

## 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**

ชัมัยพร บัวมาศ<sup>1</sup>Chamaiporn Buamas<sup>1</sup>เดชา วิวัฒน์วิทยา<sup>2</sup>Decha Wiwatwittaya<sup>2</sup><sup>1</sup> 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

<sup>2</sup> 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 (order) Hymenoptera วงศ์ (family) Formicidae สามารถอาศัยอยู่ได้ทั้งในพื้นที่ธรรมชาติและพื้นที่เกษตร พบทั้งในดิน ตามซากพืช ได้ก้นหิน ตามต้นไม้หรือไม้พื้นล่าง เป็นต้น จึงทำให้มดมีความหลากหลายทั้งด้านชนิดและแหล่งที่อยู่อาศัย มดมีความสำคัญในการดำรงไว้ซึ่งความสมดุลตามธรรมชาติในระบบนิเวศเนื่องจากมดสามารถทำหน้าที่ได้หลายบทบาท โดยมดส่วนใหญ่เป็นตัวล่า (predators) หรือกินซาก (scavengers) แต่บางชนิดกินทั้งพืชและสัตว์ (omnivores) บางชนิดมีการพึ่งพาอาศัยอยู่ร่วมกับสัตว์อื่น และพืชอีกหลายชนิด (Alonso *et al.*, 2000) มดส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในป่า และมีบทบาทที่สำคัญในระบบนิเวศมาก คือ ช่วยกำจัดศัตรูพืชตามธรรมชาติ กระจายเมล็ดพืชและช่วยให้มีการหมุนเวียนธาตุอาหารในดิน ก่อให้เกิดความสมดุลในระบบนิเวศ ในปัจจุบันมดได้รับความสนใจและศึกษามากขึ้น เช่น เดชา และ วาลูลี (2542) ภรณ์ (2544) นาวิ (2546) และสุระชัย (2547) ศึกษาความหลากหลายของมดในบริเวณต่างๆ ของประเทศไทย ศึกษาการไ้มดเป็นตัวบ่งชี้สังคมพืช และมีการศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพอากาศกับชนิดมด โดย Senthong (2003) และ Thienthaworn (2004) การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพกับความหลากหลายชนิดของมดยังมีการศึกษาน้อย และพื้นที่ทองผาภูมิตะวันตก เป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายของพื้นที่เชิงนิเวศวิทยา ซึ่งมีการเชื่อมต่อของอาณาบริเวณเชิงนิเวศวิทยา (ecoregion) 3 เขต คือ เขตป่าฝนกึ่งดิบ แนวตะนาวศรีและภาคใต้ของไทย เขตป่าฝนภูเขาตะยา

และกะเหรี่ยงและเขตป่าผลัดใบขึ้นบริเวณที่ราบเจ้าพระยา และยังคงอยู่ชิดกับทะเลอันดามันทางฝั่งพม่า พื้นที่ส่วนใหญ่มีสภาพเป็นเทือกเขาและสภาพป่าที่มีการผสมผสานกันของป่าหลายชนิดซึ่งส่งผลให้มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง อย่างไรก็ตาม พื้นที่บริเวณนี้บางส่วนได้ผ่านการสร้างแนวท่อก๊าซระหว่างประเทศไทยกับพม่าขึ้น การมีแนวท่อก๊าซผ่านนี้อาจมีผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพได้ โดยเฉพาะกรณีของสัตว์ขนาดเล็ก เช่น มด อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานการศึกษาอย่างจริงจังมากนัก การศึกษาในครั้งนี้จะทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของมดกับปัจจัยแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประเมินสถานภาพของมดและนำไปสู่การวางแผนแนวทางการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

### พื้นที่ศึกษา

ป่าอนุรักษ์ 72 พรรษาหาราช 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 และรังสีมา, 2547) อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน 27.2 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนรายปีเท่ากับ 1,257.8 มิลลิเมตร และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 75 ภายในพื้นที่พบชนิดป่าจำนวนทั้งสิ้น 5 ชนิดป่าดังนี้

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

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

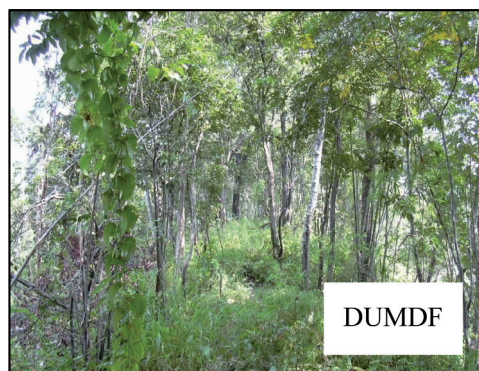
3. ป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลาย (disturbed mixed deciduous forest) กระจายอยู่ทั่วพื้นที่ป่าอนุรักษ์ 72 พรรษามหาราช พืชที่พบส่วนใหญ่เป็นไม้

4. ป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest) กระจายตามพื้นที่ราบบริเวณริมห้วย ต้นไม้ที่พบส่วนใหญ่จะเป็นไม้ที่มีขนาดใหญ่และมีอายุค่อนข้างมาก

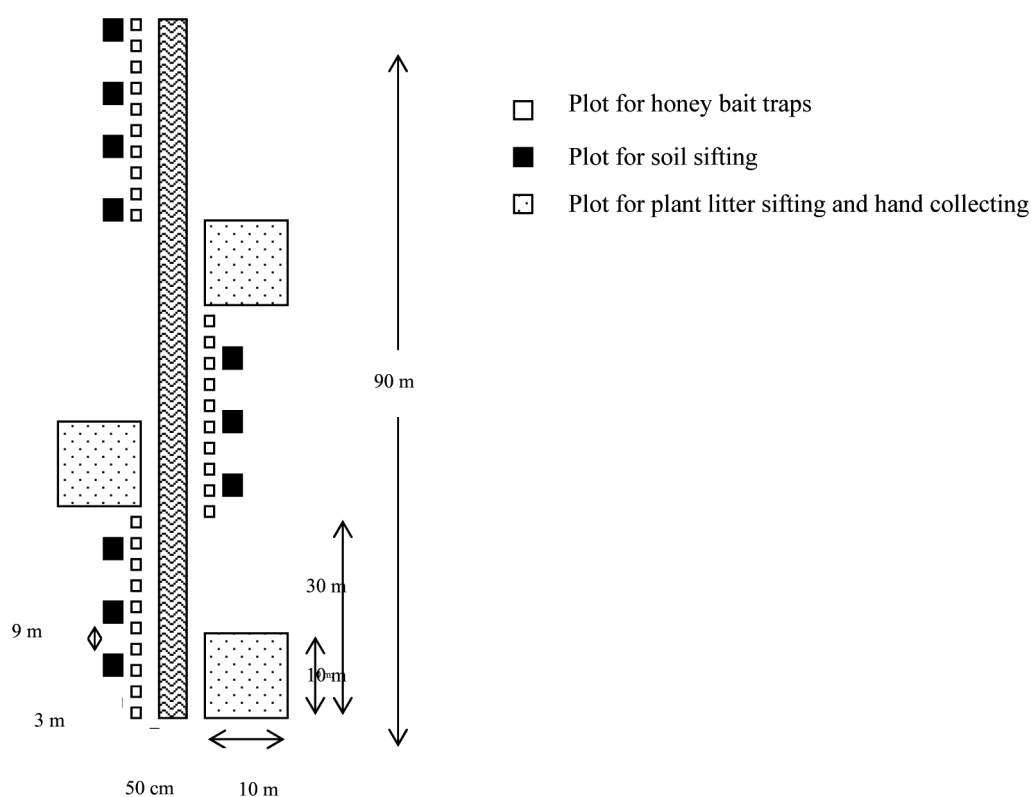
5. ป่าเต็งรัง (dry dipterocarp forest) มีระดับความสูงจากน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 600-760 เมตร ส่วนใหญ่พบกระจายบนภูเขาสูงเป็นหย่อมขนาดเล็ก

## การวางแผน

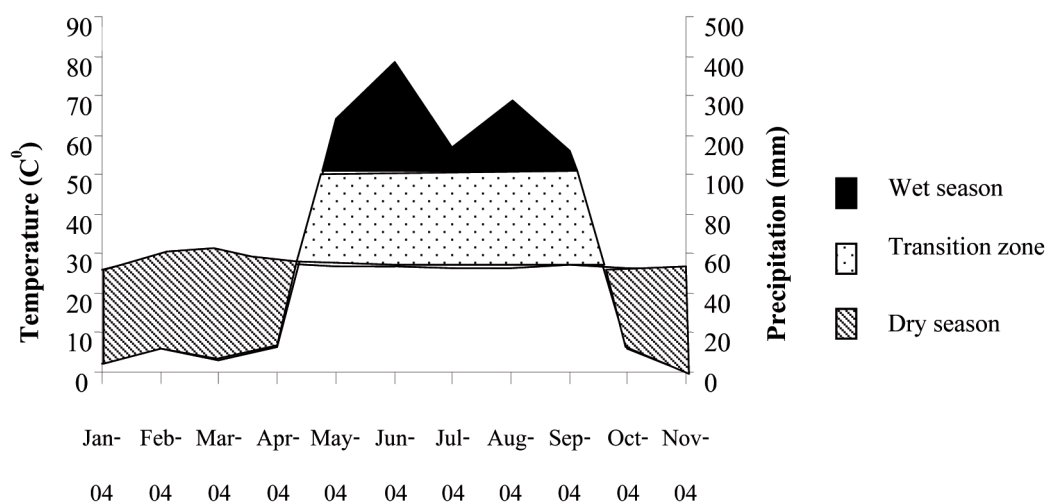
เลือกพื้นที่ที่จะทำการสำรวจโดยทำการวางแผนชั่วคราวขนาด 1 เฮกแตร์ ในป่าทั้ง 4 ชนิด (Figure 1) ได้แก่ 1) ป่าดิบแล้ง (DEF) 2) ป่าผสมผลัดใบระดับต่ำ (LMDF) 3) ป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้ง (DUMDF) และ 4) ป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลาย (DMDF) กำหนดแนวสำรวจซึ่งแต่ละครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างจะไม่เก็บซ้ำแนวเดิม โดยจะวางห่างจากแนวเดิมประมาณ 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) ใช้ผ้าดิบ ขนาด 3 x 3 เซนติเมตร เช้น้ำหวานที่มีความเข้มข้นร้อยละ 80 โดยพยายามหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีแสงแดดแรง และวางบนใบไม้เพื่อไม่ให้ น้ำหวานระเหยเร็วเกินไป 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 โดยใช้ปากคีบ และใช้สวิงโฉบ เก็บมดทั้งหมดใส่ในขวด ใช้แปลงขนาด 10 x 10 เมตร การเก็บตัวอย่างใช้แปลงเดียวกันกับการร่อนซากพืช

4. การร่อนดิน (soil sifting) วางแปลงขนาด 20 x 20 x 10 เซนติเมตร ตามแนวสำรวจ เนื่องจากในบางครั้งจุดที่วางกับดักน้ำหวานจะยังมีน้ำหวานเหลืออยู่ซึ่งจะมีมดเข้ามามากกว่าปกติจึงทำการหลีกเลี่ยง โดยวางห่างจากแนวที่ทำการวางกับดักน้ำหวานประมาณ 50 เซนติเมตร ใช้พลั่วหรือเสียมขุดดินในแปลงนำมา ร่อนในตะแกรงที่มีถาดรองรับด้านล่าง ใช้ปากคีบเก็บมดทั้งหมดใส่ในขวด

### การเก็บข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ

ในการเก็บข้อมูลปัจจัยทางกายภาพนั้น ทำการเก็บทั้งสิ้น 4 ปัจจัย คือ ความชื้นดิน (soil moisture) อุณหภูมิดิน (soil temperature) ความชื้นซากพืช (litter moisture) และมวลชีวภาพ (biomass) ของซากพืช ในการเก็บข้อมูลจะใช้จุดเก็บตัวอย่างเดียวกันกับการเก็บ

มดโดยการร่อนดิน ในแต่ละชนิดป่าจะเก็บข้อมูลป่าละ 10 แปลง ทำการเก็บในป่าทั้ง 4 ชนิดโดยเก็บทั้งสิ้น 5 ครั้ง และเก็บในระยะเวลาเดียวกันที่เก็บข้อมูลมด

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

2. ซากพืช เก็บตัวอย่างซากพืช โดยวางแปลงขนาด 20 x 20 เซนติเมตร เป็นแปลงเก็บตัวอย่างเดียวกันกับการเก็บมดโดยการร่อนดิน เก็บซากพืชที่ผิวดินของแปลงก่อนทำการขุดดิน โดยนำตัวอย่างซากพืชที่ได้มาซึ่งน้ำหนักสดหลังจากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 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. เปรียบเทียบการแปรผันของฤดูกาลต่อปัจจัยทางกายภาพ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากรทดสอบ ความแตกต่างของปัจจัยทางกายภาพทั้ง 4 ปัจจัย (t-test) ได้แก่ อุณหภูมิดิน ความชื้นดิน ความชื้นซากพืช และมวลชีวภาพของซากพืชในป่าแต่ละชนิด

2. คำนวณหาความชื้นดิน ความชื้นซากพืช และมวลชีวภาพของซากพืชในแต่ละชนิดป่าดังนี้

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

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

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

## ผลและวิจารณ์

### ความหลากหลายชนิดของมด

การศึกษาความหลากหลายชนิดของมด 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 พบตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-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 (°C)		Soil moisture (%)		Litter moisture (%)		Biomass (g/m <sup>2</sup> )	
	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 ( $P > 0.05$ ,  $F = 0.411$ ) โดยเฉพาะฤดูฝนพื้นที่ที่ทำการศึกษามีปริมาณ

ฝนตกชุกตลอด ส่งผลให้ลำห้วยมีน้ำไหลตลอดปี และส่งผลให้ซากพืชมีความชื้นสูงเกินร้อยละ 100 ในขณะที่อุณหภูมิดินมีการแปรผันค่อนข้างน้อย

### ป่าผสมผลัดใบระดับต่ำ

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

มีปริมาณซากพืชที่สูงแต่ในฤดูฝนไม่มีการผลัดใบ  
เพิ่มทำให้ปริมาณซากพืชลดลง

#### ป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้ง

พบความชื้นดินและความชื้นซากพืช ในฤดู  
แล้งและฤดูฝนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง  
สถิติ ( $P < 0.005$ ,  $F = 5.714$  และ  $3.239$  ตามลำดับ) ส่วน  
ใหญ่ต้นไม้ในพื้นที่ค่อนข้างจะแคระแกรน และจากการ  
สังเกตดินในพื้นที่ พบว่า ดินส่วนใหญ่จะเป็นดินผสมหิน  
โดยเวลาขุดดินลึกลงไปจะมีหินขนาดใหญ่จำนวนมาก  
ทำให้ดินสามารถเก็บความชื้นได้น้อย ฤดูแล้งสภาพ  
ดินค่อนข้างแห้งและฤดูฝนจะมีความเปลี่ยนแปลง  
ของความชื้นดินและซากพืชรวดเร็วและชัดเจน ซึ่งฤดู  
ฝนมีมวลชีวภาพลดลงอย่างมากเนื่องจากปลายฤดู  
แล้งในบริเวณนี้ได้เกิดไฟป่าเผาทำลายซากพืชที่มี  
สภาพแห้ง ทำให้ผิวดินมีสิ่งปกคลุมหน้าดินน้อยส่งผล  
ให้เกิดความแตกต่างอย่างชัดเจนของความชื้นดินและ  
ความชื้นซากพืช

#### ป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลาย

มีความชื้นดินและความชื้นซากพืชในฤดู  
แล้งและฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ  
ทางสถิติ ( $P < 0.05$ ,  $F = 1.073$  และ  $4.467$  ตามลำดับ)  
เพราะในพื้นที่พืชที่ขึ้นส่วนใหญ่มีไม้ขึ้นปกคลุม ไม้  
ใหญ่น้อยมากทำให้สภาพพื้นที่ค่อนข้างเปิดโล่ง และ  
ฤดูแล้งจะแห้งแล้ง ป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลายมีระดับ  
ความสูงจากน้ำทะเลปานกลางใกล้เคียงกับป่าผสม  
ผลัดใบระดับสูงแล้ง ทำให้มีความแตกต่างของปัจจัย  
ทางกายภาพมีทิศทางเดียวกันแต่ในป่าผสมผลัดใบ  
ที่ถูกทำลายนี้ไม่มีการเกิดไฟป่าทำให้ไม่มีความแตก  
ต่างของปริมาณซากพืชระหว่างฤดูกาล แต่ความชื้นดิน  
และความชื้นซากพืชมีค่าสูงกว่าในป่าผสมผลัดใบ  
ระดับสูงแล้งเพราะปริมาณซากพืชที่หนา ช่วยรักษา  
สภาพความชื้นดินและซากพืชที่อยู่ติดกับผิวดินซึ่งยัง  
คงมีความชื้นอยู่

ความชื้นซากพืชและความชื้นดินเป็นปัจจัย  
ที่มีการแปรผันระหว่างฤดูแล้งและฤดูฝนมากที่สุด  
และเมื่อเปรียบเทียบกันในปีทั้ง 4 ชนิดแล้ว มีเพียง  
ป่าผสมผลัดใบระดับต่ำเท่านั้นที่ความชื้นดินไม่มีความ

แตกต่างกันแบบมีนัยสำคัญซึ่งเป็นผลมาจากป่าผสม  
ผลัดใบระดับต่ำในฤดูแล้งจะมีปริมาณซากพืชทับถมอยู่  
ชั้นบนสุดส่วนในหน้าฝนจะมีพืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae)  
ปกคลุมจนเต็มพื้นที่ทำให้ความชื้นดินไม่มีความแตก  
ต่างกัน

#### ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพกับการ ปรากฏของชนิดมด

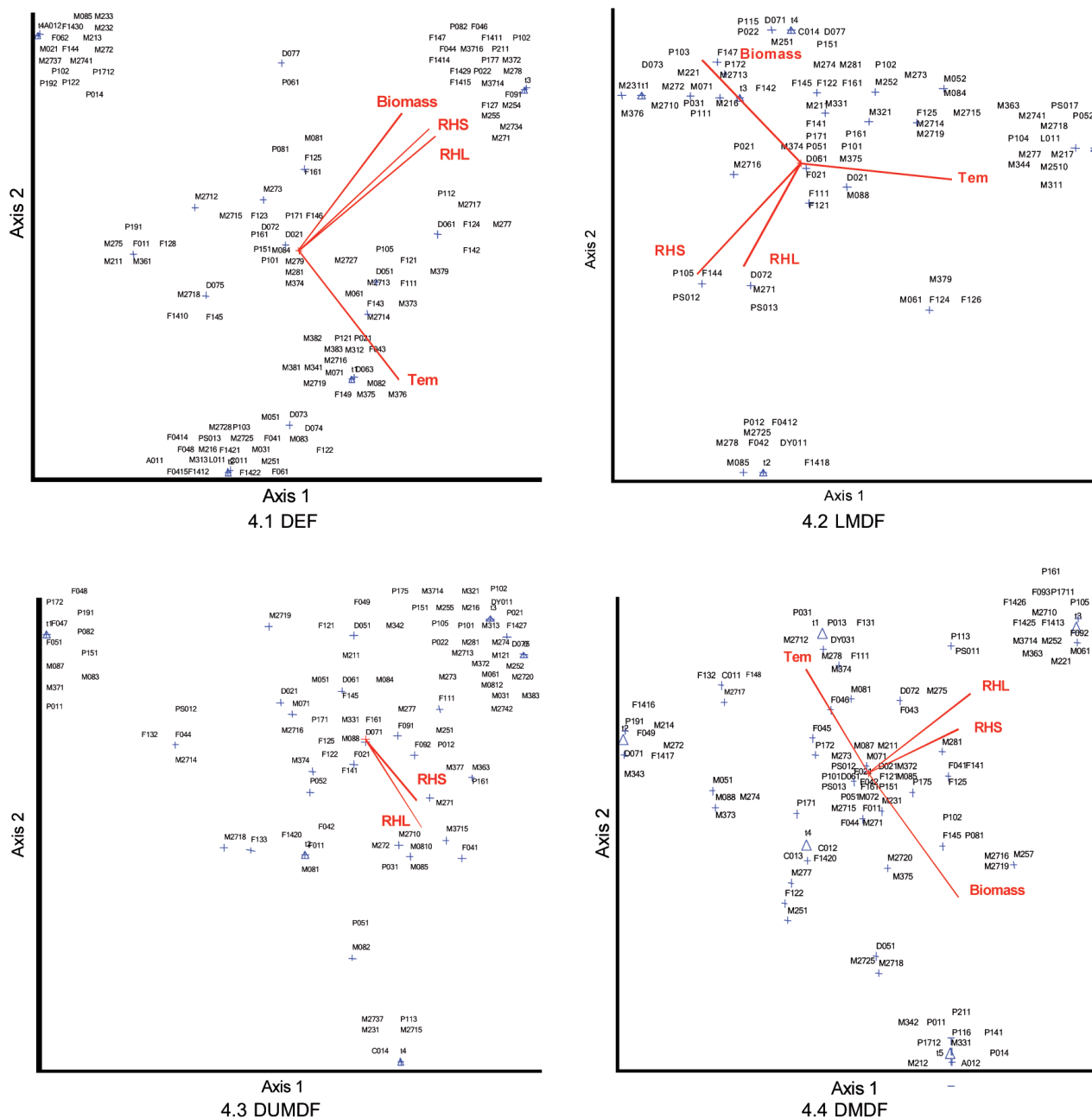
การศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยทางกายภาพ  
กับชนิดมด โดยนำชนิดมดที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกับ  
ปัจจัยทางกายภาพ ประกอบด้วย อุณหภูมิดิน (TEM)  
ความชื้นดิน (RHS) ความชื้นซากพืช (RHL) และมวล  
ชีวภาพของซากพืช (biomass) นำมาวิเคราะห์โดยใช้  
Canonical Correspondence Analysis (CCA) ทำการ  
ศึกษาในปีแต่ละชนิด (Figure 4) ได้ดังนี้

#### ป่าดิบแล้ง

พบปัจจัยทางกายภาพทั้ง 4 ชนิด มีความ  
สัมพันธ์กับการปรากฏของชนิดมด (Figure 4.1) โดย  
ปัจจัยด้านความชื้นดิน ความชื้นซากพืชและมวลชีวภาพ  
มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน พบมด 16 ชนิด  
ที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัจจัยทางกายภาพทั้ง 3 ชนิด  
ที่กล่าวข้างต้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบความ  
แตกต่างระหว่างฤดูกาลของป่าดิบแล้งเมื่อปริมาณ  
ซากพืชมีความชื้นเพิ่มขึ้นย่อมส่งผลถึงความชื้นดิน  
และเกี่ยวเนื่องถึงกลุ่มสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยใน  
ดินและซากพืชซึ่งเป็นอาหารของมด Young (1982)  
กล่าวว่า ฤดูฝนเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการเติบโต  
ของประชากรแมลงที่อาศัยในซากพืชและซากสัตว์ ทำให้  
มดมีการออกหาอาหารเพิ่มขึ้น และอุณหภูมิดินมีความ  
สัมพันธ์เชิงบวกกับมดอีก 16 ชนิด แต่จากการทดสอบ  
ความแตกต่างของอุณหภูมิพบว่าไม่มีความแตกต่าง  
ระหว่างฤดูกาล คือ อุณหภูมิดินในป่าดิบแล้งค่อนข้าง  
คงที่การที่มีมดถึง 16 ชนิดมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก  
เนื่องมาจากในพื้นที่บางส่วนมีช่องว่างที่เกิดจากต้นไม้  
ใหญ่ล้มและบริเวณนั้นมีแต่ไม้พื้นล่างทำให้มดบางกลุ่ม  
ที่อาศัยอยู่บริเวณนี้มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิ

#### 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 เนื่องจากชนิดนี้เป็นมดขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ในดินเมื่ออุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงอาจทำให้มดชนิดนี้มีการย้ายถิ่นอาศัยได้

#### ป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้ง

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

#### ป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลาย

ปัจจัยทางกายภาพทั้ง 4 ปัจจัย (Figure 4.4) มีความสัมพันธ์ต่อการปรากฏของชนิดมดอย่างชัดเจน โดยเฉพาะมวลชีวภาพของซากพืชและอุณหภูมิดินเป็นปัจจัยหลักที่มีความสัมพันธ์ต่อการปรากฏของมดแตกต่างจากการทดสอบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลของปัจจัยทางกายภาพที่พบว่าป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลายมีความชื้นดิน และความชื้นซากพืชมีความแตกต่างระหว่างฤดูกาล ขณะที่ฤดูฝนไม่มีการผลัดใบของไม้ แต่ฤดูแล้งมีการผลัดใบ รวมทั้งปริมาณซากพืชที่มีความหนาของป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลายทำให้ไม่มีความแตกต่างกันมาก เมื่อพิจารณาชนิดมดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัจจัยทางกายภาพทั้ง 2 ปัจจัย

พบว่ามดมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัจจัยของมวลชีวภาพซากพืชเป็นมดที่อาศัยอยู่ตามผิวดินและซากพืชเนื่องจากเมื่อปริมาณซากพืชสูงน่าจะส่งผลถึงปริมาณอาหารของมดกลุ่มนี้ 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 พบมดที่จำเพาะต่อชนิดป่าต่าง ๆ 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 เมื่อพิจารณาชนิดมดที่เป็นชนิดที่มีความจำเพาะต่อชนิดป่าอย่างแท้จริงมีจำนวน 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 ซึ่งอาจจะมีส่วนต่อชนิดอาหารของมดชนิดนี้ได้

### ป่าผสมผลัดใบระดับสูงแล้ง

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

### ป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลาย

มีจำนวน 14 ชนิด แต่มีเพียง 10 ชนิดที่น่าจะเป็นชนิดที่จำเพาะที่แท้จริงในป่าชนิดนี้ ได้แก่ *Oligomyrmex* sp.2 of AMK, *Yumodorylus* 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 ชนิดมดที่พบส่วนใหญ่เป็นชนิดมดที่สามารถพบได้ในพื้นที่ที่ถูกบุกรุกทำลาย มีความอุดมสมบูรณ์น้อย และไม่มี ความหลากหลายของพรรณไม้ โดยเฉพาะ *O. smaragdina* (Fabricius) ที่สามารถพบได้ในพื้นที่ที่ถูกทำลายและบริเวณขอบป่า (Maryati, 1997)

ชนิดมดที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัจจัยทางกายภาพที่เจาะจงกับชนิดป่ามาจัดกลุ่ม พบมดที่

จำเพาะต่อชนิดป่าต่างๆ 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 อย่างมีผลต่อการเจริญเติบโต และจำนวนของสิ่งมีชีวิตที่เป็นอาหารของมดทั้ง 3 ชนิดนั้น

เป็นที่น่าสังเกตว่าในป่าผสมผลัดใบที่ถูกทำลายพบ มดแดง *Oecophylla smaragdina* (Fabricius) เป็นมดที่มีความเฉพาะเจาะจงในป่าชนิดนี้ และมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพทั้ง 4 ปัจจัย ซึ่งมดชนิดนี้เป็นมดที่สามารถพบได้ในพื้นที่ที่ถูกบุกรุกทำลาย มีความอุดมสมบูรณ์น้อย และ ไม่มีความหลากหลายของพันธุ์ไม้ รวมทั้งสามารถพบได้ในพื้นที่ที่ถูกทำลายและบริเวณขอบป่า (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 วิวัฒน์วิทยาและวาลุณี โรจนวงศ์. 2542. โครงการความหลากหลายของมดในบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ รหัสโครงการ BRT 141003. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นาวิ หนูนอนันต์. 2546. ชนิดและความชุกชุมของมดตามฤดูกาลในป่าเบญจพรรณ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา จังหวัดนราธิวาส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- กรณี ประสิทธิ์อยู่ศิลป์. 2544. ความหลากหลายและการกระจายของมดในบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สมโภชน์ ศรีโกมาตร และ รังสิมา ตันตนา. 2547. การวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพเชิงพื้นที่ (area-based): กรณีศึกษาชุดโครงการวิจัยทองผาภูมิตะวันตก. จีรวัฒน์ เอ็กซ์เพรส จำกัด, กรุงเทพฯ.
- สุระชัย ทองเจิม. 2547. ชนิดและความชุกชุมของมดบนเรือนยอดไม้ บริเวณป่าดิบชื้นระดับต่ำของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองน้ำใส 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 States 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 Software 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.