

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืชในป่าเต็งรัง โดยวิธี Discriminant Analysis

DISCRIMINANT ANALYSIS OF SOIL AND PLANT RELATIONSHIPS IN DRY DIPTEROCARP FOREST

พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬ¹ปรีชา ธรรมานนท์¹ชูป เขมณาค¹

Pongsak Sahunalu

Pricha Dhanmanonda

Choob Khemnark

ABSTRACT

The relationships of soil and plant in dry dipterocarp forest were studied at the SERS by randomly laid out 16 square plots of 2,500 m² to represent 16 stands of the forest. Tree census was carried out by measuring tree size (DBH and H) and species recorded of trees with DBH $\geq$ 4.5 cm. Triangular pattern of soil sampling was made in each plot and soil samples taken by varying depth of 0-5, 10-20, 20-30 and 30-50 cm. Quantitative ecological parameters of plant composing of mean size and basal area, total aboveground biomass, species diversity and it's relates, resemblance function and clustering were analyzed. Soil properties were also analyzed in terms of organic matter and nutrient storage in soils down to 50 cm depth of each stand. Discriminant analysis was adopted to relate soil quantities with stand cluster. Trees of the Sakaerat dry dipterocarp forest was found to be composed of 46 species in total and varied among stands and less diverse. Resemblance functions suggested 2-3 groups of clustering based on number of species and number of individuals of the 16 stand studied. Discriminant analysis suggested that storages of organic matter and calcium in soil profiles were important factors in discriminating between two groups of stands than other nutrients. The high organic matter but low calcium storage group showed high values of mean tree height, basal area, total aboveground biomass and stand density but lower species diversity while the low organic matter but high calcium storage group showed the opposite trend with high species diversity.

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืชในป่าเต็งรังได้ดำเนินการในบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช โดยการสุ่มวางแปลงตัวอย่างจำนวน 16 แปลงเป็นตัวแทนของ 16 หมู่ไม้ขนาดแปลงตัวอย่างละ 2,500 ม² สุ่มวางแปลงไม้ ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับสูง 1.30 เมตรเหนือพื้นดิน ตั้งแต่ 4.5 ซม.ขึ้นไปทุกต้น วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางบนที่กษนิค ขุดดินตัวอย่างแปลงละ 3 หลุม เก็บตัวอย่างดินทุกระดับความลึก ตั้งแต่ 0-5, 10-20, 20-30

และ 30-50 ซม. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้านนิเวศวิทยาของพืชพรรณไม้ในได้แก่ ขนาด และพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมด ความหลากหลายชนิดในรูปแบบต่าง ๆ ความคล้ายคลึง ระหว่างหมู่ไม้และการจัดกลุ่ม วิเคราะห์สมบัติดินในรูปปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารหลักในชั้นดิน (ลึกถึง 50 ซม.) และ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินที่อยู่ในรูปปริมาณดังกล่าวกับการจัดกลุ่มของหมู่ไม้โดยวิธี Discriminant analysis การศึกษาสรุปได้ว่า พืชพรรณไม้ในป่าเต็งรังสะแกราชนี้มีอยู่ทั้งสิ้น 46 ชนิด มีการขึ้นกระจายของชนิด แตกต่างกันไปแล้วแต่หมู่ไม้และความหลากหลายชนิดต่ำใกล้เคียงกัน สามารถแบ่งกลุ่มตามลักษณะความคล้ายคลึงของ หมู่ไม้โดยอาศัยจำนวนชนิดและจำนวนต้นออกเป็น 2-3 กลุ่ม ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการ สะสมของอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารในดินกับการจัดกลุ่มของหมู่ไม้แล้วพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุและแคลเซียม เป็นปัจจัยสำคัญคือ กลุ่มของหมู่ไม้ที่มีอินทรีย์วัตถุสะสมอยู่สูง แต่มีแคลเซียมสะสมอยู่ต่ำ จะมีความสูงเฉลี่ย พื้นที่ หน้าตัดเฉลี่ย มวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ย และความหนาแน่นเฉลี่ยสูง แต่มีความหลากหลายชนิดต่ำ ส่วนในกลุ่มของ หมู่ไม้ที่มีอินทรีย์วัตถุสะสมอยู่น้อย แต่มีแคลเซียมสูงจะมีลักษณะในเชิงปริมาณต่าง ๆ ต่ำ แต่มีความหลากหลายชนิดสูง

คำนำ

ป่าเต็งรังเป็นป่าโปร่งผลัดใบที่มีขอบเขตการ ขึ้นกระจายอย่างกว้างขวาง ซึ่งพบในสภาพสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ กันตั้งแต่บริเวณที่ราบขั้นบันไดเก่าสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 150 เมตร ไปจนถึงที่สูงถึง 1,500 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล และในดิน ที่ถือกำเนิดจากหินหลายประเภท แต่พบในที่ที่มีลม พัดอากาศที่มีฤดูกลางชื้นเย็น มีฤดูแล้งยาวนาน มีฝน ตกไม่มากกว่า 1,500 มม.ต่อปี ที่สำคัญคือมีไฟป่า เป็นประจำในฤดูแล้ง (เทียม, 2508; สมศักดิ์, 2525) ป่าเต็งรังในประเทศไทย เคยมีพื้นที่ปกคลุม มากถึง 47 % ของพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด (Neal, 1967) ขึ้นอยู่ในเกือบทุกภาคของประเทศ และสามารถ จำแนกเป็นสังคมย่อยได้หลายสังคม (Ogawa และ คณะ, 1961; Sukwong, 1974; Stott, 1975; Bunyawejchewin, 1983) ดินในป่าเต็งรังมักจะมี ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เพราะเป็นดินทราย หรือดิน ลูกกรัง และเชื่อว่าดินเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด ที่ควบคุมการขึ้นกระจายของพืชพรรณไม้ของป่าเต็งรัง

(สมนึก, 2519; Nalamphun และคณะ, 1969; Cooling, 1968; Khemnark และคณะ, 1972)

ความพยายามที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่าง ดินกับพืชในป่าเต็งรังนั้น Kutintara (1975) และ Bunyawejchewin (1983) ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ ที่ เรียกว่า Ordination technique กับสังคมพืชในป่า เต็งรังในภาคตะวันตกเฉียงเหนือ และในภาคอื่นๆ ของประเทศไทย ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ของ สังคมพืชที่ขึ้นกระจาย ในสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างกว้าง มีสภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศแตกต่างกัน และบนดินหลายประเภท ในขณะที่ Khemnark และคณะ (1972) ได้ศึกษาดินป่าเต็งรัง เฉพาะที่ดอยเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีป่าเต็ง รัง 2 ประเภทขึ้นอยู่ในระดับความสูงจากระดับน้ำ ทะเลต่างกัน 2 สภาพ แต่ขึ้นอยู่บนดินประเภท เดียวกัน แต่ไม่ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณการขึ้นกระจายของพรรณไม้ในป่าเต็งรัง กับสมบัติดินอย่างเด่นชัด แต่ได้ชี้ให้เห็นถึงความ แตกต่างของสมบัติดินที่ต่างจากป่า และบริเวณที่มี การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น เช่นเดียวกัน

¹ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

พงษ์ศักดิ์ และคณะ (2523) ก็ได้เปรียบเทียบสมบัติดิน ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ไร่ร้าง และพื้นที่การเกษตรในท้องที่เดียวกันเท่านั้น อย่างไรก็ตาม รูปแบบการขึ้นกระจาย (distributional pattern) ของพืชพรรณไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในป่าเต็งรัง ในท้องที่ใดท้องที่หนึ่งนั้น ก็ยังมีความผันแปรไป ทั้งในรูปขององค์ประกอบของชนิด ความหลากหลายของชนิด ลักษณะการเติบโต และลักษณะในเชิงปริมาณด้านนิเวศวิทยาอื่นๆ แม้จะขึ้นอยู่ในท้องที่เดียวกัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศอย่างชัดเจน และประเภทของดินก็เป็นอย่างเดียวกันก็ตาม ดังนั้น ความพยายามที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินกับการขึ้นกระจายของพืชพรรณไม้โดยตรงมักจะทำได้ยาก จากการใช้วิธีการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ธรรมดา แต่มีเทคนิคที่จะใช้อธิบายความสัมพันธ์นี้อยู่หลายเทคนิคด้วยกัน ในรายงานนี้ เป็นการทดลองใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืชในป่าเต็งรัง เฉพาะในท้องที่สะแกราช โดยวิธีการที่เรียกว่า Discriminant analysis ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในการทดสอบหาความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของลักษณะของสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต (abiotic environment) ที่มีผลต่อสังคมพืช ที่ได้จำแนกกลุ่มไว้แล้ว ทั้งนี้เพื่อที่จะอธิบายถึงความผันแปรของรูปแบบของการขึ้นกระจายของสังคมพืช อันเนื่องมาจากสิ่งแวดล้อม (Gauch, 1982)

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการสุ่มเลือกแปลงตัวอย่างขนาด 50 x 50 m² จำนวน 16 แปลง กระจายในป่าเต็งรังของ

สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีพื้นที่ป่านี้รวมทั้งสิ้น 7,639 ไร่ มีพรรณไม้เด่นที่แบ่งเป็นสังคมย่อยได้ 4 สังคม คือ สังคมไม้พยอม-ก่อพะยอม ไม้เต็ง-รัง ไม้เต็ง-ประคู้ และไม้รัง-พยอม (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2536) โดยให้กระจายอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับสังคมย่อยทั้ง 4 สังคมนี้ สังคมละ 4 แปลงตัวอย่าง ทำการบันทึกชนิดของพรรณไม้ วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.30 เมตรเหนือพื้นดิน (D, cm) และวัดความสูงทั้งหมดของลำต้น (H, m) ของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูง 1.30 เมตรเหนือพื้นดินตั้งแต่ 4.5 ซม. ขึ้นไปทุกต้น ทำการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงตัวอย่าง โดยสุ่มตำแหน่งของหลุมดินที่จะทำการขุดให้อยู่ในระยะห่างกัน เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า จำนวน 3 หลุม ต่อแปลง เก็บตัวอย่างดิน โดยใช้ soil core ที่ระดับ 0-5, 10-20, 20-30 และ 30-50 ซม. ทุกหลุมเพื่อนำไปหาความหนาแน่นรวม (bulk density) ของดิน และเก็บตัวอย่างดิน ที่ระดับความลึกเดียวกันนี้โดยใช้พลั่ว เพื่อนำไปวิเคราะห์หาธาตุอาหารในดินด้วยระดับละ 1 ตัวอย่างต่อหลุมดิน

วิเคราะห์ข้อมูลด้านนิเวศวิทยาเชิงปริมาณ คือ จำนวนชนิดพรรณไม้ต่อแปลง (S/plot) ความหนาแน่นของต้นไม้ (N/plot) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย ($\bar{D}$, cm) ขนาดความสูงของลำต้นเฉลี่ย ($\bar{H}$, m) พื้นที่หน้าตัดรวม (ΣBA , m²/plot) จาก $\Sigma BA = \sum_{i=1}^N BA_i$ เมื่อ BA_i คือพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ที่ระดับสูง 1.30 เมตรเหนือพื้นดินของต้นไม้ที่ i ซึ่งหาได้จาก $BA = \pi D^2/4$ จำนวนปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดต่อแปลง (total aboveground biomass, ton/plot) จาก $y_T = \sum_{i=1}^N w_{Ti}$ เมื่อ w_{Ti} =

$w_{Si} + w_{Bi} + w_{Li}$ และ y_T คือมวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดต่อแปลง w_{Ti} คือมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ที่ i (kg) ซึ่งได้จากผลรวมของมวลชีวภาพของ ลำต้น (w_{Si}) ของกิ่ง (w_{Bi}) และของใบ (w_{Li}) ซึ่งแต่ละค่าคำนวณได้จากสมการแอลโลเมตรีของ Ogino และคณะ (1967) คือ

$$w_{Si} = 189 (D_i^2 H_i)^{0.902},$$

$$w_{Bi} = 0.125 (w_{Si})^{1.204},$$

$$1/w_{Li} = (11.4/w_{Si}^{0.9}) + 0.172$$

ในเมื่อ $D_i^2 H_i$ มีหน่วยเป็น m³

คำนวณหาดัชนีความหลากหลายชนิดและดัชนีที่เกี่ยวข้องจากจำนวนชนิดและจำนวนต้น (species abundance/plot) ของพรรณไม้ในแต่ละแปลงตัวอย่าง คือ $\alpha = [N(1-x)]/x$ ในเมื่อ α คือดัชนีความหลากหลายชนิด (species diversity index) ของ Fisher (Fisher และคณะ, 1943) x คือ ค่าคงที่ในอนุกรมลอการิทึม (logarithmic series) ซึ่งหาได้จากการลองผิดลองถูก (iterative) เพื่อให้สมการ $S/N = [(1-x)/x] [-\ln(1-x)]$ มีค่าเท่ากันทั้งสองด้าน ดัชนีความหลากหลายชนิดของ Shannon-Wiener (H) = $\sum_{i=1}^S (p_i \log_2 p_i)$ เมื่อ p_i คือ สัดส่วนของจำนวนต้นที่ i ต่อจำนวนต้นไม้ทุกชนิด (เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, S$) $\log_2$ คือ ลอการิทึมฐาน 2 ดัชนีความหลากหลายชนิดสูงสุด (H_{max}) = $\log_2 S$ ดัชนีความสม่ำเสมอ (evenness index, E) = H/H_{max} ดัชนีความเข้มข้นของความเด่น (concentration of dominance, C) = $\sum_{i=1}^S (p_i)^2$ ดัชนีความร่ำรวยของชนิดพรรณไม้ (richness index, R) = $S - 1/\ln N$ เมื่อ $\ln$ คือ ลอการิทึมฐานธรรมชาติ

วิเคราะห์ตัวอย่างดิน โดยเฉพาะความหนาแน่นรวม (bulk density, gm/cc) จากน้ำหนักอบแห้งของตัวอย่างดินที่เก็บด้วย soil core ต่อปริมาตรของ soil core ของดินทุกหลุม ทุกระดับความลึก และวิเคราะห์ดินทางเคมี โดยวัดปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter, OM) โดยวิธี rapid titration method ของ Walkley and Black หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (N) โดยวิธี Kjeldahl หาปริมาณฟอสฟอรัส (P) ปริมาณโปแตสเซียม (K) ปริมาณแคลเซียม (C_a) และปริมาณแมกนีเซียม (M_g) โดยใช้ Bray II, flame photometer และ absorption spectrophotometer โดยปฏิบัติตามวิธีการของ Jackson (1967) ตามลำดับ แล้วเฉลี่ยค่าสมบัติดินจาก 3 หลุมตัวอย่าง ต่อแปลงตามระดับความลึก แล้วประมาณหาปริมาณการสะสมของธาตุอาหารในดิน (nutrient storage) จนถึงระดับความลึก 50 ซม. ตามวิธีการของ Yoda (1978) Ogawa และคณะ (1961) และ Yoda และ Kira (1969)

ทำการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (cluster analysis) เพื่อจัดกลุ่มของหมู่ไม้ โดยอาศัยความคล้ายคลึงหรือ resemblance functions ซึ่งเป็นการศึกษาความคล้ายคลึง และไม่คล้ายคลึงกันของป่าเต็งรังในแต่ละแปลงตัวอย่าง โดยใช้ข้อมูลความหลากหลาย ในพื้นที่ได้ใช้วิธีการที่เรียกว่า chord distance analysis (CRD analysis) โดยดำเนินการเป็นขั้นตอน คือ คำนวณหา chord distance ระหว่างหมู่ไม้ที่ j กับหมู่ไม้ที่ k (CRD_{jk}) จากสูตร

$$CRD_{jk} = [2(1 - C\cos_{jk})]^{1/2}$$

เมื่อ $C\cos_{jk}$ คือ chord cosine ระหว่างหมู่ไม้ที่ j กับหมู่ไม้ที่ k ที่คำนวณได้จาก

$$C\cos_{jk} = [\sum_{i=1}^S (X_{ij} X_{ik})] / [(\sum_{i=1}^S X_{ij}^2) (\sum_{i=1}^S X_{ik}^2)]^{1/2}$$

เมื่อ X_{ij} คือ จำนวนต้นของต้นไม้ชนิดที่ i ในหมู่ไม้ที่ j X_{ik} คือ จำนวนต้นของต้นไม้ชนิดที่ i ในหมู่ไม้ที่ k S คือจำนวนชนิดทั้งหมด ทั้งนี้โดยการหา CRD เป็นคู่ๆ ไปตามจำนวนหมู่ไม้จากแปลงตัวอย่างทั้งหมด จากค่า CRD ที่ได้แต่ละคู่ จัดทำ CRD (D) matrix เพื่อนำไปทำ cluster analysis ซึ่งมีหลายวิธีด้วยกัน แต่ในที่นี้ได้ใช้ flexible strategy ของ Sneath และ Sokal (1973) และ Lance และ Williams (1967) โดยกำหนดให้ $\alpha_1 = 0.625$, $\alpha_2 = 0.625$ และ $\beta = -0.25$ จากสูตร $D(j, k) (h) = \alpha_1 D(j, h) + \alpha_2 D(k, h) + \beta D(j, k)$ ซึ่งเรียกว่า linear combinatorial equation และ h คือ หมู่ไม้ที่สาม ทั้งนี้ โดยการเลือก D matrix (คู่ของหมู่ไม้ที่มีค่า CRD ต่ำสุด) ขึ้นมาก่อน แล้วทำการลดค่า D matrix ลง โดยหา distance ระหว่างกลุ่มใหม่ คือ D ของหมู่ไม้ที่มี CRD ต่ำสุด กับหมู่ไม้ที่เหลือ จะได้คู่ของหมู่ไม้ $D(j, k) (h)$ ที่มีค่า CRD ต่ำที่สุด อีกครั้งหนึ่งไปเรื่อยๆ จนกระทั่งหมด จะได้ CRD (D) matrix ใหม่ จากค่า CRD ที่ได้นำไปจัดทำ dendrogram โดยเรียงตามลำดับของหมู่ไม้ที่มี CRD ต่ำที่สุดไปหามากตามลำดับ และจับคู่กันจะได้ dendrogram ที่แสดงถึงกลุ่มของหมู่ไม้ ที่มี ความหลากหลายของต้นไม้แต่ละชนิด ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน แบ่งได้เป็นกลุ่มๆ ตามความคล้ายคลึงกันทางด้านนิเวศวิทยา อนึ่ง การใช้ความหลากหลาย (ที่เป็นจำนวนต้น และจำนวนชนิด) ของพรรณไม้

เป็นหลักในการแบ่งกลุ่มหมู่ไม้ในที่นี้ เนื่องจากความหลากหลายเป็นข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณค่าในเชิงปริมาณทางด้านนิเวศวิทยาที่กล่าวแล้วทุกค่า

จากข้อมูลการจัดกลุ่มของหมู่ไม้ทั้ง 16 หมู่ไม้ นำไปสัมพันธ์กับสมบัติดิน ที่อยู่ใปรมาณธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในดิน (ถึงระดับความลึก 50 ซม.) โดยใช้ Discriminant analysis คือ กำหนดให้หมู่ไม้ ทั้ง 16 หมู่ไม้ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม จากการศึกษการจัดกลุ่ม โดยให้ค่า CRD = 1.3 และแบ่งเป็น 2 กลุ่มจากการใช้ค่า CRD = 1.5 (เลือกจาก dendrogram) ในกรณีแรกหา discriminant function ระหว่างกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 3 และระหว่างกลุ่มที่ 2 กับกลุ่มที่ 3 ในกรณีที่สองระหว่าง กลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 2 เพียงครั้งเดียว โดยทำการคำนวณหา adjusted sums of square และ cross products ของปริมาณธาตุอาหารแต่ละตัวที่สะสมในแต่ละกลุ่มของหมู่ไม้ จากตัวอย่าง :

$$S^a_{11} = \sum_{na} x_1^2 - (\sum_{na} x_1)^2 / na$$

$$S^b_{23} = \sum_{nb} x_2 x_3 - [(\sum_{nb} x_2)(\sum_{nb} x_3)] / nb$$

ในเมื่อ S^a_{11} คือ adjusted sums of square ของปริมาณธาตุอาหารที่สะสมธาตุที่ 1 (x_1) ในกลุ่ม a (ถ้ามี 3 กลุ่ม ให้ $a = a, b, c$) S^b_{23} คือ adjusted cross products ของปริมาณธาตุอาหารที่สะสมธาตุที่ 2 (x_2) กับปริมาณธาตุอาหาร ที่สะสมธาตุที่ 3 (x_3) ในกลุ่ม b na และ nb คือ จำนวนแปลงตัวอย่างของกลุ่ม a กับกลุ่ม b ตามลำดับ แล้วคำนวณหา combined adjusted sums of square และ cross products ระหว่างกลุ่มแต่ละคู่ ดังตัวอย่าง:

$$S^1_{11} = S^a_{11} + S^b_{11}$$

$$S^1_{12} = S^a_{12} + S^b_{12}$$

ในเมื่อ S^1_{11} คือผลรวมของ adjusted sums of square ของปริมาณธาตุอาหารที่สะสมธาตุที่ 1 จากกลุ่ม a และกลุ่ม b S^1_{12} คือผลรวมของ adjusted cross products ของปริมาณธาตุอาหารที่สะสมธาตุที่ 1 กับธาตุที่ 2 จากกลุ่ม a และกลุ่ม b ทำดังนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกธาตุอาหาร และทุกกลุ่ม แล้วกำหนดให้เป็นระบบสมการเส้นตรง (linear equation) ดังนี้

$$S^1_{11} \lambda_1 + S^1_{12} \lambda_2 + \dots S^1_{1p} \lambda_p = d_1$$

$$S^1_{21} \lambda_1 + S^1_{22} \lambda_2 + \dots S^1_{2p} \lambda_p = d_2$$

.....

$$S^1_{p1} \lambda_1 + S^1_{p2} \lambda_2 + \dots S^1_{pp} \lambda_p = d_p$$

ในเมื่อ $d_j = \bar{x}^a_j - \bar{x}^b_j$ คือผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณธาตุอาหารที่สะสมธาตุที่ j ระหว่างกลุ่ม a และกลุ่ม b j คือ ปริมาณธาตุอาหารที่สะสมธาตุที่ 1, 2, p แล้วคำนวณหา λ_j จากสมการข้างบนนี้ ซึ่งเรียกว่า discriminant coefficient สำหรับธาตุอาหารที่สะสมแต่ละธาตุ และ discriminant function จะอยู่ในรูป:

$$Z = \lambda_1(x_1) + \lambda_2(x_2) + \lambda_3(x_3) + \dots \lambda_p(x_p)$$

ในทำนองเดียวกัน

$$\bar{Z}^a = \lambda_1(\bar{x}^a_1) + \lambda_2(\bar{x}^a_2) + \lambda_3(\bar{x}^a_3) + \dots \lambda_p(\bar{x}^a_p)$$

และ

$$\bar{Z}^b = \lambda_1(\bar{x}^b_1) + \lambda_2(\bar{x}^b_2) + \lambda_3(\bar{x}^b_3) + \dots \lambda_p(\bar{x}^b_p)$$

ในเมื่อ $\bar{Z}^a$ และ $\bar{Z}^b$ คือค่าเฉลี่ยของ discriminant function ของกลุ่ม a และกลุ่ม b ตามลำดับ ดังนั้นจุดที่จะใช้ในการแบ่งแยกความแตกต่างระหว่าง

กลุ่ม จะอยู่ที่กลางระหว่าง $\bar{Z}^a$ กับ $\bar{Z}^b$ หรือ $(\bar{Z}^a + \bar{Z}^b)/2$

ทำการคำนวณหาความแตกต่างระหว่าง discriminant function เฉลี่ยของทั้งสองกลุ่ม จาก $D = \bar{Z}^a - \bar{Z}^b = \sum \lambda_j d_j$ ซึ่งค่า D ในที่นี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Mahalanobis D^2 statistics และทดสอบหาประสิทธิภาพของการจัดกลุ่ม จากการ ใช้ F-test คือ

$$F = [(na \cdot nb) / (na + nb)] D^2 / p / [D / (n - p - 1)]$$

โดยมีค่า DF = p และ n-p-1 แล้วเปรียบเทียบกับตารางแจกแจงทางสถิติของค่า F ถ้าค่า F ที่คำนวณได้สูงกว่าค่า F ในตาราง (ตาม DF ที่กำหนด) ก็แสดงว่า discriminant function ที่ได้นี้มีประสิทธิภาพในการจำแนกกลุ่มมาก และในทางตรงกันข้าม ถ้าค่า F ที่คำนวณได้ต่ำกว่าค่า F ในตาราง ก็แสดงว่าไม่มีประสิทธิภาพในการจัดกลุ่มด้วยปัจจัยที่เกี่ยวกับปริมาณธาตุอาหารในดินดังกล่าวแล้ว

ทำการคำนวณหาการมีส่วนร่วมสัมพัทธ์ (relative contribution) ของปริมาณธาตุอาหารที่สะสมแต่ละธาตุ ต่อค่า D^2 คือ ส่วนร่วมของธาตุอาหารที่สะสมที่มีต่อความแตกต่างระหว่างกลุ่มจาก:

$$RC_1 = [\lambda_1 d_1 / \lambda_j d_j] \times 100$$

:

$$RC_p = [\lambda_p d_p / \lambda_j d_j] \times 100$$

ในเมื่อ $RC_1, \dots, RC_p$ คือเปอร์เซ็นต์ของการมีส่วนร่วมของปริมาณธาตุอาหารที่สะสมธาตุที่ 1 ถึงธาตุที่ p ตามลำดับ จากนั้นจะได้ความสำคัญ

ของปริมาณธาตุอาหารที่สะสมแต่ละธาตุที่มีต่อการจัดกลุ่มของต้นไม้ในแต่ละหมู่ไม้

ผลและวิจารณ์

การขึ้นกระจายของพรรณไม้ในป่าเต็งรังสะแกราช

จากการศึกษาลักษณะการขึ้นกระจายของพรรณไม้ในป่าเต็งรัง ที่สะแกราช จำนวน 16 หมู่ไม้ โดยจำกัดเฉพาะต้นไม้ ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตรเหนือพื้นดิน ในแปลงตัวอย่างขนาด 2,500 ม² พบว่ามีจำนวนชนิดของพรรณไม้อยู่ 46 ชนิด ขึ้นกระจายอยู่ในหมู่ไม้ต่างๆ ดังแสดงไว้ใน Table 1 และมีความหลากหลายผันแปรไปตามหมู่ไม้ เนื่องจากป่าเต็งรังเป็นป่าที่ค่อนข้างโปร่ง มีพรรณไม้ขึ้นกระจายอยู่ห่างๆ จะเห็นว่าป่าเต็งรังสะแกราชนี้ก็เช่นเดียวกัน คือจะมีจำนวนต้น และจำนวนชนิดน้อย (516-828 ต้น/เฮกแตร์, 17-28 ชนิด) ซึ่งน้อยกว่าป่าดิบแล้งที่ขึ้นอยู่ในท้องที่เดียวกันที่มีอยู่มากถึง 57 ชนิด และ 1,488 ต้น (จิตติ, 2526) หรือเมื่อเปรียบเทียบกับป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ หรือแม้แต่ป่าเต็งรังอย่างเดียวกัน ที่บริเวณลุ่มน้ำพรม ซึ่งจะมีจำนวนต้นอยู่ 1,088, 238 และ 938 ต้น/เฮกแตร์ ตามลำดับ (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2522) แต่มีจำนวนชนิดมากกว่าป่าเต็งรังที่บริเวณลุ่มน้ำพรม หรือที่บริเวณอื่นๆ ที่ศึกษาโดย พงษ์ศักดิ์ และคณะ (2522) Sukwong และคณะ (1976, 1977) และ Ogawa และคณะ (1961) ทั้งนี้ เพราะว่าแปลงตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษามีขนาดต่างกัน กล่าวคือ มีขนาดแปลงตัวอย่าง 1,600 ม², 2,000 ม² และ 2,500 ม² ตามลำดับ และมีระบบการสำรวจนับชนิดไม้ต่างกัน กล่าวคือ ในการศึกษาครั้งนี้ และในอดีต พงษ์ศักดิ์

และคณะ (2522) และ Ogawa และคณะ (1961) นั้น สำรวจนับชนิดไม้ในแปลงตัวอย่างขนาด 2,500 ม² และบันทึกจำนวนชนิด จำนวนต้น และวัดขนาดของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตรเหนือพื้นดิน ตั้งแต่ 4.5 ซม.ขึ้นไป ส่วน Sukwong และคณะ (1976, 1977) สำรวจจำนวนชนิดไม้ ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตรเหนือพื้นดิน ตั้งแต่ 10 ซม.ขึ้นไป ดังนั้น ในกรณีของจำนวนชนิดของต้นไม้ในเมื่อเปรียบเทียบกับป่าเต็งรัง ที่สะแกราช กับป่าประเภท Dipterocarp savanna forest ที่ศึกษาด้วยระบบเดียวกัน และขนาดแปลงตัวอย่างเท่ากัน ที่คอยอินทนนท์ ของ Ogawa และคณะ (1961) แล้ว ป่าเต็งรังที่คอยอินทนนท์ จะมีจำนวนชนิดสูงถึง 33 ชนิด และมีความหนาแน่นมากถึง 255 ต้น/2,500 ม²

ในแต่ละหมู่ไม้ของป่าเต็งรังที่สะแกราชนี้ มีความผันแปรของจำนวนชนิด และจำนวนต้นในระหว่างหมู่ไม้ตัวอย่างที่เลือกมาศึกษาค่อนข้างน้อย แม้จะมีจำนวนต้นของต้นไม้แต่ละชนิดกระจายไม่สม่ำเสมอจนเลยก็ตาม ซึ่งก็จะแสดงถึงความผันแปรของความหลากหลายชนิด และความร่ำรวยของชนิดต้นไม้ด้วย แต่จากการศึกษาความหลากหลายชนิด โดยใช้ดัชนี H ของ Shannon-Wiener (Shannon และ Weaver, 1949) ดัชนีความเข้มข้นของความเด่น ซึ่งคล้ายคลึงกับดัชนีความหลากหลายชนิดของ Simpson (Simpson, 1949) และความร่ำรวยของชนิด ซึ่งเป็นดัชนีที่พัฒนามา โดย Margalef (1958) แล้ว พบว่าความหลากหลายชนิดของป่าเต็งรังที่สะแกราชนี้ มีเฉลี่ย 2.93 ซึ่งไม่มีความผันแปรกันมากนักในระหว่างหมู่ไม้ (มีค่า SD $\pm$

Table 1. Species abundance/2500 m² in 16 stands of the Sakarat dry dipterocarp forest (D $\geq$ 4.5 cm)

Species No.	Local name	Species name	Stand No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	กุ่มบก	Albizia odoratissima				1				5	1			4	4	2				4
2	กระบาก	Antilephthalus chinensis																		
3	มะปราง	Artodesmia laurifolium		1	2							6	1	1	6	1	2			
4	เหือดโต	Aporosa villosa		4	1	3				1						6	1			
5	หูก	Artocarpus lakoocha																		2
6	เหือดป่า	Bauhinia saccolalyx					2	1	1	2		1	8			1				
7	ขี้เหล็ก	B. pottsii																		
8	จันทน์	Bombax anceps				2														
9	มะกอกกล้อน	Canarium subulatum					2	1												
10	มะเดื่อ	Careya sphaerica										2		3	3	1	1	2		
11	ชิงช้า	Cratogeomys formosum					5			3	1	2		1	1	2	2	6	2	
12	เกตุ	Dalbergia assamica										2				1				
13	ตะพุดขาว	D. cultrata					10					1				1				
14	หินใหญ่	Dillenia obovata				16														
15	ต้นเต็ง	Diospyros ebracteoides			2	5	1													
16	พื้ง	D. kerrii																		
17	มะกอก	Diospyros mollis			2	8						2								
18	ยางกรอก	Dipterocarpus intricatus					7				4	8								
19	ยางหลวง	D. tuberculatus																		
20	พญา	Eugenia cumini				1														
21	มะม่วง	Garcinia nigrolineata					1													
22	ต้นกุดหลวง	Garcinia sootepensis				1														
23	กระบาก	Irvingia malayana				3														
24	เหือด	Kydia calycina				2														
25	เหือด	Lancea coromandelica				6														
26	ถ่อน	Lithocarpus polystachys					2													
27	มะม่วงป่า	Mangifera caloneura		1	1	4	2	3	3	8	2	2		2	2					
28	กระต้อมหนู	Mitragyna brunonis		11	19	6	1	3	1	3	3	1		4	4	7	7	4	8	
29	พญา	Morinda coreia		3		5	1	5	4	4	1	1		6	6	2	2	8	1	
30	พญา	Nuclea brunnea																		
31	กระต้อมน้ำ	N. orientalis										2								
32	มะปราง	Panania ananense																		
33	มะปราง	Phyllanthus emblica																		
34	มะปราง	Prenanthes pyramidalis																		
35	มะปราง	Pterocarpus macrocarpus		18	20	30	15	14	18	17	22	24	17	21	30	9	14	19	17	
36	กะปง	Quercus kerrii		13	25	24	15	10	2	3	3	4	95	123	113	1	38	26	4	
37	พยอม	Shorea obtusa		2	3	14	23	57	82	72	62	119	3	7	3	72	38	38	26	
38	พยอม	S. roxburghii		44	11	14	12	1	1	2	2	3	3	7	3	32	33	45	81	
39	พยอม	S. siamensis				3	2	50	6	17	3	3	6	7	3	10	8	4	7	
40	มะปราง	Sindora siamensis					2	3												
41	มะปราง	Stereospermum neuranthum																		
42	มะปราง	Terminalia chebula																		
43	มะปราง	Vitex canescens																		
44	มะปราง	V. pedunculata																		
45	มะปราง	Xylia xylocarpa																		
46	ไม้ตาย	Unidentified		1	2	2	2	5	2	2	2			4	2					
Total species				21	23	21	21	22	17	18	24	21	19	17	17	28	17	22	23	
Total individuals/2500 m ²				145	129	163	117	173	137	154	203	196	165	192	180	188	138	168	207	

0.608) ในทำนองเดียวกัน ค่าอื่นๆ ก็มีความผันแปรน้อยด้วยเช่นกัน เพราะเหตุที่ว่าเป็นหมู่ไม้ที่ขึ้นอยู่ในท้องที่เดียวกัน มีสภาพภูมิประเทศ และภูมิอากาศ อย่างเดียวกัน ดังนี้ดังกล่าวนี้อย่างไม่สามารถจะเปรียบเทียบกับป่าประเภทอื่น หรือป่าประเภทเดียวกัน แต่ขึ้นอยู่ในท้องที่ต่างกันได้นี้ เนื่องจากระบบการสำรวจเจนนับชนิดต่างกันดังกล่าวมาแล้ว แต่เมื่อลองนำข้อมูลจากผลการศึกษาของ Ogawa และคณะ (1961) ในป่าเต็งรังที่คอยอินทนนท์ ซึ่งศึกษาโดยใช้ระบบอย่างเดียวกันกับการศึกษานี้ มาคำนวณหาดัชนีต่างๆ แล้ว พบว่าป่าเต็งรังที่เรียกว่า *Dipterocarp savanna forest* ที่คอยอินทนนท์นั้น จะมี H, H_{max} , E, C และ R เท่ากับ 3.460, 5.045, 0.686, 0.193 และ 5.355 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่มากกว่าค่าเฉลี่ยของดัชนีดังกล่าวแล้วสำหรับป่าเต็งรังที่สะแกราช ยกเว้น ค่าดัชนี C ซึ่งที่คอยอินทนนท์ จะน้อยกว่าที่สะแกราช อย่างไรก็ตาม จะเห็นว่าแต่ละหมู่ไม้ของป่าเต็งรังที่สะแกราชนั้น มีจำนวนชนิดและจำนวนต้นของพรรณไม้แตกต่างกัน และบางชนิดก็ขึ้นอยู่ในบางหมู่ไม้เท่านั้น

ความคล้ายคลึงกันระหว่างหมู่ไม้ในป่าเต็งรังสะแกราช

เนื่องจากป่าเต็งรังที่สะแกราชนั้น เป็นป่าที่ขึ้นอยู่ในท้องที่เดียวกัน ซึ่งถ้าดูอย่างผิวเผินแล้วจะเห็นว่าบางหมู่ไม้มีต้นไม้นั้นกระจายอยู่คล้ายๆ กัน แต่เมื่อศึกษาโดยวิธีที่เรียกว่า resemblance function analysis แล้ว จะได้ dendrogram แสดงการจัดกลุ่มของหมู่ไม้ทั้ง 16 หมู่ไม้ ดังแสดงไว้ใน Figure 1 ซึ่งจะเห็นว่าถ้าใช้ค่า chord distance เท่า

กับ 1.3 จะจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ หมู่ไม้ที่ 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ หมู่ไม้ที่ 1, 13, 14, 15 และ 16 และกลุ่มที่ 3 ได้แก่ หมู่ไม้ที่ 2, 3 และ 4 ซึ่งแม้ว่าจะมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มย่อยภายในกลุ่มใหญ่นี้อยู่บ้าง แต่ไม่มากนัก ดังจะเห็นได้จากหมู่ไม้ที่ 6, 7, 9, 10 และ 12 ซึ่งอาจจะเป็นกลุ่มที่ต่างกับกลุ่มที่มีหมู่ไม้ที่ 5 และ 8 หมู่ไม้ที่ 15, 16 เป็นกลุ่มหนึ่งที่ต่างจากหมู่ไม้ที่ 1, 13 และ 14 แต่เมื่อกำหนดให้ chord distance เท่ากับ 1.5 แล้วจะเห็นชัดเจนว่าทั้ง 16 หมู่ไม้นี้ จะมีการจัดกลุ่มกันอยู่เพียง 2 กลุ่มเท่านั้น คือกลุ่มที่ 1 ได้แก่หมู่ไม้ที่ 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 และ 12 และอีกกลุ่มหนึ่ง ได้แก่หมู่ไม้ที่ 1, 2, 3, 4, 13, 14, 15 และ 16 คือ กลุ่มละ 8 หมู่ไม้เท่าๆ กัน แม้ว่าแต่ละหมู่ไม้นี้ จะได้จากการสุ่มตัวอย่างเลือกมา โดยที่หมู่ไม้ที่ 1-4, 5-8, 9-12 และ 13-16 จะถูกเลือกมาจากบริเวณที่อยู่ใกล้เคียงกันก็ตาม แต่จะไม่มีกลุ่มไหนที่คล้ายคลึงกัน ทั้ง 4 หมู่ไม้ เว้นแต่ว่าแต่ละกลุ่มที่ถูกจัดได้ดังกล่าวนี จะมีการแบ่งแยกพื้นที่อยู่ 2 ด้านของถนน ซึ่งเป็นทางเข้าสู่สถานีวิจัยสะแกราช คือ กลุ่มที่ 1 จะอยู่บริเวณทิศเหนือ และกลุ่มที่ 2 จะอยู่บริเวณทิศใต้ของพื้นที่สะแกราช ซึ่งความไม่คล้ายคลึงกันเช่นนี้ หรือการจัดกลุ่มกันแบบนี้ อาจจะแสดงถึงความแตกต่างของสมบัติดินตามที่จะได้กล่าวต่อไปก็ได้

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลพื้นฐานด้านปริมาณของหมู่ไม้ที่ถูกจัดกลุ่ม ตามลักษณะความคล้ายคลึงกันเช่นนี้ ทั้ง 3 กลุ่ม (โดยมีค่า CRD = 1.3) นั้น จะพบว่าในกลุ่มที่ 2 นั้น แม้จะมีจำนวนต้นไม้เฉลี่ย ในระดับปานกลาง (169 ต้น/แปลง) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ 1 (175 ต้น/แปลง) และกลุ่มที่ 3

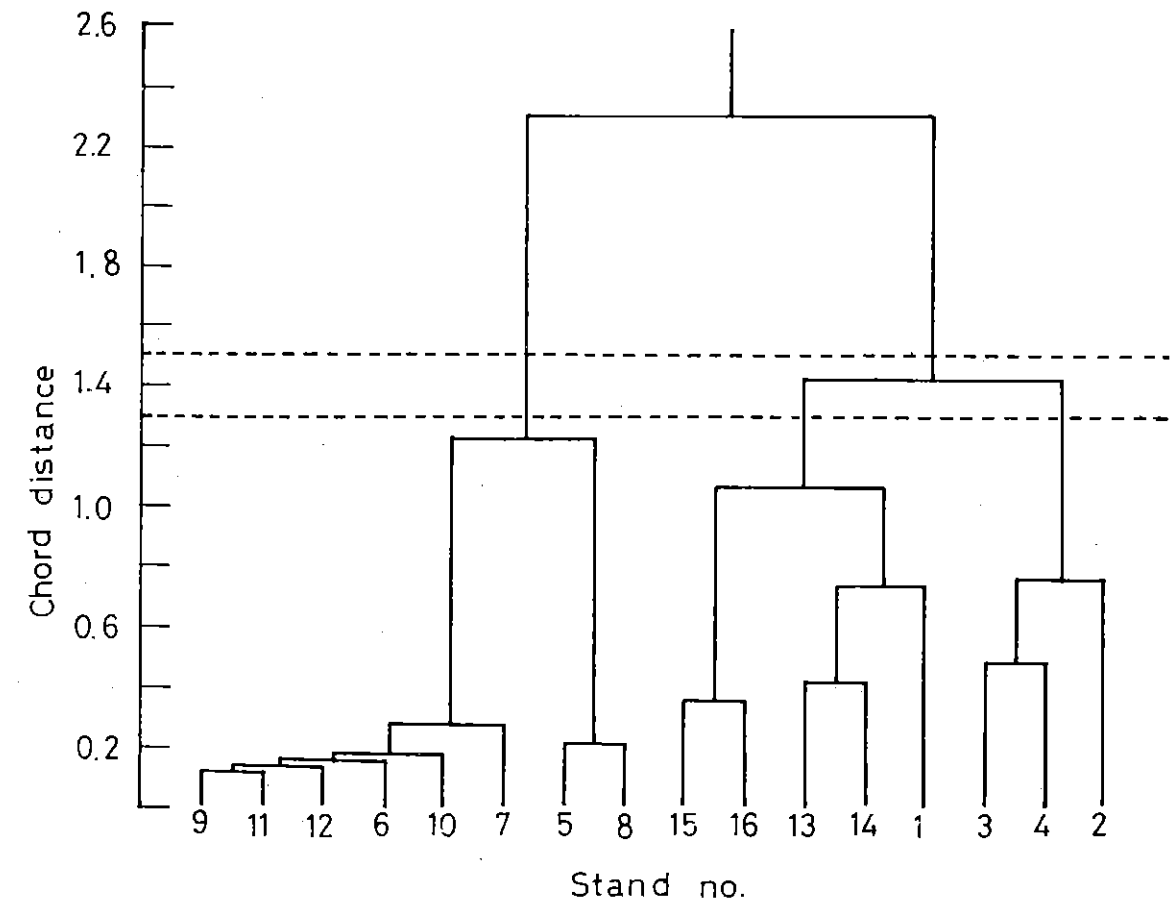


Figure 1. Dendrogram for the cluster analysis of 16 stands of the Sakaerat dry dipterocarp forest using the flexible strategy. The horizontal dash lines represent reference points for delimiting cluster 1, 2, 3 (below) or cluster 1 and 2 (above) using the arbitrary D of 1.3 and 1.5 respectively.

(136 ต้น/แปลง) แล้ว แต่จะมีความสูงเฉลี่ย (9.62 เมตร) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย (15.69 ซม.) พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย (43.55 m^2 /แปลง) และมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ย (20.02 ต้น/แปลง) มากที่สุด ส่วนกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 จะมีปริมาณดังกล่าวรองลงมาตามลำดับ และกลุ่มที่ 3 นั้น จะมีค่าดัชนีความหลากหลายชนิดสูงสุด ดังนั้น จึงอาจกล่าวได้ว่า ป่าเต็งรังที่สะแกราชนี้ มีการจัดกลุ่มกันได้ดีพอสมควร ดังนั้น สมบัติดินก็อาจจะมีส่วนในการทำให้เกิดความแตกต่าง ในลักษณะเชิงปริมาณด้านนิเวศวิทยาของหมู่ไม้ได้ไม่มากนักน้อย

ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืชในป่าเต็งรังสะแกราช

เมื่อศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารหลักต่างๆ ที่สะสมอยู่ในดิน ในหมู่ไม้ต่างๆ ของป่าเต็งรังสะแกราช ทั้ง 16 หมู่ไม้ แล้วพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุ (เฉลี่ย 77.154 ± 10.753 ตัน/เฮกเตอร์) และแคลเซียม (เฉลี่ย 1.506 ± 1.813 ตัน/เฮกเตอร์) ที่สะสมอยู่ในดินนั้น ก่อนข้างจะผันแปรมากกว่าในโครเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม ดังนั้นปริมาณอินทรีย์วัตถุ และแคลเซียมที่สะสมอยู่ในชั้นดิน จึงน่าจะเป็น

สมบัติของดินที่ความคลุมความแตกต่างทางด้านนิเวศวิทยาเชิงปริมาณของป่าเต็งรังแต่ละหมู่ไม้อยู่ไม่มากนัก

จากการจัดแบ่งกลุ่มของหมู่ไม้ออกเป็น 3 กลุ่ม (Figure 1) เมื่อให้ CRD = 1.3 แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างของสมบัติดินโดยใช้ discriminant analysis ตามจำนวนหมู่ไม้ ที่ถูกแบ่งให้อยู่ในกลุ่มนั้นๆ แล้วโดยใช้สมบัติดินทั้งหมด 6 ตัวแปร (variables) ด้วยกันนั้น พบว่า discriminant function ที่คำนวณได้ไม่มีนัยสำคัญเพียงพอที่จะแบ่งแยกกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 2 ที่ $P = 0.100$ แต่มีนัยสำคัญพอสำหรับการแบ่งแยกกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 3 ที่ $P = 0.100$ ซึ่งจะเห็นได้ชัดจาก Figure 1 แล้วว่าค่า CRD ระหว่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 นั้น ห่างกันมาก แต่ CRD ระหว่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 และระหว่างกลุ่มที่ 2 กับกลุ่มที่ 3 นั้น ค่อนข้างจะใกล้เคียงกัน ดังนั้น discriminant function ที่คำนวณได้ จึงไม่มีนัยสำคัญพอที่จะแบ่งแยกระหว่างกลุ่มที่ 2 กับกลุ่มที่ 3 ที่ $P = 0.100$ ด้วยเหตุนี้ จึงอาจกล่าวได้ว่าการจัดกลุ่มของพืชให้เป็น 3 กลุ่ม โดยใช้ CRD = 1.3 นั้น อาจจะพบแต่ความแตกต่างระหว่างลักษณะในเชิงปริมาณด้านนิเวศวิทยาของพืชตามวิธีการของ cluster analysis แต่จะไม่สามารถบ่งบอกได้ว่า สมบัติดินชนิดไหนเป็นตัวแบ่งแยกกลุ่มนั้นๆ ได้ เพราะว่าการจัดกลุ่มของสมบัติดินออกเป็น 3 กลุ่ม นั้น ไม่ได้ทำให้มีการจัดกลุ่มที่สอดคล้องกับลักษณะทางนิเวศวิทยาของพืช และเนื่องจากว่าท้องที่ที่กระจายนั้น เป็นพื้นที่ที่แคบ ทำให้แบ่งกลุ่มของสมบัติดินออกเป็นกลุ่มย่อยมากๆ ไม่ได้ เมื่อเป็นเช่นนี้ จึงกำหนดให้ค่า CRD = 1.5 ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่า สามารถแบ่งกลุ่ม

ของหมู่ไม้ได้ 2 กลุ่มอย่างชัดเจน (Figure 1) และทำการวิเคราะห์หา discriminant function สำหรับ 2 กลุ่มของหมู่ไม้นี้ ดังแสดงไว้ใน Table 2 ซึ่งพบว่า discriminant function ที่คำนวณได้ มีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ $P = 0.100$) ในการแบ่งแยกกลุ่มของหมู่ไม้ระหว่างกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 2 ได้อย่างดี เนื่องจาก ค่า F ที่คำนวณได้ (3.215) มีค่ามากกว่าค่า F จากตาราง (2.960) เมื่อมี DF = 6, 9 และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของสมบัติดินระหว่างกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 แล้ว จะพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในโตรเจน และฟอสฟอรัส ในหมู่ไม้ในกลุ่มที่ 1 จะมากกว่าในกลุ่มที่ 2 เท่ากับ 8.15, 0.17 และ 0.008 ดัน/เฮกเตอร์ ตามลำดับ แต่ปริมาณโปแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในหมู่ไม้ในกลุ่มที่ 1 จะน้อยกว่าในหมู่ไม้ในกลุ่มที่ 2 เท่ากับ 0.077, 0.929 และ 0.001 ดัน/เฮกเตอร์ ตามลำดับ (Table 2) ดังนั้น ความแตกต่างอันนี้ น่าจะเป็นตัวแบ่งแยกกลุ่มของหมู่ไม้ในป่าเต็งรังที่สะแกราชได้เป็นอย่างดี แต่ว่าสมบัติดินประเภทใด จะมีผลต่อการแบ่งแยกนี้ จะเห็นได้จากผลการวิเคราะห์หาการมีส่วนร่วมสัมพัทธ์ (relative contribution) ของสมบัติดิน หรือปริมาณอินทรีย์วัตถุ และธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในดิน ดังแสดงไว้ใน Table 3 ซึ่งจะเห็นว่า ในการจัดกลุ่มของหมู่ไม้เป็น 2 กลุ่มนี้ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และแคลเซียมมีส่วนร่วมในการจัดกลุ่มเท่ากับ 97.578 และ 34.510 % ตามลำดับ ส่วนฟอสฟอรัส นั้น มีส่วนร่วมเป็นอันดับที่สาม คือ 14.895 % แต่ปริมาณธาตุอาหารอื่นๆ เช่น แมกนีเซียม ไนโตรเจน และโปแตสเซียม นั้น จะมีส่วนร่วมในการจัดความแตกต่างระหว่างกลุ่มน้อยมาก หรือแทบไม่มีเลย ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า

Table 2. Discriminant analysis of soil organic matter and nutrient storage (ton/ha) between group 1 and group 2 when CRD = 1.5

Group 1							Group 2						
Nutrients variables	OM (X ₁)	N (X ₂)	P (X ₃)	K (X ₄)	Ca (X ₅)	Mg (X ₆)	Nutrients variables	OM (X ₁)	N (X ₂)	P (X ₃)	K (X ₄)	Ca (X ₅)	Mg (X ₆)
mean	81.230	3.230	0.034	0.238	1.041	0.468	mean	73.080	3.060	0.026	0.315	1.970	0.469

1. Mean values between groups:

2. Normal equation matrix :

$$\begin{bmatrix} 1737.864 & 57.829 & 0.391 & -2.543 & 143.810 & 5.951 \\ 57.829 & 2.375 & 0.016 & -0.003 & 4.294 & 0.214 \\ 0.391 & 0.016 & 0.001 & 0.001 & 0.009 & -0.005 \\ -2.543 & -0.003 & 0.001 & 0.129 & 0.200 & 0.171 \\ 143.810 & 4.294 & 0.009 & 0.200 & 46.466 & 1.681 \\ 5.951 & 0.214 & -0.005 & 0.171 & 1.681 & 0.786 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \\ \lambda_4 \\ \lambda_5 \\ \lambda_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8.150 \\ 0.170 \\ 0.008 \\ -0.077 \\ -0.929 \\ -0.001 \end{bmatrix}$$

3. Discriminant functions :

$$\bar{Z}_{1,2} = 0.06409X_1 - 1.18443X_2 + 9.96629X_3 + 0.65284X_4 - 0.19885X_5 - 0.12439X_6$$

$$\bar{Z}_1 = 1.60933; \bar{Z}_2 = 1.07404$$

$$\text{Midpoint between } \bar{Z}_1 \text{ and } \bar{Z}_2 = 1.34169; \text{ Mahalanobis } D^2 \text{ Statistics} = 0.53530$$

4. F-test for discriminant function ability :

$$F\text{-Calc.} = 3.215, DF = 6,9; F\text{-Table} = 2.960, DF = 6,9; \text{Conclusions : Significant at } P = 0.100$$

Table 3. Relative contribution (RC) of soil organic matter and nutrient storage (ton/ha) to the difference between discriminant functions (D) of group 1 and group 2 when CRD = 1.5 of clustering

Variables :	Relative contributions :			
X ₁ (OM)	RC ₁ =	0.5223/0.53530	=	0.97578 x 100 = 97.578 %
X ₂ (N)	RC ₂ =	-0.2014/0.53530	=	-0.3762 x 100 = -37.620 %
X ₃ (P)	RC ₃ =	0.0797/0.53530	=	0.14895 x 100 = 14.895 %
X ₄ (K)	RC ₄ =	-0.0503/0.53530	=	-0.09391 x 100 = -9.391 %
X ₅ (Ca)	RC ₅ =	0.1847/0.53530	=	0.3451 x 100 = 34.510 %
X ₆ (Mg)	RC ₆ =	0.000124/0.53530	=	0.00023 x 100 = 0.023 %

ความแตกต่างระหว่างหมู่ไม้ ทั้ง 2 กลุ่มของป่าเต็งรังที่สะแกราช นั้น เป็นผลเนื่องมาจากปริมาณอินทรีย์วัตถุ และแคลเซียมที่สะสมอยู่ในดินของป่าแห่งนี้ ซึ่งจะมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน คือ หมู่ไม้ในกลุ่มที่ 1 จะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าหมู่ไม้ในกลุ่มที่ 2 เท่ากับ 8.15 ดัน/เฮกเตอร์ โดยมี

ค่าสัมประสิทธิ์ของการแบ่งแยก (discriminant coefficient, λ) เท่ากับ 0.06409 และหมู่ไม้ในกลุ่มที่ 1 มีปริมาณแคลเซียมสะสมอยู่ในดินน้อยกว่ากลุ่มที่ 2 เท่ากับ 0.929 ดัน/เฮกเตอร์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของการแบ่งแยกเท่ากับ -0.19885 (Table 2) ส่วนปริมาณฟอสฟอรัส ที่สะสมอยู่ในดินในหมู่ไม้

กลุ่มที่ 1 จะมากกว่ากลุ่มที่ 2 เท่ากับ 0.008 ต้น/เฮกแตร์ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของการแบ่งแยก เท่ากับ 9.96629 ส่วนปริมาณไนโตรเจน โปแตสเซียม และแมกนีเซียม นั้น ถึงแม้ว่าในกลุ่มที่ 1 จะมากกว่า หรือน้อยกว่าในกลุ่มที่ 2 ไปบ้างก็ตาม แต่การมีส่วนร่วมในการแบ่งแยกระหว่างกลุ่มมีน้อยมาก จึงไม่ถือว่าเป็นปริมาณธาตุอาหารที่มีความสำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างหมู่ไม้ทั้งสองกลุ่มนี้แต่อย่างใด

เมื่อนำลักษณะในเชิงปริมาณด้านนิเวศวิทยาของหมู่ไม้ทั้ง 16 หมู่ไม้ ในป่าเต็งรังที่สะแกราชนี้ มาพิจารณาค่าเฉลี่ยดังแสดงไว้ใน Table 4 จะพบว่า ในหมู่ไม้กลุ่มที่ 1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์วัตถุ เท่ากับ 81.23 ต้น/เฮกแตร์ และค่าเฉลี่ยของปริมาณแคลเซียม เท่ากับ 1.041 ต้น/เฮกแตร์ (Table 2) นั้น จะมีจำนวนต้น หรือความหนาแน่นเฉลี่ย ขนาดความสูง และพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย มากกว่าในหมู่ไม้กลุ่มที่ 2 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่า กลุ่มที่ 1 (73.08 ต้น/เฮกแตร์) แต่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณแคลเซียมสูงกว่า กลุ่มที่ 1 (1.970 ต้น/เฮกแตร์) และจากการที่มีความหนาแน่นสูงกว่า ตลอดจนมีค่าความสูงเฉลี่ย และพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยมากกว่า จึงทำให้มีปริมาณชีวภาพเหนือพื้นดินสูงกว่าตามไปด้วย คือมีอยู่ 19.24 ต้น/แปลง เมื่อเทียบกับ 17.52 ต้น/แปลง ระหว่างกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 2 ถึงแม้ว่าจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย ความหลากหลาย ทั้งจากดัชนี ของ Shannon-Wiener และดัชนีของ Fisher ต่ำกว่าก็ตาม (Table 4) ส่วนค่าเฉลี่ยของลักษณะในเชิงปริมาณด้านนิเวศวิทยาอื่นๆ เช่น ความสม่ำเสมอของการขึ้นกระจายของชนิด (evenness) ความ

ร่ำรวยของชนิดพรรณไม้ (richness) และดัชนีความหลากหลายสูงสุด (H_{max}) นั้น จะคล้ายตามดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener คือในหมู่ไม้กลุ่มที่ 1 จะน้อยกว่าในหมู่ไม้กลุ่มที่ 2 ยกเว้นค่าความเข้มข้นของความเด่น (concentration of dominance) ซึ่งจะพบว่าในหมู่ไม้กลุ่มที่ 1 นั้น จะมากกว่าในหมู่ไม้กลุ่มที่ 2 อยู่ 2 เท่าตัว ซึ่งค่าความเข้มข้นของความเด่นนี้ โดยปกติจะเป็นค่าที่ผกผันกลับกับความหลากหลาย (พงษ์ศักดิ์, 2537) ดังนั้น จุดสำคัญที่น่าสนใจในเรื่องนี้ ก็คือว่าในที่ๆ ดินมีแคลเซียมสะสมอยู่สูง จะมีแนวโน้มที่จะมีความหลากหลายของพืชพรรณไม้ของป่าเต็งรังอยู่สูงด้วย แม้ว่าความสัมพันธ์นี้จะไม่สามารถบ่งชี้ได้โดยตรงก็ตาม และวิธีการ discriminant analysis นี้ ก็เป็นเพียงวิธีการหนึ่งในหลายๆ วิธีการที่จะวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อม กับลักษณะในเชิงปริมาณด้านนิเวศวิทยาสำหรับวิธีการอื่นๆ นั้น จะได้ศึกษาในลำดับต่อไปในอนาคต อย่างไรก็ตาม เมื่อกลับไปพิจารณาพรรณไม้ชนิดที่สำคัญๆ ใน Table 1 อีกครั้งจะพบว่า ในหมู่ไม้กลุ่มที่ 1 นั้น จะมีไม้เต็งเป็นไม้โดดเด่นกว่าไม้ชนิดอื่นๆ ขึ้นกระจายอยู่มากกว่าในหมู่ไม้กลุ่มที่ 2 ส่วนในหมู่ไม้กลุ่มที่ 2 นั้น จะมีไม้รังพยอม ประดู่ ก่อพะ และไม้แดงมากกว่าในหมู่ไม้กลุ่มที่ 1 ดังนั้น จึงอาจจะกล่าวได้ว่า ไม้เต็งนั้นขึ้นได้ดีในที่ๆ มีอินทรีย์วัตถุสูง และมีแคลเซียมต่ำ ส่วนไม้รังและไม้ชนิดอื่นๆ ที่กล่าวแล้วนั้น จะขึ้นได้ดีในที่ๆ มีอินทรีย์วัตถุค่อนข้างสูง ซึ่งทั้งนี้ก็อาจจะเป็นไปได้ว่า หมู่ไม้กลุ่มที่ 1 นั้น ขึ้นอยู่ในที่ค่อนข้างราบ ดินค่อนข้างลึก มีหินโผล่น้อย แต่ตรงกันข้ามหมู่ไม้กลุ่มที่ 2 นั้น ขึ้นอยู่ในที่ๆ เป็น

Table 4. Average stand parameters ($\pm$ SD) by group of the Sakaerat dry dipterocarp forest

	Stand no.	
	Group 1 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	Group 2 1, 2, 3, 4, 13, 14, 15, 16
ρ (No/plot)	175 $\pm$ 22.450	157 $\pm$ 30.489
$\bar{H}$ (m)	9.59 $\pm$ 2.002	9.02 $\pm$ 1.260
$\bar{D}$ (cm)	15.06 $\pm$ 1.770	15.43 $\pm$ 1.225
Σ BA (m ² /plot)	41.84 $\pm$ 8.782	40.51 $\pm$ 7.531
H	2.490 $\pm$ 0.368	3.376 $\pm$ 0.456
H_{max}	4.265 $\pm$ 0.193	4.448 $\pm$ 0.200
E	0.583 $\pm$ 0.075	0.748 $\pm$ 0.093
C	0.333 $\pm$ 0.091	0.141 $\pm$ 0.038
R	3.559 $\pm$ 0.468	4.162 $\pm$ 0.541
α	5.588 $\pm$ 0.920	7.035 $\pm$ 1.208
Y_T (ton/plot)	19.24 $\pm$ 6.932	17.52 $\pm$ 5.411

ρ = stand density, $\bar{H}$ = mean height, $\bar{D}$ = mean DBH, Σ BA = total basal area, H = Shannon-Wiener's index of species diversity, H_{max} = probable maximum species diversity, E = evenness index, C = concentration of dominance, R = richness index, α = Fisher's index of species diversity, Y_T = total aboveground biomass

เนินเขา สภาพภูมิประเทศค่อนข้างลาดชัน ดินตื้น มีหินโผล่มากก็ได้

เกณฑ์ ถ้าใช้ CRD = 1.3 จะจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่ม ส่วน CRD = 1.5 จะจัดกลุ่มได้ 2 กลุ่ม

สรุป

1. พรรณไม้ในป่าเต็งรังที่สะแกราชที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับสูง 1.30 เมตรเหนือพื้นดินตั้งแต่ 4.5 ซม.ขึ้นไป จะมีอยู่ทั้งสิ้น 46 ชนิด โดยมีความผันแปรอยู่ระหว่าง 17 ถึง 28 ชนิดต่อแปลงตัวอย่างขนาด 2,500 ม² มีความหนาแน่น ตั้งแต่ 129 ถึง 207 ต้น/แปลง และมีความผันแปรในลักษณะเชิงปริมาณด้านนิเวศวิทยาในระหว่างหมู่ไม้ค่อนข้างน้อย

2. ลักษณะความคล้ายคลึงระหว่างหมู่ไม้ทั้ง 16 หมู่ไม้ที่ศึกษาทั่วป่าเต็งรังที่สะแกราชนั้น อาจแบ่งกลุ่มได้ 2-3 กลุ่ม ตามค่า chord distance (CRD) จากการวิเคราะห์แบบ resemblance function และการจัดกลุ่ม (cluster analysis) โดยใช้จำนวนชนิดและจำนวนต้นของพรรณไม้เป็น

3. ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืชในป่าเต็งรังที่สะแกราช เมื่อวิเคราะห์โดยวิธี discriminant analysis พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุและแคลเซียมที่สะสมอยู่ในดินจะเป็นปัจจัยสำคัญในการแบ่งแยกกลุ่มหมู่ไม้ทั้ง 16 หมู่ไม้ ได้เป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงแต่มีแคลเซียมต่ำจะมีความสูงเฉลี่ย พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ย มวลชีวภาพเหนือพื้นดินทั้งหมดเฉลี่ย ความหนาแน่นเฉลี่ยสูง แต่ความหลากหลายต่ำ แต่ในทางตรงกันข้าม กลุ่มที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำแต่มีแคลเซียมสูง จะมีลักษณะในเชิงปริมาณดังกล่าวต่ำ แต่มีความหลากหลายสูง

คำนิยาม

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยเรื่องนี้ผ่านคณะกรรมการวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ประจำปี

2530-32 และขอขอบคุณนิสิตปริญญาโท สาขา
วนวัฒนวิทยา ปีการศึกษา 2530-32 ที่ช่วยเหลือในการ
เก็บข้อมูลภาคสนาม

เอกสารอ้างอิง

- เทียม คมกฤต. 2508. การป่าไม้ในประเทศไทย. คณะ
วนศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 337 หน้า
- ธิดิ วิสารัตน์. 2526. ลักษณะโครงสร้างและสภาพการ
สืบพันธุ์ตามธรรมชาติภายใต้ช่องว่างระหว่าง
เรือนยอด ของป่าดิบแล้ง บริเวณสถานีวิจัยสิ่ง
แวดล้อมสะแกกราช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
กรุงเทพฯ.
- พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬ. มณฑล จำเริญพดกม, บุญฤทธิ์ ภูริ
ยากร, ปรีชา ธรรมานนท์, วิสุทธิ สุวรรณ
ภินันท์ และบัวเรศ ประไชโย. 2522. การเปรียบเทียบ
ลักษณะโครงสร้างของป่า 3 ชนิด บริเวณ
ลุ่มน้ำพรม จังหวัดชัยภูมิ. รายงานวนศาสตร์วิจัย
เล่มที่ 63. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตร
ศาสตร์. กรุงเทพฯ. 62 หน้า.
- พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬ. บุญฤทธิ์ ภูริยากร, วิสุทธิ สุวรรณ
ภินันท์ และ ขุบ เขื่อนาค. 2523. การเสื่อมคุณภาพ
ของดินจากการทำลายป่าสะแกกราช. รายงาน
วนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 68. คณะวนศาสตร์ มหา
วิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 60 หน้า.
- พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬ, ปรีชา ธรรมานนท์ และ สมนึก
ผ่องอำไพ. 2536. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ
ป่าเต็งรัง. รายงานการวิจัยช่วงกลาง. เสนอต่อ
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 73 หน้า.
- พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬ. 2537. การศึกษาด้านนิเวศวิทยา
ของพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วในป่าเต็งรัง.
องค์ประกอบของชนิด การขึ้นกระจาย และความ
หลากหลาย. วารสารวนศาสตร์ 13 : 10-21.
- สมนึก ผ่องอำไพ. 2519. รุกขวิทยา. ภาควิชาชีววิทยา
ป่าไม้. คณะวนศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตร
ศาสตร์. กรุงเทพฯ. 97 หน้า.
- สมศักดิ์ สุขวงศ์. 2525. การวิเคราะห์สังคมพืชป่าเต็งรัง
ในประเทศไทย. วารสารสำนักงานคณะกรรมการ
การ วิจัยแห่งชาติ ปีที่ 14 เล่มที่ 1:1-21.

- Bunyavejchewin, S. 1983. Canopy structure of
the dry dipterocarp forest of Thailand. Thai
For. Bull. 14 : 1-132.
- Cooling, E.N.G. 1968. Fast growing timber trees
of the lowland tropics : *Pinus merkusii*.
Commonw. For. Inst. Oxford Univ. 312 pp.
- Fisher, R.A., A.S. Corbet and C.B. Williams.
1943. The relation between the number of
species and number of individuals in a
random sample of an animal population. J.
Anim. Ecol. 12:42-53.
- Gauch, H.G. 1982. Multivariate Analysis in
Community Ecology. Cambridge University
Press, New York.
- Jackson, M.L. 1967. Soil chemical analysis.
Prentice-Hall of India Private Ltd., New
Delhi.
- Khemnark, C., S. Wacharakitti, S. Aksornkoae
and T. Kaewla-iad. 1972. Forest production
and soil fertility at Nikom Doi Chiangdao,
Chiangmai Province. For. Res. Bull. 22.
Faculty of Forestry, Kasetsart Univ.,
Bangkok. 44 pp.
- Kutintara, U. 1975. Structure of the dry dip-
terocarp forest. Ph.D. dissertation. Colorado
State Univ., Fort Collins. 242 pp.
- Lance, G.H. and W.T. Williams. 1967. A
general theory for classificatory sorting
strategies. 1. Hierarchical systems. Com-
puter Journal 9 : 373-380.
- Margalef, R. 1958. Information theory in
ecology. General Systematics 3 : 36 - 71.
- Nalamphun, A., T. Santisuk and T. Smitinand.
1969. The defoliation of Teng (*Shorea*
obtusata Wall.) and Rang (*Pentacme suavis*
A.D.C.) at ASRCT. Sakaerat Experiment
Station. ASRCT. No. 27.
- Neal, G.D. 1967. Statistical description of the
forest of Thailand. Military Research and
Development Center, Bangkok. 346 pp.
- Ogawa, H., K. Yoda and T. Kira. 1961. A
preliminary survey on the vegetation of
Thailand. Nature and Life in SE Asia 1:
20-158.
- Ogino, K., D. Ratanawongs, T. Tsutsumi and T.
Shidei. 1967. The primary production of
tropical forest in Thailand. The Southeast
Asian Studies. Vol V. No.1. Kyoto, Japan.
122-154.

- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. The
mathematical theory of communication.
University Illinois Press, Urbana, IL.
- Simpson, E.H. 1949. Measurement of diversity.
Nature 163: 688.
- Stott, P.A. 1975. Recent trends in the
classification and mapping of dry deciduous
dipterocarp forest in Thailand. Transaction
of the fourth Aberdeen-Hull Symposium on
Malaysian Ecology, Dept. of Geography,
Univ. of Hull. Miscellaneous series 17 :
146-157.
- Sukwong, S. 1974. Deciduous forest ecosystem in
Thailand. A paper presented at the
UNESCO seminar on deciduous forest
ecosystem. 25-30 November, 1974.
Sakaerat Experiment Station, Nakornrat-
chaisima, Thailand.

- Sukwong, S., L. Chantanaparb, U. Kutintara, P.
Sahunlu, S. Pongumphai, B. Thaiutsa, S.
Thammincha, S. Siripatanadilok and W.
Kaitpraneet. 1976, 1977. Quantitative
studies of the seasonal tropical forest
vegetation in Thailand. Annual Report No.
1 & No.2. Faculty of Forestry, Kasetsart
University, Bangkok.
- Yoda, K. and T. Kira. 1969. Comparative
ecological studies on three main types of
forest vegetation in Thailand. V. Accu-
mulation and turnover of soil organic
matter, with note on the altitudinal soil
sequence on Khao (Mt.) Luang, Peninsular
Thailand. Nature and Life in SE Asia 5:
83-109.
- Yoda, K. 1978. Organic carbon, nitrogen and
mineral nutrient stock in the soils of Pasoh
forest. Malay Nat. J. 30(2) : 229-251.