Thai J. For. 18 : 149-166 (1999)

วารสารวนศาสตร์ 18 : 149-166 (1999)

การศึกษาด้านนิเวศวิทยาของพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่ว ในป่าเต็งรัง

ECOLOGICAL STUDIES OF LEGUMINOUS TREE SPECIES IN DRY DIPTEROCARP FOREST

IV. การขึ้นร่วมกันและความผันแปรร่วมกันของพรรณไม้ต่างชนิดในถิ่นฐานเดียวกัน

INTERSPECIFIC ASSOCIATION AND COVARIATION IN THE SAME HABITAT

พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ[1] Pongsak Sahunalu[1]

ABSTRACT

Studies on the interspecific association and covariation between other tree species and the leguminous tree species and among them per se in dry dipterocarp forest were carried out in Sakaerat by random sampling 16 stands of 2,500 m^2 square plots in the area.

The studies found 46 total tree species ($D \geq 4.5$ cm) with 8 leguminous tree species in this forest. Six leguminous tree species were found positively associated more than 50% with other tree species, i.e.; *Albizia odoratissima, Bauhinia saccocalyx, Dalbergia assamica, Pterocarpus macrocarpus, Sindora siamensis* and *Xylia xylocarpa* while *Bauhinia pottsii* and *D. cultrata* were negatively associated and *P. macrocarpus* clearly showed a positive association with all 38 tree species. Each species showed a wide range of the association indices and varied by species. Among the leguminous tree species; *B. pottsii, D. cultrata, P.marcrocarpus, S. siamensis* and *X. xylocarpa* were more positively associated than others while *A. odoratissima, B. saccocalyx* and *D. assamica* were more negative than positive and *P. marcrocarpus* showed a positive association markely with all other species. Interspecific covariations between the leguminous tree species and other tree species showing a positive significance were *A. odoratissima, B. saccocalyx, D. assamica, D. cultrata, P. macrocarpus* and *S. siamensis* with 3, 2, 3, 1, 3 and 6 species respectively and 5 out of 8 species except for *B. saccocalyx* and *D. cultrata* were negatively covaried with 2, 1, 3, 2 and 1 of other tree species respectively. Among 8 leguminous tree species, the positive covariations were found significantly between *D. assamica* and *S. siamensis* and between *X. xylocarpa* and *S. siamensis* were the only two species showing a significant negative covariation.

บทคัดย่อ

การศึกษาการขึ้นร่วมกันและความผันแปรร่วมกันของพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วกับพรรณไม้ชนิดอื่นในป่าเต็งรัง ได้ดำเนินการที่สะแกราช โดยการสุ่มเลือกหมู่ไม้ จำนวน 16 หมู่ไม้ โดยใช้แปลงตัวอย่างขนาด 2,500 ม.^{2} พบพรรณไม้ทุกชนิด (DBH $\geq$ 4.5 ซม.) รวม 46 ชนิด และมีพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่ว 8 ชนิด พรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วทั้ง 8 ชนิดนี้มีการขึ้นร่วมกันแบบเป็นบวกเกิน 50% กับพรรณไม้ชนิดอื่น จำนวน 6 ชนิด คือ ก้างขี้มอด เสี้ยวป่า เก็ดดำ ประดู่ มะค่าแต้ และแดง น้อยกว่า 50% จำนวน 2 ชนิด คือ ชงโคดำ และกระพี้เขาควาย ทั้งนี้โดย

[1] ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1] Dept. of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatujak, Bangkok 10900

เฉพาะประดู่จะขึ้นร่วมกันอย่างเป็นบวกกับพรรณไม้ชนิดอื่นทุกชนิด มีดัชนีการขึ้นร่วมกันต่างกันไปแล้วแต่ชนิดพรรณไม้ ในระหว่างพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วด้วยกันนั้น ชงโคดำ กระพี้เขาควาย ประดู่ มะค่าแต้ และแดง จะขึ้นร่วมกันแบบเป็นบวกมากกว่าเป็นลบ ก้างขี้มอด เสี้ยวป่า และเก็ดดำ จะขึ้นร่วมกันแบบเป็นลบมากกว่าเป็นบวก ส่วนประดู่จะขึ้นร่วมกับพรรณไม้ตระกูลถั่วทุกชนิดแบบเป็นบวก พรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วที่มีความผันแปรร่วมกันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ มีอยู่ 6 ชนิดคือ ก้างขี้มอด เสี้ยวป่า เก็ดดำ กระพี้เขาควาย ประดู่ และมะค่าแต้ ซึ่งมีความผันแปรร่วมกันในทางบวกกับพรรณไม้ชนิดอื่น จำนวน 3, 2, 3, 1, 3 และ 6 ชนิด ตามลำดับ และในทางลบอย่างมีนัยสำคัญมีอยู่ 5 ชนิด คือ ก้างขี้มอด เก็ดดำ ประดู่ มะค่าแต้ และแดง จำนวน 2, 1, 3, 2 และ 1 ชนิด ตามลำดับ ระหว่างพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วด้วยกันทั้ง 8 ชนิด ที่มีความผันแปรร่วมกันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ คือ เก็ดดำกับมะค่าแต้ และผันแปรร่วมกันในทางลบอย่างมีนัยสำคัญคือ แดงและมะค่าแต้ เท่านั้น

คำนำ

การศึกษานิเวศวิทยาของพืชชนิดใดชนิดหนึ่งนั้น มักจะเน้นจุดสำคัญไปที่ลักษณะการกระทำร่วมกันระหว่างชนิดพืชชนิดเหล่านั้น (species interactions) ภายในสังคมพืชใดสังคมพืชหนึ่ง มีปัจจัยทั้งทางชีว-ภาพ และอชีวภาพ (biotic and abiotic factors) ที่มีอิทธิพลต่อการขึ้นกระจายความหลากหลายและการกระทำร่วมกันของพืช การขึ้นอยู่ร่วมกันของพืชต่างชนิดกัน (interspecific associations) นั้นขึ้นอยู่กับว่าพืชคู่นั้นเลือกหรือหลีกเลี่ยงที่จะขึ้นอยู่ในท้องถิ่นเดียวกันหรือไม่ มีสิ่งดึงดูดให้ชอบปัจจัยอย่างเดียวกันหรือขับไล่ (กำจัด) กันออกไป หรือไม่มีการกระทำใดๆ ต่อกันเลยก็ได้ การขึ้นอยู่ร่วมกันของพืชอย่างนี้อาจจะวัดออกมาเป็นบวก เป็นลบ หรือไม่มีค่าใดๆ เลยก็ได้ ในการศึกษาเรื่องนี้จะได้ใช้วิธีการตรวจสอบการขึ้นร่วมกันระหว่างพืชพรรณไม้ที่เป็นองค์ประกอบของป่านี้ด้วยกัน ระหว่างพืชพรรณไม้ที่เป็นองค์ประกอบกับพืชพรรณไม้ตระกูลถั่ว และระหว่างพืชตระกูลถั่วด้วยกันในป่าเต็งรังประเภทเดียวกันในท้องที่ใดท้องที่หนึ่ง

ในการศึกษานี้จำเป็นต้องมีบัญชีแสดงจำนวนต้นของแต่ละชนิดของพรรณไม้ที่ขึ้นปรากฏหรือไม่มีขึ้นปรากฏอยู่ โดยได้จากแปลงตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มในสังคมพืชนั้นๆ หลักการก็คือว่าเราจะวัดว่าพืช 2 ชนิดคู่นั้นจะปรากฏอยู่ด้วยกันบ่อยแค่ไหนในท้องที่เดียวกัน การขึ้นอยู่ร่วมกันระหว่างพืช 2 ชนิดอย่างนี้ที่เรียกว่า interspecific associations โดยทั่วไปแล้วนั้นการขึ้นอยู่ร่วมกันได้ระหว่างพืช 2 ชนิดนั้นขึ้นอยู่กับ (1) พืชทั้ง 2 ชนิดนั้นเลือกหรือหลีกเลี่ยงท้องถิ่นเดียวกัน หรือปัจจัยเกี่ยวกับถิ่นฐานเดียวกันหรือไม่ (2) พืชทั้ง 2 ชนิดนั้นต้องการปัจจัยแวดล้อมทั้งทางชีวภาพและอชีวภาพโดยกว้างๆ อย่างเดียวกันหรือไม่ (3) พืชชนิดหนึ่งใน 2 ชนิดนั้น หรือทั้ง 2 ชนิดนั้นมีความผูกพันกัน (affinity) ทั้งโดยมีการดึงดูด (attraction) หรือโดยการกำจัด (repulsion) กันก็ได้ (Hubalek, 1982)

การตรวจหาลักษณะการขึ้นร่วมกันนั้นมีความสำคัญในทางนิเวศวิทยา กระบวนการทางนิเวศวิทยาบางอย่างอาจจะก่อให้เกิดการขึ้นอยู่ร่วมกันแบบเป็นบวกหรือเป็นลบก็ได้ แต่การวิเคราะห์ลักษณะนี้ไม่ได้บอกให้ทราบถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดรูปแบบการขึ้นกระจายแบบนั้นๆ เพียงแต่ชี้นำให้ทราบถึงสมมติฐานว่าทำไมจึงมีการขึ้นกระจายร่วมกันอย่างนั้นเท่านั้น การศึกษาลักษณะการขึ้นร่วมกันนี้ประกอบด้วย 2 แนวทางคือ (1) การทดสอบทางสถิติว่าทั้ง 2 ชนิด มีการขึ้นร่วมกันหรือไม่ในระดับความเป็นไปได้ (probability) ที่วัดได้ (2) การวัดความหนักเบา (degree) ของการขึ้นร่วมกันโดยใช้ดัชนีต่างๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาลักษณะการขึ้นร่วมกันระหว่างชนิดพรรณไม้เหล่านี้ในเชิงปริมาณ เนื่องจากในการศึกษาครั้งก่อน (พงษ์ศักดิ์, 2540ก, ข) นั้น ได้ศึกษาเฉพาะลักษณะการขึ้นร่วมกันระหว่างพรรณไม้เด่น 2 ชนิดในหมู่ไม้กับพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วเท่านั้น และเป็นการศึกษารูปแบบการขึ้นกระจายในที่ว่างเฉพาะแห่งเฉพาะที่เท่านั้น

อนึ่ง เนื่องจากปริมาณความหลากหลาย (abundance) ของชนิดพรรณไม้มีความผันแปรไปต่างๆ นานา เมื่อมีการสุ่มตัวอย่างโดยใช้แปลงตัวอย่างจากหลายๆ แห่ง บางแห่งอาจจะพบพรรณไม้ชนิดใดชนิดหนึ่งเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปด้วยกัน ซึ่งแสดงว่าพรรณไม้ 2 ชนิดนั้นมีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ ในการศึกษาลักษณะนี้เรียกว่า ความผันแปรร่วมกันระหว่างชนิด (interspecific covariations) ซึ่งอาจจะเป็นไปทั้งในทางบวกและทางลบก็ได้ ในการศึกษานี้จึงได้ทำการศึกษาความผันแปรดังกล่าวนี้ด้วยโดยเน้นที่ท้องที่สะแกราช เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาในท้องที่อื่นต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เนื่องจากการศึกษาในลักษณะอย่างนี้ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากการสำรวจต้นไม้เป็นแปลงตัวอย่างหลายๆ แปลง และเป็นแปลงที่มีขนาดใหญ่พอสมควรที่จะมีพรรณไม้เกือบทุกชนิดปรากฏอยู่ในแปลงตัวอย่างนั้นๆ (Greig-Smith, 1983) และเป็นแปลงตัวอย่างขนาดเดียวกันตลอด นอกจากนั้นพรรณไม้ที่สำรวจจะต้องมีขนาดจำกัดเท่ากันโดยตลอดด้วย การศึกษานี้จึงได้ทำการสุ่มตัวอย่างในป่าเต็งรังที่สะแกราช จำนวน 16 แปลงตัวอย่าง โดยมีขนาดของแปลง 50 x 50 ม.^{2} กระจายทั่วพื้นที่ นับจำนวนชนิด และจำนวนต้นของพรรณไม้แต่ละชนิดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตรเหนือพื้นดิน ตั้งแต่ 4.5 ซม.ขึ้นไปในแต่ละแปลงตัวอย่างทุกต้นเป็นข้อมูลความหลากหลายของการขึ้นอยู่ในลักษณะ presence-absence และดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. การศึกษาว่าต้นไม้แต่ละชนิดมีการขึ้นอยู่ร่วมกัน (association) อย่างไรที่เรียกว่า interspecific association นั้นใช้ข้อมูลการปรากฏหรือไม่ปรากฏ (presence-absence) ของต้นไม้แต่ละคู่ของชนิด ในแต่ละแปลงตัวอย่างที่จัดเรียงกันในลักษณะของ contingency table โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

(1) คำนวณหา $\delta^2_T = \sum_{i=1}^{S} p_i (1 - p_i)$

ในเมื่อ δ^2_T = ค่าวาเรียนซ์ทั้งหมดของตัวอย่าง (total sample variance) ของการปรากฏของต้นไม้ S ชนิดในแปลงตัวอย่าง

p_i = n_i/N = จำนวนต้นของต้นไม้ชนิดที่ i ต่อ จำนวนต้นทั้งหมด

(2) คำนวณหา $S^2_t = 1/N \sum_{j=1}^{N} (T_j - t)^2$

ในเมื่อ S^2_T = ค่าวาเรียนซ์ของจำนวนชนิดทั้งหมด

T_j = จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่มีต้นไม้ชนิดที่ j ปรากฏอยู่

t = จำนวนชนิดเฉลี่ยต่อแปลงตัวอย่าง ซึ่งหาได้จากจำนวนชนิดทั้งหมดในทุกแปลงตัวอย่าง/จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมด

N = จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งมด

(3) คำนวณหาอัตราส่วนของค่าวาเรียนซ์ (variance ratio, VR) ซึ่งเสนอขึ้นมาโดย Schluter (1984) ดังนี้

$$VR = S^2_T / \delta^2_T$$

เพื่อดูว่าต้นไม้ทุกชนิด แสดงลักษณะการขึ้นอยู่ร่วมกันแบบเป็นบวก หรือเป็นลบ (positive or negative association) โดยพิจารณาจากค่า VR คือ ถ้าค่า VR > 1 แสดงว่าต้นไม้ทุกชนิดแสดงลักษณะการขึ้นอยู่ร่วมกันแบบเป็นบวก แต่ถ้าค่า VR < 1 แสดงว่าต้นไม้ทุกชนิดแสดงลักษณะการขึ้นอยู่ร่วมกันแบบเป็นลบ

(4) ทำการทดสอบว่า ค่า VR ที่ได้จาก (3) นี้แตกต่างจาก 1 หรือไม่ โดยหา W จาก

$$W = (N)(VR)$$

โดยค่า W นี้จะต้องมีค่า $\chi^2_{0.5,N} < W < \chi^2_{0.95,N}$ โดยเทียบจากตารางการแจกแจงของค่า χ^2 เมื่อค่า DF = N = จำนวนแปลงที่ทำการศึกษา ถ้าค่า W อยู่ในระหว่าง χ^2 ที่ระดับทั้งสอง แสดงว่าเรายอมรับสมมติฐานว่า ถ้า W มีค่าแตกต่างจาก 1 จริง (ค่า W จะอยู่ระหว่างค่าทั้งสอง) แล้วแสดงว่าต้นไม้ทุกชนิดจะไม่มีการขึ้นอยู่ร่วมกัน หรือไม่มี association ซึ่งกันและกัน

(5) ทำการคำนวณหาดัชนีของการขึ้นอยู่ร่วมกันของต้นไม้แต่ละคู่ของชนิด (index of association) โดยใช้ดัชนีดังต่อไปนี้

(1) ดัชนีของ Ochiai (Ochiai index of association, OI ; Ochiai, 1957) จาก

$$OI = a/\{(a+b)^{1/2}(b+c)^{1/2}\}$$

(2) ดัชนีของ Dice (Dice index of association, DI; Dice, 1945) จาก

$$DI = 2a/(2a+b+c)$$

(3) ดัชนีของ Jaccard (Jaccard index of association, JI; Hubalek, 1982) จาก

$$JI = a/(a+b+c)$$

(4) ดัชนีของ Yule (Yule's index of association, YI; Hubalek, 1982) จาก

$$YI = \{\chi^2_1 / N\}^{1/2}$$

ในเมื่อ a = จำนวนแปลงตัวอย่างที่มีต้นไม้ทั้งสองชนิด (คู่ที่เปรียบเทียบกัน) ปรากฏอยู่

b = จำนวนแปลงตัวอย่างที่มีต้นไม้ชนิด A แต่ไม่มีชนิด B ปรากฏอยู่

c = จำนวนแปลงตัวอย่างที่มีต้นไม้ชนิด B แต่ไม่มีชนิด A ปรากฏอยู่

d = จำนวนแปลงตัวอย่างที่ไม่มีทั้งชนิด A และ B ปรากฏอยู่

N = จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมด (a + b + c + d)

โดยมีผังหรือ contingency table ดังนี้

		ชนิด B		
		มี	ไม่มี	
ชนิด A	มี	a	b	m = a + b
	ไม่มี	c	d	n = c + d
		r = a + c	s = b + d	N = a + b + c + d

และค่า χ^2_t หาได้จาก

$$\chi^2_t = \{N(ad-bc)^2\}/mnr$$

โดยเทียบค่า χ^2_t จากตาราง χ^2 เมื่อมี DF =(r-1)(c-1) และหา E(a) หรือค่าคาดคะเนของ a จาก

$$E(a) = \{(a+b)(a+c)\}/N = rm/N$$

แล้วเทียบค่า a ที่ได้จากการศึกษาสังเกตกับค่า E(a) โดยพิจารณาว่า ถ้า a > E(a) แสดงว่าคู่ของชนิดต้นไม้นั้นปรากฏอยู่ด้วยกันเป็นบวก (+) คือมากกว่าที่คาดคะเน ถ้าเป็นอิสระจากกัน ถ้า a > E(a) แสดงว่าคู่ของชนิดต้นไม้นั้นปรากฏอยู่ด้วยกันเป็นลบ (-) น้อยกว่าที่คาดคะเน ถ้าเป็นอิสระจากกันหรือดูจาก Yate's correction เพื่อหลีกเลี่ยงการลำเอียง (bias) คือ

$$\chi^2_t = [N\{|(ad)-(bd)|-(N/2)\}^2]/mnrs$$

2. ศึกษาความผันแปรร่วมกันระหว่างชนิด (interspecific covariation) จากข้อมูลความหลากหลาย โดยใช้ Pearson's correlation หรือ Pearson's product moment โดยมีวิธีการดังนี้คือ คำนวณหา Pearson's coefficient (correlation, r) ระหว่างต้นไม้ชนิดที่ i และ k จากสูตร

$$r(i,k) = \left(\sum y_i y_k\right) / \left(\sum y_i^2 \sum y_k^2\right)^{1/2}$$

ในเมื่อ

$$\sum y_i y_k = \sum_{j=1}^{N} Y_{ij} Y_{kj} - \left[\left(\sum_{j=1}^{N} Y_{ij}\right)\left(\sum_{j=1}^{N} Y_{kj}\right)/N\right]$$

$$\sum y_i^2 = \sum_{j=1}^{N} Y_{ij}^2 - \left[(\sum_{j=1}^{N} Y_{ij})^2/N\right]$$

$$\sum y_k^2 = Y_{kj}^2 - \left[(\sum_{j=i}^{N} Y_{kj})^2/N\right]$$

ในเมื่อ Y_{ij} = ความหลากหลายของต้นไม้ชนิดที่ i ในแปลงตัวอย่างที่ j

Y_{kj} = ความหลากหลายของต้นไม้ชนิดที่ k ในแปลงตัวอย่างที่ j

แล้วเปรียบเทียบค่า r (ไม่คิดเครื่องหมาย) จากค่า r ในตารางการแจกแจง r เมื่อมี DF = N-2 และใช้ระดับความเชื่อมั่น 5% และ 1%

ผลและวิจารณ์

การขึ้นกระจายของพรรณไม้ในป่าเต็งรังสะแกราช

จากการศึกษาลักษณะการขึ้นกระจายของพรรณไม้ในป่าเต็งรังที่สะแกราช จำนวน 16 หมู่ไม้ โดยจำกัดเฉพาะต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตรเหนือพื้นดิน ในแปลงตัวอย่างขนาด 2,500 ม.^{2} พบว่ามีจำนวนชนิดของพรรณไม้อยู่ 46 ชนิด ขึ้นกระจายอยู่ในหมู่ไม้ต่างๆ ดังแสดงไว้ในTable 1 ลักษณะการขึ้นกระจายของพรรณไม้เหล่านี้ตลอดจนความผันแปรของความหลากชนิดในรูปแบบต่างๆ ปริมาณมวลชีวภาพ การจัดกลุ่มตามความคล้ายคลึงกันของหมู่ไม้ และลักษณะอื่นๆ ของหมู่ไม้เหล่านี้มีอธิบายไว้ในเอกสารของ พงษ์-ศักดิ์และคณะ (2537) อย่างไรก็ตาม ในท้องที่สะแกราชแห่งนี้ก็มีจำนวนชนิดและจำนวนต้นมากพอที่จะใช้เป็นข้อมูลสำหรับการศึกษาการขึ้นอยู่ร่วมกันและความผันแปรร่วมกันของพรรณไม้ที่ต่างชนิดกันในท้องที่เดียวกันได้ กล่าวคือ มีพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วขึ้นอยู่จำนวน 8 ชนิด (Table 1) ขึ้นกระจายอยู่ในหมู่ไม้ต่างๆ ในท้องที่เดียวกันและเป็นจำนวนชนิดที่น้อยกว่าในการศึกษาคราวก่อน (พงษ์ศักดิ์, 2537) ไป 3 ชนิดคือ ไม่พบปี้จั่น ปี้ และมะค่าลิง แต่ในการศึกษาคราวนี้พบเก็ดดำเพิ่มขึ้นมา 1 ชนิด อย่างไรก็ตามพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วทั้ง 3 ชนิดนี้เป็นพรรณไม้ที่ค่อนข้างหายาก ดังนั้นการใช้พื้นที่แปลงตัวอย่างขนาด 2,500 ม.^{2} ในการศึกษานี้เมื่อเทียบกับแปลงตัวอย่างขนาด 1 เฮคแตร์ จากการศึกษาคราวก่อนนั้นอาจจะเล็กเกินไปที่จะทำให้พบพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วทั้งหมด 10 ชนิด ในท้องที่นี้ก็อาจจะเป็นได้ แต่จำนวนพรรณไม้ตระกูลถั่วเพียง 8 ชนิดนี้ก็นับว่าเพียงพอที่จะทำการศึกษาลักษณะการขึ้นร่วมกันและความผันแปรร่วมกันระหว่างพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วด้วยกันเช่นเดียวกัน

การขึ้นร่วมกันระหว่างชนิดพรรณไม้ในป่าเต็งรังสะแกราช

จากการศึกษาข้างต้นจะเห็นแล้วว่าพรรณไม้แต่ละชนิดที่ประกอบกันเป็นป่าเต็งรังที่สะแกราช ทั้ง 16 หมู่ไม้นี้ มีการขึ้นกระจายร่วมกันถึง 46 ชนิด และก่อให้เกิดความหลากชนิด (species diversity) ในรูปแบบต่างๆ ใกล้เคียงกัน รวมทั้งขึ้นอยู่ด้วยกันในรูปแบบของอนุกรมล็อกการิทึม (logarithmic series, LS) ดังที่ได้รายงานไว้แล้วโดยพงษ์ศักดิ์ (2540ก, ข) สิ่งที่น่าสนใจต่อไปก็คือ พรรณไม้ทุกชนิดดังกล่าวแล้วนั้นมีการขึ้นอยู่อย่างไร หรือมี interspecific association กันอย่างไรบ้าง ระหว่างแต่ละชนิดที่ขึ้นปรากฏอยู่ในหมู่ไม้นั้นๆ และระหว่างพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วด้วยกัน ด้วยเหตุที่มีสมมติฐานว่าถ้าพรรณไม้แต่ละชนิดไม่มีการขึ้นอยู่ร่วมกันเลยแสดงว่าพรรณไม้แต่ละชนิดมีความต้องการปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างกันอย่างสิ้นเชิง แต่ถ้าพรรณไม้ชนิดนั้นๆ มีความต้องการปัจจัยสิ่งแวดล้อมอย่างเดียวกันเมื่อทำการวิเคราะห์ลักษณะการขึ้นร่วมกันของพรรณไม้ทั้งหมด ทั้ง 46 ชนิด จาก 16 หมู่ไม้ แล้วพบว่าค่า VR ที่คำนวณได้เท่ากับ 1.217 แสดงว่ามีค่าใกล้เคียงกับ 1 มาก จึงอาจจะอนุมานได้ว่าพรรณไม้ทั้ง 16 หมู่ไม้นี้มีการขึ้นอยู่ร่วมกันแบบเป็นบวก (positive association) และเมื่อทดสอบทางสถิติของค่า W ซึ่งได้เท่ากับ 19.473 พบว่าตกอยู่ในช่วงของ $\chi^2_{0.05,16}$ กับ $\chi^2_{0.95,16}$ (มีค่า 26.296 และ 7.962 ตามลำดับ) ดังนั้นจึงแสดงว่าเรายอมรับสมมติฐานว่าพรรณไม้ไม่มีการขึ้นร่วมกันทุกชนิดเสมอไป บางชนิดอาจจะไม่ขึ้นร่วมกันก็ได้ โดยเมื่อพิจารณาจากแต่ละคู่ของชนิดพรรณไม้แล้วพบว่าส่วนใหญ่แล้วคู่ของชนิดพรรณไม้ในป่าเต็งรังนี้ที่คาดว่าจะมีการขึ้นร่วมกันเมื่อดูจากค่า χ^2 แล้วพบว่า ส่วนมากเกิดความลำเอียง (bias) เนื่องจากค่า χ^2 ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า χ^2 ของ Yate ทั้งนี้เนื่องจากการแจกแจงความถี่ที่คาดคะเนในตาราง 2 X 2 contingency table มีน้อยกว่า 1 และ/หรือการแจกแจงความถี่ที่คาดคะเนของ 2 ช่องขึ้นไป ในตารางดังกล่าวนี้น้อยกว่า 5 (Ludwig และ Reynolds, 1988) ดังนั้นลักษณะเช่นนี้อาจจะเป็นไปในป่าเต็งรังนี้ก็ได้ เนื่องจากว่าเป็นป่าที่มีจำนวนต้นของแต่ละชนิดน้อย แม้จะใช้แปลงตัวอย่างขนาดใหญ่ถึง 2,500 ม.^{2} แล้วก็ตาม และอีกประการหนึ่งอาจจะเป็นเพราะว่าจำนวนแปลงตัวอย่างมีน้อยเกินไปก็ได้ ซึ่งจะได้ทำการทดสอบต่อไปในอนาคต

การที่ชนิดของพรรณไม้แต่ละคู่จะมีการขึ้นร่วมกันแบบเป็นบวกหรือเป็นลบนั้น จะศึกษาได้จากค่าสังเกต a และค่าคาดคะเน a กล่าวคือ ถ้าค่าสังเกต a มีค่ามากกว่าค่าคาดคะเน a แสดงว่าชนิดของพรรณไม้คู่นั้นมีการขึ้นร่วมกันแบบเป็นบวก และในทางตรงกันข้ามจะขึ้นร่วมกันแบบเป็นลบ ซึ่งจะพบในแต่ละคู่ของชนิดของพรรณไม้ที่ใช้ในการทดสอบนี้ที่มีทั้งชนิดที่ขึ้นร่วมกันแบบเป็นบวก และเป็นลบแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของพรรณไม้ตลอดทั้งชนิดของพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วกับพรรณไม้ชนิดอื่นๆ ดังแสดงไว้ใน Table 2 ซึ่งพบว่าในจำนวนพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วทั้ง 8 ชนิดนั้นมีการขึ้นร่วมกันกับพรรณไม้ชนิดอื่นๆ ที่ไม่ใช่พรรณไม้ตระกูลถั่วอย่างเป็นบวก (positive association) จำนวน 26, 22, 11, 23, 16, 38, 20 และ 26 ชนิด คิดเป็น 68.4, 57.9, 28.9, 60.5, 42.1, 100.0, 52.6 และ 68.4 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนชนิดพรรณไม้ชนิดอื่นทั้งหมดตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะมีลักษณะการขึ้นร่วมกันแบบเป็นบวกมากกว่าเป็นลบ ยกเว้นชงโคดำและกระพี้เขาควายซึ่งพบว่าขึ้นร่วมกับพรรณไม้ชนิดอื่นแบบเป็นลบมากกว่าเป็นบวก และประดู่เป็นพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วชนิดเดียวที่พบขึ้นกระจายแบบเป็นบวกกับพรรณไม้ชนิดอื่นทุกชนิด (100%) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไม่ว่าจะเป็นหมู่ไม้ใดในท้องที่สะแกราชนี้จะพบไม้ประดู่ขึ้นร่วมอยู่ด้วยเสมอ

เมื่อพิจารณาค่าดัชนีแสดงลักษณะการขึ้นร่วมกันแบบเป็นบวกและเป็นลบของพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วทั้ง 8 ชนิดกับพรรณไม้ชนิดอื่นทั้ง 4 ดัชนี ดังแสดงไว้ใน Fig.1 แล้วนั้น จะเห็นว่ามีพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วอยู่ 2-3 ชนิดที่จะขึ้นร่วมกับพรรณไม้ชนิดอื่นอย่างมีดัชนีที่โดดเด่นได้แก่ ก้างขี้มอด ที่มีดัชนีการขึ้นร่วมกันกับพรรณไม้ชนิดอื่นแบบเป็นบวก โดยเฉพาะที่วัดโดยใช้ดัชนีของ Ochiai ตั้งแต่ 0.8-1.0 เป็นจำนวนสูงสุดถึง 26 ชนิด ชงโคดำมีดัชนีการขึ้นร่วมกับพรรณไม้ชนิดอื่นแบบเป็นลบ วัด

โดยดัชนีของ Dice และ Jaccard ในระดับ 0.00–0.20 ถึง 25 และ 27 ชนิด ตามลำดับ สำหรับประคู่นั้นจะมีการขึ้นร่วมกับพรรณไม้ทุกชนิดจึงมีดัชนีแสดงการขึ้นร่วมกับพรรณไม้ชนิดอื่นแบบเป็นบวกทั้ง 3 ดัชนี ยกเว้นดัชนีของ Yule ที่เป็นศูนย์ (Fig.1) จึงไม่พบการขึ้นร่วมกันแบบเป็นลบ อย่างไรก็ตามแต่ละดัชนีจะแสดงลักษณะการกระจายตามความถี่ (frequency distribution) ต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของพรรณไม้ตระกูลถั่ว ดัชนีเหล่านี้เป็นเครื่องยืนยันถึงความเป็นจริงของการขึ้นร่วมกันของพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วกับพรรณไม้ชนิดอื่นเท่านั้น ซึ่งแสดงว่าพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วเหล่านี้อาจจะต้องการสภาวะของท้องที่อย่างเดียวกันกับพรรณไม้ชนิดอื่นเหมือนกันเท่านั้น

เมื่อศึกษาลักษณะการขึ้นร่วมกันระหว่างพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วทั้ง 8 ชนิดด้วยกัน (Table 3) จะพบว่าพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วแต่ละชนิดสามารถจะขึ้นร่วมกันได้เป็นจำนวน 42.9, 42.9, 57.1, 28.6, 71.4, 100.0, 57.1 และ 57.1% ของจำนวนชนิดพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วที่เหลือทั้งสิ้น 7 ชนิด และมีความถี่ของดัชนีรูปแบบต่างๆ ดังแสดงไว้ใน Fig.2 ซึ่งจะเห็นว่าก๋งขี้มอดกับเสี้ยวป่าสามารถขึ้นร่วมกันแบบเป็นบวกและกับกระพี้เขาควายได้ แต่เสี้ยวป่านั้นนอกจากจะขึ้นร่วมกันแบบเป็นบวกกับก๋งขี้มอดแล้วยังขึ้นร่วมกันแบบเป็นบวกกับแดงอีกด้วย สำหรับพรรณไม้ชนิดที่ขึ้นร่วมกับพรรณไม้ตระกูลถั่วด้วยกันแบบเป็นบวกได้น้อยที่สุดคือ เก็ดดำซึ่งขึ้นร่วมกับประคู่กับมะค่าแต้เท่านั้น นอกจากนั้นสามารถจะขึ้นร่วมกันได้ตั้งแต่ 4 ชนิดขึ้นไป และที่น่าสนใจที่สุดคือ ประคู่ที่สามารถขึ้นร่วมกับพรรณไม้ตระกูลถั่วอื่นๆ ได้ทุกชนิด (Fig.2) ซึ่งจะมีดัชนีทุกค่าเป็นบวกทั้งหมด ยกเว้นดัชนีของ Yule ที่เป็นศูนย์เช่นเดียวกับดัชนีการขึ้นร่วมกับพรรณไม้ชนิดอื่นที่กล่าวมาแล้ว ข้อเท็จจริงอันนี้อาจจะแสดงถึงความต้องการสภาวะของท้องที่อย่างกว้างขวางและประสบความสำเร็จในการตั้งตัวได้ของประคู่ในทุกหมู่ไม้ในป่าเต็งรัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสะแกราชแห่งนี้ ซึ่งถึงแม้ว่าจะแบ่งกลุ่มของหมู่ไม้ที่มีความแตกต่างทางสมบัติดินได้ 2 กลุ่มใหญ่ (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2537) ก็ตาม แต่ประคู่ก็สามารถจะขึ้นกระจายได้ทั้งใน 2 กลุ่มของหมู่ไม้ และมีแนวโน้มที่จะขึ้นกระจายได้มากในพื้นที่ที่ดินมีอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมสูงกว่าในดินที่มีสมบัติดังกล่าวต่ำ

ความผันแปรร่วมกันระหว่างชนิดของพรรณไม้ในป่าเต็งรังสะแกราช

จากการศึกษาความผันแปรร่วมกันระหว่างชนิด (interspecific covariation) โดยใช้ Pearson's correlation หรือ Pearson's product moment (coefficient) ระหว่างพรรณไม้ทั้ง 46 ชนิดใน 16 หมู่ไม้ของป่าเต็งรัง สะแกราช แล้วพบว่าความผันแปรร่วมกันของชนิดพรรณไม้แต่ละชนิดจะมีทั้งที่ผันแปรไปในทิศทางเดียวกัน (เป็นบวก) และในทิศทางตรงกันข้าม (เป็นลบ) และความมากน้อยของความผันแปรที่วัดได้เมื่อใช้ตารางเปรียบเทียบของ Rohlf และ Solal (1981, ตารางที่ 25 หน้า 168) หรือตารางของ Snedecor และ Cochran (1973, ตารางที่ A.11) ที่ P 5% (DF 14=0.497) และที่ P 1% (DF 14=0.623) แล้วพบว่ามีคู่ของชนิดพรรณไม้ที่มีความผันแปรร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญอยู่เพียงไม่กี่ชนิด ตัวอย่างเช่น ในกรณีของพรรณไม้ชนิดที่สำคัญของป่าเต็งรัง คือ เต็ง พะยอม และรังนั้น จะมีความผันแปรในทางบวกร่วมกับก๋งขี้มอดและกระทุ่มเท่านั้น แต่จะผันแปรในทางลบร่วมกับชะมวง เหมือดโลด เก็ดดำ กระท่อมหมู ก่อแพะ และพะยอม สำหรับเต็ง ส่วนพะยอมจะมีความผันแปรทางบวกร่วมกับหาด เหมือดโลด ติ้วขาว เก็ดดำ ก่อนก และเข็มน้ำ แต่จะผันแปรทางลบร่วมกับประคู่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น สำหรับรังจะมีความผันแปรทางบวกร่วมกับเสี้ยวป่า และติ้วขาวเท่านั้น แต่อาจจะผันแปรทางลบร่วมกับพรรณไม้ชนิดอื่นๆ บ้างแต่ก็ไม่มีนัยสำคัญแต่อย่างใด

สำหรับความผันแปรร่วมกันระหว่างพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วทั้ง 8 ชนิด กับพรรณไม้ชนิดอื่นทั้ง 38 ชนิดนั้น พบว่า พรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วมีความผันแปรร่วมกับพรรณไม้ชนิดที่สำคัญของป่าเต็งรังคือ เต็ง พะยอม และรังนั้นจะมีความผันแปรในทางบวกร่วมกับก๋งขี้มอดและ

Table 1. Species abundance/2,500 m^2 in 16 stands of the Sakaerat dry dipterocarp forest (DBH> 4.5 cm)[1].

Species No.	Local name	Species name	Stand No.															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	ก้ามปูมลล	*Albizia odoratissima*	-	1	1	-	1	2	5	1	-	4	4	2	1	-	4	4
2	กระทุ่ม	*Antholephalus chinensis*	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1	6	1	-	-	-	-
3	มะเม่าหยา	*Antidesma laurifolium*	1	2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	2	-	-
4	เหมือดโลด	*Aporusa villosa*	4	1	3	2	-	-	1	-	-	-	-	-	6	1	1	-
5	หาด	*Arthocarpus lakoocha*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
6	เสี้ยวป่า	*Bauhinia saccocalyx*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	ชงโคดำ	*Bauhinia pottsii*	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8	-	-	-	-	-	-
8	งิ้วป่า	*Bombax anceps*	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	มะกอกผลลื่อน	*Canarium subulatum*	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	1	-	-
10	กระโดน	*Careya sphaerica*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	3
11	ติ้วขาว	*Cratoxylum formosum*	4	2	3	5	-	-	3	1	2	-	1	2	5	2	6	6
12	เก็ดดำ	*Dalbergia assamica*	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	1	-	-	2	4
13	กระพี้เขาควาย	*Dalbergia culturata*	10	-	16	10	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
14	ส้านใหญ่	*Dillenia obovata*	-	2	5	1	-	1	-	1	-	3	-	3	-	-	2	2
15	ตับเต่าต้น	*Diospyros ehretioides*	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
16	พลับดง	*Diospyros kerrii*	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
17	มะเกลือ	*Diospyros mollis*	-	2	-	-	-	-	-	-	2	1	1	1	1	-	-	1
18	ยางกราด	*Dipterocarpus intricatus*	12	8	6	7	-	2	-	4	8	-	4	7	4	4	-	3
19	ยางพลวง	*Dipterocarpus tuberculatus*	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	หว้า	*Eugenia cumini*	-	-	1	-	1	-	-	-	1	1	4	1	1	-	-	1
21	ชะมวง	*Garcinia nigrolineata*	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	คำมอกหลวง	*Gardenia sootepensis*	-	1	-	-	1	3	5	2	1	4	-	-	3	11	4	2
23	กระบก	*Irvingia malayana*	3	-	1	-	-	-	4	2	2	-	-	-	1	1	-	-
24	เสียวฝ้าย	*Kydia calycin*	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 1. (Cont.)

Species No.	Local name	Species name	Stand No.															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
25	กุ๊ก	*Lannea coromandelica*	-	6	1	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
26	ก่อนก	*Lithocarpus polystachys*	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	9	-	2	2
27	มะม่วงป่า	*Mangifera cakibeyra*	1	1	4	2	3	3	8	2	2	-	2	-	-	-	-	-
28	กระท่อมหมู	*Mitragyna brunonis*	11	19	6	1	3	1	3	3	-	-	-	-	3	7	4	7
29	ยอป่า	*Morinda coreia*	3	-	5	1	5	4	4	1	1	6	4	7	2	8	8	5
30	เข็มน้ำ	*Nauclea brunnea*	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7	4	7
31	กระทุ่มน้ำ	*Nauclea orientalis*	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
32	มะพอก	*Parinari anamense*	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	1	-	1	-	-	2
33	มะขามป้อม	*Phyllanthus emblica*	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	1	1	1	-
34	เปียล	*Prema pyramidata*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
35	ประดู่	*Pterocarpus macrocarpus*	18	20	30	15	14	18	17	22	24	17	21	30	19	14	19	17
36	ก่อแพะ	*Quercus kerrii*	13	25	24	15	10	2	3	3	4	-	-	1	1	-	28	19
37	เต็ง	*Shorea obtusa*	2	3	14	23	57	82	72	62	119	95	123	113	-	-	-	-
38	พะยอม	*Shorea floribunda*	44	11	14	12	1	1	2	2	3	3	7	3	72	38	26	29
39	รัง	*Shorea siamensis*	-	3	3	2	50	6	17	-	-	-	-	-	32	33	46	81
40	มะค่าแต้	*Sindora siamensis*	3	5	2	2	3	-	-	3	3	6	7	3	10	8	4	7
41	แคทราย	*Stereospermum neuranthum*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
42	สมอไทย	*Terminalia chebula*	1	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-
43	ผาเสี้ยน	*Vitex canescens*	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
44	กาสามปีก	*Vitex peduncularis*	3	4	10	1	1	-	1	1	-	1	1	-	3	3	1	1
45	แดง	*Xylia xylocarpa*	5	7	12	10	8	7	7	11	9	4	-	3	6	2	4	5
46	เถาวัลย์ชนิดไม่ได้	Unidentified climber	1	2	-	2	5	2	2	2	-	4	2	-	1	-	2	3
Total tree species			21	23	21	21	22	17	18	24	21	19	17	17	28	17	22	23
Total individuals/2,500 m^2			145	129	163	117	173	137	154	203	196	165	192	180	188	138	168	207

[1] **Tree No. 1, 6, 7, 12, 13, 35, 40 and 45 are leguminous tree species.**

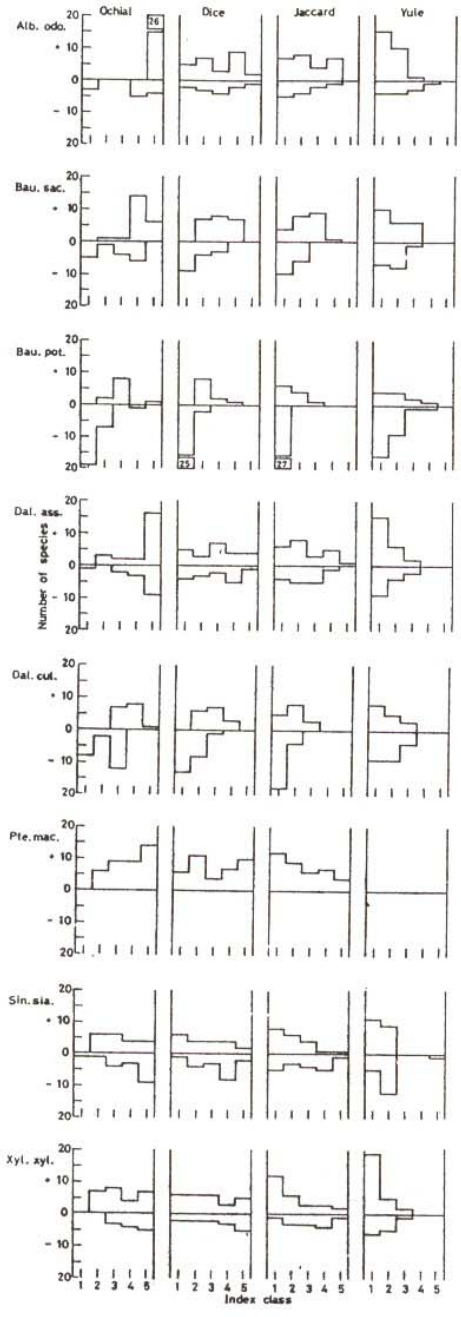

Figure 1. Frequency distribution of the four interspecific association indices between the leguminous tree species and other tree species in dry dipterocarp forest. Index class 1 = 0.0–0.2, 2 = 0.2-0.4, 3=0.4-0.6, 4 = 0.6-0.8, 5 = 0.8-1.0

Table 2. Interspecific associations between the leguminous tree species and other tree species in Sakaerat dry dipterocarp forest.

Other tree species		Leguminous tree species							
		ก๋างขี้มอด	เสี้ยวป่า	ชงโคดำ	เก็ดดำ	กระพี้เขาควาย	ประดู่	มะค่าแต้	แดง
		Alb.odo.	Bau.sac.	Bau.pot.	Dal.ass.	Dal.cul.	Pte.mac.	Sin.sia.	Xyl.xyl.
กระทุ่ม	Ant.chi.	+	-	+	-	+	+	-	-
มะเม่าเขา	Ant.lau.	-	-	-	+	-	+	-	+
เหมือดโลด	Apo.vil.	-	-	-	+	-	+	-	+
หาด	Art.lak	+	-	-	+	+	+	-	+
จิ้วป่า	Bom.anc.	+	-	-	+	-	+	-	+
มะกอก	Can.sbu.								
เกลื้อน		+	+	-	+	-	+	-	+
กระโดน	Car.sph.	-	-	+	-	+	+	+	-
ติ้วขาว	Cra.for.	-	+	-	+	+	+	+	+
ส้านใหญ่	Dill.obo.	-	-	+	+	-	+	+	-
ดับเต่าต้น	Dio.her.	+	+	-	-	+	+	-	+
พลับคง	Dio.her.	+	+	-	-	-	+	-	+
มะเกลือ	Dio.mol.	+	-	+	+	+	+	+	-
ยางกราด	Dip.int.	-	-	-	+	-	+	-	-
ยางพลวง	Dip.tub.	-	-	-	+	-	+	+	+
หว้า	Eug.cum.	+	-	+	-	+	+	+	-
ชะมวง	Gar.nig.	-	+	-	+	-	+	+	+
คำมอกหลวง	Gar.soo.	+	+	+	-	+	+	-	+
กระบก	Irv.mal.	-	-	-	+	-	+	-	+
เลียงฝ้าย	Kyd.cal.	+	+	-	-	-	+	+	+
กุ๊ก	Lan.cor.	+	+	-	-	-	+	-	+
ก่อนก	Lit.pol.	+	+	-	-	+	+	+	+
มะม่วงป่า	Man.cal.	-	+	-	-	-	+	-	-
กระท่อมหมู	Mit.bru.	+	+	-	+	-	+	-	+
ยอป่า	Mor.cor.	-	+	+	-	+	+	-	+
เข็มน้ำ	Nau.bru.	+	-	-	+	+	+	+	+
กระทุ่มน้ำ	Nau.ori.	+	+	-	-	+	+	-	+
มะพอก	Par.ana.	-	+	+	+	+	+	-	-
มะขามป้อม	Phy.emb.	-	+	+	+	+	+	-	+
เปียด	Pre.pyr.	+	-	-	+	+	+	+	+
ก่อแพะ	Que.ker.	+	+	-	+	-	+	-	+
เต็ง	Sho.obt.	+	-	+	-	-	+	-	-
พะยอม	Sho.flo.	+	+	+	+	+	+	+	+

Table 2. (Cont.)

Other tree species		Leguminous tree species							
		ก๋างขี้มอด	เสี้ยวป่า	ชงโคดำ	เก็ดดำ	กระพี้เขาควาย	ประดู่	มะค่าแต้	แดง
		Alb.odo.	Bau.sac.	Bau.pot.	Dal.ass.	Dal.cul.	Pte.mac.	Sin.sia.	Xyl.xyl.
รัง	Sho.sia.	+	+	-	+	-	+	-	+
แคทราย	Ste.neu.	+	+	-	+	-	+	+	+
สมอไทย	Ter.che	+	-	-	+	-	+	-	+
ผาเสี้ยน	Vit.can.	+	+	-	-	-	+	+	-
กาสามปีก	Vit.ped.	+	+	-	+	-	+	+	-
เถาวัลย์จำแนกไม่ได้	Unid.	+	+	-	-	-	+	-	-
Total	+	26	66	11	23	16	38	20	26
	-	12	16	27	15	22	0	18	12

+ = positive association, - = negative association

For full species name see Table 1.

กระทุ่มเท่านั้น แต่จะผันแปรในทางลบร่วมกับชะมวง เหมือดโลด เก็ดดำ กระท่อมหมู ก่อแพะ และพะยอม สำหรับเต็ง ส่วนพะยอมจะมีความผันแปรทางบวกร่วมกับหาด เหมือดโลด ติ้วขาว เก็ดดำ ก่อนก และเข็มน้ำ แต่จะผันแปรทางลบร่วมกับประดู่เพียงอย่างเดียวเท่านั้น สำหรับรังจะมีความผันแปรทางบวกร่วมกับเสี้ยวป่า และติ้วขาว เท่านั้น แต่อาจจะผันแปรทางลบร่วมกับพรรณไม้ชนิดอื่นๆ บ้างแต่ก็ไม่มีนัยสำคัญแต่อย่างใด

สำหรับความผันแปรร่วมกันระหว่างพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วทั้ง 8 ชนิดกับพรรณไม้ชนิดอื่นทั้ง 38 ชนิดนั้น พบว่าพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วมีความผันแปรร่วมกับพรรณไม้ชนิดอื่นแบบเป็นบวก (positive covariation) จำนวน 17, 14, 11, 23, 16, 16, 19 และ 18 ชนิด ตามลำดับ (Table 4) แต่มีเพียงไม่กี่ชนิดที่ความผันแปรร่วมกันในแบบดังกล่าวนี้มีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) เช่น ก๋างขี้มอด จะผันแปรร่วมกับยอป่า เต็ง และแคทราย เสี้ยวป่าผันแปรร่วมกับพลับดง และรัง ส่วนชงโคดำ และแดงนั้นไม่พบว่ามีความผันแปรร่วมกับพรรณไม้ชนิดใดอย่างมีนัยสำคัญเลย แต่เก็ดดำจะผันแปรร่วมกับเหมือดโลด ก่อแพะ และ พะยอม กระพี้เขาควาย จะผันแปรร่วมกับมะพอกเพียงชนิดเดียวเท่านั้น ประดู่จะผันแปรร่วมกับหาด งิ้วป่า และตับเต่าต้น มะค่าแต้ กับมะเม่าเขา ติ้วขาว ก่อนก เข็มน้ำ พะยอม และแคทราย

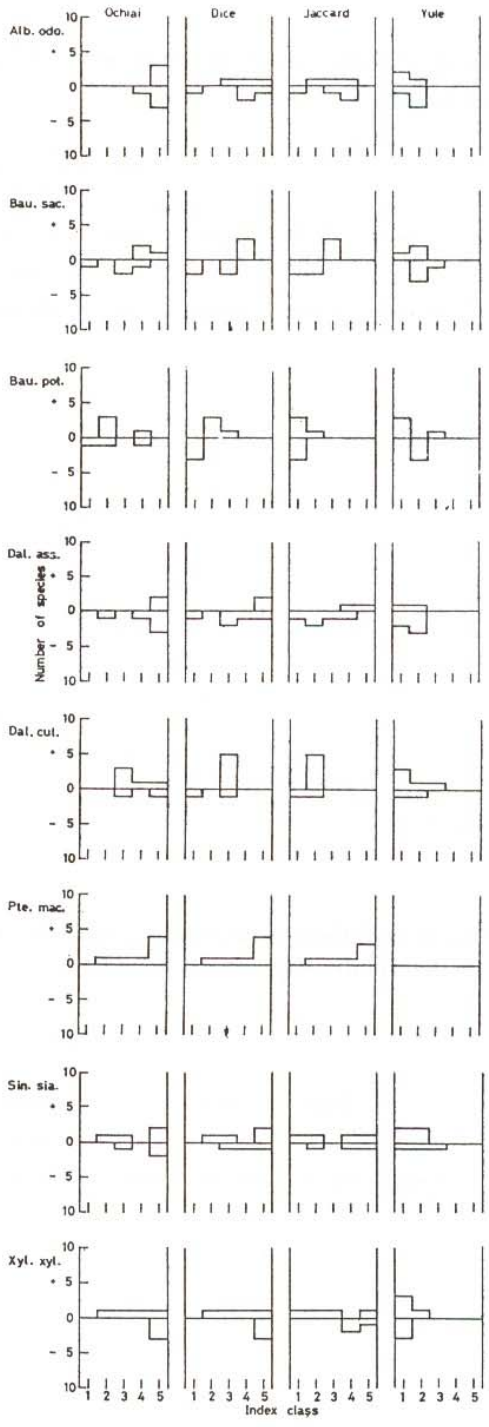

Figure 2. Frequency distribution of the four interspecific association indices among 8 leguminous tree species in dry dipterocarp forest. Index class 1 = 0.0-0.2, 2 = 0.2-0.4, 3 = 0.4-0.6, 4 = 0.6-0.8, 5 = 0.8-1.0.

Table 3. Interspecific associations among the leguminous tree species in Sakaerat dry dipterocarp forest.

Other tree species		Leguminous tree species							
		ก๋างขี้มอด	เสี้ยวป่า	ชงโคดำ	เก็ดดำ	กระพี้เขาควาย	ประดู่	มะค่าแต้	แดง
		Alb.odo.	Bau.sac.	Bau.pot.	Dal.ass.	Dal.cul.	Pte.mac.	Sin.sia.	Xyl.xyl.
ก๋างขี้มอด	Alb.odo.		+	-	-	+	+	-	-
เสี้ยวป่า	Bau.sac.	+		-	-	-	+	-	+
ชงโคดำ	Bau.pot.	-	-		-	-	+	+	-
เก็ดดำ	Dal.ass.	-	-	-		-	+	+	-
กระพี้เขา-ควาย	Dal.aul.	+	-	+	-		+	+	+
ประดู่	Pte.mac.	-	+	+	+	+		+	+
มะค่าแต้	Sin.sia.	-	-	+	+	+	+		-
แดง	Xyl.xyl.	-	+	+	-	+	+	-	
Total	+	3	3	4	2	5	7	4	4
	-	4	4	3	5	2	0	3	3

+ = positive association, - = negative association

For full species name see Table 1.

Table 4. Interspecific covariations between the leguminous tree species and other tree species in Sakaerat dry dipterocarp forest.

Other tree species		Leguminous tree species							
		ก๋างขี้มอด	เสี้ยวป่า	ชงโคดำ	เก็ดดำ	กระพี้เขาควาย	ประดู่	มะค่าแต้	แดง
		Alb.odo.	Bau.sac.	Bau.pot.	Dal.ass.	Dal.cul.	Pte.mac.	Sin.sia.	Xyl.xyl.
กระทุ่ม	Ant.chi	+	-	+	-	+	+	+	-
มะเม่าเขา	Ant.lau.	-	-	-	+	-	-	+	-
เหมือดโลด	Apo.vil.	-	-	-	+	-	-	+	+
หาด	Art.lak.	+	-	-	-	+	-	-	-
จิ๋วป่า	Boom.anc.	-	-	-	+	-	-	-	+
มะกอก-เกลื้อน	Can.sub.	-	-	-	-	-	-	+	-
กระโดน	Car.sph.	+	-	+	-	+	-	+	-
ติ้วขาว	Cra.for.	+	-	-	+	+	-	+	-
ส้านใหญ่	Dill.obo.	-	-	-	+	-	+	-	+

Table 4. (Cont.)

Other tree species		Leguminous tree species							
		กำจี้มอด	เสี้ยวป่า	ชงโคดำ	เค็ดดำ	กระพี้เขาควาย	ประดู่	มะค่าแต้	แดง
		Alb.odo.	Bau.sac.	Bau.pot.	Dal.ass.	Dal.cul.	Pte.mac.	Sin.sia.	Xyl.xyl.
ดับเต่าต้น	Dio.her.	+	-	+	+	+	+	-	+
พลับดง	Dio.ker.	-	-	-	-	-	+	-	-
มะเกลือ	Dio.mol.	+	-	+	-	+	+	+	-
ยางกราด	Dip.int.	-	-	-	+	-	+	-	+
ยางพลวง	Dip.tub.	-	-	-	+	-	-	-	-
หว้า	Eug.cum.	+	-	+	-	-	-	-	-
ชะมวง	Gar.nig.	-	-	-	+	-	-	-	-
คำมอก-หลวง	Gar.soo.	+	-	+	-	+	-	+	-
กระบก	Irv.mal.	-	-	-	+	-	+	-	+
เสียงฝ้าย	Kyd.cal.	-	-	-	-	-	-	+	-
กุ๊ก	Lan.cor.	-	-	-	-	-	+	-	-
ก่อนก	Lit.pol.	-	-	-	+	+	-	+	-
มะม่วงป่า	Man.cal.	+	-	-	-	-	+	-	+
กระท่อมหมู	Mit.bru.	-	-	-	+	-	-	+	+
ยอป่า	Mor.cor.	+	-	+	+	+	-	+	-
เข็มน้ำ	Nau.bru.	-	-	-	+	-	-	+	-
กระทุ่มน้ำ	Nau.ori.	+	-	-	-	+	-	-	+
มะพอก	Par.ana.	+	+	+	+	+	+	+	-
มะขามป้อม	Phy.emb.	-	+	-	+	-	-	+	-
เปียด	Pre.pyr.	+	-	-	+	+	-	-	-
ก่อแพะ	Que.ker.	-	-	-	+	+	+	-	+
เต็ง	Sho.obt.	+	-	-	-	+	+	-	-
พะยอม	Sho.flo.	-	-	-	+	-	-	+	-
รัง	Sho.sia.	+	+	-	+	+	-	+	+
แคทราย	Ste.neu.	+	+	-	+	-	-	+	-
สมอไทย	Ter.che.	-	-	-	+	-	+	-	+
ผาเสี้ยน	Vit.can	-	-	-	-	-	-	-	-
กาสามปีก	Vit.ped.	-	+	-	+	-	+	+	-
เถาวัลย์-จำแนกไม่ได้	Unid.	+	+	+	-	+	-	-	-
Total	+	17	14	11	23	16	16	19	18
	-	21	24	27	15	22	22	19	20

+ = positive association, - = negative association

For full species name see Table 1.

พรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วมีความผันแปรร่วมไปในทางลบกับพรรณไม้ชนิดอื่นน้อยมาก (Table 5) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เสี้ยวป่า ชงโคดำ กระพี้เขาควายนั้นถึงแม้ว่าจะมีความผันแปรร่วมกับพรรณไม้ชนิดอื่นในทางลบเป็นจำนวนมากถึง 20-24 ชนิดก็ตาม แต่ไม่มีพรรณไม้ชนิดใดแสดงความสัมพันธ์ในลักษณะนี้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) ก้างขี้มอดนั้นแม้จะผันแปรในทางลบร่วมกับพรรณไม้ชนิดอื่นถึง 21 ชนิด แต่จะมีความผันแปรรูปนี้อย่างมีนัยสำคัญกับมะเม่าเขาและยางกราดเท่านั้น เก็ดดำมีความผันแปรในทางลบร่วมกับเต็ง ประดู่ ผันแปรในทางลบร่วมกับก่อนก พะยอม และผาเสี้ยน ส่วนมะค่าแต้จะผันแปรทางลบร่วมกับพลับดง และมะม่วงป่า สำหรับแดงจะผันแปรทางลบร่วมกับยอป่า เมื่อเป็นเช่นนี้พรรณไม้เหล่านี้จะเป็นปฏิปักษ์ต่อกันหรือไม่เป็นเรื่องที่จะต้องทำการศึกษาต่อไป

Table 5. Significant Pearson's product moment coefficient (PPMC) of positive and negative covariations between the leguminous tree species and other tree species in Sakaerat dry dipterocarp forest[1].

Leguminous tree Species		Postitive covariation			Negative covariation		
		Other tree Species		PPMC	Other tree Species		PPMC
ก้างขี้มอด	Alb.odo.	ยอป่า	Mor.cor.	0.627**	มะเม่าเขา	Ant.lau.	0.509*
		เต็ง	Sho. obt.	0.589*	ยางกราด	Dip.int.	0.659**
		แคทราย	Ste. neu.	0.683**			
เสี้ยวป่า	Bau.sac.	พลับดง	Dio.ker.	0.564*	-	-	-
		รัง	Sho.sia.	0.609*	-	-	
ชงโคดำ	Bau.pot.	-	-	-	-	-	-
เก็ดดำ	Dal.ass.	เหมือดโลด	Apo.vil.	0.517*	เต็ง	Sho.obt.	0.658*
		ก่อแพะ	Que.ker.	0.605*	-	-	-
		พะยอม	Sho.flo.	0.615*	-	-	-
กระพี้เขาควาย	Dal.cul.	มะพอก	Par.ana.	0.649**			
ประดู่	Pte.mac.	หาด	Art.lak.	0.593*	ก่อนก	Lit.po..	0.566*
		จิ๊วป่า	Bom.anc.	0.526*	พะยอม	Sho.flo.	0.550*
		ตับเต่าต้น	Dio.ehr.	0.622*	ผาเสี้ยน	Vit.can.	0.917*
มะค่าแต้		มะเม่าเขา	Ant.lau.	0.565*	พลับดง	Dio.ker.	0.563*
		ติ้วขาว	Cra.for.	0.605*	มะม่วงป่า	Man.cal.	0.546*
		ก่อนก	Lit.pol.	0.567*	-	-	-
		เข็มน้ำ	Nau.bru.	0.558*	-	-	-
		พะยอม	Sho.flo.	0.662**	-	-	-
		แคทราย	Ste.neu.	0.563*	-	-	-
แดง	Xyl.xyl.	-	-	-	ยอป่า	Mor.cor.	0.552*

[1] * = significant at P 5%

** = significant at P 1%

For full species name see Table 1.

สำหรับความผันแปรร่วมกันระหว่างพรรณไม้ตระกูลถั่วด้วยกันนั้นมี 2 กรณีคือ ในกรณีที่มีความผันแปรร่วมกันในทางบวกนั้นจะมีตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปจนถึง 6 ชนิด (Table 6) แต่ที่มีความผันแปรทางบวกอย่างมีนัยสำคัญนั้นมีเก็ดดำกับมะค่าแต้เท่านั้น และมีความผันแปรร่วมกันในทางลบอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ มะค่าแต้ กับแดง เท่านั้น (Table 6) ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วทั้ง 8 ชนิดที่พบในป่าเต็งรังที่สะแกราชนี้อาจจะขึ้นกระจายร่วมกันกับพรรณไม้ชนิดอื่นได้ดี แต่ในระหว่างชนิดที่สังกัดอยู่ในตระกูลถั่วด้วยกันแล้วอาจจะขึ้นอยู่ด้วยกันได้ แต่ค่อนข้างจะเป็นอิสระจากกันเสียเป็นส่วนใหญ่

สรุป

1. พรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่ว ในป่าเต็งรังที่สะแกราชทั้ง 8 ชนิด มีการขึ้นร่วมกันกับพรรณไม้ชนิดอื่นๆ อีก 38 ชนิด ในลักษณะที่เป็นบวกเป็นจำนวนเกินกว่าครึ่งหนึ่ง (50%) ของพรรณไม้ชนิดอื่นรวม 6 ชนิดคือ ก๋าง ขี้มอด เสี้ยวป่า เก็ดดำ ประดู่ มะค่าแต้ และแดง น้อยกว่าครึ่งหนึ่งจำนวน 2 ชนิดคือ ชงโคดำ และกระพี้เขาควาย โดยมีประดู่เป็นพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วชนิดเดียวที่ขึ้นร่วมกับพรรณไม้ชนิดอื่นแบบเป็นบวกทุกชนิด และมีดัชนีการขึ้นร่วมกัน รูปต่างๆ ต่างกันไปแล้วแต่ชนิดพรรณไม้

Table 6. Interspecific covariations among the leguminous tree species in Sakaerat dry dipterocarp forest[1]. (Only significant PPMC are shown).

Other tree species		Leguminous tree species							
		ก๋างขี้มอด	เสี้ยวป่า	ชงโคดำ	เก็ดดำ	กระพี้เขาควาย	ประดู่	มะค่าแต้	แดง
		Alb.odo.	Bau.sac.	Bau.pot.	Dal.ass.	Dal.cul.	Pte.mac.	Sin.sia.	Xyl.xyl.
ก๋างขี้มอด	Alb.odo.		+	+	+	+	+	+	-
เสี้ยวป่า	Bau.sac.	+		-	-	-	-	-	+
ชงโคดำ	Bau.pot.	+	-		-	+	-	+	-
เก็ดดำ	Dal.ass.	+	-	-		+	-	+0.871**	+
กระพี้เขาควาย	Dal.cul.	+	-	+	+		+	+	-
ประดู่	Pte.mac.	+	-	-	-	+		-	+
มะค่าแต้	Sin.sia.	+	-	+	+0.871**	+	-		-0.627**
แดง	Xyl.xyl.	-	+	-	+	-	+	-0.627**	
Total	+	6	2	3	4	5	3	4	3
	-	1	5	4	3	2	4	3	4

\+ = positive association, - = negative association

** = significant at P 1%

For full species name see Table 1.

2. ในระหว่างพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วด้วยกันทั้ง 8 ชนิดนั้น ชงโคดำ กระพี้เขาควาย ประดู่ มะค่าแต้ และแดง จะขึ้นร่วมกันแบบเป็นบวกมากกว่าเป็นลบ และก๋าง-ขี้มอด เสี้ยวป่าและเก็ดดำนั้นจะขึ้นร่วมกันแบบเป็นลบมากกว่าเป็นบวก ประดู่เป็นพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วชนิดเดียวที่ขึ้นร่วมกับพรรณไม้ในตระกูลเดียวกันได้ทุกชนิดแบบเป็นบวก และมีดัชนีการขึ้นร่วมกันแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดพรรณไม้

3. พรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วทั้ง 8 ชนิด มีความผันแปรร่วมกันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับพรรณไม้ชนิดอื่น ได้แก่ ก๋างขี้มอดกับยอป่า เต็งและแคทราย เสี้ยวป่ากับพลับดง และรัง เก็ดดำกับเหมือดโลด ก่อแพะ และพะยอม กระพี้เขาควายกับมะพอก ประดู่กับหาด งิ้วป่า และตับเต่าต้น มะค่าแต้กับมะเม่าเขา ติ้วขาว ก่อนก เข็มน้ำ พะยอม และแคทราย ส่วนความผันแปรร่วมกันแบบเป็นลบ ได้แก่ ก๋างขี้มอดกับมะเม่าเขา และยางกราด เก็ดดำกับเต็ง ประดู่กับก่อนก พะยอมและผาเสี้ยน มะค่าแต้กับพลับดง และมะม่วงป่า และแดงกับยอป่า

4. ในระหว่างพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วด้วยกันจะมีความผันแปรร่วมกันในทางบวกและในทางลบเป็นจำนวนครึ่งต่อครึ่ง แต่มีความผันแปรในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญเพียง 1 ชนิด คือ เก็ดดำ กับมะค่าแต้ และในทางลบอย่างมีนัยสำคัญ 1 ชนิด คือ มะค่าแต้กับแดง เท่านั้น

เอกสารอ้างอิง

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ. 2537. การศึกษาด้านนิเวศวิทยาของพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วในป่าเต็งรัง. I.องค์ประกอบของชนิดการขึ้นกระจายและความหลากหลาย. วารสารวนศาสตร์ 13 :10-21.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ ปรีชา ธรรมานนท์ และ ชุบ เข็มนาค. 2537. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืชในป่าเต็งรัง โดยวิธี Discriminant Analysis. วารสารวนศาสตร์ 13(2) : 98-113.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ. 2540 ก. การศึกษาด้านนิเวศวิทยาของพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วในป่าเต็งรัง. II. รูปแบบการขึ้นกระจายของชนิดพรรณไม้ในถิ่นฐาน. วารสารวนศาสตร์ 16 : 1-12.

พงษ์ศักดิ์ สหุนาพุ 2540 ข. การศึกษาด้านนิเวศวิทยาของพรรณไม้ยืนต้นตระกูลถั่วในป่าเต็งรัง. III. รูปแบบการขึ้นกระจายของชนิดพรรณไม้และความสัมพันธ์ของการขึ้นกระจายในถิ่นฐานเดียวกัน. วารสารวนศาสตร์ 16 : 120-136.

Dice, L.R. 1945. Measures of the amount of ecological association between species. Ecology 26 : 297-302.

Greig-Smith, P. 1983. Quantitative Plant Ecology. 3rd ed. University of California Press, Berkeley, C.A.

Hubalek, Z. 1982. Coefficients of association and similarity based on binary (presence-absence) data : An evaluation. Biol. Rev. 57:669-689.

Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology : A primer on methods and computing. John Wiley and Sons, New York.

Ochiai, A. 1957. Zoogeographic studies on the soleoid fishes found in Japan and its neig bouring regions. Bull. Jap. Soc . Sci. Fisheries. 22 : 526-530.

Rohlf, F.J. and R.R. Sokal. 1981. Statistical Tables. Freeman, San Francisco, C.A.

Schluter, D. 1984. A variance test for detecting species associations, with some example applications. Ecology 65 : 998-1005.

Snedecor. G.W. and W.G. Cochran. 1973. Statistical Methods. 6th ed. Iowa State University. Press, Ames. I.A.

THAI JOURNAL OF FORESTRY

Volume 18 Number 2, July - December 1999

ISSN 0857 - 1724

Development Of Flower And Fruit Of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.
.....Sutee Duangjai and Somkid Siripatanadilok 87

Financial Analysis Of 25 Year Rotation Teak Plantation : A Case Study At Mae Li Plantation, Changwat Lamphun
.....Korapat Dumrongthai, San Kaitpraneet and Santi Suksard 95

Effect Of Stand Density On Growth And Yield Of 12-Year Old *Azadirachta Indica* A. Juss. Var. *siamensis* Valeton Plantation
.....Chatchai Kanjanakot and Pongsak Sahunalu 106

Development Of The Prototype Program For Simulation Of Pulp And Paper Processing
.....Pongsak Hengniran and Thongchai Srinophrakhun 117

Species Diversity And Phenology Of Vascular Ground Flora Along Mae Mon Steam At 475 To 575 Mitor From Mean Sea Level Chae Son National Park, Lampang Province
..Manu Panatkook, Jame F. Maxwell, Stephen Elliott and Vilaiwan Anusarnsunthorn 127

Ecological Studies of Leguminous Tree Species in Dry Dipterocarp Forest IV. Interspecific Association And Covariation In The Same Habitat
.....Pongsak Sahunalu 149

THE OFFICIAL JOURNAL OF THE FACULTY OF FORESTRY KASETSART UNIVERSITY

PUBLISHED BY FORESTRY RESEARCH CENTER KASETSART UNIVERSITY BANGKOK 10903 THAILAND