

การศึกษาด้านนิเวศวิทยาของพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่ว ในป่าเต็งรัง

III. รูปแบบการขึ้นกระจายของชนิดพรรณไม้ และความสัมพันธ์ของการ ขึ้นกระจายในถิ่นฐานเดียวกัน

ECOLOGICAL STUDIES OF LEGUMINOUS TREE SPECIES IN DRY DIPTEROCARP FOREST

III. Spatial distribution pattern of tree species and their associations in the same habitat

พงษ์ศักดิ์ สหุนาฟู¹

Pongsak Sahunafu

ABSTRACT

Studies on the spatial distribution of leguminous tree species in 4 sub-types of dry dipterocarp forest of four different dominant tree component species at a particular site in Sakaerat, northeastern Thailand found that all tree species (DBH ≥ 4.5 cm) were randomly distributed in the 4 stands. The spatial arrangement of the dominant species and the leguminous tree species in each stand were found to be clumping with clump size varied accordingly to mean crowding and mean density of each species. Most of leguminous tree species were partially overlapped or independently associated with the dominant species in each stand. *Albizia odoratissima* was found to distribute positively overlap with *Shorea obtusa* while *Xylia xylocarpa* was with *Shorea siamensis*, *Shorea floribunda* and *Quercus kerrii* but *Pterocarpus macrocarpus* was found with all dominant species in this area. However, *Sindora maritima* and *Bauhinia pottsii* which were relatively rare in this area, were independently grown with dominant species in only some stands.

บทคัดย่อ

การศึกษาด้านการขึ้นกระจายของพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่ว ใน 4 หมู่ไม้ ของป่าเต็งรัง 4 ประเภทย่อยที่มีพรรณไม้เด่นต่างกัน ในท้องที่เดียวกัน ที่สะแกราช ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบว่าพรรณไม้ทุกชนิดรวมกัน (DBH ≥ 4.5 ซม.) จะขึ้นกระจายแบบสุ่มทั้ง 4 หมู่ไม้ แต่การขึ้นกระจายของพรรณไม้เด่นและพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วในแต่ละหมู่ไม้จะเป็นการจับกลุ่ม โดยมีขนาดของกลุ่มผันแปรไปตามความแออัด และความหนาแน่นเฉลี่ยของพรรณไม้ชนิดนั้นๆ นอกจากนี้พรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วแต่ละชนิด ส่วนใหญ่จะขึ้นกระจายร่วมกับพรรณไม้เด่นในแต่ละหมู่ไม้แบบกึ่งอิสระกึ่งเหลื่อมล้ำ มีพรรณไม้ตระกูลถั่วอยู่ 3 ชนิด คือ ก้างจืด ที่ขึ้นกระจายร่วมกับไม้เต็ง ไม้แดงขึ้นกระจายร่วมกับไม้รัง พยอม และก่อแพะ ส่วนประจักษ์ขึ้นกระจายร่วม

¹ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10903

กับพรรณไม้เด่นทุกชนิดที่พบในท้องที่แห่งนี้ ส่วนมะค่าลิง และชงโคดำ จะเป็นพรรณไม้ที่ค่อนข้างหายาก และขึ้นกระเจาอย่างเป็นอิสระจากไม้เด่น ในบางหมู่ไม้นั้น

คำนำ

ในโลกของสิ่งที่มีชีวิตไม่ว่าทั้งพืชหรือสัตว์ จะมีการรวมกลุ่มกันอยู่อาศัยในพื้นที่ในถิ่นฐานใดถิ่นฐานหนึ่ง พืชซึ่งเป็นสิ่งที่มีชีวิตที่เคลื่อนที่ไม่ได้ เมื่อได้ตั้งตัวอยู่บนพื้นที่นั้นแล้วย่อมมีการขึ้นกระเจา โดยมีรูปแบบจำเพาะของมันในที่ว่างหนึ่งๆ การขึ้นกระเจาเช่นนี้เรียกว่า spatial distribution จากการศึกษาการขึ้นกระเจาในที่ว่างของพรรณไม้ในป่าเต็งรังในถิ่นฐานต่างๆ และในถิ่นฐานแห่งหนึ่งโดยเฉพาะ (Ogawa และคณะ, 1961; Sahunalu และ Dhanmanonda, 1995) พบว่าพรรณไม้ทุกชนิด และพรรณไม้ที่มีความสำคัญบางชนิดในแต่ละหมู่ไม้จะมีการขึ้นกระเจาในที่ว่าง เมื่อใช้ I_g ของ Morisita (Morisita, 1959) ไปวิเคราะห์แล้วพบว่า พรรณไม้ทุกชนิดรวมกันจะขึ้นกระเจาแบบสุ่ม (random distribution) ส่วนพรรณไม้แต่ละชนิดซึ่งเป็นพรรณไม้ชนิดที่มีความสำคัญทางนิเวศวิทยาสูง (มี IVI สูง) จะมีการขึ้นกระเจาแบบจับกลุ่ม (clump หรือ contagious distribution) อย่างไรก็ตาม ดัชนีที่ใช้อธิบายรูปแบบการขึ้นกระเจาทั้ง 2 แบบนี้ ได้มีผู้พัฒนาขึ้นมาใหม่ โดยเฉพาะ Iwao (1968, 1972) ได้ใช้ดัชนีที่เรียกว่าความแออัดเฉลี่ยของประชากร (mean crowding, m') ต่อความหนาแน่นเฉลี่ย (mean density, m) ในรูป m'/m ซึ่งเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นดัชนีแสดงการขึ้นกระเจาแบบเป็นแถบ (patchiness) หรือเป็นกลุ่มจำเพาะที่เรียกว่า colony

รวมทั้งสามารถใช้อธิบายถึงลักษณะการขึ้นกระเจาของพืชพรรณไม้ชนิดใดก็ได้ตามการเปลี่ยนแปลงของขนาดพื้นที่ที่เลือกขึ้นมาเป็นแปลงตัวอย่างที่มีพืชขึ้นอยู่ ที่เรียกว่าควอดเรท (quadrat) ซึ่งสามารถจะทำให้ทราบถึงขนาดของพื้นที่ที่พืชชนิดนั้นๆ มีขอบเขตของการขึ้นกระเจาในรูปแบบต่างๆ อย่างไรด้วย เมื่อวิเคราะห์ดัชนีนี้ไปตามขนาดของควอดเรทที่เปลี่ยนไปอย่างมีระบบ

ในรายงานฉบับก่อน พงษ์ศักดิ์ (2540) ได้ศึกษาการขึ้นกระเจาของพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วชนิดต่างๆ ในป่าเต็งรังประเภทต่างๆ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การขึ้นกระเจาในสภาพของถิ่นฐานที่พรรณไม้นั้นๆ ขึ้นอยู่ร่วมกัน ซึ่งจะแสดงถึงการเรียงตัวกันอยู่ของพรรณไม้ตระกูลถั่วในหมู่ไม้นั้นๆ ตามตำแหน่งของนิช (niche space) แต่จุดสนใจต่อไปก็คือในที่ว่างหนึ่ง ๆ ของพื้นที่ภายในหมู่ไม้นั้นๆ ซึ่งมีพรรณไม้เด่นของป่าเปลี่ยนไปนั้น พรรณไม้ตระกูลถั่วจะขึ้นอยู่อย่างไรอันแสดงถึงพฤติกรรม (behavior) ของพรรณไม้ชนิดนี้ในป่าเต็งรัง ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ตามวิธีที่ Iwao (1968, 1972) เสนอ ซึ่งสามารถจะมองลึกเข้าไปถึงลักษณะการขึ้นกระเจาของกลุ่มย่อยของประชากรและหาขนาดพื้นที่ที่ครอบครองของแต่ละกลุ่มแต่ละชนิดของพรรณไม้ได้ อันนำไปสู่การอธิบายถึงพฤติกรรมด้านการขึ้นกระเจาและสภาพของการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติ (natural regeneration) อันเป็นวนวัฒนวิธีรูปแบบหนึ่งของ

พรรณไม้ชนิดนั้นๆ และพรรณไม้ตระกูลถั่วชนิดต่างๆ ได้ด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

เนื่องจากการวิเคราะห์ลักษณะการขึ้นกระจายของพรรณไม้ในลักษณะนี้ จำเป็นต้องมีการบันทึกข้อมูลจำนวนพรรณไม้รายชนิด ในแต่ละควอดรขนาดต่างๆ หรือมีแผนที่แสดงตำแหน่งของพรรณไม้แต่ละชนิด และมีขนาดของแปลงตัวอย่างที่ใหญ่พอที่จะแบ่งเป็นแปลงย่อยเล็กๆ ได้หลายขนาด จึงได้ใช้ข้อมูลจากแปลงตัวอย่างของ พงษ์ศักดิ์ และคณะ (2536) และตามที่ยุทธศาสตร์ โดย Sahunulu และ Dhanmanonda (1995) ซึ่งเป็นแปลงศึกษาที่สะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ขนาดแปลงละ 1 เฮกเตอร์ (10,000 ตารางเมตร) จำนวน 4 หมู่ไม้ที่มีพรรณไม้เด่นต่างกัน 4 ประเภท และมีพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วขึ้นอยู่จำนวน 6-7 ชนิดด้วยกัน คือ ป่าเต็งรังประเภทย่อยที่ 8, 9, 10 และ 11 (พฤษภาคม, 2537)

ในแปลงตัวอย่างถาวร ขนาด 1 เฮกเตอร์ แบ่งเป็นแปลงย่อยขนาดเล็กที่สุด 10 x 10 ตารางเมตร จำนวน 100 แปลง และแบ่งเป็น 20 x 20 ตารางเมตร ได้จำนวน 25 แปลง ขนาด 30 x 30 ตารางเมตร ได้ 9 แปลง และขนาด 40 x 40 ตารางเมตร ขึ้นไปได้ 4 แปลง จนถึงแปลงขนาดใหญ่ที่สุด 50 x 50 ตารางเมตร (2,500 ตารางเมตร)

จากแปลงตัวอย่างขนาดต่างๆ นี้ได้วิเคราะห์หา m^*/m จาก :

$$m^* = \left\{ \sum_{i=1}^N X_i (X_i - 1) \right\} / \left\{ \sum_{i=1}^N X_i \right\} \quad \dots\dots\dots(1)$$

เมื่อ m^* = ความแออัดเฉลี่ยของประชากร (mean crowding)

X_i = จำนวนประชากรของพืชชนิดนั้นๆ ในควอดรที่ i เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, N$

N = จำนวนควอดรทั้งหมด

$$m = \left\{ \sum_{i=1}^N X_i \right\} / N \quad \dots\dots\dots(2)$$

m = ความหนาแน่นเฉลี่ยของประชากร (mean density)

m^*/m = อัตราส่วนระหว่างค่าความแออัดเฉลี่ยต่อความหนาแน่นเฉลี่ยของประชากร

จาก (1) และ (2)

$$m^*/m = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^N X_i (X_i - 1) \right\}}{\left\{ \sum_{i=1}^N X_i \right\}} \bigg/ \frac{\left\{ \sum_{i=1}^N X_i \right\}}{N} \quad \dots\dots\dots(3)$$

ซึ่ง m^*/m นี้มีอยู่ 3 ลักษณะคือ ถ้า

- (1) $m^*/m < 1$ = การขึ้นกระจายแบบสม่ำเสมอ (uniform)
- (2) $m^*/m = 1$ = การขึ้นกระจายแบบสุ่ม (random)
- (3) $m^*/m > 1$ = การขึ้นกระจายแบบจับกลุ่ม (clump หรือ contagious)

และ m^*/m นี้มีความหมายอย่างเดียวกันกับ I_g ของ Morisita (Iwao, 1968, 1970, 1971, 1972 และ 1977)

ในกรณีที่ m^*/m เป็นรูปแบบ (1) และ (2) นั้นไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์ต่อไป เพราะว่าทุกค่าของ m^*/m จะคงที่ เมื่อมีขนาดของควอดรเปลี่ยนไป แต่ในกรณีที่ m^*/m เป็นรูปแบบ (3) นั้นจำเป็นต้องวิเคราะห์ต่อไปเพื่อหา ρ_i ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างผลต่างของความแออัดเฉลี่ยของประชากร

ในควอแดรทนั้นกับควอแดรทก่อน ต่อความแตกต่างของความหนาแน่นเฉลี่ยของประชากรในควอแดรทนั้น กับควอแดรทก่อน คือในรูป

$$p_i = (m_i^* - m_{i-1}^*) / (m_i - m_{i-1}) \dots\dots\dots(4)$$

เมื่อ p_i = คำนวณแสดงลักษณะการขึ้นกระจายของกลุ่มประชากรของพืชชนิดนั้น ๆ

m_i^* = ความแออัดเฉลี่ยของประชากร (mean crowding) ของพืชชนิดนั้น ๆ ในควอแดรทที่ i เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots$ (เป็นลำดับของควอแดรทจากเล็กไปหาใหญ่ และ $i-1$ คือลำดับของควอแดรทที่เลือกขึ้นมา ก่อน)

m_i = ความหนาแน่นเฉลี่ยของประชากร (mean density) ของพืชชนิดนั้น ๆ ในควอแดรทที่ i เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots$ (เป็นลำดับของควอแดรท) ทั้งนี้โดยให้ควอแดรทที่เล็กที่สุด ($i=1$) นั้น $p_i = m_i^* / m_i$

ทั้งนี้โดยมีเกณฑ์การพิจารณา คือ ในกรณีที่ 1 ประชากรเป็นแบบประเภเดียว ๆ

(1) ถ้า $p_i = 1$ และคงที่ตลอดทุกขนาดของควอแดรท แสดงว่าการขึ้นกระจายของประชากรของพืชชนิดนั้น ๆ เป็นแบบสุ่ม (random)

(2) ถ้า $p_i < 1$ และคงที่ตลอดทุกขนาดของควอแดรท แสดงว่าการขึ้นกระจายของประชากรของพืชชนิดนั้น ๆ เป็นแบบรวมกลุ่มกัน (aggregate)

(3) ถ้า $p_i < 1$ เมื่อขนาดควอแดรทมีขนาดเล็กและค่อย ๆ เพิ่มขึ้นไปจนใกล้ 1 หรือเท่ากับ 1 แล้วคงที่ เมื่อขนาดของควอแดรทใหญ่ แสดงว่าการขึ้นกระจายของประชากรของพืชชนิดนั้น ๆ เป็นแบบสม่ำเสมอ (uniform)

ในกรณีที่ 2 ประชากรเป็นแบบจับกลุ่มกันอย่างหนาแน่น (compact colony)

(1) ถ้า $p_i > 1$ มาก ๆ เมื่อควอแดรทมีขนาดเล็ก และลดลงถึง 1 เมื่อควอแดรทใหญ่ขึ้นแล้วคงที่ตลอดทุกขนาดของควอแดรท แสดงว่าการขึ้นกระจายเป็นแบบสุ่ม (random of compact colony)

(2) ถ้า $p_i > 1$ เมื่อควอแดรทมีขนาดเล็กและลดลงเมื่อควอแดรทใหญ่ขึ้น แต่ลดลงไม่ถึง 1 แล้วคงที่ตลอดทุกขนาดของควอแดรทที่ใหญ่ขึ้น แสดงว่าเป็นการรวมกลุ่มกันของ colony (aggregated colony)

(3) ถ้า $p_i > 1$ เมื่อควอแดรทมีขนาดเล็กและลดลงอย่างรวดเร็ว จนถึง 0 แล้วเพิ่มขึ้นอีก เมื่อควอแดรทมีขนาดใหญ่ขึ้นจนกระทั่ง p_i มีค่า = 1 และคงที่ตลอดทุกขนาดของควอแดรท แสดงว่าเป็นการจับกลุ่มกันแบบสม่ำเสมอ (uniform colony)

อย่างไรก็ตาม ค่า p_i นี้ นอกจากจะแสดงถึงลักษณะการขึ้นกระจายแล้วยังสามารถบอกถึงขนาดพื้นที่ของกลุ่ม (clump area) ได้ และบอกถึงลักษณะการขึ้นกระจายระหว่างแต่ละกลุ่ม (intra-clump) ด้วยการเปลี่ยนแปลงของ p เมื่อขนาดของควอแดรทเปลี่ยนไป และจุดเปลี่ยนจาก p สูงสุดไปหาต่ำสุด ในรูปแบบของการขึ้นกระจายตามควอแดรทที่เปลี่ยนไป จะเป็นจุดที่แสดงถึงขนาดพื้นที่ครอบครองของกลุ่มโดยประมาณ

สำหรับลักษณะการขึ้นกระจายระหว่างแต่ละกลุ่มจะไม่มีรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่าง m^* กับ m เป็นรูปเส้นตรงที่ค่อนข้างสม่ำเสมอตามแบบที่เป็น colony แต่จะมีค่า m^* สูงกว่าค่า m ในทุกขนาดของควอแดรท และไม่เป็นเส้นตรง แต่จะ

เป็นเส้นความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นรูปสม่ำเสมอ (irregular) และเมื่อวิเคราะห์ค่า p แล้วจะมีเส้นกราฟขึ้นลงเป็นรูปไม่สม่ำเสมอเช่นกัน แต่ก็สามารถจะแบ่งได้ถึง 4 รูปแบบ (Iwao, 1972) คือ ตัวกลุ่ม (colony) เองอาจจะเป็นแบบสุ่ม และการขึ้นกระจายระหว่างกลุ่มเป็นแบบสุ่ม ตัวกลุ่มเป็นแบบสุ่ม แต่ระหว่างกลุ่มเป็นแบบสม่ำเสมอ ตัวกลุ่มเป็นแบบสม่ำเสมอ แต่ระหว่างกลุ่มเป็นแบบสุ่มและตัวกลุ่มเป็นแบบสม่ำเสมอและระหว่างกลุ่มเป็นแบบสม่ำเสมอเช่นเดียวกัน ซึ่งจะหาได้ทั้งรูปแบบการขึ้นกระจายและพื้นที่ครอบครองของแต่ละกลุ่มได้เช่นเดียวกัน

สำหรับการวัดความแออัดระหว่างประชากรของพืชต่างชนิดกัน (interspecies mean crowding) ตลอดจนการขึ้นกระจายแบบเหลื่อมล้ำกัน (overlap) ภายในที่ว่างหรือเรียกอีกอย่างว่าการเหลื่อมล้ำของนิช (niche overlapping) และความสัมพันธ์ระหว่างการขึ้นกระจายของประชากรพืชแต่ละชนิด ในที่ว่าง (spatial correlation between species) นั้น ใช้วิธีการที่ได้พัฒนาขึ้นมาโดย Iwao (1977) ดังนี้

$$m_{xy}^* = \left\{ \sum_{j=1}^Q X_{xj} X_{yj} \right\} / \left\{ \sum_{j=1}^Q X_{xj} \right\} \dots\dots\dots(5)$$

$$m_{yx}^* = \left\{ \sum_{j=1}^Q X_{xj} X_{yj} \right\} / \left\{ \sum_{j=1}^Q X_{yj} \right\} \dots\dots\dots(6)$$

$$m_x^* = \left\{ \sum_{j=1}^Q X_{xj} (X_{xj} - 1) \right\} / \left\{ \sum_{j=1}^Q X_{xj} \right\} \dots\dots\dots(7)$$

$$m_y^* = \left\{ \sum_{j=1}^Q X_{yj} (X_{yj} - 1) \right\} / \left\{ \sum_{j=1}^Q X_{yj} \right\} \dots\dots\dots(8)$$

$$m_x = \left\{ \sum_{j=1}^Q X_{xj} \right\} / Q \dots\dots\dots(9)$$

$$m_y = \left\{ \sum_{j=1}^Q X_{yj} \right\} / Q \dots\dots\dots(10)$$

$$\gamma = \left\{ \sum_{j=1}^Q X_{xj} X_{yj} \right\} / \left\{ \sum_{j=1}^Q (X_{xj})^2 \sum_{j=1}^Q (X_{yj})^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(11)$$

$$\gamma_{(ind.)} = \left\{ (m_x \cdot m_y) / (m_x^* + 1)(m_y^* + 1) \right\}^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(12)$$

เมื่อ m_{xy}^* = ความแออัดเฉลี่ยของประชากรพืชชนิด x อันเนื่องมาจากมีประชากรพืชชนิด y ร่วมอยู่ด้วย

m_{yx}^* = ความแออัดเฉลี่ยของประชากรพืชชนิด y อันเนื่องมาจากมีประชากรชนิด x ร่วมอยู่ด้วย

ทั้งนี้ ถ้าทั้งพืชชนิด x และพืชชนิด y ขึ้นกระจายอยู่ร่วมกัน จะประมาณค่าทั้งสองนี้ได้ แต่ถ้ามีการขึ้นกระจายแบบแยกออกจากกันอย่างอิสระ ทั้งค่า m_{xy}^* และ m_{yx}^* จะเท่ากับ 0

X_{xj} = จำนวนประชากรพืชชนิด x ในคอแตรที่ j เมื่อ $j = 1, 2, 3, \dots, Q$

X_{yj} = จำนวนประชากรพืชชนิด y ในคอแตรที่ j เมื่อ $j = 1, 2, 3, \dots, Q$

m_x^* = ความแออัดเฉลี่ยของประชากรพืชชนิด x ในคอแตรเหล่านั้น (ค่าเดียวกันกับที่ได้จากสมการ 1)

m_y^* = ความแออัดเฉลี่ยของประชากรพืชชนิด y ในคอแตรเดียวกันกับพืชชนิด x (ค่าเดียวกันกับที่ได้จากสมการ 1)

m_x = ความหนาแน่นเฉลี่ยของประชากรพืชชนิด x ในคอแตรเหล่านั้น (ค่าเดียวกันกับที่ได้จากสมการ 2)

m_y = ความหนาแน่นเฉลี่ยของประชากรพืชชนิด y ในควอดเรตเดียวกันกับพืชชนิด x (ค่าเดียวกันกับที่ได้จากสมการ 2)

Q = จำนวนควอดเรตขนาดนั้นๆที่มีประชากรพืชทั้งชนิด x และชนิด y ขึ้นกระจายอยู่ (ในที่นี้ Q เท่ากับ N ในสมการ 1-3)

γ = ดัชนีแสดงขีดขึ้นการขึ้นกระจายแบบเหลื่อมล้ำกัน (index of overlapping) ของพืชชนิด x และพืชชนิด y ในพื้นที่เดียวกัน ในควอดเรตนั้นๆ

$\gamma_{(ind.)}$ = ดัชนีแสดงขีดขึ้นการขึ้นกระจายของประชากรพืชทั้ง 2 ชนิดอย่างอิสระ (independent) ในควอดเรตนั้นๆ

ทั้งนี้ค่า γ จะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 คือ ถ้าพืชทั้ง 2 ชนิด มีการขึ้นกระจายเหลื่อมล้ำกันอย่างสมบูรณ์แบบ ค่า γ จะเท่ากับ 1 แต่เมื่อแยกกันอย่างอิสระจะมีค่าเท่ากับ 0 และเมื่อมีการเหลื่อมล้ำกันบ้าง จะมีค่า γ อยู่บ้าง ระหว่าง 0 ถึง 1

Iwao (1977) ได้เสนอต่อไปอีกว่า เมื่อประชากรของพืชทั้ง 2 ชนิด มีการขึ้นกระจาย ทั้งที่เหลื่อมล้ำกัน และแยกกันอย่างอิสระแก่กัน สามารถจะวัดได้จาก

$$\omega(-) = \{\gamma - \gamma_{(ind.)}\} / \gamma_{(ind.)} \text{ เมื่อ } \gamma \leq \gamma_{(ind.)} \dots (13)$$

$$\omega(+)= \{\gamma - \gamma_{(ind.)}\} / \{1 - \gamma_{(ind.)}\} \text{ เมื่อ } \gamma \geq \gamma_{(ind.)} \dots (14)$$

ดัชนี ω นี้เรียกว่า degree of spatial correlation หรือ degree of overlapping relative to the independent distribution ทั้งนี้โดยมีความหมายดังนี้

$\omega(-)$ = ดัชนีแสดงอัตราการแข่งขันกระจายร่วมกันแบบไม่เหลื่อมล้ำกัน โดยแยกกันอย่าง

อิสระมากหรือน้อย ไปจนกระทั่ง ω มีค่า = 0 เมื่อแยกกันอย่างอิสระอย่างสิ้นเชิง จะมีค่า = 1

$\omega(+)$ = ดัชนีแสดงอัตราการแข่งขันกระจายร่วมกันแบบเหลื่อมล้ำกัน จนกระทั่ง ω มีค่า = +1 เมื่อมีการเหลื่อมล้ำกันอย่างสมบูรณ์แบบ

ทั้งนี้ทุกค่าในสมการ (5) ถึง (14) นั้นสามารถจะวิเคราะห์ออกมาตามขนาดของควอดเรตที่เปลี่ยนไปอย่างมีระบบ ตั้งแต่ควอดเรตขนาดเล็ก ไปจนถึงขนาดใหญ่

อนึ่ง ขนาดของควอดเรตที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ ให้มีขนาดเล็กที่สุด คือ 10 x 10 ตารางเมตร และขยายไปเป็น 20x20, 30x30, 40x40 และ 50x50 ตารางเมตร ตามลำดับ

ผลและวิจารณ์

รูปแบบการขึ้นกระจายของพรรณไม้ทั้งหมดพรรณไม้เด่น และพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วในป่าเต็งรัง

รูปแบบการขึ้นกระจายของพรรณไม้แต่ละประเภท ในที่ว่างตามขนาดของควอดเรต ตั้งแต่ 10 x 10 จนถึง 50 x 50 ตารางเมตร แสดงไว้ใน Figure 1 แยกไปตามหมู่ไม้ ตามชนิดของพรรณไม้เด่นที่ประกอบอยู่ เนื่องจาก I_0 ของ Morisita (1959) นั้นมีความหมายอย่างเดียวกัน m^*/m ของ Iwao (1968, 1972, 1977) ดังนั้นจึงใช้แทนกันได้ จะเห็นว่า m^*/m ของพรรณไม้ทั้งหมดทุกชนิด ในหมู่ไม้ทั้ง 4 หมู่ไม้ มีค่าใกล้เคียง 1 มาก ซึ่งแสดงว่าในทุกหมู่ไม้นั้น พรรณไม้ทุกชนิดที่ขึ้นร่วมกันอยู่จะ

มีการขึ้นกระจายแบบสุ่ม (random) ซึ่งสอดคล้องกับที่ Sahunalu และ Dhanmanonda (1995) ได้ศึกษาไปแล้ว โดยใช้ I_g ของ Morisita (1959) ในที่นี้จะใช้เป็นบรรทัดฐานเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นได้ชัดว่า ลักษณะการขึ้นกระจายแบบสุ่มนั้นเป็นอย่างไร และเมื่อ m^*/m ผันแปรต่างไปจาก 1 เมื่อไรจะแสดงความแตกต่างของการขึ้นกระจายตามรูปแบบต่างๆ ดังจะได้กล่าวต่อไป

ในหมูไม้ที่ 1 ซึ่งมีไม้พยอม-ก่อแพะ เป็นไม้เด่น มีพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วอยู่ 6 ชนิดนั้น ในขณะที่พรรณไม้ทั้งหมดทุกชนิดในหมูไม้ มีการขึ้นกระจายแบบสุ่มนั้น พรรณไม้เด่นที่สำคัญคือ พยอมและก่อแพะ จะมีการขึ้นกระจายแบบจับกลุ่ม (clump หรือ contagious) โดยเฉพาะอย่างยิ่งพยอมจะจับกลุ่มมากขึ้นเมื่อพื้นที่มีขนาดใหญ่ขึ้น แต่ก่อแพะจะจับกลุ่มอย่างหนาแน่นในพื้นที่ขนาดเล็ก (10x10 ตารางเมตร) แต่เมื่อพื้นที่ใหญ่ขึ้นกว่านั้นจะมีแนวโน้มของการขึ้นกระจายแบบสุ่มมากขึ้น (Figure 1-A) เพราะว่าค่า m^*/m มีค่าใกล้ 1 สำหรับพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วทั้ง 6 ชนิดนั้น ก้างจืดจะไม่มีรูปแบบการขึ้นกระจายที่สามารถตรวจวัดได้ ($m^*/m=0$) เนื่องจากมีจำนวนต้นเพียง 2 ต้น ในพื้นที่ 1 เฮกแตร์ พรรณไม้ที่จับกลุ่มอยู่เฉพาะในพื้นที่เล็กๆ คือ เสี้ยวป่า ซึ่งจะพบขึ้นอยู่บางแห่งเท่านั้น กระพี้เขาควาย มีแนวโน้มที่จะขึ้นกระจายแบบสุ่ม ในพื้นที่เกือบทุกขนาด ยกเว้นในพื้นที่ขนาด 30x30 ตารางเมตรที่ไม่พบรูปแบบที่แน่นอน ประดู่และแดง ในหมูไม้นี้จะพบขึ้นกระจายเป็นกลุ่มในพื้นที่เล็ก (10x10 ตารางเมตร) แต่พื้นที่ตั้งแต่ 20x20 ตารางเมตรขึ้นไป จะมีแนวโน้มของการขึ้นกระจายแบบสุ่ม

แต่เมื่ค่าแต่ จะพบขึ้นกระจายแบบสม่ำเสมอในพื้นที่ทุกขนาด เพราะว่า m^*/m มีค่าน้อยกว่า 1

ในหมูไม้ที่ 2 ซึ่งมีไม้เต็ง-รัง เป็นไม้เด่นนั้น ในขณะที่เต็งมีการขึ้นกระจายแบบสุ่ม แด้งจะขึ้นกระจายแบบจับกลุ่ม (Figure 1-B) และพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่ว ทั้ง 6 ชนิดนั้น ก้างจืดและเสี้ยวป่า จะมีการขึ้นกระจายคล้ายคลึงกัน คือ จะขึ้นกระจายอย่างสม่ำเสมอ เมื่อพื้นที่มีขนาดเล็ก (20 x 20 - 30 x 30 ตารางเมตร) แต่ในพื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้นจะขึ้นกระจายแบบจับกลุ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพื้นที่มีขนาด 40 x 40 ตารางเมตร แต่ถ้าพื้นที่ใหญ่กว่านั้นขึ้นไปแล้ว จะพบขึ้นกระจายแบบสุ่มในขณะที่กระพี้เขาควายจับกลุ่มกันอย่างหนาแน่นในพื้นที่ขนาดเล็ก แต่พื้นที่ขนาดปานกลางจะไม่พบรูปแบบที่แน่นอน หากขยายพื้นที่ต่อไปจึงจะพบการจับกลุ่มกัน ซึ่งตรงกันข้ามกับมะค่าแต่ ซึ่งจะจับกลุ่มกันในพื้นที่ขนาดกลาง แต่พื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้นจะมีแนวโน้มขึ้นกระจายแบบสุ่ม สำหรับประดู่และแดงนั้นจะจับกลุ่มเฉพาะในพื้นที่ขนาดเล็ก แต่พื้นที่ขนาดใหญ่จะมีแนวโน้มการขึ้นกระจายแบบสุ่มมากขึ้น

ในหมูไม้ที่ 3 ซึ่งมีไม้เต็ง-ประดู่เป็นไม้เด่นนั้น จะพบว่าทั้งสองชนิดมีแนวโน้มการขึ้นกระจายแบบสุ่ม แต่ประดู่อาจจะมีกลุ่มเล็ก ๆ จับกลุ่มกันอย่างหลวมๆ ในพื้นที่ขนาดปานกลางก็ได้ ส่วนพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วอื่นๆ นั้นจะมีก้างจืดที่มีมีการขึ้นกระจายแบบสุ่มในพื้นที่ตั้งแต่ 20 x 20 ตารางเมตรขึ้นไป ส่วนชนิดอื่นนั้นจะจับกลุ่มกันในพื้นที่ขนาดเล็กคล้ายๆ กัน คือ ชงโคดำ ป้างันปีและมะค่าแต่ แต่แดงจะจับกลุ่มในพื้นที่ขนาดใหญ่มากขึ้น (Figure 1-C)

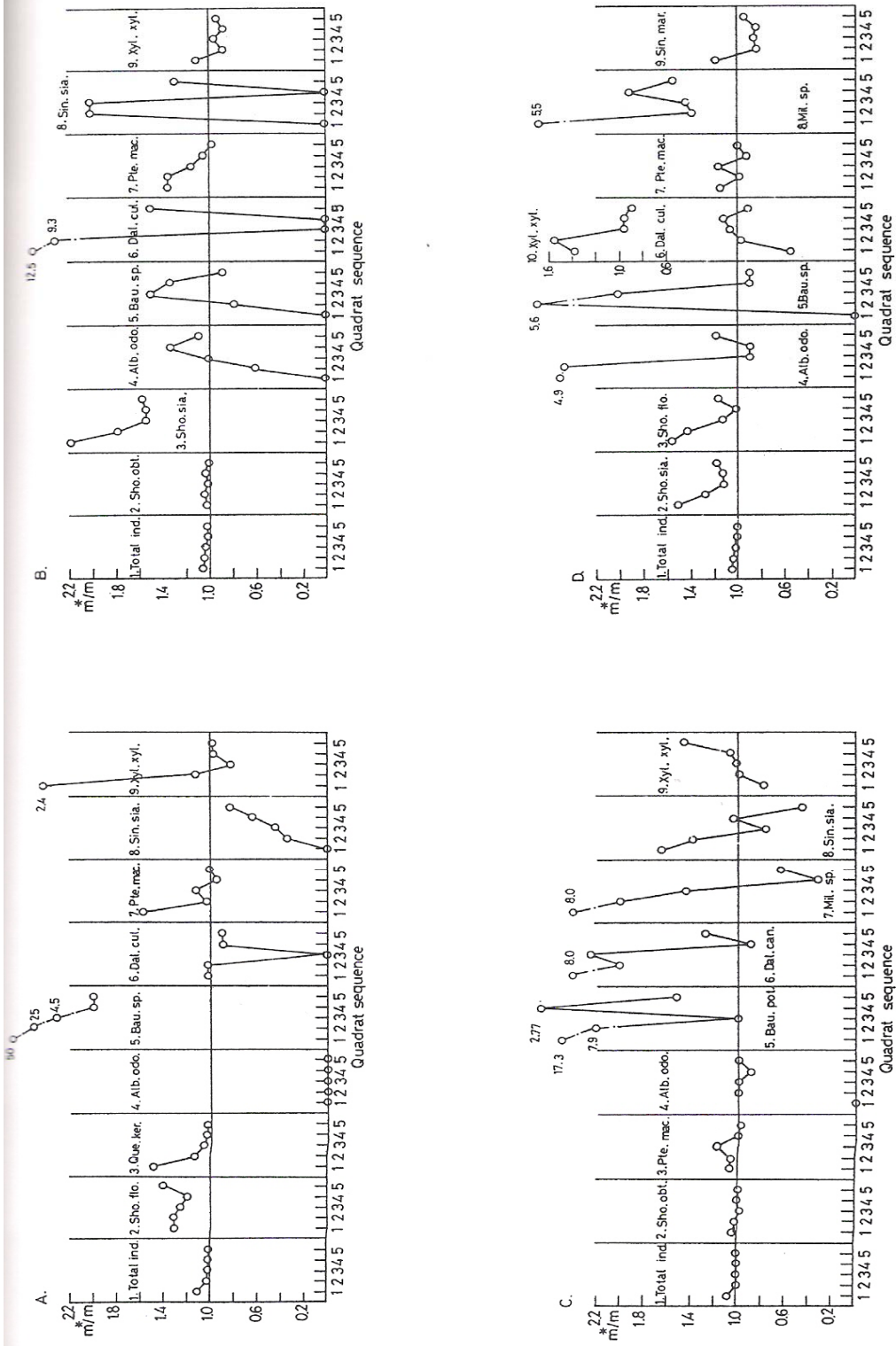


Figure 1. Spatial distribution as determined by m^*/m of Iwao (1968, 1972) by changing the quadrat size of the total tree individual, two dominant component tree species and leguminous tree species in the 4 stands of Sakaerat dry dipterocarp forest. Species name in A, B, C, D are abbreviated from those appeared in Table 1. Quadrat sequence : 1 = $10 \times 10 \text{ m}^2$; 2 = $20 \times 20 \text{ m}^2$; 3 = $30 \times 30 \text{ m}^2$; 4 = $40 \times 40 \text{ m}^2$; 5 = $50 \times 50 \text{ m}^2$. All categories are trees with $\text{DBH} \geq 4.5 \text{ cm}$.

สำหรับในหมูไม้ที่ 4 ซึ่งมีไม้รัง-พยอม เป็นไม้เด่นนั้น ทั้งสองชนิดจะมีแนวโน้มการขึ้นกระจายแบบจับกลุ่มในพื้นที่ขนาดเล็กคล้ายคลึงกัน แต่ในพื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้นจะมีแนวโน้มการขึ้นกระจายแบบคุ่มมากขึ้น ส่วนกระพี้เขาควาย ประคูด และมะค่าถึงนั้นจะมีแนวโน้มการขึ้นกระจายแบบคุ่มมากกว่าพรรณไม้ตระกูลถั่วอื่นๆ อีก 4 ชนิด ซึ่งจะจับกลุ่มกันในพื้นที่ขนาดเล็กและกลุ่มขยายขึ้น เมื่อพื้นที่มีขนาดใหญ่ขึ้น (Figure 1-D)

กล่าวโดยสรุปแล้ว รูปแบบการขึ้นกระจายของพรรณไม้ทุกชนิดทั้งหมดในหมูไม้ใดก็ตามจะมีการขึ้นกระจายแบบคุ่มขึ้นคล้ายคลึงกันอยู่ แต่เมื่อพิจารณาแต่ละชนิดโดยเฉพาะไม้เด่น (dominant species) อย่างน้อย 2 ชนิด ที่เป็นพรรณไม้ ซึ่งบ่งบอกถึงประเภทย่อย (sub-type) ของป่าเต็งรังนั้นจะมีการขึ้นกระจายแบบจับกลุ่มเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นบางหมูไม้เท่านั้นที่ไม้เด่นมีการขึ้นกระจายแบบคุ่ม แต่พรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่ว ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของชนิดพรรณไม้ที่ขึ้นอยู่ร่วมกับไม้เด่นเหล่านั้น จะพบว่าขึ้นเป็นกลุ่มตั้งแต่กลุ่มขนาดเล็กไปจนถึงกลุ่มขนาดใหญ่ แล้วแต่ขนาดของพื้นที่อันมีผลต่อเนื่องไปถึงความแออัดและความหนาแน่นของพรรณไม้ชนิดนั้นๆ ด้วย

เมื่อพิจารณาถึงดัชนีของการขึ้นกระจายในระหว่างกลุ่มของพรรณไม้ชนิดเดียวกัน จากดัชนี ρ_i (Figure 2) แล้ว ในหมูไม้ที่ 1 กระพี้เขาควายจะมีการจับกลุ่มกันมากที่สุด เมื่อพื้นที่ครอบคลุมของกลุ่มนับบริเวณมากถึง 30 x 30 ตารางเมตร ถัดมา คือ เสี้ยวป่า ซึ่งมีพื้นที่ครอบคลุมของกลุ่มขนาดเล็ก คือ 10 x 10 ตารางเมตรเท่านั้น (Figure 2-A) สำหรับพยอมจะจับกลุ่มมากขึ้นเมื่อพื้นที่มี

ขนาดใหญ่ถึง 50 x 50 ตารางเมตร แต่ก่อแพะและประคูด จะมีกลุ่มขนาดเล็ก 10 x 10 ตารางเมตร เท่านั้น ส่วนมะค่าแต่จะมีการขึ้นกระจายอย่างสม่ำเสมอตั้งแต่พื้นที่ขนาดเล็ก แล้วค่อยๆ จับกลุ่มในพื้นที่ใหญ่ขึ้น ถึง 50 x 50 ตารางเมตร

ในหมูไม้ที่ 2 นั้น ในขณะที่เต็งมีการขึ้นกระจายแบบคุ่ม แต่ไม้รังแบบจับกลุ่มจะมีกลุ่มขนาดเล็กอยู่มาก ในพื้นที่ 10 x 10 ตารางเมตร แต่จับกลุ่มหลวมๆ เมื่อพื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้น (Figure 2-B) ก้างซืมอด เสี้ยวป่า และมะค่าแต่ มีลักษณะการจับกลุ่มคล้ายคลึงกัน แต่จะพบกลุ่มเล็กๆ ในพื้นที่ขนาดต่างกัน เช่น ก้างซืมอด และเสี้ยวป่า ในพื้นที่ขนาด 40 x 40 ตารางเมตร แต่ มะค่าแต่ ในพื้นที่ขนาด 20 x 20 ตารางเมตร ในขณะที่กระพี้เขาควายจะจับกลุ่ม ในพื้นที่ขนาด 30 x 30 ตารางเมตร มากที่สุด แต่อาจจะพบจับกลุ่มเล็กๆ ในพื้นที่ขนาด 10 x 10 หรือ 20 x 20 ตารางเมตรก็ได้ ประคูดมีการจับกลุ่ม ในพื้นที่ตั้งแต่ 10 x 10 ถึง 20 x 20 ตารางเมตร แต่ 30 x 30 และ 40 x 40 ตารางเมตร จะไม่เป็นกลุ่ม แต่จะมีการขึ้นกระจายเปลี่ยนไปเป็นแบบคุ่มและสม่ำเสมอ เมื่อพื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้นไป ตามลำดับ สำหรับไม้แดงนั้น ลักษณะการจับกลุ่มจะไม่ใคร่คงที่ คือจะเปลี่ยนแปลงไปมาสลับกัน เมื่อพื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งอาจจะพบทั้งแบบคุ่มและแบบสม่ำเสมอก็ได้

ในหมูไม้ที่ 3 กลุ่มของไม้ชิงโคคำ ป้างัน ปี่ และมะค่าแต่ จะพบในพื้นที่ขนาดเล็ก แต่อาจจะไม่พบรูปแบบการขึ้นกระจายใดๆ เลย เมื่อพื้นที่ใหญ่ขึ้น แต่อาจจะจับกลุ่มกันในบางขนาดของพื้นที่ค่อนข้างกว้างขวางขึ้นก็ได้ แต่ไม้แดงจะจับกลุ่มเมื่อพื้นที่มีขนาดใหญ่มากถึง 50 x 50 ตารางเมตร

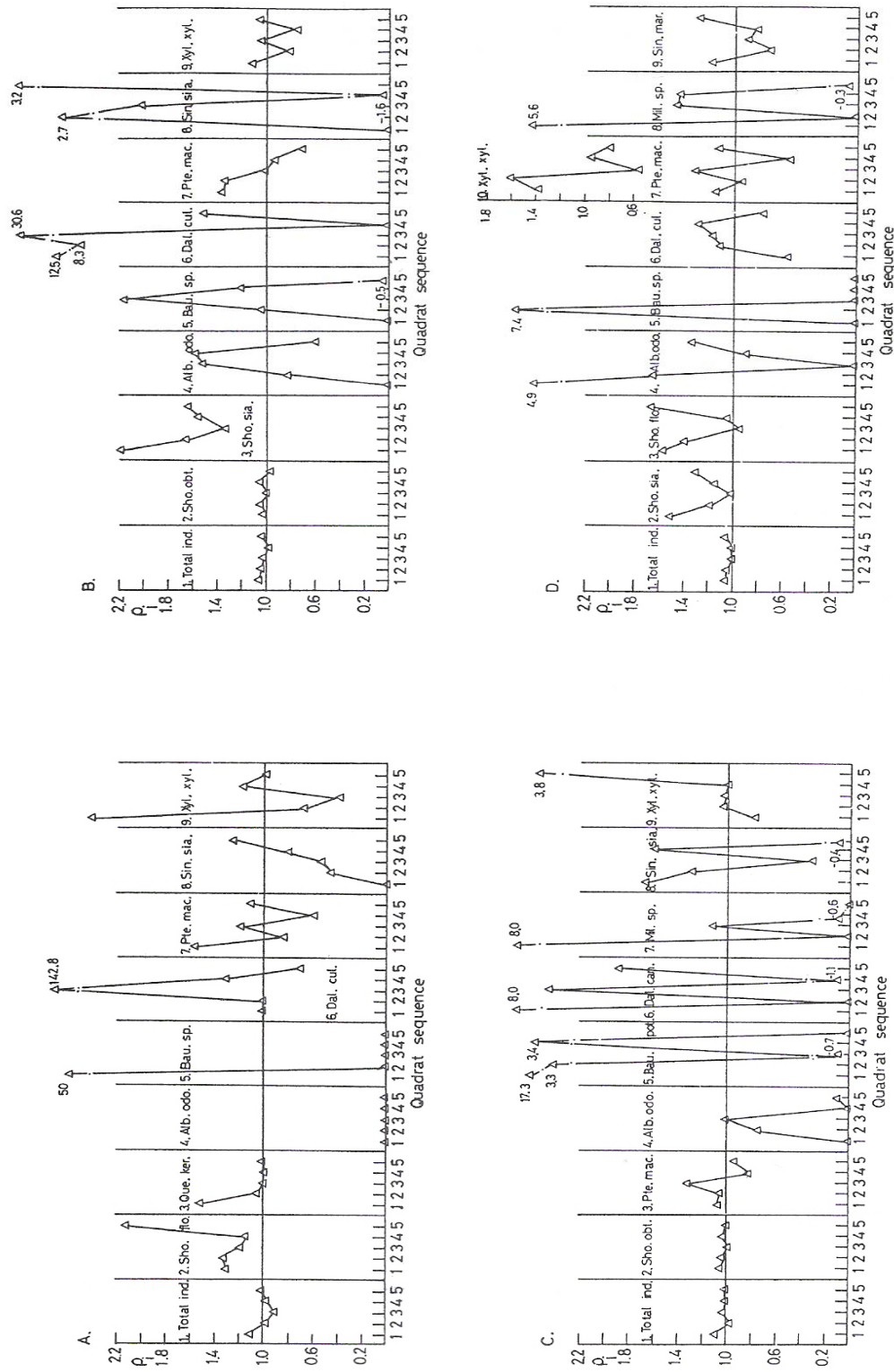


Figure 2. Distribution pattern as measured by P_i index of Iwao (1972) of the three categories of tree populations in each stand of Sakaerat dry dipterocarp forest. Other details see Figure 1.

ในขณะที่พื้นที่ตั้งแต่ 10 x 10 ตารางเมตร อาจจะพบขึ้นกระจายแบบสุ่มคล้ายคลึงกับประดู่ เว้นแต่ว่าประดู่จะจับกลุ่มเมื่อมีพื้นที่ขนาดกลางๆ (30 x 30 ตารางเมตร) ในทางตรงกันข้ามกลุ่มของก้างขี้มอด จะมีการขึ้นกระจายอย่างค่อนข้างสม่ำเสมอ (Figure 2-C)

ในหมู่ไม้ที่ 4 จะพบกลุ่มของทั้งไม้เด่น และไม้ยืนต้นตระกูลถั่วขึ้นกระจุกกระจายในพื้นที่ต่างๆ กัน คือ ไม้รัง พยอม และมะค่าลิง จะมีลักษณะการขึ้นกระจายของกลุ่มคล้ายคลึงกัน คือ มีกลุ่มในพื้นที่ขนาดเล็กและขนาดใหญ่คล้ายๆ กัน ในขณะที่กลุ่มในพื้นที่ขนาดกลางจะมีแนวโน้มเป็นแบบสุ่มและแบบสม่ำเสมอ แต่ก้างขี้มอด เสี้ยวป่า และป้านั้น กลุ่มจะกระจายอยู่ในพื้นที่ขนาดเล็ก แต่กระพี้เขาควาย ประดู่ ในพื้นที่ขนาดกลาง ๆ จะพบกลุ่มกระจายแบบหนาแน่น แต่พื้นที่ขนาดเล็กและขนาดใหญ่จะมีแนวโน้มที่กลุ่มจะกระจายอย่างสม่ำเสมอขึ้น (Figure 2-D) ส่วนแดงนั้น ในพื้นที่ขนาด 10 x 10 ตารางเมตร ไปถึง 20 x 20 ตารางเมตร จะพบกลุ่มกระจายแบบจับกลุ่มหนาแน่น แต่พื้นที่ใหญ่กว่านั้นขึ้นไปจะจับกลุ่มอย่างสม่ำเสมอตลอดทั่วพื้นที่

ดังนั้นจะเห็นได้ชัดว่า พรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่ว นั้น ส่วนใหญ่มีการขึ้นกระจายแบบจับกลุ่มเช่นเดียวกับพรรณไม้แต่ละชนิดอื่นๆ (Morisita, 1959; Sahunulu และ Dhanmanonda, 1995; Ogawa และคณะ, 1961) แต่การขึ้นกระจายของแต่ละกลุ่มก็จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ความแออัดของพรรณไม้แต่ละชนิดในหมู่ไม้ที่มีพรรณไม้เด่นต่างกันและเมื่อเทียบกับความหนาแน่นของพรรณไม้แต่ละชนิดอย่างเดียวกัน

ความสัมพันธ์ของการขึ้นกระจายระหว่างพรรณไม้ต่างกัน 2 ชนิด ในถิ่นฐานเดียวกัน

จากการใช้ดัชนี γ ของ Iwao (1977) ซึ่งเป็นดัชนีแสดงการขึ้นกระจายแบบเหลื่อมล้ำกัน ดังแสดงไว้ใน Figure 3 ระหว่างพรรณไม้เด่น 2 ชนิดกับพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วแต่ละชนิด ในแต่ละหมู่ไม้ตามขนาดของควอดเรต ตั้งแต่ 10 x 10 ไปจนถึง 50 x 50 ตารางเมตร แล้วนั้น จะพบว่าส่วนใหญ่แล้วพรรณไม้เด่นแต่ละชนิดกับพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วแต่ละชนิดจะมีความสัมพันธ์กันเพิ่มขึ้น เมื่อพื้นที่ครอบครองมีขนาดใหญ่ขึ้น (γ มีค่าใกล้เคียงกับ 1) ยกเว้นในหมู่ไม้ที่ 1 ซึ่งมีไม้พยอมและก่อแพะ เป็นไม้เด่นนั้น ทั้งก้างขี้มอด และเสี้ยวป่า จะไม่มีความสัมพันธ์ของการขึ้นกระจายกับไม้เด่นทั้ง 2 ชนิดนี้ เมื่อมีพื้นที่ขนาดเล็กเท่าไรนัก เว้นแต่ว่าพื้นที่มีขนาดใหญ่ขึ้น จึงจะพบว่าพรรณไม้ตระกูลถั่วทั้ง 2 ชนิดนี้ขึ้นร่วมกันกับพยอมและก่อแพะ (Figure 3-A) อย่างไรก็ตามพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วทั้ง 6-7 ชนิด ในพื้นที่นี้จะพบขึ้นร่วมกับไม้ชนิดต่างๆ ในป่าเต็งรังเสมอ (พงษ์ศักดิ์, 2537) แต่เนื่องจากป่าเต็งรังเป็นป่าที่ค่อนข้างโปร่ง มีพรรณไม้ขึ้นกระจายอยู่ต่างๆ (Ogawa และคณะ, 1961, 1965; Sahunulu และ Dhanmanonda, 1995) ดังนั้นโอกาสที่จะพบพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วขึ้นร่วมกับพรรณไม้เด่นๆ ในหมู่ไม้ต่าง ๆ นั้น จะต้องมียพื้นที่ขนาดใหญ่พอสมควร กล่าวคือยังมีพื้นที่ให้มียมากขึ้นเท่าใดก็จะยิ่งพบขึ้นกระจายร่วมกันมากขึ้นเท่านั้น ดังจะเห็นว่าค่า γ จะเพิ่มขึ้นตามขนาดของควอดเรตที่เพิ่มขึ้น (Figure 3 A-D) ซึ่งในที่นี้ให้พื้นที่ใหญ่ที่สุดเพียง

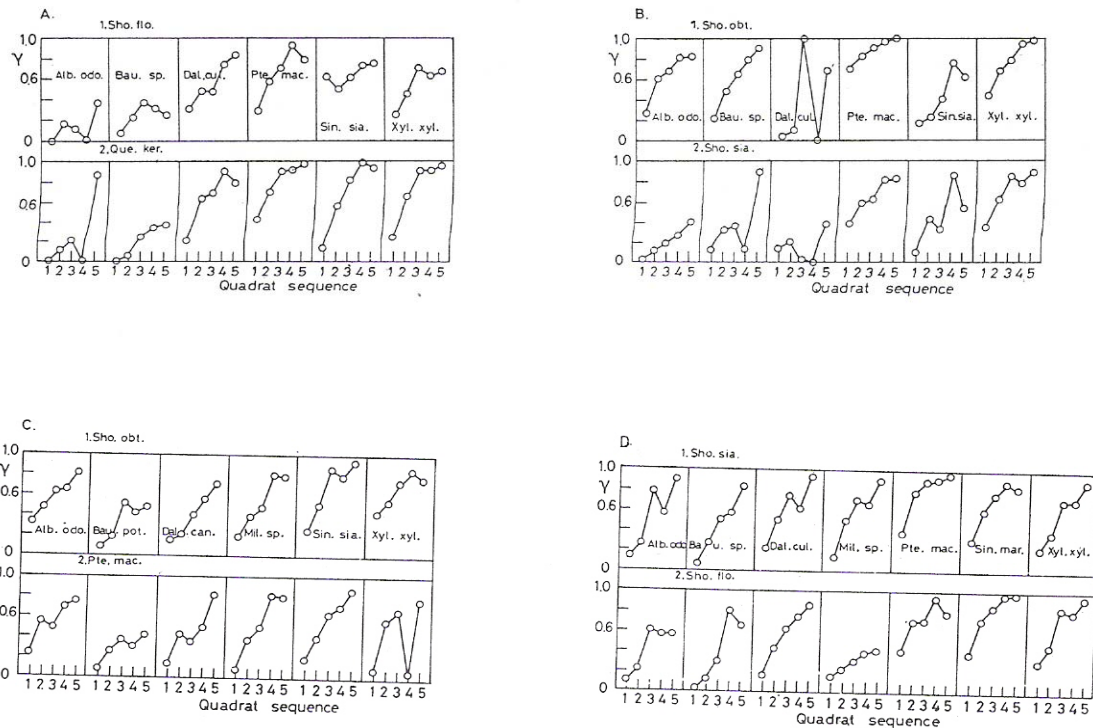


Figure 3. Index of overlapping distribution (γ) between the two dominant component tree species and each leguminous tree species in each stand of Sakaerat dry dipterocarp forest. Other details are the same as in Figure 1.

50 x 50 ตารางเมตร หรือ 1/4 เฮกแตร์เท่านั้น ดังนั้นถ้าหากขยายพื้นที่ให้ใหญ่ขึ้นถึง 1 เฮกแตร์ ก็จะมีโอกาสพบพรรณไม้ขึ้นต้นตระกูลถั่วมากขึ้น แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าเป็นพื้นที่เล็กๆ อาจจะเรียกว่าพรรณไม้ขึ้นต้นตระกูลถั่วนั้นเป็นพรรณไม้ที่หายากก็ได้ เพราะว่าพรรณไม้จำพวกนี้ไม่ได้ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นมากนัก ยกเว้นในหมู่ไม้ที่ 3 ที่มีไม้เต็ง-ประดู่ เป็นไม้เด่นซึ่งเป็นข้อยกเว้นสำหรับป่าเต็งรังที่สระเกล้าแห่งนี้ ที่พบว่ามีไม้ประดู่ขึ้นกระจายอยู่มากเป็นพิเศษ (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2536; Sahunalu และ Dhanmanonda, 1995; พงษ์-

ศักดิ์, 2537)

เมื่อพิจารณาถึงดัชนีความมากน้อยของการขึ้นอยู่ร่วมกันระหว่างพรรณไม้ 2 ชนิด ในพื้นที่เดียวกัน โดยใช้ดัชนี ω ของ Iwao (1977) ดังแสดงไว้ใน Figure 4 แล้ว จะพบว่าในหมู่ไม้ที่ 1 ซึ่งมีไม้พยอม-ก่อแพะเป็นไม้เด่นนั้น มีก้างขี้มอดกับเสี้ยวป่าที่ขึ้นแยกตัวอย่างสมบูรณ์แบบออกจากไม้พยอมและไม้ก่อแพะ ซึ่งเป็นไม้เด่นทั้ง 2 ชนิดตามลำดับ แต่ในพื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้น ก้างขี้มอดมีแนวโน้มที่จะขึ้นร่วมอย่างหลวมๆ กับไม้พยอมบางส่วนเมื่อมีพื้นที่ขนาดใหญ่ แต่จะขึ้นหลวมๆ

กับไม้กอแพะมากกว่าเช่นเดียวกับไม้แดง ซึ่งอาจ
จะเรียกว่าพบไม้แดงในทุกๆ พื้นที่ที่มีไม้กอแพะ
ขึ้นอยู่ แต่จะพบว่าแยกตัวออกไปอย่างอิสระจาก
ไม้พยอม ในทางตรงกันข้ามไม้มะค่าแต่ จะพบขึ้น
กระจายเหลื่อมล้ำกับไม้พยอม ในพื้นที่ขนาดเล็ก
เท่านั้น เมื่อพื้นที่มีขนาดใหญ่จะพบไม้มะค่าแต่ขึ้น
เหลื่อมล้ำกับไม้กอแพะมากกว่าไม้พยอม (Figure
4 A, B)

ในหมู่ไม้ที่ 2 ซึ่งมีไม้เต็ง-รังเป็นไม้เด่นนั้น
พบว่าก้างขี้มอด กระพี้เขาควาย และมะค่าแต่ มี
การขึ้นกระจายอย่างเหลื่อมล้ำกับไม้เต็งรัง และ
แยกตัวเกือบจะเป็นอิสระจากไม้รัง แต่ไม้เสี้ยวป่า
และประดู่ จะอยู่กึ่งกลาง คือ ในพื้นที่ขนาดเล็ก
อาจจะพบขึ้นกระจายอย่างเหลื่อมล้ำกันบ้าง แต่ใน
พื้นที่ขนาดกลางๆ อาจจะพบแยกตัวเป็นอิสระ
และไปพบว่ามีเหลื่อมล้ำกันบ้างบางส่วนอีกครั้ง
เมื่อมีพื้นที่ขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 50 x 50 ตารางเมตร
ขึ้นไป ส่วนไม้แดงนั้นจะพบมีการขึ้นกระจาย
อย่างเหลื่อมล้ำกับไม้รัง แต่จะแยกตัวอย่างอิสระ
จากไม้เต็ง (Figure 4-C, D)

ในหมู่ไม้ที่ 3 พรรณไม้ตระกูลถั่วที่พบขึ้น
เหลื่อมล้ำกับไม้เต็ง คือ ประดู่เท่านั้น เนื่องจากไม้
ประดู่เป็นไม้เด่นรองจากไม้เต็งในหมู่ไม้นี้ แต่จะ
พบว่าขึ้นกระจายอย่างเหลื่อมล้ำไม่ใคร่สม่ำเสมอ
เท่าไรนัก เพราะว่าจะพบการขึ้นกระจายเหลื่อมล้ำ
กันอยู่เฉพาะในพื้นที่ขนาดเล็กและขนาดใหญ่เท่า
นั้น ในพื้นที่ขนาดกลาง (20 x 20 ถึง 40 x 40 ตารางเมตร)
จะพบว่าไม้ประดู่เกือบจะขึ้นกระจายอยู่
อย่างอิสระ นอกจากนั้นจะพบว่า ป้างัน ซึ่งไม่พบ
ในหมู่ไม้อื่น มีการขึ้นเหลื่อมล้ำกับไม้ประดู่อยู่
บ้างในบางขนาดของพื้นที่ ส่วนพรรณไม้ตระกูล

ถั่วอื่นๆ นั้น จะพบว่าขึ้นอยู่อย่างอิสระหรือแยกตัว
ออกจากไม้เด่นอย่างเป็นอิสระเลยทีเดียว (Figure
4-E, F)

ในหมู่ไม้ที่ 4 นั้น ไม้ก้างขี้มอด เสี้ยวป่า
กระพี้เขาควาย ปี่ และประดู่ จะพบขึ้นกระจาย
เหลื่อมล้ำกับไม้รัง ตั้งแต่พื้นที่ขนาดกลาง-ใหญ่ขึ้นไป
แต่จะพบว่าไม่เหลื่อมล้ำกับไม้พยอม ยกเว้น
ไม้มะค่าลิง ซึ่งพบเฉพาะในหมู่ไม้นี้ และไม้แดง
เท่านั้นที่ขึ้นกระจายเหลื่อมล้ำกับไม้พยอมอย่างชัดเจน
และแยกตัวออกไปจากไม้รัง (Figure 4-G, H)

ดังนั้นจึงเห็นได้ชัดว่า พรรณไม้ยืนต้นตระกูล
ถั่ว นั้น แม้จะพบขึ้นกระจายในป่าเต็งรัง ในท้องที่
เดียวกันก็จริง แต่จะพบขึ้นเหลื่อมล้ำกับไม้เด่น
ของหมู่ไม้นั้นแตกต่างกันไปแล้วแต่หมู่ไม้ และ
แล้วแต่ชนิดของพรรณไม้ตระกูลถั่ว และด้วย
ความเหลื่อมล้ำที่มีความมากมายแตกต่างกันไป
อีกด้วย

กล่าวโดยสรุปแล้ว ไม้ก้างขี้มอด จะพบขึ้น
กระจายเหลื่อมล้ำกับไม้เต็ง แต่อาจจะพบขึ้น
กระจายกึ่งอิสระกึ่งเหลื่อมล้ำกับไม้รัง ไม้ประดู่
และไม้กอแพะ แต่แยกตัวเป็นอิสระจากไม้พยอม
ไม้เสี้ยวป่า จะมีแนวโน้มของการขึ้นกระจายแบบ
กึ่งเหลื่อมล้ำกับไม้เต็ง รัง และพยอม แต่แยกตัว
เป็นอิสระจากไม้กอแพะ แต่ไม่พบขึ้นกับไม้ประดู่
เลย ไม้กระพี้เขาควายจะพบกึ่งอิสระกึ่งเหลื่อมล้ำ
กับไม้เต็ง รัง พยอม และเหลื่อมล้ำกับไม้กอแพะ
แต่ไม่พบขึ้นกระจายกับไม้ประดู่ ไม้ป้างัน จะพบ
ขึ้นกระจายแบบกึ่งอิสระกึ่งเหลื่อมล้ำกับไม้ประดู่
เท่านั้น ส่วนไม้เด่นอื่นๆ จะไม่พบขึ้นกระจายร่วม
อยู่เลย ไม้ปี่จะพบขึ้นกระจายเหลื่อมล้ำกับไม้รัง
และกึ่งอิสระกึ่งเหลื่อมล้ำกับไม้เต็ง และ ไม้ประดู่

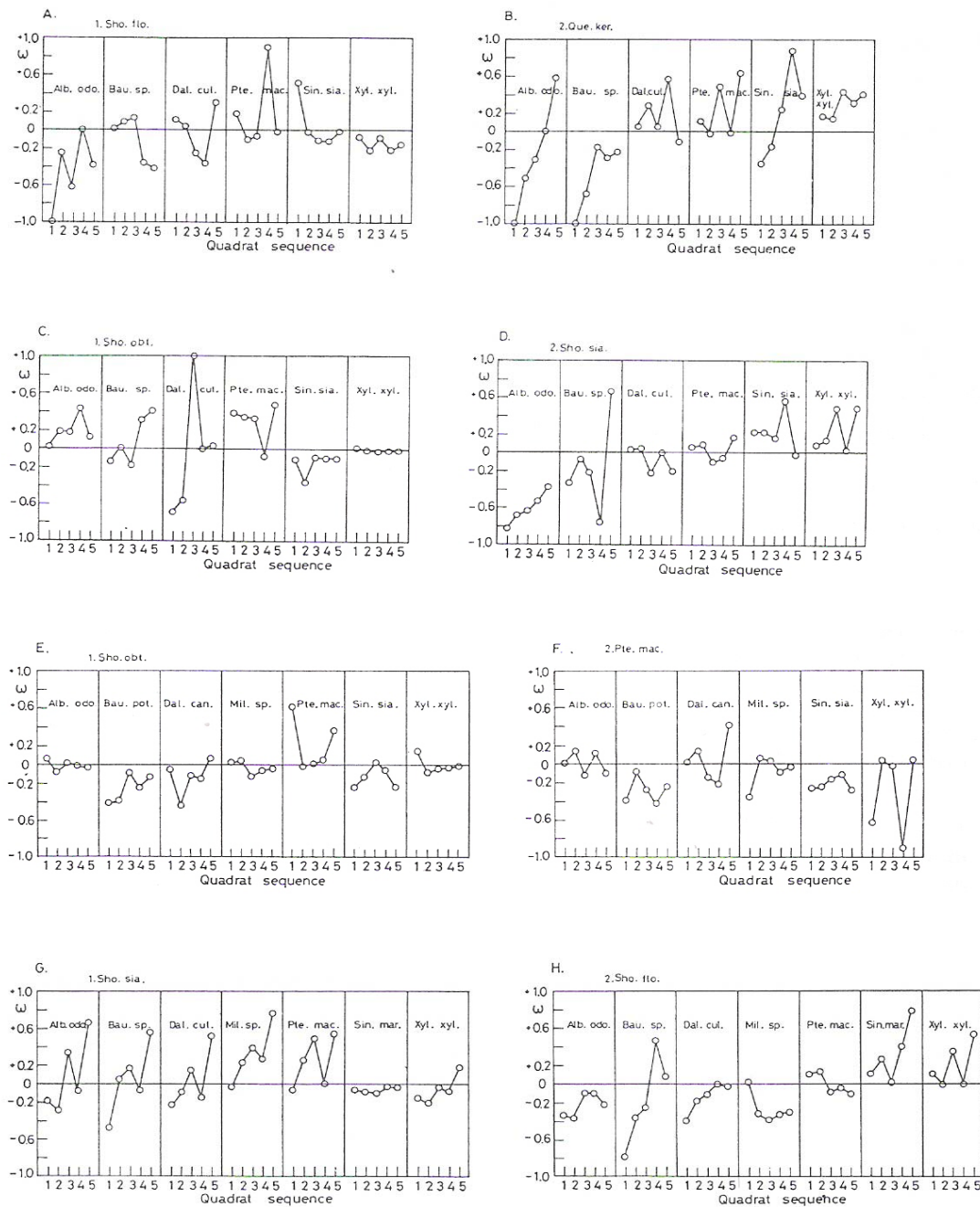


Figure 4. Degree of spatial correlation (ω) between the two dominant component tree species and each leguminous tree species in each stand. For other details see Figure 1.

แต่ไม่พบขึ้นร่วมกับไม้พยอม และไม้ก่อแพะ ส่วนไม้ประดู่ขึ้นเป็นพรรณไม้ตระกูลถั่วที่น่าสนใจที่สุด ก็อาจพบขึ้นเหลื่อมล้ำกับไม้เต็ง และไม้ก่อแพะอย่างชัดเจน แต่อาจจะขึ้นกระจายกึ่งอิสระกึ่งเหลื่อมล้ำกับไม้รัง และไม้พยอม ไม้มะค่าลึงนั้นเป็นไม้ที่ค่อนข้างหายาก จะพบขึ้นกระจายเหลื่อมล้ำกับไม้พยอมบางพื้นที่เท่านั้น แต่ในที่ๆ มีไม้รังขึ้นอยู่จะขึ้นกระจายอย่างอิสระ ในขณะเดียวกันไม้พยอมขึ้นกระจายในที่ๆ มีไม้เต็ง ไม้ประดู่ และไม้ก่อแพะขึ้นอยู่เลย ไม้มะค่าแต่ จะพบขึ้นร่วมกับไม้รังอย่างชัดเจน แต่จะพบขึ้นกระจายกึ่งอิสระกึ่งเหลื่อมล้ำกับไม้พยอม และไม้ก่อแพะ แต่จะแยกตัว

อย่างอิสระกับไม้เต็งและไม้ประดู่ ไม้แดงจะพบขึ้นกระจายเหลื่อมล้ำกับไม้ก่อแพะอย่างเด่นชัดที่สุด แต่อาจพบขึ้นกระจายกึ่งอิสระกับไม้เต็ง และบางครั้งพบว่าไม่ขึ้นกระจายร่วมกับไม้รังหรือไม้พยอม แล้วแต่ว่าไม้รัง ไม้พยอมนั้นเป็นไม้เด่นในหมู่ไม้ใด ก็อาจขึ้นกระจายเหลื่อมล้ำกับไม้รังเมื่อไม้รังเป็นไม้เด่นร่วมกับไม้พยอม ส่วนไม้ชิงโคดำ ซึ่งค่อนข้างจะหายากจะพบขึ้นแยกตัวอย่างอิสระเมื่อมีไม้เต็ง และไม้ประดู่ขึ้นอยู่ด้วย แต่จะไม่พบไม้ชนิดนี้เมื่อมีไม้รัง พยอม และไม้ก่อแพะขึ้นอยู่ (Table 1)

Table 1. Degree of spatial associations (ω) between leguminous tree species and dominant tree species in Sakaerat dry dipterocarp forest¹

Leguminous species		Dominant species ²				
Local name	Species name	Sho.ob	Sho.si	Pt.ma	Sho.fl	Qu.ke
1. ก้างจืด	<i>Albizia odoratissima</i>	+	-, 1/2	1/2	-, -	1/2
2. เสี้ยวป่า	<i>Bauhinia</i> sp.	1/2	1/2, 1/2	0	1/2, 1/2	-
3. ชงโคดำ	<i>Bauhinia pottsii</i>	-	0	-	0	0
4. กระพี้เขาควาย	<i>Dalbergia cultrata</i>	1/2	1/2, 1/2	0	1/2, -	+
5. ป้าง	<i>Dalbergia cana</i>	0, -	0	1/2	0	0
6. ปี่	<i>Millettia</i> sp.	0, 1/2	+	1/2	0, -	0
7. ประดู่	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	+, +	1/2, +	+	+, 1/2	+
8. มะค่าลึง	<i>Sindora maritima</i>	0	-	0	0, +	0
9. มะค่าแต้	<i>Sindora siamensis</i>	-, -	+	-	1/2	1/2
10. แดง	<i>Xylia xylocarpa</i>	-, 1/2	+, -	-	-, +	+

¹ + = positive association (partly-complete overlapping)

- = negative association (non-overlapping-independent)

1/2 = partly association (partly overlapping-independent)

0 = not found

² Sho.ob = *Shorea obtusa* in stand 2 and 3, Sho. si = *Shorea siamensis* in stand 2 and 4, Pt.ma. = *Pterocarpus macrocarpus* in stand 3, Sho.fl. = *Shorea floribunda* in stand 1 and 4, Qu.ke. = *Quercus kerrii* in stand 1.

Double signs arranged by order of stand number.

สรุป

1. การขึ้นกระจายของพรรณไม้ทุกชนิดใน
ทุกหมู่ไม้ มีการขึ้นกระจายแบบกลุ่ม แต่เมื่อแยก
ศึกษาเป็นรายชนิดไม่ว่าจะเป็นชนิดพรรณไม้เด่น
หรือพรรณไม้น้อยต้นตระกูลตัวเป็นรายชนิดที่
ประกอบอยู่ในหมู่ไม้นั้นๆ จะพบว่าแต่ละชนิดมี
การขึ้นกระจายแบบจับกลุ่มขนาดเล็ก หรือใหญ่
เปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของพื้นที่

2. ในพื้นที่ที่มีพรรณไม้น้อยต้นตระกูลตัวขึ้น
อยู่อย่างหลากหลาย จะพบว่าพรรณไม้ชนิดนั้นขึ้น
กระจายแบบจับกลุ่ม โดยมีขนาดของกลุ่มขนาด
เล็ก หรือใหญ่แตกต่างกันแล้วแต่ความแออัด และ
ความหนาแน่นของพรรณไม้ชนิดนั้นๆ

3. การขึ้นกระจายร่วมกันของพรรณไม้น้อย
ต้นตระกูลตัวแต่ละชนิดกับพรรณไม้เด่นที่สุด 2
ชนิด ในแต่ละหมู่ไม้ ในท้องที่เดียวกันพบว่าส่วน
ใหญ่จะขึ้นกระจายเหลื่อมล้ำกับพรรณไม้เด่น 2-3
ชนิดเท่านั้น เช่น ก้างจืดชิดกับไม้เต็ง ประดู่กับไม้
ทุกชนิด และแดงกับไม้รัง พยอมและก่อแพะ และ
ไม้มะค่าลึงกับไม้หางโคดำ ซึ่งเป็นพรรณไม้ที่ค่อนข้าง
หายากที่มักจะพบในบางหมู่ไม้ของป่าเต็งรัง
นั้น จะขึ้นกระจายแยกตัวออกจากพรรณไม้เด่น
อย่างอิสระ

คำนิยาม

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการ
วิจัยแห่งชาติ ที่ได้สนับสนุนการวิจัยเรื่อง “การ
ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของป่าเต็งรัง” ผ่านคณะ
กรรมการวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ตั้งแต่ปี 2527

เป็นต้นมา ที่มีส่วนทำให้สามารถนำข้อมูลจาก
โครงการวิจัยดังกล่าวมาวิเคราะห์ในเอกสารนี้

เอกสารอ้างอิง

- พงษ์ศักดิ์ สหนาฟู, ปรีชา ธรรมานนท์ และ สมนึก
ผ่องอำไพ. 2536. การศึกษาการเปลี่ยนแปลง
ของป่าเต็งรัง. รายงานการวิจัยช่วงกลาง เสนอ
ต่อสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 73
หน้า.
- พงษ์ศักดิ์ สหนาฟู. 2537. การศึกษาด้านนิเวศวิทยา
ของพรรณไม้น้อยต้นตระกูลตัวในป่าเต็งรัง. I.
องค์ประกอบของชนิด การขึ้นกระจายและ
ความหลากหลาย. วารสารวนศาสตร์ 13 (1) :
10-21.
- พงษ์ศักดิ์ สหนาฟู. 2540. การศึกษาด้านนิเวศวิทยา
ของพรรณไม้น้อยต้นตระกูลตัวในป่าเต็งรัง. II.
รูปแบบการขึ้นกระจายของชนิดพรรณไม้ในถิ่น
ฐาน. วารสารวนศาสตร์ 16: 1-12.
- Iwao, S. 1968. A new regression method for
analyzing the aggregation pattern of animal
populations. Res. Popul. Ecol. 10 : 1-20.
- Iwao, S. 1970a. Analysis of spatial pattern in
animal populations : progress of research in
Japan. Rev. Plant. Protec. Res. 3 : 41-54.
- Iwao, S. 1970b. Analysis of contagiousness in
the action of mortality factors on the
western tent caterpillar population by using
the m*-m relationship. Res. Popul. Ecol.
12 : 100-110.
- Iwao, S. and W.E. Wellington. 1970. The
western tent caterpillar; qualitative
differences and the action of natural
enemies. Res. Popul. Ecol. 12 : 81-99.
- Iwao, S. and E. Kuno. 1971. An approach to
the analysis of aggregation pattern in
biological populations. In : E.P. Patil, E.C.
Pielou and W.E. Waters (eds.), Statistical
Ecology, Vol.1. Spatial Patterns and
Statistical Distributions, pp. 461-513. The
Pennsylvania State University Press, Univer-
sity Park and London.

- Iwao, S. 1972. Application of the m^*/m method to the analysis of spatial patterns by changing the quadrat size. *Res. Popul. Ecol.* 14 : 97-128.
- Iwao, S. 1977. Analysis of spatial association between two species based on the interspecific mean crowding. *Res. Popul. Ecol.* 18 : 240-260.
- Morisita, M. 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E. (Biol.)* 2 : 215-235.
- Ogawa, H., K. Yoda and T. Kira. 1961. A preliminary survey on the vegetation of Thailand. *Nature and Life in SE Asia* 1 : 22-157.
- Ogawa, H., K. Yoda, T. Kira, K. Ogino, T. Shidei, D. Ratanawongse and C. Apasutaya. 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. I. Structure and floristic composition. *Nature and life in SE Asia* 4 : 13-48.
- Sahunalu, P. and P. Dhanmanonda. 1995. Structure and dynamics of dry dipterocarp forest, Sakaerat, northeastern Thailand. In : E.O. Box *et al* (eds.), *Vegetation Science in Forestry*, pp. 463-494. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
-