

บทที่ 2

บททวนเอกสาร

การศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพป่าไม้ ลักษณะดินและปริมาณคาร์บอนที่สะสมในระบบนิเวศป่าไม้ มีอยู่พอสมควรและครอบคลุมหลายประเด็น ได้แก่ ความหลากหลายของ พืช สัตว์และจุลินทรีย์ ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายทางชีวภาพกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม บทบาทของความหลากหลายทางชีวภาพที่มีต่อการหมุนเวียนธาตุอาหารและถ่ายทอดพลังงาน การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นต้น

2.1 ความหลากหลายทางชีวภาพ

ความหลากหลายทางชีวภาพ (biological diversity หรือ biodiversity) คือ สายพันธุ์และความผันแปรของสิ่งมีชีวิตและความซับซ้อนทางนิเวศวิทยาในป่าที่สิ่งมีชีวิตปรากฏอยู่ มีความผันแปรจาก DNA ซึ่งเป็นพื้นฐานในระดับโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดทางพันธุกรรมขึ้นมาจนถึงในระดับระบบนิเวศ โดยมีความหมายครอบคลุมตั้งแต่ระดับของยีนส์ (genes) ขึ้นไปจนถึงระดับชนิดพันธุ์ (species) และ ระบบนิเวศ (ecosystem) รวมทั้งสัดส่วนจำนวนมากน้อยของความผันแปรในแต่ละระดับ (Smitinand, 1995)

ดังนั้นจึงมีความหมายที่กว้างและซับซ้อนมาก แบ่งออกเป็นหลายระดับ ได้แก่ ความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (species diversity) ความหลากหลายของสังคมสิ่งมีชีวิต (community diversity) และความหลากหลายของระบบนิเวศ (ecosystem diversity) Cunningham *et al.* (2003) กล่าวว่า ความหลากหลายทางชีวภาพ คือ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในทุกรูปแบบและที่ทุกระดับของหน่วยสิ่งมีชีวิต ขณะที่ วิสุทธิ์ (2545) กล่าวว่า ความหลากหลายทางชีวภาพมีความหมายกว้างไกลมากกว่าสิ่งมีชีวิต (life) แต่พอสรุปได้ว่าหมายถึง คุณสมบัติของชุมชนสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายในระดับพันธุกรรมหรือยีนส์ขึ้นไปถึงระดับชนิดหรือสปีชีส์จนถึงความหลากหลายของกลุ่มสิ่งมีชีวิตเชิงนิเวศวิทยา (ecological community) ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงวิวัฒนาการตามกาลเวลาและตามสถานะสมดุลของ

ธรรมชาติ อันประกอบด้วยถิ่นอาศัย (habitat) หลายประเภท ความหลากหลายทางชีวภาพ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

(1) ความหลากหลายทางพันธุกรรม คือ ความหลากหลายขององค์ประกอบทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต (genotype) ซึ่งสามารถแสดงออกมาตามลักษณะทางพันธุกรรมต่างๆ (phenotype) ที่ปรากฏให้เห็น และมีระดับความแตกต่างกันทั้งในสิ่งมีชีวิตเดียวกันและระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน สามารถใช้ในการวัดความหลากหลายทางพันธุกรรมและความสัมพันธ์ในเชิงวิวัฒนาการ (evolution) ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ

(2) ความหลากหลายของชนิดหรือชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต คือ ความหลากหลายของจำนวนชนิด (number of species หรือ species richness) โดยคำนึงถึงจำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด (population abundance) รวมทั้งลักษณะเชิงปริมาณอื่นๆ เช่น ขนาด (size) อายุ (age) เพศ (sex) มวลชีวภาพ (biomass) เป็นต้น

(3) ความหลากหลายของสังคมสิ่งมีชีวิต คือ ความหลากหลายของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของสภาพแวดล้อมของพื้นที่ภายในระบบนิเวศ โดยมีปัจจัยสิ่งมีชีวิตและปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เป็นตัวกำหนดความแตกต่างในแต่ละสังคมสิ่งมีชีวิต นิยมใช้ความเด่น (dominance) ของสิ่งมีชีวิตที่มีอิทธิพลสูงต่อความสัมพันธ์ในระบบนิเวศในการจำแนกชนิดของสังคมสิ่งมีชีวิต เช่น การจำแนกสังคมพืชในระบบนิเวศป่าไม้จากพันธุ์ไม้เด่น ได้แก่ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง ป่าสน เป็นต้น

(4) ความหลากหลายของระบบนิเวศ คือ ความหลากหลายของระบบนิเวศ ที่มีความแตกต่างกันขององค์ประกอบและลักษณะความสัมพันธ์ในระบบนิเวศนั้นๆ เป็นผลมาจากการที่สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในประชากรของสิ่งมีชีวิตและขีดจำกัดในการอยู่รอดในภาวะความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อม ที่ได้จากการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนั้นๆ สามารถจำแนกความหลากหลายของระบบนิเวศได้ตั้งแต่ระดับกว้าง โดยใช้สภาวะลมฟ้าอากาศของท้องถิ่นแถบต่างๆ ของโลก หรือที่เรียกว่า ไบโอม (biomes) เช่น เขตทุนดรา (tundra) ไกก้า (taiga) ทะเลทราย (desert) ป่าฝนเขตร้อน (tropical rain forest) เป็นต้น ไปถึงในระดับแคบลงในระบบนิเวศต่างๆ ในไบโอม เช่น ระบบนิเวศป่าไม้ ระบบนิเวศทุ่งหญ้า ระบบนิเวศเกษตร ระบบนิเวศหนองน้ำ ระบบนิเวศทะเลสาบ ระบบนิเวศทะเลและมหาสมุทร เป็นต้น (พงษ์ศักดิ์, 2538)

ความหลากหลายทางชีวภาพเกิดขึ้นจากอิทธิพลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางด้านกายภาพ เคมี ชีวภาพและการดำเนินไปของเวลาเป็นตัวควบคุมความแตกต่างของสิ่งมีชีวิตในแต่ละสังคม โดย

จำแนกปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญอย่างคร่าวๆ ได้ 4 ประการ (วิสุทธิ์, 2545) คือ

(1) ปัจจัยเกี่ยวกับเวลา (time factor) ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในแต่ละพื้นที่มีผลมาจากกระบวนการวิวัฒนาการ ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการพัฒนาขึ้นของสังคมสิ่งมีชีวิตควบคู่กับความสัมพันธ์ระหว่างสังคมสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆ

(2) ปัจจัยเกี่ยวกับความผันแปรของพื้นที่ (spatial heterogeneity factor) ความผันแปรของพื้นที่เป็นผลมาจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา ลักษณะของดิน สภาพภูมิอากาศ การเกิดไฟป่า เป็นต้น

(3) ปัจจัยเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต (biotic factor) กิจกรรมของสิ่งมีชีวิตในสังคมมีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนทั้งกับสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ และกับสิ่งแวดล้อมในหลายระดับ ทั้งในระดับชนิดพันธุ์ถึงในระดับระบบนิเวศ โดยมีความสัมพันธ์ทางด้านพฤติกรรม การหมุนเวียนของธาตุอาหาร การถ่ายทอดพลังงาน เป็นต้น ปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต เช่น ปัจจัยเกี่ยวกับการแก่งแย่ง (competition factor) ปัจจัยเกี่ยวกับการล่าเหยื่อและการเบียดเบียน (predation and parasitism factor) ปัจจัยความสามารถในการให้ผลผลิต (productivity factor) เป็นต้น โดยปัจจัยต่างๆ เหล่านี้เป็นตัวควบคุมการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต นำไปสู่การคัดเลือกตามธรรมชาติ (natural selection) เพื่อให้เกิดความเหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อมในแต่ละพื้นที่

(4) ปัจจัยเกี่ยวกับความเสถียรสิ่งแวดล้อม (environmental stability factor) สิ่งแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างคงที่ที่มากยิ่งขึ้น ทำให้สิ่งมีชีวิตปรับตัว (adaptation) ให้สามารถอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ดีขึ้น ส่งผลให้มีจำนวนของชนิดสิ่งมีชีวิตที่มากขึ้นด้วย

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพเป็นอย่างมาก เนื่องด้วยมีสภาพภูมิอากาศและสภาพพื้นที่เหมาะสมต่อการพัฒนาตัวของสังคมพืชป่าไม้ แต่ในระยะหลายสิบปีที่ผ่านมาทรัพยากรความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศป่าไม้ได้เสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว โดยมีสาเหตุสำคัญเกิดการเข้าไปรบกวนสภาพแวดล้อมธรรมชาติทำให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปและจากการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ อันเนื่องมาจากสาเหตุหลายประการ เช่น การเพิ่มขึ้นของประชากรทำให้เกิดการบุกรุกทำลายป่าเพิ่มขึ้น การลักลอบตัดไม้ การให้สัมปทานป่าไม้ที่ขาดการควบคุมอย่างเพียงพอ การทำการเกษตรเชิงอุตสาหกรรม การบุกรุกยึดครองพื้นที่ป่าของนายทุน เป็นต้น ในปี พ.ศ. 2504 ประเทศไทยเคยมีพื้นที่ป่าไม้ประมาณ 2.7 แสนตารางกิโลเมตรหรือประมาณร้อยละ 53 ของพื้นที่ประเทศทั้งหมด แต่เมื่อถึงปี พ.ศ. 2536 เหลือพื้นที่ป่าไม้เพียง 1.3 แสนตารางกิโลเมตรหรือประมาณร้อยละ 26 (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2544) และในปัจจุบันคาดว่าเหลืออยู่ไม่ถึงร้อยละ 22 ของพื้นที่ประเทศทั้งหมด ความ

เสื่อมโทรมและการลดลงของทรัพยากรป่าไม้ ทำให้เกิดการลดจำนวนลงของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยในระบบนิเวศป่าไม้ ก่อให้เกิดภาวะสูญพันธุ์หรือใกล้สูญพันธุ์ในสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อทรัพยากรอื่นๆ ทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรดิน เป็นต้น และยังก่อให้เกิดความรุนแรงของภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น น้ำท่วมฉับพลัน ดินโคลนถล่ม ภาวะแห้งแล้ง ทำให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ ความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนเป็นอันมาก

ภาคเหนือมีพื้นที่ป่าไม้มากกว่าทุกภาคของประเทศและยังมีความอุดมสมบูรณ์มาก จึงเป็นแหล่งของความหลากหลายทางชีวภาพในระบบนิเวศป่าไม้ที่สำคัญ ควรที่จะอนุรักษ์เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืน แต่ในปัจจุบันบางพื้นที่ถูกเข้าไปรบกวนและบุกรุกยึดครองเป็นอย่างมากดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งควรมีการแก้ไขปัญหาความหลากหลายทางชีวภาพอย่างเร่งด่วน โดยการอนุรักษ์สิ่งที่เหลืออยู่และฟื้นฟูสิ่งที่เสื่อมโทรมให้กลับมามีสภาพที่อุดมสมบูรณ์ดังเดิม

2.2 การศึกษาสังคมพืชป่าไม้

Kimmins (1997) กล่าวว่า สังคมสิ่งมีชีวิต (biotic community) หมายถึง กลุ่มของพืช สัตว์ แบคทีเรียและเชื้อราที่อาศัยอยู่ร่วมกันในสิ่งแวดล้อมหนึ่ง ต่างก็ทำปฏิกิริยาซึ่งกันและกัน เกิดเป็นระบบสิ่งมีชีวิตที่มีองค์ประกอบของตนเองที่แตกต่างจากบริเวณอื่น ซึ่งสอดคล้องกับการให้คำนิยามของ สังคมพืช (plant community) ซึ่งหมายถึงกลุ่มของประชากรพืชที่ขึ้นอยู่ร่วมกันในสภาพสิ่งแวดล้อมหนึ่งและต่างก็มีปฏิกิริยาต่อกันและกัน เกิดเป็นระบบของสังคมพืชที่แตกต่างจากบริเวณอื่น มีองค์ประกอบ โครงสร้างและสิ่งแวดล้อมเฉพาะ (เสวียน, 2538) ขณะที่ ดนัย (2548) ได้ให้ความหมายของสังคมพืชป่าไม้ไว้ว่า คือ กลุ่มของพืชที่ขึ้นอยู่บนพื้นที่หนึ่งๆ ซึ่งต่างก็มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน รวมทั้งมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่กลุ่มพืชนั้นขึ้นอยู่ การขึ้นกระจายอยู่ของพันธุ์พืชในป่าชนิดต่างๆ ส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่เป็นกลุ่มหรือเป็นหย่อมในแต่ละพื้นที่ ทำให้เกิดลักษณะของสังคมพืชที่แตกต่างกันไปตามองค์ประกอบของระบบนิเวศบริเวณนั้นๆ

อาจจะกล่าวได้ว่า สังคมพืชป่าไม้ คือ กลุ่มของพันธุ์ไม้ยืนต้น (trees) หรือ พันธุ์พืชป่าไม้ในพื้นที่หนึ่งๆ หรือในแหล่งที่อยู่อาศัย (habitat) ซึ่งต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ในระบบนิเวศ โดยพันธุ์ไม้เหล่านั้นมีบทบาทสำคัญในการดำรงอยู่ของระบบนิเวศภายในสังคมพืชป่าไม้นั้น เกิดเป็นระบบของสังคมพืชที่แตกต่างจากบริเวณอื่น มีองค์ประกอบ โครงสร้างและสิ่งแวดล้อมเฉพาะ

ป่าไม้ในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ป่าผลัดใบและป่าไม่ผลัดใบ การจำแนกชนิดป่าไม้ในประเทศไทยได้มีผู้จำแนกไว้แตกต่างกันอย่างมากเนื่องจากใช้หลักการจำแนกที่ต่างกันไป (Maxwell, 2001) โดยทั่วไปนิยมจำแนกป่าไม้ในประเทศไทยออกเป็น 9 ชนิด คือ ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าสน ป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น ป่าชายเลน ป่าชายหาดและป่าพรุ แต่ในภาคเหนือพบเพียง 5 ชนิด ได้แก่ ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าสน ป่าดิบเขาและป่าดิบแล้ง ซึ่งมีการกระจายอยู่ในพื้นที่ต่างๆ โดยผันแปรไปตามภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ หินต้นกำเนิดดิน และระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล เป็นต้น จากปัจจัยดังกล่าวทำให้พบว่า มีสังคมพืชในบางพื้นที่ที่อยู่ตรงบริเวณรอยต่อของป่าสองชนิดหรือหลายชนิด (ecotone) คือ พบชนิดของพันธุ์ไม้ที่เป็นองค์ประกอบเป็นพันธุ์ไม้ในป่าแต่ละชนิดกระจายขึ้นผสมกัน (เสวียน, 2538) และแม้ว่าสังคมพืชป่าไม้นั้นจะเป็นป่าไม้ชนิดเดียวกันก็ตาม ก็มักมีความผันแปรเกี่ยวกับโครงสร้างและชนิดพันธุ์ไม้ที่เป็นองค์ประกอบอย่างมาก (สมนึก, 2515) ซึ่งการขึ้นอยู่ของพืชป่าในพื้นที่ใดๆ มีความเกี่ยวข้องกับผลรวมของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทั้งหมดที่เหมาะสมสำหรับพืชป่าชนิดนั้น (niche) (Crawley, 1986)

ป่าผลัดใบ หมายถึง ป่าไม้ที่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้ที่มีการทิ้งร่วงหล่นของใบพร้อมกันทั้งต้นและทั้งป่า ในช่วงฤดูแล้ง ภาคเหนือพบป่าผลัดใบ 2 ชนิด คือ ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ โดยป่าแต่ละชนิดมีลักษณะต่างๆ ดังนี้

ป่าเต็งรังเป็นป่าที่กระจายอยู่ในพื้นที่แห้งแล้งมาก มักมีไฟป่าเกิดขึ้นทุกปี ได้รับปริมาณน้ำฝนประมาณ 800-1500 มิลลิเมตรต่อปี มักมีชั้นดินตื้นมากและเป็นดินทรายหรือดินสีเหลืองปนแดง (red yellow soil) หรือดินลูกรัง (lateritic soil) บางแห่งมีหินโผล่และไม่มีดิน พบสูงกว่าระดับน้ำทะเลเป็นช่วงกว้างประมาณ 100-1,300 เมตร จึงพบป่าเต็งรังได้ในพื้นที่ต่ำ พื้นที่ดอนและพื้นที่สูง พันธุ์ไม้ที่เป็นดัชนีของป่าเต็งรังคือ ไม้วงศ์ยาง (Dipterocarpaceae) แต่เป็นพันธุ์ไม้ที่ขึ้นในพื้นที่แห้งแล้ง (xeric dipterocarps) ในภาคเหนือมี 4 ชนิด คือ เต็ง รัง เหียงและพลวง

ป่าเบญจพรรณนั้นเป็นป่าโปร่งกระจายอยู่ในพื้นที่ขึ้นปานกลาง มักพบในบริเวณริมห้วยหรือแม่น้ำ ในฤดูแล้งเกิดไฟป่าขึ้นทุกปี ได้รับปริมาณน้ำฝนประมาณ 1,000-1,500 มิลลิเมตรต่อปี ดินในป่ามักเป็นดินร่วนปนทรายและผันแปรไปตามพื้นที่ พบสูงกว่าระดับน้ำทะเลเป็นช่วงกว้างประมาณ 100-800 เมตร ป่าเบญจพรรณเป็นป่าผสมที่มีพันธุ์ไม้เด่นหลายชนิดพันธุ์ไม้หลายวงศ์ขึ้นปะปนกันอยู่และมีความผันแปรไปตามพื้นที่ พันธุ์ไม้เด่นที่เป็นดัชนีของป่าเบญจพรรณ ได้แก่ ไม้สัก ตะแบกเลือด สมอไทย ตะแบกเปลือกบาง เสลา ขางหัวหมู เป็นต้น

ป่าไม่ผลัดใบ หมายถึง ป่าไม้ที่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้ที่มีการทิ้งร่วงหล่นของใบอย่างค่อยเป็นค่อยไป ไม่พร้อมกันทั้งต้นหรือทั้งป่าในช่วงฤดูแล้ง ทำให้ต้นไม้ในป่ามีใบเขียวตลอดทั้งปี ภาคเหนือพบป่าไม่ผลัดใบ 3 ชนิด คือ ป่าดิบแล้ง ป่าสนและป่าดิบเขา

ป่าดิบแล้งเป็นป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง พบตามบริเวณหุบเขาที่ชื้นหรือตามบริเวณลำห้วยที่มีน้ำไหลตลอดปีและอยู่ห่างไกลจากทางคมนาคม พบในพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 50-1,000 เมตร มีปริมาณน้ำฝน 1,500-2,000 มิลลิเมตรต่อปี มีลักษณะพันธุ์ไม้คล้ายคลึงกับป่าดิบชื้นแต่มีจำนวนชนิดพันธุ์ไม้และความหนาแน่นของพันธุ์ไม้น้อยกว่าและสภาพทางนิเวศแตกต่างกันกับป่าดิบชื้นอย่างมาก ดินเป็นสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลแดง (Reddish brown soil) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงและเป็นกรดจัด มีชั้นดินลึกและอุดมสมบูรณ์มาก พันธุ์ไม้เด่นในป่าดิบแล้ง คือ ไม้วงศ์ยาง แต่เป็นไม้อย่างที่ขึ้นบนพื้นที่ชุ่มชื้นปานกลาง (mesic dipterocarps) ได้แก่ ไม้ในสกุล *Dipterocarpus* และสกุล *Hopea* โดยพันธุ์ไม้มีทั้งชนิดที่ผลัดใบและไม่ผลัดใบปะปนกัน ความหลากหลายของพันธุ์ไม้จะแปรผันไปตามพื้นที่ ชนิดพันธุ์ไม้ที่เป็นดัชนีของป่าดิบแล้ง ได้แก่ ยางแดง พะยอม ตะเคียนทอง เป็นต้น

ป่าสนเป็นป่าที่กระจายอยู่ในพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 700-1,900 เมตร ได้รับปริมาณน้ำฝนประมาณ 800-2,800 มิลลิเมตรต่อปี ในพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 1,000 ขึ้นไป มักพบพันธุ์ไม้เด่นเป็นสนสามใบ (*Pinus kesiya*) ผสมกับพันธุ์ไม้ในป่าดิบเขา เช่น ไม้วงศ์ก่อต่างๆ (Fagaceae) เหมือคคนตัวเมีย ส้มปี้ สารภีป่า เป็นต้น ดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดแก่และมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ส่วนในพื้นที่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 1,000 ลงไป มักพบพันธุ์ไม้เด่นเป็นสนสองใบ (*Pinus merkusii*) ผสมกับพันธุ์ไม้ในป่าเต็งรัง มีชั้นดินค่อนข้างตื้นและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำใกล้เคียงกับดินในป่าเต็งรัง ในช่วงฤดูแล้งมักเกิดไฟป่าขึ้นทุกปี

ป่าดิบเขาเป็นป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง พบตามพื้นที่ภูเขาสูง ในบริเวณหุบเขามีลักษณะเป็นป่ารกทึบและมีชนิดพันธุ์ไม้แตกต่างจากบริเวณไหล่เขาและยอดเขา มักพบในพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลประมาณ 1,000 เมตร ขึ้นไป ได้รับปริมาณน้ำฝน 1,700-3,000 มิลลิเมตรต่อปี อากาศมักจะหนาวเย็น ดินเป็นสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลแดง (Reddish brown soil) มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงและเป็นกรดจัด มีชั้นดินลึกและอุดมสมบูรณ์มาก พันธุ์ไม้เด่น คือ ไม้วงศ์ก่อต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่จัดเป็นพันธุ์ไม้เขตอบอุ่น (temperate species) ป่าดิบเขายังนิยมแบ่งออกเป็น 2 ชนิดย่อย ได้แก่ ป่าดิบเขาต่ำ (ระดับความสูง 1,000-1,500 เมตร) และป่าดิบเขาสูง (ระดับความสูง 1,500-2,565 เมตร) ซึ่งป่าดิบเขาทั้งสองชนิดนี้มีความแตกต่างของโครงสร้างภายในสังคมพืชแตกต่างกันเป็นอย่างมาก

นักนิเวศวิทยาป่าไม้ทำการศึกษาคโครงสร้างในแนวตั้งและโครงสร้างในแนวระนาบ รวมทั้งองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้ (species composition) และจำนวนของชนิดพันธุ์ไม้ โดยมีการอธิบายถึงพันธุ์ไม้เด่น (dominant tree) พันธุ์ไม้ขนาดกลาง (intermediate tree) พันธุ์ไม้ขนาดเล็ก (small tree and saplings) และพืชพื้นล่าง (groundcovered species) รวมทั้งมีการศึกษาเกี่ยวกับการ

เปลี่ยนแปลงของโครงสร้างในป่า วิธีการศึกษานิยมใช้การเลือกพื้นที่และวางแผนสุ่มตัวอย่าง (Bunyavejchewin, 1983)

มีผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เกี่ยวกับโครงสร้างและพลวัตของป่าเต็งรัง ที่สถานีวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา (Sahunalu, 1994; Sahunalu and Dhanmanonda, 1995) ต่อมา Bunyavejchewin (1999) ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและพลวัตของป่าดิบแล้งที่สถานีวิจัยสะแกราช สำหรับป่าเบญจพรรณนั้น Marod *et al.* (1999) ทำการศึกษาเกี่ยวกับพลวัตด้านโครงสร้างของป่า ในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ป่าบริเวณพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ที่ได้มีการรายงานผลนั้นสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

दनัย (2548) ศึกษาความหลากหลายของพันธุ์ไม้ในสังคมพืชป่าไม้ต่างๆ ได้แก่ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ ป่าสนผสมป่าเต็งรัง ป่าสนผสมป่าดิบเขาและป่าดิบเขา ในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยใช้วิธีการ Stratified random sampling ให้ครอบคลุมพื้นที่ยอดเขา ไหล่เขาและเชิงเขา พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 269 ชนิด (179 สกุลและ 71 วงศ์) และมีความแตกต่างกันของชนิดพันธุ์ไม้ในสังคมพืชต่างๆ โดยมีจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ในป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ ป่าสนผสมป่าเต็งรัง ป่าสนผสมป่าดิบเขาและป่าดิบเขา เท่ากับ 90, 108, 128, 63, 85 และ 182 ชนิด ตามลำดับ

ในจังหวัดเชียงใหม่นั้นมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับชนิดพันธุ์ไม้ป่ากันอย่างมากมาย เนื่องจากในจังหวัดเชียงใหม่พื้นที่ป่าไม้อยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้มีผู้สนใจศึกษาวิจัยเกี่ยวกับชนิดพันธุ์ไม้ป่าในหลายพื้นที่และในหลายลักษณะ โดยที่ผ่านมาได้มีนักพฤกษศาสตร์หลายคน (Robbins and Smitinand, 1966; Koyama, 1986; Koyama and Fukuoka, 1990-1991; Plengklai *et al.*, 1996) ได้เข้าไปศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ แต่ไม่ได้ทำการศึกษาในเชิงปริมาณ ซึ่งพืชพันธุ์ไม้ที่อุทยานแห่งชาติแห่งนี้เป็นที่สนใจของนักพฤกษศาสตร์ต่างประเทศอย่างมาก เนื่องจากเป็นยอดเขาที่สูงที่สุดในประเทศไทย

อัมพร (2539) ศึกษาลักษณะโครงสร้างของป่าดิบเขาที่ระดับความสูงต่างๆ กันในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ที่ระดับ 1,000, 1,100, 1,200, 1,300, 1,400, 1,500 และ 1,600 เมตร จากระดับน้ำทะเล โดยได้ให้ข้อมูลความแตกต่างเกี่ยวกับองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้ในแต่ละระดับความสูง

Maxwell (1988) ศึกษาองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าชนิดต่างๆ ในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย โดยได้ข้อมูลเชิงบรรยาย รวมทั้งได้แบ่งสังคมพืชป่าไม้และพันธุ์ไม้ออกเป็นหลาย

แบบ คือ deciduous-oak association, mixed deciduous association, primary evergreen forest, summit flora, secondary growth และ ornamental plants

Elliott *et al.* (1989) ศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายของพืชพันธุ์ไม้ในอุทยานแห่งชาติ โดยวิธีการ Transect survey จากระดับความสูง 670 เมตร ถึง 960 เมตร ซึ่งระดับความสูงที่สุดที่ศึกษาเป็นรอยต่อระหว่างป่าดิบแล้งกับป่าดิบเขา

Maxwell *et al.* (1995) จัดทำ data base ของพันธุ์พืชในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย โดยใช้ข้อมูลที่ทำการศึกษาดังแต่ปี ค.ศ. 1987 เป็นต้นมา ปัจจุบันพบว่ามีพันธุ์พืชทั้งหมดมากกว่า 2,085 ชนิด ประกอบไปด้วยไม้ยืนต้น ไม้เลื้อย ไม้พุ่ม พืชล้มลุกและพืชยึดเกาะ โดยพบว่ามีพันธุ์พืชในป่าเต็งรัง 506 ชนิด ป่าเบญจพรรณ ป่าแก้งป่าดิบและป่าดิบแล้ง 1,135 ชนิด ป่าดิบเขา 1,079 ชนิด และในไร่ร้างหรือป่าที่กำลังฟื้นสภาพ 333 ชนิด

กาญจน์เขจร (2533) ทำการวิเคราะห์สังคมพืชป่าไม้ในป่าชนิดต่างๆ ในอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จากการแปลสภาพถ่ายทางอากาศและใช้แปลงสุ่มตัวอย่าง โดยได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้และโครงสร้างของป่า

สุนทร (2538) ศึกษาการวิเคราะห์ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ ในป่าเต็งรังที่มีต้นผักหวานป่าขึ้นอยู่ในอำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้วิธีการวางแปลงสุ่มตัวอย่าง พบว่ามีต้นผักหวานป่าขึ้นอยู่กระจายในพื้นที่ป่าเต็งรังที่มีไม้รังเป็นพันธุ์ไม้เด่น มีสภาพพื้นที่แห้งแล้ง ดินเป็นกรวดหินอยู่มากและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก

Khamyong *et al.* (1996) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของพันธุ์ไม้กับลักษณะของดินในสังคมพืชย่อยของป่าเต็งรังที่มีไม้เด่นต่างชนิดกัน พบว่าชนิดและคุณสมบัติของดินมีความแตกต่างกันอย่างมาก

สุนทรและดุสิต (2538) ศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้เชิงปริมาณในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ บริเวณห้วยทราย อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย โดยวิธีการวางแปลงสุ่มตัวอย่าง แต่ยังเป็นการศึกษาในพื้นที่ขนาดเล็ก

สุนทรและดุสิต (2541) ศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในป่าดิบเขา ในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยคอกม้า ในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่เชิงเขาหรือหุบเขากับพื้นที่ยอดเขา พบว่าในพื้นที่เชิงเขาหรือหุบเขามีความหลากหลายของพันธุ์ไม้มากกว่าบริเวณยอดเขาหรือไหล่เขา และยังพบว่ามี ความแตกต่างกันของชนิดพันธุ์ไม้เด่น

2.3 การศึกษาลักษณะดินป่าไม้

ดินป่าไม้ หมายถึง ดินในระบบนิเวศป่าไม้ธรรมชาติ ซึ่งมักจะแตกต่างกันไปตามชนิดของป่าไม้ เป็นดินที่ไม่ถูกรบกวน กล่าวคือ ชั้นดินที่เกิดขึ้นจะเป็นไปตามธรรมชาติ นอกจากนี้ยังแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ ชนิดของหินต้นกำเนิดดิน สภาพภูมิอากาศและระดับความสูงจากน้ำทะเล (Fisher & Binkley, 2000)

สำหรับลักษณะของดินในป่าชนิดต่างๆ ในภาคเหนือได้มีการศึกษาโดยนักวิจัยหลายท่าน พบว่าลักษณะของดินมีความผันแปรแตกต่างกันไปตามชนิดของป่าไม้ ได้แก่ ความลึก ชนิดดิน คุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ นอกจากนี้ชนิดของดินยังแตกต่างกันไปตามชนิดย่อยของป่าไม้และหินต้นกำเนิดดิน (เสวียน, 2538)

ทงศักดิ์ (2546) ศึกษาสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของไม้สนสามใบที่มีอายุต่างกัน ในสวนป่าดอยบ่อหลวง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ค่าความหนาแน่นรวมและเนื้อดินมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างสวนป่าอายุน้อยกับอายุมาก ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดแก่จัด อินทรีย์วัตถุคาร์บอนและไนโตรเจนมีแนวโน้มมากขึ้นตามอายุของสวนป่า ปริมาณธาตุอาหารที่สามารถสกัดได้ของฟอสฟอรัส แคลเซียมและแมกนีเซียมในดินมีค่ามากขึ้นตามอายุของสวนป่า แต่โพแทสเซียมกลับมีค่าน้อยกว่า

สุนทรและดุสิต (2540) ศึกษาสภาพของดินในป่าชนิดต่างๆ ในสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า การสะสมของอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนมีปริมาณสูงสุดในป่าเบญจพรรณ รองลงมาคือดินป่าดิบเขา ส่วนดินป่าดิบแล้งกับป่าเต็งรังนั้นมีปริมาณอินทรีย์วัตถุใกล้เคียงกัน ขณะที่ปริมาณไนโตรเจนในดินป่าดิบแล้งมีปริมาณที่สูงกว่าดินป่าเต็งรัง ซึ่งให้เห็นว่าดินป่าดิบแล้งมีความอุดมสมบูรณ์มากกว่าดินป่าเต็งรัง ส่วนปริมาณของ extractable P, K, Ca, Mg และ Na ในชั้นดินที่ลึกหนึ่งเมตรมีความผันแปรตามชนิดของดินและพื้นที่เก็บตัวอย่าง

จตุรงค์ (2543) ศึกษาลักษณะของดินกับความหลากหลายของชนิดป่าบริเวณสวนพฤกษศาสตร์พระนางเจ้าสิริกิติ์ อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดในชั้นดินที่ลึก 1 เมตร ดินในป่าดิบเขามีแนวโน้มสูงกว่าป่าชนิดอื่น

दनัย (2548) ได้ศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้กับลักษณะดินในสังคมพืชป่าไม้พื้นที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่า ดินป่าดิบเขามีปฏิกริยาเป็นกรดมากกว่าป่าชนิดอื่นๆ ส่วนปริมาณของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมมีอยู่ในระดับค่อนข้างสูงเหมือนกันทุกป่าปริมาณการสะสมของไนโตรเจนในดินลึก 1 เมตร ป่าเบญจพรรณมี

การสะสมมากที่สุด รองลงมาคือ ป่าดิบเขา ป่าเต็งรังผสมป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรัง ป่าสนผสมป่าดิบเขา และป่าสนผสมป่าเต็งรัง

ถวิล (2545) ศึกษาลักษณะและการกำเนิดดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ยะ เขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทรายถึงร่วนปนเหนียว ค่าความหนาแน่นรวมต่ำในดินบนและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในดินล่าง เปอร์เซ็นต์ปริมาณดินเหนียวในดินล่างมีค่าสูงกว่าในดินบน ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมีค่าสูงในดินบนและมีค่าต่ำในดินล่าง และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบนสูงกว่าในดินล่าง

นิวัติ (2546) ศึกษาลำดับดินบนพื้นที่สูง ที่ได้รับอิทธิพลจากการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในบริเวณดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ดินป่าดิบเขามีความหนาของชั้นดินมากกว่าดินที่อยู่ภายใต้สภาพป่าเต็งรัง เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนปนเหนียว โดยมีลักษณะคละกันระหว่างแร่กิบไซต์และเคโอลิไนต์เป็นแร่หลักในอนุภาคกลุ่มดินเหนียว

Pampasit *et al.* (2000a) ได้ศึกษาการสะสมธาตุอาหารในดินและต้นไม้อินป่าดิบเขาสูงบริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้าในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ โดยเก็บตัวอย่างดินกับใบไม้ เปลือกไม้และเนื้อไม้อีก 28 ชนิด พบว่า การสะสมธาตุอาหารจะสูงบริเวณผิวดินและมีแนวโน้มลดลงตามความลึกของชั้นดิน ในบริเวณที่มีความลาดชันของพื้นที่น้อยจะมีการสะสมของธาตุอาหารมากกว่าในพื้นที่ที่มีความลาดชันมาก ส่วนการสะสมธาตุอาหารในต้นไม้อินจะมีมากที่สุด ในต้นไม้อินที่มีการเจริญเติบโตบริเวณที่มีความลาดชันน้อย

Pampasit *et al.* (2000b) ได้ศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นไม้อินป่าดิบเขาบริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้าในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ โดยเก็บตัวอย่างใบไม้ เปลือกไม้และเนื้อไม้จากต้นไม้อิน 28 ชนิด เพื่อชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างของการกระจายความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชแต่ละชนิด เนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของต้นไม้อินและสภาพพื้นที่ พบว่า ความเข้มข้นของคาร์บอนมีความคล้ายคลึงกันในต้นไม้อินแต่ละชนิดและสภาพความลาดชันต่างๆ ส่วนความเข้มข้นของไนโตรเจนพบมากที่สุดในพันธุ์ไม้อิงศ์ Leguminosae และพบว่าต้นไม้อินที่อยู่บริเวณที่มีความลาดชันน้อยจะมีความเข้มข้นของแคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมมากที่สุด ในใบไม้จะพบความเข้มข้นของไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แมงกานีส อะลูมิเนียมและโซเดียม มากกว่าในเปลือกไม้และเนื้อไม้

นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการอีกหลายท่านได้ศึกษาในเรื่องลักษณะของดินในพื้นที่ป่าชนิดต่างๆในพื้นที่ภาคเหนือพอที่จะกล่าวได้ว่าลักษณะของดินในป่าแต่ละชนิดเป็นอย่างไรบ้างโดยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสมบัติทางกายภาพของดินในป่าชนิดต่างๆ ป่าเต็งรังมักจะพบก้อน

กรวดปะปนตลอดชั้นความลึกของดิน ส่วนป่าเบญจพรรณเป็นดินที่ลึกปานกลางถึงลึก มักจะพบก้อนหินขนาดใหญ่ในดินชั้นล่าง หรือเป็นชั้นหินผุ ป่าสนเขาและป่าดิบเขา ส่วนมากเป็นดินลึก ในป่าดิบเขาอาจจะพบการสะสมของชั้นอินทรีย์วัตถุ ค่าความหนาแน่นรวมจะแตกต่างกันไปตามชนิดป่า โดยค่าความหนาแน่นรวมของป่าดิบเขาจะมีค่าน้อยที่สุด และมีค่ามากที่สุดในป่าเต็งรัง โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความลึกของชั้นดินเหมือนกันทุกชนิดป่า (จตุรงค์, 2543; สุนันท์และเล็ก, 2530; เสวียน, 2538; สุนทรและคณะ, 2544; Handricks, 1981; Yemefack, 1995)

2.4 การศึกษาการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้

การศึกษาการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ เพิ่งเริ่มมีการศึกษาได้ไม่นานมานี้ สืบเนื่องมาจากการปัญหาภาวะโลกร้อนอันเกิดจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่ชั้นบรรยากาศ จึงมีผู้สนใจศึกษาการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้เพื่อใช้เป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอนไว้ยังพื้นโลก ความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนไว้ในระบบนิเวศป่าไม้มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ขึ้นอยู่กับภูมิภาคและความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้ (Landsberg and Gower, 1997) โดยมีการสะสมคาร์บอนใน 2 ส่วน ใหญ่ๆ ได้แก่ การสะสมในมวลชีวภาพและในดินป่าไม้

มิโนรุ และ สำเร้ง (2548) ศึกษาการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ในป่าเขตร้อนของประเทศไทย พบว่า ในป่าดิบแล้งสะแกราชในปี พ.ศ. 2544 และ 2545 มีการแลกเปลี่ยนคาร์บอนสุทธิ 1.5 และ 1.3 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2546 และ 2547 เป็น 4.6 และ 4.7 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ สำหรับป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลองมีการแลกเปลี่ยนคาร์บอนสุทธิในปี พ.ศ. 2544 - 2546 เท่ากับ 5.6, 3.7 และ 4.5 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ต่อปี ตามลำดับ และเพิ่มขึ้นเป็น 4.8 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ต่อปี ในปี พ.ศ. 2547 ซึ่งเป็นผลมาจากความอุดมสมบูรณ์ของไม้ไผ่ในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ

แสงคำ (2552) ศึกษาการสะสมของคาร์บอนในป่าเต็งรังและเบญจพรรณ บริเวณป่าชุมชนบ้านทรายทอง ตำบลป่าสัก อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน พบว่าในป่าเต็งรังมีปริมาณคาร์บอนสะสมในมวลชีวภาพ เท่ากับ 23,498.32-59,163.89 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ และมีปริมาณสะสมในดิน 16.16-42.95 ตันต่อเฮกแตร์ สำหรับป่าเบญจพรรณ มีการสะสมในมวลชีวภาพ เท่ากับ 30,942.85-102,374.37 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ และมีปริมาณสะสมในดิน 40.49-86.11 ตันต่อเฮกแตร์

Pibumrung *et al.* (2007) ศึกษาการสะสมคาร์บอนในพื้นที่ป่า ป่าปลูกและพื้นที่เกษตรลุ่มย่อยน้ำยาว จังหวัดน่าน พบว่า พื้นที่ป่าไม้มีการสะสมคาร์บอนทั้งในส่วนที่อยู่เหนือพื้นดินและในดินมากที่สุด รองลงมา คือ ป่าปลูกและพื้นที่เกษตร

Arevalo *et al.* (2009) ศึกษาการสะสมและการกระจายของคาร์บอนในระบบนิเวศ ในพื้นที่การประโชชน์แตกต่างกันในภาคเหนือของอัลเบอร์ต้ากลาง ประเทศแคนาดา พบว่า พื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรแตกต่างกันมีผลต่อปริมาณมวลชีวภาพของพืชและอินทรีย์วัตถุในดิน ทำให้มีคาร์บอนสะสมในพื้นที่แตกต่างกัน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved