

## บทที่ 2

### การตรวจเอกสาร

#### 1. ป่าดิบชื้นเขตร้อน (Tropical rainforest)

ป่าดิบชื้นเป็นสังคมพืชชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญของโลก มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยสถานะแวดล้อมที่สำคัญคือ ภูมิอากาศ (climate) ปริมาณน้ำในดิน (soil water) ดิน (soil) และระดับความสูง (elevation) สามารถจำแนกป่าดิบชื้นได้ 4 รูปแบบคือ ป่ากึ่งดิบชื้น (semi evergreen rainforest) ป่าดิบชื้นที่ราบต่ำ (lowland evergreen rainforest) ป่าดิบเขาระดับต่ำ (lower montane rainforest) และป่าดิบเขาระดับสูง (upper montane rainforest) (Whitmore, 1984)

ป่าดิบชื้นในประเทศไทยจัดเป็นป่าแบบอินโด-มาลายัน สำหรับป่าดิบชื้นในภาคใต้ของประเทศไทย หากเป็นป่าดิบชื้นที่อยู่ใต้แนวเขตที่เชื่อมต่อระหว่างจังหวัดปัตตานีและเมือง Kanger ของประเทศมาเลเซีย เป็นป่าดิบชื้นที่ราบต่ำหรือเรียกว่าแบบมาลายัน (malayan type) และหากเหนือแนวเขตดังกล่าวจะเป็นป่ากึ่งดิบชื้น หรือป่าดิบชื้นแบบไทย (thai type) (Whitmore, 1984) ซึ่งมีลักษณะป่าประกอบด้วย 2 ชั้นเรือนยอด ไม้ชั้นบนเป็นไม้มีขนาดใหญ่จำพวกไม้วงศ์ยาง สกุลต่าง ๆ เช่น สกุลไม้ยาง (*Dipterocarpus*) สกุลไม้ตะเคียน (*Hopea*) สกุลไม้เต็งและสยา (*Shorea*) สกุลไม้ตะเคียนชันตาแมว (*Balanocarpus*) เป็นต้น สำหรับไม้ชั้นรองเป็นไม้ที่มีขนาดสูงปานกลาง เช่น ไม้สกุลพันจ่า (*Vatica*) ไม้สกุลมณฑา (*Talauma*) เป็นต้น (Smitinand, 1977) จัดจำแนกแยกชนิดของป่าตามการทดแทน (succession) ได้ 2 รูปแบบคือ (Clement, 1916)

#### 1.1 ป่าสมบูรณ์ (Primary forest)

โครงสร้างของป่าสมบูรณ์เป็นโครงสร้างพรรณพืชที่มีความซับซ้อน หากแบ่งพรรณพืชตามการมีหรือไม่มีคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ พืชที่สามารถสังเคราะห์แสงได้ (autotrophic plants : with chlorophyll) และพืชที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสง (heterotrophic plants ; without chlorophyll) พืชกลุ่มที่สามารถสังเคราะห์แสงสามารถแบ่งย่อยออกได้อีก 2 กลุ่ม คือ พืชที่สามารถอยู่ได้อย่างอิสระ (mechanically

independent plants) เช่น ต้นไม้ยืนต้น (trees) ต้นไม้ชนิดเดี่ยว ๆ (shrubs) ต้นไม้ที่มีลำต้นอ่อน (herbs) และอีกกลุ่มหนึ่งคือ พืชที่ไม่สามารถอยู่ได้อย่างอิสระ (mechanically dependent plants) เช่น ต้นไม้เลื้อย (climbers) พืชอิงอาศัย (epiphytes) ส่วนพืชที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสงเองได้ ได้แก่ พืชกินซาก (saprophytes) และพืชเบียน (parasites) จากโครงสร้างที่ปรากฏทำให้ป่าสมบูรณืมีความซับซ้อนและหลากหลาย จากการศึกษาใน ซาลาวัค ประเทศมาเลเซีย พบว่าป่าสมบูรณืส่วนใหญ่เป็นป่าแบบผสม (mixed rainforests) วงศ์ของพืชเด่นคือ วงศ์ยาง (Family Dipterocarpaceae) บางครั้งอาจเรียกป่าแบบนี้ว่า ป่าผสมวงศ์ยาง (mixed dipterocarp forest) (Richards, 1993)

## 1.2 ป่าที่ถูกรบกวน (Secondary forest)

ป่าที่ถูกรบกวนเป็นป่าที่เคยเป็นป่าสมบูรณืมาก่อน แต่ได้รับอิทธิพลจากภัยธรรมชาติหรือจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ การตัดไม้ ไฟไหม้ การเผาป่าเพื่อทำการเกษตร เป็นต้น จนทำให้โครงสร้างป่าเปลี่ยนแปลงจากเดิม (Park, 1992) ลักษณะที่สำคัญของป่าที่ ถูกรบกวน คือ โครงสร้างของป่าไม่ซับซ้อน มีต้นไม้ขนาดเล็กถึงปานกลาง (Richards, 1993)

จากการเปลี่ยนแปลงป่าสมบูรณืไปเป็นป่าที่ถูกรบกวนมีผลกระทบโดยตรงต่อโครงสร้างของพรรณพืชและพันธุ์สัตว์ พบว่าป่าที่ถูกรบกวนจนหมดสภาพความเป็นป่า (clearance forest) จะสูญเสียความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตทั้งหมด มีผลต่อโครงสร้างของดินและการหมุนเวียนของสาร (Richards, 1993) จากการศึกษาป่าดิบชื้นในอเมริกาใต้พบว่า ลำดับขั้นของการทดแทนในกรณีที่ไม่มีการรบกวนอีกจะเริ่มต้นจากพืชบุกเบิก (pioneer) จะใช้ระยะเวลา 1-3 ปี สำหรับปรับสภาพทางกายภาพให้เหมาะสมกับพืชลำดับถัดไปคือ พืชบุกเบิกได้แก่ ไลเคน มอส พืชในวงศ์ Euphobiaceae ซึ่งเป็นพืชที่มีช่วงชีวิตสั้นและเจริญเติบโตเร็ว และพบพืชชั้นล่างจำนวนมากและหลากหลาย ต่อมาเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมมากขึ้นในช่วงระยะเวลาโดยประมาณ 5-15 ปี (early secondary) เป็นพืชเจริญเติบโตได้เร็วไม่ทนต่อร่มเงา ความสูง 12-20 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นไม่เกิน 60 เซนติเมตร พืชชั้นล่างพบว่ามีจำนวนชนิดน้อย เมื่อมีการทดแทนเกิดอย่างต่อเนื่องป่าที่ถูกรบกวนระยะเริ่มต้นก็กลายเป็นป่าที่ถูกรบกวนระยะสุดท้าย (late secondary) มีจำนวนชนิดของไม้ยืนต้นมากขึ้นใช้ระยะเวลา 20-50 ปี ประกอบด้วยพืชหลายวงศ์ จำนวนลำดับขั้นของป่ามากกว่า 3 ชั้น

จัดลำดับชั้นได้ยาก ความสูง 20 – 30 เมตร พบพืชชั้นล่างน้อยมาก หลังจากนั้นจำนวนชนิดและการแพร่กระจายของพืชค่อนข้างคงที่

ป่าดิบชื้นเป็นสังคมพืชซึ่งเกิดขึ้นในบริเวณที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงค่อนข้างสม่ำเสมอ กล่าวคือ มีอุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนที่อากาศหนาวที่สุดประมาณ 15 องศาเซลเซียส หรืออุณหภูมิฤดูหนาวต่างจากฤดูร้อนไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างสูงและกระจายสม่ำเสมอตลอดปีเฉลี่ยเดือนละ 100 มิลลิเมตรหรือมากกว่า (Whitmore, 1990) ความหลากหลายของภูมิอากาศมีความสำคัญต่อระบบนิเวศ องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างของพรรณพืชและพันธุ์สัตว์ ผลผลิต (productivity) และพลวัตของประชากร (population dynamics) ทำให้ป่าดิบชื้นแต่ละแหล่งแตกต่างกัน

### 1.3 การสูญเสียป่าดิบชื้น ( Deforestation )

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลการสูญเสียพื้นที่ป่าดิบชื้นตั้งแต่ปี 1960 – 1985 พบว่าป่าดิบชื้นทุกแหล่งของโลกลดลงอย่างรวดเร็ว อันเนื่องมาจากภัยธรรมชาติและกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ซึ่งอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่ามากที่สุดคือ ในระหว่างปี ค.ศ. 1981 – 1988 โดยบริเวณอเมริกาใต้มีอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าดิบชื้นร้อยละ 0.57 ต่อปี ส่วนในทวีปแอฟริกาอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าดิบชื้นประมาณร้อยละ 0.61-1 ต่อปี แต่ในเอเชียและหมู่เกาะมีอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าดิบชื้นประมาณร้อยละ 0.57 และ 0.08 ตามลำดับ (FAO, 1982 และ WWF, 1988) ต่อปี ในระหว่างปี ค.ศ. 1960 – 1985 ประเทศฟิลิปปินส์มีอัตราการสูญเสียพื้นที่ป่าดิบชื้นร้อยละ 55 ของพื้นที่ป่าทั้งหมด ส่วนประเทศไทยมีอัตราการสูญเสียป่าดิบชื้นถึงร้อยละ 45 บริเวณที่จัดว่ามีความเสี่ยงในการสูญเสียป่าดิบชื้นเขตร้อนมากที่สุดได้แก่ ออสเตรเลีย ป่าดิบชื้นระดับต่ำในประเทศอินโดนีเซีย, มาเลเซีย, ฟิลิปปินส์, ไทย, บราซิล, อเมริกากลาง, เกาะมาดากัสการ์ และแอฟริกาตะวันตก (Myers,1984)

## 2. ค้างคาวมูลสัตว์

### 2.1 อนุกรมวิธาน สัตว์ฐานวิทยา วัฏจักรชีวิตและการแพร่กระจายตามเขตภูมิศาสตร์

ค้างคาวมูลสัตว์เป็นแมลงปีกแข็งอยู่ใน Superfamily Scarabaeoidea Section Laparosticti แม้ความหลากหลายของค้างคาวมูลสัตว์จะมีไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับแมลง

กลุ่มอื่น ๆ แต่มีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศต่าง ๆ มาก ค้างมูลสัตว์ส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ Scarabaeidae ปัจจุบันถูกค้นพบและให้ชื่อทางวิทยาศาสตร์แล้วประมาณ 5,000 ชนิด เป็น ค้างมูลสัตว์ในวงศ์ Aphodiidae (1,850 ชนิด) วงศ์ Geotrupidae (150 ชนิด) ส่วนค้างมูล สัตว์ในวงศ์ Hybosoridae วงศ์ Trogidae และวงศ์ Cetoniidae มีจำนวนชนิดลดลงตาม ลำดับ (Hanski และ Cambefort, 1991)

การจัดจำแนกค้างมูลสัตว์ในระดับวงศ์ย่อย (Subfamily) และเผ่าพันธุ์ (Tribe) ดังนี้ (Balthasar, 1963)

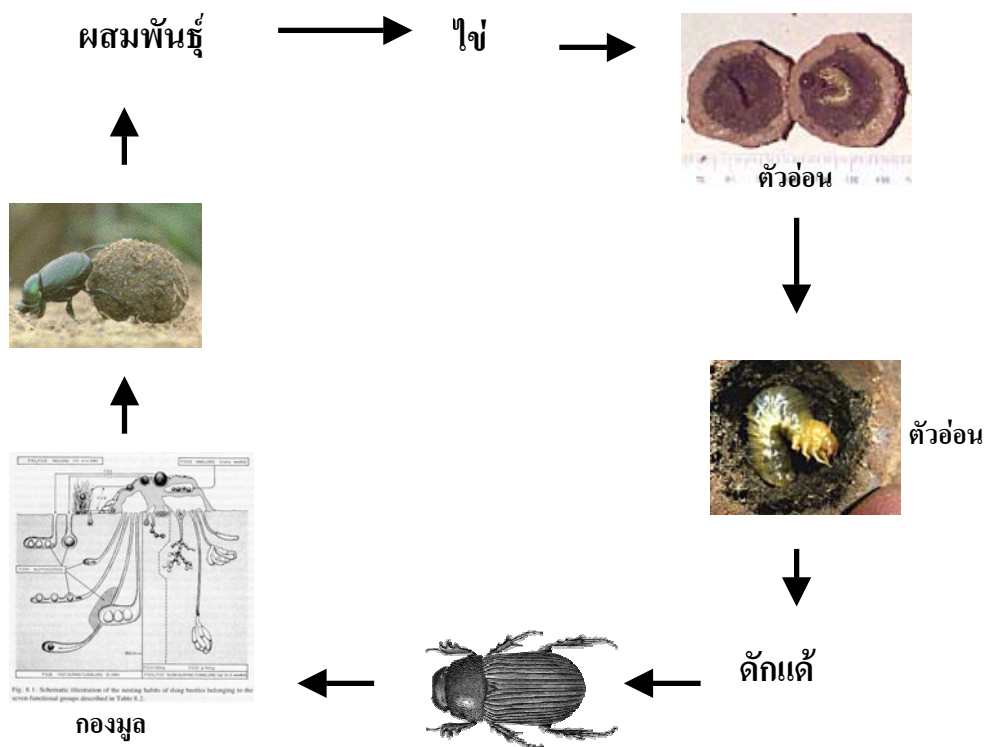
วงศ์ย่อย(Subfamily)	เผ่าพันธุ์(Tribe)
Coprinae เป็นกลุ่ม Tunnelers	Coprini*
	Dichotomiini
	Oniticellini*
	Onitini*
	Onthophagini*
	Phanaeini
Scarabaeinae เป็นกลุ่ม Rollers	Canthonini
	Eucraniini
	Eurysternini
	Gymnopleurini*
	Scarabaeini
	Sisyphini*

\* ชุกชุมในป่าดิบชื้น

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่สำคัญได้แก่ Clypeus แผ่ขยายกว้างปกคลุมส่วน ของปาก Mandible คล้ายรูปใบไม้ (หนวดยาว 8 หรือ 9 ปล้อง มี 3 ปล้องที่ใหญ่คล้าย ลูกตุ้ม) Coxa คู่กลางแยกกันอย่างชัดเจน Tibia คู่หลังมีหนาม (Spur) 1 อัน Elytra ไม่ปก คลุมถึง Pygidium ส่วนของ Abdomen มี 6 ปล้อง Pronotum และ Scutellum ใหญ่ และ ค้างมูลสัตว์เกือบทุกชนิดในวงศ์ Scarabaeidae ส่วนหัวและขาคู่หน้าเปลี่ยนแปลงมีรูปร่าง

คล้ายคราด เพื่อทำหน้าที่ในการขุด (Boror และคณะ , 1992; Davis 1993 และ Gillott, 1995)

วัฏจักรชีวิตของด้วงมูลสัตว์เกี่ยวข้องกับมูลสัตว์ตั้งแต่ผสมพันธุ์จนถึงมาเป็นด้วงมูลสัตว์



ภาพประกอบ 1 วัฏจักรชีวิตของด้วงมูลสัตว์

ด้วงมูลสัตว์สามารถแพร่กระจายตามเขตภูมิศาสตร์ได้เกือบทุกถิ่นที่อยู่ (Janzen, 1983) แต่ในป่าดิบชื้นมีความหลากหลายและความชุกชุมของด้วงมูลสัตว์มากที่สุด อันเนื่องมาจากความหลากหลายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งส่งผลให้ประชากรของด้วงมูลสัตว์มีจำนวนมากเช่นกัน (Hanski, 1991) จากหลักฐานด้วงมูลสัตว์ที่มีอายุเก่าแก่ที่สุดในภูมิภาคนี้คือ *Catharsius molossus* Linn. พบในปี ค.ศ. 1758 และตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาการค้นพบชนิดของด้วงมูลสัตว์ก็เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะในช่วงปี 10 ปีที่ผ่านมา พบด้วงมูลสัตว์เพิ่มอีก 450 ชนิด ในวงศ์ Scarabaeidae ส่วนใหญ่เป็นสกุล *Onthophagus* (324 ชนิด) จากการ

คาดการณ์ชนิดด้วงมูลสัตว์ทั้งหมดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้อาจจะมีประมาณ 1,000 ถึง 2,000 ชนิด (Hanski, 1991)

## 2.2 บทบาทของด้วงมูลสัตว์

บทบาทของด้วงมูลสัตว์มีหลายประการได้แก่ บทบาทของการเป็นแหล่งอาหารของประชากรในบางเขตภูมิภาคของโลก และบทบาทของการเป็นผู้ย่อยสลายขั้นต้น (primary decomposer) (Nealis, 1977) มูลสัตว์เป็นแหล่งของทรัพยากรที่สามารถใช้ประโยชน์ได้เพียงชั่วระยะเวลาหนึ่งในขณะที่มูลยังสดอยู่เท่านั้น (ephemeral resource) การแก่งแย่งการใช้ประโยชน์จึงเกิดขึ้นในระยะเวลาอันจำกัด สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทเป็นตัวแก่งแย่งที่สำคัญได้แก่ แมลงสองปีก แมลงก้นกระดก เชื้อรา และด้วงมูลสัตว์ เป็นต้น พบว่าด้วงมูลสัตว์เป็นแมลงที่มีศักยภาพในการช่วยย่อยสลายสูง โดยอาศัยกองมูลเป็นแหล่งของทรัพยากรเพื่อเป็นแหล่งที่อยู่ แหล่งเลี้ยงตัวอ่อน หรือแหล่งของอาหาร (Heinrich และ Bartholomew, 1979 ; Edwards และ Aschemborn , 1987 และ Lumaret และคณะ, 1992) และยังช่วยให้สารประกอบไนโตรเจนกลับสู่ระบบนิเวศได้เร็ว (Kazuhira และคณะ, 1991) จากการศึกษาในทวีปแอฟริกาถึงระยะเวลาที่ใช้ในการสลายมูลสัตว์พบว่า ด้วงมูลสัตว์ที่เป็นกลุ่มขุดโพรง (tunneller group) บางชนิดใช้เวลา 6–24 ชั่วโมง แต่บางชนิดใช้ระยะเวลาประมาณมากกว่า 6 สัปดาห์ เป็นต้น (Doube, 1990) ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการย่อยสลายมูลสัตว์ขึ้นอยู่กับสภาพของพืชที่ปกคลุมและชนิดของดิน (Nealis, 1977 ; Walsh และ Gondolfo , 1989)

นอกจากนี้ด้วงมูลสัตว์ยังมีบทบาทของการเป็นดัชนีบ่งชี้ความหลากหลายทางชีวภาพ การศึกษาค้นคว้าด้านนี้ยังมีอยู่อย่างจำกัดในบางพื้นที่ สิ่งมีชีวิตที่จะนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความหลากหลาย ต้องมีคุณสมบัติหลายประการ เช่น ต้องไวต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพของดินที่อยู่ และสามารถบ่งบอกแนวโน้มถึงความแตกต่างของโครงสร้างระหว่างแต่ละดินที่อยู่ มีความหลากหลายทางอนุกรมวิธานและนิเวศวิทยา แพร่กระจายได้กว้างตามเขตภูมิศาสตร์อย่างอิสระ เป็นต้น (Brown 1991 ; Davis, 1993 ; Holloway และ Stork, 1991) นอกจากด้วงมูลสัตว์จะใช้มูลเป็นแหล่งอาหารแล้ว ในป่าดิบชื้นเขตร้อนยังพบว่าด้วงมูลสัตว์มีแหล่งอาหารชนิดอื่นด้วยได้แก่ ผลไม้เน่าเสีย เห็ดรา และซากพืชและสัตว์ ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่ดีเหมือนกับมูลสัตว์ (Balthasar, 1967 และ Kingston, 1977) ด้วงมูลสัตว์มีคุณสมบัติที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ความหลากหลายทาง

ชีวภาพ ได้แก่ มีข้อมูลด้านอนุกรมวิธานและด้านนิเวศวิทยาที่ดี สุ่มเก็บตัวอย่างได้ง่าย แพร่กระจายได้กว้าง สมาชิกในกลุ่มสามารถแสดงลักษณะของแหล่งที่อยู่ได้ตรงกับความเป็นจริง ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้เร็ว เป็นต้น (Brown 1991 ; Davis 1993 ; Holloway และ Stork 1991)

### 2.3 การแบ่งกลุ่มของด้วงมูลสัตว์ตามลักษณะการใช้ประโยชน์จากมูลสัตว์

สามารถจัดจำแนกด้วงมูลสัตว์ตามวิธีการเคลื่อนย้ายมูลเพื่อใช้ในการสืบพันธุ์ และเป็นแหล่งของอาหาร (functional groups) เป็น 4 กลุ่ม (Doube, 1990 ; Hanski และ Cambefort , 1991) คือ

- กลุ่มที่ขุดโพรงใต้กองมูล (tunnellers หรือ paracoprids)
- กลุ่มที่ตัดมูลให้เป็นก้อนกลม กิ่งออกจากกองมูลใหญ่แล้วนำไปฝังไว้บริเวณที่มีพืชปกคลุม (rollers หรือ telecoprids)
- กลุ่มที่สร้างรัง สืบพันธุ์ วางไข่บนกองมูล (dwellers หรือ endocoprids)
- กลุ่มที่ขโมยก้อนมูลเพื่อเป็นแหล่งอาหารวางไข่ภายใน (kleptoparasites หรือ kleptocoprids)

#### กลุ่มที่ขุดโพรงใต้กองมูล

พฤติกรรมการสร้างรังของด้วงมูลสัตว์กลุ่มนี้คือ การขุดโพรงภายใต้กองมูล แล้วนำเอามูลสัตว์เก็บไว้ภายในโพรงที่สร้างขึ้น ส่วนใหญ่เป็นด้วงมูลสัตว์ที่หากินเวลากลางคืน (nocturnal) ยกเว้นเผ่าพันธุ์ Phaeini ซึ่งเป็นกลุ่มที่หากินได้ทั้งกลางวันและกลางคืน บทบาทของด้วงมูลสัตว์กลุ่มนี้ตัวผู้มีบทบาทน้อยกว่าตัวเมีย (Klemperer, 1983) สามารถจัดจำแนกกลุ่มที่ขุดโพรงใต้กองมูลเป็นกลุ่มย่อยตามลักษณะการสร้างรังและการจัดเรียงก้อนมูล (Brood ball) ที่แตกต่างกันได้ดังนี้ (Davis, 1977 ; Cambefort, 1981 ; Cambefort, 1982 และ Rougon และ Rougon , 1982 )

ชนิดที่ 1 เป็นรังเดี่ยว วางก้อนมูลจำนวน 1 ก้อนต่อรังบริเวณผิวดิน ตัวเมียมีบทบาทสำคัญในการดูแลตัวอ่อน ทำให้อัตราการออกไข่สูงสุดของเพศเมียสูง มีการช่วยเหลือระหว่างเพศ ตัวอย่างกลุ่มนี้ คือ เผ่าพันธุ์ Dichotomiini, Ontini, Oniticellini และ Onthophagini

ชนิดที่ 2 สร้างรังเป็นท่อรูปทรงกระบอก แต่ละท่อมีก้อนมูลมากกว่า 1 ก้อน สร้างรังลึกลงไปใต้ดิน มีการช่วยเหลือระหว่างเพศ และไม่มีการดูแลตัวอ่อน แต่มีอัตราการ

ออกไข่สูงสุดของเพศเมียสูง ตัวอย่างกลุ่มนี้คือ เผ่าพันธุ์ *Dichotomiini*, *Ontini*, *Oniticellini* และ *Onthophagini*

ชนิดที่ 3 สร้างรังระหว่างกองมูลกับดิน โดยครึ่งหนึ่งของก้อนมูลอยู่ในดิน และอีกครึ่งอยู่ในกองมูล อัตราการออกไข่สูงสุดของเพศเมียสูง ค้างมูลสัตว์กลุ่มนี้พบในเผ่าพันธุ์ *Oniticellini*

ชนิดที่ 4 รังถูกสร้างในกองมูล มีก้อนมูลหลาย ๆ ก้อนใน 1 รัง การสร้างรังแบบนี้ทำให้เกิดช่องว่างภายในรัง ส่วนใหญ่การสร้างรังต้องอาศัยมูลจากสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ เช่น มูลช้าง และพบในฤดูแล้ง อัตราการออกไข่สูงสุดของเพศเมียบ่อนข้างต่ำ ตัวอย่างกลุ่มนี้อยู่ในสกุล *Oniticellus*

ชนิดที่ 5 สร้างรังระดับผิวดิน ใน 1 รังพบก้อนมูลจำนวนมากแต่อยู่ติดกัน มีการดูแลตัวอ่อน แต่อัตราการออกไข่สูงสุดของเพศเมียบ่อนข้างต่ำ ตัวอย่างกลุ่มนี้คือ เผ่าพันธุ์ *Oniticellini*

ชนิดที่ 6 สร้างรังลึกกลงไปในดิน รูปร่างของรังเป็นทรงกระบอก อาจจะเป็นท่อเดี่ยวหรือแตกกิ่งก้าน แต่ละท่อมักมีก้อนมูลมากกว่า 1 โดยทั่วไปไม่มีการดูแลตัวอ่อน แต่อัตราการออกไข่สูงสุดของเพศเมียบ่อนข้างสูง ตัวอย่างคือ เผ่าพันธุ์ *Coprini*, *Dichotomiini*, *Ontini* และ *Oniticellini*

ชนิดที่ 7 สร้างรังลึกกลงไปในดิน รูปร่างของรังเป็นทรงกระบอก ก้อนมูลเรียงห่างกันภายในรัง บางชนิดมีหรือไม่มีมีการดูแลตัวอ่อนก็ได้ อัตราการออกไข่สูงสุดของเพศเมียบ่อนข้างต่ำมาก

#### กลุ่มที่ตัดมูลให้เป็นก้อนกลมแล้วกลิ้งออกจากกองมูล

ด้วงมูลสัตว์ที่ตัดมูลให้เป็นก้อนกลมกลิ้งออกจากกองมูลใหญ่แล้วนำไปฝังไว้บริเวณที่มีพืชปกคลุม ประกอบด้วยวงศ์ย่อย *Scarabaeinae* ในเผ่าพันธุ์ ต่อไปนี้ *Scarabaeini*, *Canthonini*, *Gymnopleurini* และ *Sisyphini* (Sato และ Imamori, 1986) แบ่งได้หลายชนิดดังนี้

ชนิดที่ 1 เป็นด้วงมูลสัตว์ที่ผสมพันธุ์บริเวณกองมูล เฉพาะตัวเมียเท่านั้นที่ตัดมูลสัตว์เป็นก้อนกลม พฤติกรรมแบบนี้พบใน 1 สกุลเท่านั้น คือ *Megothoposoma*

ชนิดที่ 2 เป็นด้วงมูลสัตว์ที่ตัวผู้กับตัวเมียมีบทบาทเท่า ๆ กันคือ ตัวผู้ช่วยในการตัดมูลให้เป็นก้อนกลมและกลิ้งก้อนมูลไปยังรัง ต่อมาตัวเมียจะตกแต่งก้อนมูลให้มี



ลักษณะเป็นรูปร่างคล้าย ลูกแพร้ และวางไข่ภายในก้อนมูล ก้อนมูลที่มีไข่จะถูกฝังลึกไปจากผิวดินเล็กน้อย ค้างมูลสัตว์กลุ่มนี้ไม่มีการดูแลตัวอ่อน ตัวอย่างกลุ่มนี้ได้แก่ เผ่าพันธุ์ Scarabaeini, Canthonini, Gymnopleurini และ Sisyphini

ชนิดที่ 3 เป็นค้างมูลสัตว์ที่ตัวเมียมีบทบาทมากกว่าตัวผู้ โดยตัวเมียจะตัดมูลให้เป็นก้อนมูลที่มีรูปร่างคล้ายพีรามิดจำนวน 1–4 ก้อน มีการดูแลรังจนกว่าตัวอ่อนออกมา ทำให้อัตราการออกไข่สูงสุดของเพศเมียลดลง

ชนิดที่ 4 เป็นค้างมูลสัตว์ที่ตัวผู้และตัวเมียบทบาทใกล้เคียงกัน ก้อนมูลที่ตัดมาจากกองมูลจะถูกตัดเป็นก้อนย่อย ๆ จำนวน 5 ก้อน หลังจากตัวเมียวางไข่ ก้อนมูลถูกฝังลงไปในดิน โดยตัวเมียจะดูแลตัวอ่อน ทำให้อัตราการออกไข่สูงสุดของเพศเมียมีตลอดช่วงชีวิต ค้างมูลสัตว์กลุ่มนี้มีเพียง 1 สกุล คือ *Canthon*

### กลุ่มที่สร้างรัง สืบพันธุ์และวางไข่ภายในกองมูล

ค้างมูลสัตว์กลุ่มนี้เกือบทั้งหมดอยู่ในสกุล *Aphodius* วงศ์ย่อย Aphodiinae (มีประมาณ 1,650 ชนิด) แหล่งที่อยู่ในเขตอบอุ่นทางเหนือเป็นแหล่งที่อยู่ที่เหมาะสมของค้างมูลสัตว์สกุลนี้ และสามารถพบในเขตร้อนชื้นได้แต่มีจำนวนชนิดน้อยกว่า ไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ จะพัฒนาอยู่ในกองมูล

### กลุ่มที่ขโมยก้อนมูลเพื่อเป็นแหล่งอาหารวางไข่ภายใน

ได้แก่ค้างมูลสัตว์บางชนิดที่ไม่ใช่ทั้งสามกลุ่มที่กล่าวมาข้างต้น เนื่องจากไม่สร้างรังแบบค้างมูลสัตว์ที่สร้างรัง ไม่สืบพันธุ์หรือวางไข่บนกองมูล แต่ขโมยก้อนมูลและรังจากค้างมูลสัตว์ชนิดอื่น (Paulian, 1945) กลุ่มนี้จะเป็นตัวเบียนของค้างมูลสัตว์กลุ่มอื่น ตัวอย่างได้แก่ วงศ์ย่อย Aphodiinae และวงศ์ Scarabaeidae

## 3. เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง

### 3.1 ลักษณะทางภูมิประเทศ ธรณีวิทยาและดิน

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง มีลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไป เป็นเทือกเขาที่สลับซับซ้อนของเทือกเขาบรรทัด มียอดเขาที่สูงที่สุด สูง 932 เมตร จากระดับน้ำทะเล บางส่วนบริเวณรอบนอกด้านทิศตะวันออก มีลักษณะเป็นหน้าผาสูงชัน จากลักษณะภูมิประเทศดังกล่าว ประกอบกับสภาพป่าที่อุดมสมบูรณ์ปกคลุมพื้นที่ ทำให้พื้นที่เขตรักษา

พันธุ์สัตว์ป่าโตนาซ้าง เป็นแหล่งต้นน้ำลำธารที่สำคัญหลายสายที่ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา ได้แก่ คลองโตนาซ้าง คลองโตนปลิว คลองลำแขง คลองบริพัตร คลองคูสน คลองต้า โดยจากลักษณะภูมิประเทศที่ซับซ้อนลดหลั่นของพื้นที่ ทำให้เกิดสภาพของน้ำตกมีความสวยงามและขึ้นชื่อเป็นที่รู้จักโดยทั่วไป ได้แก่ น้ำตกโตนาซ้าง น้ำตกโตนปลิว น้ำตกบริพัตร น้ำตกคลองลำแขง และน้ำตกปাহัน (อนุกุล และคณะ, มปป)

ลักษณะทางธรณีวิทยาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนาซ้าง ประกอบไปด้วย หินปูน หินดินดาน หินทรายและหินใบโอไทต์มีสโคลิวท์ทัวร์มาลีนแกรนิต (อนุกุล และคณะ, มปป)

ลักษณะดินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนาซ้าง ประกอบด้วยดิน 2 ชนิดหลัก ได้แก่ หน่วยสัมพันธของดินชุดระนอง/ดินชุดพะโต๊ะ/ดินชุดทุ่งหว้า และอีกชนิดคือ ดินที่ลาดเชิงซ้อน (slope complex) ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของหินหลากหลายชนิดผสมกัน ดินแต่ละชนิดมีลักษณะความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ต่างกัน

### 3.2 สภาพภูมิอากาศ

พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนาซ้างตั้งอยู่บนคาบสมุทรมาเลย์เพนินซูล่า โดยตั้งอยู่ลึกเข้ามาจากชายฝั่งทะเลทางด้านอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีสภาพภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน พืชพรรณปกคลุมโดยส่วนมากเป็นป่าดิบชื้นที่สมบูรณ์ พื้นที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมที่พัดผ่าน ที่เด่นชัดได้แก่ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดพาเอาความชื้นมาจากทะเลชายฝั่งอันดามัน ทำให้มีฝนตกชุกและอากาศชุ่มชื้น และยังได้รับผลกระทบจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดเอาความเย็นและไอน้ำจากอ่าวไทยมาสู่พื้นที่ ทำให้พื้นที่มีสภาพอากาศที่เย็นสบายทุกฤดู และฝนตกชุกมากในฤดูฝนช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนธันวาคม

ข้อมูลด้านภูมิอากาศได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหยและกระแสลมที่ได้จากสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาใกล้เคียง ได้แก่ สถานีตรวจวัดอากาศสงขลา สถานีตรวจวัดอากาศสนามบินหาดใหญ่ และสถานีตรวจวัดอากาศสตูล พบว่า

### ฤดูกาล

สภาพภูมิอากาศบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนาช้างมีลักษณะอากาศแบบคาบสมุทร มีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่าน ทำให้มีฤดูกาลของพื้นที่ที่ชัดเจน 2 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูฝนซึ่งอยู่ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมกราคม โดยเฉพาะในเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคมจะเป็นช่วงที่มีฝนตกชุกที่สุด และฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน

### อุณหภูมิ

อุณหภูมิจากพื้นที่เฉลี่ยในแต่ละเดือนของรอบปีมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิตลอดทั้งปี เท่ากับ 27.9, 26.8 และ 27.5 องศาเซลเซียส ณ สถานีตรวจวัดอากาศสงขลา สถานีตรวจวัดอากาศสนามบินหาดใหญ่และสถานีตรวจวัดอากาศสตูล ตามลำดับ โดยมีค่าอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายนและอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคม

### ความชื้นสัมพัทธ์

จากลักษณะที่ตั้งและสภาพพื้นที่มีผลทำให้ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าค่อนข้างสูง ค่าความชื้นสัมพัทธ์วัดจากสถานีตรวจวัดอากาศสงขลา สนามบินหาดใหญ่และสตูล มีค่าค่อนข้างสูงคือ 77, 81 และ 78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคม) เท่ากับ 94, 97 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงฤดูร้อน (เดือนกุมภาพันธ์) เท่ากับ 65, 58 และ 50 ตามลำดับ

### ปริมาณน้ำฝน

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของพื้นที่จากสถานีตรวจวัดอากาศทั้งสามสถานี ได้แก่ สถานีตรวจวัดอากาศสงขลา สถานีตรวจวัดอากาศสนามบินหาดใหญ่และสถานีตรวจวัดอากาศสตูล มีแนวโน้มที่มีลักษณะที่คล้ายกัน คือ มีฝนตกตลอดปีในปริมาณสูง ค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ 2,035.1, 1,612.4 และ 2,204.9 มิลลิเมตรตามลำดับ โดยเดือนพฤศจิกายนเป็นเดือนที่มีปริมาณฝนตกมากที่สุดในสองสถานีคือ สถานีตรวจวัดอากาศสงขลาและสถานีตรวจวัดอากาศสนามบินหาดใหญ่เท่ากับ 587.9 และ 294.9 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนสถานีตรวจวัดอากาศสตูลมีปริมาณฝนตกมากที่สุดในเดือนกันยายนเท่ากับ 346.3 มิลลิเมตร

### 3.3 สภาพการใช้ที่ดิน

สามารถจำแนกสภาพการใช้ที่ดินในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างได้ 5 ประเภท คือ ป่าไม้ธรรมชาติ ป่าปลูก เขาหินโผล่ สวนยางพาราและพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม โดยร้อยละ 81.40 ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างเป็นป่าดิบชื้นธรรมชาติ มีพื้นที่บางส่วนเป็นพื้นที่ที่ถูกบุกรุกเข้าไปจับจองเพื่อทำสวนยางพาราประมาณร้อยละ 0.39 ของพื้นที่ทั้งหมด และที่เหลืออีกร้อยละ 16.83 เป็นพื้นที่เกษตรกรรม การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้างจะเปลี่ยนแปลงใน 2 รูปแบบหลักคือ จากพื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติเป็นพื้นที่เพาะปลูกสวนยาง โดยการบุกรุกของชาวบ้านที่อาศัยอยู่โดยรอบเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง และจากพื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติเป็นพื้นที่เพาะปลูกเกษตรกรรม ลักษณะป่าดิบชื้นธรรมชาติในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าโตนงาช้าง

### 3.4 พรรณพืชในพื้นที่ศึกษา

การศึกษาโครงสร้างสังคมพืชในป่าดิบชื้นระดับต่ำ (250 เมตรจากระดับน้ำทะเล) บริเวณพื้นที่ศึกษา พบพรรณไม้ทั้งสิ้น 308 ชนิด 144 สกุล 47 วงศ์ และลักษณะโครงสร้างป่าสมบูรณ์ในพื้นที่ศึกษา พบว่า โครงสร้างสังคมพืชเด่นได้แก่ วงศ์สลัดได (Euphorbiaceae) วงศ์ไม้กระดังงา (Annonaceae) วงศ์ไม้กระทุ่ม (Rubiaceae) และวงศ์ไม้ยาง (Dipterocarpaceae) เป็นต้น ในป่าสมบูรณ์มีพืชที่มีลำต้นขนาดค่อนข้างโต ทรงพุ่มมีการแผ่กว้างทำให้แสงส่องผ่านลงสู่พื้นล่างได้น้อย ทำให้มีพืชชั้นล่างน้อยชนิด (ประกาศ, 2541) ส่วนป่าที่ถูกรบกวนพบว่าโครงสร้างป่าเป็นไม้ขนาดเล็ก วงศ์ไม้เป็นพืชโตเร็ว เช่น วงศ์มะเดื่อ สำหรับพืชพื้นล่างพบอยู่อย่างหนาแน่น โดยพืชพื้นล่างได้แก่ วงศ์ขิง และวงศ์บอน เป็นต้น (หัตถยา, 2543)

ป่าดิบชื้นเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญและเป็นแหล่งรวบรวมความหลากหลายทางชีวภาพ ปัจจุบันพบว่าพื้นที่ป่าดิบชื้นมีแนวโน้มลดลง บางพื้นที่จากป่าที่เคยเป็นผืนเดียวกันกลับกลายเป็นป่าผืนย่อย ๆ เป็นเหตุให้การศึกษาในปัจจุบันมุ่งเน้นการเปรียบเทียบความแตกต่างขององค์ประกอบและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตระหว่างป่าที่ไม่เคยถูกบุกรุก (undisturbed forest) กับป่าที่ถูกบุกรุก (disturbed forest) เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานซึ่งอาจจะนำไปสู่การอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรชีวภาพ รวมทั้งการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน (Holloway และ Stork, 1991) ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างป่ากับโครงสร้างสิ่งมีชีวิตมีมากขึ้น

ด้วงมูลสัตว์เป็นแมลงกลุ่มหนึ่งที่มีผู้สนใจศึกษา เช่น การศึกษาด้วงมูลสัตว์ในรัฐซาวาร์ เกาะบอร์เนียว ประเทศมาเลเซีย (Davis, 1993) และการศึกษาอนุกรมวิธานและนิเวศวิทยาของด้วงมูลสัตว์บนเรือนยอดเกาะบอร์เนียว (Davis และคณะ, 1997) สำหรับประเทศไทยมีรายงานการศึกษาด้วงมูลสัตว์เน้นในงานอนุกรมวิธานในเขตทุ่งหญ้าเป็นส่วนใหญ่ (Hanboonsong, 1998) ยังไม่มีการศึกษาเชิงเปรียบเทียบด้วงมูลสัตว์ในสภาพป่าดิบชื้นที่แตกต่างกัน การศึกษาเปรียบเทียบสภาพป่าที่แตกต่างกันต่อความชุกชุม ชนิดและการแพร่กระจายของด้วงมูลสัตว์ครั้งนี้จึงอาจทำให้ข้อมูลนี้อาจนำไปประยุกต์ใช้ในการอธิบายผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพป่าธรรมชาติต่อโครงสร้างสังคมสัตว์ต่อไป





### Species abundance models

ไม่มีองค์ประกอบสังคมของสิ่งมีชีวิตใดที่มีความชุกชุมสม่ำเสมอ สิ่งมีชีวิตบางชนิดเป็นกลุ่มที่ชุกชุมแต่สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่มีจำนวนปานกลาง

การศึกษาการแพร่กระจายความชุกชุมของชนิด (Species abundance distribution) แบ่งได้ 4 รูปแบบคือ the geometric series, the logarithmic (log) series, the truncated log normal distribution และ MacArthur's broken stick model (Magurran, 1988)

-การแพร่กระจายความชุกชุมของชนิดแบบ the geometric series พบในสังคมของสิ่งมีชีวิตที่มีน้อยชนิด แต่ละชนิดมีความชุกชุม

-การแพร่กระจายความชุกชุมของชนิดแบบ MacArthur's broken stick ซึ่งตรงข้ามกับรูปแบบที่ 1 พบว่าจำนวนชนิดมีความชุกชุมเท่ากัน

-การแพร่กระจายความชุกชุมของชนิดแบบ the logarithmic (log) series, the truncated log normal distribution เป็นรูปแบบความชุกชุมปานกลาง ซึ่งบางชนิดเป็นชนิดที่ชุกชุมภายในสังคมของสิ่งมีชีวิต แต่ส่วนใหญ่มีความชุกชุมปานกลางและบางชนิดมีความชุกชุมน้อย รูปแบบการแพร่กระจายความชุกชุมแบบ log normal distribution ถูกประยุกต์ใช้ในการสำรวจความหลากหลาย โดยทั่วไปกราฟแบบนี้จะเป็นแบบรูปกรวย ข้อมูลที่ได้จากการเก็บตัวอย่าง



ในรูปแบบนี้หากตัวอย่างที่สุ่มเก็บมีจำนวนน้อยทำให้ได้เฉพาะชนิดที่มีความชุกชุมมาก หากสุ่มเก็บตัวอย่างได้มากสามารถพบชนิดที่มีจำนวนน้อยได้เพิ่มขึ้น (Cheesman,1997)

วิธีการสร้างกราฟที่แตกต่างจากข้อมูลจะนำไปสู่ความแตกต่างของรูปแบบ แต่ละรูปแบบได้กราฟที่ต่างกันดังนี้

<b>Model</b>	<b>x-axis</b>	<b>y-axis</b>
Geometric series	rank	Abundance or Log(abundance)
Log series	Number of individual per species	Number of species
Log normal distribution	Number of individual per species	Log(number of species)
MacArthur's broken stick	Log(rank)	abundance