

ความหลากหลายของไม้ยืนต้นในป่าเต็งรังที่สระเกษ จ.นครราชสีมา Species Diversity of Trees in Dry Dipterocarp Forest at Sakaerat, Nakornratchasima

II. การคาดคะเนจำนวนชนิดและความหลากหลายของพรรณไม้จากจำนวนต้นไม้ II. Species Number and Species Diversity Expectations from Tree Individuals

พงษ์ศักดิ์ สารุนาฬ¹

Pongsak Sahunalu

ABSTRACT

Species number expectation ($E_{(s)}$) using a rarefaction technique for the 4 stands of dry dipterocarp forest at Sakaerat Environmental Research Station, Nakornratchasima, province separately and average for the 4 stands as compared to 1 stand of dry evergreen forest of the same locality and 2 stands of secondary and primary (shrine) dry dipterocarp forests at Don Pu Ta Somdet province was investigated by using standard sample size (n) of 10, 30, 50, 100, 300, 500, 700, and more tree individuals except for those stands with lesser abundant trees in which n was reduced to an appropriate size in the two periods of tree censuses in the permanent study plots. $E_{(s)}$ of each stand was further correlated with n and the two species diversity indices; Fisher (α) and Shannon and Weiner (H) then estimated. The study showed that $E_{(s)}$ increased differently until attaining a ceiling at different n and both variables were well correlated in forms of logisitic, Gompertz and power function models for the 4 stands of different dominant species and 2 stands of secondary and primary forests during the two periods respectively. For the dry evergreen forest which a considerable large species number was expected during the two periods, it was well fitted by a logistic function model. These $E_{(s)}$ and a fixed standard sample size of 500 individuals per plot ($n=500$) was then used to estimate the α and then the H indirectly and also changes of H of each stand according to time changes were further discussed.

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้ทำการคาดคะเนจำนวนชนิดของพรรณไม้ ($E_{(s)}$) โดยใช้เทคนิค rarefaction ใน 4 หนุ่ไม้ของป่าเต็งรังที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสระเกษ อำเภอน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา แยกกันและเฉลี่ยจาก 4 หนุ่ไม้เปรียบเทียบกับ 1 หนุ่ไม้ของป่าดิบแล้งในท้องที่เดียวกันและกับ 2 หนุ่ไม้ที่เป็นป่ารุ่น และป่าธรรมชาติดั้งเดิมตอนป่าที่อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ ทั้งนี้ โดยกำหนดให้จำนวนต้นไม้วัดอย่างมาตรฐานของพรรณไม้ (n) เป็น 10, 30, 50, 100, 300, 500, 700 และมากกว่านี้ขึ้นไป ยกเว้นในหนุ่ไม้ที่มีจำนวนต้นไม้น้อยกว่านี้ ได้กำหนดให้จำนวนต้นไม้ตามความเหมาะสม ในระหว่างช่วงเวลาของการตรวจนับพรรณไม้ 2 ครั้งในแปลงตัวอย่างถาวร นำจำนวนชนิดของพรรณไม้ที่คาดคะเนได้ ($E_{(s)}$) ของแต่ละหนุ่ไม้ไปหาความสัมพันธ์กับ n และประมาณหาดัชนีความหลากหลาย 2 อย่าง คือ α (Fisher) และ H (Shannon-Wiener) การศึกษาพบว่า $E_{(s)}$ จะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ใน

¹ ภาควิชาวนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Dept. of Silviculture, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok. 10900

ตอนแรก อย่างรวดเร็วในตอนกลาง และเพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่ลดลงจนถึงขีดจำกัดเมื่อมีจำนวน n ต่าง ๆ กันออกไปแล้วแต่หญ้า ๒ ชนิดหญ้าไม่มีที่มีจำนวนชนิดค่อนข้างน้อย และเป็นป่าที่ถูกรบกวนอยู่เสมอ ตัวแปรทั้งสองค่านี้มีความสัมพันธ์กันในรูปของ logistic, Gompertz, และ power function models ในหญ้าไม่มีทั้ง 4 หญ้าของป่าเต็งรังที่มีไม้เด่นต่างกัน และในหญ้าไม่มีที่เป็นป่ารุ่นและป่าเต็งรังดั้งเดิมคอนปู้ตาทั้ง 2 ช่วงเวลา เมื่อเปรียบเทียบกับป่าดิบแล้งซึ่งมีจำนวนชนิดที่คาดคะเนได้เป็นจำนวนค่อนข้างมากทั้ง 2 ช่วงเวลานั้น จะมีความสัมพันธ์กันดีมากในรูปของ logistic function model เมื่อนำค่าประมาณของจำนวนชนิดเหล่านี้ที่กำหนดให้จำนวนต้นมาตรฐานเป็น 500 ต้นต่อแปลงไปหาดัชนีความหลากหลาย α และ H โดยทางอ้อมแล้วสามารถใช้พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความหลากหลาย H ของแต่ละหญ้าไม้ต่อไปได้เมื่อเวลาเปลี่ยนไปอีกด้วย

คำนำ

จากการศึกษาเรื่องเดียวกันนี้ในชุดแรก (พงษ์ศักดิ์, 2538) นั้น ป่าเต็งรังไม่ว่าจะเป็นที่สะแกราช หรือที่สมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราชศึกษาความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายในเวลาต่าง ๆ กันแล้วนั้น เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างป่าเต็งรังในท้องที่เดียวกันกับป่าดิบแล้ง และป่าเต็งรังในท้องที่ต่างกันแล้วพบว่าความหลากหลายของหญ้าไม้นั้นไม่ว่าจะใช้ดัชนีใดก็ตาม จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปตามจำนวนชนิดและจำนวนต้นที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง แต่ส่วนใหญ่แล้วจะมีความหลากหลายในหญ้าไม้ต่างกันที่เวลาเริ่มต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ ดัชนี H และใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ t -test อย่างเดียวกัน ยกเว้นบางหญ้าไม้เท่านั้น แต่เมื่อเวลาเปลี่ยนไป แม้ว่าจำนวนชนิดและจำนวนต้นจะลดลงเกือบทุกหญ้าไม้ ยกเว้นหญ้าไม่มีที่มีไม้เต็ง-ประดู่ เป็นไม้เด่น (หญ้าไม่มีที่ 3) แล้วจะไม่ทำให้ความหลากหลาย H แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแต่อย่างใด สำหรับหญ้าไม่มีที่ 3 ซึ่งมีจำนวนชนิดและจำนวนต้นเพิ่มขึ้นนั้น เมื่อเวลาผ่านไป 9 ปี ได้ทำให้ความหลากหลาย H เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเป็นเช่นนี้เราจะได้คาดคะเนจำนวนชนิดจากจำนวนต้นได้หรือไม่เป็นเรื่องที่น่าจะติดตามศึกษาต่อไป และเมื่อคาดคะเนจำนวนชนิดได้แล้วก็สามารถจะหาดัชนีความหลากหลายโดยทางอ้อมต่อไปได้เช่นกัน ทั้งนี้เพราะว่าในการคาดคะเน

หาจำนวนชนิดของพรรณไม้นั้นมีวิธีการที่เรียกว่า rarefaction ซึ่งพัฒนาขึ้นมาโดย Sanders (1968) และได้รับการปรับปรุงในลำดับต่อมาโดย Hurlbert (1971) นอกจากนี้ พงษ์ศักดิ์ (2538) ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener (H) กับของ Fisher (α) ไว้แล้ว จึงสามารถจะประมาณหาดัชนีความหลากหลายทั้ง 2 อย่างของพรรณไม้ในหญ้าไม้เหล่านี้ได้ และสามารถจะศึกษาต่อไปถึงการเปลี่ยนแปลงของความหลากหลายของหญ้าไม้ใดหญ้าไม้หนึ่งในสังคมพืชได้เช่นกัน การศึกษาจึงเป็นความพยายามประยุกต์เทคนิคที่มีอยู่และแนวความคิดดังกล่าว เพื่อใช้อธิบายความผันแปรและการควบคุมการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายของพืชพรรณไม้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

จากข้อมูลการศึกษาจำนวนชนิดและจำนวนต้นของพรรณไม้ใน 4 หญ้าของป่าเต็งรังที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา เปรียบเทียบกับป่าดิบแล้ง 1 หญ้าในท้องที่เดียวกัน และ 2 หญ้าของป่าเต็งรังที่คอนปู้ตา อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ ชุดเดียวกับที่พงษ์ศักดิ์ (2538) ใช้ สามารถจะนำเทคนิค rarefaction ซึ่งอยู่ในรูปของแฟลตอเรียลมาประยุกต์ได้ดังนี้ คือ

ตอนแรก อย่างรวดเร็วในตอนกลาง และเพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่ลดลงจนถึงขีดจำกัดเมื่อมีจำนวน n ต่าง ๆ กันออกไปแล้วแต่หญ้า ๒ ชนิดหญ้าไม่มีที่มีจำนวนชนิดค่อนข้างน้อย และเป็นป่าที่ถูกรบกวนอยู่เสมอ ตัวแปรทั้งสองค่านี้มีความสัมพันธ์กันในรูปของ logistic, Gompertz, และ power function models ในหญ้าไม่มีทั้ง 4 หญ้าของป่าเต็งรังที่มีไม้เด่นต่างกัน และในหญ้าไม่มีที่เป็นป่ารุ่นและป่าเต็งรังดั้งเดิมคอนปู้ตาทั้ง 2 ช่วงเวลา เมื่อเปรียบเทียบกับป่าดิบแล้งซึ่งมีจำนวนชนิดที่คาดคะเนได้เป็นจำนวนค่อนข้างมากทั้ง 2 ช่วงเวลานั้น จะมีความสัมพันธ์กันดีมากในรูปของ logistic function model เมื่อนำค่าประมาณของจำนวนชนิดเหล่านี้ที่กำหนดให้จำนวนต้นมาตรฐานเป็น 500 ต้นต่อแปลงไปหาดัชนีความหลากหลาย α และ H โดยทางอ้อมแล้วสามารถใช้พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความหลากหลาย H ของแต่ละหญ้าไม้ต่อไปได้เมื่อเวลาเปลี่ยนไปอีกด้วย

คำนำ

จากการศึกษาเรื่องเดียวกันนี้ในชุดแรก (พงษ์ศักดิ์, 2538) นั้น ป่าเต็งรังไม่ว่าจะเป็นที่สะแกราช หรือที่สมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราชศึกษาความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายในเวลาต่าง ๆ กันแล้วนั้น เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างป่าเต็งรังในท้องที่เดียวกันกับป่าดิบแล้ง และป่าเต็งรังในท้องที่ต่างกันแล้วพบว่าความหลากหลายของหญ้าไม้นั้นไม่ว่าจะใช้ดัชนีใดก็ตาม จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงไปตามจำนวนชนิดและจำนวนต้นที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง แต่ส่วนใหญ่แล้วจะมีความหลากหลายในหญ้าไม้ต่างกันที่เวลาเริ่มต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อใช้ ดัชนี H และใช้วิธีการทดสอบโดยใช้ t -test อย่างเดียวกัน ยกเว้นบางหญ้าไม้เท่านั้น แต่เมื่อเวลาเปลี่ยนไป แม้ว่าจำนวนชนิดและจำนวนต้นจะลดลงเกือบทุกหญ้าไม้ ยกเว้นหญ้าไม่มีที่มีไม้เต็ง-ประดู่ เป็นไม้เด่น (หญ้าไม่มีที่ 3) แล้วจะไม่ทำให้ความหลากหลาย H แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแต่อย่างใด สำหรับหญ้าไม่มีที่ 3 ซึ่งมีจำนวนชนิดและจำนวนต้นเพิ่มขึ้นนั้น เมื่อเวลาผ่านไป 9 ปี ได้ทำให้ความหลากหลาย H เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเป็นเช่นนี้เราจะได้คาดคะเนจำนวนชนิดจากจำนวนต้นได้หรือไม่เป็นเรื่องที่น่าจะติดตามศึกษาต่อไป และเมื่อคาดคะเนจำนวนชนิดได้แล้วก็สามารถจะหาดัชนีความหลากหลายโดยทางอ้อมต่อไปได้เช่นกัน ทั้งนี้เพราะว่าในการคาดคะเน

หาจำนวนชนิดของพรรณไม้นั้นมีวิธีการที่เรียกว่า rarefaction ซึ่งพัฒนาขึ้นมาโดย Sanders (1968) และได้รับการปรับปรุงในลำดับต่อมาโดย Hurlbert (1971) นอกจากนี้ พงษ์ศักดิ์ (2538) ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener (H) กับของ Fisher (α) ไว้แล้ว จึงสามารถจะประมาณหาดัชนีความหลากหลายทั้ง 2 อย่างของพรรณไม้ในหญ้าไม้เหล่านี้ได้ และสามารถจะศึกษาต่อไปถึงการเปลี่ยนแปลงของความหลากหลายของหญ้าไม้ใดหญ้าไม้หนึ่งในสังคมพืชได้เช่นกัน การศึกษาจึงเป็นความพยายามประยุกต์เทคนิคที่มีอยู่และแนวความคิดดังกล่าว เพื่อใช้อธิบายความผันแปรและการควบคุมการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายของพืชพรรณไม้ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

จากข้อมูลการศึกษาจำนวนชนิดและจำนวนต้นของพรรณไม้ใน 4 หญ้าของป่าเต็งรังที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา เปรียบเทียบกับป่าดิบแล้ง 1 หญ้าในท้องที่เดียวกัน และ 2 หญ้าของป่าเต็งรังที่คอนปู้ตา อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ ชุดเดียวกับที่พงษ์ศักดิ์ (2538) ใช้ สามารถจะนำเทคนิค rarefaction ซึ่งอยู่ในรูปของแฟลคตอเรียลมาประยุกต์ได้ดังนี้ คือ

$$E_{(s)n} = \sum_{i=1}^N [1 - \{ \frac{N - N_i}{n} \} / \{ \frac{N}{n} \}]$$

หรือ

$$E_{(s)n} = \sum_{i=1}^N [1 - \{ \frac{(N - N_i)!}{n!(N - N_i) - (n)!} \times \frac{(N - n)!n!}{N!} \}]$$

ในเมื่อ $E(s)n$ = ค่าคาดคะเนจำนวนชนิดเมื่อ

จำนวนต้น = n

n = จำนวนต้นไม้ตัวอย่างมาตรฐาน

ฐาน (standard sample size)

ที่กำหนด ในที่นี้กำหนดให้

$n = 10, 30, 50, 100, 300,$

$500, 700$ และมากกว่าหรือน้อยกว่านี้

แล้วแต่จำนวนต้น

ไม้จริงในแปลงตัวอย่างจะมี

อยู่มากน้อยเท่าไร

N = จำนวนต้นไม้ทั้งหมดที่มีอยู่ใน

หมู่ไม้นั้นๆ ต่อแปลง

N_i = จำนวนต้นไม้ของพรรณไม้

ชนิดที่ i ในหมู่ไม้นั้นๆ

เมื่อ $i = 1, 2, 3 \dots N$

! = เครื่องหมายแฟคตอเรียล

ในที่นี้ได้ใช้เทคนิคดังกล่าวนี้ ทั้ง 2 ช่วงเวลา คือ ในปี 2527 และปี 2536 สำหรับป่าเต็งรัง ทั้ง 4 หมู่ไม้ที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ปี 2525 และ ปี 2536 สำหรับป่าดิบแล้ง 1 หมู่ไม้ในท้องที่เดียวกัน และปี 2527 และ ปี 2532 สำหรับป่าเต็งรัง 2 หมู่ไม้ที่คองปู่ตา อำเภอสมเด็จ จังหวัดกาฬสินธุ์ แล้วทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดที่คาดคะเนได้ตามจำนวนต้นของพรรณไม้ที่กำหนด ($E(s)$) กับจำนวนต้นไม้ตัวอย่างมาตรฐาน (n) เพื่อศึกษาแนวโน้มของความสัมพันธ์ ดังกล่าว

นอกจากนี้ได้ทำการวิเคราะห์หาความหลากหลายชนิดของต้นไม้ ดำเนินการหาความหลากหลายโดย

ใช้ดัชนีของ Fisher (α) ขึ้นมาเสียก่อน โดยใช้วิธีการอย่างเดียวกับที่อธิบายไว้แล้วในรายงาน (พงษ์ศักดิ์, 2538) แล้วจึงหาความหลากหลายชนิดจากดัชนีของ Shannon-Wiener (H) โดยทางอ้อมจากความสัมพันธ์ ระหว่าง H กับ α จากรายงานชุดก่อนเช่นกัน

ผลและวิจารณ์

จำนวนชนิดของพรรณไม้ในป่าเต็งรังที่คาดคะเนจากจำนวนต้น

จากเทคนิค rarefaction จะสามารถคาดคะเนจำนวนชนิดของพรรณไม้ได้ตามจำนวนต้นไม้มาตรฐานที่กำหนดแตกต่างกันไปแล้วแต่หมู่ไม้ และในแต่ละปี ซึ่งในที่นี้ได้กำหนดให้จำนวนต้นไม้มาตรฐานเป็น 10, 30, 50, 100, 300, 500, 700 และ 1,000 ต้น/แปลง ยกเว้น ในหมู่ไม้ที่มีจำนวนต้นไม้ที่พบในแต่ละช่วงเวลาน้อยกว่านี้ เช่นในป่าเต็งรังคังเคิมคองปู่ตา ที่อำเภอสมเด็จ เมื่อปี 2532 ซึ่งพบว่ามีจำนวนต้นไม้อยู่เพียง 88 ต้น/แปลง และป่าเต็งรังที่เป็นป่ารุ่นในท้องที่เดียวกันมีอยู่ 212 ต้น/แปลง และหมู่ไม้อื่นๆ ของป่าเต็งรังที่สะแกราช (พงษ์ศักดิ์, 2538 และ Table 1) ซึ่งได้ลดจำนวนต้นไม้มาตรฐานลงให้เหมาะสม จำนวนชนิดของพรรณไม้ที่คาดคะเนได้ตามจำนวนต้นไม้มาตรฐานดังกล่าวในแต่ละช่วงเวลาเริ่มต้นศึกษาในแต่ละหมู่ไม้ แสดงไว้ใน Fig. 1 ซึ่งพบว่าจำนวนชนิดของพรรณไม้จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนต้นไม้ที่กำหนดในรูปของกราฟเส้นโค้ง จำนวน 4 หมู่ไม้ และเป็นรูปกราฟเส้นตรง จำนวน 3 หมู่ไม้ ซึ่งเมื่อพล็อตด้วยกระดาษกราฟที่มีแกนทั้งสองเป็นลอการิทึม (double logarithmic coordinate) แล้วจะเป็นรูปเส้นโค้งแบนราบไม่เท่ากัน และเป็นเส้นตรงแตกต่างกันไปแล้วแต่หมู่ไม้ ซึ่งสามารถจะปรับกราฟเส้นโค้งในลักษณะนี้ได้ โดยใช้โมเดลความสัมพันธ์ในลักษณะต่างๆ เช่น โมเดล logistic function (Fig. 1 A) โมเดล

Gompertz function (Fig. 1 B) และโมเดลของ power function หรือสมการยกกำลัง (Fig. 1 C) ซึ่งได้แสดงค่าคงที่ของความสัมพันธ์เหล่านี้ พร้อมทั้งค่าสัมประสิทธิ์ของค่ากำหนด (coefficient of determinations, r^2) ของสมการความสัมพันธ์รูปสุดท้ายดังแสดงไว้ใน Table 1.

ค่าคงที่ต่างๆ ในสมการความสัมพันธ์ทุกตัวในที่นี่แสดงถึงความผันแปรของความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดที่คาดคะเนได้กับจำนวนคนที่กำหนดซึ่งมีเหตุผลมากกว่าวิธีการที่ Itow (1984, 1986) ได้รายงานไว้ เนื่องจากในการศึกษานี้ได้ใช้ความสัมพันธ์ระหว่าง $E(s)$ กับ n มากกว่าที่จะหาความแตกต่าง

Table 1. Constant parameters of the relationships between expected number of species ($E(s)$) and number of individuals at various standard sample sizes (n) setting $n = 10, 30, 50$equal to $x = 0, 1, 2$

1. $E(s) = k/1 + me^{-ax}$ (logistic function model)
2. $E(s) = ka^b x$ (Gompertz function model)
3. $E(s) = an^b$ (power function model)

Stand	Year	Constants			Comment
		-a	m	k	
Sakaerat DDF					
Stand No 1	1984	0.422	6.497	61.35	Eq.1
	1993	0.435	4.432	45.60	"
3	1984	0.281	14.080	68.49	"
	1993	0.589	7.255	46.66	"
Sakaerat DEF	1982	0.518	10.421	78.95	"
	1993	0.511	9.474	78.95	"
		a	b	k	
Sakaerat DDF					
Stand No 4	1984	0.146	0.694	41.12	Eq.2
	1993	0.144	0.705	40.53	"
All stand av.	1984	0.135	0.728	43.45	"
	1993	0.121	0.746	50.15	"
		a	b	r^2	
Sakaerat DDF					
Stand No 2	1984	2.244	0.429	0.9980	Eq.3
	1993	2.080	0.436	0.9872	"
Somdet DDF					
Secondary	1984	1.586	0.593	0.9890	"
	1989	1.652	0.366	0.9980	"
Primary	1984	1.586	0.593	0.9890	"
	1989	1.500	0.619	0.9954	"

r^2 = coefficient of determinations of the transformed power function model into linear regression model.

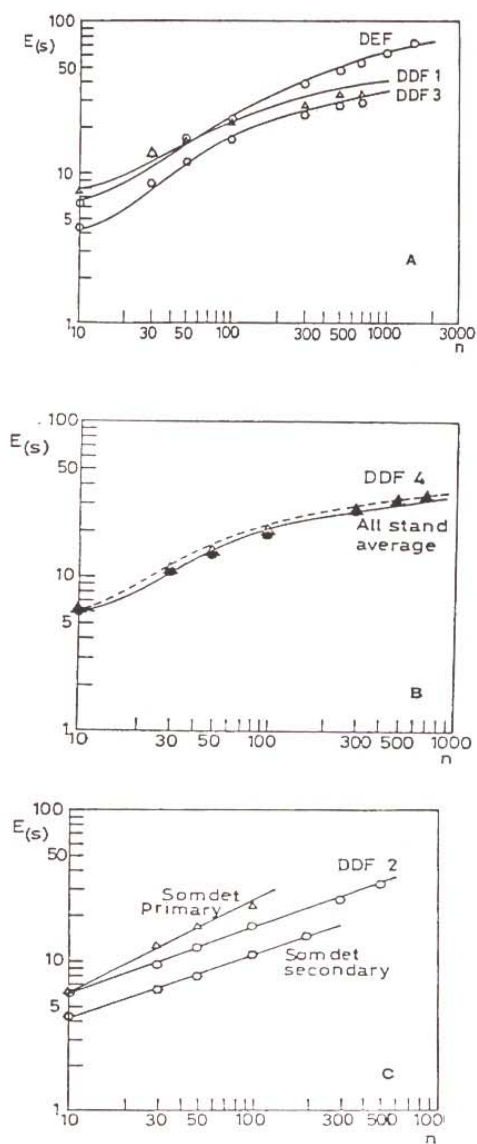


Figure 1. Three different types of curves showing the relationships between the expected number of species ($E(s)$) and number of individuals at various standard sample size (n) of dry dipterocarp (DDF) and dry evergreen forests (DEF). Only in the initial period of censuses are shown.

ระหว่างจุดสองจุดในกราฟดังเช่นที่ Itow (1984, 1986) ศึกษา ทั้งนี้เพราะจะได้ค่าความลาดชัน (b) เฉพาะ 2 ช่วงเท่านั้น แทนที่จะเป็นความลาดชันของกราฟแสดงความสัมพันธ์ทั้งหมดดังเช่นที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งในแต่ละหมู่ไม้จะมีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนชนิดตามการเพิ่มขึ้นของจำนวนต้นในอัตราที่แตกต่างกัน และเริ่มคงที่ต่างกัน ตลอดจนมีค่าคงที่ k ต่างกันที่เวลาเดียวกันและแตกต่างกันไปตามช่วงเวลาเปลี่ยนแปลงไป โดยจะเห็นชัดว่าหมู่ไม้ที่ 1 และ 3 ของป่าเต็งรังที่สะแกราช (Fig. 1 A และ Table 1) ซึ่งมีไม้พยอม-ก่อพะ และไม้เต็ง-ประดู่เป็นไม้เด่น และป่าดิบแล้งในท้องที่เดียวกันนี้ ซึ่งเป็นหมู่ไม้ที่มีจำนวนชนิดค่อนข้างมากและมากที่สุดจะมีลักษณะเป็นกราฟรูป S และสามารถจะใช้โมเดลความสัมพันธ์ที่อยู่ในรูป logistic function ไปปรับ (fit) ได้โดยจะมีค่าคงที่ $-a$ ซึ่งแสดงถึงอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนชนิดตามอัตราการเพิ่มขึ้นของจำนวนต้นไม้สูงสุดในปีใดปีหนึ่ง และน้อยที่สุดในป่าเต็งรังที่มีไม้เต็ง-ประดู่ เป็นไม้เด่น ดังในหมู่ไม้ที่ 3 (Stand no.3) โดยเฉพาะในช่วงแรก (ปี 2527) และเพิ่มมากขึ้นในช่วงหลัง (ปี 2536) ส่วนป่าเต็งรังที่มีไม้พยอม-ก่อพะ เป็นไม้เด่น ดังในหมู่ไม้ที่ 1 (Stand no.1) นั้นจะมีอัตราเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อย ในขณะที่ค่าคงที่ m ซึ่งแสดงถึงจุดที่กราฟเส้นโค้งได้เพิ่มขึ้นด้วยอัตราสูงสุดแล้วเริ่มจะแบนราบลง (inflexion point) นั้นจะแตกต่างกันออกไปในทั้ง 3 หมู่ไม้ และทั้ง 2 ช่วงเวลา ซึ่งจะทำให้รูปร่างของกราฟแตกต่างกันและจะมีค่า k ซึ่งเป็นจุดสูงสุดที่จำนวนชนิดที่คาดคะเนได้ (E_{∞}) จากจำนวนต้นไม้อย่างไม่จำกัด ($n \rightarrow \infty$) ที่เรียกว่าจุด asymptote สูงสุดในปีใดปีหนึ่งที่ไม่เปลี่ยนแปลงเลยทั้ง 2 ช่วงเวลา และในหมู่ไม้ที่ 3 ที่มีจำนวนต้นมากขึ้น ในช่วงที่ 2 (ปี 2536) ทำให้กราฟแบนราบเร็วขึ้น และจุดจำกัดสูงสุด (k) มีค่าน้อยลง อย่างไรก็ตามการที่ค่าเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไปจะด้วยสาเหตุของการเพิ่มหรือลดจำนวนชนิดและจำนวนต้นก็ตามจะต้องทำการศึกษาต่อไป

กราฟแสดงความสัมพันธ์นี้ในป่าเต็งรังที่มีไม้รัง-พยอม เป็นไม้เด่นในหมู่ไม้ที่ 4 (Stand no.4) และป่าเต็งรังที่สะแกราชทั้งป่าโดยเฉลี่ยจากทั้ง 4 หมู่ไม้นั้น จำนวนชนิดและจำนวนต้นจะมีลักษณะเป็นกราฟคล้ายคลึงกับรูปตัว S แต่ไม่มีจุด inflexion point ชัดเจนจะใช้โมเดลความสัมพันธ์ที่อยู่ในรูป Gompertz function ไปปรับ (fit) ได้โดยจะมีค่าคงที่ของความสัมพันธ์แตกต่างกันไปทั้งในระหว่างหมู่ไม้ และในระหว่างช่วงเวลาทั้ง 2 ช่วง (Fig 1B และ Table 1) แต่ป่าเต็งรังที่มีไม้เต็ง-รัง เป็นไม้เด่นในหมู่ไม้ที่ 2 (Stand no.2) ตลอดทั้งป่าเต็งรังที่เป็นป่ารุ่น และป่าดั้งเดิมที่สมเด็ญนั้นจะไม่แสดงลักษณะความสัมพันธ์เป็นรูปเส้นโค้งแบบรูปตัว S แต่จะเป็นรูปเส้นโค้งขึ้นซึ่งสามารถปรับให้เป็นเส้นตรงในกราฟล็อกการิทึมทั้ง 2 ด้าน โดยใช้โมเดลความสัมพันธ์ในรูป power function ไปปรับ (fit) ได้ทั้ง 3 หมู่ไม้ และทั้ง 2 ช่วงเวลา (Fig 1C และ Table 1) กรณีหลังนี้จะมีกราฟความสัมพันธ์ที่คล้ายคลึงกับป่าไม้อัดในชนิดต่าง ๆ ในหมู่เกาะทางทะเลจีนใต้ของญี่ปุ่น ซึ่งมีจำนวนชนิดค่อนข้างจำกัด (Itow, 1984; 1986; Itow และคณะ, 1984) ซึ่งคล้ายคลึงกับป่าเต็งรัง 3 หมู่ไม้ดังกล่าวนี้

ดังนั้นในกรณีที่หมู่ไม้มีต้นไม้น้อยลงเป็นจำนวนค่อนข้างมาก เช่น ในหมู่ไม้ที่ 2 ที่สะแกราช และป่ารุ่นกับป่าดั้งเดิมที่สมเด็ญ (พงษ์ศักดิ์, 2538) จะได้อัตราเพิ่มขึ้นของจำนวนชนิดตามจำนวนต้นมาตรฐานที่เปลี่ยนไปในอัตราที่น้อยลง หรือเพิ่มขึ้นไม่มากนัก กราฟแสดงความสัมพันธ์นี้จึงไม่แสดงลักษณะการเพิ่มขึ้นของจำนวนชนิดตามจำนวนต้นที่เพิ่มอย่างมีขีดจำกัด ทำให้ความสัมพันธ์เป็นไปในรูปของสมการยกกำลังมากกว่าจะเป็นไปในรูปอื่นดังที่พบในหมู่ไม้อื่น ๆ และไม่ทราบว่าเมื่อใดจึงจะลดลงหรือคงที่ อย่างไรก็ตาม ประเด็นสำคัญที่พบในป่าธรรม-

ชาติที่ไม่ถูกรบกวนนั้นก็คือ แม้จะมีจำนวนต้นเพิ่มขึ้น แต่จำนวนชนิดจะเพิ่มขึ้นอย่างมีจุดจำกัด ซึ่งอาจจะแสดงให้เห็นถึงลักษณะของการเปลี่ยนแปลงอย่างมีคุณภาพ (dynamic equilibrium) ก็ได้ แต่ยังไม่มียุทธวิธีใด ๆ อธิบายถึงประเด็นนี้อย่างชัดเจนนัก

เมื่อให้จำนวนต้นไม้ด้วยมาตรฐานเท่ากันทุกหมู่ไม้ คือ 500 ต้น/แปลง ทั้งนี้โดยพิจารณาว่า จำนวนต้นไม้ขนาดนั้นน่าจะเป็นจำนวนต้นไม้ระดับปานกลางที่ป่าทุกชนิดและทุกหมู่ไม้ที่ศึกษานี้ควรจะมีความหนาแน่นอยู่เป็นอย่างน้อย แม้ว่าในป่าเต็งรังดั้งเดิมตอนปูดนั้นจะมีจำนวนต้นเพียง 101 ต้น/แปลงขนาด 3200 ม² หรือ 316 ต้น/เฮกแตร์ และในป่ารุ่นจะมีจำนวนต้น 213 ต้น/แปลงขนาด 1600 ม² หรือ 1444 ต้น/เฮกแตร์ (พงษ์ศักดิ์, 2538) ซึ่งอาจจะมีความหนาแน่นพอๆ กับป่าดิบแล้งก็ตาม จากนั้นก็จะสามารถประมาณหาจำนวนชนิดของพรรณไม้ในแต่ละหมู่ไม้ และแต่ละช่วงเวลาจากสมการความสัมพันธ์ใน Table 1 ดังแสดงไว้ใน Table 2 ซึ่งจะพบว่า แต่ละหมู่ไม้มีจำนวนชนิดที่คาดคะเนได้แตกต่างกันไปและส่วนมากจะมีจำนวนชนิดลดลงในช่วงที่สอง ยกเว้นหมู่ไม้ที่ 3 ของป่าเต็งรังที่สะแกราช และป่าเต็งรังในท้องที่นี้ โดยเฉลี่ยจาก 4 หมู่ไม้ ป่าดิบแล้ง และป่าเต็งรังดั้งเดิมตอนปูดที่สมบูรณ์ ที่มีจำนวนชนิดเพิ่มขึ้น (Table 2) โดยเฉพาะอย่างยิ่งหมู่ไม้ที่ 3 ที่มีไม้เต็ง-ประดู่เป็นไม้เด่นที่สะแกราชมีจำนวนชนิดเพิ่มขึ้นสูงสุดถึงประมาณ 11 ชนิด ซึ่งโดยความเป็นจริงแล้ว เมื่อปี 2536 นั้น หมู่ไม้ที่ 3 นี้ มีจำนวนชนิดเพิ่มขึ้นถึง 16 ชนิด เมื่อจำนวนต้นเพิ่มจาก 733 ไปเป็น 950 ต้น/เฮกแตร์ (พงษ์ศักดิ์, 2539) ส่วนหมู่ไม้ของป่าเต็งรังอื่น ๆ นั้นมีจำนวนชนิดลดลงทั้งหมด ยกเว้นป่าดิบแล้งที่เพิ่มขึ้นเพียง 1 ชนิด เท่านั้น (พงษ์ศักดิ์, 2538) ซึ่งไม่มีใครมีนัยสำคัญเท่าไรนัก เพราะว่างคงเป็นการเพิ่มขึ้นและลดลงเพียงชั่วคราวเท่านั้น แต่หมู่ไม้ที่ 3 ของป่าเต็งรังที่สะแกราชนั้นอาจจะมีจำนวนชนิดเพิ่ม

ขึ้นไปอีกเป็นเวลานานแต่จะเป็นชนิดใดบ้างนั้นจำเป็นต้องทำการศึกษาต่อไป อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Sahunalu และ Dhanmanonda (1995) ในช่วง 4 ปีแรก (2527-2531) พบว่าต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางถึงขนาดจำกัด 4.5 ซม. ขึ้นไปเพิ่มขึ้น คือ เหมือด (*Aporosa villosa*) เสี้ยว (*Bauhinia* sp.) จีว (*Bombax insigne*) มะกั้ม (*Canarium kerrii*) แด้ว (*Cratogeomys anamense*) เปล้าหลวง (*Croton oblongifolius*) กระท่อมหนู (*Mitragyna brunonis*) เข็มน้ำ (*Naucllea brunea*) และไม้แดง (*Xylia xylocarpa*) เพิ่มขึ้นมาใหม่ในหมู่ไม้ที่ 3 โดยที่ในช่วงแรกไม่พบไม้เหล่านี้ ซึ่งอาจจะถือว่าเป็นหมู่ไม้ที่กำลังมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้ง ๆ ที่ไม่ถูกรบกวนจากภายนอกแต่อย่างใดก็ได้

ความหลากหลายของพรรณไม้ที่คาดคะเนได้จากจำนวนต้น

จากการประมาณโดยใช้สมการความสัมพันธ์ตามที่แสดงไว้ใน Table 2 นี้ จะเห็นได้ชัดเจนว่าในกรณีที่ความสัมพันธ์ที่อยู่ในรูปเส้นโค้ง ซึ่งสมการที่นำไปปรับ (fit) เป็นสมการที่มีจุดจำกัดสูงสุด (asymptote) นั้น ก่อนข้างจะมีเหตุผลชัดเจนว่าจำนวนชนิดจะไม่เพิ่มอย่างมาก เมื่อจำนวนต้นเพิ่มขึ้นอย่างไม่จำกัด แต่กรณีที่ความสัมพันธ์อยู่ในรูปเส้นตรงในกราฟล็อกการที่ทั้ง 2 ด้าน ซึ่งนำสมการ power function ไปปรับนั้นจะทำให้ได้จำนวนชนิดที่อาจจะเพิ่มขึ้นอย่างไม่จำกัด อย่างเช่นในป่าเต็งรังดั้งเดิมตอนปูดทั้ง 2 ช่วงเวลา (Table 2) ซึ่งมีจำนวนชนิดที่คาดคะเนได้จากจำนวนต้นไม้มาตรฐาน 500 ต้น เพิ่มขึ้นจาก 60 ถึง 70 ชนิด ซึ่งอาจจะเกินความเป็นจริงไปมากมาย เมื่อเปรียบเทียบกับป่าเต็งรังที่สะแกราชโดยทั่วไป หรือที่อื่น ๆ ที่มีขนาดจำกัด ตั้งแต่ 4.5 ซม. ขึ้นไปซึ่งจะพบจำนวนชนิดอยู่ในช่วง 20-40 ชนิดเท่านั้น แต่ถ้าป่าเต็งรังนั้น ถูกกั้นไฟไว้อย่างดี ซึ่งสภาพป่าค่อย ๆ เปลี่ยนไปโดยมีพรรณไม้ทนร่มขึ้นมามีอยู่ได้ร่มเงาไม้เดิม

Table 2. Expected number of species ($E_{(s)}$) for trees with DBH ≥ 4.5 cm in each stand as 500 tree individuals are standard sample sizes^{1/}

Stand	Year	$E_{(s)}$ (n = 500)	Dominant species ^{2/}
Sakaerat DDF			
Stand No 1	1984	34.32	Sh.f., Qu.k.
	1993	30.30	
2	1984	32.20	Sho.o., Sh.s.
	1993	31.20	
3	1984	27.60	Sh.o., Pt.m.
	1993	38.54	
4	1984	30.15	Sh.s., Sh.f
	1993	28.95	
All stand av.	1984	28.86	all 4 species
	1993	30.76	Associations
Sakaerat DEF			
	1982	43.62	Ho.f., Me.o.
	1993	44.78	
Somdet DDF			
Secondary	1984	20.19	Di.t., Sh.o.
	1989	16.06	
Primary	1984	63.21	Sh.o., An.c.
	1989	70.55	

^{1/} Predicted by using constants of the equations in Table 1.^{2/} For abbreviations see Table 1 in Sahunulu (1995).

ก็จะทำให้มีจำนวนชนิดเพิ่มขึ้นได้ ตามความเป็นจริง ไม่ว่าจะเป็นป่ารุ่น หรือป่าดั้งเดิมของคอนปู้ตา อำเภอสมเด็จก็ตาม เป็นป่าที่เคยถูกทำลายอย่างหนักและกันไฟไม่ได้ ประกอบกับเป็นป่าที่อยู่ใกล้หมู่บ้านที่อาจจะได้รับความกระทบกระเทือนจากการใช้สอยที่ดินไม้และที่ดิน จึงอาจจะมีโอกาสเพิ่มจำนวนชนิดได้น้อยมาก ส่วนหมู่ไม้ที่ 2 ของป่าเต็งรังที่สะแกราชนั้นมักถูกรบกวนโดยไฟป่าบ่อยครั้ง ดังนั้นการใช้โมเดลความสัมพันธ์ที่อยู่ในรูป power function นี้ จึงอาจจะไม่เหมาะสมผล เมื่อป่าอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์และไม่ถูกรบกวนเลยก็ได้ ซึ่งเป็นผลให้จำนวนชนิด คงที่ ในแต่ละช่วงเวลา และเมื่อให้จำนวนต้นของพรรณไม้มาตรฐานเป็น 500 ต้น/แปลง (N=500) ในทุกหมู่ไม่ว่า จึงประมาณค่าดัชนีความหลากหลายของ Fisher (O') แล้วทำการประมาณหาดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener (H') ได้จากความสัมพันธ์ของดัชนีทั้งสองนี้ (พงษ์ศักดิ์, 2538) ผลการประมาณหาดัชนีทั้งสองนี้ แสดงไว้ใน Table 3 ซึ่งจะเห็นว่าแนวโน้มของดัชนีความหลากหลายที่ประมาณได้ของแต่ละหมู่ไม้จะ

เป็นไปในทางตรงกันกับที่ได้จากการคำนวณจากข้อมูลจริง (พงษ์ศักดิ์, 2538) เพียงแต่ว่าดัชนีทั้งสองค่านี้มีค่าน้อยกว่าค่าจริงของแต่ละหมู่ไม้ เนื่องจากจำนวนชนิดได้จากการประมาณจากจำนวนต้นที่กำหนดไว้อย่างคงที่ และเป็นจำนวนต้นที่น้อยกว่าจำนวนต้นจริงในหมู่ไม้นั้น ๆ ยกเว้นในป่าเต็งรังที่เป็นป่ารุ่นและป่าเต็งรังดั้งเดิมคอนปู้ตาที่สมเด็จที่กำหนดไว้สูงกว่าจำนวนต้นจริงที่พบในหมู่ไม้เหล่านั้นทั้งสองช่วงเวลา อย่างไรก็ตามจำนวนชนิดของพรรณไม้จะมีจำนวนจำกัดตามขนาดพื้นที่คงที่เป็นที่ทราบกันดีในรูปของความสัมพันธ์ที่เรียกว่า species-area relations สำหรับหมู่ไม้แต่ละหมู่ไม้ และป่าแต่ละป่า (พงษ์ศักดิ์, 2539) นอกจากนี้ความหลากหลายและค่าความสม่ำเสมอของชนิดก็ขึ้นอยู่กับขนาดของแปลงตัวอย่างด้วยตามที่ Whittaker (1972) เสนอไว้และตัวอย่างที่ Kwiatkowska และ Symonides (1986) ได้ศึกษา ดังนั้นจำนวนชนิดที่เพิ่มขึ้นจะมีจุดจำกัดซึ่งเห็นได้ชัดเจนในกรณีที่เป็นป่าธรรมชาติที่ไม่ถูกรบกวนเกือบทุกหมู่ไม้ ยกเว้นหมู่ไม้ที่ 2 ของป่าเต็งรังที่สะแกร-

Table 3. Estimated species diversity indices (α and H) and changes of H as 500 tree individuals are standard sample sizes for each stand.

Stand	Year	Period (yrs)	Species diversity indices		Net change of H (%) ^{1/2}
			Fisher's α	Shannon- Wiener's H	
Sakaerat DDF					
Stand No 1	1984		8.357	3.297	
	1993	9	7.099	2.910	-11.738
2	1984		7.676	3.090	
	1993	9	7.372	2.995	-3.074
3	1984		6.293	2.659	
	1993	9	9.746	3.735	+40.466
4	1984		7.053	2.896	
	1993	9	6.693	2.783	-3.902
All stand av.	1984		6.663	2.774	
	1993	9	7.233	2.952	+6.417
Sakaerat DEF					
	1982		11.483	4.276	
	1993	11	11.923	4.413	+3.204
Somdet DDF					
Secondary	1984		4.220	2.013	
	1989	5	3.170	1.686	-16.244
Primary	1984		19.162	6.669	
	1989	5	22.417	7.683	+15.205

1/ Percentage changes based on H in the first census.

ราช และป่ารุ่นกับป่าดั้งเดิมที่คอนปู้ตา อำเภอสมเด็จ กล่าวคือ จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นในอัตราที่ลดลงเมื่อจำนวน ต้นเพิ่มขึ้น ดังแสดงไว้แล้ว (Fig 1A, B และ Table 1) ซึ่ง นับว่ารายงานการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นรายงานแรกที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงในลักษณะดังกล่าวและสามารถ ประมาณหาจำนวนชนิดได้จากความสัมพันธ์ต่าง ๆ

การเปลี่ยนแปลงของความหลากหลายของแต่ละ หนุมไม้สามารถหาได้จากค่าการประมาณการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener (H) ดังแสดงไว้ใน Table 3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าหนุมไม้ ส่วนใหญ่มีค่า H ลดลงด้วยเปอร์เซ็นต์ต่าง ๆ กัน ยกเว้น หนุมไม้ที่ 3 ของป่าเต็งรังที่สระแวงราช ที่ H เพิ่มขึ้นสูงถึง 40.466 % ของค่า H ที่ประมาณได้ในตอนเริ่มต้น ป่า ดิบเล็กน้อยเพิ่มขึ้น 3.204% และป่าเต็งรังดั้งเดิมคอนปู้ตาที่ อำเภอสมเด็จ เพิ่มขึ้นถึง 15.205% ทั้งนี้เนื่องจากมี จำนวนชนิดเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนในหนุมไม้แรกและเพิ่ม

ขึ้นเล็กน้อยในหนุมไม้สองและหนุมไม้หลังตามลำดับนั้นเอง ส่วนการเพิ่มขึ้นของค่า H ในป่าเต็งรังโดยเฉลี่ยจาก 4 แปลงนั้นอาจจะได้รับอิทธิพล จากการเพิ่มขึ้นของ H ในหนุมไม้ที่ 3 ในขณะที่หนุมไม้ที่ 1, 2 และ 4 มีค่า H ลดลงก็ได้ อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความ หลากชนิดของหนุมไม้เหล่านี้ (ยกเว้นหนุมไม้ที่ 3 และเมื่อ เฉลี่ยจากทั้ง 4 หนุมไม้ของป่าเต็งรังที่สระแวงราช) นั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับความหลากหลายที่ พบในตอนเริ่มต้นศึกษาแต่อย่างใด (พงษ์ศักดิ์, 2538) วิธีการเช่นนี้เป็นการแสดงการเปลี่ยนแปลงของความ หลากชนิดอีกวิธีหนึ่งที่พบจากการศึกษานี้ ซึ่งยังไม่มี การรายงาน เช่นนี้มาก่อนจึงคาดว่าวิธีการที่เสนอไว้นี้จะ เป็นประโยชน์ สำหรับการศึกษาความหลากหลายของ หนุมไม้ต่างๆ ในสังคมพืชประเภทต่างๆ ทั้งที่อยู่ในสภาพ ธรรมชาติหรือที่ถูกรบกวนโดยปัจจัยต่างๆ ได้ดีวิธีการ หนึ่ง

สรุป

1. การคาดคะเนจำนวนชนิดของพรรณไม้จากจำนวนต้นไม้มาตรฐานในป่าเต็งรังสามารถทำได้โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า rarefaction และความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดที่คาดคะเนได้กับจำนวนต้นไม้มาตรฐานจะแตกต่างกันไปแล้วแต่หมู่ไม้ โดยจะแสดงรูปแบบของความสัมพันธ์ในรูปของสมการเส้นโค้งที่นำเอาโมเดลในรูป logistic function หรือ Gompertz function และ power function ไปปรับ (fit) ได้แตกต่างกันออกไป ทั้ง 2 ช่วงเวลาที่ต่างกัน ทำให้สามารถคาดคะเนจำนวนชนิดของพรรณไม้ได้ เมื่อมีจำนวนต้นไม้ค้นพบไปอย่างสมเหตุผล

2. จากจำนวนชนิดของพรรณไม้ที่คาดคะเนได้ ตามจำนวนต้นไม้มาตรฐานที่กำหนด สามารถจะประมาณหาดัชนีความหลากหลายของหมู่ไม้ได้ โดยการหาดัชนีความหลากหลายของ Fisher (C) ขึ้นมาก่อนแล้วจึงหาค่าดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Wiener (H) จากความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีทั้งสองนี้จึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงของดัชนีความหลากหลายได้ เมื่อเวลาต่างกันออกไปในทุกหมู่ไม้

3. วิธีการต่าง ๆ ที่เสนอไว้นี้จะเป็นวิธีที่ดี และมีประโยชน์ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายของพรรณไม้ในสังคมพืชต่างๆ ในเชิงปริมาณอย่างเป็นระบบทั้งในสภาพที่เป็นป่าธรรมชาติ และป่าที่ถูกรบกวนด้วยปัจจัยต่างๆ

คำนิยม

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้การสนับสนุน โครงการวิจัยสะแกราช เรื่อง "การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของป่าเต็งรัง" ผ่านคณะกรรมการการวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยแม่บทตั้งแต่ปี 2527 เป็นต้นมา

เอกสารอ้างอิง

- พงษ์ศักดิ์ สหุนาฟู. 2538. ความหลากหลายของไม้ยืนต้นในป่าเต็งรัง ที่สะแกราช จ. นครราชสีมา . I. ความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงของความหลากหลาย. วิทยาสารเกษตรศาสตร์ (วิทย.) 29 : 416-427.
- พงษ์ศักดิ์ สหุนาฟู. 2539. ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดและขนาดของพื้นที่ของพืชพรรณไม้ในป่าเต็งรัง. วารสารวนศาสตร์. 15 (1) : 26-36.
- Hurlbert, S.H. 1971. The non-concept of species diversity; a critique and alternative parameters. *Ecol.* 52 : 577-586.
- Itow, S. 1984. Species diversity of Fagaceae-absent evergreen broad-leaf forest on three NW-Kyushu satellite islands. *Jap. J. Ecol.* 34 : 225-228.
- Itow, S, M. Ono, and T. Seki. 1984. Species diversity of subtropical evergreen broad-leaf forests on the Ryukyu and the Bonin islands. *Jap. J. Ecol.* 34 : 467-472.
- Itow, S. 1986. Species diversity of equatorial insular forests on Ponape and Kosrae, Micronesia. *Ecol. Res.* 1 : 223-227.
- Kwiatkowska, A.J. and E. Symonides. 1986. Spatial distribution of species diversity indices and their correlation with plot size. *Vegetation* 68 : 99-102.
- Sahunlu, 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.
- Sanders, H.L. 1968. Marine benthic diversity; a comparative study. *Amer. Nat.* 102 : 243-282.
- Whittaker, R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21 : 213-251.