

บทที่ 2

ทบทวนเอกสาร

2.1 ความหลากหลายทางชีวภาพ

ความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) เป็นการศึกษาเรื่องความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติในระบบนิเวศ ซึ่งทุกสิ่งทุกอย่างล้วนแต่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและมนุษย์สามารถที่จะเอาความหลากหลายทางชีวภาพมาใช้ประโยชน์ได้ ทั้งอาหาร ยา รักษาโรค เครื่องนุ่งห่มและที่อยู่อาศัย (ประชัน 2547) ความหลากหลายทางชีวภาพมีผลพวงมาจากกระบวนการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตรวมกับการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ในทางชีววิทยาถือว่าความหลากหลายทางชีวภาพมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับประวัติศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตและกลไกการเกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ๆ (วิสุทธิ์, 2548)

ความหลากหลายทางชีวภาพ คือ “จำนวนชนิดพันธุ์ที่ปรากฏให้เห็น ณ ที่นั้น” (Burley, 2004) มีความสำคัญต่อการอยู่รอดของมนุษย์ ความหลากหลายทางชีวภาพสะท้อนให้เห็นถึงวิวัฒนาการและการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพมาเป็นเวลานาน เช่น การใช้พืชและสัตว์เป็นอาหารหรือยารักษาโรคและการนำจุลินทรีย์มาใช้ในการผลิตยาปฏิชีวนะ เป็นต้น (ปริศนาและคณะ, 2548) ต่อมาได้มีการพัฒนาความหมายออกมาเป็น 3 ระดับ ดังนี้

(1) ความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) เป็นองค์ประกอบทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อม ได้แก่ ความหลากหลายของยีนส์ที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดหรือสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน โดยอาจเกิดจากการกลายพันธุ์หรือการที่ประชากรของสิ่งมีชีวิตนั้นถูกแยกออกจากกัน

(2) ความหลากหลายในระดับชนิดพันธุ์ (species diversity) หมายถึง ความแตกต่างของสิ่งมีชีวิต เช่น พืช, แบคทีเรีย, เห็ดราและสัตว์ชนิดต่างๆ เป็นต้น

(3) ความหลากหลายในระดับระบบนิเวศ (ecosystem diversity) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตในแต่ละพื้นที่ไม่ว่าจะเป็นจุลินทรีย์, พืชและสัตว์ ที่อาศัยอยู่ร่วมกันเป็นประชากร มีความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันเองและสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

ส่วน (พงษ์ศักดิ์และวารินทร์, 2547) กล่าวว่า ความหลากหลายทางชีวภาพ หมายถึง ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิต ทั้งในระดับสายพันธุ์ ชนิดพันธุ์และระบบนิเวศของพื้นที่นั้น ความ

หลากหลายทางชีวภาพจะมีบทบาทต่อชนิด ปริมาณ สัดส่วนและการกระจายของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ที่ประกอบตัวขึ้นทั้งในแนวตั้งและแนวนอนภายในระบบนิเวศ ทำให้กระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในระบบนิเวศแตกต่างกันและส่งผลทำให้การทำงานตามหน้าที่ของระบบนิเวศแตกต่างกันตามไปด้วย ดังนั้นความหลากหลายทางชีวภาพจึงมีความหมายที่ค่อนข้างซับซ้อนมาก

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น ซึ่งเป็นที่อยู่ของพันธุ์ไม้ สัตว์ป่าและจุลินทรีย์ต่างๆ มากมาย ทำให้เอื้อประโยชน์ให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ จึงทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพมาก (รณิดา, 2547) ปัจจุบันความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทยลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากการทำลายระบบนิเวศ การนำเอาความหลากหลายทางชีวภาพมาใช้มากเกินไป ซึ่งสาเหตุที่สำคัญของการทำลายระบบนิเวศนั้นก็คือมนุษย์

2.2 การศึกษาสังคมพืช

ในป่าธรรมชาตินั้นสังคมของพืช (plant community) จัดเป็นส่วนหนึ่งของสังคมสิ่งมีชีวิต (biotic community) สังคมพืชป่าไม้ หมายถึง กลุ่มของพืชที่ขึ้นอยู่บนพื้นที่หนึ่งๆ ซึ่งต่างก็มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน รวมทั้งมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมทางกายภาพที่กลุ่มพืชนั้นขึ้นอยู่

สังคมพืชป่าไม้มีลักษณะแตกต่างกันไปตามชนิดของป่าไม้ เช่น สังคมพืชป่าเต็งรัง สังคมพืชป่าเบญจพรรณ สังคมพืชป่าดิบเขา สังคมพืชป่าสน สังคมพืชป่าดิบแล้ง เป็นต้น ในป่าชนิดหนึ่งๆ นั้น สังคมพืชยังแตกต่างกันไปตามชนิดย่อยของป่าไม้และสภาพพื้นที่

โดยทั่วไปสังคมพืชประกอบด้วยลักษณะ 5 ประการ ได้แก่ (1) ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช (species diversity) สิ่งแรกในการศึกษาเกี่ยวกับสังคมพืชก็คือ การศึกษาว่ามีชนิดของพืชอะไรบ้างที่ขึ้นอยู่ การจัดทำบัญชีรายชื่อพืชทั้งหมดในสังคมพืชแห่งนั้นเป็นวิธีการง่ายๆ ในการหา species richness ปัจจุบันการศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชจะต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนประชากรของพืชและชนิดด้วย (population abundance) (2) รูปแบบการเจริญเติบโตและโครงสร้าง (growth form & structure) เราสามารถอธิบายเกี่ยวกับสังคมพืชป่าไม้บริเวณหนึ่งๆ จากลักษณะรูปแบบการเจริญเติบโต (growth forms) ที่แตกต่างกัน เช่น พันธุ์ไม้ยืนต้น (trees) ไม้พุ่ม (shrubs) ไม้เลื้อย (vines/climbers) พืชล้มลุก (herbs) พืชอิงเกาะ (epiphytes) เป็นต้น พันธุ์ไม้ยืนต้นก็อาจแบ่งออกเป็น ต้นไม้ขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่ รูปแบบการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้ที่แตกต่างกันนี้ใช้เป็นที่กำหนดเกี่ยวกับการจัดเรียงตามแนวตั้ง (stratification หรือ vertical layering) ของพันธุ์ไม้ในสังคมพืชในป่า (3) ความเด่น (dominance) ในสังคมสิ่งมีชีวิตป่าไม้ นั้น พันธุ์ไม้แต่ละชนิดในป่ามีความสำคัญที่มากน้อยแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดรูปร่าง จำนวนและบทบาทที่มีต่อสิ่งแวดล้อม พันธุ์ไม้เด่น (dominant tree species) จะมีลักษณะเหล่านี้มากกว่า

หรือเด่นชัดกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ ที่เหลือ (4) จำนวนประชากรสัมพัทธ์ (relative abundance) จำนวนประชากรของพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ ในสังคมพืชป่าไม้สามารถนำมาศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนกันได้และสามารถบ่งบอกได้ว่าพันธุ์ไม้ชนิดใดมีจำนวนมากหรือน้อยกว่ากันเท่าไร (5) โครงสร้างเกี่ยวกับห่วงโซ่อาหาร (trophic structure) สังคมพืชป่าไม้หนึ่งๆ ประกอบด้วยผู้ผลิต ผู้บริโภคและผู้ย่อยสลาย เราสามารถบอกได้ว่าสิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่ต่างๆ ดังกล่าว ได้แก่ ชนิดใดบ้าง ซึ่งอาจแตกต่างกันหรือคล้ายคลึงกับสังคมพืชป่าไม้บริเวณอื่น ความหลากหลายของชนิดผู้ผลิต ผู้บริโภคและผู้ย่อยสลายจะผันแปรไปตามลักษณะของสังคมพืชป่าไม้ โดยเฉพาะชนิดของป่าไม้ และสภาพความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้

ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าบริเวณหนึ่งๆ มีความผันแปรไปตามพื้นที่และกาลเวลา รวมทั้งอิทธิพลของมนุษย์จากกิจกรรมต่างๆ เช่น การตัดฟันต้นไม้ การแผ้วถางป่าทำไร่ หนุมเวียน การเกิดไฟป่า การล่าสัตว์ เป็นต้น

การวิจัยเกี่ยวกับทรัพยากรป่าไม้ที่ผ่านมาให้ความสนใจเกี่ยวกับความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้และแนวทางการนำมาใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ โดยเฉพาะพืชอาหาร สมุนไพร ไม้ประดับ พืชเศรษฐกิจและพืชหายาก การศึกษาเกี่ยวกับนิเวศวิทยาของพืชพันธุ์ไม้ป่าจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับการขึ้นกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติของพืชแต่ละชนิดว่าจะพบในป่าชนิดใด ในสภาพภูมิประเทศแบบใด และมีสภาพสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างไร เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการขยายพันธุ์และนำมาปลูกแบบพืชเกษตร สำหรับการวิจัยเกี่ยวกับบทบาทของป่าไม้ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการกักเก็บคาร์บอนนั้นได้รับความสนใจกันอย่างมากในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมา ทำให้ได้ข้อมูลครอบคลุมประเด็นต่างๆ บ้าง แต่ยังคงต้องการวิจัยในประเด็นอื่นๆ รวมทั้งจำเป็นจะต้องพัฒนาวิธีการวิจัยและเครื่องมือต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้น

दनัย (2548) ศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้กับลักษณะดินในสังคมพืชป่าไม้ในพื้นที่ อำเภอบางมะฝ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่ามีป่าไม้ทั้งหมด 4 ชนิด คือป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าสนเขาและป่าดิบเขา โดยป่าสนเขาแบ่งออกเป็น 2 สังคมย่อย คือป่าสน ผสมป่าเต็งรังและป่าสน ผสมป่าดิบเขาและในหลายพื้นที่มีพันธุ์ไม้ขึ้นปะปนกัน โดยเฉพาะป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ

สุนทร (2538) ศึกษาการวิเคราะห์ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ บริเวณป่าเต็งรังที่มีต้นผักหวานขึ้นอยู่ อำเภอสอด จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้แปลงสุ่มตัวอย่างขนาด 40×40 เมตร จำนวน 12 แปลง พบว่า ต้นผักหวานป่าขึ้นได้ดีในป่าเต็งรังที่มีไม้รังเป็นไม้เด่น พบดินเป็นกรวดหิน มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมากและสภาพพื้นที่แห้งแล้งมาก

แสงคำ (2552) ศึกษาความหลากหลายของชนิดพืช ลักษณะดินและการใช้ประโยชน์ป่าชุมชนบ้านทรายทอง ตำบลป่าสัก อำเภอมือง จังหวัดลำพูน ประกอบด้วยป่าเต็งรังและป่าเบญจ

พรรณ 2 พื้นที่คือ (1) พื้นที่ป่าที่มีการอนุรักษ์มานาน และ (2) พื้นที่ป่าที่มีการอนุรักษ์ใหม่ พบพันธุ์ไม้ในป่าสองชนิดทั้งหมด 183 ชนิด ป่าเต็งรังพื้นที่ 1 และ 2 พบ 71 และ 64 ชนิด ตามลำดับ ขณะที่ป่าเบญจพรรณพื้นที่ 1 และ 2 พบจำนวน 122 และ 121 ชนิด ตามลำดับ ลักษณะดินในป่า พบว่าป่าเต็งรังเป็นกรวดและก้อนหิน มีดินที่ตื้นถึงลึกปานกลาง ส่วนป่าเบญจพรรณดินมักจะลึกปานกลางหรือลึกมาก

ณัฐลักษณะ (2552) ศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ ลักษณะดินและการสะสมคาร์บอนในป่าชนิดต่างๆ บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ในป่า 5 ชนิด ได้แก่ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ป่าสนและป่าดิบเขา พบว่า ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ (SWI) มีค่า 4.45, 5.08, 6.13, 5.13 และ 6.10 ตามลำดับ

รุ่งอรุณ (2544) ศึกษาลักษณะสังคมพืชในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ในสังคมพืชป่าเต็งรังที่ระดับความสูง 400, 600 และ 800 เมตร ประกอบด้วยไม้ยืนต้นขนาดใหญ่จำนวน 40, 34 และ 25 ชนิด มีดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้เท่ากับ 3.57; 3.98 และ 2.90 ตามลำดับ

พงษ์ศักดิ์และคณะ (2537) ศึกษาการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืชในป่าเต็งรัง โดยวิธี Discriminate Analysis พบว่า ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการกระจายการเจริญเติบโตและความหลากหลายของชนิดพืชในป่า คือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุและแคลเซียม

2.3 ลักษณะดินป่าเต็งรัง

ดินในป่าเต็งรังมีความผันแปรไปตามพื้นที่ ในภาคเหนือมีทั้งดินที่ตื้นมากที่เป็นกรวดและก้อนหิน รวมทั้งมีหิน โส่หรือแทบจะไม่มีดินเลย ซึ่งจัดอยู่ในอันดับเอ็นทิซอลส์ (Entisols) ซึ่งพบทั้งในบริเวณหินแกรนิตและหินปูน ดินในป่าเต็งรังแบบนี้เป็นดินที่ไม่มีโอกาสเกิดพัฒนาของชั้นดิน โดยมีชั้นดินเป็นแบบ A/Cr/R ดินมีความลึก 30-50 เซนติเมตร มักจะมีก้อนกรวดปะปนอยู่ในชั้นดินมาก บางแห่งอาจมีความลึก 70-100 เซนติเมตร แต่มีก้อนหินหรือหินผุอยู่ในดินชั้นล่าง พันธุ์ไม้เด่นที่ขึ้นอยู่ได้แก่ ไม้เต็งหรือไม้เต็งผสมไม้รัง จะพบดินแบบนี้ในพื้นที่แกรนิต ในบางพื้นที่ที่เป็นหินตะกอนดินป่าเต็งรังมักจะเป็นดินทรายถ้าหินต้นกำเนิดดินเป็นหินทราย (sandstone) หรือทรายละเอียด (siltstone) และหินกรวด (conglomerate) บางแห่งอาจเป็นหินดินดาน (shale) หรือหินชนวน (slate) ทำให้ดินมีเนื้อที่ละเอียด แต่มีความอุดมสมบูรณ์ของแร่ธาตุต่ำ

ดินป่าเต็งรังอาจมีความลึกมากกว่า 1 เมตร ซึ่งจัดเป็นดินที่มีการพัฒนาตัวของชั้นดินมานาน จัดเป็นดินอันดับอัลติซอลส์ (Ultisols) ชั้นดินมีก้อนกรวดปะปนอยู่น้อย มักจะเป็นดินเนื้อละเอียดและมีดินเหนียวสะสมอยู่ในดินชั้นล่าง ดินมีสีเหลืองแดง (red - yellow) เนื่องจากมีแร่เหล็ก

อยู่มากแต่มีอินทรียวตฤในชั้นดินต่ำ มีค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยเบสในชั้นดิน 0-50 เซนติเมตร ต่ำกว่าร้อยละ 35 ดินป่าเต็งรังแบบนี้มักจะมีไม้เหียงหรือไม้พลวงขึ้นเป็นพันธุ์ไม้เด่น ในบริเวณที่เป็นหินปูนอาจพบป่าเต็งรังขึ้นอยู่ บางครั้งก็ขึ้นปะปนกับป่าเบญจพรรณ บางแห่งจะพบว่าพันธุ์ไม้ป่าเต็งรังสามารถขึ้นอยู่บนก้อนหินปูน โดยมีรากไซซอนไปตามรอยแยกของดินและไม่มีดินปกคลุมพื้นที่เลย มีแต่หินปูนเป็นหินใหญ่ แต่บางพื้นที่ที่หินปูนมีการผุพังสลายตัวและบางแห่งก็ผุพังมากลึกเกิน 1 เมตร โดยมีแต่เนื้อดินที่ร่วนละเอียดมีสีแดงจัดหรือสีแดงปนน้ำตาล (reddish / reddish brown soils) พื้นที่ดังกล่าวมีพันธุ์ไม้ป่าเต็งรังขึ้นปกคลุมมักจะมีลำต้นสูงใหญ่มาก อาจมีทั้งไม้รังเต็ง เหียงและพลวง จัดเป็นดินอันดับแอลฟิซอลส์ (Alfisol) มีเนื้อดินที่ละเอียดมากและเป็นดินเหนียวจัดตลอดชั้นความลึกของดินทั้งดินบนและดินล่าง มีค่าอัตราร้อยละความอิ่มตัวด้วยเบสในชั้นดิน 0-50 เซนติเมตร มากกว่าร้อยละ 35

จตุรงค์ (2543) ศึกษาลักษณะดินกับความหลากหลายของชนิดป่า บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ป่าเต็งรังและป่าดิบเขาจัดอยู่ในอันดับอัลทิซอลส์ (Ultisols) อันดับย่อย Ustults ดินป่าเต็งรังที่มีไม้เหียงเป็นไม้เด่นมีชั้นขนาดของอนุภาคดินเป็นแบบละเอียด ในขณะที่ป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเด่นดินเป็นแบบละเอียดมาก

นิวัติ (2546) ศึกษาลำดับดินบนพื้นที่สูง ที่ได้รับอิทธิพลจากการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในบริเวณดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ดินในบริเวณป่าดิบชื้นและป่าดิบเขา มีความหนาของชั้นดินมากกว่าดินที่อยู่ภายใต้สภาพป่าเต็งรัง โดยป่าเต็งรังที่มีความลาดชันร้อยละ 50-55 มีชั้นสภาพความชื้นดินแบบอัสติก อุณหภูมิดินมากกว่า 20 เป็นกลุ่มดินย่อย Haplustult ส่วนป่าเต็งรังที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นนาข้าว เป็นดินในกลุ่มดิน Epiaquult

เสวียน (2538) ศึกษาเชิงนิเวศวิทยาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืชในป่าเต็งรังกับคุณสมบัติของดิน บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ดินในป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเด่นมีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุด รองลงมาคือในสังคมพืชที่มีไม้เหียง ไม้เต็งและไม้รังเด่น

Handrick (1981) ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างดินและพืชพรรณบนพื้นที่สูงทางภาคเหนือของประเทศไทย พบว่า คุณสมบัติของดินและชนิดของพืชพรรณระหว่างพื้นที่ และภายในพื้นที่ที่ทำการศึกษามีความแปรปรวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ที่มีหินที่ให้วัตถุต้นกำเนิดดินที่แตกต่างกันจะมีความแปรปรวนสูง ส่วนลักษณะภูมิอากาศโดยเฉพาะปริมาณน้ำฝน ความชื้น และลักษณะภูมิประเทศ โดยเฉพาะความลาดชันและทิศทางความลาดชัน มีอิทธิพลต่อการเกิดของดินและการเจริญเติบโตของพืชพรรณ

Ogawa (1961) ศึกษาลักษณะของดินในสังคมพืชป่าเต็งรัง พบว่า ลักษณะดินมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของพันธุ์ไม้เด่น เป็นดินลูกรังที่มีกรวดทรายมาก สังคมพืชที่มีไม้พลงและไม้เหียงเด่นเป็นดินร่วนปนทรายที่มีดินลูกรังน้อยลง

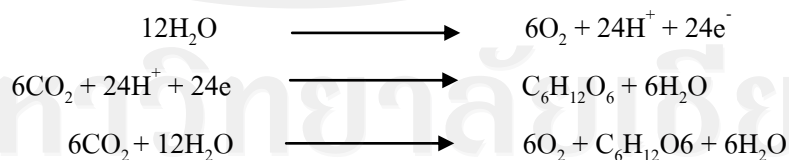
2.4 สะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้

ป่าไม้จะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศโดยกระบวนการหายใจของพืช (ใบ ลำต้น รากและส่วนอื่นๆ) และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดิน (soil respiration) นอกจากนี้ ในป่าบางประเภท ได้แก่ ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ ไฟป่าก็นับว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอน

การหมุนเวียนคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ ประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ (รูปที่ 2-1) คือ (1) การเข้าสู่ระบบของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยขบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งจะก่อให้เกิดสารประกอบคาร์โบไฮเดรต (2) การหมุนเวียนภายในและสะสมในส่วนต่างๆ ของระบบนิเวศได้แก่ ในเนื้อเยื่อพืช สัตว์และจุลินทรีย์ การสะสมซากอินทรีย์บนพื้นป่าจากการร่วงหล่นของซากพืชและการสะสมในดิน และ (3) การสูญเสียคาร์บอนออกไปจากระบบนิเวศ ได้แก่ การหายใจของพืช สัตว์และจุลินทรีย์ การเผากร่อนหน้าดิน การเกิดไฟป่า การตัดฟันไม้ไปใช้ประโยชน์และหาของป่า (Landsberg & Gower, 1997)

(1) การเข้าสู่ระบบของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยขบวนการสังเคราะห์แสงของพืช

การสังเคราะห์แสงเป็นขบวนการที่พืชสีเขียวสร้างอาหารโดยนำพลังงานแสงเปลี่ยนแปลงเป็นพลังงานเคมีสะสมในโมเลกุล ในการสังเคราะห์แสงพืชจะดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าทางปากใบเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบร่วมกับน้ำที่ได้จากการดูดน้ำของรากพืช ผลของการสังเคราะห์แสงจะได้น้ำตาลกลูโคสและออกซิเจน



การสังเคราะห์แสงของพืชแบ่งออกได้เป็น 2 ปฏิกริยา ได้แก่ ปฏิกริยาแสง (light reaction หรือ photochemical reaction) และ ปฏิกริยามืด (dark reaction หรือ enzymatic reaction) การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์จะเกิดขึ้นในปฏิกริยามืด

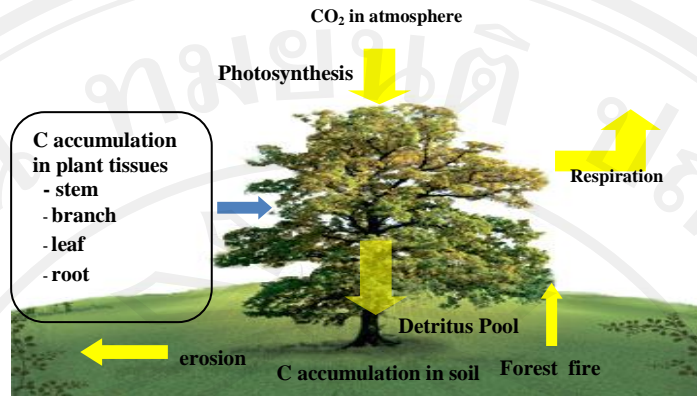
เราสามารถแบ่งพืชตามลักษณะการสังเคราะห์แสงของพืชได้ 3 กลุ่ม คือ (1) พืชซีสาม (C_3 -plant) จะตรึงคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศเข้าทำปฏิกิริยากับ RuBP ได้ PGA ที่มีคาร์บอน 3 อะตอมในวัฏจักรคัลวิน (calvin cycle) โดยตรง (2) พืชซีสี่ (C_4 -plant) จะตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ 2 ครั้ง โดยตรงจากอากาศเข้าทำปฏิกิริยากับ PEP เปลี่ยนเป็นสารที่มีคาร์บอน 4 อะตอม แล้วจึงปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ให้แก่วัฏจักรคัลวิน พืชซีสี่เป็นพืชที่มีประสิทธิภาพสูงในการสังเคราะห์แสง โดยสามารถตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ได้รวดเร็วมากทำให้พืชดูดพลังงานแสงได้มาก อัตราการสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อความเข้มของแสงเพิ่มขึ้นและจุดอิ่มตัวแสงของพืชซีสี่จะสูงกว่าพืชซีสาม และ (3) พืชแคม (CAM-plant) จะตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในรูปกรดอินทรีย์ในเวลากลางคืน เช่น กรดมาลิก แล้วปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ให้แก่วัฏจักรคัลวินในตอนกลางวัน

(2) การหมุนเวียนภายในและการสะสมในส่วนต่างๆ ของระบบนิเวศ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) การสะสมในเนื้อเยื่อพืช โดยพืชสร้างสารคาร์โบไฮเดรตจากการสังเคราะห์แสงแล้วลำเลียงไปสะสมในส่วนต่างๆ ของพืชในรูปของเซลลูโลสและลิกนิน (2) การสะสมในเนื้อเยื่อสัตว์และจุลินทรีย์ โดยสัตว์ได้รับคาร์บอนจากการกินที่ได้จากเนื้อเยื่อพืชและจุลินทรีย์ได้รับคาร์บอนจากการกินและย่อยสลายซากพืช และ (3) การสะสมของซากอินทรีย์บนพื้นป่าและการสะสมในดิน โดยเกิดจากการย่อยสลายของซากสิ่งมีชีวิตของจุลินทรีย์

เศษซากสิ่งมีชีวิต \rightarrow $CO_2 + H_2O +$ แร่ธาตุ + เซลล์จุลินทรีย์ + intermediate products + สารฮิวมิค

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสะสมของสารประกอบอินทรีย์คาร์บอนในดินได้แก่ สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ พืชพันธุ์ไม้และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ชนิดของหินวัตถุดิบกำเนิดดินและเวลา (Stevenson, 1986) ปัจจัยเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะการหมุนเวียนของคาร์บอนทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ ทำให้เกิดรูปแบบเฉพาะเกี่ยวกับการหมุนเวียนของคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้แต่ละพื้นที่

(3) การสูญเสียคาร์บอนออกไปจากระบบนิเวศ ประกอบด้วย (1) การสูญเสียออกไปโดยกระบวนการของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะการหายใจของพืช สัตว์และจุลินทรีย์และการย่อยสลายของจุลินทรีย์ และ (2) การสูญเสียออกไปโดยกระบวนการอื่นๆ เช่น การชะาะกร่อนหน้าดิน การเกิดไฟป่า การตัดฟันไม้ไปใช้ประโยชน์และการหาของป่าอื่นๆ



ภาพที่ 2-1 การหมุนเวียนของคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้

ตฤณและคณะ (2551) ศึกษาการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าเต็งรัง พื้นที่มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ พบว่า การสะสมธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าเต็งรังส่วนใหญ่จะอยู่ในเนื้อเยื่อพืชและดินเมื่อเทียบกับชั้นซากอินทรีย์บนดินที่มีการสะสมอยู่น้อยและหากมีปัจจัยไฟป่าเกิดขึ้นบ่อยจะทำให้การสะสมในส่วนนี้มีน้อยมาก

สุนทรและคณะ (2551) ศึกษาการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้บริเวณดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า การสะสมเกิดขึ้นน้อยในป่าเต็งรังมากขึ้นในป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง ป่าสนผสมป่าดิบเขาและป่าดิบเขา ตามลำดับ พบการสะสมคาร์บอนมากที่สุดในป่าดิบเขาสูง

สุนทรและคณะ (2553) ศึกษาศักยภาพและความผันแปรเกี่ยวกับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนในดินป่าไม้ชนิดต่างๆ ในภาคเหนือ พบว่า ปริมาณคาร์บอนในดินป่าไม้มีความแตกต่างกันระหว่างชนิดป่าและแม้แต่ในป่าชนิดเดียวกันก็มีความผันแปรแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ สภาพความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้ หินต้นกำเนิดดินและความสูงของพื้นที่จากระดับทะเลปานกลาง เป็นต้น

สาโรจน์และคณะ (2553) ศึกษาการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่าบริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า การสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพทั้งหมดคิดเป็น 56,591 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ แยกเป็นส่วนของลำต้น กิ่ง ใบและราก 40,957; 5,635; 2,786 และ 7,213 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ดังนั้นการไม่เกิดไฟป่าจะทำให้มีการสะสมมวลชีวภาพและคาร์บอนในป่าเพิ่มมากขึ้น

Arevalo *et al.* (2009) ศึกษาการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินแตกต่างกันในแคนาดา พบว่า ปริมาณการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าธรรมชาติไม้ aspen (*Populus sp.*) มีค่าเท่ากับ 223 เมกกะกรัมต่อเฮกตาร์ ขณะที่สวนป่าไม้ aspen อายุ 9 ปี และ 2 ปี มีค่าเท่ากับ 174 และ 110 เมกกะกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ พื้นที่เกษตรกรรมมีค่า 132 เมกกะกรัมต่อเฮก

แตร และทุ่งหญ้ามีค่า 121 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ แสดงให้เห็นว่ามวลชีวภาพจะผันแปรไปตามชนิดพันธุ์ไม้และส่วนต่างๆ ของพืช การสะสมธาตุอาหารจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณมวลชีวภาพ

Phouveth *et al.* (2009) ศึกษาปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดิน ซึ่งเป็นส่วนที่มีปริมาณการสะสมมากที่สุด โดยปริมาณการสะสมคาร์บอนทั้งหมดของป่าดิบแล้งมีปริมาณมากกว่าป่าเต็งรัง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 31,442.01 และ 15,096.18 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดิน ใต้ดินและพืชพื้นล่างของป่าดิบแล้งเท่ากับ 23,737.05; 7,682.26 และ 22.71 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ โดยป่าเต็งรังมีค่าเท่ากับ 9,505.00; 5,578.56 และ 12.61 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

Pibumrung *et al.* (2008) ศึกษาการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าธรรมชาติ ป่าปลูกและพื้นที่เกษตรกรรมในภาคเหนือของประเทศไทย พบว่า ปริมาณการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าธรรมชาติที่เป็นป่าเบญจพรรณและป่าดิบเขา มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 194.25 ± 14.38 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ และพื้นที่เพาะปลูกพืชเกษตรมีค่าเฉลี่ย 103.10 ± 18.24 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์