นิพนธ์ต้นฉบับ

ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพบางประการต่อการปรากฏของมด บริเวณห้วยเขย่ง อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

The Relationship of Some Physical Factors on the Occurrence of Ants in Huai Khayeng, Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province

ชมัยพร บัวมาศ[1] **Chamaiporn Buamas**[1]

เดชา วิวัฒน์วิทยา[2] **Decha Wiwatwittaya**[2]

[1] กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Entomology and Zoology Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand E-mail: c.buamas@gmail.com

[2] คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

รับต้นฉบับ 13 กรกฎาคม 2552 รับลงพิมพ์ 9 ตุลาคม 2552

ABSTRACT

The relationship of the occurrence of ants to some physical factors was studied in Huai Khayeng, Thong Pha Phum district, Kanchanaburi province. Ants were collected by four methods: 1) plant litter sifting; 2) honey bait trapping; 3) hand collecting; and 4) from soil sifting. Data on four physical factors were collected: 1) soil moisture; 2) soil temperature; 3) litter moisture; and 4) biomass. A line transect 90 m long was set up in each of four forest types: 1) dry evergreen forest; 2) lower mixed deciduous forest; 3) dry upper mixed deciduous forest; and 4) disturbed mixed deciduous forest. The results showed that mean soil moisture and mean litter moisture in the wet and dry season were significantly different in the four forest types. Soil moisture and litter moisture were correlated in the lower mixed deciduous forest. Sixty-one species were specific to forest type, with the dry evergreen forest having the highest number of species (25) and dry upper mixed deciduous forest having the lowest (3).

Keywords: relationship, ants, physical factors, Kanchanaburi province

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพบางประการต่อการปรากฏของชนิดมด บริเวณห้วยเขย่ง อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของมดกับปัจจัยแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง เก็บตัวอย่างมด 4 วิธี คือ 1) การใช้ตะแกรงร่อนซากพืช 2) การใช้กับดักน้ำหวาน 3) การจับด้วยมือ และ 4) การร่อนดิน และเก็บตัวอย่างปัจจัยทางกายภาพ 4 ปัจจัย คือ 1) ความชื้นดิน 2) อุณหภูมิดิน 3) ความชื้นซากพืช และ 4) มวลชีวภาพของซากพืช โดยสุ่มวางแนวสำรวจความยาว 90 เมตร ในป่า 4 ชนิด คือ 1) ป่าดิบแล้ง 2) ป่าผสมผลัดใบระดับต่ำ 3) ป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้ง และ 4) ป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลาย พบว่าความชื้นซากพืช และความชื้นดินเป็นปัจจัย

ที่มีการแปรผันระหว่างฤดูแล้ง และฤดูฝนมากที่สุด เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพกับการปรากฏของชนิดมด พบว่า ความชื้นซากพืชและความชื้นดิน เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับการปรากฏของมดในป่าทั้ง 4 ชนิด เมื่อนำชนิดมดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัจจัยทางกายภาพที่เจาะจงกับชนิดป่ามาจัดกลุ่ม พบมดที่จำเพาะต่อชนิดป่าต่างๆ จำนวน 61 ชนิด พบว่าป่าดิบแล้ง มีมดที่พบเฉพาะมากที่สุดจำนวน 25 ชนิด และพบน้อยสุดในป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้งมีจำนวนมดที่พบจำเพาะเพียง 3 ชนิด

คำสำคัญ: ความสัมพันธ์ มด ปัจจัยกายภาพ จังหวัดกาญจนบุรี

คำนำ

มดเป็นแมลงสังคมที่จัดอยู่ในอันดับ (oder) Hymenoptera วงศ์ (family) Formicidae สามารถอาศัยอยู่ได้ทั้งในพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เกษตร พบทั้งในดิน ตามซากพืช ใต้ก้อนหิน ตามต้นไม้หรือไม้พื้นล่าง เป็นต้น จึงทำให้มดมีความหลากหลายทั้งด้านชนิดและแหล่งที่อยู่อาศัย มดมีความสำคัญในการดำรงไว้ซึ่งความสมดุลตามธรรมชาติในระบบนิเวศ เนื่องจากมดสามารถทำหน้าที่ได้หลายบทบาท โดยมดส่วนใหญ่เป็นตัวห้ำ (predators) หรือกินซาก (scavangers) แต่บางชนิดกินทั้งพืชและสัตว์ (omnivores) บางชนิดมีการพึ่งพาอาศัยอยู่ร่วมกับสัตว์อื่น และพืชอีกหลายชนิด (Alonso *et al*., 2000) มดส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในป่า และมีบทบาทที่สำคัญในระบบนิเวศมาก คือ ช่วยกำจัดศัตรูพืชตามธรรมชาติ กระจายเมล็ดพืช และช่วยให้มีการหมุนเวียนธาตุอาหารในดิน ก่อให้เกิดความสมดุลในระบบนิเวศ ในปัจจุบันมดได้รับความสนใจและศึกษามากขึ้น เช่น เดชา และวาลุลี (2542) ภรณี (2544) นาวี (2546) และสุระชัย (2547) ศึกษาความหลากหลายของมดในบริเวณต่างๆ ของประเทศไทย ศึกษาการใช้มดเป็นตัวบ่งชี้สังคมพืช และมีการศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพอากาศกับชนิดมด โดย Senthong (2003) และ Thienthaworn (2004) การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพกับความความหลากชนิดของมดยังมีการศึกษาน้อย และพื้นที่ทองผาภูมิตะวันตก เป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายของพื้นที่เชิงนิเวศวิทยา ซึ่งมีการเชื่อมต่อของอาณาบริเวณเชิงนิเวศวิทยา (ecoregion) 3 เขต คือ เขตป่าฝนกึ่งดิบแนวตะนาวศรีและภาคใต้ของไทย เขตป่าฝนภูเขาตะยาและกะเหรี่ยง และเขตป่าผลัดใบชื้นบริเวณที่ราบเจ้าพระยาและยังอยู่ชิดกับทะเลอันดามันทางฝั่งพม่า พื้นที่ส่วนใหญ่มีสภาพเป็นเทือกเขาและสภาพป่าที่มีการผสมผสานกันของป่าหลายชนิดซึ่งส่งผลให้มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง อย่างไรก็ตาม พื้นที่บริเวณนี้บางส่วนได้ผ่านการสร้างแนวท่อก๊าซระหว่างประเทศไทยกับพม่าขึ้น การมีแนวท่อก๊าซผ่านนี้อาจมีผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพได้ โดยเฉพาะกรณีของสัตว์ขนาดเล็ก เช่น มด อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานการศึกษาอย่างจริงจังมากนัก การศึกษาในครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของมดกับปัจจัยแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประเมินสถานภาพของมดและนำไปสู่การวางแผนแนวทางการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ป่าอนุรักษ์ 72 พรรษามหาราช ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 16° 08′ ถึง 16° 24′ เหนือ และเส้นแวงที่ 44° 50′ ถึง 45° 40′ ตะวันออก มีพื้นที่ 35,232 ไร่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 200-938 เมตร พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน มีที่ราบระหว่างหุบเขาเพียงเล็กน้อย (สมโภชน์ และรังสิมา, 2547) อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน 27.2 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนรายปีเท่ากับ 1,257.8 มิลลิเมตร และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 75 ภายในพื้นที่พบชนิดป่าจำนวนทั้งสิ้น 5 ชนิดป่า ดังนี้

1. ป่าผสมผลัดใบระดับต่ำ (lower mixed deciduous forest) มีระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 300 เมตร กระจายอยู่ค่อนข้างน้อยตามพื้นที่ราบ

2. ป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้ง (dry upper mixed deciduous forest) มีระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 300-600 เมตร ส่วนใหญ่กระจายอยู่สันเขา

3. ป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลาย (disturbed mixed deciduous forest) กระจายอยู่ทั่วพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 72 พรรษามหาราช พืชที่พบส่วนใหญ่เป็นไผ่

4. ป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest) กระจายตามพื้นที่ราบบริเวณริมห้วย ต้นไม้ที่พบส่วนใหญ่จะเป็นไม้ที่มีขนาดใหญ่และมีอายุค่อนข้างมาก

5. ป่าเต็งรัง (dry dipterocarp forest) มีระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 600-760 เมตร ส่วนใหญ่พบกระจายบนภูเขาสูงเป็นหย่อมขนาดเล็ก

การวางแปลง

เลือกพื้นที่ที่จะทำการสำรวจโดยทำการวางแปลงชั่วคราวขนาด 1 เฮกแตร์ ในป่าทั้ง 4 ชนิด (Figure 1) ได้แก่ 1) ป่าดิบแล้ง (DEF) 2) ป่าผสมผลัดใบระดับต่ำ (LMDF) 3) ป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้ง (DUMDF) และ 4) ป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลาย (DMDF) กำหนดแนวสำรวจซึ่งแต่ละครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างจะไม่เก็บซ้ำแนวเดิม โดยจะวางห่างจากแนวเดิมประมาณ 10–20 เมตร ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ แนวสำรวจแต่ละแนวมีความยาว 90 เมตร แบ่งออกเป็น 3 ส่วน แต่ละส่วนจะมีความยาว 30 เมตร (Figure 2) ทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 5 ครั้ง ในเดือนกุมภาพันธ์ เมษายน มิถุนายน สิงหาคม และ ตุลาคม แบ่งออกเป็นฤดูฝน คือระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงกันยายน ฤดูแล้งระหว่างเดือนมกราคม ถึงเมษายน และเดือนสิงหาคม ถึงธันวาคม พ.ศ. 2547 (Figure 3)

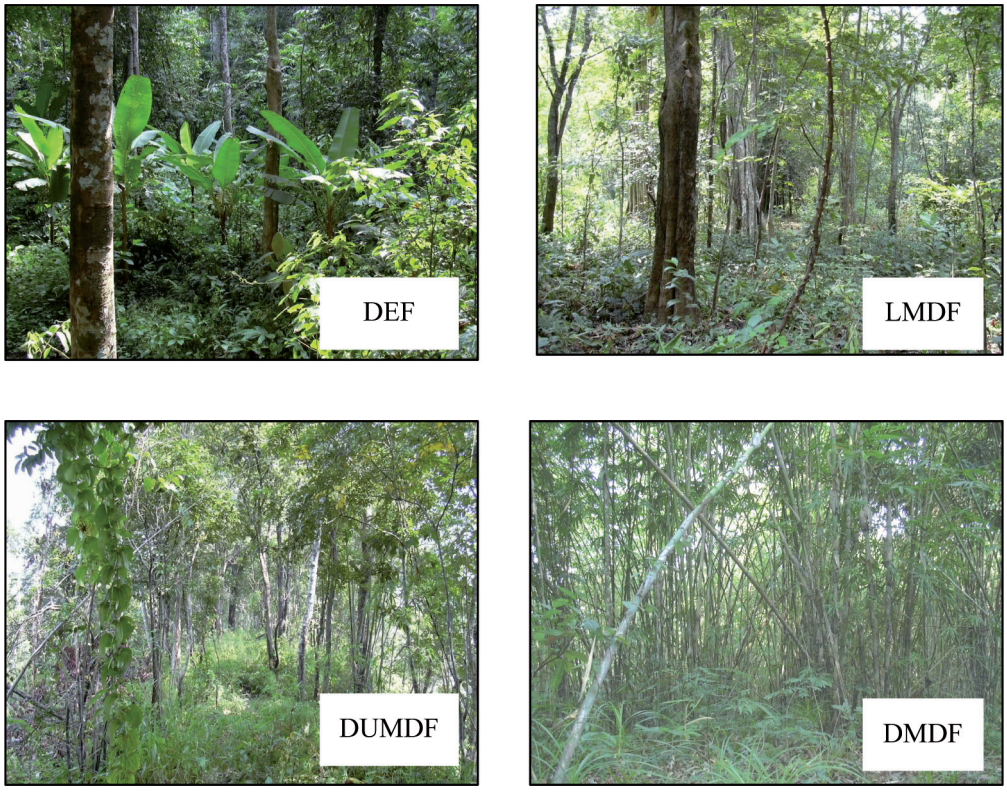

Figure 1 Forest types used in the study in Thong Pha Phum district, Kanchanaburi province. (DEF = dry evergreen forest; LMDF = lower mixed deciduous forest; DUMDF = dry upper mixed deciduous forest; and DMDF = disturbed mixed deciduous forest).

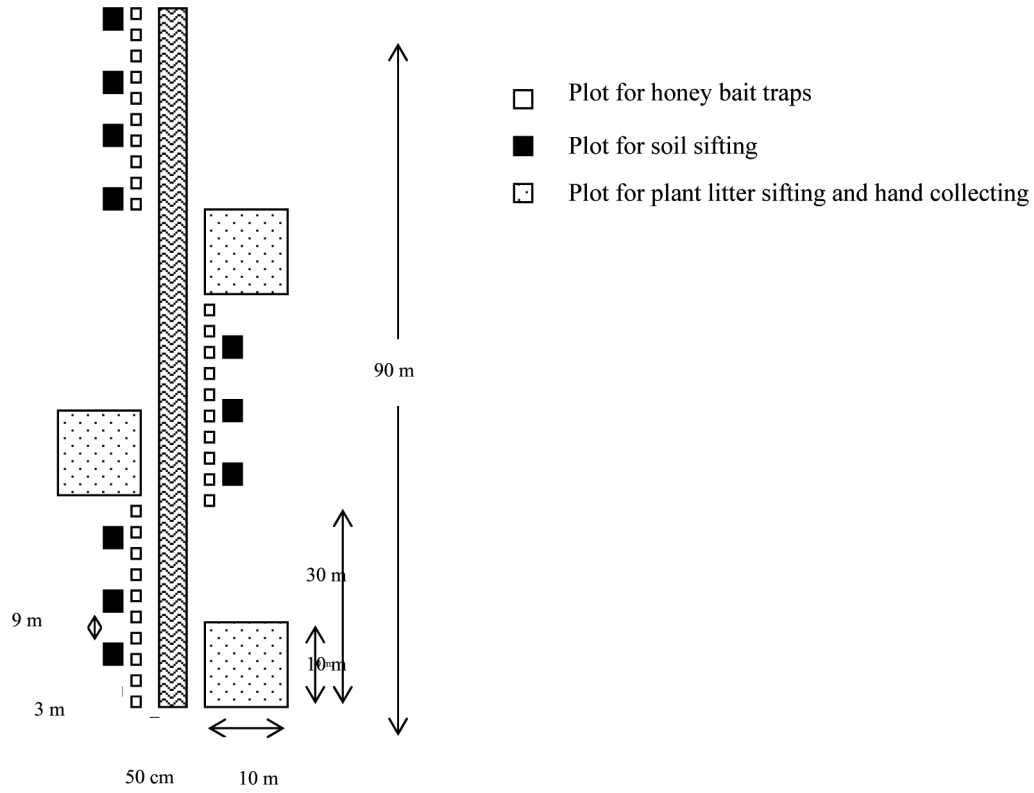

Figure 2 Sample layout in each line transect (90 m).

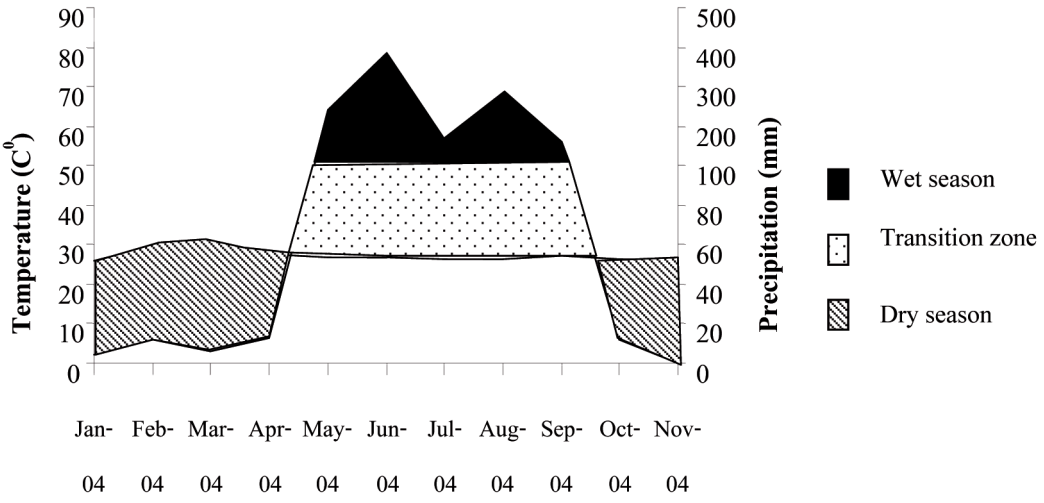

Figure 3 Seasonal changes in air temperature and precipitation from January to December 2004 in Thong Pha Phum district, Kanchanaburi province.

การเก็บตัวอย่างมด

1. กับดักน้ำหวาน (honey bait trap) ใช้ผ้าดิบขนาด 3 x 3 เซนติเมตร แช่ในน้ำหวานที่มีความเข้มข้นร้อยละ 80 โดยพยายามหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีแสงแดดแรง และวางบนใบไม้เพื่อไม่ให้น้ำหวานระเหยเร็วเกินไป วางจำนวน 30 จุด แต่ละจุดห่างกัน 3 เมตร ทิ้งไว้ 30 นาที แล้วบันทึกชนิดและนับจำนวนตัว

2. การร่อนซากพืช (plant litter sifting) ทำการร่อนซากพืชที่ปกคลุมผิวดิน โดยกำหนดขนาดแปลงประมาณ 10 x 10 เมตร เก็บซากพืชที่อยู่ในแปลงใส่ในตะแกรงร่อนที่มีถาดรองรับด้านล่าง และใช้ปากคีบจับมดใส่ในขวดเก็บตัวอย่าง โดยวางแปลงขนาด 10 x 10 เมตร เก็บมดทั้งหมดใส่ขวด

3. การจับด้วยมือ (hand collecting) เก็บมดที่อาศัยอยู่ตามต้นไม้ ไม้พื้นล่างหรือไม้พุ่ม โดยใช้ปากคีบและใช้สวิงโฉบ เก็บมดทั้งหมดใส่ในขวด ใช้แปลงขนาด 10 x 10 เมตร การเก็บตัวอย่างใช้แปลงเดียวกันกับที่ทำการร่อนซากพืช

4. การร่อนดิน (soil sifting) วางแปลงขนาด 20 x 20 x 10 เซนติเมตร ตามแนวสำรวจ เนื่องจากในบางครั้งจุดที่วางกับดักน้ำหวานจะยังมีน้ำหวานเหลืออยู่ ซึ่งจะมีมดเข้ามามากกว่าปกติจึงทำการหลีกเลี่ยง โดยวางห่างจากแนวที่ทำการวางกับดักน้ำหวานประมาณ 50 เซนติเมตรใช้พลั่วหรือเสียมขุดดินในแปลงนำมาร่อนในตะแกรงที่มีถาดรองรับด้านล่าง ใช้ปากคีบเก็บมดทั้งหมดใส่ในขวด

การเก็บข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ

ในการเก็บข้อมูลปัจจัยทางกายภาพนั้น ทำการเก็บทั้งสิ้น 4 ปัจจัย คือ ความชื้นดิน (soil moisture) อุณหภูมิดิน (soil temperature) ความชื้นซากพืช (litter moisture) และมวลชีวภาพ (biomass) ของซากพืช ในการเก็บข้อมูลจะใช้จุดเก็บตัวอย่างเดียวกันกับการเก็บมดโดยการร่อนดิน ในแต่ละชนิดป่าจะเก็บข้อมูลป่าละ 10 แปลง ทำการเก็บในป่าทั้ง 4 ชนิดโดยเก็บทั้งสิ้น 5 ครั้ง และเก็บในระยะเวลาเดียวกับที่เก็บข้อมูลมด

1. ความชื้นดิน ทำการเก็บตัวอย่างดินโดยใช้ soil core ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 6 เซนติเมตร สูง 4 เซนติเมตร เก็บทั้งสิ้น 10 จุด นำตัวอย่างดินที่ได้มาชั่งน้ำหนักสดหลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วันแล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น

2. ซากพืช เก็บตัวอย่างซากพืช โดยวางแปลงขนาด 20 x 20 เซนติเมตร เป็นแปลงเก็บตัวอย่างเดียวกันกับการเก็บมดโดยการร่อนดิน เก็บซากพืชที่อยู่ผิวดินของแปลงก่อนที่ทำการขุดดิน โดยนำตัวอย่างซากพืชที่ได้มาชั่งน้ำหนักสดหลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน นำมาชั่งน้ำหนักแห้งเพื่อคำนวณหาความชื้นของซากพืช และมวลชีวภาพของซากพืช ทำการเก็บทั้งสิ้น 10 แปลง

3. อุณหภูมิดิน ทำการวัดอุณหภูมิดิน โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ปักลงในดินที่ระดับความลึก 5 เซนติเมตร ทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที บันทึกค่าของอุณหภูมิที่ได้ ในจุดที่ทำการปักเทอร์โมมิเตอร์ต้องหลีกเลี่ยงไม่ให้แสงแดดส่องโดนเทอร์โมมิเตอร์โดยตรงและทำการวัดอุณหภูมิทั้งสิ้น 10 จุด

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เปรียบเทียบการแปรผันของฤดูกาลต่อปัจจัยทางกายภาพโดยใช้ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรทดสอบความแตกต่างของปัจจัยทางกายภาพทั้ง 4 ปัจจัย (t-test) ได้แก่ อุณหภูมิดิน ความชื้นดิน ความชื้นซากพืช และมวลชีวภาพของซากพืชในป่าแต่ละชนิด

2. คำนวณหาความชื้นดิน ความชื้นซากพืช และมวลชีวภาพของซากพืชในแต่ละชนิดป่าดังนี้

$$\text{ความชื้น (ดินหรือซากพืช)} = \frac{\text{น้ำหนักสด (กรัม)} - \text{น้ำหนักแห้ง (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักแห้ง (กรัม)}}$$

$$\text{มวลชีวภาพ} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของพืชทั้งหมด (กรัม)}}{\text{ขนาดพื้นที่ที่ทำการสำรวจ (ตารางเมตร)}}$$

3. เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพกับชนิดมดที่ปรากฏ และหาชนิดมดที่จำเพาะในแต่ละชนิดป่า โดยใช้ Canonical Correspondence Analysis (CCA) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ PC-ORD สำหรับ Windows Version 4 (McCune and Mefford, 1999)

ผลและวิจารณ์

ความหลากชนิดของมด

การศึกษาความหลากชนิดของมด บริเวณป่าห้วยเขย่ง อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี พบทั้งสิ้น 202 ชนิด 56 สกุล 9 วงศ์ย่อย เมื่อพิจารณาในแต่ละชนิดป่าพบว่า ป่าดิบแล้งพบมดมากที่สุด จำนวน 127 ชนิด รองลงมาได้แก่ ป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลาย ป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้ง และป่าผสมผลัดใบระดับต่ำ จำนวน 103 , 96 และ 86 ชนิด ตามลำดับ

การแปรผันของปัจจัยทางกายภาพ

ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิอากาศ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2547 (Figure 2) นำมาแบ่งช่วงฤดูกาลออกเป็น 2 ฤดู คือ ฤดูฝน (ช่วงน้ำหลาก) มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 100 มิลลิเมตร/เดือน พบตั้งแต่ เดือนพฤษภาคม-กันยายน พ.ศ. 2547 และฤดูแล้ง (ช่วงฝนแล้ง) มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 100 มิลลิเมตร/เดือน พบตั้งแต่เดือนมกราคม-มีนาคม และตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2547 เมื่อพิจารณาในป่าแต่ละชนิด พบว่ามีการแปรผันของปัจจัยแวดล้อม (Table 1) ดังนี้

Table 1 Mean values for soil temperature, soil moisture, litter moisture and biomass in the wet and dry seasons for four forest types. (DEF = dry evergreen forest; LMDF = lower mixed deciduous forest; DUMDF = dry upper mixed deciduous forest; and DMDF = disturbed mixed deciduous forest).

Forest type	Soil temperature (^{0}C)		Soil moisture (%)		Litter moisture (%)		Biomass (g/m^2)	
	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet
DEF	20.23	19.25	17.07	42.32	28.89	127.85	1306.66	2421.79
LMDF	22.83	21.55	15.31	26.99	26.91	115.15	1811.56	1540.09
DUMDF	22.73	20.86	10.43	36.52	9.57	124.59	117.93	733.10
DMDF	21.17	20.73	19.51	32.85	18.85	118.91	1835.45	1884.82

Note: DEF - dry evergreen forest
LMDF - lower mixed deciduous forest
DUMDF - dry upper mixed deciduous forest
DMDF - disturbed mixed deciduous forest

ป่าดิบแล้ง

พบความชื้นดิน ความชื้นซากพืช และมวลชีวภาพของซากพืช ในฤดูแล้งและฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$, $F= 7.484$, 1.324 และ 4.796 ตามลำดับ) ในขณะที่อุณหภูมิ มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$, $F= 0.411$) โดยเฉพาะฤดูฝนพื้นที่ที่ทำการศึกษามีปริมาณฝนตกชุกตลอด ส่งผลให้ลำห้วยมีน้ำไหลตลอดปี และส่งผลให้ซากพืชมีความชื้นสูงเกินร้อยละ 100 ในขณะที่อุณหภูมิดินมีการแปรผันค่อนข้างน้อย

ป่าผสมผลัดใบระดับต่ำ

พบเพียงปัจจัยความชื้นของซากพืชที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F= 0.234$, $P<0.05$) เนื่องจากมีการผลัดใบของต้นไม้ในพื้นที่และ

มีปริมาณซากพืชที่สูงแต่ในฤดูฝนไม่มีการผลัดใบเพิ่มทำให้ปริมาณซากพืชลดลง

ป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้ง

พบความชื้นดินและความชื้นซากพืช ในฤดูแล้งและฤดูฝนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.005$, $F=5.714$ และ 3.239 ตามลำดับ) ส่วนใหญ่ต้นไม้ในพื้นที่ค่อนข้างจะแคระแกรน และจากการสังเกตดินในพื้นที่ พบว่า ดินส่วนใหญ่จะเป็นดินผสมหิน โดยเวลาขุดดินลึกลงไปจะมีหินขนาดใหญ่จำนวนมากทำให้ดินสามารถเก็บความชื้นได้น้อย ฤดูแล้งสภาพดินค่อนข้างแห้งและฤดูฝนจะมีความเปลี่ยนแปลงของความชื้นดินและซากพืชรวดเร็วและชัดเจน ซึ่งฤดูฝนมีมวลชีวภาพลดลงอย่างมากเนื่องจากปลายฤดูแล้งในบริเวณนี้ได้เกิดไฟป่า เผาทำลายซากพืชที่มีสภาพแห้ง ทำให้ผิวดินมีสิ่งปกคลุมหน้าดินน้อยส่งผลให้เกิดความแตกต่างอย่างชัดเจนของความชื้นดินและความชื้นซากพืช

ป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลาย

มีความชื้นดินและความชื้นซากพืชในฤดูแล้งและฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$, $F= 1.073$ และ 4.467 ตามลำดับ) เพราะในพื้นที่พืชที่ขึ้นส่วนใหญ่มีไผ่ขึ้นปกคลุม มีไม้ใหญ่น้อยมากทำให้สภาพพื้นที่ค่อนข้างเปิดโล่ง และฤดูแล้งจะแห้งแล้ง ป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลายมีระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลางใกล้เคียงกับป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้ง ทำให้มีความแตกต่างของปัจจัยทางกายภาพมีทิศทางเดียวกันแต่ในป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลายนี้ไม่มีการเกิดไฟป่าทำให้ไม่มีความแตกต่างของปริมาณซากพืชระหว่างฤดูกาล แต่ความชื้นดินและความชื้นซากพืชมีค่าสูงกว่าในป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้งเพราะปริมาณซากพืชที่หนา ช่วยรักษาสภาพความชื้นดินและซากพืชที่อยู่ติดกับผิวดินซึ่งยังคงมีความชื้นอยู่

ความชื้นซากพืชและความชื้นดินเป็นปัจจัยที่มีการแปรผันระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนมากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกันในป่าทั้ง 4 ชนิดแล้ว มีเพียงป่าผสมผลัดระดับต่ำเท่านั้นที่ความชื้นดินไม่มีความแตกต่างกันแบบมีนัยสำคัญซึ่งเป็นผลมาจากป่าผสมผลัดใบระดับต่ำในฤดูแล้งจะมีปริมาณซากพืชทับถมอยู่ชั้นบนสุดส่วนในหน้าฝนจะมีพืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae) ปกคลุมจนเต็มพื้นที่ทำให้ความชื้นดินไม่มีความแตกต่างกัน

ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพกับการปรากฏของชนิดมด

การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพกับชนิดมด โดยนำชนิดมดที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยทางกายภาพ ประกอบด้วย อุณหภูมิดิน (TEM) ความชื้นดิน (RHS) ความชื้นซากพืช (RHL) และมวลชีวภาพของซากพืช (biomass) นำมาวิเคราะห์โดยใช้ Canonical Correspondence Analysis (CCA) ทำการศึกษาในป่าแต่ละชนิด (Figure 4) ได้ดังนี้

ป่าดิบแล้ง

พบปัจจัยทางกายภาพทั้ง 4 ชนิด มีความสัมพันธ์กับการปรากฏของชนิดมด (Figure 4.1) โดยปัจจัยด้านความชื้นดิน ความชื้นซากพืช และมวลชีวภาพมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน พบมด 16 ชนิดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัจจัยทางกายภาพทั้ง 3 ชนิดที่กล่าวข้างต้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลของป่าดิบแล้งเมื่อปริมาณซากพืชมีความชื้นเพิ่มขึ้นย่อมส่งผลถึงความชื้นดินและเกี่ยวเนื่องถึงกลุ่มสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยในดินและซากพืชซึ่งเป็นอาหารของมด Young (1982) กล่าวว่า ฤดูฝนเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการเติบโตของประชากรแมลงที่อาศัยในซากพืช และซากสัตว์ ทำให้มดมีการออกหาอาหารเพิ่มขึ้น และอุณหภูมิดินมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับมดอีก 16 ชนิด แต่จากการทดสอบความแตกต่างของอุณหภูมิพบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างฤดูกาล คือ อุณหภูมิดินในป่าดิบแล้งค่อนข้างคงที่การที่มีมดถึง 16 ชนิดมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกเนื่องมาจากในพื้นที่บางส่วนมีช่องว่างที่เกิดจากต้นไม้ใหญ่ล้มและบริเวณนั้นมีแต่ไม้พื้นล่างทำให้มดบางกลุ่มที่อาศัยอยู่บริเวณนี้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิ

ป่าผสมผลัดใบระดับต่ำ

ปัจจัยทางกายภาพทั้ง 4 ปัจจัยมีความสัมพันธ์

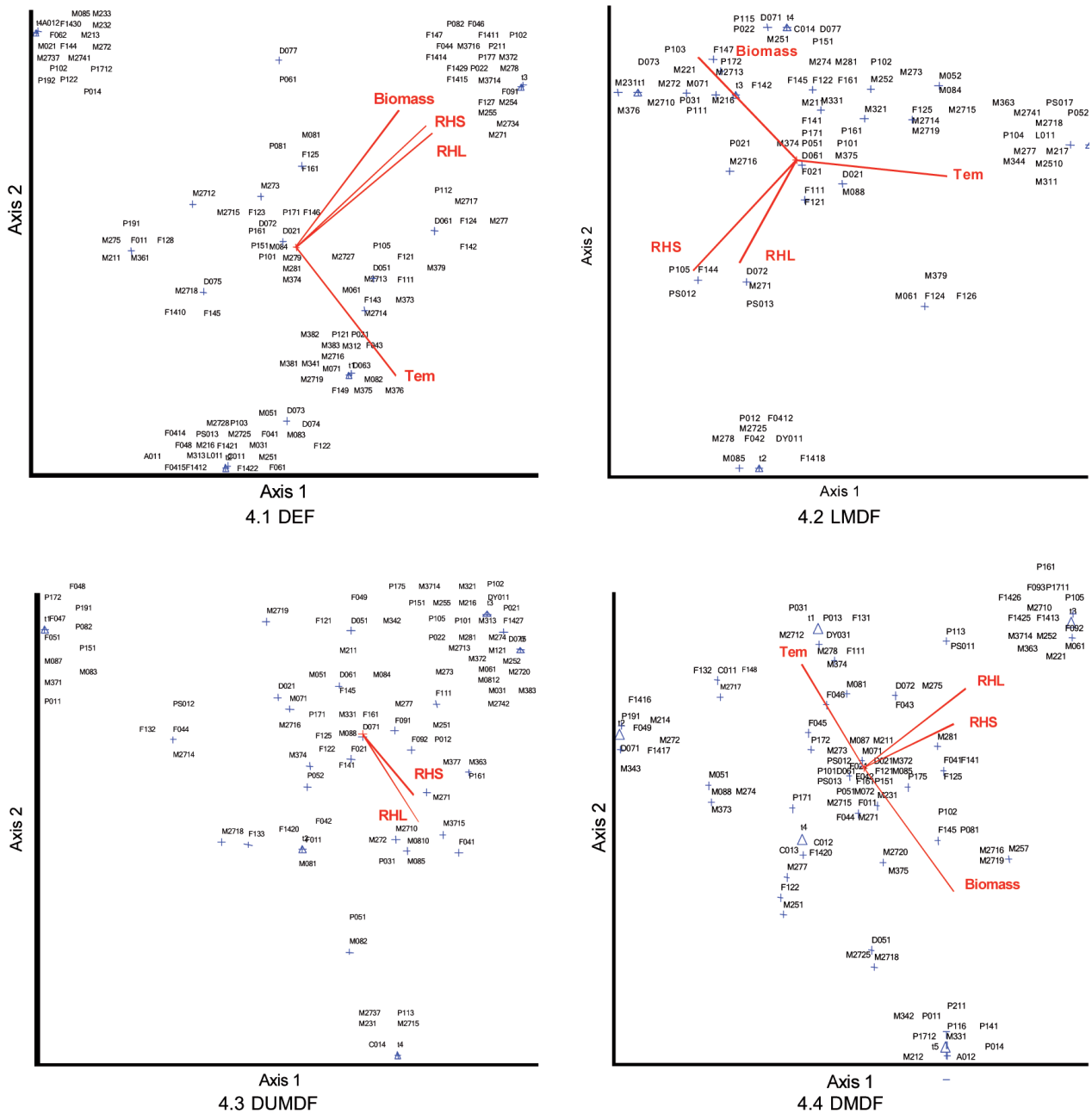

Figure 4 Joint-plot diagrams showing the relationship between a set of physical factors and ants in four forest types. (DEF = dry evergreen forest; LMDF = lower mixed deciduous forest; DUMDF = dry upper mixed deciduous forest; and DMDF = disturbed mixed deciduous forest).

กับการปรากฏของมด (Figure 4.2) โดยความชื้นซากพืช ซึ่งมีความแตกต่างระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้งมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการปรากฏของมด *Technomyrmex kraepelinii* Forel, *Pheidole nodifera* Fr. Smith และ *Tetramorium attenuata* Fr. Smith เนื่องจากความชื้นของซากพืชที่แตกต่างส่งผลต่อปริมาณอาหารของมดทั้ง 3 ชนิด และปัจจัยทางกายภาพอีก 3 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับชนิดมดที่ปรากฏเพราะมดแต่ละชนิดจะมีความจำเพาะต่อชนิดอาหารรวมทั้งถิ่นอาศัย เช่น *Leptanilla* sp.1 of AMK มีความสัมพันธ์โดยตรงกับอุณหภูมิดิน เนื่องจากมดชนิดนี้เป็นมดขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในดินเมื่ออุณหภูมิดินมีการเปลี่ยนแปลงอาจจะทำให้มดชนิดนี้มีการย้ายถิ่นอาศัยได้

ป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้ง

พบปัจจัยทางกายภาพ 2 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปรากฏของชนิดมด (Figure 4.3) สอดคล้องกับการทดสอบความแตกต่างของปัจจัยทางกายภาพระหว่างฤดูที่พบว่าปัจจัย ความชื้นดิน และความชื้นซากพืชมีความแตกต่างระหว่างฤดูกาล พบมด 11 ชนิด มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความชื้นดินและความชื้นซากพืช ในทางตรงกันข้ามปัจจัยด้านอุณหภูมิดินและมวลชีวภาพของซากพืชไม่มีความสัมพันธ์กับการปรากฏของมดเพราะป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้งค่อนข้างมีความแห้งแล้งและมีปริมาณซากพืชน้อยซึ่งในเดือนเมษายน พ.ศ. 2547 เกิดไฟป่าในบริเวณนี้ทำให้ปริมาณซากพืชน้อยมาก ซึ่งทำให้มดที่อาศัยอยู่ตามซากพืชมีการปรับตัวหาแหล่งที่อยู่ใหม่

ป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลาย

ปัจจัยทางกายภาพทั้ง 4 ปัจจัย (Figure 4.4) มีความสัมพันธ์ต่อการปรากฏของชนิดมดอย่างชัดเจน โดยเฉพาะมวลชีวภาพของซากพืชและอุณหภูมิดินเป็นปัจจัยหลักที่มีความสัมพันธ์ต่อการปรากฏของมดแตกต่างจากการทดสอบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลของปัจจัยทางกายภาพที่พบว่าป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลายมีความชื้นดิน และความชื้นซากพืชมีความแตกต่างระหว่างฤดูกาล ขณะที่ฤดูฝนไม่มีการผลัดใบของไผ่ แต่ฤดูแล้งมีการผลัดใบ รวมทั้งปริมาณซากพืชที่มีความหนาของป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลายทำให้ไม่มีความแตกต่างกันมาก เมื่อพิจารณาชนิดมดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัจจัยทางกายภาพทั้ง 2 ปัจจัย พบว่ามดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัจจัยของมวลชีวภาพซากพืชเป็นมดที่อาศัยอยู่ตามผิวดินและซากพืช เนื่องจากเมื่อปริมาณซากพืชสูงน่าจะส่งผลถึงปริมาณอาหารของมดกลุ่มนี้ ส่วนมดในกลุ่มที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิดิน เมื่ออุณหภูมิดินสูงอาจทำให้สัตว์ขนาดเล็กที่เป็นอาหารของมดออกมามากกว่าปกติ และป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลายนี้เป็นป่าที่เปิดโล่ง มดที่พบส่วนใหญ่จะเป็นมดที่ชอบพื้นที่โล่งมีแสงมาก เช่น Oecophylla smaragdina (Fabricius) เป็นต้น

ความชื้นซากพืชเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับการปรากฏของมดในป่าทั้ง 4 ชนิด เนื่องจากมีมดถึงร้อยละ 80 ที่อาศัยอยู่ตามซากพืช (litter ant) ซึ่งสอดคล้องกับ Young (1982) ที่พบว่า ฤดูฝนเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของประชากรแมลงที่อาศัยอยู่ในซากพืช และซากสัตว์ทำให้มดมีปริมาณอาหารที่มากขึ้น

ชนิดมดที่จำเพาะต่อปัจจัยทางกายภาพในป่าชนิดต่างๆ

นำข้อมูลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพในป่าแต่ละชนิดกับการปรากฏของมดชนิดต่างๆ โดยใช้เทคนิค CCA และนำชนิดมดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัจจัยทางกายภาพที่เจาะจงกับชนิดป่ามาจัดกลุ่ม พบมดที่จำเพาะต่อชนิดป่าต่างๆ จำนวน 61 ชนิด โดยแยกตามชนิดป่าได้ดังนี้

ป่าดิบแล้ง

มีมดที่พบเฉพาะ 25 ชนิด พบว่ามดทั้ง 25 ชนิด มีความจำเพาะต่อปัจจัยทางกายภาพทั้ง 4 ปัจจัยเนื่องจากป่าดิบแล้งมีระดับความชื้นดิน และความชื้นซากพืชที่มากกว่าป่าชนิดอื่นๆ และมีไม้พื้นล่างปกคลุมตลอดปี ทำให้มีกลุ่มของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่อาศัยอยู่ภายในป่าดิบแล้งมากกว่าป่าในชนิดอื่นๆ ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้โดยเฉพาะสัตว์ขนาดเล็กที่เป็นแหล่งอาหารของมดทำให้พบมดที่จำเพาะต่อป่าดิบแล้งถึง 24 ชนิด แต่พิจารณาชนิดมดที่จำเพาะแท้จริงพบว่ามีจำนวน 12 ชนิด ได้แก่ *Tapinoma* sp.3, P.(*Polyrhachis*) *bihamata* Drury, P.(*Myrmatalpa*) sp.2, P. sp.29, *Oligomyrmex* sp.4, *Pheidole elisae* Emery, *Pristomyrmex* sp.1 of AMK, *Tetramorium insolens* Fr. Smith, *Vollenhovia* sp. 2 of AMK, *V.* sp.4 of AMK, *Myopone* sp.6 of AMK และ *Pachycondyla rufipres* Jerdon

ป่าผสมผลัดใบระดับต่ำ

มีจำนวน 19 ชนิด ทั้งหมดมีความจำเพาะกับปัจจัยทางกายภาพทั้ง 4 ปัจจัย เมื่อพิจารณาชนิดมดที่เป็นชนิดที่มีความจำเพาะต่อชนิดป่านี้อย่างแท้จริงมีจำนวน 7 ชนิด ได้แก่ *Leptogenys* sp. 23 of AMK, *Monomorium* sp.7, *Oligomyrmex* sp.10, *Hypoponera* sp.4, *Pristomyrmex* aff.*brevispinosus* Emery, *Smithistruma* sp. 10 of AMK และ *Tetraponera difficilis* Wheeler เป็นต้น เนื่องจากมดทั้ง 7 ชนิดเป็นมดที่อาศัยตามผิวดินและซากพืชซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลของความชื้นซากพืช ยกเว้นมด *Tetraponera difficilis* Wheeler เป็นมดที่อาศัยอยู่ตามต้นไม้หรือไม้พื้นล่าง แต่มีการหาอาหารตามผิวดินและซากพืชเช่นกัน ซึ่งอาจจะมีผลต่อชนิดอาหารของมดชนิดนี้ได้

ป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้ง

พบมด 3 ชนิด คือ *Crematogaster* (*Physocrema*) *differmis* Fr. Smith, *Tetramorium ciliatum Bolton* และ *Crematogaster* sp. 4 of AMK ที่มีความจำเพาะเจาะจง ซึ่งป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้งส่วนใหญ่กระจายอยู่ตามสันเขา มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 300-600 เมตร และมดทั้ง 3 ชนิดนี้มีความจำเพาะกับปัจจัยทางกายภาพเพียง 2 ปัจจัย คือ ความชื้นซากพืชและความชื้นดิน ซึ่งปัจจัยทั้ง 2 อย่างมีผลต่อกลุ่มการเจริญเติบโตและจำนวนของสิ่งมีชีวิตที่เป็นอาหารของมดทั้ง 3 ชนิดนั้น

ป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลาย

มีจำนวน 14 ชนิด แต่มีเพียง 10 ชนิดที่น่าจะเป็นชนิดที่จำเพาะที่แท้จริงในป่าชนิดนี้ ได้แก่ *Oligomyrmex* sp.2 of AMK, *Yunodorylus* sp.1 of AMK, *Plagiolepis* sp.1 of AMK, *P.* sp.2 of AMK, *Polyrhachis rufipes* Fr. Smith, *P.* (*Cyrtomyrma*) *rastellata Lattreille*, *P. halidayi* Emery, *Amblyopone reclinata* Mayr, *Pachycondyla* sp.6 of AMK และ *Oecophylla smaragdina* (Fabricius) เป็นต้น ซึ่งมีความจำเพาะกับปัจจัยทางกายภาพทั้ง 4 ปัจจัย ชนิดมดที่พบส่วนใหญ่เป็นชนิดมดที่สามารถพบได้ในพื้นที่ถูกบุกรุกทำลาย มีความอุดมสมบรูณ์น้อย และไม่มีความหลากหลายของพรรณไม้ โดยเฉพาะ *O. smaragdina* (Fabricius) ที่สามารถพบได้ในพื้นที่ถูกทำลายและบริเวณขอบป่า (Maryati, 1997)

ชนิดมดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัจจัยทางกายภาพที่เจาะจงกับชนิดป่ามาจัดกลุ่ม พบมดที่จำเพาะต่อชนิดป่าต่างๆ จำนวน 61 ชนิด พบว่าป่าดิบแล้งมีมดที่พบเฉพาะมากที่สุดจำนวน 25 ชนิด รองลงมาได้แก่ ป่าผสมผลัดใบระดับต่ำ และป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลาย ส่วนป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้งมีจำนวนมดที่พบเฉพาะน้อยที่สุดเพียง 3 ชนิด เนื่องจากป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้งส่วนใหญ่กระจายอยู่ตามสันเขา มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 300-600 เมตร และมดทั้ง 3 ชนิดนี้มีความจำเพาะกับปัจจัยทางกายภาพเพียง 2 ปัจจัย คือ ความชื้นซากพืชและความชื้นดิน ซึ่งปัจจัยทั้ง 2 อย่างมีผลต่อกลุ่มการเจริญเติบโต และจำนวนของสิ่งมีชีวิตที่เป็นอาหารของมดทั้ง 3 ชนิดนั้น

เป็นที่น่าสังเกตว่าในป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลายพบ มดแดง *Oecophylla smaragdina* (Fabricius) เป็นมดที่มีความเฉพาะเจาะจงในป่าชนิดนี้ และมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพทั้ง 4 ปัจจัย ซึ่งมดชนิดนี้เป็นมดที่สามารถพบได้ในพื้นที่ถูกบุกรุกทำลาย มีความอุดมสมบรูณ์น้อย และไม่มีความหลากหลายของพันธุ์ไม้ รวมทั้งสามารถพบได้ในพื้นที่ถูกทำลายและบริเวณขอบป่า (Maryati,1997)

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบทั้งสิ้น 202 ชนิด 56 สกุล 9 วงศ์ย่อย ปัจจัยทางกายภาพที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนในทุกชนิดป่า คือ ความชื้นดินและความชื้นซากพืช ขณะที่ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการปรากฏของชนิดมด พบว่าปัจจัยทางกายภาพ 4 ชนิด คือ อุณหภูมิดิน ความชื้นในดิน ความชื้นซากพืช และมวลชีวภาพของซากพืช มีความสัมพันธ์กับการปรากฏของมดในป่าดิบแล้ง ป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้ง และป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลาย มีเพียงป่าผสมผลัดใบระดับต่ำที่พบความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพเพียง 2 ปัจจัย คือ ความชื้นดิน และความชื้นซากพืชเท่านั้น

มีมดจำนวน 61 ชนิด ที่จำเพาะต่อชนิดป่า ในป่าดิบแล้งมีจำนวน 25 ชนิด รองลงมาได้แก่ ป่าผสมผลัดใบระดับต่ำ และป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลาย จำนวน 19 และ 14 ชนิด ตามลำดับ ในขณะที่ป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้งพบเพียง 3 ชนิดเท่านั้น

การศึกษามดที่จำเพาะต่อปัจจัยทางกายภาพ

ในป่าแต่ละชนิดสามารถนำข้อมูลไปสนับสนุนการตรวจสอบความสมบูรณ์ของชนิดป่าร่วมกับข้อมูลทางด้านพืชและสัตว์อื่นๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์ของป่าชนิดต่างๆ และเพื่อให้การเก็บข้อมูลครอบคลุมช่วงเวลา และความต่อเนื่องของข้อมูลในเรื่องการดำรงชีวิตและพฤติกรรมของมดควรมีการศึกษาทุกๆ เดือนเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี และควรมีการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการหาอาหารและถิ่นอาศัยของมดชนิดที่เด่นในพื้นที่ เพื่อนำไปสู่การบ่งบอกชนิดของอาหารและถิ่นอาศัยในแต่ละพื้นที่ให้ชัดเจน ควรมีการศึกษาปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ ด้วย เช่น ลักษณะของดิน การปกคลุมของเรือนยอด ปริมาณแสง ควรศึกษาถิ่นอาศัยเฉพาะของมดและชนิดของไม้พื้นล่างเพื่อนำไปหาความสัมพันธ์ของชนิดมดที่พบในพื้นที่

คำนิยม

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_147001 จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เดชา วิวัฒน์วิทยาและวาลุลี โรจนวงศ์. 2542. **โครงการความหลากหลายของมดในบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ รหัสโครงการ BRT 141003**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นาวี หนุนอนันต์. 2546. **ชนิดและความชุกชุมของมดตามฤดูกาลในป่าบาลา เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ภรณี ประสิทธิ์อยู่ศีล. 2544. **ความหลากหลายและการกระจายของมดในบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมโภชน์ ศรีโกมาตร และ รังสิมา ตัณฑเลขา. 2547. **การวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพเชิงพื้นที่ (area-based): กรณีศึกษาชุดโครงการวิจัยทองผาภูมิตะวันตก**. จิรวัฒน์ เอ็กซ์เพรส จำกัด, กรุงเทพฯ.

สุระชัย ทองเจิม. 2547. **ชนิดและความชุกชุมของมดบนเรือนยอดไม้ บริเวณป่าดิบชื้นระดับต่ำของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง จังหวัดสงขลา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

Alonso, L. E. and D. Agosti. 2000. Biodiversity studies, monitoring, and ants: An overview, pp. 1-8. *In* D. Agosti, L.E. Alonso, J. D. Majer, and T. R. Schultz, eds. **Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Smithsonian Institution Press, United Satate of America.

Maryati, M. 1997. Ants an indicator for the tropical rain forest. **Manual for international plot course on environmental evaluation using insects as indicators of biodiversity: Ant Ecology, Taxonomy collecting methods and identification** 17 March – 7 April 1997. Kota Kinabalu: Tropical Biology and Conservation Unit, Universiti Malaysia Sabah and International Institute of Entomology.

McCune, B. and M. J. Mefford. 1999. **PC-ORD**. **Multivariate Analysis of Ecological Data Version 4**. MjM Solfware Design, Glenden.

Senthong, D. 2003. **Ant Distribution Based on Air Quality Variation in Urban Community of Bangkok**. M.S. thesis, Mahidol University.

Thienthaworn, P. 2004. **The Relationship of Air Quality and Ant Distribution Surrounding Rachaburi Power Plant, Rachaburi Province**. M.S. thesis, Mahidol University.

Young, A. M. 1982. **Population Biology of Tropical Insects**. Plenum Press, New York.