บทที่ 2

การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะทั่วไปของสังคมพืชป่าดิบแล้ง

ป่าดงดิบแล้งหรือป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest หรือ semi-evergreen forest) ในปัจจุบันแปรสภาพมาจากป่าดงดิบชื้น (tropical rain forest) ทั้งนี้เพราะว่าลักษณะโครงสร้าง ลักษณะดิน ตลอดจนพรรณไม้ที่ขึ้นอยู่มีลักษณะคล้ายกับป่าดิบชื้น แต่ปัจจัยอย่างอื่นต่างกัน เช่น ภูมิอากาศ ภูมิประเทศ เป็นต้น จึงกล่าวได้ว่าป่าชนิดนี้เป็น sub type ของป่าดิบชื้น ปรากฏตามที่ลุ่มตามหุบเขาหรือตามลำห้วยลำธารเป็นแนวแคบๆ ตามเชิงเขา ที่ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางต่ำกว่า 700 เมตร เฉลี่ยประมาณ 500 เมตร (Smitinand, 1977) เช่น ที่ดอยเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ พบที่ระดับความสูง 350 - 600 เมตร (Smitinand, 1965) หรือที่บริเวณลุ่มน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น พบที่ระดับความสูงระหว่าง 280 - 700 เมตร (Bunyavejchewin, 1979) เป็นต้น ปริมาณน้ำฝนในรายปีประมาณ 1,000 - 2,000 มิลลิเมตร (Smitinand, 1977) โดยมีฤดูแล้งประมาณ 4 เดือนในรอบปี (Whitmore, 1975) พรรณไม้ในป่าชนิดนี้ประกอบด้วยพรรณไม้ที่ไม่ผลัดใบและผลัดใบหลายชนิด แต่พันธุ์ไม้ไม่ผลัดจะมีมากกว่าและเด่นกว่า (Puri, 1960) พรรณไม้เด่นและมีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจได้แก่ไม้ในตระกูลไม้ยาง (Dipterocarpaceae) ซึ่งมีขนาดสูงและใหญ่ บางครั้งพบต้นไม้ที่มีความสูงเกิน 40 เมตร โดยเฉพาะยางขาว ยางแดง ตะเคียนหิน ตะเคียนทอง เคี่ยมคะนอง เป็นต้น ในประเทศไทยมีป่าชนิดนี้ปรากฏเกือบทุกภาคของประเทศ ยกเว้นภาคใต้ตอนล่าง (เทียม คมกฤส, 2515) ซึ่งปัจจุบันนี้พื้นป่าที่ดิบแล้งส่วนมากอยู่ในสภาพเสื่อมโทรม นอกจากบริเวณที่อยู่ห่างไกลทางคมนาคม หรือที่อยู่อาศัยของมนุษย์ และบริเวณที่มีการป้องกันไว้เป็นอย่างดี เช่น เขตอุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เป็นต้น (สมนึก ผ่องอำไพ, 2515)

ลักษณะโครงสร้างทางด้านแนวดิ่งของป่าดิบแล้งที่สมบูรณ์ สามารถแบ่งได้ 3 ชั้นเรือนยอด โดยไม้ชั้นบน มีความสูง 20-45 เมตร ได้แก่ ตะแบกแดง กะบก ซึ่งทั้งสองชนิดนี้ นับว่าเป็นชนิดที่เด่นมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบ ยางแดง ตะเคียนทอง ปออีเก้ง สมพง ขึ้นอยู่เป็นกลุ่มๆ ตามบริเวณใกล้ลำธารหรือริมห้วย ไม้ชั้นรองมีความสูง 15 - 25 เมตร เช่น ค้างคาว ลำป้าง กระท้อน สีรา

มัน เฉียงพร้านางแอ เป็นต้น ไม้ชั้นล่างมีความสูง 6 - 15 เมตร พรรณไม้ที่ปรากฏอยู่ในชั้นนี้ ได้แก่ แก้ว ตังตาบอด นางดำ สังเครียดหยามฝ้าย ลำบิด กระโมกเขา จันทร์ชะมด สั่งทำ ว่านช้างร้อง เป็นต้น (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, คณะวนศาสตร์, 2538)

ลักษณะป่าดิบแล้งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน

ป่าดิบแล้งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน แต่เดิมเป็นป่าผืนใหญ่ต่อเนื่องไปถึงประเทศกัมพูชา อดีตเรียกว่า ป่าพนมสารคาม มีเนื้อที่ทั้งหมด 5 ล้านไร่ แต่ได้ถูกบุกรุกแผ้วถางยึดครองและเปลี่ยนเป็นพื้นที่การเกษตรบางส่วน ในปี พ.ศ. 2513 ได้เปิดให้มีการทำสัมปทานป่าไม้โดยใช้ระบบเลือกตัด จึงทำให้มีประชาชนบุกรุกมากขึ้น ต่อมาในปี 2520 ได้มีการยกเลิกการทำสัมปทานป่าไม้ และได้มีการจัดตั้งเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน จนกระทั่งปี พ.ศ. 2535 ได้มีการประกาศขยายเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน จนมีพื้นที่ครอบคลุม 643,750 ไร่ โดยมีป่าดิบแล้งเป็นสังคมพืชที่ขึ้นปกคลุมพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนเกือบทั้งหมด ยกเว้นพื้นที่ตามสันเขาหรือในบริเวณที่มีดินตื้นจะมีสังคมพืชชนิดอื่นขึ้นแทรกอยู่เป็นหย่อมๆ ป่าดิบแล้งบริเวณนี้เป็นพื้นที่ป่าดิบแล้งผืนใหญ่ที่สุดของประเทศที่ปรากฏอยู่บนพื้นราบ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, คณะวนศาสตร์, 2538) ชนะ พรมเดช (2534) อ้างถึงการศึกษาของจำลอง เพ็งคล้ายและคณะว่าป่าดิบแล้งบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนเป็นสังคมพืชที่มีการทับซ้อนของลักษณะทางนิเวศวิทยาของป่าภาคกลางกับนิเวศวิทยาของป่าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นในสังคมป่าดิบแล้งจะมีลักษณะที่กึ่งไปทางสังคมพืชของป่าดงดิบชื้นและมีต้นตะแบกใหญ่ (*Lagerstroemia calyculata*) เป็นไม้เด่น และยึดครองพื้นที่มากที่สุด

ลักษณะของป่าดิบแล้งที่กำลังคืนสภาพป่าบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน เป็นผลจากการบุกรุกแผ้วถางของเกษตรกรและถูกทิ้งไว้ทำให้พื้นที่ป่าบางส่วนกลายเป็นทุ่งหญ้า และมีการทดแทนตามธรรมชาติของสังคมพืช ทำให้เกิดป่ารุ่นสอง (secondary forest) ซึ่ง Komkris (1971) กล่าวว่าผลของการบุกรุกแผ้วถางป่าทำให้พรรณไม้ที่ขึ้นมาใหม่เปลี่ยนแปลงไปจากสภาพเดิม ส่วนใหญ่จะเป็นไม้ที่ไม่มีค่าทางเศรษฐกิจและมักจะเป็นทุ่งหญ้าทั่วไปพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมหากได้รับการป้องกันไม่ให้มีการทำลายเพิ่มเติม ขบวนการฟื้นฟูก็จะเกิดขึ้นเองโดยเป็นไปอย่างช้า ๆ

พืชบางชนิดสามารถปรับตัวให้ขึ้นเองได้ โดยไม่ต้องให้ความช่วยเหลือแต่อย่างใด แต่ต้องใช้ระยะเวลานาน

การหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศของป่า

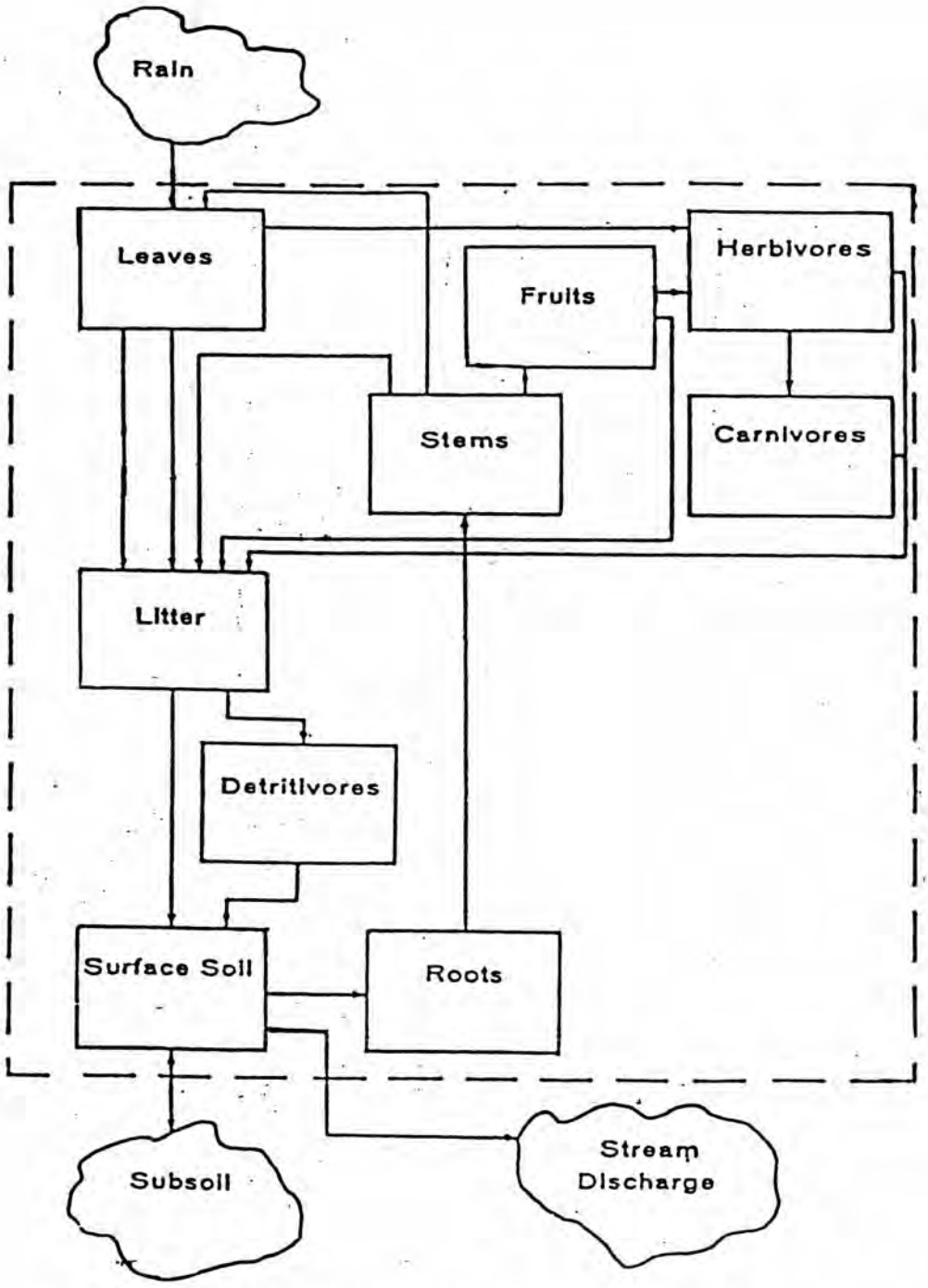
Brown (1978) การหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศของป่าธรรมชาติ ประกอบด้วยขบวนการที่สำคัญ 3 ขบวนการ คือ

1 ขบวนการที่ธาตุอาหารถูกนำเข้าหรือเพิ่มพูนให้แก่ระบบหมุนเวียนโดยการปลดปล่อยของดินและหิน ปะปนมากับฝนและจากการตรึงจากบรรยากาศ

2 ขบวนการเก็บกักธาตุอาหารภายในระบบหมุนเวียนโดยสะสมอยู่ในดินและในเศษซากเหลือของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

3 ขบวนการที่ธาตุอาหารสูญเสียออกไปจากระบบหมุนเวียนโดยการชะล้างพังทลายของดิน การนำพาของมนุษย์และภัยธรรมชาติต่างๆ

Richards (1966) กล่าวไว้ว่า ระบบนิเวศป่าเขตร้อนที่สมบูรณ์การหมุนเวียนธาตุอาหารจะเป็นวงจรปิดหรือใกล้ปิด (nearly closed cycle) คือธาตุอาหารที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากการสลายตัวของวัตถุต้นกำเนิดดินหรือหิน บางส่วนพืชจะดูดเอาไปใช้เมื่อพืชตายลงก็จะย่อยสลายปลดปล่อยลงสู่ดินและพืชสามารถนำไปใช้อีกครั้งหนึ่ง มีจำนวนน้อยที่สูญเสียไปกับการชะล้าง Golley et al. (1975) พบว่าการหมุนเวียนธาตุอาหารระหว่างดินและพืชในระบบนิเวศ เริ่มจากพืชดูดธาตุอาหารจากดินส่งผ่านลำต้นและกิ่งก้านสู่ใบเพื่อสร้างอินทรีย์วัตถุ ส่วนหนึ่งนำไปใช้ในขบวนการหายใจของพืช ส่วนหนึ่งเก็บสะสมไว้ในส่วนต่างๆ ของพืชในรูปของมวลชีวภาพ บางส่วนที่เก็บสะสมจะถูกแมลงและสัตว์กิน ส่วนที่เหลือเมื่อสิ้นอายุจะตายร่วงลงสู่ดินในรูปของซากพืชและสลายตัวในสิ่งแวดล้อมโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ปลดปล่อยธาตุอาหารสู่ดินเป็นประโยชน์ต่อพืช ทำให้ธาตุอาหารถูกหมุนเวียนอยู่ภายในระบบนิเวศโดยผ่านระบบชีววิทยาอย่างไม่มีที่สิ้นสุด Katagiri and Tsutsumi (1973) อธิบายการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าธรรมชาติว่าจำเป็นต้องวัดหรือประมาณธาตุอาหารทั้งในส่วนที่พืชเก็บกักไว้และส่วนที่ไหลผ่านระบบ ซึ่งปริมาณธาตุอาหารในส่วนต่างๆ ของระบบสามารถอธิบายได้ดังนี้



ภาพที่ 1 การหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศวิทยาป่าเขตร้อน

Source : Golley et al. (1975)

1. ปริมาณการสะสมธาตุอาหารในมวลชีวภาพของพืชและดิน

มวลชีวภาพ (biomass) หมายถึง มวลหรือน้ำหนักที่พืชได้สร้างขึ้น โดยพืชซึ่งเป็นผู้ผลิตทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานจากดวงอาทิตย์มาเป็นพลังงานทางเคมี นำธาตุอาหารจากดินเพื่อสร้างเนื้อเยื่อโดยขบวนการสังเคราะห์แสงเรียกว่า ผลผลิตมวลชีวภาพ (biomass production) ซึ่งวัดออกมาเป็นน้ำหนักแห้งต่อพื้นที่ต่อเวลา

การหาปริมาณมวลชีวภาพของป่านิยมใช้การวิเคราะห์ dimension analysis ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของไม้และมวลชีวภาพ โดยการเลือกไม้ตัวอย่างขนาดต่างๆ กันที่กระจายทั้งแปลงเป็นตัวแทนในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างขนาดส่วนต่างๆ กับมวลชีวภาพของต้นไม้ ผลรวมของมวลชีวภาพที่ประมาณได้จากไม้ทุกขนาดจะเป็นค่ามวลชีวภาพของหมู่ไม้นั้นๆ วิธีการ dimension analysis ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการหามวลชีวภาพของป่าไม้ โดย Kittredge (1949) ต่อมา Satoo และ Senda (1958) ได้นำมาใช้ประมาณหามวลชีวภาพของ ลำต้น กิ่ง ใบ และราก โดยอาศัยสมการแอลโลเมตรี จากความสัมพันธ์ของตัวแปรสองตัว จากต้นไม้ตัวอย่าง ในรูปของ $Y = Ax^h$ หรือ $\log Y = \log A + h \log x$ เมื่อ y คือปริมาณมวลชีวภาพของส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ x คือตัวแปรอิสระ ซึ่งใช้ในการประมาณหาปริมาณมวลชีวภาพ เช่น ขนาดของลำต้นส่วนต่างๆ ที่วัดได้จากต้นไม้ ค่าตัวแปรอิสระนี้ ค่าใดจะถูกต้องจำเป็นที่ต้องมีการพิจารณาเลือกให้มีความเหมาะสมเป็นกรณีไป

1.1 ปริมาณอาหารที่สะสมในมวลชีวภาพของพืช

ปริมาณอาหารที่สะสมในมวลชีวภาพของพืชจะขึ้นโดยตรงกับปริมาณมวลชีวภาพของพืชแต่ละต้นหรือแต่ละหมู่ไม้ สภาพของดิน และสภาพภูมิประเทศ (Ovington, 1962) โดย Ovington และ Madgwick (1959) พบว่าการสะสมธาตุอาหารของมวลชีวภาพของต้นไม้ในส่วนต่าง ๆ เรียงตามลำดับได้ดังนี้คือ ลำต้น > ราก > กิ่ง > เปลือก >ใบ เช่นเดียวกับการศึกษาปริมาณของมวลชีวภาพในส่วนต่างๆ ของป่าดิบแล้งบริเวณต่างๆ ในประเทศไทย (ธำรง ชินสุขใจประเสริฐ (2527), Tsutsumi et al. (1983), Tsutsumi, Kan, และKhemnakr (1967), ทรงธรรม สุขสว่าง (2532)) สรายุทธ บุญยเวชชีวิน และคณะ (2528) พบว่า ปริมาณธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg ที่สะสมอยู่ในไม้ยูคาลิปตัส อายุ 18 เดือน เท่ากับ 127.82, 14.59, 105.85, 62.00 และ 17.41 kg/ha ตามลำดับ โดยสะสมอยู่ที่ใบ > ลำต้น > กิ่ง ทรงธรรม สุขสว่าง (2532) รายงานว่า

ปริมาณธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg ที่สะสมในต้นตานดำ (*Diospyros transitoria* Bakh.) เท่ากับ 82.8, 5.0, 49.2, 55.0 และ 14.1 kg/ha ตามลำดับ โดยสะสมอยู่ที่ใบ > กิ่ง > ลำต้น > ราก

1.2 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในซากพืชที่ร่วงหล่น

ซากพืช (litter) หรือ ผลผลิตซากพืช (litter production) หมายถึง ปริมาณของอินทรีย์วัตถุทั้งหมดอาจจะเป็นชิ้นส่วนที่ตายแล้ว เช่น ใบ เปลือก กิ่ง ดอก ผล และลำต้น หรือชิ้นส่วนที่ยังมีชีวิตอยู่ เช่น เมล็ด และใบสด รวมถึงซากสัตว์หรือแมลงที่ร่วงหล่นลงมาด้วย อย่างไรก็ตามปริมาณของซากพืชนี้จะหมายถึงเศษไม้เล็กๆ ใบไม้ที่ร่วงหล่นลงมาทับถมกันในชั้นของอินทรีย์วัตถุเท่านั้น ไม่ได้รวมถึงไม้ขนาดใหญ่ เช่น กิ่งขนาดใหญ่ ลำต้น หรือผลที่มีขนาดใหญ่ และมีน้ำหนักมาก (Klinge, 1974)

การร่วงหล่นของซากพืชส่วนใหญ่แล้วจะผันแปรไปตามเขตภูมิอากาศ จากการเปรียบเทียบปริมาณซากพืชจากเขตภูมิอากาศต่าง ๆ ของโลก โดย Bray and Gorham (1964) พบว่าป่าในเขต arctic - alpine มีปริมาณซากพืชเฉลี่ย 1 ton/ha/yr เขตหนาว 3.5 ton/ha/yr ในเขตอบอุ่น 5.5 ton/ha/yr และในเขตร้อนจะมีผลผลิตสูงถึง 11 ton/ha/yr แต่ก็ยังผันแปรไปในแต่ละท้องที่และจะมีปริมาณแตกต่างกันออกไป ป่าไม้ในเขตศูนย์สูตรหรือเขตร้อนจะให้ผลผลิตสูงกว่าเขตอื่นๆ เนื่องจากป่าในเขตร้อนมีการวิวัฒนาการมานานและมีพรรณพืชใหม่เกิดขึ้นมากและหนาแน่น เป็นระบบนิเวศวิทยาที่สลับซับซ้อน ประกอบกับสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะภูมิอากาศเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโต ดังนั้นจึงมี primary productivity สูงกว่าป่าชนิดอื่นๆ ปัจจัยหลักที่กำหนดปริมาณของซากพืชได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณความชื้น และความอุดมสมบูรณ์ของดิน อย่างเช่นต้นไม้ในเขตร้อนชื้นจะมีใบไม้ร่วงหล่นตลอดปี แต่จะมีปริมาณสูงสุดในฤดูร้อนแห้งแล้งระหว่างเดือนพฤศจิกายน - มีนาคม (Nye, 1961) และ (Klinge, 1974) ทั้งนี้เพราะว่าในสภาวะความร้อนและแห้งแล้ง ต้นไม้จำเป็นจะต้องปรับตัวโดยการทิ้งใบมากขึ้นเพื่อลดการคายน้ำ ส่วนในช่วงความชื้นสูงจะเป็นช่วงที่ต้นไม้มีการเจริญเติบโตและมีความสมบูรณ์สูง ต้นไม้จะแตกยอดอ่อนและผลิตใบอ่อนจึงทำให้การร่วงหล่นของใบลดน้อยลงไปด้วย (สรายุทธ บุญยเวชชีวิน และธนิตย์ หนูยิ้ม, 2539)

การศึกษาปริมาณซากพืชที่ร่วงหล่นในป่าดิบแล้งในประเทศไทยพบว่าป่าดิบแล้งบริเวณสถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด จังหวัดระยอง มีซากพืชร่วงหล่นประมาณ

9.396 ton/ha/yr (ทรงธรรม สุขสว่าง, 2523) และที่ป่าดิบแล้งเหนือเขื่อนน้ำพรม จังหวัดชัยภูมิ 7.62 ton/ha/yr (บัวเรศ ประไชโย และ คณะ, 2523)

ส่วนของซากพืชประกอบด้วยใบที่ร่วงหล่นมาโดยตรงประมาณ 60 - 70% กิ่ง 12-15 % เปลือก 1-14 % และผล 1-17 % โดยเฉพาะต้นไม้ที่เปลือกหลุดร่วงได้ง่าย จะให้ปริมาณเศษไม้สูงกว่าต้นไม้ที่เปลือกติดแน่นกับลำต้น (Bray and Gorham, 1964) ส่วนในเรื่องปริมาณธาตุอาหารที่อยู่ในซากพืช Carlisle, Brown, และ White (1966) และ Sabhasri et al. (1972) พบว่ามี N, P, K, Ca, Mg, Na, S, Si, Al, Fe, Ba, Cu, Sr, Ti, Ni, Cr และ Mo ซึ่งธาตุอาหารดังกล่าวจะมีอยู่ในปริมาณที่น้อยกว่าในขณะที่เป็นชิ้นส่วนที่ยังมีชีวิตอยู่ เพราะธาตุอาหารบางส่วนจะถูกเคลื่อนย้ายออกก่อนที่จะมีการร่วงหล่น

1.3 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในซากพืชบนพื้นดินในป่า

ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในซากพืชบนผิวดินขึ้นอยู่กับปริมาณของธาตุอาหารที่ถูกเพิ่มเติมให้แก่ดินในรูปของซากพืชที่ร่วงหล่นลงสู่ดินและปริมาณธาตุอาหารที่ปลดปล่อย ให้แก่ดินโดยการสลายตัวของซากพืชที่สะสมอยู่บนพื้นดินในป่า ซึ่งปริมาณและความเข้มข้นของธาตุอาหารในซากพืชที่สะสมอยู่ที่ชั้นผิวดินจะผันแปรไปตามสภาพหรือชั้นของการสลายตัว (Tsutsumi, 1971) ในป่าดิบแล้งสะแกราชมีการสะสมธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg ที่ชั้นซากพืชบนผิวดินเท่ากับ 52.0, 2.9, 12.0, 116.0 และ 17.0 kg/ha/yr ตามลำดับ (Tsutsumi, Kan, และ Khemnark, 1966, 1967)

1.4 ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดิน

ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมในดินเป็นแหล่งที่มาของธาตุอาหารพืชในดิน ซึ่งมีแหล่งกำเนิดใหญ่ มาจาก ซากพืช วัตถุต้นกำเนิดดิน บรรยากาศ การตรึงของพืช จุลินทรีย์ และการชะล้างลงมากับฝน สมศักดิ์ สุขวงศ์ (2525) กล่าวว่าในป่าธรรมชาติมีผลผลิตทางชีวภาพสูง เพราะธาตุอาหารส่วนมากสะสมอยู่ในมวลชีวภาพของพืชส่วนหนึ่งจะกลับสู่พื้นดินในรูปซากพืช และย่อยสลายลงสู่ดินทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ บุญฤทธิ์ ภูริยากร (2525) พบว่าในดินลึก 70 เซนติเมตร ของป่าดิบแล้งสะแกราช มีการสะสมธาตุอาหาร N, P, K, Ca, และ Mg เท่ากับ 11.900, 0.330, 0.706, 0.326 และ 2.987 ton/ha ตามลำดับ

2. การย่อยสลายของซากพืช (litter decomposition)

การย่อยสลายของซากพืชเป็นกลไกหลักที่สำคัญในการหมุนเวียนของธาตุอาหาร (Olsen, 1963) อัตราการย่อยสลายซากพืชจะถูกควบคุมด้วยปัจจัยหลายประการ เช่น สารประกอบในพืช สภาพแวดล้อม ความชื้น อุณหภูมิ การถ่ายเทอากาศ ความเป็นกรดเป็นด่าง กิจกรรมของพวกจุลินทรีย์และสัตว์ในดิน (Wiegert and Murphy, 1970) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิดของหมู่ไม้และลักษณะโครงสร้างของป่าด้วย ถ้าสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงจะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและจุลินทรีย์ในดินที่ทำการย่อยสลายซากพืช ทำให้อัตราการย่อยสลายเปลี่ยนแปลงไปด้วย การย่อยสลายของซากพืชในระยะแรกจะมีการสลายตัวอย่างรวดเร็วแต่ต่อมาจะมีแนวโน้มคงที่และค่อยสลายตัวอย่างช้าๆ จากการศึกษาทางกายวิภาคของใบพบว่า ส่วนประกอบของใบจะสลายตัวตามลำดับต่อไปนี้ mesophyll > epidermis > veins (Curlin, 1970)

3. ปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดไปใช้ (uptake) และปลดปล่อยคืน (return) สู่ดิน

Tsutsumi (1971) กล่าวว่าการหมุนเวียนและความสมดุล ของธาตุอาหารในระบบนิเวศของป่าไม้คือการดูดธาตุอาหารไปจากดินโดยต้นไม้และการปลดปล่อยธาตุอาหารคืนสู่ดินในรูปของซากพืชที่ร่วงหล่นและการชะล้างของฝนจากเรือนยอด การตรึงไนโตรเจน การปะปนมากับน้ำและสูญเสียออกไปโดยการชะล้างของน้ำไหลบ่าหน้าดิน ซึ่งค่าเหล่านี้จะต่ำกว่าความเป็นจริงเนื่องจากขาดข้อมูลปริมาณธาตุอาหารที่ชะล้างมากับน้ำฝนและปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียออกไปจากระบบโดยขบวนการต่างๆ (Tsutsumi et al., 1983)

การศึกษาการหมุนเวียนธาตุอาหารในป่าดิบแล้งห้วยหินดาด จังหวัดระยอง โดย (ทรงธรรม สุขสว่าง, 2532) พบว่ามีอัตราการ uptake ธาตุอาหาร N, P, K, Ca, และ Mg จากดินเท่ากับ 192.160, 11.408, 112.081, 154.189 และ 37.912 และปลดปล่อยคืน 145.262, 7.422, 68.402, 114.537 และ 29.597 kg/ha/yr ตามลำดับ Tsutsumi (1971) สรุปว่าอัตราส่วนระหว่างการปลดปล่อยต่อการดูดธาตุอาหาร N, P, K, Ca, และ Mg ไปใช้รายปีของต้นไม้มีค่าประมาณ 50, 40-50, 50-70, 50-70 และ 40-60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

4. อัตราการเวียนกลับ (turnover rate) ของธาตุอาหาร

Robertson (1957) กล่าวว่าระบบนิเวศที่เจริญเต็มที่แล้วและอยู่ในสภาพสมดุลนั้น อัตราการเวียนกลับคือส่วนหนึ่งของสสารทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบ ซึ่งปลดปล่อยหรือเพิ่มให้แก่ระบบในระยะเวลาหนึ่ง ดังนั้นอัตราการเวียนกลับของธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้ที่อยู่ในสภาพคงที่ (stationary state) หรือสังคมป่าไคลแมกซ์ คืออัตราการเวียนกลับของธาตุอาหารสู่ส่วนที่เก็บกักธาตุอาหารของระบบ คือดิน โดยคำนวณได้จากอัตราธาตุอาหารที่เพิ่มให้ระบบหารด้วยปริมาณธาตุอาหารที่ถูกเก็บกักไว้ ซึ่งปริมาณธาตุอาหารที่เพิ่มให้แก่ระบบอยู่ในรูปซากพืชที่ร่วงหล่น และธาตุอาหารที่ปะปนมากับน้ำฝน