

นิพนธ์ต้นฉบับ

สมบัติบางประการของดินจอมปลวกขนาดใหญ่ที่มีอิทธิพลต่อ
รูปแบบสังคมพืชในป่าเต็งรัง อุทยานแห่งชาติแม่งาน จังหวัดลำพูน

Effects of Some Properties of Soils from Large Termite Mounds
on the Vegetation Pattern in Dry Dipterocarp Forest
at Mae Ping National Park, Lumphun Province

มานพ แก้วฟู¹Manop Kaewfoo¹ดอกรัก มารอด¹Dokrak Marod¹เดชา วิวัฒน์วิทยา¹Decha Wiwatwittaya¹สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน²Sarayudh Bunyavejchewin²¹ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

² กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

E-mail: manop_64k@hotmail.com

รับต้นฉบับ 11 มิถุนายน 2552

รับลงพิมพ์ 29 กันยายน 2552

ABSTRACT

The effect of some properties of soil from large termite mounds (TM) on the vegetation pattern (composition and structure) in dry dipterocarp forest (DDF) was conducted at Mae Ping National Park, Li district, Lumphun province, from July 2008 to June 2009. Vegetation sampling was carried out at 15 termite mounds. Canonical correspondence analysis (CCA) was used to investigate the influence of TM soil on the vegetation pattern.

The results showed that *Macrotermes annandalei* was the dominant termite species that established large termite mounds in the DDF. A comparison of the soil properties between TM and DDF showed a highly significant difference, with higher clay content in the TM soils than in the DDF soils (32.98 % and 16.05 % respectively, $p < 0.001$) and also in bulk density, soil pH and nutrient content. However, the DDF soils had significantly higher sand content than the TM soils, (53.66% and 39.53% respectively, $p < 0.001$). The CCA analyses clearly indicated that in the termite mounds, clay content, pH and nutrients were positively related to vegetation pattern; in contrast, sand content and porosity were highly related to the vegetation in DDF. Species diversity in the vegetation on the termite mounds was higher than in dry dipterocarp forest. The dominant species on the TM soils typically found in mixed deciduous forest and the dry evergreen forest were *Schleichera oleosa*, *Walsura trichostemon*, *Protium serratum*, *Garuga pinnata*, *Polyalthia cerasoides*, *Diospyros montana* and *Casearia grewiaefolia*.

Thus, the combination of termite activity and soil properties may play an important

role in determining the composition and structure of the vegetation. In addition, the large termite mounds may support high species diversity and nutrient cycling in the dry dipterocarp forest.

Keywords: large termite mound, termite mound soil, vegetation pattern, dry dipterocarp forest, Mae Ping National Park

บทคัดย่อ

การศึกษาระบบนิเวศของดินจอมปลวกขนาดใหญ่ที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบสังคมพืชในป่าเต็งรัง อุทยานแห่งชาติแม่งาน อำเภอลำพูน ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2551 ถึง มิถุนายน 2552 โดยการสำรวจชนิดพรรณพืชที่ขึ้นอยู่บนจอมปลวกจำนวน 15 จอม เปรียบเทียบกับสังคมพืชรอบจอมปลวกในป่าเต็งรังเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของดินจอมปลวกต่อการกระจายของพรรณพืช ผลการศึกษาพบว่า ปลวกชนิด *Macrotermes annandalei* มีความเด่นมากและเป็นปลวกที่มีการสร้างจอมปลวกขนาดใหญ่ในพื้นที่ จากกิจกรรมการสร้างจอม ทำให้สมบัติของดินจอมปลวกขนาดใหญ่มีความแตกต่างจากดินป่าเต็งรัง คือ ดินจอมปลวกมีปริมาณดินเหนียวมากกว่าดินในป่าเต็งรัง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ร้อยละ 32.98 และร้อยละ 16.05 ตามลำดับ $p < 0.001$) ค่าความหนาแน่นรวมของดินจอมปลวก รวมถึงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณธาตุอาหารในดินที่มีมากกว่าดินในป่าเต็งรัง อย่างไรก็ตาม ปริมาณทรายในดินป่าเต็งรังมีปริมาณสูงกว่าดินจอมปลวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ร้อยละ 53.66 และร้อยละ 39.53 ตามลำดับ $p < 0.001$) และจากการจัดลำดับสังคมพืชตามการลดหลั่นของปัจจัยแวดล้อม พบว่า ปริมาณดินเหนียวและค่า pH ของดินมีความสัมพันธ์ในทางบวกมากที่สุดต่อกลุ่มพืชที่ขึ้นอยู่บนจอมปลวกขนาดใหญ่ ต่างจากจากพรรณพืชในป่าเต็งรังที่กลุ่มพืชที่พบมีความสัมพันธ์กับปริมาณทรายและความพรุนของดินในทางบวก ส่วนความหลากหลายทางชีวภาพบนจอมปลวกขนาดใหญ่มีความหลากหลายทางชนิดพรรณพืชมากกว่าในป่าเต็งรัง พรรณไม้สำคัญบนจอมปลวกส่วนใหญ่เป็นพรรณไม้ในป่าเบญจพรรณและป่าดิบแล้ง เช่น ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*) กัดลิ้น (*Walsura trichostemon*) มะแฟน (*Protium serratum*) ตะครี (*Garuga pinnata*) กระเจียน (*Polyalthia cerasoides*) ถ่านไฟเฒ่า (*Diospyros montana*) และกรวยป่า (*Casearia grewiaefolia*) เป็นต้น

ดังนั้นจากกิจกรรมของปลวกและสมบัติของดินจอมปลวกอาจส่งผลต่อโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณพืช โดยจอมปลวกขนาดใหญ่มีส่วนสำคัญต่อการเพิ่มความหลากหลายชนิดพรรณพืช และปริมาณธาตุอาหารให้แก่ป่าเต็งรัง

คำสำคัญ: จอมปลวกขนาดใหญ่ ดินจอมปลวก รูปแบบสังคมพืช ป่าเต็งรัง อุทยานแห่งชาติแม่งาน

คำนำ

จอมปลวกขนาดใหญ่ที่พบขึ้นภายในป่าธรรมชาตินั้นนับว่ามีบทบาทสำคัญมากต่อการเจริญทดแทนของไม้ป่า เนื่องจากอาจส่งผลกระทบต่อการตั้งตัวของพรรณไม้เดิมในทางลบ แต่ส่งเสริมให้เกิดการเจริญทดแทนของพรรณไม้ชนิดอื่นๆ ที่พบน้อยในพื้นที่ป่า อันเนื่องจากสมบัติของดินจอมปลวกที่มีความแตกต่างไปจากดินในป่าโดยเฉพาะสมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางเคมี และสถานะของน้ำ ที่จะส่งผลกระทบต่อปัจจัยที่มีความสำคัญต่อปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช การกระจายของพืช และการเปลี่ยนแปลงของสังคมพืชในพื้นที่ (Konate *et al.*, 1999) จนส่งผลให้เกิดลักษณะสังคมพืชที่มีความหลากหลายด้านชนิด หรือสังคมพืชที่ไม่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน (heterogeneity) สูง ป่าเต็งรังในพื้นที่อุทยานแห่งชาติแม่งาน เป็นพื้นที่หนึ่งที่มีความเด่นในด้านการศึกษาของจอมปลวกขนาดใหญ่ที่กระจายอยู่อย่างหนาแน่นในพื้นที่

และพบชนิดพรรณไม้เด่นหลายชนิดของป่าผสมผลัดใบ และป่าดิบแล้งขึ้นครอบคลุมอยู่บนจอมปลวกเหล่านี้ โดยที่พบพรรณไม้เด่นของป่าเต็งรังเดิมอยู่น้อยมาก จึงอาจเป็นไปได้ว่าสมบัติของดินจอมปลวกมีผลต่อการเข้ามายึดครองพื้นที่ของพรรณไม้เหล่านี้ อย่างไรก็ตามการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินจอมปลวกต่อรูปแบบสังคมพืชยังมีอยู่น้อย และในประเทศไทยยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน

ดังนั้นในการศึกษารุ่นนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติบางประการของดินจอมปลวกขนาดใหญ่ที่มีความสัมพันธ์ต่อรูปแบบของการกระจายพรรณพืชภายในป่าเต็งรัง

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

อุทยานแห่งชาติแมปิง อำเภอถ้ำ จังหวัดลำพูน มีพื้นที่ 1,003 ตารางกิโลเมตร ภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 400-800 เมตร ลักษณะภูมิอากาศโดยทั่วไปมีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยรายปีอยู่ในช่วงประมาณ 25 องศาเซลเซียส และมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีประมาณ 1,060 - 1,184 มิลลิเมตร สังคมพืชที่พบจำแนกได้ 3 ชนิด คือ 1) ป่าเต็งรัง (dry dipterocarp forest) เป็นสังคมพืชที่มีการกระจายปกคลุมพื้นที่มากที่สุด 2) ป่าผสมผลัดใบ (mixed deciduous forest) พบขึ้นในระดับความสูงจากน้ำทะเลระหว่าง 450-800 เมตร ในที่ราบและตามลาดเขา และ 3) ป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest) ส่วนใหญ่กระจายอยู่บริเวณสองฝั่งริมลำห้วย (คณะวนศาสตร์, 2532) พื้นที่ศึกษาอยู่ในป่าเต็งรังบนพื้นที่ราบมีไม้พลวงเป็นพรรณไม้เด่น อยู่ห่างจากที่ทำการอุทยานแห่งชาติทางทิศใต้ ประมาณ 3 กิโลเมตร

วิธีการ

ทำการสำรวจจอมปลวกขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลางที่ฐานจอมปลวก > 1.5 เมตร) ในพื้นที่ป่าเต็งรัง

โดยเลือกสำรวจในแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 16 เฮกแตร์ของโครงการวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ระยะยาว กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช โดยการสุ่มสำรวจสมบัติของดินจอมปลวก จำนวน 15 จอม พร้อมทั้งทำการเก็บตัวอย่างปลวกวรรณะทหารเพื่อจำแนกชนิดปลวกในพื้นที่ทำการเก็บตัวอย่างดิน 2 รูปแบบ คือ 1) แบบทำลายโครงสร้าง ความลึก 0 -15 เซนติเมตร จากระดับผิวดินบนจอมปลวกขนาดใหญ่ และบริเวณจุดเปรียบเทียบในป่าเต็งรังที่อยู่ห่างจากขอบจอมปลวกแต่ละจอมเป็นระยะทาง 10 เมตร เพื่อทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน และเนื้อดิน (soil texture) และ 2) เก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้าง โดยใช้กระบอบเก็บดิน (soil core) เพื่อทำการวิเคราะห์ หาคความหนาแน่นรวมของดิน (Db), ความหนาแน่นของอนุภาคดิน (Dp), ความพรุนของดิน (Pt), ปริมาณความชื้นในดิน และอัตราการซึมผ่านของดินขณะที่ดินอิ่มตัว (Ks)

การวิเคราะห์สมบัติดิน

สมบัติทางเคมี

วิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ นำดินตัวอย่างที่เก็บมาวิเคราะห์ลักษณะทางเคมีของดิน (ทัศนีย์ และคณะ, 2542) ตัวอย่างดินจอมปลวกและดินในป่าเต็งรังจะนำมาวิเคราะห์ค่าสมบัติทางเคมีของดินคือ 1) ฤทธิ์ของดิน (pH) ใช้ดินผสมน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1 : 1 แล้ววัดด้วย pH meter 2) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter: OM) 3) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available P) โดยวิธี Bray II 4) ประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable cations) ได้แก่ K, Ca และ Mg ใช้วิธีล้างดินด้วยสารละลาย 1N. NH₄OAc pH 7.0 แล้ววัดด้วยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer 5) บรรจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ ได้แก่ Zn, Mn, Fe และ Cu สกัดด้วย DTPA pH 8.2 แล้ววัดด้วย Atomic absorption spectrophotometer (Bray และ Krutz, 1945) 6) ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (cation exchange capacity, CEC) โดยวิธีแอมโมเนียมอะซิเตต (ammonium acetate method) 7) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus)

โดยการย่อยสลายตัวอย่างดิน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (available phosphorus) โดยการใช้ไน้ยาสกัด (Bray and Krutz, 1945) และวัดด้วยเครื่อง spectrophotometer 8) ปริมาณ ไนโตรเจนทั้งหมด (total nitrogen) โดยวิธี Kjeldahl

สมบัติทางกายภาพ

วิเคราะห์ค่า 1) ความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) และความหนาแน่นของอนุภาคดิน (particle density) โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักดินอบแห้งต่อปริมาตรทั้งหมดของกระบอกเก็บดิน 2) ความพรุนของดิน (soil porosity) คำนวณโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวม และความหนาแน่นอนุภาค 3) ความชื้นในดิน (soil moisture content) โดยอบดินตัวอย่างในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น 4) ความสามารถในการซึมผ่านของน้ำในดิน ในขณะที่ดินยังคงอิ่มตัวอยู่ (saturated hydraulic conductivity, Ks) 5) เนื้อดิน (soil texture) และการกระจายของอนุภาคดิน (particle size distribution) ใช้วิธี hydrometer

โครงสร้างและองค์ประกอบพรรณพืช

ศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณไม้ในป่าเต็งรังและบริเวณจอมปลวก โดยพิจารณาการเจริญทดแทนของไม้ป่า (forest regeneration) 3 ระดับ คือ 1) ไม้ต้น (tree) คือ ไม้ที่มีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก มากกว่า 4.5 เซนติเมตร 2) ไม้รุ่น (sapling) คือ ไม้ที่มีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร แต่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร และ 3) กล้าไม้ (seedling) คือ ไม้ที่มีความสูงน้อยกว่า 1.30 เมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 1 เซนติเมตร ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและจำแนกชนิด ไม้ต้นและ ไม้รุ่น ในแปลงชั่วคราวขนาด 10 x 10 เมตร และ 5 x 5 เมตร ตามลำดับ โดยสำรวจทั้งบนจอมปลวกและในป่าเต็งรังที่อยู่ห่างจากขอบแปลงจอมปลวก เป็นระยะทาง 10 เมตร ทำการวางแปลง จำนวน 3 แปลง ในแต่ละพื้นที่ ส่วนกล้าไม้

ใช้การนับจำนวนและจำแนกชนิด ในแปลงขนาด 1 x 1 เมตร บนจอมปลวก และในป่าเต็งรัง บริเวณละ 5 แปลง ตามลำดับ

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสำคัญของพรรณไม้ (important value index, IVI) จากค่าพื้นที่หน้าตัดสัมพัทธ์ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ และความถี่สัมพัทธ์สำหรับ ไม้ต้นและ ไม้รุ่น (ดอกรัก, 2549) ส่วนกล้าไม้ใช้ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ และความถี่สัมพัทธ์ในการวิเคราะห์ค่า IVI วิเคราะห์หาค่าดัชนีความหลากหลายชนิด (species diversity index) ของไม้ต้น ไม้รุ่น และกล้าไม้ โดยใช้ Shannon – Wiener index (H') (Magurran, 1988) และ Fisher alpha index (α) (Fisher *et al.*, 1943) การวิเคราะห์หาลำดับความสัมพันธ์ของสังคมพืช กับปัจจัยแวดล้อม (ordination analysis) ใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบ canonical correspondence analysis (CCA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป PC-ORD 4 (McCune and Mefford, 1999)

ผลและวิจารณ์

จอมปลวกในพื้นที่ศึกษา

จากการสำรวจจอมปลวกในพื้นที่ศึกษา พบว่ามีจอมปลวกกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ จำนวนทั้งหมด 89 จอม โดยเป็นจอมปลวกที่ยังมีปลวกอาศัยอยู่ จำนวน 85 จอม และจอมปลวกร้าง จำนวน 4 จอม พบปลวกกลุ่มที่สร้างจอม (mound-building termites) 2 ชนิด คือ *Globitermes sulphureus* จำนวน 4 จอม เป็นจอมปลวกขนาดกลาง และ *Macrotermes annandalei* จำนวน 81 จอม สามารถแบ่งชั้นขนาดของจอมปลวก เป็น 3 ขนาด คือ จอมปลวกขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลางที่ฐานจอมปลวก < 0.5 เมตร) จำนวน 7 จอม จอมปลวกขนาดกลาง (เส้นผ่านศูนย์กลางที่ฐานจอมปลวก 0.50-1.50 เมตร) จำนวน 64 จอม และจอมปลวกขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลางที่ฐานจอมปลวก > 1.50 เมตร) จำนวน 18 จอม

จากการสุ่มจอมปลวกขนาดใหญ่ ทั้ง 15 จอม เป็นปลวกชนิด *Macrotermes annandalei* จอมปลวกขนาดใหญ่เท่านั้นที่มีพีชขึ้นอยู่เนื่องจากมีพื้นที่เพียงพอที่จะรองรับเมล็ดพีช ส่วนจอมปลวกขนาดเล็กและขนาดกลางไม่มีพีชขึ้นเนื่องจากมีกิจกรรมการสร้างรังอยู่เป็นประจำ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนเนื่องจากดินมีความชื้นมากทำให้ปลวกสามารถนำดิน มาสร้างรังได้ง่ายกว่าในฤดูแล้ง ส่งผลให้พีชไม่สามารถขึ้นอยู่บนจอมปลวกได้ ประกอบกับจอมปลวกขนาดกลางและขนาดเล็กมีพื้นที่น้อย ลักษณะรูปร่างของจอมปลวกเป็นรูปโดมสูงทำให้ผลหรือเมล็ดของพีชร่วงหล่นจากจอมปลวกได้ง่าย

สมบัติทางกายภาพของดินจอมปลวกขนาดใหญ่

ดินจอมปลวกมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียว (clay loam) ซึ่งต่างจากดินป่าเต็งรังเนื้อดินเป็นดินร่วน (loam) และดินร่วนปนทรายแป้ง (silt loam) ดินจอมปลวกมีสัดส่วนการกระจายของอนุภาคดินทรายคิดเป็นร้อยละ 39.53 ทรายแป้งร้อยละ 27.49 และดินเหนียวร้อยละ 32.98 ส่วนดินป่าเต็งรังมีปริมาณอนุภาคทรายคิดเป็นร้อยละ 53.66 ทรายแป้งร้อยละ 30.29 และดินเหนียวร้อยละ 16.05 ตามลำดับ ซึ่งดินจอมปลวกมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวมาก และอนุภาคทรายน้อย

กว่าดินในป่าเต็งรัง อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.001$) (Table 1) ทั้งนี้เนื่องจากดินจอมปลวกขนาดใหญ่ เกิดจากการขนย้ายดินที่มีขนาดเล็ก คือ อนุภาคดินเหนียวจากดินชั้น B บริเวณรอบๆ ผสมกับสิ่งขับถ่ายของมัน เพื่อสร้างและซ่อมแซมรังของมัน (Lee and Wood, 1971; Wood, 1988; John and Lepage, 2000)

ดินจอมปลวกมีความสามารถในการซึมผ่านของน้ำช้ากว่าดินในป่าเต็งรังโดยดินจอมปลวกมีค่าความสามารถในการซึมผ่านน้ำในขณะที่ดินอิ่มตัว (K_s) เฉลี่ย 0.02 เซนติเมตร/วินาที ซึ่งน้อยกว่าดินในป่าเต็งรังมีค่า K_s เฉลี่ย 0.04 เซนติเมตร/วินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับค่าความหนาแน่นรวมของดิน โดยจอมปลวกมีค่าความหนาแน่นรวมของดิน กรัม/ตารางเซนติเมตร มากกว่าดินป่าเต็งรัง กรัม/ตารางเซนติเมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามดินจอมปลวกมีค่าความหนาแน่นของอนุภาค และความพรุนของดินน้อยกว่าดินป่าเต็งรังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) ดินจอมปลวกมีความชื้นในดินไม่แตกต่างจากดินในป่าเต็งรัง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างดินนั้นอยู่ในช่วงปลายฤดูฝนดินมีความอึดตัวจากน้ำฝน

Table 1 Comparison of physical properties between soils on termite mounds and dry dipterocarp forest (DDF) soils.

Soil physical properties	Termite soils mean \pm SD	DDF soils mean \pm SD	t-test
Bulk density (g/cm^3)	1.34 \pm 0.07	1.27 \pm 0.09	*
Particle density (g/cm^3)	2.56 \pm 0.10	2.68 \pm 0.11	**
Porosity (%)	47.43 \pm 4.01	52.69 \pm 3.21	***
Soil moisture (%)	19.35 \pm 2.30	18.19 \pm 2.88	ns
Saturated hydraulic conductivity (K_s) (cm/sec)	0.017 \pm 0.013	0.037 \pm 0.030	*
Sand (%)	39.53 \pm 2.59	53.66 \pm 7.02	***
Silt (%)	27.49 \pm 3.45	30.29 \pm 5.50	ns
Clay (%)	32.98 \pm 3.91	16.05 \pm 3.24	***

Note: *** = Significant at $p < 0.001$

** = Significant at $p < 0.01$

* = Significant at $p < 0.05$

ns = Not significantly different at $p > 0.05$

สมบัติทางเคมีของดินจอมปลวกขนาดใหญ่

ดินจอมปลวกมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สูงกว่าดินในป่าเต็งรังอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.001$) คือ มีค่า pH เฉลี่ย 6.36 และ 5.33 ตามลำดับ (Table 2) เนื่องจากดินจอมปลวกมีการสะสมของแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ซึ่งเกิดจากการกินเศษซากพืชที่ปลวกกินเข้าไปแล้วขับถ่ายออกมา แล้วปลวกนำสิ่งขับถ่ายนั้นมาผสมดินในการสร้างรัง (Lee and Wood, 1971) และเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของแคลไออนที่แลกเปลี่ยนได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) อย่างไรก็ตามปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชระหว่างดินจอมปลวกกับดินในป่าเต็งรังไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2)

ประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (K, Ca และ Mg) ของดินจอมปลวกมีปริมาณเฉลี่ยมากกว่าในดินรอบจอมปลวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.001$) (Table 2) ความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนบวก (CEC) ในดินจอมปลวก (19.15 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) มากกว่าดินรอบจอมปลวก (10.83 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.001$) เนื่องจากดินจอมปลวกมีปริมาณสัดส่วนของดินเหนียวมากกว่าดินป่าเต็งรังส่งผลให้มีธาตุประจุ

บวกมากกว่า (Lee and Wood, 1971) ปริมาณทั้งหมดของ N, Ca, Exchangeable Zn และ Exchangeable Cu มากกว่าดินป่าเต็งรังอย่างมีนัยสำคัญ แต่มีปริมาณทั้งหมดของ P, K, exchangeable Mn และ exchangeable Fe ไม่แตกต่างจากดินป่าเต็งรัง (Table 2)

โดยทั่วไปดินจอมปลวกมักจะมีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าดินที่อยู่รอบจอมปลวก เนื่องจากปลวกใช้สารอินทรีย์คือ น้ำลายและของเสียที่มันขับถ่ายออกมาผสมกับดินเพื่อใช้สร้างรังรวมทั้งโครงสร้างอื่นๆ (Lee and Wood, 1971) แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาของ Grasse and Joly (1941); Hesse (1955); และ Stoops (1964) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินจอมปลวกในสกุล *Macrotermes* spp. ในประเทศแอฟริกาบางจอมมีปริมาณอินทรีย์วัตถุน้อยกว่าดินที่อยู่รอบๆ แต่ Stoops (1964) พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุจะเพิ่มขึ้นจากห้องของราชินีภายในรังถึงชั้นผิวนอกสุด จากการศึกษานี้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจอมปลวกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับดินในป่าเต็งรัง แสดงว่า กระบวนการเติม (addition) ของอินทรีย์วัตถุของดินในป่าเต็งรังมีใกล้เคียงกับดินจอมปลวก และดินจอมปลวกถึงแม้ว่าจะมีดินไม้ขึ้นอยู่หนาแน่นกว่าแต่เศษซากพืชเหล่านั้นก็จะถูกปลวก

Table 2 Comparison of soil chemical properties between soils on termite mounds and dry dipterocarp forest (DDF) soils.

Soil chemical properties	Termite soils mean \pm SD	DDF soils mean \pm SD	t-test
pH	6.36 \pm 0.23	5.33 \pm 0.21	***
OM (%)	2.76 \pm 0.58	2.76 \pm 0.66	ns
Avail.P (mg kg ⁻¹)	5.83 \pm 3.36	5.88 \pm 4.53	ns
Exch.K (cmol kg ⁻¹)	1.13 \pm 0.41	0.26 \pm 0.08	***
Exch.Ca (cmol kg ⁻¹)	13.23 \pm 4.29	3.09 \pm 1.39	***
Exch.Mg (cmol kg ⁻¹)	3.00 \pm 0.68	1.54 \pm 0.38	***
Total-N (%)	0.12 \pm 0.02	0.09 \pm 0.02	***
Total-P (%)	0.03 \pm 0.01	0.03 \pm 0.01	ns
Total-K (%)	1.00 \pm 0.50	0.91 \pm 1.02	ns
Total-Ca (%)	0.25 \pm 0.18	0.12 \pm 0.17	*
Total-Mg (%)	0.18 \pm 0.05	0.10 \pm 0.03	***
Exch.Zn (mg kg ⁻¹)	110.61 \pm 33.89	64.59 \pm 27.86	***
Exch.Mn (mg kg ⁻¹)	1297.20 \pm 1309.27	1319.0 \pm 1578.09	ns
Exch.Fe (mg kg ⁻¹)	29790.67 \pm 9112.01	19690.60 \pm 5392.76	ns
Exch.Cu (mg kg ⁻¹)	30.88 \pm 12.22	18.67 \pm 5.81	**
CEC. (cmol kg ⁻¹)	19.15 \pm 2.49	10.83 \pm 2.37	***

Note: *** = Significant at $p < 0.001$
 ** = Significant at $p < 0.01$
 * = Significant at $p < 0.05$
 ns = Not significantly different at $p > 0.05$

ใช้เป็นอาหารและบางส่วนของมันจะถูกเผาไหม้ในฤดูแล้ง และชะล้างไปพร้อมกับน้ำฝนในชั้นผิวหน้าดินของจอมปลวกซึ่งมีความลาดชันมากกว่า

โครงสร้างสังคมพืชและองค์ประกอบพรรณไม้ป่าเต็งรัง

หมู่ไม้ในป่าเต็งรัง และหมู่ไม้บนจอมปลวกขนาดใหญ่มีความแตกต่างด้านโครงสร้างและองค์ประกอบพรรณไม้อย่างชัดเจน (Figure 1) หมู่ไม้ป่าเต็งรัง จำแนกได้ 3 ชั้นเรือนยอด คือ เรือนยอดชั้นบนมีความสูง 25-30 เมตร มีพลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) และเต็ง (*Shorea obtusa*) เป็นพรรณไม้เด่น 2) เรือนยอดชั้นกลางสูง 10-15 เมตร พรรณไม้เด่นได้แก่ หมือดโลด (*Aporosa villosa*) ก่อแพะ (*Quercus kerrii*) รกฟ้า (*Terminalia alata*) และ 3) เรือนยอดชั้นล่างสูงน้อยกว่า 8 เมตร มีพรรณไม้เด่น คือ แสลงใจ (*Strychnos nux-blanda*) หมือดหอม (*Symplocos racemosa*) มะม่วงหาวแมงวัน (*Buchanania lanzan*) และसानใหญ่ (*Dillenia obovata*) ป่าเต็งรังมีความหนาแน่นของไม้ต้น 6.4 ต้น/เฮกแตร์ มีพื้นที่หน้าตัด 24.04 ตารางเมตร/เฮกแตร์ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) และเต็ง (*Shorea obtusa*) มีสัดส่วนพื้นที่หน้าตัดรวมกันเท่ากับร้อยละ 52.67 ตามลำดับ ไม้รุ่นที่มีความเด่นในพื้นที่ 5 อันดับแรก คือ ก่อแพะ (*Quercus kerrii*) ก่อแฮะ (*Anacolosa ilicoides*) หมือดหอม (*Symplocos racemosa*) หมือดโลด (*Aporosa villosa*) และसानใหญ่ (*Dillenia obovata*) โดยมีค่าดัชนีความสำคัญ เท่ากับร้อยละ 39.88, 33.76, 33.25, 21.35 และ 20.79 ตามลำดับ ส่วนกล้าไม้ที่พบเป็นกลุ่มพรรณไม้ในระดับเรือนยอดชั้นบนเป็นหลัก ที่สำคัญ คือ พลวง (*Dipterocarpus tuberculatus*) เต็ง (*Shorea obtusa*) หมือดโลด (*Aporosa villosa*) สานใหญ่ (*Dillenia obovata*) และรักใหญ่ (*Gluta usitata*) โดยมีค่าดัชนีความสำคัญ เท่ากับร้อยละ 47.17, 24.72, 23.97, 19.57 และ 11.21 ตามลำดับ

หมู่ไม้บนจอมปลวกขนาดใหญ่

หมู่ไม้บนจอมปลวกขนาดใหญ่ จำแนกได้เป็น 3 ชั้นเรือนยอด คือ 1) เรือนยอดชั้นบนมีความสูง 15 เมตร

ต้นไม้ชั้นนี้เป็นกลุ่มหนาแน่นกว่าในป่าเต็งรัง มีพรรณไม้ที่สำคัญ คือ ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*) กัดลิ้น (*Walsura trichostemon*) ตะคร้า (*Garuga pinnata*) มะแฟน (*Protium serratum*) รกฟ้า (*Terminalia alata*) ขอบป่า (*Morinda coreia*) และเม่าไข่ปลา (*Antidesma ghaesembilla*) เป็นพรรณไม้เด่นของเรือนยอดชั้นนี้ โดยมีความหนาแน่น 13.46 ต้น/เฮกแตร์ และสัดส่วนด้านพื้นที่หน้าตัด 26.75 ตารางเมตร/เฮกแตร์ 2) เรือนยอดชั้นรอง สูงน้อยกว่า 8 เมตร มี กระเจียน (*Polyalthia cerasoides*) ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*) มะนมนาง (*Xantolis burmanica*) มะคูด (*Siphonodon celastrineus*) ถ่านไฟฟ้ (*Diospyros montana*) และ กุน (*Cassia fistula*) ไม้รุ่นที่มีความเด่นในพื้นที่ 5 อันดับแรก คือ กระเจียน (*Polyalthia cerasoides*) กุน (*Cassia fistula*) มะคูด (*Siphonodon celastrineus*) มะนมนาง (*Xantolis burmanica*) และ ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*) โดยมีค่าดัชนีความสำคัญ เท่ากับ 32.96, 31.94, 19.83, 19.64 และ 17.43 ตามลำดับ ส่วนกล้าไม้ที่พบเป็นกลุ่มพรรณไม้ในระดับเรือนยอด กล้าไม้ที่มีความสำคัญ 5 อันดับแรก คือ กระเจียน (*Polyalthia cerasoides*) ถ่านไฟฟ้ (*Diospyros montana*) กัดลิ้น (*Walsura trichostemon*) ตะคร้อ (*Schleichera oleosa*) และมะนมนาง (*Xantolis burmanica*) โดยมีค่าดัชนีความสำคัญ เท่ากับ 22.12, 20.74, 17.92, 16.10 และ 11.20 ตามลำดับ

ความหลากหลายของพรรณพืช

กลุ่มพืชที่ขึ้นอยู่บนจอมปลวกขนาดใหญ่ พบไม้ต้น ทั้งหมด 44 ชนิด จาก 38 สกุล 24 วงศ์ สังคมพืชป่าเต็งรัง พบไม้ต้นทั้งหมด 24 ชนิด จาก 22 สกุล 19 วงศ์ ไม้รุ่น (sapling) ในป่าเต็งรัง พบ 28 ชนิด จาก 27 สกุล 24 วงศ์ ส่วนของ ไม้รุ่นบนจอมปลวก พบ 29 ชนิด จาก 25 สกุล 22 วงศ์ กล้าไม้ ในป่าเต็งรัง พบ 29 ชนิด จาก 26 สกุล 20 วงศ์ ส่วนของกล้าไม้ บนจอมปลวก พบ 46 ชนิด จาก 37 สกุล 26 วงศ์ ค่าดัชนีความหลากหลาย ชนิด H' และ α ของไม้ต้น ไม้รุ่น และกล้าไม้บนจอมปลวกขนาดใหญ่ และในป่าเต็งรังเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับจำนวนชนิดในแต่ละลักษณะวิสัย (Table 3) ถึงแม้ว่าจำนวนชนิดของกล้าไม้บนจอมปลวกมีมากกว่า

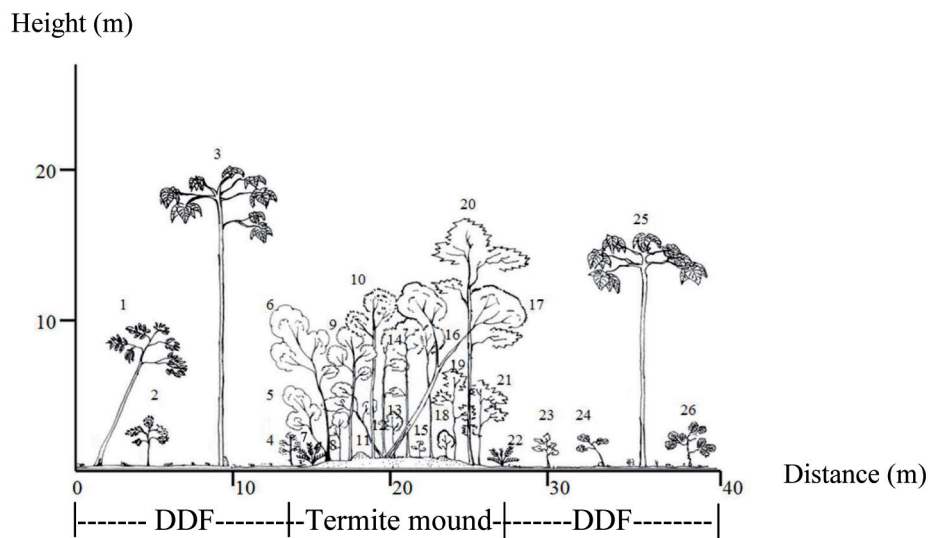


Figure 1 Profile diagram of vegetation on large termite mounds and surrounding area in the dry dipterocarp forest at Mea Ping National Park.

- Remarks:**
- 1 = *Shorea obtusa* (เต็ง)/ 10 = *Siphonodon celastrineus* (มะลูก)
 - 2 = *Aporosa villosa* (เหมือดโกลด)/ 12,13,17,18 = *Schleichera oleosa* (ตะคร้อ)
 - 3, 25 = *Dipterocarpus tuberculatus* (พลาง)/ 4 = *Tamilnadia uliginosa* (มะกั้งขาว)
 - 23 = *Dioecrescis erythroclada* (มะกั้งแดง)/ 9 = *Morinda coreia* (ขอป่า)
 - 5, 6, 8, 11 = *Walsura villosa* (กัคลิ้น)/ 24 = *Strychnos nux-blanda* (แสดงใจ)
 - 7, 22 = *Phoenix loureiri* (ปาล์มสิบสองปันนา)/ 26 = *Dillenia obovata* (सानใหญ่)
 - 19, 20, 21 = *Terminalia alata* (รกฟ้า)

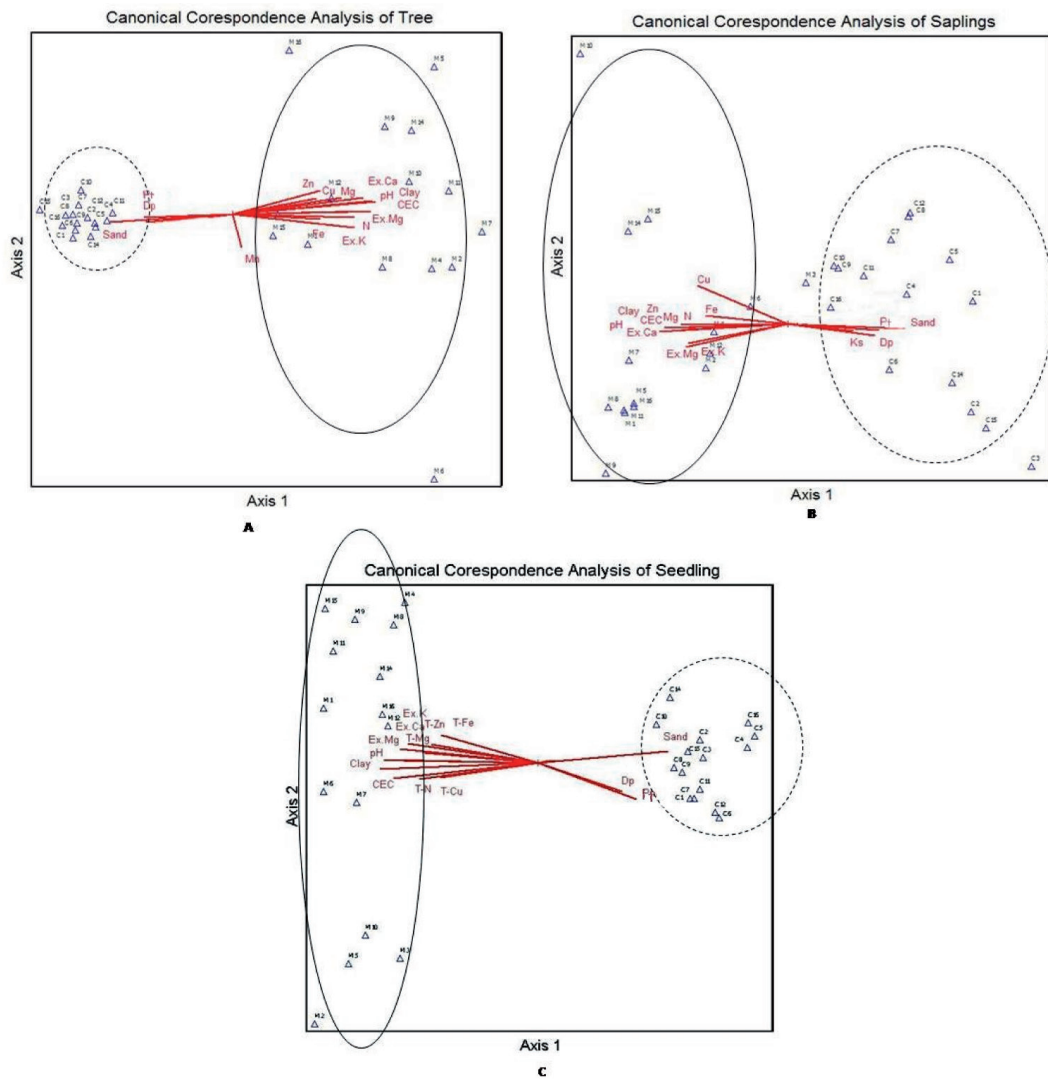
ในป่าเต็งรัง แต่ในแต่ละชนิดมีจำนวนต้นน้อยกว่า ในทางตรงกันข้ามกล้าไม้ในป่าเต็งรังมีจำนวนต้นมากกว่า ในแต่ละชนิด

ระหว่างสังคมพืชป่าเต็งรังกับกลุ่มพืชที่อยู่นบนจอมปลวกมีค่าดัชนีความคล้ายคลึง ในระดับ ไม้ใหญ่ ไม้รุ่ม และกล้าไม้ เท่ากับร้อยละ 20.59, 28.07 และ

32.91 ตามลำดับซึ่งความคล้ายคลึงของพรรณไม้ในระดับกล้าไม้ และไม้รุ่มมีสูงกว่าในระดับไม้ต้น แสดงว่ากล้าไม้ของป่าเต็งรังหลายชนิดสามารถงอกอยู่บนจอมปลวกได้แต่ไม่สามารถตั้งตัวจนเป็นไม้ใหญ่ได้ คงเหลือเฉพาะพรรณไม้ที่สามารถปรับตัวเข้ากับดินจอมปลวกได้เท่านั้น

Table 3 Species richness, diversity (\pm SD) and similarity of plant habit of the large termite mound (TM) plots and the dry dipterocarp forest (DDF) plots.

Habitat	Number of sp.		Common species	Shannon-Wiener index		Fisher alpha index		Similarity (%)
	TM	DDF		TM	DDF	TM	DDF	
Tree	44	24	7	2.04 \pm 0.26	1.62 \pm 0.44	14.09 \pm 9.15	4.26 \pm 2.16	20.59
Sapling	29	28	8	1.16 \pm 0.62	1.05 \pm 0.58	3.66 \pm 2.08	2.50 \pm 1.23	28.07
Seedling	46	29	13	1.66 \pm 0.30	1.65 \pm 0.39	1.65 \pm 0.39	2.23 \pm 0.66	32.91



C = dry dipterocarp forest (_____)
 M = stand on large termite mounds (.....)

Figure 2 Plots of trees, sapling and seedlings in dry dipterocarp forest and on large termite mounds/soil properties diagram from canonical correspondence analysis. (A=Trees, B=Saplings and C=Seedlings)

การจัดลำดับสังคมพืชตามปัจจัยแวดล้อม

ความสัมพันธ์ของสังคมพืชกับปัจจัยแวดล้อม โดยวิธีการจัดลำดับของสังคมพืชตามแนวคดหลังของปัจจัยแวดล้อม (gradient analysis) กล่าวคือ เมื่อปัจจัยแวดล้อมมีระดับความเข้มข้นลดหลั่นลงไปเรื่อยๆ สังคมพืชที่อยู่ภายใต้ปัจจัยแวดล้อมดังกล่าวก็จะถูกจัด

วางตามแนวทางการเปลี่ยนแปลงนั้นอย่างเหมาะสม

ผลการจัดลำดับสังคมพืชที่สัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมของสังคมไม้ใหญ่ในป่าเต็งรัง และหมู่ไม้ที่ขึ้นอยู่บนจอมปลวกขนาดใหญ่ ตามแนวคดหลัง สามารถจำแนกออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ 1) กลุ่มของไม้ใหญ่ในป่าเต็งรัง และ 2) กลุ่มไม้ใหญ่บนจอมปลวกขนาดใหญ่

โดยสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ ปริมาณอนุภาคทราย ความพรุนของดิน ความหนาแน่นของอนุภาคดิน มีอิทธิพลทางด้านบวกต่อสังคมพืชป่าเต็งรัง โดยเฉพาะปริมาณอนุภาคทรายมีอิทธิพลต่อความสัมพันธ์อย่างมาก ในขณะที่เดียวกันปัจจัยเหล่านี้ก็มีความสัมพันธ์ทางลบต่อไม้ใหญ่ที่อยู่บนจอมปลวกขนาดใหญ่ ส่วนปริมาณอนุภาคดินเหนียว มีความสัมพันธ์ในทางบวกต่อไม้ใหญ่ที่อยู่บนจอมปลวกขนาดใหญ่ (Figure 2A) สมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (exchangeable Ca, Mg, K, Zn, Cu, Mg, และ Fe) รวมถึงค่า CEC มีความสัมพันธ์ทางบวกต่อไม้ใหญ่บนจอมปลวกขนาดใหญ่ หนูไม้บนจอมปลวกบางแปลงจะมีความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมดังกล่าวน้อยกว่าแปลงอื่น เช่น แปลง M10, M6 และ M3 ซึ่งมีมะกอก (*Spondias pinnata*) เต็งหนาม (*Bridelia retusa*) รกฟ้า (*Terminalia alata*) เกิดแดง (*Dalbergia dongnaiensis*) และกาสามปีก (*Vitex peduncularis*) เป็นพรรณไม้เด่นเนื่องจากกลุ่มพรรณไม้เหล่านี้เป็นพรรณไม้เด่นที่พบได้ทั่วไปในป่าเต็งรัง สังคมไม้รุ่นและกล้าไม้มีทิศทางการจับกลุ่มเช่นเดียวกับสังคมไม้ใหญ่ จำนวนได้ 2 กลุ่มคือ 1) กลุ่มป่าเต็งรังและ 2) กลุ่มของหนูไม้บนจอมปลวกขนาดใหญ่ มีความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อมเช่นเดียวกับสังคมไม้ใหญ่ (Figure 2 B, C)

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาสมบัติบางประการของดินจอมปลวกขนาดใหญ่ที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบสังคมพืชในป่าเต็งรัง อุทยานแห่งชาติแม่ปิง จังหวัดลำพูน ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2551 ถึง เดือนมิถุนายน 2552 สามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้

จากกิจกรรมการสร้างรังของปลวกในกลุ่มที่สร้างจอมขนาดใหญ่ชนิด *Macrotermes annadaiei* ทำให้ดินจอมปลวกขนาดใหญ่มีสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางเคมี แตกต่างไปจากดินในป่าเต็งรังที่อยู่

บริเวณรอบๆ โดยดินจอมปลวกมีปริมาณดินเหนียวมากกว่าดินในป่าเต็งรังอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.001$) จึงส่งผลต่อสมบัติอื่นๆ ของดิน คือ ดินจอมปลวกมีความหนาแน่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง และมีปริมาณสารอาหารพืชสูงกว่าดินในป่าเต็งรัง และสมบัติของดินจอมปลวกนี้ยังส่งผลต่อลักษณะโครงสร้าง และองค์ประกอบของชนิดพรรณพืชที่ปรากฏ คือ หนูไม้ที่เกิดขึ้นอยู่บนจอมปลวกขนาดใหญ่ มีลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบของพรรณไม้แตกต่างจากป่าเต็งรังมาก โดยเรือนยอดชั้นบนมีความสูงประมาณ 15 เมตร ซึ่งต่ำกว่าความสูงของไม้ในชั้นเรือนยอดของป่าเต็งรังมากเกิดจากความหนาแน่นของดินจอมปลวกที่สูงมากนั่นเอง และพรรณไม้เด่นในเรือนยอดชั้นนี้ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มพรรณไม้ในป่าผสมผลัดใบและป่าดิบแล้ง เช่น ตะคร้อ กัดลิ้น มะแฟน ตะคร้ำ ลำดาควาย กระเจียน และถ่านไฟตี เป็นต้น ส่วนความหลากหลายของชนิดพรรณพืชบนจอมปลวกพบว่ามีความสูงกว่าในป่าเต็งรัง

การศึกษาในอนาคตควรมีการทดลองปลูกกล้าไม้ จากดินจอมปลวกและเปรียบเทียบกับดินในป่าเต็งรังในสภาพธรรมชาติไม่ทำลายจอมปลวก เพื่อดูผลกระทบต่อการเจริญเติบโต ทั้งจากชนิดของปลวก และสมบัติดินจอมปลวก นอกจากนี้ควรศึกษาสมบัติของดินในแนวตั้งตามความลึกต่างๆ กัน เพราะว่าเป็นกรด-ด่าง สูงขึ้นตามความลึกของดินจอมปลวก จะทำให้เห็นชัดเจนว่าทำไมจึงมีความหลากหลายของพืชบนจอมปลวกสูงกว่าในป่าเต็งรัง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- คณะวนศาสตร์. 2532. ข้อมูลพื้นฐานแผนแม่บทการจัดการพื้นที่อุทยานแห่งชาติแม่ปิง จังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน และตาก. คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- ดอกรัก มารอด. 2549. บทปฏิบัติการการวิเคราะห์สังคัม
พืช. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ทัศนีย์ อัดตะนันท์, จงรัชต์ จันทร์เจริญสุข และสุรเดช
จินตกานนท์. 2452. แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการ
การวิเคราะห์ดินและพืช. มหาวิทยาลัยเกษตร
ศาสตร์, กรุงเทพฯ. 125 น.
- Bray, R.H. and L.T. Kurtz. 1945. Determination of
total organic and available forms of phosphorus
in soils. *Soil Sci.* 59:39-45.
- 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 animal population. *Animal Ecol.*
12: 42-58.
- Grassé, P. P. and P. Joly. 1941. La teneur en matière
organiques de quelques terres de termitières.
Bull. Soc. zool. Fr. 66, 57-62.
- Hesse, P. R. 1955. A chemical and physical study of
the soils of termite mounds in East Africa.
J. Ecol. 43: 449-461.
- John, A. H. and M. Lepage. 2000. Termites and
soil properties, pp. 389-407. In **Termites:
Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology.**
- Konate, S., X. Le Roux, D. Tessier and M. Lepage.
1999. Influence of large termitaria on soil
characteristics, soil water regime and tree
leaf shedding in a West African savanna.
Plant and Soil 206: 47-60.
- Lee, K.E. and T.G. Wood. 1971. **Termites and Soils.**
Academic Press, London and New York.
- Magurran, A.E. 1988. **Ecological Diversity and Its
Measurement.** Croom Helm, London.
- Mccune, B. and M. J. Mefford. 1999. **PC – ORD
Multivariate Analysis of Ecological Data:
Version 4 for Windows.** MjM Software
Design, Gleneden Beach, Oregon.
- Stoops, G. 1964. Application of some pedological
methods to the analysis of termite mounds,
pp. 379-398. In A. Bouillon, ed., **Etudes sur
les Termites Africains.** Leopoldville Univ.,
Leopolville.
- Wood, T.G. 1988. Termites and the soil environment.
Biol Fertils Soils 6:228-236
-