่ยว (monoculture) ซึ่งความหลากหลายของพันธุ์พืช (crop diversity) นั้นมีอิทธิพลต่อส่วนประกอบและความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิตในท้องถิ่น เช่น ความซับซ้อนของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แมลงศัตรูพืช (pest complex) ทำให้แมลงศัตรูพืชเพิ่มจำนวนมากขึ้น เนื่องจากขาดความหลากหลายทางชีวภาพของพันธุ์พืช ทำให้ต้องมีการนำเข้าสารเคมีปราบศัตรูพืชเพิ่มขึ้น

2.2.2 ผลกระทบต่อคุณสมบัติของดิน

อนิศรา (2544) ได้ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่มีต่อทรัพยากรดินและน้ำในลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา พบว่า การบุกรุกป่าไม้เพื่อทำสวนยางพาราบนพื้นที่สูงมีผลกระทบต่อดิน คือ เนื้อดินเปลี่ยนสภาพเป็นดินทราย นอกจากนี้ธาตุอาหารหลักต่าง ๆ ทั้งไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Cation Exchange Capacity: CEC) ในดินลดน้อยลง มีการชะล้างหน้าดิน ตะกอนดินไหลลงสู่ลำคลองทำให้น้ำขุ่น นอกจากนี้สุพัตรา (2545) ซึ่งทำการศึกษาสมบัติทางเคมีของดินภายใต้สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่าง ๆ ณ ดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ดินจากพื้นที่การเกษตรที่มีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งได้แก่ พื้นที่ปลูกไม้ดอก พืชผัก ไม้ผล และนาข้าว มีปริมาณปริมาณการแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าของอะลูมินัมมากที่สุด มีอินทรียวัตถุน้อยกว่า (4-10 %) และมีปริมาณการแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าของแมกนีเซียมและโพแทสเซียม ตลอดจนฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชมากกว่าดินจากพื้นที่ป่าไม้ และพบว่าพื้นที่ซึ่งปลูกพืชที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีมาก มีปริมาณของธาตุอาหารพืชเหล่านี้ในระดับสูงมาก การเปลี่ยนแปลงสังคมภายในดินเกิดจากการเกษตรเช่น การไถพรวนดิน ซึ่งทำให้สมบัติทางกายภาพของหน้าดินเปลี่ยนแปลงไปอินทรียวัตถุลดลงเนื่องจากไม่มีเศษซากพืชซากสัตว์ปกคลุมดิน ส่งผลให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์และต้องหันมาพึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น (Mutson, *et al*., 1997)

2.2.3 ผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรผู้ใช้และผู้บริโภค

การทำเกษตรแบบเข้มข้นนั้นมีการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชจำนวนมาก โดยสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชทุกชนิดถือว่าเป็นสารพิษหรือวัตถุมีพิษที่มีอันตรายสูง สารเคมีเหล่านี้จะเกิดอันตรายขึ้นมาทันทีเมื่อมีการนำมาใช้อย่างผิดวิธี โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารเคมีประเภทที่สลายตัวได้ยาก มีความคงทน และสะสมไว้ในสภาพแวดล้อม ซึ่งในสภาพดังกล่าวสารเคมีอาจแทรกซึมเข้าไปปะปนอยู่กับน้ำใต้ดิน หรือถูกพัดพาชะล้างเหนือดิน แล้วไปสะสมในแหล่งน้ำ ปัญหาอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นคือ การใช้อย่างไม่ถูกวิธี อุบัติเหตุต่าง ๆ เกี่ยวกับยา ละอองยา หรือละอองสารเคมี และรวมไปถึงการกำจัดทำลายภาชนะบรรจุสารเคมีเศษสารเคมีเหลือใช้อย่างไม่ถูกวิธีด้วย (บรรพต, 2524) ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนทำให้เกิดอันตรายในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ปัญหาด้านพิษภัยของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อมนุษย์โดยตรง ซึ่งเกษตรกรผู้ใช้มีโอกาสเสี่ยงสูงที่สุดที่จะได้รับสารพิษโดยตรงจากสารเคมีที่ใช้นั้น โดยสารพิษจะเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ทางผิวหนังหรือการสัมผัส การหายใจหรือการสูดดมเข้าไป และทางปาก โดยการกินหรือปนเปื้อนมากับอาหารและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำดื่ม (นวลศรี, 2534) จากการตรวจพบสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทย พบว่า ผลผลิตมีสารพิษตกค้างอยู่สูงจนในผลผลิตบางชนิดไม่ผ่านมาตรฐานมีผลกระทบต่อการส่งออกสินค้าเกษตรของไทย นอกจากนี้การที่คนไทยบริโภคผลผลิตที่มีสารพิษตกค้างอยู่ทำให้มีการสะสมสารพิษในร่างกายเป็นเวลานาน และเกิดการเจ็บป่วย เช่น โรคภูมิแพ้ โรคเครียด โรคมะเร็ง ฯลฯ โดยเฉพาะโรคมะเร็ง ซึ่งจะเห็นได้จากสถิติคนไทยที่ป่วยเป็นโรคมะเร็งมีจำนวนมากขึ้นทุกปี (อานัฐ, 2549)

2.3 การศึกษาโครงสร้างทางภูมิทัศน์ที่มีผลกระทบต่อทรัพยากรในเชิงพื้นที่

การศึกษาโครงสร้างทางภูมิทัศน์จัดเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาภูมินิเวศวิทยา (landscape ecology) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสาขาวิชานิเวศวิทยา (ecology) เป็นการศึกษาถึงโครงสร้างทางภูมิทัศน์ที่มีผลต่อความอุดมสมบูรณ์และการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิต (Wiens and Moss, 2005) ภูมินิเวศวิทยาได้เน้นในเรื่องของการหาปริมาณและลักษณะรูปแบบเชิงพื้นที่ของสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับลักษณะรูปแบบและกระบวนการในระดับภูมิทัศน์ (Turner, 1981 อ้างใน Chust, *et al*., 2004) ซึ่งในการมองความแตกต่างของภูมิทัศน์นั้นสามารถมองได้ทั้งสองมิติ คือ มิติเชิงพื้นที่และเชิงเวลา (spatial and temporal dimension)

2.3.1 องค์ความรู้ด้านโครงสร้างทางภูมิทัศน์ที่เกี่ยวข้อง

กรอบในการศึกษาภูมินิเวศวิทยามีองค์ประกอบหลัก 3 องค์ประกอบ (Forman and Godron, 1986 อ้างใน McGarigal and Marks, 1995) ดังนี้ (1) โครงสร้าง (structure) หมายถึง ลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นองค์ประกอบของภูมิทัศน์ โดยเป็นผลจากปัจจัยต่าง ๆ หรือ ปฏิสัมพันธ์และกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับ ขนาด, รูปร่าง, จำนวน, ชนิด, และ องค์ประกอบของระบบนิเวศน์ (2) บทบาท (function) หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ และปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ของระบบนิเวศน์ที่เกิดขึ้นภายในภูมิทัศน์ และประกอบเป็นรูปแบบทางปฏิสัมพันธ์หรือกระบวนการที่เป็นคุณลักษณะของภูมิทัศน์ เช่น การถ่ายทอดห่วงโซ่อาหาร การแลกเปลี่ยนหรือถ่ายทอดพลังงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การหมุนเวียนธาตุอาหารในดิน การเคลื่อนย้ายของประชากร เป็นต้น (3) การเปลี่ยนแปลง (change) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงในช่วงของเวลาทั้งระยะสั้นและระยะยาวของระบบนิเวศ รวมไปถึงวิวัฒนาการของระบบนิเวศ ซึ่งเป็นผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบและโครงสร้างทางภูมิทัศน์ อันมีผลมาจากปัจจัยต่าง ๆ หรือปฏิสัมพันธ์และกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในภูมิทัศน์ เช่น การเปลี่ยนแปลงการใช้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประโยชน์ที่ดิน จากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม การเปลี่ยนแปลงปริมาณและความหนาแน่นของที่อยู่อาศัยของประชากร เป็นต้น

โครงสร้างทางภูมิทัศน์ (landscape structure) หมายถึง ลักษณะทางกายภาพต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นองค์ประกอบของระบบนิเวศและแบบแผนทางกายภาพที่ปรากฏในภูมิทัศน์ ซึ่งอาจจะเป็นผลมาจากปัจจัยต่าง ๆ ของระบบนิเวศหรือภูมิทัศน์ หรือปฏิสัมพันธ์และกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น รูปแบบและลักษณะภูมิสัณฐานเมือง รูปแบบและการกระจายตัวของประชากร สิ่งมีชีวิต พืชพรรณ เป็นต้น (ดนัย, 2548) Forman and Godron, 1986 อ้างใน Burel and Baudry, 2003 ได้แบ่งประเภทองค์ประกอบย่อยของภูมิทัศน์ (landscape elements) ดังนี้

(1) Patch คือ พื้นที่หนึ่ง ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นภูมิทัศน์ซึ่งอาจมีประเภทการใช้ที่ดินแตกต่างหรือคล้ายคลึงอยู่รวมกัน หรือเรียกว่าพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน มีคุณลักษณะเชิงพื้นที่ ได้แก่ ขนาด (size), รูปร่าง (shape) และที่ตั้งหรือทิศทาง (location or orientation) ตลอดจนมีความสัมพันธ์กับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น ๆ ภายในภูมิทัศน์ เช่น ระยะทางระหว่างพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน การเชื่อมติดกันของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น ซึ่ง พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินสามารถถูกรบกวนได้จากธรรมชาติและมนุษย์ พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นหน่วยพื้นฐานของภูมิทัศน์ที่เปลี่ยนแปลงได้และผันผวนไม่แน่นอน พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินหลาย ๆ พื้นที่รวมตัวกันเป็นองค์ประกอบทางภูมิทัศน์ เรียกว่า landscape mosaic

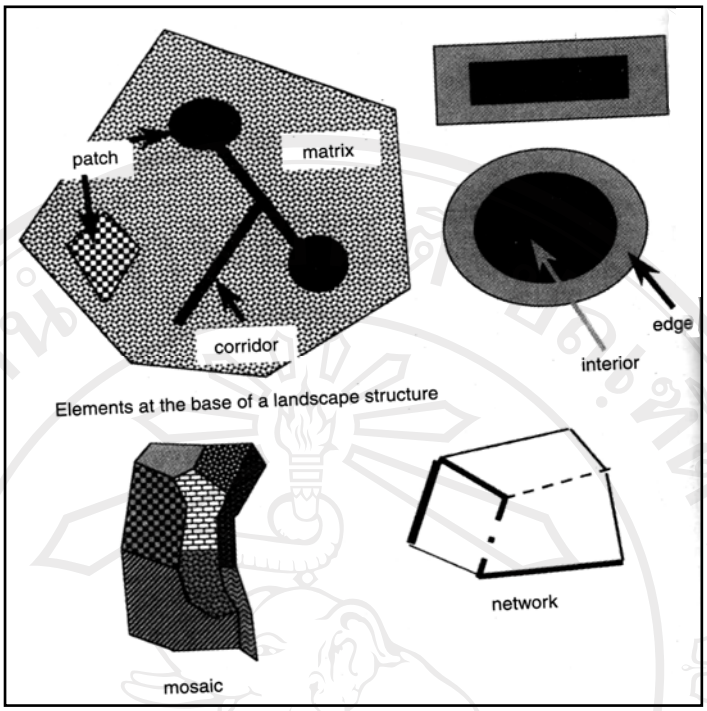
(2) Corridor คือ พื้นที่ที่เป็นองค์ประกอบหนึ่งของภูมิทัศน์ มีลักษณะเป็นแนวทางยาว หรือเป็นแถบ เมื่อรวมกันหลาย ๆ พื้นที่ corridor รวมเรียกว่า network corridor เป็นพื้นที่ที่มีปฏิสัมพันธ์กับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน และ matrix

(3) Matrix คือ ระบบนิเวศน์พื้นฐานของภูมิทัศน์ที่มีการเชื่อมโยงกัน เป็นสภาพแวดล้อมภายในภูมิทัศน์ที่อาจประกอบขึ้นด้วยพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินหลาย ๆ พื้นที่ หรือพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน และ corridor

(4) Edge คือ ขอบเขตของภูมิทัศน์หรือขอบเขตของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างมากกับ matrix และพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินที่อยู่ใกล้เคียงกัน ภายใน edge มี interior ซึ่งมีผลต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต การเคลื่อนย้ายและการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตไปยังพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแห่งใหม่

ภาพที่ 2.1 แสดงประเภทองค์ประกอบย่อยของภูมิทัศน์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 2.1 ประเภทองค์ประกอบย่อยของภูมิทัศน์

Dunning, *et al.* (1992) ได้แบ่งโครงสร้างทางภูมิทัศน์ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนประกอบทางภูมิทัศน์ (landscape composition) และ สัณฐานทางภูมิทัศน์ (landscape configuration)

ส่วนประกอบทางภูมิทัศน์ (landscape composition) หมายถึง ส่วนประกอบต่าง ๆ ภายในภูมิทัศน์ซึ่งแวดล้อมไปด้วยพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ที่มีความหลากหลาย โดยเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบทางภูมิทัศน์ (landscape mosaic) ส่วนประกอบทางภูมิทัศน์เป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมากในกระบวนการทางนิเวศวิทยาและสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างเช่น สัตว์ชนิดต่าง ๆ ส่วนใหญ่มีความต้องการที่อยู่อาศัยเฉพาะที่แตกต่างกัน ซึ่งมีอิทธิพลต่อการอยู่รอดและความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์ วิธีการวัดปริมาณของส่วนประกอบทางภูมิทัศน์มีอยู่หลายวิธีขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายและความเหมาะสม เช่น สัดส่วนของภูมิทัศน์ในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท (patch type proportion), ความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (patch richness), ความเท่าเทียมกันของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (patch evenness), และ ความหลากหลายของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (patch diversity)

สัณฐานทางภูมิทัศน์ (landscape configuration) หมายถึง การจัดวางและการกระจายตัวทางกายภาพในเชิงพื้นที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่าง ๆ ภายในภูมิทัศน์ และเป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เครื่องมือวัดการแทนที่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินหนึ่ง ๆ ที่สัมพันธ์กับพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น ๆ เช่น การวางตัวอย่างโดดเดี่ยวของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินหนึ่ง (patch isolation) หรือ การติดกันของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินต่าง ๆ (patch contagion) ขอบเขตของภูมิทัศน์ (landscape boundary) หรือ ลักษณะอื่น ๆ ที่สนใจ

2.3.2 ทฤษฎีโครงสร้างทางภูมิทัศน์ที่เกี่ยวข้อง

(1) ทฤษฎีลำดับชั้น (Hierarchy theory)

ภูมิทัศน์เป็นระบบที่มีความซับซ้อน ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ทางนิเวศวิทยาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นลำดับชั้นทั้งหมด ทฤษฎีลำดับชั้นเป็นแนวคิดที่เหมาะสมกับการจัดการกลุ่มของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในหลาย ๆ ระดับพื้นที่ทั้งเชิงพื้นที่และเวลา โดยมี 2 สิ่งที่สำคัญที่ใช้ในการจัดการ คือ 1. มีสหสัมพันธ์กันระหว่างเชิงพื้นที่และเวลาในแต่ระดับพื้นที่ โดยปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ขนาดใหญ่จะเกิดขึ้นได้ช้ากว่าในพื้นที่ขนาดเล็ก 2. ระดับของการจัดการเป็นสิ่งที่จำเป็นในการบ่งบอกถึงลักษณะเฉพาะภายในภูมิทัศน์ โดยใช้อัตราส่วนของการเกิดบทบาทของปรากฏการณ์และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

ภายในภูมิทัศน์ ขอบเขตทั้งหมดในระดับพื้นที่สามารถบ่งชี้ถึงกระบวนการที่สัมพันธ์กัน, การรวมกลุ่มในประเภทการใช้ที่ดิน (class) ได้อย่างรวดเร็ว และมีกิจกรรมที่คล้ายคลึงกัน ภายในกลุ่มนี้จะมีรูปแบบที่เป็นระดับของลำดับชั้น (O' Neill, 1989)

อย่างไรก็ตามในการศึกษาปรากฏการณ์นั้น จำเป็นต้องมีการอธิบายระดับของลำดับชั้น โดยในระดับที่สูงกว่ามีบทบาทที่จำกัดอยู่ภายในโครงร่างของกระบวนการทางโครงสร้าง ส่วนระดับที่อยู่ต่ำกว่าแสดงเงื่อนไขที่จำกัดสามารถเชื่อมโยงกับองค์ประกอบของธรรมชาติที่เหมาะสมกับลำดับชั้น วิธีการหนึ่งในการวิเคราะห์ภูมิทัศน์ คือ ให้พิจารณาลำดับชั้นของพื้นที่หลาย ๆ ระดับ ในแต่ละระดับจะมีปัจจัยที่อธิบายถึงกระบวนการศึกษา ในพื้นที่ 2 ระดับ อธิบายได้อย่างแรกคือ ภูมิทัศน์ และสิ่งอื่น ๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นองค์ประกอบทางภูมิทัศน์แต่ละระดับจะแสดงถึงเงื่อนไขที่แตกต่างกัน ในระดับภูมิทัศน์ (landscape level) เงื่อนไขส่วนใหญ่ในเรื่องของโครงสร้างทางภูมิทัศน์เกี่ยวข้องกับพื้นที่และเวลา ตลอดจนปัจจัยของการจัดการเชิงพื้นที่ ส่วนในระดับขององค์ประกอบย่อยของภูมิทัศน์ (landscape elements) ตัวแปรจะมีความสัมพันธ์กับรูปแบบ คุณภาพของถิ่นที่อยู่ และ ความสัมพันธ์กับองค์ประกอบทางภูมิทัศน์อื่น ๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) ทฤษฎีระบบที่ซับซ้อนทางกายภาพ

เศษส่วนทางเรขาคณิต (Fractal geometry)เป็นส่วนหนึ่งของทฤษฎีระบบที่ซับซ้อนทางกายภาพและเป็นเครื่องมือวัดความซับซ้อนของวัตถุ โดยเฉพาะขนาด (size), รูปร่าง (shape) และเส้นรอบรูปของกลุ่มพื้นที่ (perimeter of clusters) เช่น อธิบายแผนที่การไหลซึมผ่าน (percolation map) ซึ่งเศษส่วนทางเรขาคณิตนี้สามารถอธิบายมิติความซับซ้อนของวัตถุซึ่งเป็นเศษส่วน ไม่ใช่ตัวเลขจำนวนเต็ม วัตถุใดที่เป็นเศษส่วนจะมีลักษณะที่มีรูปแบบผิดปกติออกไปจากรูปเรขาคณิต หรือ มีการถูกรบกวนอย่างมาก หรือ ถูกทำให้เป็นเศษส่วน (Mandelbrot, 1984 อ้างใน Burel and Baudry, 2003) โดยมิติทางเศษส่วน (fractal dimension) จัดเป็นการวัดเศษส่วนทางเรขาคณิตที่ใช้สำหรับการหาปริมาณความซับซ้อนของโครงสร้างทางภูมิทัศน์ทั้งหมด และเป็นตัวแสดงถึงความคล้ายคลึงกันในแต่ละระดับพื้นที่ นอกจากนี้ใช้หาปริมาณระดับความผิดปกติและการแยกพื้นที่ออกเป็นส่วนย่อย (fragmentation) ของกลุ่มทางเรขาคณิตหรือวัตถุทางธรรมชาติ (natural object)

(3) ทฤษฎีการรบกวน (Theory of disturbance)

ความแตกต่างของภูมิทัศน์ในเชิงพื้นที่และเวลา เป็นผลจากการรบกวนของธรรมชาติและมนุษย์ การรบกวนเหล่านี้ก่อให้เกิดเป็นลักษณะเฉพาะในแต่ละท้องถิ่น และไม่สามารถทำนายถึงปรากฏการณ์ที่ก่อให้เกิดความเสียหาย, การแทนที่, หรือการถูกทำลายของสิ่งมีชีวิตหรือสังคมต่าง ๆ ภายในภูมิทัศน์ได้ อันจะส่งผลให้เกิดการสร้างอาณาบริเวณหรือสังคมใหม่ โดยสิ่งมีชีวิต (Blondel, 1995 อ้างใน Burel and Baudry, 2003) คุณลักษณะของการรบกวนสามารถสรุปได้เป็น 2 แนวคิด (Pickett and White, 1985) คือ

(3.1) การรบกวนในระบอบ (regime disturbances) เป็นตัวกำหนดในการสร้างพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินโดยมีการจัดการทั้งเชิงพื้นที่และเวลาภายในภูมิทัศน์ การรบกวนในลักษณะดังกล่าวเป็นตัวบ่งชี้การเกิดและการกระจายตัวของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความแปรปรวนของการรบกวนนั้นมีผลกระทบต่อพื้นที่เป็นอย่างมากและสามารถเชื่อมโยงไปสู่สภาพเดิมของพื้นที่ ตลอดจนมีผลกระทบต่อความแตกต่างภายในพื้นที่แต่ละแห่งด้วย

(3.2) การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (patch dynamic) หมายถึงบทบาทหน้าที่ของภูมิทัศน์ที่จำเป็นต่อการรบกวนทางธรรมชาติ (natural disturbances) การกระจายตัวภายในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน มีลักษณะเฉพาะและแตกต่างจากพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินอื่น ๆ โดยร่องรอยจากกระบวนการทดแทนการรบกวนถิ่นที่อยู่ (disturbance habitat) สามารถปรับตัวฟื้นคืนกลับไปสู่โครงสร้างเดิมก่อนการรบกวน โดยขอบเขตของการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่างถิ่นที่อยู่ของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน และง่ายต่อกระบวนการสร้างอาณาบริเวณขึ้นใหม่

ลักษณะของการรบกวนและความแตกต่างในระบบนิเวศวิทยา เรียกว่า climax ซึ่งเป็นสมดุลทางธรรมชาติและเป็นกระบวนการทดแทน (successional process) ในท้ายที่สุด แนวคิดนี้มีพื้นฐานอยู่บนมิติเชิงเวลา และกระบวนการของการสร้างอาณาบริเวณในพื้นที่ แนวคิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินนั้นมีแนวคิดแบบ metaclimax ซึ่งกลุ่มของการทดแทนที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบที่ต่างกัน จะมีบทบาทที่เท่าเทียมกันในภูมิทัศน์ (Blondel, 1986 อ้างใน Burel and Baudry, 2003)

2.3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างทางภูมิทัศน์

Hulshoff (1995) ศึกษาดัชนีทางภูมิทัศน์เพื่อใช้ในการอธิบายภูมิทัศน์ของประเทศเนเธอร์แลนด์ โดยใช้ดัชนีทางรูปแบบพื้นที่ (pattern indices) ได้แก่ สัดส่วนของประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน จำนวนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (NP) ขนาดเฉลี่ยของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (MPS) ผลการศึกษาพบว่า จำนวนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน เมื่อนำมาใช้ร่วมกับขนาดเฉลี่ยของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน จะสามารถแสดงข้อมูลที่ดีในการพัฒนารูปแบบการใช้ที่ดินของภูมิทัศน์ได้ นอกจากนี้ ดัชนีรูปร่างเป็นดัชนีที่มีความซับซ้อนมากเกินไป โดยเฉพาะใช้ในการอธิบายโครงสร้างทางภูมิทัศน์ที่เกิดจากการถูกรบกวนโดยมนุษย์ ซึ่งรูปร่างของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยธรรมชาติจะถูกจำกัดโดยระยะทางที่มนุษย์สามารถเข้าไปถึง

Hietala-Koivu (1999) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ของพื้นที่เกษตรกรรม กรณีศึกษาในเมือง Yläne ทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศฟินแลนด์ โดยใช้ดัชนีวัดโครงสร้างทางภูมิทัศน์ ได้แก่ สัดส่วนของภูมิทัศน์ (PLAND), ขนาดเฉลี่ยของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (MPS), ความหนาแน่นของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (PD), ดัชนีรูปร่างเฉลี่ย (MSI) และ ขอบเขตรวมของภูมิทัศน์ (TE) พบว่า การเปลี่ยนแปลงภูมิทัศน์ในช่วงระยะเวลา 39 ปี พื้นที่เกษตรกรรมในเมือง Yläne มีเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่พื้นที่ป่าไม้และไม้พุ่มเตี้ยมีจำนวนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเนื่องจากมีลักษณะเป็นหินไม่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกพืช ภายในภูมิทัศน์มีความแตกต่างในด้านความหลากหลายทางชีวภาพน้อยลง เนื่องจากการทำเกษตรแบบเข้มข้นส่งผลให้จำนวนพื้นที่คูน้ำลดน้อยลง นอกจากนี้ดัชนีรูปร่างเฉลี่ยมีความผันแปรกับการเปลี่ยนแปลงจำนวนของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

Linand, *et al*. (2003) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่มีต่ออุทกวิทยาและรูปแบบการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำวูตู ทางตอนเหนือของประเทศไต้หวัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยใช้ดัชนีภูมิทัศน์เชิงพื้นที่ (spatial landscape indices) เพื่อบ่งชี้ลักษณะเฉพาะและกำหนดปริมาณส่วนประกอบและรูปร่างของภูมิทัศน์ ทำการวัดดัชนีทางภูมิทัศน์ จำนวน 7 ประเภท ประกอบด้วยจำนวนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (number of patches), ขนาดเฉลี่ยของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (mean patch size), ขอบเขตรวมของภูมิทัศน์ (total edge), ค่าเฉลี่ยของดัชนีรูปร่าง (mean shape index), ค่าเฉลี่ยจากพื้นที่ใกล้เคียง (mean nearest neighbor), ดัชนีการกระจัดกระจายในพื้นที่ (interspersion index) และดัชนีการวางชิดกันของพื้นที่ (juxtaposition index) เปรียบเทียบกับแบบจำลองการใช้ประโยชน์ที่ดิน 4 แบบ ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1999-ปี ค.ศ. 2020 ผลการศึกษาพบว่า มีจำนวนพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเพิ่มขึ้นมากกว่าการกระจัดกระจายและการวางชิดกันภายในพื้นที่ และแบบจำลองที่สร้างจากนโยบายเชิงพื้นที่จะมีค่าการกระจัดกระจายและการวางชิดกันของพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินมากกว่าแบบจำลองที่สร้างจากนโยบายเชิงอนุรักษ์

Birgit, *et al*. (2007) ได้ทำการศึกษาโครงสร้างทางภูมิทัศน์ (landscape structure) ซึ่งได้ระบุรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินและลักษณะทางกายภาพในพื้นที่ชายขอบของชาวยุโรป พบว่า ในระยะเวลา 60 ปีที่ผ่านมา รูปแบบของสิ่งปกคลุมดินในยุโรปมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีแนวโน้มการทำการเกษตร 2 แบบ คือ การทำเกษตรกรรมแบบเข้มข้น (intensive farming) และการทำเกษตรกรรมแบบชายขอบ (marginalization farming) การเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินมีผลกระทบโดยตรงต่อบทบาทหน้าที่ทางภูมิทัศน์ (landscape functions) นอกจากนี้การนำเอาข้อมูลที่มีความแตกต่างกันทางพื้นที่มาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดินภายในภูมิภาค ทั้งนี้เนื่องจากโครงสร้างทางภูมิทัศน์ที่มองเห็นได้ในปัจจุบันนั้น เกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดินรวมไปถึงวัฒนธรรม เศรษฐกิจ และสังคมภายในพื้นที่

2.4 การศึกษาเกี่ยวกับความอุดมสมบูรณ์ของดินและการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (soil fertility) หมายถึง ความสามารถของดินในการให้ธาตุอาหารที่จำเป็นเพื่อการเจริญเติบโตของพืช (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นสถานภาพของดินที่สำคัญของการผลิตพืช เนื่องจากมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างยิ่ง การผลิตพืชจะประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ มีกำไร ได้ผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพสูงย่อมขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นอย่างมาก แต่ความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นเพียงองค์ประกอบหนึ่งในกระบวนการผลิตพืชเท่านั้นและมีปัจจัยอื่น ๆ เกี่ยวข้องอีกหลายปัจจัย (มุกดา, 2544) ปกติความอุดมสมบูรณ์ของดินจะรวมไปถึงคุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมีของดิน ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของดิน (Physical properties of soils)

คุณสมบัติทางกายภาพของดินเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพของดินที่มีผลต่อการงอกหรือไชชอนของราก การช่วยในการเก็บกักความชื้นในดิน และความต้านทานของดินต่อการเกิดการชะล้างพังทลาย ซึ่งได้แก่ เนื้อดิน ความหนาแน่นรวมของดิน ความชื้นในดิน เป็นต้น

เนื้อดินเกี่ยวข้องกับสัดส่วนของอนุภาคทราย ทรายแป้งและดินเหนียว ซึ่งจำแนกออกเป็นดินเนื้อละเอียด ปานกลางและหยาบ ดินเหนียว (clayey soil) ต้องมีปริมาณอนุภาคของดินเหนียวมากกว่า 40 เปอร์เซนต์ ส่วนดินทรายแป้ง (silty soil) และดินทราย (sandy soil) ต้องประกอบด้วยอนุภาคทรายแป้งและทรายมากกว่า 80 เปอร์เซนต์ และ 90 เปอร์เซนต์ตามลำดับ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) เนื้อดินบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของดิน ดินเนื้อหยาบมีระดับธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำกว่าดินเนื้อละเอียด เช่น ดินทรายมักขาดธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เป็นต้น เนื่องจากดินทรายดูดยึดธาตุอาหารได้ต่ำกว่าและสูญเสียธาตุอาหารลงไปในดินชั้นล่างจนไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ง่ายกว่า นอกจากนี้เนื้อดินแสดงถึงสภาพการถ่ายเทอากาศและความชื้นในดิน เช่น ดินทรายจะมีการถ่ายเทอากาศในดินดีกว่าดินเหนียว เนื่องจากดินทรายมีช่องว่างในดินขนาดใหญ่และมีความต่อเนื่องกว่าดินเหนียว ในขณะที่ดินทรายมีความชื้นที่เป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำกว่าดินเหนียวเนื่องจากอุ้มน้ำไว้ได้น้อยกว่าดินเหนียว (กองสำรวจและจำแนกดิน, 2542)

2.4.2 คุณสมบัติทางเคมีของดิน (Chemical properties of soils)

คุณสมบัติทางเคมีของดินเกี่ยวข้องกับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ธาตุอาหารของพืช ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน และการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช

(1) ค่าปฏิกริยาดินหรือความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH)

ค่าปฏิกริยาดินหรือความเป็นกรดเป็นด่างของดินมีผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในแง่ของการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีในดินซึ่งส่งผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารของพืช บ่งบอกถึงความเหมาะสมของดินในการเจริญเติบโตของพืช ดินที่เป็นกรดมีธาตุเหล็กและอลูมิเนียมอยู่มาก ทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างฟอสเฟตกับประจุบวกของเหล็ก (Fe) และอะลูมินัม (Al) ทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสลดต่ำลง รวมถึงมีผลต่อธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมให้มีปริมาณต่ำ เนื่องจากสภาพกรดในดินมีผลต่อการที่ประจุไฮโดรเจนสามารถแลกเปลี่ยนกับธาตุดังกล่าว ทำให้ธาตุเหล่านั้นถูกปลดปล่อยออกสู่สารละลายได้ง่าย และถูกชะล้างไปในที่สุดจนมีปริมาณน้อยและไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช (มุกดา, 2544) นอกจากนี้ค่าปฏิกิริยาดินยังเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน (ผการัตน์, 2542)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter : OM)

ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เป็นตัวช่วยให้ดินสามารถอุ้มน้ำและความชื้นได้ดี ตลอดจนปรับปรุงโครงสร้างดิน ทำให้รากพืชชอนไชได้สะดวก รวมทั้งลดแรงกระแทกของเม็ดฝน ป้องกันการกัดเซาะบริเวณดินชั้นบนไม่ให้ถูกกระแสน้ำและลมพัดพาไปได้ง่าย ในดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูง จะมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุได้ดีอีกด้วย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา , 2544)

(3) ธาตุอาหารของพืช (nutrient of plant)

ธรรมชาติของธาตุอาหารในดินเขตร้อนมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะผลผลิต ซึ่งธาตุอาหารหลักของพืชมี 3 ธาตุ ดังนี้ ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่พบว่าขาดในดินเขตร้อน เนื่องจากส่วนมากไนโตรเจนในดินได้มาจากกระบวนการแปรรูปจากสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจน (mineralization) ของอินทรียวัตถุ การตรึงไนโตรเจนจากอากาศมีน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณที่พืชดูดไปใช้ นอกจากนี้การเผาอินทรียวัตถุจะทำให้สูญเสียไนโตรเจนในชั้นบรรยากาศอีกด้วย ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จึงทำให้มีฟอสฟอรัสต่ำ โดยเฉพาะในดินเขตร้อนมักเป็นดินกรด เมื่อค่าปฏิกิริยาของดินต่ำสารฟอสเฟตจะทำปฏิกิริยากับเหล็กและอะลูมินัม ทำให้ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสลดลง ในดินที่มีการทำเกษตรเป็นเวลานานจะพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ ส่วนบริเวณที่มีอินทรียวัตถุสูงฟอสฟอรัสมีเพียงพอกับความต้องการของพืช เนื่องจากกระบวนการแปรรูปจากสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบเป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนของอินทรียวัตถุจะปลดปล่อยฟอสฟอรัสออกมาในดินซึ่งเป็นประโยชน์ต่อพืช โพแทสเซียมพบในดินมากกว่าฟอสฟอรัส และพบว่าโพแทสเซียมขึ้นอยู่กับค่าความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Cation Exchange Capacity : CEC) การเผาป่าหรือเผาพื้นที่เพื่อเตรียมเพาะปลูกพืชจะมีผลให้โพแทสเซียมเพิ่มขึ้นในดิน (ผการัตน์, 2525)

(4) การแลกเปลี่ยนไอออนบวกในดิน (cation exchange)

ดินที่มีการทำพื้นที่เกษตรมักมีไอออนรวมสุทธิเป็นลบ ดังนั้นอนุภาคดินจึงสามารถดูดยึดหรือดูดซับไอออนบวกไว้บนพื้นผิว ไม่ให้ถูกชะล้างไปจากดิน โดยไอออนบวกแต่ละชนิดจะถูกดูดยึดด้วยแรงที่ไม่เท่ากัน ความสามารถของดินในการดูดซับไอออนบวกที่แลกเปลี่ยนได้มักออกมาในรูปของความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Cation Exchange Capacity : CEC) (ไพบูลย์, 2546) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับเนื้อดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน รวมถึงชนิดและปริมาณของแร่ดินเหนียวที่มีอยู่ในดินนั้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการเปรียบเทียบความอุดมสมบูรณ์ของดินป่าไม้และดินเกษตร ดินภายใต้การปกคลุมด้วยป่าไม้นั้นจะแตกต่างไปจากดินที่ใช้ทำการเกษตร ดินเกษตรส่วนใหญ่มักจะเป็นดินที่ดีและมีความอุดมสมบูรณ์ ส่วนดินที่ไม่ดีนั้นก็จะถูกปล่อยทิ้งไว้เป็นป่าไม้หรือทุ่งหญ้า อย่างไรก็ตามดินป่าไม้บางชนิดมีความอุดมสมบูรณ์สูง เช่น ป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น ป่าดิบเขา และดินป่าเบญจพรรณ เป็นต้น (จตุรงค์ , 2543) นิวัติ (2546) ได้ทำการศึกษาลำดับดินบนพื้นที่สูงที่ได้รับอิทธิพลจากการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในบริเวณดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ดินภายใต้สภาพสิ่งปกคลุมดินและการใช้ที่ดินที่แตกต่างกัน คือ ป่าดิบเขาและพื้นที่เกษตรกรรม การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากสภาพป่าดิบเขาเป็นพื้นที่เกษตรกรรมไม่พบชั้นวัสดุอินทรีย์เนื่องจากมีการไถพรวนของเกษตรกร โดยมีความหนาของดินบน 15 เซนติเมตร โดยดินป่าดิบเขาและดินพื้นที่เกษตรกรรมมีสมบัติคล้ายคลึงกัน คือ เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินเหนียว มีค่าปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูงมาก ปริมาณไนโตรเจนรวมต่ำถึงปานกลาง ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์สูงมาก และค่าความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวกสูงมาก แต่สมบัติแตกต่างกัน คือ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำมากถึงค่อนข้างสูงในดินป่าดิบเขา แต่พื้นที่เกษตรกรรมมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงมาก และพบว่าความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่เกษตรกรรมอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง นอกจากนี้สุพัตรา (2545) ศึกษาสมบัติทางเคมีของดินภายใต้สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่าง ๆ ณ ดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า พื้นที่ป่าไม้และทุ่งหญ้าที่ไม่ถูกรบกวนมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง แต่มีค่าปฏิกิริยาดินต่ำ ส่วนพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างต่อเนื่องปริมาณอินทรียวัตถุ ค่าปฏิกิริยาดิน และปริมาณธาตุอาหารพืชในดินแตกต่างกันเนื่องจากความแตกต่างของวัตถุต้นกำเนิดดิน ระยะเวลาในการใช้พื้นที่ และการใช้ปุ๋ย

2.4.3 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

สถานะความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการประเมินคุณภาพของพื้นที่ในการทำการเกษตร (FAO, 1983 อ้างใน Dent and Young, 1981) การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นกระบวนการตรวจสอบปริมาณและสัดส่วนของธาตุอาหารพืชในดิน ซึ่งจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีความต้องการสัดส่วนและปริมาณธาตุอาหารพืชแตกต่างกัน ซึ่งสามารถนำข้อมูลจากการประเมินใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงแก้ไขความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพื่อให้มีการใช้ที่ดินได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ (มุกดา, 2544)

ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินจากค่าวิเคราะห์นั้น โดยประเทศไทยใช้เกณฑ์การประเมินความอุดมสมบูรณ์จากกรมพัฒนาที่ดิน (กองสำรวจและจำแนกดิน, 2542) ซึ่งได้จากคุณสมบัติทางเคมีของดิน 5 ประการ ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic Matter: OM), ความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Cation Exchange Capacity: CEC), เปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่าง (Percent Base Saturation: %BS), ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P), และ โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available K) ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ระดับธาตุอาหารที่ใช้ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ระดับของธาตุอาหาร	OM (%)	CEC cmol kg^{-1}	BS (%)	available P (mg kg^{-1})	available K (mg kg^{-1})
ต่ำ	<1.5 (1)	<10 (1)	<35 (1)	<10 (1)	<60 (1)
ปานกลาง	1.5-3.5 (2)	10-20 (2)	35-75 (2)	10-25 (2)	60-90 (2)
สูง	>3.5 (3)	>20 (3)	>75 (3)	>25 (3)	>90 (3)

ที่มา: (กองสำรวจและจำแนกดิน, 2542)

หมายเหตุ ระดับของธาตุอาหารต่ำให้ 1 คะแนน
ระดับของธาตุอาหารปานกลางให้ 2 คะแนน
ระดับของธาตุอาหารสูงให้ 3 คะแนน

วิธีการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินได้จากการรวมคะแนนของระดับธาตุอาหารที่อยู่ในดิน ระดับธาตุอาหารในดินต่ำ ปานกลาง หรือสูง โดยให้คะแนน 1, 2 และ 3 คะแนน ตามลำดับและเมื่อรวมคะแนนจากคุณสมบัติของดิน 5 ประการ ได้คะแนนระหว่าง 5-7, 8-12 และ 13-15 คะแนน ดินนั้นจะมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ, ปานกลาง และสูงตามลำดับ

2.5 เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศที่ใช้ในการศึกษาโครงสร้างทางภูมิทัศน์

เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geo-informatics technology) ประกอบด้วยระบบข้อมูลเชิงพื้นที่ 3 ชนิด คือ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล (Remote Sensing) และระบบการกำหนดพิกัดตำแหน่งบนพื้นผิวโลก (Global Positioning System: GPS) (ถาวร, 2548) เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ เป็นวิธีการหนึ่งที่เป็นประโยชน์ในการศึกษา วิเคราะห์ ประเมินสถานการณ์ และติดตามผลกระทบต่อทรัพยากรในเชิงพื้นที่ อีกทั้งสามารถใช้ในการจำแนก ตรวจสอบ และติดตามพื้นที่ทรัพยากรป่าไม้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และทรัพยากรอื่น ๆ ตลอดจนใช้ศึกษาความสัมพันธ์และผลกระทบของทรัพยากรในพื้นที่ที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ที่ดินบนที่สูง

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาภูมินิเวศวิทยาเพื่อการจัดการ การเก็บรักษา การสืบค้น การวิเคราะห์โครงสร้างทางภูมิทัศน์ในการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาต่าง ๆ ของการใช้ที่ดิน (Johnson, 1990 อ้างใน ดนัย, 2548) นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลให้โครงสร้างและองค์ประกอบภายในพื้นที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งในการจำแนกแผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของพื้นที่และพืชพรรณ ยังสามารถใช้เทคนิคการสำรวจข้อมูลจากระยะไกลสนับสนุนการวิเคราะห์ (Naveh and Lieberman, 1994)

ตัวอย่างงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษาโครงสร้างทางภูมิทัศน์ เช่น Li, *et al*. (2001) ศึกษาการหาปริมาณโครงสร้างทางภูมิทัศน์ของลุ่มน้ำ Heihe ทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศจีน โดยใช้โปรแกรม Fragstats และได้นำเอาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดิน ซึ่งพบว่า รูปแบบทางภูมิทัศน์ของลุ่มน้ำ Heihe มีอิทธิพลจากการกระจายตัวของทรัพยากรน้ำในพื้นที่ Chust, *et al*. (2004) ศึกษาแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยค่าดัชนีทางภูมิทัศน์ โดยใช้เทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลจากระยะไกลร่วมกับภูมินิเวศวิทยา โดยพบว่าการจำแนกข้อมูลภาพดาวเทียมแบบควบคุม ด้วยข้อมูลภาพดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM สามารถหา edge และพื้นที่พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างแม่นยำ ด้วยการใช้ดัชนีพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (patch indices) ซึ่งประกอบไปด้วย เนื้อที่ (area), เส้นรอบรูป (perimeter), ดัชนีรูปร่าง (shape index), และมิติทางเศษส่วนของพื้นที่ (fractal dimension) นอกจากนี้ Nagendra, *et al*. (2004) ได้ศึกษาการแยกพื้นที่ออกเป็นส่วนย่อย (fragmentation) ของภูมิทัศน์และการวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินหรือสิ่งปกคลุมดิน โดยนำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การสำรวจข้อมูลจากระยะไกล และปัจจัยทางสังคมและเศรษฐกิจ มาใช้ร่วมกันในการอธิบายรูปแบบเชิงพื้นที่ของภูมิทัศน์จนสามารถนำไปสู่กระบวนการที่มีผลต่อการใช้ที่ดินในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์กันระหว่างรูปแบบและกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในภูมิทัศน์ โดยเน้นสิ่งปกคลุมดินที่มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เช่น พื้นที่เกษตรกรรมกับพื้นที่ชุมชนเมือง พื้นที่เกษตรกรรมกับพื้นที่ป่าปลูก ตลอดจนนโยบายสิ่งแวดล้อมกับการจัดการเชิงพื้นที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved