

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดและขนาดของพื้นที่ ของพืชพรรณไม้ในป่าเต็งรัง

SPECIES-AREA RELATIONS OF DRY DIPTEROCARP FOREST VEGETATIONS

พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬ¹

Pongsak Sahunalu

ABSTRACT

The relationships between number of species with DBH ≥ 4.5 cm and quadrat area of dry dipterocarp forest in comparison with dry evergreen forest by enlarging the quadrat size contagiously from 100 m² up to 1 ha were investigated at Sakaerat. The studies showed that using a modified logarithmic series model of Fisher *et al* (1943) did not satisfactorily explain this relationship in both forest types owing to their species diversity indices changed as quadrat size enlarged and spatial distributions were not uniform but rather clumping. Five regression models and two asymptotic models resembling the growth function models were applied to trace this relationship for the four stands of dry dipterocarp forest individually and average for the four stands and compared with that used for the dry evergreen forest. It was found that the exponential function model was well fitted to this relationship in all stands of dry dipterocarp forest but it was fitted to that of dry evergreen forest similarly as the power function model.

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตรงระดับสูง 1.30 เมตรเหนือพื้นดิน ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป กับขนาดของพื้นที่ของป่าเต็งรังเปรียบเทียบกับป่าดิบแล้งที่สะแกราช โดยใช้แปลงตัวอย่าง (quadrat) รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาดตั้งแต่ 100 ตารางเมตร ขึ้นไปจนถึง 1 เฮกแตร์ โดยเพิ่มขนาดพื้นที่ในรูปต่อเนื่อง พบว่าการใช้โมเดลที่ดัดแปลงจาก logarithmic series ของ Fisher และคณะ (1943) นั้นไม่เพียงพอสำหรับการอธิบายถึงความสัมพันธ์ดังกล่าวในป่าทั้งสองประเภท เนื่องจากลักษณะการกระจายของชนิดพรรณไม้ไม่สม่ำเสมอแต่เป็นแบบจับกลุ่ม และดัชนีความหลากหลายชนิดเปลี่ยนแปลงไปเมื่อแปลงตัวอย่างมีขนาดเพิ่มขึ้น ได้ใช้โมเดลความสัมพันธ์ 7 โมเดลกับป่าเต็งรังที่มีชนิดพรรณไม้แตกต่างกัน 4 หมู่ไม้เปรียบเทียบกับป่าดิบแล้งที่ขึ้นอยู่ในท้องที่เดียวกันแล้วพบว่า โมเดล exponential function จะใช้ได้สำหรับป่าเต็งรังทั้ง 4 หมู่ไม้ ทั้งที่พิจารณาแยกจากกัน หรือพิจารณาทุกหมู่ไม้โดยเฉลี่ยร่วมกัน แต่ในทางตรงกันข้ามในป่าดิบแล้งนั้นจะใช้โมเดลสมการยกกำลังได้ดีเท่ากับโมเดล exponential function

คำนำ

ปัญหาเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพ หรือ biodiversity ของสิ่งที่มีชีวิตนั้น ในปัจจุบันนี้ได้รับการกล่าวขวัญถึงโดยทั่วไปในวงวิชาการทั้งจากนักอนุรักษ์และนักบริหารและจัดการสิ่งแวดล้อม แต่โดยข้อเท็จจริงแล้วยังไม่มีใครทราบถึงความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งที่มีชีวิตในสภาพแวดล้อมหนึ่ง ๆ นั้นมีอยู่เท่าใดกันแน่ แต่ก็เป็นที่ยอมรับกันว่าหากพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งมีความหลากหลายทางชีวภาพสูงย่อมทรงคุณค่าทางด้านการอนุรักษ์สูง และมีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมสิ่งแวดล้อมไปด้วย แต่การที่จะทราบถึงความหลากหลายทางชีวภาพนั้นจะสูงหรือต่ำเพียงใดนั้น จะต้องทราบว่าจะวัดความหลากหลายนั้นอย่างไร จากพื้นที่เท่าใด เพราะในโลกของสิ่งที่มีชีวิตนั้นไม่มีพื้นที่ใดที่จะมีสภาพเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันไปทั้งหมด

ความหลากหลายของชนิดพืชก็เช่นเดียวกันย่อมขึ้นอยู่กับสภาพและขนาดของพื้นที่ที่พืชนั้นขึ้นอยู่ ในป่าธรรมชาตินั้นจะแตกต่างจากสวนป่าหรือป่าปลูกอย่างสิ้นเชิง เนื่องจากมีพืชพรรณไม้ขึ้นอยู่ร่วมกันหลายชนิด แต่ในทางตรงกันข้ามป่าปลูกนั้น มนุษย์เป็นผู้กำหนดชนิดขึ้นมาว่าจะปลูกพรรณไม้ชนิดใดในพื้นที่นั้น และมักจะปลูกพรรณไม้ชนิดเดียวล้วนๆ ป่าปลูกจึงปราศจากความหลากหลายของชนิดพรรณไม้ หรือหากจะมีก็มีน้อยมาก การนับชนิดพืชพรรณไม้ได้ทุกชนิดในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งตั้งแต่พืชชั้นต่ำจนถึงพืชชั้นสูงนั้นเป็นเรื่องยากมาก ดังนั้นส่วนใหญ่แล้วการศึกษานิเวศวิทยาของพืชพรรณไม้จึงมักจะกำหนด

ขนาดจำกัดของต้นไม้ขนาดใดขนาดหนึ่งขึ้นไปเพื่อให้สะดวกแก่การตรวจนับและจัดแบ่งประเภทของพืชพรรณไม้นั้น ๆ เป็นพรรณไม้ชั้นบน (top storey หรือ top layer หรือ tree layer) และให้พรรณไม้ที่มีขนาดต่ำลงมาเป็นพืชชั้นล่าง (undergrowth หรือ under-storey หรือ lower layer)

ความพยายามในการเปรียบเทียบจำนวนชนิดพืชพรรณไม้ในระหว่างสังคมพืชที่แตกต่างกันหรือสังคมพืชเดียวกัน แต่ขึ้นอยู่ในสภาวะต่างกันหรือมีองค์ประกอบของชนิดต่างกันนั้น นักนิเวศวิทยาและนักพฤกษศาสตร์ได้ให้ความสนใจมาเป็นเวลานานแล้ว โดยพยายามที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดกับขนาดพื้นที่ที่พืชพรรณนั้นขึ้นอยู่ ซึ่งจะได้กราฟความสัมพันธ์ขึ้นมาเส้นหนึ่ง และเดิมนิยมเรียกว่ากราฟเส้นโค้งแสดงจำนวนชนิดกับพื้นที่ หรือ species-area curve และในปัจจุบันเรียกว่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดกับพื้นที่ หรือ species-area relations ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้เริ่มศึกษาเป็นครั้งแรกโดยนักนิเวศวิทยาชาวยุโรปชื่อ Jaccard ในช่วงต้นปี 1900 และได้ใช้วิธีการเดียวกันนี้ตรวจหาทุกวันนี้ ต่อมา Goodall (1952) และ Cain และ Castro (1959) ได้พบทวนถึงประวัติความเป็นมาและสรุปได้ว่า เมื่อยังทำการสุ่มตัวอย่างพื้นที่เพิ่มขึ้นมาจะยังพบจำนวนชนิดพืชเพิ่มขึ้นตามมาด้วย แต่จะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงแต่ในอดีตนั้นจะพยายามหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องที่สุด (Hopkins 1955) ทำนายหาจำนวนชนิดพืชพรรณในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่กว่าที่ได้ทำการสุ่มตัวอย่างมา (Evans และ

¹ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

คณะ 1955) ใช้รูปกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดกับพื้นที่เพื่อหาขนาดและจำนวนแปลงตัวอย่างที่เหมาะสม (Cain 1938) และหาพื้นที่ขนาดเล็กที่สุด (minimal area) ของสังคมพืชสังคมใดสังคมหนึ่ง (Braun-Blanquet 1932) ดังนั้นจึงได้มีการพยายามที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดกับพื้นที่ตลอดมา Kilburn (1966) ได้สรุปไว้ว่า ความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้อาจจะอยู่ในรูปของ power function : $y = kx^z$ เมื่อ y คือจำนวนชนิด x คือขนาดพื้นที่เป็นตารางเมตร k และ z เป็นค่าคงที่ทราบเท่าที่มีการสุ่มตัวอย่างตั้งแต่เป็นจุดขึ้นไปจนถึง 900 ตารางเมตร ในสังคมพืชพรรณในรัฐอิลลินอยส์ อย่างไรก็ตามเมื่อพื้นที่เพิ่มขึ้นมากกว่านั้น ความสัมพันธ์นี้อาจจะกลับไปเป็นรูป sigmoid หรือมีรูปร่างของความสัมพันธ์ที่กลับซับซ้อนกว่านั้นก็ได้

จากการศึกษาความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้ในป่าชนิดต่างๆ ในประเทศไทย 4 ประเภท Ogawa และคณะ (1961) ได้พยายามหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดกับขนาดพื้นที่ จากการใช้สมการ logarithmic series ซึ่งเสนอโดย Fisher และคณะ (1943) เพื่อจะเปรียบเทียบจำนวนชนิดพืชพรรณของป่าประเภทต่างๆ เมื่อขยายพื้นที่ให้เป็น 1 เฮกเตอร์เท่ากัน ในระยะต่อมา Sukwong และคณะ (1976, 1977) ได้ศึกษาในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณในท้องที่ต่างๆ ทั่วประเทศไทย แต่จำกัดเฉพาะพรรณไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไป และใช้พื้นที่แปลงตัวอย่างใหญ่ที่สุด 2,000 ตารางเมตร พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิด (y) กับขนาดของพื้นที่ (x) จะอยู่ในรูป : $y = a + bx^{1/2}$ ดังนั้น ในการ

ศึกษานี้จึงได้ทดลองวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดพืชพรรณไม้ กับขนาดของพื้นที่ใหม่ อันเนื่องมาจากว่า ความผันแปรของจำนวนชนิดพืชพรรณนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่อย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีพื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้น ในการศึกษาเป็นการศึกษากับป่าเต็งรัง ซึ่งมีชนิดพรรณไม้เด่นในหมู่ไม้ต่างกัน 4 หมู่ไม้เปรียบเทียบกับป่าดิบแล้งซึ่งมีพรรณไม้เด่นจำนวนชนิดและจำนวนต้นต่างจากป่าเต็งรัง อย่างสิ้นเชิงแต่ขึ้นอยู่ในท้องที่มีสภาพภูมิอากาศอย่างเดียวกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

จากการศึกษาลักษณะโครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงของป่าเต็งรังที่สระเกษในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พงษ์ศักดิ์ และคณะ (2536) ได้ใช้แปลงตัวอย่างถาวรในป่าเต็งรังที่มีพรรณไม้เด่นต่างกัน 4 หมู่ไม้ หมู่ไม้ละ 1 เฮกเตอร์ คือหมู่ไม้ที่มีไม้พยอม-ก่อพะยะ (*Shorea floribunda-Quercus kerrii*) ไม้เต็ง-รัง (*Shorea obtusa-Shorea siamensis*) ไม้เต็ง-ประดู่ (*Shorea obtusa-Pterocarpus macrocarpus*) และไม้รัง - พยอม (*Shorea siamensis-Shorea floribunda*) โดยทำแปลงถาวรรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 100 เมตร และแบ่งเป็นแปลงย่อย ขนาด 10 x 10 ตารางเมตร จำนวนแปลงละ 100 แปลงย่อยสำรวจแก่นับพรรณไม้ทุกต้นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับสูง 1.30 เมตรเหนือพื้นดินตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป ตั้งแต่ปี 2527 ในขณะเดียวกันได้ทำการศึกษาในลักษณะเดียวกันในป่าดิบแล้ง ซึ่งมีไม้ตะเคียน-พลองกินลูก (*Hopea ferrea-*

Memecylon ovatum) เป็นไม้เด่น โดยมีขนาดและจำนวนแปลงตัวอย่างย่อยเท่ากันด้วย ลักษณะที่สำคัญบางประการของแปลงตัวอย่าง แสดงไว้ใน Table 1 จากแปลงตัวอย่างเหล่านี้ทำการเลือกจุดเริ่มต้นของแปลงย่อยที่มุมใดมุมหนึ่งของแปลงตัวอย่างใหญ่ แล้วขยายขนาดแปลงตัวอย่างย่อยในรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสอย่างต่อเนื่องได้แปลงตัวอย่างย่อยขนาด 10 x 10, 20 x 20, 30 x 30 ตารางเมตร ไปเรื่อยๆ จนหมดแปลงตัวอย่างใหญ่ ซึ่งจะมีขนาดแปลงตัวอย่างใหญ่ที่สุด 100 x 100 ตารางเมตร หรือ 1 เฮกเตอร์ ตรวจจำนวนชนิดพรรณไม้ขนาดดังกล่าว นับสะสมขึ้นไปตามขนาดแปลงตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้นไปตามลำดับ สำหรับป่าเต็งรังทั้ง 4 แปลงตัวอย่างที่สระเกษนี้ได้พิจารณาว่าเป็นป่าชนิดเดียวกัน โดยเฉลี่ยจำนวนชนิดจากแปลงตัวอย่างย่อยขนาดเดียวกันด้วย

สำหรับค่าดัชนีความหลากหลายชนิด ได้ศึกษาจากแปลงตัวอย่างขนาด 40 x 40 ตารางเมตร (หรือ 1 ไร่) และในแปลงตัวอย่างขนาด 100 x 100 ตารางเมตร โดยใช้ดัชนีความหลากหลายชนิดของ Fisher และคณะ (1943) คือ

$$\alpha = [N(1-x)]/x$$

ในเมื่อ α คือดัชนีความหลากหลายชนิด N คือจำนวนต้นต่อพื้นที่ x คือค่าคงที่ ซึ่งได้จากการลองผิดลองถูก (iterative) เพื่อให้ค่า $S/N = [(1-x)/x] [-\ln(1-x)]$ เท่ากันทั้งสองด้าน และ S คือจำนวนชนิดพรรณไม้ต่อพื้นที่เท่ากัน ค่า α ของหมู่ไม้ในแปลงตัวอย่างขนาด 1,600 ตารางเมตร และ 1 เฮกเตอร์ แสดงไว้ใน Table 1 เช่นกัน

จากความสัมพันธ์ดังกล่าวข้างบนนี้ ความ

สัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดกับจำนวนต้นจะอยู่ในรูป

$$S = \alpha \ln (1 + N/\alpha)$$

ในเมื่อ $\ln$ คือ ล็อกการิทึมฐานธรรมชาติ

ดังนั้น เมื่อให้ p เป็นจำนวนต้นเฉลี่ยต่อพื้นที่ และ q คือจำนวนแปลงตัวอย่างย่อย N จะมีค่าเท่ากับ pq และเมื่อให้ p คงที่ สามารถจะหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิด (S) กับขนาดพื้นที่แปลงตัวอย่าง (Q) ได้คือ

$$S = \alpha \ln (1 + pq/\alpha)$$

การศึกษานี้ได้ทดลองใช้แปลงตัวอย่างขนาด 40 x 40 ตารางเมตร เพื่อที่จะทำนายหาจำนวนชนิดของพืชพรรณไม้ในแปลงตัวอย่างขนาดใหญ่ถึง 1 เฮกเตอร์ โดยค่า S เมื่อมีแปลงตัวอย่างขนาดนี้จะมีค่าต่างจาก S เมื่อมีขนาดแปลงตัวอย่างใหญ่ขึ้น

เพื่อให้การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดของพรรณไม้กับขนาดของพื้นที่ที่มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น ได้ทดลองหาความสัมพันธ์โดยใช้โมเดลต่างๆ ตามที่แสดงไว้ใน Table 2 และ 3 กล่าวคือ โมเดลที่ (1) เป็นสมการที่คล้ายคลึงกับที่ Sukwong และคณะ (1976, 1977) เคยใช้กับป่าชนิดต่างๆ มาแล้ว โมเดลที่ (2) เรียกว่าเป็นสมการยกกำลัง หรือ power function ซึ่งคล้ายคลึงกับที่ Kilburn (1966) เคยใช้ โมเดลที่ (3) เป็นสมการเส้นตรงเมื่อแปลงค่าขนาดของพื้นที่ให้อยู่ในรูปล็อกการิทึมฐาน 10 โมเดลที่ (4) เป็นสมการที่ตัวแปรอิสระและตัวแปรตามถูกแปลงเป็นส่วนกลับ (reciprocal) ทั้งสองข้าง โมเดลที่ (5) เป็นสมการที่แปลงค่าตัว

Table 1. Stand characteristics of Sakaerat dry dipterocarp and dry evergreen forests (Trees DBH ≥ 4.5 cm)

Parameters	DDF stand No				DEF
	1	2	3	4	
Altitude (msl)	284	360	362	365	515
Aspect	N	N	S	N	E
Slope	gentle				
Plot size (ha)	1	1	1	1	1
Stand density (N/ha)	554	667	733	701	1,612
No. of species (S/ha)	33	32	28	33	68
Dominant species ¹⁾	Sh.f, Qu.k	Sh.o, Sh.s	Sh.o, Pt.m	Sh.s, Sh.f	Ho.f, Me.o
Species diversity (α_1) ²⁾	7.697	7.013	5.772	7.197	14.312
Plot size (m ²)	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600
Stand density (N/1,600 m ²)	80	125	139	118	284
No. of species (S/1,600 m ²)	16	19	15	26	27
Species diversity (α_2) ²⁾	6.014	6.289	4.269	10.317	7.342

1) Sh.f = *Shorea floribunda*, Qu.k = *Quercus kerrii*, Sh.o = *Shorea obtusa*,
Sh.s = *Shorea siamensis*, Pt.m = *Pterocarpus macrocarpus*, Ho.f = *Hopea ferrea*,
Me.o = *Memecylon ovatum*

2) α_1, α_2 = Fisher's index of species diversity calculated from 1 ha and 1,600 m² plots respectively.

Table 2. Species-area relationships in dry dipterocarp forest (DDF) as compared to dry evergreen forest (DEF). S = number of species; Q = area, m²; log = logarithm of base 10; r² = coefficient of determinations.

Model	Constants	DDF stand No				DDF all stand ¹⁾	DEF stand
		1	2	3	4		
(1) $S = a + bQ^{1/2}$	a	0.958	4.467	1.933	9.267	4.167	0.200
	b	0.346	0.302	0.303	0.281	0.309	0.704
	r ²	0.9528	0.9281	0.9101	0.8327	0.9249	0.9880
(2) $S = aQ^b$	a	0.165	0.614	0.287	1.374	0.521	0.757
	b	0.598	0.445	0.520	0.365	0.465	0.491
	r ²	0.9614	0.9665	0.9677	0.9260	0.9663	0.9910
(3) $S = a + b \log Q$	a	-34.390	-28.110	-29.804	-23.015	-28.830	-66.304
	b	16.453	14.888	14.615	14.615	15.091	31.716
	r ²	0.9655	0.9702	0.9362	0.9362	0.9769	0.8902
(4) $1/S = a + b (1/Q)$	a	0.030	0.037	0.045	0.032	0.036	0.022
	b	47.453	21.791	30.274	13.862	23.683	12.500
	r ²	0.9976	0.9803	0.9481	0.9783	0.9813	0.9639
(5) $\log S = a + b (1/Q)$	a	1.353	1.394	1.329	1.461	1.395	1.644
	b	-113.821	-85.940	-95.595	-73.953	-89.823	-88.216
	r ²	0.8525	0.8328	0.7538	0.8778	0.8345	0.7369

1) All stand = average S of the 4 stands.

Table 3. Constant parameters of the species-area relationship models : $S = k \cdot AB^q$ (exponential function) or $S = kA^{B^q}$ (Gompertz function) of the dry dipterocarp forest (DDF) as compared to the dry evergreen forest (DEF). S = number of species, q = area code : 100 = 0, 400 = 1, 900 = 3-----10,000 = 9

Model	Stand No	Constant parameters		
		k	A	B
(1) $S = k \cdot AB^q$	DDF 1	45.072	43.353	0.868
	2	42.420	39.082	0.861
	3	38.816	37.189	0.854
	4	35.293	29.606	0.733
	All stand	39.586	36.273	0.838
	DEF	173.566	168.147	0.949
(2) $S = kA^{B^q}$	DDF 1	29.923	0.067	0.571
	2	31.623	0.067	0.651
	3	33.266	0.088	0.699
	4	33.189	0.180	0.576
	All stand	31.842	0.118	0.633
	DEF	64.417	0.110	0.686

แปรทั้ง 2 ด้านต่างกัน โดยให้ค่าตัวแปรตาม (S) ด้านซ้ายมืออยู่ในรูปลอการิทึมฐาน 10 และตัวแปรอิสระ (Q) ทางขวามืออยู่ในรูปส่วนกลับ ส่วนใน Table 3 นั้น โมเดลที่ (1) เป็นสมการ exponential function เมื่อ k เป็นค่าคงที่เมื่อ Q เพิ่มขึ้นอย่างไม่จำกัดหรือคือค่า asymptote เมื่อ $Q \rightarrow \alpha$ และโมเดลที่ (2) เป็นสมการ Gompertz function ทั้งนี้โดยพิจารณาว่า เมื่อขนาดพื้นที่มีขนาดใหญ่่มากๆ ความสัมพันธ์ของทั้ง 2 อย่างนี้จะกลายเป็นรูป sigmoid คล้ายคลึงกับรูปแบบการเติบโตของพืชตามอายุ และสมการที่ใช้ควรจะเป็นสมการที่มีค่าคงที่แสดงถึงขีดจำกัดสูงสุดหรือ asymptote ของจำนวนชนิดจึงได้เลือกใช้โมเดลทั้ง 2 อย่างนี้

ผลและวิจารณ์

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดกับขนาดของพื้นที่ จากการใช้ logarithmic series ของ Fisher และคณะ (1943)

เมื่อใช้แปลงตัวอย่างขนาด 40 x 40 ตารางเมตร ซึ่งจะประมาณค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (α) ของ Fisher และคณะ (1943) ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะน้อยกว่าค่า α เมื่อแปลงตัวอย่างมีขนาด 1 เฮกเตอร์เกือบทุกหมู่ไม้ยกเว้นหมู่ไม้ที่ 4 ของป่าเต็งรัง (Table 1) ซึ่งจะมีค่า α สูงมาก (10.317) ทั้งนี้เพราะว่าถึงแม้ว่าจะมีจำนวนชนิดเพิ่มขึ้นตามขนาดพื้นที่ที่เพิ่มขึ้นจนถึง 3,600 ตารางเมตรแล้ว แต่หลังจากนั้นจะมีจำนวนชนิดเพิ่มขึ้นแต่เพียงเล็กน้อย แต่จำนวนต้นจะเพิ่มขึ้นหลายเท่าตัว ซึ่งแสดงถึงว่าจำนวนต้นเหล่านั้นเป็นพรรณไม้ชนิดเดียวกันจึงทำให้มีค่า α น้อยลง (7.197) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในป่าดิบแล้งนั้น ค่า α ที่ได้จากการแปลงตัวอย่างขนาดนี้จะน้อยกว่าในแปลงตัวอย่าง

ขนาด 1 เฮกเตอร์ถึงครึ่งหนึ่ง อย่างไรก็ตาม ค่า α ที่พบในป่าเต็งรังทั้ง 3 หมู่ไม้นี้จะน้อยกว่า ค่า α ที่พบในป่าเต็งรังโปร่งทุกหมู่ (8.6) และป่าเต็งรังผสม (9.1) ซึ่งศึกษาโดย Ogawa และคณะ (1961) ในแปลงตัวอย่างซึ่งมีขนาด 2,500 ตารางเมตร และ 1,000 ตารางเมตร ตามลำดับ ดังนั้น เมื่อจะทำนายหาจำนวนชนิด (S) จากการใช้ logarithmic series ของ Fisher และคณะ (1943) จากการใช้แปลงตัวอย่างขนาดเล็กไปหาแปลงตัวอย่างขนาดใหญ่ ไม่ว่ากรณีไหนก็ตาม จะพบว่า จะทำนายหาจำนวนชนิดได้มากกว่าความเป็นจริงทุกขนาดพื้นที่ที่แปลงตัวอย่าง ยกเว้นจะทำนายที่ขนาดแปลงตัวอย่างที่ใช้ในการคำนวณหาเท่านั้น เช่น ในกรณีแปลงตัวอย่าง ขนาด 40 x 40 ตารางเมตร และแปลงตัวอย่างขนาด 100 x 100 ตารางเมตร จะพบค่า S ตรงกับความเป็นจริงเฉพาะที่จุดนั้นเท่านั้น (Figure 1) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจจะเป็นเพราะว่าโดยข้อเท็จจริงแล้ว จำนวนต้นของพรรณไม้ในแต่ละขนาดแปลงตัวอย่างนั้น ไม่ได้มีการขึ้นกระจายกันอย่างสม่ำเสมอ แต่กลับขึ้นกระจายกันอย่างสุ่ม สำหรับพรรณไม้ทุกชนิดและพรรณไม้ชนิดที่สำคัญๆ บางชนิด มีการขึ้นกระจายแบบจับกลุ่ม (Sahunala และ Dhanmanonda 1995) และป่าเต็งรังนั้นเป็นป่าโปร่งที่มีต้นไม้ขึ้นอยู่กระจัดกระจายอย่างห่างๆ ดังนั้น เมื่อให้จำนวนต้นหรือความหนาแน่นของต้นไม้ต่อพื้นที่คงที่และขยายพื้นที่ให้ใหญ่ขึ้นเกิน 1,600 ตารางเมตร ขึ้นไป (กราฟล่าง) จึงพบว่าจะทำนายหาจำนวนชนิดของพรรณไม้ได้น้อยกว่าความเป็นจริงไปอย่างมาก ในทำนองเดียวกันในแปลงตัวอย่างขนาดใหญ่ถึง

1 เฮกเตอร์อยู่แล้ว นอกจากจะทำนายหาจำนวนชนิดได้มากกว่าความเป็นจริงตั้งแต่แปลงตัวอย่างขนาดเล็ก และจะถูกต้องเฉพาะที่จุดที่มีพื้นที่ 1 เฮกเตอร์เท่านั้นแล้ว หากต่อเส้นกราฟออกไปอีก จะยังทำให้ทำนายหาจำนวนชนิดได้น้อยกว่าความเป็นจริง ทั้งนี้โดยยกเว้นหมู่ไม้ที่ 4 ที่มีค่า α สูงมากเมื่อแปลงตัวอย่างมีขนาด 1,600 ตารางเมตร และมีค่า α ลดลงเมื่อแปลงตัวอย่างมีขนาด 10,000 ตารางเมตร ทำให้การทำนายหาจำนวนชนิดได้เกินกว่าความเป็นจริงตั้งแต่แปลงตัวอย่างขนาดเล็กจนถึงแปลงตัวอย่างขนาดใหญ่ เมื่อใช้แปลงขนาด 1,600 ตารางเมตร หากค่า α และทำนายหาจำนวนชนิดได้น้อยกว่าความเป็นจริงตลอดทุกขนาดแปลงตัวอย่าง เมื่อใช้แปลงตัวอย่างขนาด 10,000 ตารางเมตร หากค่า α ดังนั้นการใช้ logarithmic series ของ Fisher และคณะ (1943) ทำนายหาจำนวนชนิดนั้นอาจจะไม่ถูกต้องนัก นั่นคือค่า α หรือความหลากหลายของพืชพรรณไม้นั้นขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่แปลงตัวอย่างอย่างแน่นอน แม้ว่า logarithmic series นี้จะใช้ได้ดีกับการหาลักษณะความหลากหลายของการขึ้นกระจายของชนิดพรรณไม้ในหมู่ไม้ต่างๆ ของป่าเต็งรังที่สะแกราช (พงษ์ศักดิ์ และคณะ 2536) ก็ตาม

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดกับขนาดของพื้นที่จากการใช้โมเดลต่างๆ

เนื่องจากจำนวนชนิดของพรรณไม้จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อขนาดของพื้นที่แปลงตัวอย่างเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ 100 ตารางเมตร ถึง 1,600 ตารางเมตร ในหมู่ไม้ต่างๆ ของป่าเต็งรัง และป่าดิบแล้ง

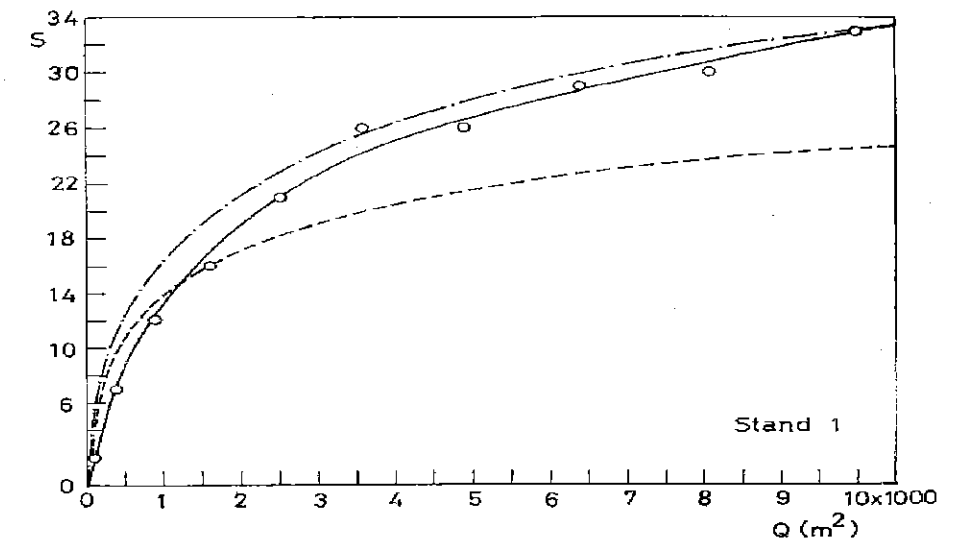


Figure 1. An example of the species-area relations of dry dipterocarp forest (stand 1) as derived from a logarithmic series model of Fisher *et al.* (1943), using 2 different plot sizes; 1,600 m² with its extrapolation and 10,000 m² plot; in a contagious manner of 100 m² quadrat and the good fit of an exponential function model (solid line).

แต่จะมีจำนวนชนิดของพรรณไม้เพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่ลดลงหลังจากนั้น ทำให้ความสัมพันธ์ของทั้งสองอย่างนี้มีแนวโน้มเป็นเส้นโค้งอย่างชัดเจน ดังนั้น จึงได้เลือกใช้โมเดลต่างๆ ที่จะอธิบายความสัมพันธ์ที่เป็นรูปเส้นโค้งนี้ทั้งหมด 7 โมเดลด้วยกัน

จากการใช้โมเดลต่างๆ ทั้ง 7 โมเดล เพื่อทดสอบความสัมพันธ์นี้ได้ผลดังแสดงไว้ใน Table 2 และ 3 ในกรณีของป่าเต็งรังที่มีพรรณไม้เด่นต่างกันทั้ง 4 หมู่ไม้นั้น โมเดลที่ (2), (3), (4) ใน Table 2 จะให้ค่า r^2 สูงเกินกว่า 0.9 ทั้งหมด สำหรับหมู่ไม้ที่ 4 ของป่าเต็งรังซึ่งมีไม้รัง-พยอมเป็นไม้เด่นมีค่า r^2 ต่ำกว่า 0.9 เมื่อใช้โมเดลที่ (1) ส่วนในป่าดิบแล้งนั้น โมเดลที่ (1), (2), (4), ใน Table 2 จะให้ค่า r^2 สูงเกินกว่า 0.9 ยกเว้นโมเดลที่ (3) และโมเดลที่ (5) ใน Table 2 ซึ่งต่างจากป่า

เต็งรัง และโมเดลที่ (5) ให้ค่า r^2 ต่ำที่สุด ถ้าพิจารณาแต่เพียงผิวเผินจะเห็นว่าในป่าเต็งรังนั้น อาจจะใช้โมเดลที่ (1), (2), (3) และ (4) ก็ได้ซึ่งไม่มีความสลับซับซ้อนมากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งโมเดลที่ (1) นั้น จะคล้ายคลึงกับที่ Sukwong และคณะ (1976, 1977) ศึกษาที่ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 10 เซนติเมตรขึ้นไป และโมเดลที่ (2) จะคล้ายคลึงกับที่ Kilburn (1966) ศึกษาที่พืชพรรณในเขตอบอุ่น แต่ทั้ง 2 กรณีนี้ใช้แปลงตัวอย่างเพียง 2,000 และ 900 ตารางเมตร ตามลำดับเท่านั้น แต่เมื่อขนาดแปลงตัวอย่างขยายพื้นที่ให้ใหญ่ขึ้นกว่านี้ และลองลากเส้นกราฟดูแล้ว จะเห็นความเบี่ยงเบนของเส้นกราฟออกไปจากค่าสังเกตอย่างชัดเจน แต่เมื่อพิจารณาในหมู่ไม้ที่ 2 และ 3 ของป่าเต็งรังแล้ว จะเห็นว่า โมเดลที่ (4) นี้จะไม่ใคร่สอดคล้อง

คล่องกับลักษณะการขึ้นกระจายของพรรณไม้ตามขนาดพื้นที่เท่าใดนัก ส่วนใหญ่แล้วจะทำนายจำนวนชนิดได้น้อยกว่าความเป็นจริง เมื่อพื้นที่มีขนาดใหญ่ขึ้น แต่เมื่อพิจารณาทุกหมู่ไม้อิงของป่าเต็งรังแล้ว โมเดลที่ (1) ที่แสดงไว้ใน Table 3 ซึ่งเป็นโมเดลที่ดัดแปลงจาก exponential growth function นั้นจะให้ค่า k ค่อนข้างสูง ทั้ง 4 หมู่ไม้ เมื่อเปรียบเทียบกับโมเดลที่ (2) ใน Table 3 ซึ่งเมื่อแทนค่าตามสมการในโมเดลที่ (2) นี้แล้วจะสอดคล้องกับค่าสังเกตมากที่สุด (Figure 2) ดังนั้นเมื่อเฉลี่ยจำนวนชนิดจากทั้ง 4 หมู่ไม้ และหาความสัมพันธ์กับขนาดของพื้นที่แล้วพบว่าโมเดลที่ (4) ใน Table 2 จะใช้ได้กับหมู่ไม้ทั้ง 4 ก็ตาม แต่โมเดลที่ (1) ที่แสดงไว้ใน Table 3 จะใช้ได้มากกว่าหมู่ไม้ในป่าเต็งรังโดยเฉพาะโดยเฉลี่ยโดยเฉพาะป่าเต็งรังที่สะแกราช (Figure 2)

ส่วนในป่าดิบแล้งนั้นพบว่า โมเดลที่ (1), (2) และ (4) ใน Table 2 จะให้ค่า r^2 สูงกว่า 0.9 ก็ตาม แต่จะไม่ใคร่สอดคล้องกับการขึ้นกระจายของชนิดพรรณไม้ตามขนาดพื้นที่เท่ากับเมื่อใช้โมเดลที่ (1) ที่แสดงไว้ใน Table 3 ซึ่งในกรณีของโมเดลที่ (2) ใน Table 2 นั้น จะเป็นไปตามข้อสรุปของ Kilburn (1966) ส่วนโมเดลที่ (1) ใน Table 3 นั้นแม้จะไม่เป็นไปตามที่ Kilburn (1966) สรุปไว้ก็ตาม แต่จะมีความสัมพันธ์ที่ดีกว่าโมเดลที่ (2) ใน Table 2 เล็กน้อย (Figure 3) คือมีรูปร่างของกราฟคล้ายคลึงกับรูป sigmoid และมีความสัมพันธ์คล้ายตามรูปแบบของ exponential growth function มากกว่าจะเป็นรูปแบบของกราฟเส้นโค้งที่ใช้สมการยกกำลัง (power function)

ธรรมดา โดยจะทำให้สามารถประมาณหาจำนวนชนิดที่ขนาดพื้นที่ต่างๆ ได้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่า

สรุป

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดกับขนาดของพื้นที่ของป่าเต็งรังที่สะแกราชเมื่อเปรียบเทียบกับป่าดิบแล้งในท้องที่เดียวกัน สรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

1. เมื่อใช้ logarithmic series ของ Fisher และคณะ (1943) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์นี้พบว่าจะไม่ถูกต้องตามความเป็นจริงกล่าวคือ เมื่อพื้นที่ของป่ามีขนาดเล็กจะทำนายหาจำนวนชนิดได้มากกว่าความเป็นจริง และเมื่อขนาดของพื้นที่มีขนาดใหญ่จะทำนายหาจำนวนชนิดได้น้อยกว่าความเป็นจริง เนื่องจากชนิดของพรรณไม้ในป่าทั้งสองชนิดนี้ไม่ได้มีการขึ้นกระจายอย่างสม่ำเสมอ แต่มีการขึ้นกระจายแบบจับกลุ่ม และมีจำนวนชนิดกับจำนวนต้นเปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีพื้นที่ขนาดใหญ่ขึ้นทำให้ความหลากหลายชนิดเปลี่ยนแปลงไป

2. เมื่อใช้โมเดลต่างๆ เพื่ออธิบายความสัมพันธ์นี้จำนวนทั้งสิ้น 7 โมเดลพบว่าในป่าเต็งรังที่มีไม้เด่นต่างกัน 4 ประเภท จะอธิบายความสัมพันธ์ได้ดี โดยใช้ exponential function เมื่อแยกเป็นประเภทย่อยหรือพิจารณาารวมกันทั้ง 4 หมู่ไม้โดยเฉลี่ย ส่วนในป่าดิบแล้งนั้นพบว่า ความสัมพันธ์นี้จะอธิบายได้ดีโดยการใช้โมเดลที่อยู่ในรูป power function พอดี กับ โมเดลที่อยู่ในรูป exponential function

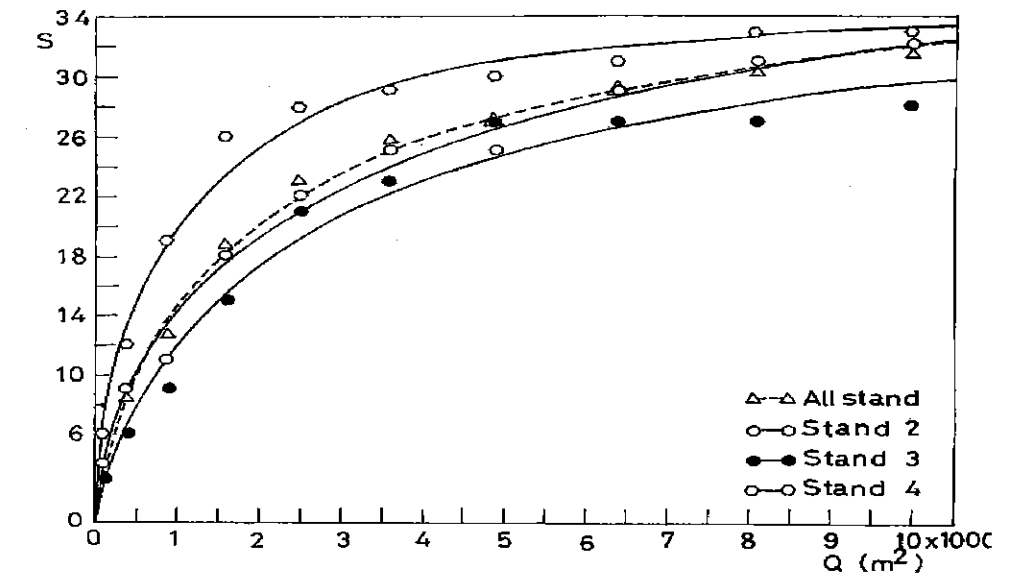


Figure 2. A comparison of the species-area relations in 3 different stands of dry dipterocarp forest and in an average of all 4 stands at Sakaerat showing a good fit by the exponential function model using the constants shown in Table 3.

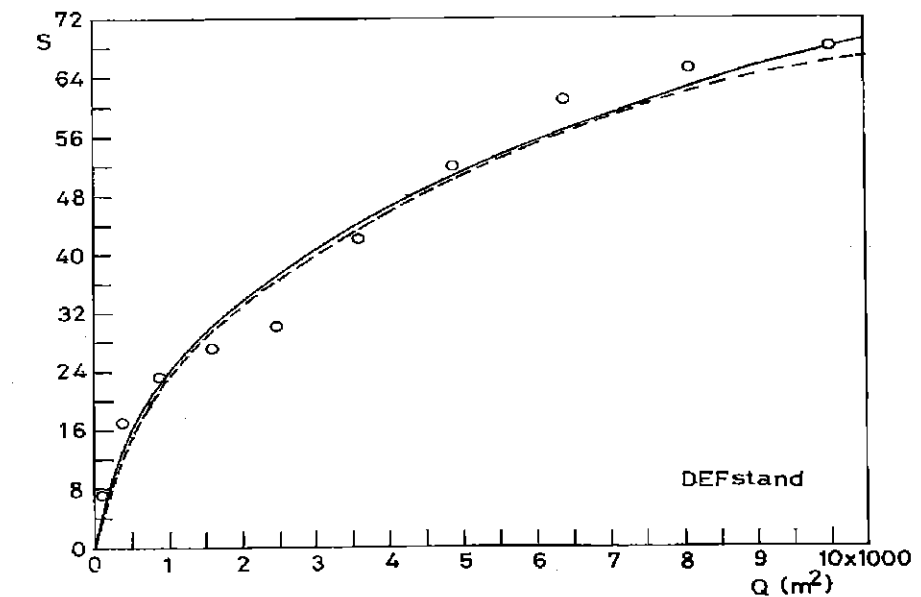


Figure 3. Species-area relations of dry evergreen forest showing a good fit by an exponential function model (above) as compared to the power function model (below) using the constants shown in Tables 2 and 3.

เอกสารอ้างอิง

- พงษ์ศักดิ์ สหุนาฟู, ปรีชา ธรรมานนท์ และสมนึก ผ่องอำไพ. 2536. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของป่าเต็งรัง. รายงานการวิจัยช่วงกลาง. เสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 73 หน้า.
- Braun-Blanquet, J. 1932. Plant sociology. Transl. by G.D. Fuller and H.S. Conard. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York. 439 pp.
- Cain, S.A. 1938. The species-area curve. Amer. Midland Nat. 19 : 573-581.
- Cain, S.A. and G.M. de O. Castro. 1959. Manual of vegetation analysis. Harper and Bros., New York. 325 pp.
- Evans, F.C., P.J. Clark and R.H. Brand. 1955. Estimation of the number of species present on a given area. Ecology. 36 : 342 - 343.
- Fisher, R.A., A.S. Corbet and C.B. Williams. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. J. Anim. Ecol. 12 : 42-58.
- Goodall, D.W. 1952. Quantitative aspects of plant distribution. Biol. Rev. 27 : 194-245.
- Hopkins, B. 1955. The species-area relations of plant communities. J. Ecol. 43 : 409-426.
- Kilburn, P.D. 1966. Analysis of the species-area relation. Ecology 47 : 831-843.
- Ogawa, H., K. Yoda and T. Kira. 1961. A preliminary survey on the vegetation of Thailand. Nature and Life in Southeast Asia. 1 : 21-157.
- Sahunalu, P. and P. Dhanmanonda. 1995. Structure and dynamics of dry dipterocarp forest, Sakaerat, northeastern Thailand. In : Vegetation Science in Forestry (E.O. Box *et al*, eds.), 469-498. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- Sukwong, S., L. Chantanaparb, U. Kutintara, P. Sahunalu, 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. & 2. Faculty of Forestry, Kasetsart University. 240 & 132 pp.