

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ปัจจุบันข้อมูลพื้นฐานและทฤษฎีเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติบนพื้นที่สูงมีอยู่มากพอสมควร ซึ่งส่วนใหญ่ได้จากการศึกษา วิจัยและทดลองในด้านต่างๆ ได้แก่ ทรัพยากรป่าไม้ สัตว์ป่า การจัดการลุ่มน้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระบบการเกษตร ชุมชนมนุษย์และอื่นๆ รวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม การทบทวนเอกสารสำหรับการวิจัยนี้ประกอบด้วย 4 ส่วน คือ (1) ทรัพยากรธรรมชาติบนพื้นที่สูง (2) การอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำ (3) การปลูกสร้างสวนป่าฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำ (4) ธรรมชาติของดินป่าไม้บนพื้นที่สูง

2.1 ทรัพยากรธรรมชาติบนพื้นที่สูง

พื้นที่สูง (highland area) ตามความหมายของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หมายถึงพื้นที่ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 700 เมตรขึ้นไปและมีความลาดชันเกิน 20 องศา เนื่องจากเป็นสภาพพื้นที่ที่สูงกว่า 700 เมตรจากระดับน้ำทะเลจะเริ่มเป็นจุดเปลี่ยนโค้งหงาย (convex) เป็นโค้งคว่ำ (concave) ประกอบกับส่วนใหญ่มีความลาดชันสูงกว่า 35% แทบทั้งสิ้น มักจะมีหินโผล่ (rock outcrop) ดินร่วนซุย มีอินทรีย์วัตถุมากและง่ายต่อการพังทลาย (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2524)

พื้นที่สูงในความหมายของนักการจัดการลุ่มน้ำ หมายถึงพื้นที่ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 800 เมตรขึ้นไป เนื่องจากเป็นรอยต่อของสังคมพืชป่า (ecotone หรือ transition zone) จะมีการเปลี่ยนแปลงจากป่าผลัดใบไปเป็นป่าไม้ผลัดใบ (วิชา, 2537)

ทรัพยากรธรรมชาติบนพื้นที่สูง หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติบนพื้นที่ที่มีความลาดเทมากกว่า 35% และอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 500 เมตร ขึ้นไปซึ่งมนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการดำรงชีพและสนองความต้องการของมนุษย์ได้ ทรัพยากรธรรมชาติเหล่านี้ส่วนมากจัดเป็นทรัพยากรที่สามารถออกงอกทดแทนได้ โดยประกอบด้วยทรัพยากรต่างๆ คือ ป่าไม้ น้ำ ดิน ที่ดิน พืชเกษตรและสัตว์เลี้ยง สัตว์ป่า รวมทั้งทรัพยากรมนุษย์ (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2544)

2.1.1 ทรัพยากรป่าไม้

ทรัพยากรป่าไม้ หมายถึง ทรัพยากรต่างๆ ที่มีอยู่ในป่า ทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตซึ่งได้แก่ พืช สัตว์และจุลินทรีย์ รวมทั้งสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ ดิน หิน น้ำ แสง อากาศ อุณหภูมิและอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อมวลมนุษยทั้งทางตรงและทางอ้อม

ป่าไม้บนที่สูงในภาคเหนือมีอยู่ 5 ชนิด คือ ป่าเต็งรัง เบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ป่าสนและป่าดิบเขา ซึ่งมีการกระจายอยู่ตามพื้นที่ต่างๆ โดยผันแปรไปตามสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ หิน ดิน กำเนิดดินและระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ชนิดพันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่และสภาพสิ่งแวดล้อมในป่าเหล่านี้มีความแตกต่างกัน โดยพบว่าป่าเต็งรังในประเทศไทยขึ้นที่ความสูงประมาณ 150-1,300 เมตร ป่าเบญจพรรณ 150-800 เมตร ป่าดิบแล้ง 150-1,000 เมตร ป่าสนผสมเต็งรัง 600-1,300 เมตร ป่าสนผสมป่าดิบเขา 900-1,600 เมตร ป่าดิบเขา 1,000 เมตรขึ้นไป ซึ่งแบ่งออกเป็น ป่าดิบเขาต่ำ (1,000-1,700 เมตร) และป่าดิบเขาสูง (มากกว่า 1,700 เมตรขึ้นไป) (Khamyong *et al.*, 2001) ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในป่าและพื้นที่ป่าไม้ของชุมชน

ข้อมูลเกี่ยวกับป่าไม้บนที่สูงนั้นมีอยู่หลายประเด็นได้แก่ ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ โครงสร้างของป่า ดินป่าไม้ การหมุนเวียนของธาตุอาหาร เป็นต้น การสำรวจชนิดพันธุ์ไม้ได้ดำเนินการโดยนักวิจัยหลายกลุ่ม (ชูศรีและปริทรรศน์, 2542; อังคณา, 2542; จำลองและคณะ, 2539; สุนทรและคุดิต, 2538, 2541; คุดิต, 2537; Khamyong *et al.*, 2001; Maxwell & Elliott, 2001; Santisuk, 1988; Koyama & Fukuoka, 1990, 1991; Robbins & Smitinand, 1966)

การศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของป่าไม้ซึ่งเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้ โครงสร้างทางแนวตั้งและแนวระนาบ รวมทั้งการกระจายความหนาแน่นและอิทธิพลทางนิเวศวิทยาของพันธุ์ไม้แต่ละชนิด (สุนันทาและคณะ, 2531; คณะวนศาสตร์, 2532; อัมพรและคณะ, 2539 และ Chuchip, 1989, 1990) ลักษณะของดินป่าไม้มีการศึกษาในประเด็นที่แตกต่างกัน ซึ่งมีทั้งลักษณะของการเกิดดิน การพัฒนาตัวของดินและความสัมพันธ์ของสังคมพืชกับดินของแต่ละพื้นที่ (Khamyong *et al.*, 1994; Khamyong *et al.*, 2001; สุนทรและคุดิต, 2538 และ คณัย, 2543)

2.1.2 ทรัพยากรน้ำบนพื้นที่สูง

พื้นที่สูงทางภาคเหนือเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญของแม่น้ำที่สำคัญ คือ ปิง วัง ยม และน่าน ซึ่งไหลรวมกันเป็นแม่น้ำเจ้าพระยาในพื้นที่ราบภาคกลางของประเทศ

การจัดการลุ่มน้ำ หมายถึง “การจัดการพื้นที่เพื่อให้ได้น้ำที่มีปริมาณมากพอ คุณภาพดี การไหลสม่ำเสมอ พร้อมทั้งควบคุมเสถียรภาพของดินและการใช้ทรัพยากรอื่นๆ ในลุ่มน้ำนั้นด้วย” (เกษม, 2526)

ได้มีการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำและเสนอมาตรการควบคุมการใช้ที่ดินโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยแบ่งออกเป็น 5 ชั้นคุณภาพ คือ พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 (1A และ 1B), 2, 3, 4 และ 5 (สำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2533) ซึ่งพื้นที่สูงส่วนใหญ่ มักถูกจัดให้เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 และ 2

การศึกษาเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบนที่สูงมีอยู่หลายด้าน เช่น ปริมาณและคุณภาพของน้ำในป่าต้นน้ำ ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อคุณภาพของน้ำ เป็นต้น Nakagawa *et al.* (1998) ได้ศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพและความเข้มข้นของธาตุอาหารในลำธารในป่าดิบเขา บริเวณห้วยคอกม้า อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย พบว่า น้ำในลำธารมีคุณภาพดีและมีปริมาณธาตุอาหารต่ำ

จำเนียรและนิวัติ (2524) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ต่อคุณภาพของน้ำ ณ สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา พบว่า การเปลี่ยนแปลงระบบการใช้ที่ดินจากที่ดินป่าไม้ไปเป็นที่ดินเพื่อการทำไร่เลื่อนลอยหรือเพื่อการเกษตรจะทำให้คุณภาพของน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความขุ่นและสีของน้ำในลำธารลดลงกว่าน้ำที่ไหลมาจากป่าดิบแล้ง

สมชายและคณะ¹ (2531) ทำการศึกษาการสะสมของตะกอนและความสมดุลของน้ำในลุ่มน้ำนากบ จังหวัดเชียงใหม่ จัดอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 4 และมีพืชคลุมดินเป็นป่าเต็งรังเสื่อมโทรม พบว่า มีตะกอนดินร่วนปนทรายถูกพัดมาสะสมอยู่ในอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย 8.9 ลบ. เมตร/ปี คิดเป็นน้ำหนัก 240.3 ตัน/ตร.กม./ปี

สมชายและคณะ² (2531) ทำการศึกษาการสะสมของตะกอนและความสมดุลของน้ำในลุ่มน้ำห้วยทราย จังหวัดเชียงใหม่ จัดอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 3 และ 4 พืชคลุมดินเป็นป่าเต็งรังเสื่อมโทรม พบว่า ตะกอนดินในอ่างเก็บน้ำเฉลี่ย 85.06 ลบ. เมตร/ปี คิดเป็นน้ำหนัก 1,099 ตัน/ตร.กม./ปี

2.1.3 ทรัพยากรที่ดิน เกษตรและดินบนที่สูง

การใช้ที่ดินบนพื้นที่สูงมีหลายรูปแบบ ประกอบด้วยพื้นที่ป่าธรรมชาติ พื้นที่การเกษตร ไร่ร้าง ป่าปลูก พื้นที่ชุมชน เป็นต้น ซึ่งสัดส่วนของพื้นที่เหล่านี้มีความผันแปรไปตามท้องที่และเวลา ซึ่งขึ้นอยู่กับกิจกรรมของผู้คนในชุมชนบนที่สูงและความสามารถในการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยหน่วยงานของรัฐ

รูปแบบการใช้ที่ดินเพื่อการเพาะปลูกของชุมชนบนที่สูงมี 2 แบบ คือ การทำไร่เลื่อนลอยแบบหมุนเวียนและการเกษตรแบบถาวร พืชไร่ที่นิยมปลูกกันในไร่เลื่อนลอย คือ ข้าวไร่ ข้าวโพด ถั่วแดงและพืชผักต่างๆ สำหรับที่ดินที่ใช้เพาะปลูกแบบถาวรนิยมปลูกพืชสวนมีทั้งไม้ผล พืชดอกเมืองหนาว พืชผัก ข้าวนาดำและอื่นๆ โดยมีนักวิชาการจากหลายหน่วยงานเข้าไปศึกษาวิจัย

พัฒนาและส่งเสริมรูปแบบการใช้ที่ดินบนที่สูงเพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด เช่น การปรับปรุง พันธุ์ไม้ผล (อนุจรและคณะ, 2542; วไลลักษณ์และคณะ, 2543; จตุรพรและคณะ, 2543; สมพล และคณะ, 2543 และ วิทยา, 2543) เทคนิคการปลูกและการดูแลรักษาไม้ผล (ณรงค์ชัยและคณะ, 2542, พิจิตร, 2543; พันธุ์ศักดิ์และคณะ, 2543 และ มนัส, 2543) การแปรรูปผลิตภัณฑ์ (อัญชลีและคณะ, 2542; อิศรพงษ์, 2543 และ ทองใหม่และคณะ, 2543) เป็นต้น

นอกจากนี้ระบบการเกษตรยังผันแปรแตกต่างกัน เช่น การปลูกพืชเชิงเดี่ยว ระบบ การปลูกพืชไร่เชิงพาณิชย์ การปลูกพืชแบบผสมผสาน ระบบวนเกษตร การปลูกพืชแบบขั้นบันได เป็นต้น ชนิดของพืชที่ปลูกและระบบการปลูกที่แตกต่างกันดังกล่าว ทำให้เกิดความหลากหลายของ การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรม ตัวอย่างเช่น การใช้ที่ดินสำหรับการเกษตรแบบไร่เลื่อนลอยของ ชาวถิ่นในบ้านหนองน่าน อ. บ่อเกลือ จ. น่าน มีการปรับรอบระยะเวลาในการพักตัวของพื้นที่จาก 8-10 ปี มาเป็น 6-8 ปี และทำยุดคือ 3-5 ปี (รัตพันธ์, 2542) หรือการปรับเปลี่ยนที่นาบางส่วนควบคู่ กับการขุดสระน้ำเพื่อกักเก็บน้ำใช้ปลูกพืชในฤดูแล้งและใช้บ่อน้ำเพื่อเลี้ยงปลาหรือการพัฒนา สวนไม้ผลเชิงเดี่ยวไปเป็นการปลูกไม้ผลร่วมกับการปลูกกาแฟอาราบิก้า (กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์, 2544) เป็นต้น

ลักษณะและคุณสมบัติของดินในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในรูปแบบต่างๆ เหล่านี้ มักจะมีความผันแปรแตกต่างกันในช่วงกว้าง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่โดยเฉพาะ สภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศและหินต้นกำเนิดดิน นิวัตติ (2532) ได้ศึกษาการกำเนิดของดินบนที่สูงที่ เกิดจากหินแกรนิตในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย พบว่าลักษณะทางสัณฐานของดินทุก บริเวณที่ศึกษามีลักษณะไม่แตกต่างกันมาก ซึ่งมีลักษณะเป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี ดินบนเป็นดิน ร่วนเหนียวปนทรายถึงดินร่วนปนทราย สีน้ำตาลเข้มปนเทาถึงน้ำตาลเข้มปนแดงเมื่อขึ้น

ถวิต (2545) ศึกษาลักษณะและการกำเนิดของดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ยะในอุทยาน แห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ดินเหล่านี้เกิดจากหินแกรนิตและหินพาราไนต์ มี ลักษณะเป็นดินลึกและมีการระบายน้ำดี มีค่าปฏิกิริยาของดินเป็นกรดจัดถึงกรดจัดมาก

ปัจจัยสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่เป็นตัวควบคุมลักษณะและคุณสมบัติของดินให้มีความแตก ต่างกันมากขึ้นก็คือ ลักษณะของชนิดพันธุ์ไม้ที่ขึ้นปกคลุมพื้นที่ ซึ่งจะมีลักษณะผันแปรตามปัจจัยข้างต้น ตัวอย่างเช่นงานวิจัยของศิริภาและคณิงกิจ (2542) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง สมบัติของดินภายหลังการทำการปลูกไม้พยูง สัก กระถินณรงค์และยูคาลิปตัสมาคูลเลนซิส เป็น ระยะเวลา 10 ปี พบว่า สภาพพื้นที่โดยทั่วไปมีค่าปฏิกิริยาของดินอยู่ในระดับที่เป็นกรดจัด ระดับ ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ-ปานกลาง ดินชั้นบนมีปริมาณของอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น

2.1.4 ชุมชนบนพื้นที่สูง

ชุมชนบนพื้นที่สูงในภาคเหนือประกอบด้วยคนไทยพื้นราบและชาวเขา 10 เผ่า คือ กะเหรี่ยง แม้ว มูเซอ ลีซอ เข่า อีโก้ ลัวะ ถิ่น ขมุและมลาปรี (ผิทองเหลือง) (กรมประชาสัมพันธ์, 2540) มีลักษณะการเลือกพื้นที่สำหรับอยู่อาศัยแตกต่างกันตามระดับความสูง เช่น คนไทยพื้นราบส่วนมากมีการตั้งถิ่นฐานอยู่ที่ระดับต่ำกว่า 600 เมตรจากระดับน้ำทะเล ส่วนชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยงจะเลือกพื้นที่บริเวณที่ราบลาดเชิงเขาหรือลาดชันเขาที่ช่วงความสูง 600-1,050 เมตรจากระดับน้ำทะเลเป็นเวลา 10 ปีหรือมากกว่า เผ่าแม้วส่วนมากจะเลือกพื้นที่บริเวณยอดชันเขาที่ระดับความสูงตั้งแต่ 1,500 เมตรขึ้นไป เป็นเวลา 10-15 ปี เผ่ามูเซอจะตั้งถิ่นฐานบริเวณที่ลาดชันเขาหรือที่ราบยอดชันเขาหรือยอดชันเขาที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 900 ขึ้นไปจนถึงระดับ 1,500 เมตร ในช่วงเวลา 5-10 ปี เผ่าลีซอจะเลือกพื้นที่บริเวณยอดชันเขาที่ระดับความสูงตั้งแต่ 1,500 เมตรขึ้นไป เป็นเวลา 6-8 ปี เผ่าเข่าจะตั้งอยู่บริเวณที่ราบชันเขาในช่วงความสูง 900-1,200 เมตรจากระดับน้ำทะเล เป็นเวลา 10-15 ปี เผ่าอีโก้จะพบในบริเวณยอดชันเขาที่ระดับความสูง 1,050-1,200 เมตร ในช่วงเวลา 5-6 ปี และชนเผ่าขมุจะเลือกพื้นที่บริเวณลาดเขาหรือลาดชันเขาในระดับความสูงอยู่ในช่วง 750-900 เมตรจากระดับน้ำทะเล เป็นเวลา 6-10 ปี เป็นต้น (มนัส, 2508)

การใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับการเกษตรก็มีลักษณะที่แตกต่างกัน เช่น ชาวไทยพื้นราบที่ย้ายถิ่นขึ้นไปอยู่บนที่สูงส่วนมากใช้พื้นที่สำหรับทำสวนไม้ผลต่างๆ เผ่ากะเหรี่ยง ลัวะ ถิ่นและขมุเป็นการทำไร่หมุนเวียน เผ่าแม้ว เข่า อีโก้ ลีซอและมูเซอ ทำการเกษตรแบบไร่เลื่อนลอย (พิมล, 2536) ซึ่งลักษณะการใช้ที่ดินต่างๆ นี้ในปัจจุบันบางเผ่าได้เปลี่ยนวิธีการปฏิบัติให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมต่าง เช่น เผ่ากะเหรี่ยงได้ปรับรูปแบบการใช้ที่ดินแบบไร่หมุนเวียนและลักษณะการใช้ที่ดินแบบเข้มข้น ลดการบุกเบิกขยายที่ใหม่ เป็นต้น (พิชัย, 2544)

ทรัพยากรธรรมชาติหรือพื้นที่ป่าบริเวณรอบๆ ของชุมชนชาวเขาจะเป็นทั้งแหล่งของอาหาร ยารักษาโรคและวัสดุในการสร้างที่อยู่อาศัย นอกจากนี้ยังเป็นสถานที่สำหรับประกอบพิธีกรรมทางศาสนาหรือตามความเชื่อของแต่ละเผ่า ทำให้พื้นที่เหล่านี้ได้รับการดูแลและรักษาเป็นอย่างดี (ชูศรีและปริทรรศน์, 2543) สำหรับพื้นที่ที่อยู่ไกลออกไปจะถูกใช้เพื่อทำการเกษตรเป็นส่วนมากและมีการขยายพื้นที่เข้าไปยังพื้นที่ต้นน้ำเพิ่มมากขึ้นจนกลายเป็นบริเวณกว้าง (วุฒิจิตร, 2545) ในปัจจุบันนี้ชุมชนต่างๆ ได้ให้ความสำคัญกับพื้นที่ต้นน้ำมากขึ้น มีการตั้งกฎและข้อห้ามของแต่ละชุมชนสำหรับการอนุรักษ์ทรัพยากรที่เหลืออยู่ เช่น การไม่ตัดไม้ทำลายป่า การไม่ล่าสัตว์ป่า การปลูกป่า การป้องกันไฟป่า เป็นต้น ร่วมกับภูมิปัญญาในเรื่องของความเชื่อทางพิธีกรรม (พัชรินทร์, 2537 และ สมเกียรติ, 2540)

2.2 การอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำ

ปัจจุบันมีหลายหน่วยงานให้ความสำคัญต่อการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกทำลายหรือได้เสื่อมโทรมจากการใช้ประโยชน์ในอดีต โดยเฉพาะในส่วนของพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกแผ้วถางเพื่อทำการเกษตร เช่น กรมป่าไม้ โครงการหลวง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยและการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย เป็นต้น

แนวทางการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำลำธารมีอยู่หลายด้านและหลายขั้นตอน ได้แก่ การป้องกันรักษาป่าธรรมชาติที่เหลืออยู่ ฟื้นฟูพื้นที่ไร่ร้างและพื้นที่เสื่อมโทรมโดยการปล่อยให้มีการสืบต่อพันธุ์ทดแทนตามธรรมชาติหรือปลูกพันธุ์ไม้ป่าเสริม ปรับระบบการเกษตรให้มีประสิทธิภาพในการอนุรักษ์ดินและน้ำสูง ลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร ปลูกจิตสำนึกและการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการทรัพยากรบนที่สูง เป็นต้น

โครงการพัฒนาถอยดุง จังหวัดเชียงราย กำหนดให้ปลูกไม้สนสามใบ กำลังเสือ โคร่ง และนางพญาเสือโคร่ง ในพื้นที่ที่สูงกว่า 700 เมตรขึ้นไป (บุญวงศ์, 2535) โครงการปลูกป่าบนที่สูง จังหวัดเชียงใหม่ บริเวณพื้นที่ของโครงการหลวงอ่างขางได้ทำการปลูก ไม้หม่าจู่หรือไม้หวานอ่างขาง (*Dendrocalamus latiflorus*) ไม้หก (*Dendrocalamus hamitonii*) กระถินคอย (*Acacia confusa*) เพาโลว์เนีย (*Paulonia taiwaniana*) จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*) เนเป็ด (*Liquidambar formosana*) การบูร (*Cinnamomum camphora*) (นิคมและไตรรัตน์, 2544 และบุญวงศ์, 2535)

พื้นที่เสื่อมโทรมในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำส่วนใหญ่กรมป่าไม้ได้ทำการปลูกพันธุ์ไม้ตระกูลสน เช่น สนสองใบ (*Pinus merkusii*) สนสามใบ (*P. kesiya*) สนคาริเบีย (*P. caribaea*) สนโอคาปาร์ (*P. oocarpa*) สนเทกุนมานี่ (*P. patula* ssp. *tecummanii*) (ประดิษฐ์, 2540)

2.3 การปลูกสร้างสวนป่าฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำ

การปลูกป่าเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ไร่ร้างและพื้นที่เสื่อมโทรมบนที่สูงมีปัญหาสำคัญหลายประการ (1) สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่จะมีภูเขาชันปกคลุมหนาแน่น ดินตื้นและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ แห้งแล้งมากในฤดูแล้ง อุณหภูมิมีความแปรปรวนมาก (สูงหรือต่ำเกินไป) น้ำค้างแข็งในฤดูหนาว ไฟป่า เป็นต้น สภาพดังกล่าวทำให้มีการทดแทนตามธรรมชาติเกิดขึ้นช้า อย่างไรก็ตามสภาพของพื้นที่ที่มีความผันแปรระหว่างพื้นที่ที่เคยเป็นป่าดิบเขาซึ่งมีสภาพดินและความชื้นดีกว่าบริเวณป่าสนป่าผสมดิบเขาและป่าสนผสมป่าเต็งรัง การทดแทนตามธรรมชาติอาจแตกต่างกัน รวมทั้งการฟื้นฟูพื้นที่โดยการปลูกป่า (2) การเลือกชนิดพันธุ์ไม้ที่เหมาะสม การนำพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ ที่สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่มีสภาพแบบนี้มาปลูกจึงเป็นวิธีหนึ่งที่ดีกว่าจะปล่อยให้มีการฟื้นฟูตาม

ธรรมชาติที่ต้องใช้เวลานาน (3) การเลือกวิธีการปลูกและการจัดการสวนป่าที่เหมาะสม (4) ผลกระทบของการปลูกป่าที่มีต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมบนที่สูง

2.3.1 เป้าหมายการปลูกสร้างสวนป่า

วัตถุประสงค์ของการปลูกสร้างสวนป่าแบ่งเป็น 2 ประการ คือ เพื่อเศรษฐกิจและการอนุรักษ์ การปลูกป่าเพื่อเศรษฐกิจทั้งในส่วนของภาครัฐและเอกชนมักจะปฏิบัติกันตามพื้นที่ต่ำและที่ดอน รวมถึงการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกป่าในพื้นที่ของตนเอง โดยรัฐให้เงินอุดหนุนและการปลูกป่าชุมชน พันธุ์ไม้ที่นิยมปลูกคือ ไม้สัก สำหรับพันธุ์ไม้โตเร็วชนิดอื่นๆ ที่ปลูกได้แก่ ไม้ยูคาลิปตัส สะเดา สะเดาช้าง เป็นต้น การปลูกป่าเพื่อการอนุรักษ์เน้นการฟื้นฟูพื้นที่สูงที่เป็นต้นน้ำลำธาร โดยไม่มุ่งหวังคุณค่าทางเศรษฐกิจจากไม้ พันธุ์ไม้ที่นิยมปลูกคือ ไม้สนสามใบ เนื่องจากเป็นไม้โตเร็วมีใบเขียวตลอดปี ขึ้นได้บนพื้นที่สูงที่มีอากาศหนาวเย็น แห้งแล้งและดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ

ขั้นตอนการปลูกสร้างสวนป่าประกอบด้วย การคัดเลือกชนิดพันธุ์ไม้ จัดหาเมล็ดพันธุ์ การผลิตกล้าไม้ การเตรียมพื้นที่ การปลูกและการดูแลรักษาโดยเฉพาะรูปแบบการตัดลิดกิ่ง การตัดสายขยายระยะของสวนป่า การแผ้วถางวัชพืชและการตัดฟันไม้มาใช้ประโยชน์ (มณฑิ, 2538)

2.3.2 การปลูกสร้างสวนป่าไม้สน

การปลูกสร้างสวนป่าไม้สนมีการกระจายอยู่ทางภาคเหนือตอนบนของประเทศโดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ พันธุ์ไม้สนที่ปลูกมีทั้งพันธุ์ไม้สนในประเทศและต่างประเทศ ไม้สนในประเทศ คือ ไม้สนสามใบ ไม้สนต่างประเทศได้แก่ ไม้สนคาริเบีย (*Pinus caribaea* Morelet) ไม้สนโอคาร์ป้า (*Pinus oocarpa* Schiede) และ ไม้สนเทคูนูมานี่ (*Pinus patula* ssp. *tecunumanii*)

สนสามใบนอกจากจะเป็นไม้ที่โตเร็วแล้ว เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับพันธุ์ไม้ชนิดอื่นพบว่ามีความเหมาะสมในการปลูกสร้างเป็นสวนป่าในพื้นที่ที่เสื่อมโทรมบนที่สูง เนื่องจากไม้สนสามใบสามารถเจริญเติบโตในสภาพพื้นที่ที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำได้ดีและมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องโดยไม่มีระยะพักตัว (grass stage) สามารถเป็นไม้เบิกนำที่ดีและให้คุณค่าทางเศรษฐกิจ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไปอาจเกิดขึ้นเช่นเดียวกับพันธุ์ไม้หลายชนิดที่นำมาปลูกชนิดเดียวล้วน ดังนั้นการเลือกปลูกไม้สนที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศเป็นแนวทางหนึ่งที่จะลดผลกระทบของการปลูกไม้นำเข้าจากต่างประเทศ (ประดิษฐ์, 2540)

2.3.3 ลักษณะทั่วไปของไม้สนสามใบ

สนสามใบ (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon) อยู่ในวงศ์ Pinaceae อันดับ Coniferales มีเมล็ดเปลือย (Gymnospermae) ไม้สนสามใบมีการกระจายอยู่ตามธรรมชาติระหว่างเส้นละติจูด 12-30°N ของภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบในประเทศพม่า อินเดีย ธิเบต ลาว เวียดนาม

ไทย ฟิลิปปินส์และจีน สำหรับภาคเหนือของประเทศไทยพบที่ระดับความสูง 800-1,700 เมตรจากระดับน้ำทะเล เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ สูงถึง 45 เมตร ลำต้นตรงเปลา เรือนยอดเป็นพุ่มกลม เปลือกหนามีสีน้ำตาลแดงและจะแตกหลุดออกแผ่นค่อนข้างยาวเมื่อมีอายุเต็มวัย ดินในป่าสนธรรมชาติค่อนข้างเป็นทรายจัด เป็นดินร่วนหรือมีหินกรวดและลูกรังปะปน การกระจายของระบบรากส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับความลึก 0-70 ซม. (สมเกียรติ, 2541)

การขยายพันธุ์ไม้สนสามใบที่กระทำกันทั่วไป พบว่ามีอยู่ 2 วิธี วิธีแรกเป็นการขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดเพาะ ถือเป็นวิธีที่ปฏิบัติกันโดยทั่วไปในการเตรียมกล้าไม้สำหรับหีบปลูกสร้างสวนป่า หรือเตรียมกล้าไม้เพื่อปลูกในวัตถุประสงค์ต่างๆ ส่วนวิธีที่ 2 เป็นการขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนต่างๆ ของลำต้นทำให้เกิดต้นใหม่ ซึ่งเป็นวิธีการเพิ่มจำนวนต้นพืชจากส่วนต่างๆ ของลำต้น โดยการสร้างส่วนที่ขาดขึ้นมาทดแทน เช่น การปักชำกิ่ง การปักชำราก การปักชำใบ การเสียบยอด การตอนกิ่ง รวมทั้งการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในหลอดแก้ว ซึ่งวิธีการเหล่านี้มีส่วนมากมุ่งเน้นในการเพิ่มศักยภาพของการปรับปรุงพันธุ์มากกว่าการขยายพันธุ์ (สมเกียรติและคณิต, 2536)

การปลูกสร้างสวนป่าไม้สนสามใบประกอบด้วย การเตรียมกล้าไม้ เริ่มจากการคัดเลือกเมล็ดพันธุ์แล้วนำมาเพาะในกระบะเพาะ เมื่อเมล็ดงอกจึงทำการย้ายลงสู่ถุงเพาะชำ ต่อจากนั้นก็ทำการดูแลสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับความต้องการของต้นกล้า เช่น ร่มเงา น้ำ ปุ๋ย วัชพืชและการคัดขนาดต้นกล้า การเตรียมพื้นที่ปลูกประกอบด้วย การแผ้วถาง การเก็บริบสุมเผา การสร้างแนวกันไฟและการย้ายปลูก ขึ้นต่อไปเป็นการจัดการดูแลรักษา เช่น การแผ้วถางวัชพืช การปลูกซ่อม การป้องกันไฟป่า การป้องกันโรคแมลงและการติดแต่งกิ่งซึ่งมักปฏิบัติกันเมื่อไม้สนมีอายุ 5 ปีขึ้นไป รวมทั้งการตัดสายขยายระยะ

การใช้ประโยชน์จากไม้สนสามใบโดยทั่วไปเป็นการใช้เนื้อไม้สำหรับทำเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ ไม้แปรรูปและเป็นวัตถุดิบผลิตเชื้อกระดาษ นอกจากนี้ยังมีการใช้น้ำมันและชันสนเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน รวมทั้งการนำเปลือกและผลของไม้สนสามใบมาประดิษฐ์เป็นเครื่องประดับต่างๆ ที่ก่อให้เกิดรายได้อีกด้วย

2.3.4 ผลกระทบทางนิเวศวิทยาของการปลูกไม้ตระกูลสน

การปลูกสร้างสวนป่าเป็นการจัดการหมู่ไม้และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้ที่ปลูก เพื่อให้ได้ผลผลิตและผลตอบแทนจากหมู่ไม้ตามเป้าหมาย ทั้งผลผลิตที่เป็นเนื้อไม้และที่ไม่ใช่เนื้อไม้ รวมทั้งการฟื้นฟูสภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ สำหรับการปลูกป่าไม้สนเป็นต้นไม้ใหญ่อาจจะส่งผลต่อระบบนิเวศในพื้นที่ต้นน้ำทั้งทางบกและทางลบ ในด้านบวกนั้น ไม้สนที่ปลูกจะช่วยปกคลุมพื้นดิน ให้ความร่มรื่นจากร่มเงาและช่วยควบคุมสภาวะอุณหภูมิของพื้นที่เนื่องจากเป็นพันธุ์ไม้ไม่ผลัดใบ อย่างไรก็ตาม ไม้สนสามใบเป็นพืชที่มีน้ำมันและมีเรือนยอดที่

โปร่ง อาจทำให้เกิดการสูญเสียน้ำจากการระเหยจากผิวดินสูง ทำให้ดินชั้นบนค่อนข้างแห้งมากในฤดูแล้ง เมื่อมีการร่วงหล่นของใบสนลงสู่พื้นดินมากก็จะทำให้เกิดไฟฟ้าไหม้ลูกกลมอย่างรวดเร็วและส่งผลกระทบต่อดิน

ข้อมูลเกี่ยวกับผลกระทบทางด้านลบของการปลูกป่าไม้ตระกูลสนส่วนใหญ่ได้จากการศึกษาในต่างประเทศ Bruijnzeel (1997) พบว่า การสูญเสียน้ำโดยการระเหยจากน้ำที่ค้างอยู่ตามเรือนยอดของไม้สนสองใบมีค่าประมาณ 20% ของน้ำฝนที่ตกลงมาในพื้นที่ต่ำของเขตร้อนและอาจสูงขึ้นเป็น 25% ในพื้นที่หนาวเย็นและชุ่มชื้นปานกลาง สำหรับไม้สนสามใบที่เจริญเติบโตตามธรรมชาติทางตอนเหนือของฟิลิปปินส์มีการสูญเสียน้ำโดยกระบวนการนี้ประมาณ 15% ขณะที่การสูญเสียน้ำในสวนป่าไม้สนคาริเบียร์ของประเทศฟิจิที่มีอายุ 6 ปี มีค่า 1,770 มม. และอายุ 15 ปี มีค่า 1,510 มม. การสูญเสียน้ำในสวนป่าไม้สนมีลักษณะสัมพันธ์กับอายุของสวนป่าในรูปของ sigmoid curve สำหรับในประเทศไทยนั้นไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวนี้

พันธุ์ไม้ที่ปลูกเป็นสวนป่าจะส่งผลกระทบต่อลักษณะของดินหลายด้าน โดยเฉพาะปริมาณและคุณภาพของซากอินทรีย์ที่ร่วงหล่น (litter) มีบทบาทสำคัญต่อการหมุนเวียนธาตุอาหารลงสู่ดิน ซึ่งเพิ่มขึ้นตามอายุของสวนป่า เช่น ไม้สน *Pinus patula* อายุ 20 ปี ปริมาณการร่วงหล่นของซากอินทรีย์เท่ากับ 6.2 ตัน/เฮกแตร์/ปี คิดเป็นปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมเท่ากับ 40.92, 1.86 และ 8.68 กก./เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ ขณะที่ไม้สน *Cupressus lusitanica* อายุเท่ากันมีปริมาณซากอินทรีย์ที่ร่วงหล่น 5.2 ตัน/เฮกแตร์/ปี ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม เท่ากับ 36.92, 2.08 และ 5.20 กก./เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ สำหรับ ไม้ *Picea abies* อายุ 55 และ 59 ปี มีค่าเท่ากับ 5.6 และ 3.4 ตัน/เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ อายุ 55 ปี ปริมาณการหมุนเวียนธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ลงสู่ดิน เท่ากับ 58.24, 5.04 และ 10.64 กก./เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ ส่วนอายุ 59 ปีมีค่าเท่ากับ 47.26, 4.08 และ 12.58 กก./เฮกแตร์/ปี ตามลำดับ (Miller, 1989)

สมบัติทางเคมีของดิน โดยเฉพาะค่า pH ของดินได้รับอิทธิพลจากซากอินทรีย์ที่ร่วงหล่นอย่างมากเช่นกัน ซึ่งผันแปรไปตามชนิดพันธุ์ไม้ โดยทั่วไปดินที่อยู่ภายใต้การปกคลุมของไม้ตระกูลสนมีแนวโน้มเป็นกรดมากกว่าดินที่ปกคลุมด้วยพันธุ์ไม้ใบกว้าง เนื่องจากมีปริมาณของเบสในซากอินทรีย์ต่ำกว่า (Pritchett & Fisher, 1987) อย่างไรก็ตามยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่ทำให้ผลกระทบทางเคมีของซากอินทรีย์เปลี่ยนไป เช่น ไฟป่า หินต้นกำเนิดดินและอื่นๆ โดยไฟป่าจะทำให้ค่า pH ของดินสูงขึ้น เนื่องจากไปทำลายอินทรีย์วัตถุในดินชั้นบนและเกิดขี้เถ้า

ในประเทศไทยนั้นมีการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของพันธุ์ไม้ที่ปลูกเป็นสวนป่าต่อสมบัติของดินกันน้อยมาก ดังนั้นการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินตามอายุของสวนป่าไม้

สนสามใบจึงเป็นประเด็นที่สำคัญ ซึ่งทำให้ทราบถึงผลกระทบของการปลูกไม้สนสามใบเป็นสวนป่าที่มีต่อดินว่ามีมากน้อยเพียงไรและลักษณะใด อายุของสวนป่าเป็นตัวแปรสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ระดับของผลกระทบมีความผันแปร ข้อมูลที่ได้จะเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการคัดเลือกชนิดพันธุ์ไม้และปรับปรุงวิธีการปลูกไม้สนสามใบที่เหมาะสม เช่น การปลูกผสมกับพันธุ์ไม้ใบกว้างชนิดอื่นๆ การตัดสาขาระยะ กำหนดระยะเวลาสำหรับการตัดฟันเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ การปล่อยให้มีการทดแทนของพรรณไม้ เป็นต้น รวมทั้งเป็นแนวทางศึกษาวิจัยถึงผลกระทบของการปลูกพันธุ์ไม้ชนิดอื่นเป็นสวนป่า

2.4 ธรรมชาติของดินป่าไม้บนที่สูง

2.4.1 ชนิดของดินป่าไม้บนที่สูง

ดินบนพื้นที่สูงของประเทศไทยส่วนใหญ่ที่พบมีอยู่ 4 อันดับด้วยกัน คือ (1) อัลติโซลล์ (Ultisols) มีการพัฒนาตัวของชั้นดินปานกลาง โดยมีดินชั้น B ปรากฏชัดเจน ประกอบด้วยชั้นดิน A-E-Bt-Cr หรือ A-Bt-Cr มีการสะสมดินเหนียวในดินชั้นล่างและปริมาณของค่าที่อิ่มตัวน้อยกว่า 35% (2) อินเซปติโซลล์ (Inceptisols) เป็นดินที่มีพัฒนาการของชั้นดินน้อย ดินชั้น B มีการสะสมดินเหนียวน้อยและเนื้อดินค่อนข้างหยาบ (sandy or loamy skeletal) มักจะประกอบด้วยชั้นดิน A-Bw-BC-Cr (3) อัลฟิโซลล์ (Alfisols) เป็นดินที่อุดมสมบูรณ์สูง มีการพัฒนาของชั้นดินปานกลาง ประกอบด้วยชั้น A-E-AB-Bt-Cr หรือ A-AB-Bt-Cr ซึ่งมีการสะสมของดินเหนียวในชั้น B มาก (4) เอนติโซลล์ (Entisols) เป็นดินที่มีการพัฒนาตัวของชั้นดินน้อย ไม่ปรากฏดินชั้น B ส่วนใหญ่ประกอบด้วยชั้น A-Cr-R (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีศาสตร์, 2541 และ Khamyong *et al.*, 2001)

Hendricks (1981) พบว่า พื้นที่คอกยู่ จังหวัดเชียงใหม่และคอกยู่หลวง อำเภอแม่สะนาม จังหวัดเชียงราย ประกอบด้วย ดินในอันดับ อัลติโซลล์ อินเซปติโซลล์และอัลฟิโซลล์ สำหรับดินในพื้นที่ป่าแต่ละชนิดในพื้นที่อุทยานแห่งชาติคอกยู่อินทนนท์ สวนพฤกษศาสตร์ พื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มของจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ป่าเต็งรังประกอบด้วยเอนติโซลล์ อัลติโซลล์ อินเซปติโซลล์และอัลติโซลล์/อัลฟิโซลล์ ป่าเบญจพรรณประกอบด้วยอัลติโซลล์ อินเซปติโซลล์ อัลฟิโซลล์และอัลติโซลล์/อัลฟิโซลล์ ป่าดิบแล้งประกอบด้วยอัลติโซลล์และอินเซปติโซลล์ ป่าสนผสมป่าเต็งรังผสมประกอบด้วยอินเซปติโซลล์และอัลติโซลล์ ส่วนป่าดิบเขาที่ต่ำ ดิบเขาที่กลางและดิบเขาที่สูงจัดอยู่ในอันดับอัลติโซลล์และอัลติโซลล์/อัลฟิโซลล์ (จตุรงค์, 2543; คณัย, 2538; ธนัญ, 2538; เสวียน, 2538; Khamyong *et al.*, 1996, 1999 และ 2001)

ลักษณะของดินป่าไม้มีการศึกษาในประเด็นที่แตกต่างกัน ซึ่งมีทั้งลักษณะของการเกิดดิน การพัฒนาตัวของดินและความสัมพันธ์ของสัณฐานพืชรากกับดินของแต่ละพื้นที่ เช่น Khamyong *et*

al. (1994) ได้ทำการศึกษาเชิงนิเวศวิทยาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืชในป่าเต็งรังกับสมบัติของดิน บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ความอุดมสมบูรณ์ของดินในป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเด่นมีความอุดมสมบูรณ์มากกว่าสังคมพืชที่มีไม้เหียง ไม้เต็งและไม้รังเด่น ตามลำดับ

Khamyong *et al.* (2001) พบว่า ในเขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ดินในป่าพื้นป่าเต็งรังผสมสนมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ในระดับกรดจัด (strongly acid) และป่าสนผสมดิบเขาต่ำมีค่าอยู่ในระดับกรดจัดมาก-กรดแก่ (very strongly-extremely acid) ส่วนค่าการสะสมของอินทรีย์วัตถุในป่าเต็งรังผสมสนมีค่าอยู่ในช่วงต่ำ-สูงมาก ป่าสนผสมดิบเขาต่ำอยู่ในระดับสูงมาก สำหรับข้อมูลความผันแปรของลักษณะดินป่าไม้เหล่านี้ ได้มีนักวิจัยหลายท่านที่ให้ความสำคัญและทำการศึกษาวิจัยในประเด็นต่างๆ ตามสภาพแวดล้อมของพื้นที่ (สุนทรและดุสิต, 2538; คณัย, 2543)

2.4.2 ชั้นอินทรีย์วัตถุบนพื้นป่า

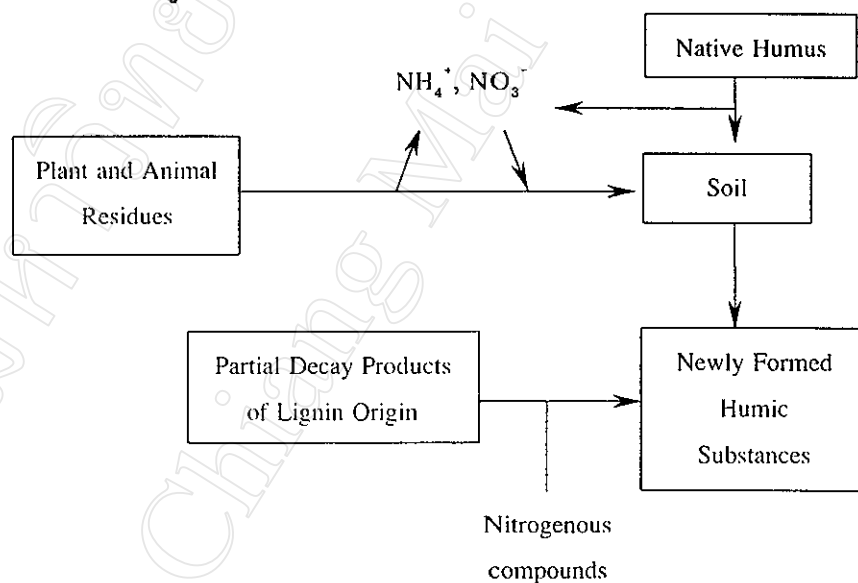
ดินป่าไม้จะประกอบด้วยชั้นอินทรีย์วัตถุบนพื้นป่าและดินอินทรีย์ ชั้นดินป่าไม้ที่สมบูรณ์ประกอบไปด้วย A-E-B-C (Fisher and Binkley, 2000) โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยที่ควบคุมการเกิดดินเป็นสำคัญ สำหรับชั้นอินทรีย์วัตถุบนพื้นป่าเรียกว่าชั้น O หรือ A_o ประกอบด้วยซากพืชและซากสัตว์ (litter fall) ที่อยู่ในระยะต่างๆ ของการย่อยสลาย ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 3 ชั้น (Pritchett and Fisher, 1987) ดังนี้

- (1) L หรือ Litter layer เป็นชั้นที่เศษซากของสิ่งมีชีวิตยังคงสภาพอยู่เหมือนเดิม
- (2) F หรือ Fragmented layer เป็นชั้นที่เศษซากของสิ่งมีชีวิตถูกย่อยสลายไปบางส่วน
- (3) H หรือ Humidified layer เป็นชั้นที่เกิดการย่อยสลายอย่างสมบูรณ์ เป็นชั้นรอยต่อระหว่างชั้นดินอินทรีย์และชั้นดินอินทรีย์

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชั้นอินทรีย์วัตถุบนพื้นป่าโดยตรงในพื้นที่ภาคเหนือมีน้อยมาก โดยมากทำการศึกษาอัตราการย่อยสลายและการสะสมของอินทรีย์วัตถุบนพื้นป่า ชำรง (2527) ทรงธรรม (2532) บัวเรศและคณะ (2533) พบว่า ในบริเวณป่าดิบแล้งที่สมบูรณ์มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 7.4-9.4 ตัน/เฮกแตร์/ปี และ Thaitutsa *et al.* (1978) พบว่า ในพื้นที่ป่าเต็งรังมีค่าการร่วงหล่นของมวลชีวภาพประมาณ 4.7 ตัน/เฮกแตร์/ปี ดุสิต (2538) พบว่า การสะสมมวลชีวภาพของไม้สนสามใบในระบบวนเกษตรมีค่าประมาณ 581.5 กก./ไร่/ปี (3.6 ตัน/เฮกแตร์/ปี) สุนทรและดุสิต (2541) พบว่า ป่าดิบเขาบริเวณห้วยคอกม้าในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์-ปุย มีปริมาณของซากอินทรีย์วัตถุที่ปกคลุมดินในช่วงเดือนตุลาคมประมาณ 4.27 ตัน/เฮกแตร์ เดือนมิถุนายนประมาณ 4.22 ตัน/เฮกแตร์ และเดือนสิงหาคมประมาณ 12.05 ตัน/เฮกแตร์

2.4.3 การเกิดและการสะสมของฮิวมัส

การย่อยสลายของซากอินทรีย์บนพื้นป่าจะทำให้เกิดการปลดปล่อยธาตุอาหารต่างๆ ออกมาและบางส่วนจะถูกสะสมไว้ในรูปของสารประกอบฮิวมัส (humus) โดยแบ่งออกเป็น 2 กระบวน คือ (1) การย่อยสลายของซากอินทรีย์วัตถุต่างๆ บนพื้นป่า (decomposition) ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ เช่น แมลง ไส้เดือน สัตว์ป่า เป็นต้น ร่วมกับจุลินทรีย์ต่างๆ ในดิน อัตราเร็วของการย่อยสลายขึ้นอยู่กับธรรมชาติของสารประกอบอินทรีย์ในพืช อัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด (C/N ratio) ของซากพืช ตลอดจนสภาพของปัจจัยสิ่งแวดล้อม (2) การสะสมของฮิวมัสในดิน (humus accumulation) เป็นผลต่อเนื่องจากกิจกรรมในการย่อยสลายซากอินทรีย์วัตถุของจุลินทรีย์ดิน ก่อให้เกิดการปลดปล่อย NH_4^+ และ NO_3^- และใช้ในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และมีการเปลี่ยนรูปเป็นสารประกอบฮิวมัสที่เสถียร ซึ่งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดินบางส่วนอาจได้รับอิทธิพลมาจากสารฮิวมัสที่มีอยู่เดิมในดิน นอกจากนี้การเกิดสารฮิวมัสที่เสถียรยังเกิดจากปฏิกิริยากันระหว่างสารลิกนินกับสารประกอบของไนโตรเจน (Bartholomew, 1965) ดังรูป 2-1



รูปที่ 2-1 กลไกการเปลี่ยนของไนโตรเจนที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์ไปเป็นองค์ประกอบของสารฮิวมัสที่เสถียร (ดัดแปลงมาจาก Bartholomew, 1965)