การกระจายในแนวดิ่งและอาหารของอึ่งอ่างก้นขีด *Kaloula mediolineata* (Smith, 1917) ในอำเภอสามเงา จังหวัดตาก

นายกันย์ นิติโรจน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

T349008

RECEIVED
BY [illegible] DATE 10/11/51

การกระจายในแนวดิ่งและอาหารของอึ่งอ่างก้นขีด *Kaloula mediolineata* (Smith, 1917) ในอำเภอสามเงา จังหวัดตาก

นายกันย์ นิติโรจน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

VERTICAL DISTRIBUTION AND DIETS OF MEDIAN-STRIPED BULLFROGS *Kaloula mediolineata* (SMITH, 1917) IN SAM NGAO DISTRICT, TAK PROVINCE

Mr. Kan Nitiroj

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Zoology

Department of Biology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การกระจายในแนวดิ่งและอาหารของอึ่งอ่างก้นขีด *Kaloula mediolineata* (Smith, 1917) ในอำเภอสามเงา จังหวัดตาก
โดย	นายกันย์ นิติโรจน์
สาขาวิชา	สัตววิทยา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชฏฐ์ คนซื่อ

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กำธร ธีรคุปต์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชฏฐ์ คนซื่อ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาจอง ประทัตสุนทรสาร)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงแข สิทธิเจริญชัย)

..... กรรมการ

(ดร. จารุจินต์ นภีตะภัฏ)

กันย์ นิติโรจน์: การกระจายในแนวดิ่งและอาหารของอึ่งอ่างก้นขีด *Kaloula mediolineata* (Smith, 1917) ในอำเภอสามเงา จังหวัดตาก. (VERTICAL DISTRIBUTION AND DIETS OF MEDIAN-STRIPED BULLFROGS *Kaloula mediolineata* (SMITH, 1917) IN SAM NGAO DISTRICT, TAK PROVINCE) อ. ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. วิเชฎฐ์ คนซื่อ, 68 หน้า.

การศึกษาการกระจายในแนวดิ่งและอาหารของอึ่งอ่างก้นขีด *Kaloula mediolineata* (Smith, 1917) ที่ตำบลวังจันทร์ อำเภอสามเงา จังหวัดตาก ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 พบว่าการกระจายในแนวดิ่งของอึ่งอ่างก้นขีดระหว่างเดือนที่ไม่มีฝนตก (เดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550; ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 56.60 เซนติเมตร; N = 75) ลึกกว่าเดือนที่มีฝนตก (เดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 และ เดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550; ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.59 เซนติเมตร; N = 140) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และอาศัยอยู่ในบริเวณดินชนิด Loamy sand เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพของดินกับการกระจายในแนวดิ่งของอึ่งอ่างก้นขีดพบว่าความชื้นของดินบริเวณผิวดิน ($R = -0.298$; $p = 0.000$) ความชื้นสัมพัทธ์ ($R = -0.249$; $p = 0.000$) และอุณหภูมิอากาศ ($R = -0.213$; $p = 0.002$) มีความสัมพันธ์ในเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาอาหารในกระเพาะของอึ่งอ่างก้นขีดพบว่า ในช่วงเดือนที่มีฝนตกพบกระเพาะอาหารของอึ่งอ่างว่างเฉลี่ยร้อยละ 42.91 ในขณะที่ช่วงเดือนที่ไม่มีฝนตกไม่พบอาหารในกระเพาะอาหาร เมื่อวิเคราะห์ชนิดของอาหารที่ถูกกินพบว่ามี 3 กลุ่มหลักคือ กลุ่มมด (อันดับ Hymenoptera, วงศ์ Formicidae) กลุ่มปลวก (อันดับ Isoptera) และกลุ่มด้วง (อันดับ Coleoptera) และองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะระหว่างอึ่งอ่างก้นขีดเพศผู้และเพศเมียพบว่าทั้ง 2 เพศกินอาหารเหมือนกัน (Simple Similarity Index มีค่าดัชนีของจำนวนตัวและปริมาตรอยู่ระหว่าง 0.91-0.99) และพบจำนวนตัวของเหยื่อในกระเพาะอาหารสอดคล้องกับเหยื่อที่พบในธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญ ($tau = 0.469$, $p = 0.046$) ดังนั้นสรุปได้ว่าอึ่งอ่างก้นขีดกินอาหารแบบไม่จำเพาะเจาะจง (Generalist predator) และออกหากินเฉพาะในช่วงเดือนที่มีฝนตก โดยกินอาหารหลักคือแมลงบนผิวดิน

ภาควิชา.....ชีววิทยา..... ลายมือชื่อนิสิต.....กันย์ นิติโรจน์.....

สาขาวิชา.....สัตววิทยา..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....2550.....

487 22176 23: MAJOR ZOOLOGY

KEY WORDS: *Kaloula mediolineata* / MEDIAN-STRIPED BULLFROGS / VERTICAL DISTRIBUTION / DIETS / THAILAND

KAN NITIROJ: VERTICAL DISTRIBUTION AND DIETS OF MEDIAN-STRIPED BULLFROGS *Kaloula mediolineata* (SMITH, 1917) IN SAM NGAO DISTRICT, TAK PROVINCE. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. WICHASE KHONSUE, PH. D., 68 pp.

The vertical distribution and diets composition of Median-striped bullfrog, *Kaloula mediolineata* (Smith, 1917) were studied in Sam Ngao District, Tak Province, Thailand from July 2006 to June 2007. The results show that the average depth of frog burrows in dry months (December 2006 to March 2007, average = 56.60 mm., N = 75) was significantly deeper than wet months (July to November, 2005 April to June, 2006, average = 31.59 mm., N = 140). Significantly negative correlations were observed when comparing the vertical distribution to the following physical factors: soil surface moisture (R = -0.298; p = 0.000), relative humidity (R = -0.249; p = 0.000) and air temperature (R = -0.213; p = 0.002).

Moreover, diet composition was analyzed. The results show that only empty stomachs were observed during the dry months, whereas during the wet months, empty stomachs were observed in 42.9% of specimens. The main food items were ants (Order Hymenoptera, Family Formicidae), termites (Order Isoptera) and beetles (Order Coleoptera). The stomach contents were similar in both female and male frogs (Simple Similarity Index between 0.91-0.99). Furthermore, a relationship between diet and preys availability was observed (tau = 0.469, p = 0.046). In conclusion, the results suggest that median-striped bullfrog is a generalist predator which is active in wet months, and ants, termites and beetles are main food-source of frog.

Department Biology Student's signature Kan Nitiroj

Field of study Zoology Advisor's signature Wich. Kh.

Academic year 2007

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีหากขาดความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชฏฐ์ คนซื่อ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะต่างๆ ตลอดจนให้ความสนับสนุนและให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. กำธร ธีรคุปต์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาจอง ประทัตสุนทรสาร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงแข สิทธิเจริญชัย และ ดร.จารุจินต์ นภีตะภัฏ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ และช่วยแก้ไขวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้คำปรึกษาจนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์

ขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาจอง ประทัตสุนทรสาร ที่ให้คำชี้แนะด้านต่างๆ ทั้งสนับสนุนอุปกรณ์ใช้ในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ

ขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงชัย หาญยุทธนากร และ อาจารย์ ดร. นิพาดา เรือนแก้ว ดิษยทัต ที่กรุณาช่วยขัดเกลาบทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษจนสำเร็จเป็นอย่างดี

ขอบพระคุณอาจารย์ ดร.นพดล กิตนะ สำหรับคำชี้แนะและความช่วยเหลืออย่างดีตลอดมา

ขอบพระคุณอาจารย์นนทิวิชญ ตัณฑวณิช สำหรับคำแนะนำดีๆ ในการทำงานภาคสนาม และช่วยแก้ไขบทคัดย่อภาษาอังกฤษจนสำเร็จเป็นอย่างดี

ขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาชีววิทยาที่เมตตาให้ความรู้ ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำในด้านต่างๆ อย่างดียิ่งตลอดระยะเวลาที่ศึกษาตั้งแต่ปริญญาบัณฑิตจนถึงปัจจุบัน

ขอบคุณทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย รหัสโครงการ BRT T_349008 และศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รหัสโครงการ CEB_M_28_2006 และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้เงินทุนสนับสนุนการวิจัยและอุปกรณ์ในการศึกษา

ขอขอบคุณ ป้าแพร คล้อยสมัย และพี่มณฑา ลอยสรวง ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างด้วยดีเสมอมาและอำนวยความสะดวกเป็นอย่างดียิ่ง ตลอดระยะเวลาการศึกษาในภาคสนาม

ขอขอบคุณ พี่พรทิพย์ ปรีชา พี่อัญชลี เอาผล พี่อนุสรณ์ ปานสุข พี่สุทธินี เหลาแตว คุณกฤษฎา คฑาวุธพูนพันธ์ คุณปรวีร์ พรหมโชติ คุณรัชต โปชยะวณิช และผู้ที่ให้ความสนับสนุนในการศึกษาครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่สาวซึ่งให้ได้การสนับสนุนการศึกษาตลอดจนความรัก กำลังใจ และเอาใจใส่ดูแลผู้วิจัยมาเป็นอย่างดีเสมอมา

สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบคุณ นางสาวทาริณี โลนุชิต ที่ช่วยเหลืองานทั้งในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ และเป็นผู้ให้แรงบันดาล กำลังใจ ความสุข ความเข้าใจและความรักที่ดีแก่ข้าพเจ้าตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

บทที่ 2 อนุกรมวิธานและพื้นที่ศึกษา..... 4

บทที่ 3 การกระจายในแนวดิ่งของอึ่งอ่างก้นขีด (*Kaloula mediolineata*)..... 12

บทนำ..... 12

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินการศึกษา..... 14

ผลการศึกษา..... 18

อภิปรายผลการศึกษา..... 38

บทที่ 4 อาหารของอึ่งอ่างก้นขีด (*Kaloula mediolineata*)..... 41

บทนำ..... 41

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินการศึกษา..... 43

ผลการศึกษา..... 45

อภิปรายผลการศึกษา..... 54

บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษารวม..... 57

บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 61

สรุปผลการศึกษา..... 61

รายการอ้างอิง..... 62

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 68

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3-1 ค่าเฉลี่ยระดับความลึกของตำแหน่งการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีด ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 18

3-2 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 20

3-3 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศ (°C) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 22

3-4 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง (°C) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 24

3-5 ค่าเฉลี่ยความชื้นของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง (ร้อยละ) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 26

3-6 ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง (ค่า pH) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 28

3-7 ค่าเฉลี่ยสัดส่วนเป็นร้อยละของอนุภาคดินเหนียว (Clay) ทรายแป้ง (Silt) ทราย (Sand) ของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 29

3-8 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อนระหว่างความลึกของระดับการฝังตัวกับปัจจัยทางกายภาพ 34

3-9 ค่า Pearson correlation coefficient ระหว่างปัจจัยทางกายภาพแต่ละปัจจัย (N = 215) 35

4-1 ชนิดของเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารของอึ่งอ่างก้นขีด จำนวนเหยื่อที่พบ 4,573 ตัว และปริมาตรเหยื่อทั้งหมด คือ 12,660.00 มม.^{3} โดยเหยื่อที่พบในเพศผู้จำนวน 1,372 ตัว และมีปริมาตร 4,043.29 มม.^{3} และเพศเมียจำนวน 3,381 ตัว และมีปริมาตร 8,616.88 มม.^{3} 46

4-2 ค่าเฉลี่ยขนาดความกว้างปาก ความยาวลำตัว (SVL) และความยาวของเหยื่อที่สามารถกินได้ของอึ่งอ่างก้นขีดเพศผู้และเพศเมีย 47

4-3 ค่าเฉลี่ยของจำนวนตัวของเหยื่อและปริมาตรของเหยื่อต่อกระเพาะอาหารของอึ่งอ่างก้นขีดเพศผู้และเพศเมีย 47

4-4 ค่าการซ้อนทับของเหยื่อในกลุ่มมด กลุ่มปลวก และกลุ่มด้วง ด้านจำนวนและปริมาตรระหว่างอึ่งอ่างก้นขีดเพศเมียและเพศผู้ 48

ตารางที่ หน้า

4-5 ค่าความถี่ของการปรากฏของอึ่งอ่างก้นขีดที่ไม่มีอาหาร(Frequency of empty stomach)..... 50

4-6 องค์ประกอบของอาหารที่พบในกระเพาะของอึ่งอ่างก้นขีด (Stomach content) และที่พบในธรรมชาติ (Prey availability) โดยเหยื่อที่พบในธรรมชาติได้จากกับดักหลุม (Pitfall traps) มีจำนวน 3,689 ตัว และมีปริมาตร 6,013.86 มม.^{3}..... 52

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	ขอบเขตการกระจายตัวของอึ่งอ่างก้นขีด (*Kaloula mediolineata*)	5
2-2	อึ่งอ่างก้นขีด (*Kaloula mediolineata*)	6
2-3	อึ่งอ่างก้นขีดเพศผู้	6
2-4	อึ่งอ่างก้นขีดเพศเมีย	6
2-5	ตำแหน่งการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีด	7
2-6	การฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีด	7
2-7	ดินบริเวณผิวดินและดินด้านล่าง	8
2-8	บริเวณที่พบอึ่งอ่างก้นขีด	9
2-9	ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างและสถานที่ทำการศึกษาพิกัด 47Q 983141-99093640 mE และ 14384790-17171680 mN (วงกลมสีแดง)	10
2-10	พื้นที่ศึกษาในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549	10
2-11	พื้นที่ศึกษาในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	11
2-12	พื้นที่ศึกษาในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550	11
3-1	ค่าเฉลี่ยระดับความลึกตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)	19
3-2	ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)	21
3-3	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)	23
3-4	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่งตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)	25
3-5	ค่าเฉลี่ยความชื้นของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่งตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)	27

ภาพที่ หน้า

3-6 ชนิดของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่งตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 (▲ ดินบริเวณผิวดิน ● ดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง). 29

3-7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยระดับความลึกของการฝังตัวกับปริมาณน้ำฝน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)..... 30

3-8 ค่าเฉลี่ยระดับความลึกของการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีด (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)..... 31

3-9 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกของการฝังตัวกับความชื้นของดินบริเวณผิวดิน ตั้งแต่ เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)..... 32

3-10 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกของการฝังตัวกับความชื้นของดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)..... 32

3-11 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกของการฝังตัวกับความชื้นสัมพัทธ์ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)..... 33

3-12 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกของการฝังตัวกับอุณหภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)..... 33

3-13 ค่าเฉลี่ยการกระจายตัวในแนวดิ่งของอึ่งอ่างก้นขีดกับค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนเรียงลำดับจากน้อยไปมาก (ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา)..... 37

4-1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับปริมาตรอาหาร..... 49

4-2 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับจำนวนตัวของเหยื่อ..... 49

4-3 ความถี่ปรากฏของแมลงกลุ่มเด่นที่พบในธรรมชาติ(Potential prey) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 ▭ ช่วงเดือนที่ไม่มีฝนตก ▭ ช่วงเดือนที่มีฝนตก..... 52

บทที่ 1
บทนำ

การใช้ประโยชน์จากสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกโดยมนุษย์มีอยู่ด้วยกันหลายด้าน ซึ่งได้แก่ การเป็นตัวอย่างที่ใช้ในการเรียน การสอน การวิจัยด้านต่างๆ การใช้เกี่ยวกับการรักษาโรค เป็นตัวบ่งชี้การเกิดมลพิษในสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงการใช้ประโยชน์ในด้านการค้าเพื่อเป็นสัตว์เลี้ยงและเพื่อเป็นอาหาร (Stebbins และ Cohen, 1995)

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจัดว่าเป็นอาหารที่สามารถหาได้ง่ายและเป็นแหล่งโปรตีนตามธรรมชาติ แต่เนื่องจากในปัจจุบันการค้าและการบริโภคสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกขาดการควบคุมและตระหนักถึงผลที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงด้านจำนวนและโครงสร้างประชากร โดยผลกระทบที่เกิดจากการจับมาเพื่อการบริโภคในท้องถิ่นนั้นน้อยกว่าการจับเพื่อขายเป็นอาหารสำหรับคนต่างถิ่นหรือการส่งออกไปยังต่างประเทศ ซึ่งต้องจับในปริมาณที่มากกว่าการบริโภคในท้องถิ่น สำหรับผลเสียที่เกิดขึ้นจากการจับและบริโภคสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมากเกินไปอย่างหนึ่ง คือการเพิ่มขึ้นของแมลงศัตรูพืชเพราะจำนวนผู้ล่า อันได้แก่สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมแมลงในธรรมชาติลดลง (Pough และคณะ, 2004)

สำหรับประเทศไทย นับเป็นอีกประเทศหนึ่งที่นิยมบริโภคสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเป็นอาหาร โดยเฉพาะกลุ่มกบและอึ่งอ่าง ซึ่งไม่เพียงแต่ตัวเต็มวัยเท่านั้นที่ถูกบริโภค แต่ยังพบการบริโภคลูกอ๊อดของคนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ธัญญา จั่นอาจ, 2546)

อึ่งอ่างก้นขีด (*Kaloula mediolineata*) เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการบริโภคและจำหน่ายเป็นจำนวนมาก จากการสำรวจเบื้องต้นของ วิเชฎฐ์ คนซื่อ (2545) ในบริเวณอำเภอบ้านตากและอำเภอสามเงา จังหวัดตาก พบว่าในแต่ละวันจะมีอึ่งอ่างก้นขีดถูกจับมาจำหน่ายประมาณ 10,000 ตัวต่อวัน เป็นเวลาประมาณ 30 วันต่อปี และจากการสัมภาษณ์ผู้ขายในบริเวณดังกล่าว พบว่ามีการจับและขายในลักษณะนี้มาเป็นเวลานับ 10 ปี นอกจากนี้ราคาต่อกิโลกรัมนั้นยังมีราคาสูง โดยในช่วงฤดูฝนราคาต่อกิโลกรัม จะมีราคาประมาณ 120 ถึง 150 บาท ซึ่งตัวเมียที่มีไข่อยู่ในท้องจะมีราคาสูงกว่าตัวผู้ แต่ถ้าเป็นช่วงฤดูร้อน ราคาต่อกิโลกรัมจะสูงถึง 180 ถึง 200 บาทต่อกิโลกรัม (แพร คล้อยสมัย, สัมภาษณ์, 23 กรกฎาคม 2549) โดยอึ่งอ่างก้นขีดนำมามาบริโภคและจำหน่ายถูกจับมาจากธรรมชาติทั้งหมด ซึ่งการใช้ประโยชน์ในลักษณะดังกล่าวอาจส่งผลให้ขนาดประชากรของอึ่งอ่างก้นขีดลดลง

ดังนั้นการเพาะเลี้ยงอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) จึงเป็นสิ่งที่มีประโยชน์และสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งในด้านการอนุรักษ์ และการพัฒนาให้เป็นสัตว์เศรษฐกิจ ซึ่งการเพาะเลี้ยงจำเป็นต้องมีความรู้ทางด้านนิเวศวิทยา ได้แก่ ถิ่นที่อยู่อาศัย ชนิดของอาหาร พฤติกรรมและช่วงเวลาการผสม

พันธุ์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานนำไปสู่การจัดการและแนวทางการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ แต่ปัญหาที่พบในการศึกษาคือการสำรวจและค้นหาตัวอย่าง (Tracy และคณะ, 2007) เพราะอึ่งอ่างก้นขีดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในกลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ดิน

โดยทั่วไปสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจะอาศัยอยู่ใกล้ถิ่นอาศัยที่ชุ่มชื้น หรืออยู่ใกล้แหล่งที่เหมาะสมในการสืบพันธุ์ (ธัญญา จั่นอาจ, 2546) เนื่องจากสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก เป็นสัตว์ที่อุณหภูมิภายในร่างกายจะเปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อม มีผิวหนังที่บางเพื่อใช้ในการหายใจและแลกเปลี่ยนแก๊ส และรักษาความชุ่มชื้นในร่างกาย (จารุจินต์ นภีตะภัฏ, 2531) แต่สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบางชนิดก็มีถิ่นอาศัยอยู่ในที่ห่างไกลจากแหล่งน้ำหรือแหล่งที่มีความชุ่มชื้น เช่น สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่อาศัยอยู่ในทะเลทราย เป็นต้น

การปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้ง เพื่อรักษาความชุ่มชื้นไว้ในร่างกายจึงมีด้วยกันหลายวิธี เช่น การฝังตัวและอาศัยอยู่ใต้ดินในเวลากลางวัน การออกหากินในเวลากลางคืน การปรับเปลี่ยนทางสรีรวิทยา เพื่อลดการสูญเสียน้ำและความชื้นจากร่างกายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่เกิดจากการหายใจ การระเหยของน้ำและความชื้นทางผิวหนัง และการขับถ่าย (Stebbins และ Cohen, 1995)

ผิวหนังของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกต้องสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมทำให้สูญเสียน้ำและความชื้นได้ง่าย โดยเฉพาะสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่อาศัยอยู่ใต้ดิน ซึ่งผิวหนังต้องสัมผัสกับอนุภาคดินโดยตรง เมื่อดินมีอุณหภูมิสูงขึ้นและความชื้นของดินลดลงจะส่งผลให้การสูญเสียน้ำและความชื้นทางผิวหนังของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีมากขึ้น (Thorson และ Svihla, 1943)

การปรับตัวเพื่อลดการสูญเสียน้ำและความชื้นทางผิวหนังของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ดิน สามารถแบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบที่ 1 กลุ่มที่สร้างปลอกหุ้มตัวหรือ Cocoon โดยปลอกหุ้มตัวคือชั้นของผิวหนังชั้นนอกที่มีการสะสมและหนาตัวขึ้น (Lee และ Mercer, 1967; Witchers และ Thompson, 2000) แบบที่ 2 กลุ่มที่ไม่มีการสร้างปลอกหุ้มตัว ซึ่งทั้ง 2 แบบมีการกระจายในแนวดิ่งแตกต่างกัน ในกลุ่มที่สร้างปลอกหุ้มตัว พบว่าระดับความลึกของตำแหน่งการฝังตัวนั้นตื้นกว่ากลุ่มที่ไม่สร้างปลอกหุ้มตัว โดย Tracy และคณะ (2007) พบว่าปลอกหุ้มตัวสามารถป้องกันการสูญเสียน้ำและความชื้นจากสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกไปสู่สิ่งแวดล้อม รวมไปถึงการกักเก็บความชื้นที่ระเหยออกจากตัวด้วย ขณะที่กลุ่มที่ไม่สร้างปลอกหุ้มตัวจะมีการเคลื่อนตัวลึกลงไปในดินเพื่อหาตำแหน่งที่มีปัจจัยทางกายภาพ เช่นความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม

สำหรับการฝังตัวหรือการจำศีลในฤดูร้อน พบได้ในสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกลุ่ม ที่อาศัยอยู่ใต้ดินทั้ง 2 แบบ โดยปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการปรากฏตัว พฤติกรรมการสืบพันธุ์และกิจกรรมต่างๆของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในกลุ่มนี้คือความชื้น ซึ่งจะพบการออกหากิน การผสมพันธุ์ และการเคลื่อนย้ายออกจากแหล่งน้ำที่ใช้อยู่อาศัยมากที่สุดหลังจากช่วงที่มีฝนตก (Dimmit และ Ruibal, 1980a; Creusere และ Whitford, 1976; Lemckert และ Brassil, 2003)

ปัจจัยที่มีผลต่อการกินอาหารของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในกลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ดินคือ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาซึ่งเป็นปัจจัยภายใน ได้แก่ ขากรรไกร ที่มีขนาดสั้นเมื่อเปรียบเทียบกับความยาวลำตัว ดังนั้นลักษณะของเหยื่อที่สามารถกินได้ จะมีขนาดเล็กและเคลื่อนที่ได้ช้า (Emerson, 1985) และปัจจัยภายนอก คือการปรากฏของเหยื่อที่พบในธรรมชาติ (Prey availability) และปัจจัยทางกายภาพที่เหมาะสม เช่น มีความชื้นสูง และอุณหภูมิเหมาะสม เป็นต้น

ประเทศไทยมีการศึกษาชีววิทยาของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) ในด้านต่างๆ ได้แก่ การศึกษาคาริโอไทป์ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านเซลล์อนุกรมวิธานและความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (Chulalaksananukul, Suwanakerd และ Pariyanonth 1998; Supaporn และ Baimai, 2002) อายุและโครงสร้างประชากร (ทศพล ไชยอนันต์พร, 2546)

สำหรับการศึกษานิเวศวิทยาของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) มีเพียงการศึกษาสัณฐานวิทยาและการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ในฤดูต่างๆ (Ardsoongneon, 2002) การศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลกับลูกอ๊อดชนิดต่างๆ (Heyer, 1973) และงานสำรวจชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในเขตสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ของ Inger และ Colwell (1977) เท่านั้น

ดังนั้นการศึกษาแบบการกระจายในแนวดิ่ง ปัจจัยทางกายภาพที่มีต่อการกระจายตัว และการศึกษาองค์ประกอบของอาหารในครั้งนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญเพื่อนำไปประยุกต์ใช้เพื่อการเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์อึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) ต่อไป

วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อศึกษาการกระจายในแนวดิ่งของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*)
2. เพื่อศึกษาปัจจัยทางกายภาพของที่อยู่อาศัยของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*)
3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของระดับการฝังตัวกับปัจจัยทางกายภาพ
4. เพื่อศึกษาเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบรูปแบบการกระจายในแนวดิ่งและปัจจัยทางกายภาพของที่อยู่อาศัยของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) เพื่อสามารถนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในวางแนวทางการจัดการด้านการเพาะเลี้ยงและการอนุรักษ์ต่อไปในอนาคต
2. ทราบเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหาร และความสัมพันธ์ระหว่างเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารกับเหยื่อที่พบในธรรมชาติของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*)
3. เป็นข้อมูลพื้นฐานทางนิเวศวิทยาเพื่อนำไปสู่เพาะเลี้ยงอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) เป็นสัตว์เศรษฐกิจต่อไป

บทที่ 2
อนุกรมวิธานและพื้นที่ศึกษา

อนุกรมวิธานของอึ่งอ่างก้นขีด *Kaloula mediolineata* (Smith, 1917)

Kingdom: Animalia

Phylum: Chordata

Class: Amphibia

Order: Anura

Family: Microhylidae

Genus: *Kaloula*

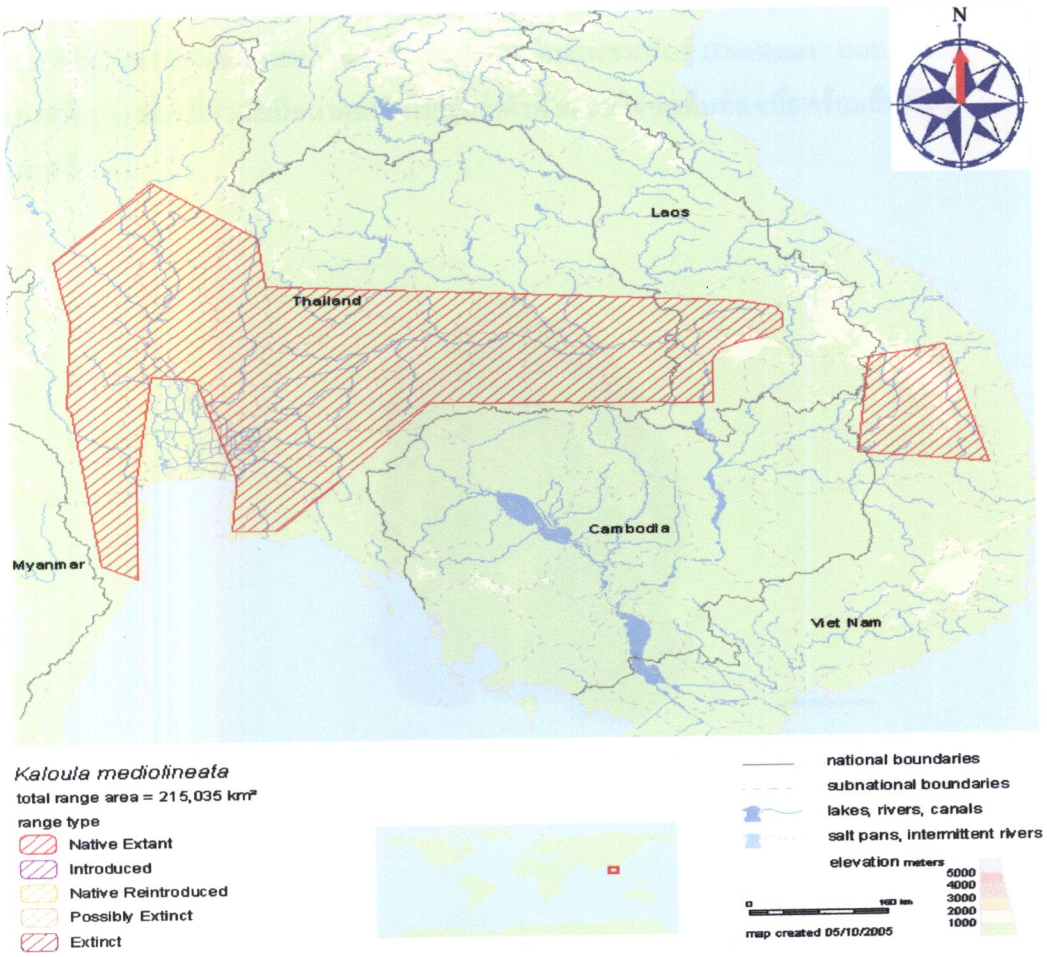
Species: *Kaloula mediolineata* (Smith, 1917)

อึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่จัดอยู่ในอันดับ Anura วงศ์ Microhylidae ซึ่งวงศ์ดังกล่าวมีลักษณะลำตัวขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ หัวเล็ก สั้น ส่วนใหญ่แผ่นหูซ่อนอยู่ใต้ผิวหนัง ขาสั้น ในบางสกุลมีตุ่มฝ่าตีนด้านในแหลมคมเหมือนพลั่ว เช่น สกุลอึ่งลาย (*Calluella*) สกุลอึ่งเผ้า (*Glyphoglossus*) และสกุลอึ่งอ่างบ้าน (*Kaloula*) ส่วนใหญ่ผิวหนังตามลำตัวเรียบ ยกเว้นสกุลอึ่งปุ่ม (*Kalophrynus*) ที่เต็มไปด้วยตุ่มเล็กๆหนาแน่น

สกุลอึ่งอ่างบ้าน (*Kaloula*) มีลักษณะเด่นคือลำตัวป้อม ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ รูม่านตากลม แผ่นหูอยู่ใต้ผิวหนัง ขาสั้น นิ้วตีนหน้าไม่มีแผ่นพังผืด ปลายนิ้วตีนแหลมหรือขยายออกเป็นแผ่นปลายตัด พบการกระจายตั้งแต่คาบสมุทรเกาหลี และตอนเหนือของจีนลงมาทางใต้ถึงหมู่เกาะซุนดาน้อย หมู่เกาะฟิลิปปินส์ (ธัญญา จั่นอาจ, 2546)

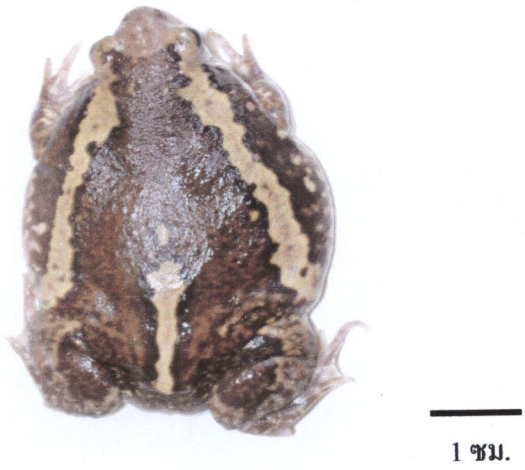
ขอบเขตการกระจายของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) จะพบตามป่าเต็งรังภาคตะวันตก ภาคตะวันออก ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนใต้ ลงไปถึงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ในประเทศไทย ประเทศเวียดนาม และทางภาคใต้ของประเทศลาว (ธัญญา จั่นอาจ, 2546; ยอดชาย ช่วยเงิน, 2548; IUCN, 2006) (ภาพที่ 2-1)

อึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) มีลักษณะลำตัวป้อม รูม่านตากลม แผ่นหูอยู่ใต้ผิวหนัง ขาสั้น นิ้วตีนหน้าไม่มีแผ่นพังผืด ปลายนิ้วตีนหน้าค่อนข้างแหลม ลำตัวสีน้ำตาลแดง ตามแนวขอบหลังมีแถบกว้างสีน้ำตาลขอบดำพาดเฉียงและมีแถบลักษณะเดียวกันในบริเวณก้นมาถึงประมาณหนึ่งในสามของกลางหลัง ขามีแถบพาดสีเข้ม หัวมีแถบสีน้ำตาลแคบๆ พาดขวาง 1 แถบ ท้องสีขาวอมเหลือง (ธัญญา จั่นอาจ, 2546) (ภาพที่ 2-2)



ภาพที่ 2-1 ขอบเขตการกระจายตัวของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) (www.Globalamphibian.org)

อึ่งอ่างก้นขีดตัวเต็มวัยสามารถแยกเพศได้ด้วยการสังเกตลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอก ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเมื่ออึ่งอ่างก้นขีดเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ที่พร้อมสืบพันธุ์ ได้แก่ ตัวผู้มีถุงเสียง (Vocal sac) คางมีสีดำ และหนังบริเวณแผ่นอกจะนูนหรือที่เรียกว่า Abdominal gland ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อหลั่งสารที่ใช้ในการยึดติดแผ่นหลังของตัวเมียขณะที่มีการผสมพันธุ์ (Duellman และ Trueb, 1994) (ภาพที่ 2-3) ขณะที่ตัวเมียมีขนาดลำตัวใหญ่กว่าตัวผู้ และมีไข่อยู่เต็มท้องเมื่อพร้อมสืบพันธุ์ (ภาพที่ 2-4)



ภาพที่ 2-2 อึ่งอ่างก้นขีด (*Kaloula mediolineata)*

ภาพที่ 2-3 อึ่งอ่างก้นขีดเพศผู้

ภาพที่ 2-4 อึ่งอ่างก้นขีดเพศเมีย

ลักษณะตำแหน่งของการฝังตัวและการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีด

ลักษณะตำแหน่งของการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีด มีลักษณะเป็นรูตันเนื่องจากการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีดจะเคลื่อนที่แบบถอยหลังลงไปในดิน ทำให้ดินที่อยู่ด้านล่างถูกดันขึ้นมา ดังนั้นจึงพบกองดินทรายละเอียดที่มีสีอ่อนกว่าพื้นดินรอบตำแหน่งของการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีด ขนาดของกองดินดังกล่าวขึ้นกับขนาดลำตัวและจำนวนของอึ่งอ่างก้นขีดที่อาศัยอยู่ใต้ดิน โดยทั่วไปขนาดของทางเข้าตรงตำแหน่งของการฝังตัวมีความกว้างประมาณ 2 ถึง 5 เซนติเมตร (ภาพที่ 2-5)

ภาพที่ 2-5 ตำแหน่งการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีด

ภาพที่ 2-6 การฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีด

อึ่งอ่างก้นขีดฝังตัวลงไปในดินโดยใช้ฝ่าตีนบริเวณ Metatarsal ของขาคู่หลังมีลักษณะคล้ายจอบคุ้ยดิน (ภาพที่ 2-6) ขึ้นมาทางด้านบนจากนั้นดันตัวลงสู่ดินด้านล่าง พฤติกรรมถอยหลังลงไปในดินแบบนี้ ทำให้ตำแหน่งของการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีดเป็นรูตันเพราะดินที่อยู่ด้านล่างถูกดันขึ้นมาด้านบนตลอดระยะทางที่อึ่งขุดรู

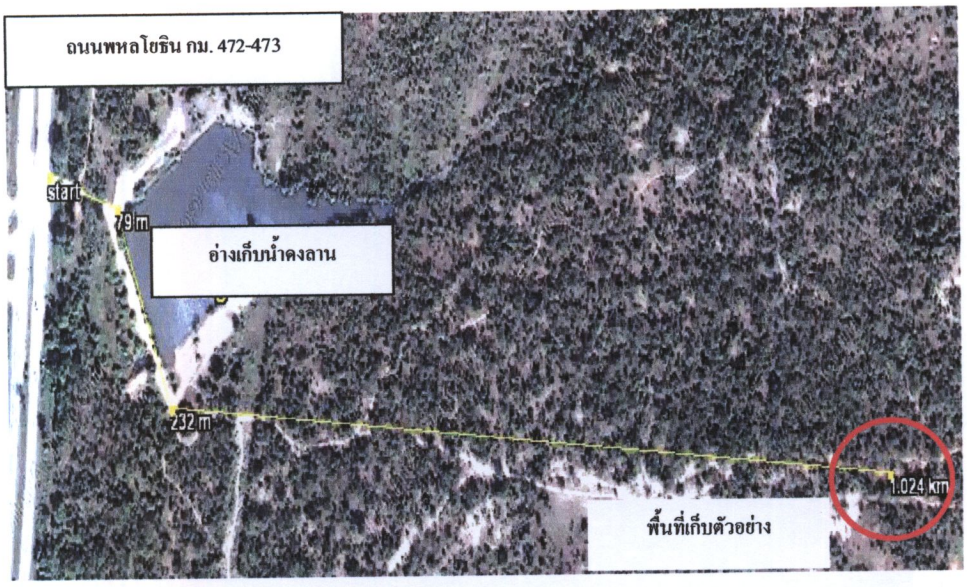
เมื่อพบตำแหน่งของการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีดแล้วจะทำการขุด จนกระทั่งถึงตำแหน่งที่พบอึ่งอ่างก้นขีด โดยระหว่างการขุดนั้นต้องสังเกตลักษณะของดิน ในตอนต้นของตำแหน่งของการฝังตัวนั้นการขุดสามารถทำได้อย่างรวดเร็ว ดังที่กล่าวมาแล้วว่าการลงไปในดินของอึ่งอ่างก้นขีดเป็นการถอยหลังดันตัวลงทำให้ดินด้านล่างถูกดันขึ้นมาด้านบนทำให้เกิดความแตกต่างของสีดินอย่างเห็นได้ชัด เพราะผิวดินมีฮิวมัสมากสีจึงเข้มต่างจากสีของดินด้านล่างที่สีอ่อนกว่า (ภาพที่ 2-7) แต่เมื่อขุดถึงระดับที่ลึกลงไปกว่าผิวดินแล้วจะไม่เห็นความแตกต่างของสีดิน การขุดจึงมีความยากมากขึ้น แต่สิ่งที่สามารถเป็นตัวบ่งชี้ทิศทางของตำแหน่งการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีด คือความแตกต่างของความหนาแน่นของดิน โดยดินบริเวณตำแหน่งที่มีการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีดจะมีความหนาแน่นของดินน้อยกว่าบริเวณอื่นซึ่งเกิดจากการขุดของอึ่งอ่างก้นขีดนั่นเอง เมื่อขุดตามลงไปเรื่อยๆ จะพบว่าปลายทางตำแหน่งของการฝังตัวมีขนาดกว้างและความหนาแน่นของดินบริเวณนั้นน้อยลง ซึ่งคือบริเวณที่อึ่งอ่างก้นขีดอาศัยอยู่ (ภาพที่ 2-8)

ภาพที่ 2-7 ดินบริเวณผิวดินและดินด้านล่าง

ภาพที่ 2-8 บริเวณที่พบอึ่งอ่างก้นขีด

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ป่ารุ่นสอง ในเขตตำบลวังจันทร์ อำเภอสามเงา จังหวัดตาก พิกัดภูมิศาสตร์อยู่ในเขต 47Q 983141-99093640 mE และ 14384790-17171680 mN (ภาพที่ 2-9) มีลักษณะเป็นป่าเต็งรัง มีพืชหลักคือ เต็ง รัง และพืชในวงศ์ยาง เป็นพืชที่มีเปลือกหนาทนความร้อนได้ดี ลำต้นไม่สูงใหญ่ ในช่วงฤดูแล้งใบไม้มีการเปลี่ยนสีและมีการผลัดใบ ไฟป่าในพื้นที่มักจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง (ภาพที่ 2-10 ถึง 2-12) และมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 160-215 เมตร ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่ประชาชนสามารถเข้ามาใช้ประโยชน์จากพื้นที่ เช่น การหาของป่า หรือจับสัตว์ในพื้นที่ได้



ภาพที่ 2-9 ตำแหน่งของพื้นที่เก็บตัวอย่าง และสถานที่ทำการศึกษาพิกัด 47Q 983141-99093640 mE และ 14384790-17171680 mN (วงกลมสีแดง) (www.pointasia.com)

ภาพที่ 2-10 พื้นที่ศึกษาในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549

ภาพที่ 2-11 พื้นที่ศึกษาในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

ภาพที่ 2-12 พื้นที่ศึกษาในเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2550

บทที่ 3
การกระจายในแนวดิ่งของอึ่งอ่างก้นขีด (*Kaloala mediolineata*)

ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมามีรายงานจำนวนมากเกี่ยวกับการลดจำนวนลงของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกทั่วโลก (Blaustein และ Wake, 1990; Carey, 1993; Drost และ Fellers, 1996; Gupta, 1998) โดยเกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น การเกิดโรคระบาด (Muths และคณะ, 2003) การทำลายถิ่นที่อยู่อาศัย มลภาวะและสารตกค้างในธรรมชาติ (Stuart และคณะ,2004) เป็นต้น และอีกปัญหาหนึ่งที่มีความสำคัญคือ การจับนำมาบริโภคมากเกินไป ซึ่งเกินกว่าที่ประชากรของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจะรองรับได้อย่างเพียงพอ (Pough และคณะ, 2004)

อึ่งอ่างก้นขีด (*Kaloula mediolineata*) มีขอบเขตการกระจายจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือตะวันออก ภาคตะวันตก ภาคกลาง ลงไปถึงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ประเทศเวียดนาม และทางตอนใต้ของลาว (ธัญญา จั่นอาจ, 2546; ยอดชาย ช่วยเงิน, 2548; IUCN, 2006) และเป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกชนิดหนึ่งที่อยู่ในกลุ่มที่มีถิ่นอาศัยอยู่ใต้ดิน (Hofrichter, 2000) ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคและนำมาจำหน่ายเป็นจำนวนมาก จากการสำรวจเบื้องต้นของ วิเชฎฐ์ คนซื่อ (2545) ในบริเวณอำเภอบ้านตากและอำเภอสามเงา จังหวัดตาก พบว่าในแต่ละวันจะมีอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) ถูกจับมาจำหน่ายประมาณ 10,000 ตัวต่อวัน เป็นเวลาประมาณ 30 วันต่อปี และจากการสัมภาษณ์ผู้ขาย (แพร คล้อยสมัย, สัมภาษณ์, 23 กรกฎาคม 2549)ในบริเวณ ดังกล่าวพบว่ามีการจับและขายในลักษณะนี้มาเป็นเวลานับ 10 ปี

ถึงแม้ว่าข้อมูลที่ได้จากการศึกษาอายุและโครงสร้างประชากรโดย ทศพล ไชยอนันต์พร (2546) แสดงให้เห็นว่าอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) ยังไม่มีแนวโน้มเช่นเดียวกับประชากรสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่ใกล้สูญพันธุ์ แต่ Krebs (2001) กล่าวว่าผลกระทบจากการใช้ประโยชน์จากประชากรนั้นๆ เช่น การจับหรือล่าเป็นเวลานานนั้น จะส่งผลให้ขนาดโดยเฉลี่ยของประชากรมีขนาดลดลง

ดังนั้นการเพาะเลี้ยงอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) จึงเป็นสิ่งที่มีประโยชน์และสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งในด้านการอนุรักษ์ และการพัฒนาให้เป็นสัตว์เศรษฐกิจ เนื่องจากสามารถขายได้ในราคา 120-150 บาทต่อกิโลกรัม (แพร คล้อยสมัย, สัมภาษณ์, 23 กรกฎาคม 2549)

การเพาะเลี้ยงจำเป็นต้องมีความรู้ทางด้านนิเวศวิทยา ได้แก่ ถิ่นที่อยู่อาศัย ชนิดของอาหาร พฤติกรรมและช่วงเวลาการผสมพันธุ์ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานนำไปสู่การจัดการและแนวทางการเพาะเลี้ยงที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

การศึกษานิเวศวิทยาของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในกลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ดิน ที่ผ่านมาพบว่าการกระจายตัวของสัตว์กลุ่มนี้มีปัจจัยที่สำคัญคือ ดิน เนื่องจากสามารถใช้หลบและป้องกันความร้อนจากแสงแดดในเวลากลางวัน (Creusere และ Whitford, 1976) หรือหลีกเลี่ยงจากอากาศที่หนาวเย็นและแห้ง (Ihara, 1999) เป็นการลดการสูญเสียความชื้นบริเวณผิวหนัง (Cartledge และคณะ, 2006) และเมื่ออุณหภูมิอากาศเพิ่มสูงขึ้นหรือมีสภาพแห้งแล้งมากขึ้น สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจะเคลื่อนที่ในแนวดิ่งลึกลงจากผิวดินลึกขึ้น (Tracy และคณะ, 2007) ถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมของสัตว์กลุ่มนี้ได้แก่ ดินที่สามารถขุดได้ง่าย ไม่มีน้ำท่วม (Jansen และคณะ, 2001) และไม่เป็นดินโคลน (Booth, 2006)

รูปแบบการสืบพันธุ์ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในกลุ่มนี้มีรูปแบบการสืบพันธุ์ที่เรียกว่า Explosive breeder ซึ่งสามารถพบเห็นการจับคู่ผสมพันธุ์ และวางไข่หลังจากฝนตกหนัก เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมามาก ทำให้เกิดแหล่งน้ำชั่วคราวที่ระดับความลึกเหมาะสมและสามารถใช้เป็นสถานที่สืบพันธุ์ได้ (Bragg, 1956, 1957; Hoyt, 1960)

ดังนั้นการศึกษาแบบการกระจายในแนวดิ่งและปัจจัยทางกายที่มีผลต่อการกระจายในครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญทางด้านนิเวศวิทยาและสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปประยุกต์ ใช้เพื่อการเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์อึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) ต่อไป

วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อศึกษาการกระจายในแนวดิ่งของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*)
2. เพื่อศึกษาปัจจัยทางกายภาพของที่อยู่อาศัยของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*)
3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของระดับการฝังตัวกับปัจจัยทางกายภาพ

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการศึกษา

3.1 การศึกษาการกระจายในแนวดิ่ง และปัจจัยทางกายภาพที่ตำแหน่งของการฝังตัว

3.1.1 การศึกษาและดำเนินงานในภาคสนาม

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ป่ารุ่นสอง ในเขตตำบลวังจันทร์ อำเภอสามเงา จังหวัดตาก โดยพื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นป่าเต็งรัง มีพืชหลักคือ เต็ง รัง และพืชในวงศ์ยาง เป็นพืชที่มีเปลือกหนา ทนความร้อนได้ดี ลำต้นไม่สูงใหญ่ ในช่วงฤดูแล้งใบไม้มีการเปลี่ยนสีและมีการผลัดใบ ไฟป่าในพื้นที่มักจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง

พิกัดภูมิศาสตร์ศึกษาอยู่ในเขต 47Q 983141-99093640 mE และ 14384790-17171680 mN และมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 160-215 เมตร ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่ประชาชนสามารถเข้ามาใช้ประโยชน์จากพื้นที่ เช่น การหาของป่า หรือจับสัตว์ในพื้นที่ได้

การสำรวจและการเก็บข้อมูล

การสำรวจและเก็บข้อมูลการกระจายในแนวดิ่ง และปัจจัยทางกายภาพตำแหน่งของการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีด (*Kaloula mediolineata*) ในพื้นที่ด้วยวิธี VES (Visual Encounter Survey) แบบ Randomize–walking design (Crump และ Scott, 1994) โดยสุ่มเลือกพื้นที่จุดเริ่มต้นการสำรวจ เมื่อพบตำแหน่งของการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีด ทำการบันทึกตำแหน่งของการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีด ด้วยเครื่องวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS) และบันทึกปัจจัยทางกายภาพดังต่อไปนี้

1. ความลึกของการฝังตัวจากระดับผิวดิน (วัดโดยใช้ตลับเมตรที่มีความยาว 5 เมตร)
2. อุณหภูมิของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง (วัดโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ DeltaTRAK รุ่น 11025)
3. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (วัดโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ไฮโกรมิเตอร์ DeltaTRAK รุ่น DTH 880)
4. เก็บตัวอย่างดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง ลงในถุงพลาสติกและปิดปากถุงให้แน่น เพื่อมาจำแนกประเภทของดินตามสัดส่วนของอนุภาคทราย (Sand) ทรายแป้ง (Silt) ดินเหนียว (Clay) วัดความชื้น และค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในห้องปฏิบัติการ
5. บันทึกจำนวนอึ่งที่พบในแต่ละตำแหน่งของการฝังตัว

ทำการเก็บข้อมูลทุกเดือนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 รวมระยะเวลา 12 เดือน การเก็บข้อมูลในแต่ละเดือนใช้เวลาในการเก็บ 2-3 วัน โดยเก็บข้อมูลวันละ 2 ช่วงเวลา คือช่วงเวลาเช้า (8.30-11.30) และกลางวัน (13.00-17.00)

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละเดือนใช้ข้อมูลที่วัดได้จากสถานีตรวจอากาศ ในบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดตาก จากกองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา

3.1.2 การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

วิธีวิเคราะห์สัดส่วนอนุภาค

การวิเคราะห์สัดส่วนอนุภาคทราย (Sand) ทรายแป้ง (Silt) และ ดินเหนียว (Clay) ทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธี Hydrometer method โดยมีวิธีการและวัสดุอุปกรณ์ดังต่อไปนี้ (สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2543)

วัสดุและอุปกรณ์

1. กระบอกตวงขนาด 1,000 มิลลิลิตร
2. เครื่องปั่นดิน
3. ไฮโดรมิเตอร์
4. เทอร์โมมิเตอร์
5. ไม้คน
6. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มล.
7. นาฬิกาจับเวลา

สารเคมี

1. สารละลาย Calgon 5% เตรียมโดย Sodium Hexametaphosphate 50 กรัม และ Sodium Carbonate 8.3 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร
2. Amyl Alcohol

วิธีการศึกษา

1. ชั่งตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. จำนวน 50 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มล. จากนั้นเติมสารละลาย Calgon 5% จำนวน 100 มล. แช่ทิ้งไว้ค้างคืน
2. เทสารละลายดินลงในถ้วยปั่น ใช้ขวดฉีดน้ำล้างเอาดินที่ติดในขวดรูปชมพู่ ออกให้หมด แล้วปั่นเป็นเวลา 5 นาที

3. เทสารละลายดินที่ปั่นแล้วลงในกระบอกตวงใช้น้ำล้างดินที่ติดอยู่ในถ้วยปั่นให้หมด หย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไปแล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดล่างของกระบอกตวง
4. เอาไฮโดรมิเตอร์ออกแล้วใช้ไม้กวนประมาณ 1 นาทีเพื่อให้ได้สารแขวนลอยดินที่สมบูรณ์อีกครั้งหนึ่ง (ถ้าเกิดฟองให้ใช้ Amyl Alcohol หยดลงไป 2-3 หยด จนฟองหมด)
5. ค่อยๆหย่อนไฮโดรมิเตอร์ลงไปอีกครั้ง แล้วอ่านค่าบนก้านไฮโดรมิเตอร์ เมื่อครบ 40 วินาที กำหนดให้ค่าที่อ่านได้คือ R_{t40s} กรัม วัดอุณหภูมิของสารแขวนลอยดินในขณะนั้น กำหนดให้ค่าที่อ่านได้คือ t_{40s} และวัดค่าบนไฮโดรมิเตอร์อีกครั้งเมื่อครบ 2 ชั่วโมง กำหนดให้ค่าที่อ่านได้คือ Rt_{2h} กรัมที่อุณหภูมิ t_{2h} (ซึ่งคืออุณหภูมิที่วัดค่าเมื่อครบ 2 ชั่วโมง)
6. ทำ Blank โดยตวงสารละลาย Calgon 5% จำนวน 100 มล. ทำตามขั้นตอนข้อ 1-5 อ่านค่าบนก้านไฮโดรมิเตอร์ที่ 40 วินาที กำหนดให้ค่าที่อ่านได้คือ Cr_{40s} กรัม วัดอุณหภูมิ กำหนดให้ค่าที่อ่านได้คือ r_{40s} และวัดค่าบนไฮโดรมิเตอร์อีกครั้งเมื่อครบ 2 ชั่งโมง กำหนดให้ค่าที่อ่านได้คือ Cr_{2h} กรัม ที่อุณหภูมิ r_{2h} เมื่อวัดค่าที่ 2 ชั่วโมง

วิธีคำนวณ

เนื่องจากไฮโดรมิเตอร์ ที่ใช้วัดอ่านค่าได้ถูกต้องเฉพาะค่าที่อุณหภูมิที่กำกับอยู่บนก้านเท่านั้น ซึ่งที่ใช้การศึกษานี้คือที่ 20 องศาเซลเซียส ดังนั้นการอ่านค่าในสารแขวนลอยดิน และสารละลาย Calgon เมื่อเวลา 40 วินาที และ 2 ชั่วโมง จึงต้องมีการปรับให้เป็นค่าที่ถูกต้องด้วยสูตร

$Rs = Rt + 0.36\ (t-20)$ สำหรับสารแขวนลอยดิน

$Cs = Cr + 0.50\ (t_c-20)$ สำหรับสารละลาย Calgon

เมื่อ Rs = ค่าที่ควรอ่านได้ของสารแขวนลอยดินที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

Rt = ค่าที่ควรอ่านได้ของสารแขวนลอยดินที่อุณหภูมิ t_{40s} และ t_{2h} เท่ากับ Rt_{40s} และ Rt_{2h}

Cs = ค่าที่อ่านได้ของสารละลาย Calgon ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

Cr = ค่าที่อ่านได้ของสารละลาย Calgon ที่อุณหภูมิ r_{40s} และ r_{2h} เท่ากับ Cr_{40s} และ Cr_{2h}

t = อุณหภูมิของสารแขวนลอยดิน

t_c = อุณหภูมิของสารละลาย Calgon

ปริมาณอนุภาคทรายแป้งและดินเหนียว $= Rs_{40s} - Cs$ กรัม/ลิตร

$= A$ กรัม/ลิตร

ปริมาณอนุภาคดินเหนียว $= Rs_{2h} - Cs$ กรัม/ลิตร

$= B$ กรัม/ลิตร

การทดลองนี้ใช้ตัวอย่างดิน 50 กรัม ดังนั้นเมื่อคำนวณร้อยละของอนุภาคขนาดต่างๆ จะได้ดังนี้

ปริมาณอนุภาคทราย (Sand) $= 2(50-A)$

ปริมาณอนุภาคทรายแป้ง (Silt) = 2(A-B)

ปริมาณอนุภาคดินเหนียว (Clay) = 2B

นำค่าร้อยละของอนุภาคทราย ทรายแป้งและดินเหนียวไปเทียบกับสามเหลี่ยมประเภทเนื้อดิน

ความชื้นของดิน (Soil moisture) ชั่งดินตัวอย่าง 50 กรัม อบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาชั่งน้ำหนักแห้งของดิน แล้วคำนวณความชื้นของดินโดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ความชื้นของดิน(ร้อยละ)} = \frac{(\text{น้ำหนักดินตัวอย่าง-น้ำหนักดินแห้ง}) \times 100}{\text{น้ำหนักดินแห้ง}}$$

วิธีการหาค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน

1. ชั่งตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มม. แล้วนำดินที่ได้ไปผสมกับน้ำกลั่นที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นกลาง (ค่า pH 6.5-7.5) ในอัตราส่วน 1:1 (เช่น ดิน 10 กรัมผสมกับน้ำ 10 มิลลิลิตร) หลังจากนั้นนำดินที่ผสมกับน้ำกลั่นมาปั่นด้วยเครื่องปั่นดินที่ความเร็ว 800 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 1 นาที แล้วทิ้งไว้ 15 นาทีเพื่อให้ดินตกตะกอน
2. เมื่อดินตกตะกอนแล้ว จึงนำสารละลายที่ได้จากการผสมระหว่างดินและน้ำกลั่นไปวัดค่า pH ด้วยเครื่องวัด pH แบบดิจิตอล (Metrohm รุ่น 827)

3.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกระจายในแนวดิ่งและปัจจัยทางกายภาพ

นำข้อมูลระดับความลึกของการกระจายในแนวดิ่งในแต่ละเดือน นำมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อหาแนวโน้มและระดับความลึกเฉลี่ยที่ปรากฏในรอบปี และข้อมูลปัจจัยทางกายภาพที่บันทึกบริเวณผิวดินและตำแหน่งที่พบอึ่ง นำมาเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ และความชื้นของดินบริเวณผินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่งโดยใช้สถิติ Mann-Whitney *U*-test เปรียบเทียบค่าความแตกต่างของปัจจัยดังกล่าว

2. ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของระดับการฝังตัวกับปัจจัยทางกายภาพ

เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกและปัจจัยทางกายภาพต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิและความชื้นของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่งโดยแสดงในรูปของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยของระดับความลึกกับค่าเฉลี่ยของปัจจัยต่างๆ[Pearson correlation coefficient (R)] และคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน (Partial correlation coefficient) ของตัวแปรแต่ละคู่

การศึกษาครั้งนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 13 ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษา

3.2 ระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง

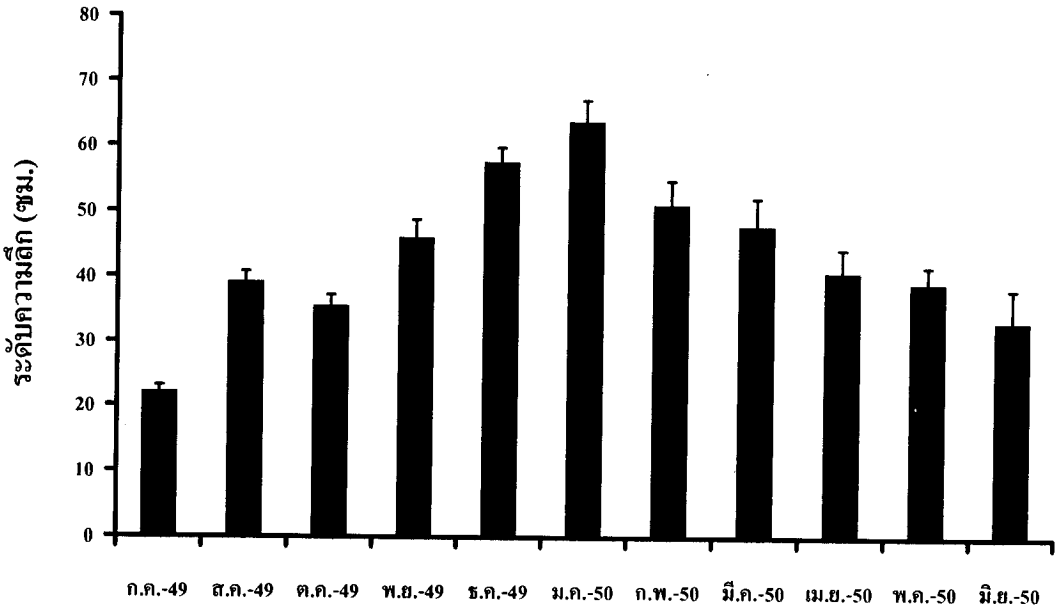
การเก็บตัวอย่างดำเนินการในพื้นที่ป่ารุ่นสอง ตำบลวังจันทร์ อำเภอสามเงา จังหวัดตาก ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 เป็นจำนวน 215 จุด ในการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยทางกายภาพของการศึกษาครั้งนี้ไม่รวมข้อมูลในเดือนกันยายน พ.ศ. 2549 เนื่องจากน้ำท่วมพื้นที่ศึกษาทำให้ไม่สามารถหาตำแหน่งของการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีดพบ ได้ผลการศึกษาดังนี้

3.2.2 การกระจายในแนวดิ่งของอึ่งอ่างก้นขีด

ค่าเฉลี่ยระดับความลึกมีค่าน้อยที่สุดในเดือนคือกรกฎาคม พ.ศ. 2549 คือ 22.05 เซนติเมตรและมีค่าสูงสุดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ที่ระดับความลึก 63.68 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ค่าเฉลี่ยระดับความลึกของตำแหน่งการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีด ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550

เดือน	ค่าเฉลี่ยระดับความลึกของรูที่อยู่อาศัยของอึ่ง (ซม.)		
	N	Mean±SE	ค่าต่ำสุด-สูงสุด
ก.ค.-49	25	22.05±1.02	10.00-30.00
ส.ค.-49	25	39.10±1.67	22.00-58.00
ต.ค.-49	25	35.42±1.76	18.00-55.00
พ.ย.-49	25	45.88±2.88	26.00-68.00
ธ.ค.-49	25	57.44±2.31	40.00-90.00
ม.ค.-50	25	63.68±3.40	20.00-103.00
ก.พ.-50	7	51.00±3.74	36.00-62.00
มี.ค.-50	18	47.77±4.31	23.00-90.00
เม.ย.-50	18	40.66±3.63	24.00-80.00
พ.ค.-50	9	39.00±2.61	28.00-55.00
มิ.ย.-50	13	33.15±5.00	6.00-50.00



ภาพที่ 3-1 ค่าเฉลี่ยระดับความลึก ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)

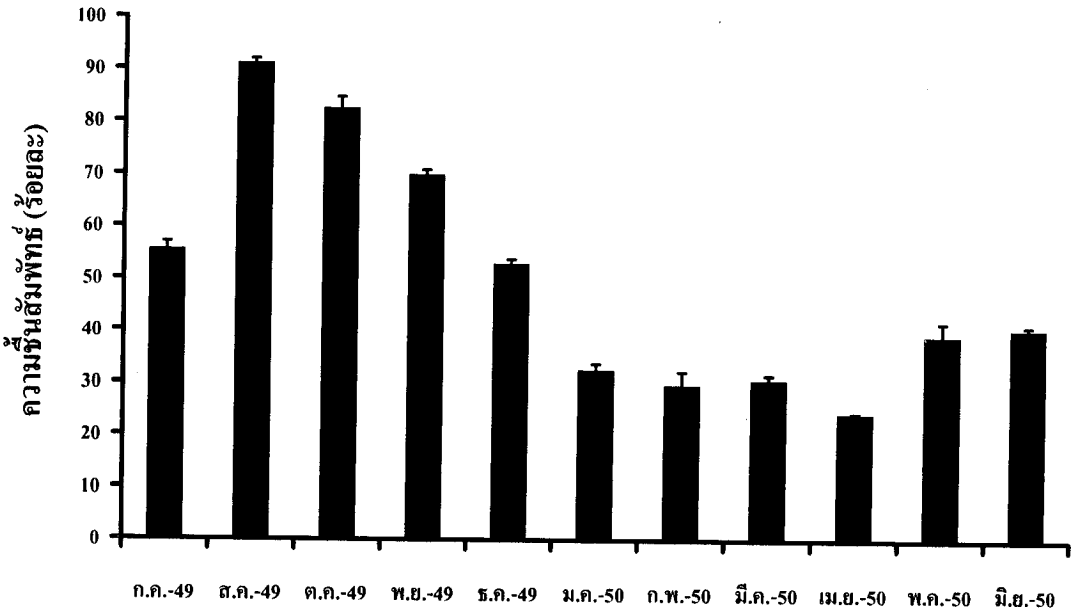
3.2.3 การศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศและอุณหภูมิอากาศ

1) ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ

ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549 คือร้อยละ 91.03 จากนั้นลดลงจนกระทั่งมีค่าน้อยที่สุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 คือร้อยละ 24.17 โดยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่มีค่าสูงสุดพบในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549 คือร้อยละ 99.90 และต่ำสุดพบในเดือนมกราคม พ.ศ. 2550 คือร้อยละ 20.00 (ตารางที่ 3-2)

ตารางที่ 3-2 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550

เดือน	ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (ร้อยละ)		
	N	Mean±SE	ค่าต่ำสุด-สูงสุด
ก.ค.-49	25	55.44±1.54	36.00-66.00
ส.ค.-49	25	91.03±0.95	82.90-99.90
ต.ค.-49	25	82.38±2.24	63.80-98.50
พ.ย.-49	25	69.84±1.04	60.00-77.00
ธ.ค.-49	25	52.82±0.98	40.40-60.00
ม.ค.-50	25	32.40±1.32	20.00-44.00
ก.พ.-50	7	29.57±2.66	22.00-42.00
มี.ค.-50	18	30.56±1.08	24.00-36.00
เม.ย.-50	18	24.17±0.29	23.00-26.00
พ.ค.-50	9	39.00±2.70	23.00-45.00
มิ.ย.-50	13	40.46±0.61	36.00-42.00



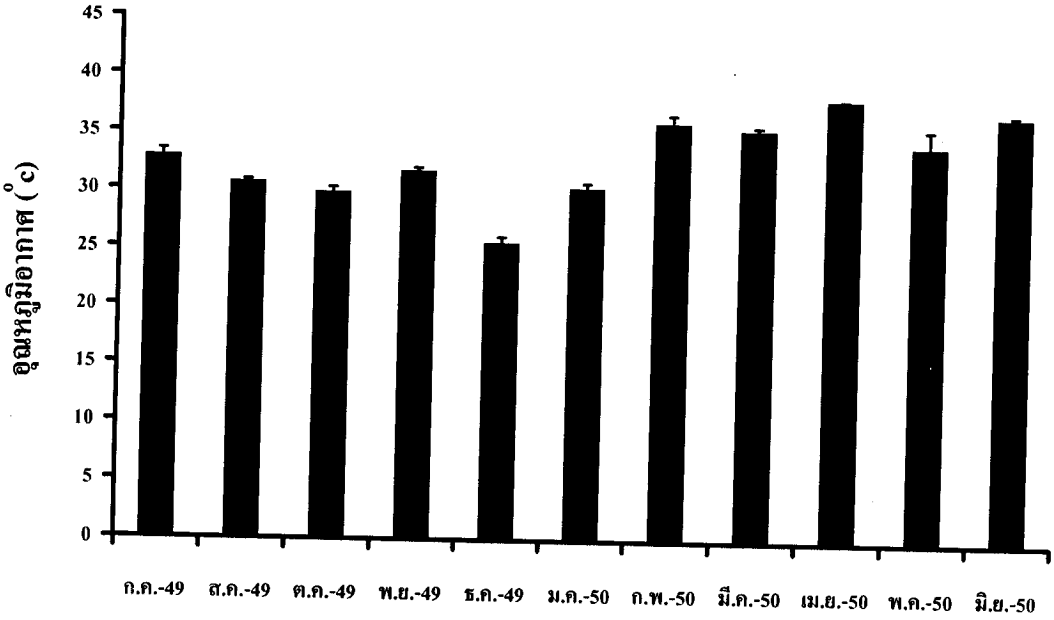
ภาพที่ 3-2 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)

2) อุณหภูมิอากาศ

ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 คือ 38.17 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 คือ 25.52 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิสูงสุดพบในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 คือ 40.2 องศาเซลเซียส ในขณะที่อุณหภูมิต่ำสุดพบในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 คือ 21.7 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 3-3)

ตารางที่ 3-3 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศ (°C) ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550

เดือน	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศอากาศ (°C)		
	N	Mean±SE	ค่าต่ำสุด-สูงสุด
ก.ค.-49	25	32.82±0.61	28.80-40.20
ส.ค.-49	25	30.62±0.24	27.20-32.20
ต.ค.-49	25	29.80±0.45	26.20-32.80
พ.ย.-49	25	31.66±0.32	28.20-34.60
ธ.ค.-49	25	25.52±0.56	21.70-31.60
ม.ค.-50	25	30.31±0.45	27.00-35.50
ก.พ.-50	7	36.01±0.73	33.50-38.50
มี.ค.-50	18	35.46±0.31	33.50-37.50
เม.ย.-50	18	38.17±0.04	38.00-38.50
พ.ค.-50	9	34.17±1.51	29.10-40.00
มิ.ย.-50	13	36.85±0.22	36.00-38.00



ภาพที่ 3-3 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2549 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)

3.2.4 การศึกษาปัจจัยทางกายภาพของดิน

ปัจจัยทางกายภาพของดินๆที่ศึกษาในบริเวณผิวดินและตำแหน่งที่พบอึ่ง ได้แก่ อุณหภูมิของดิน ค่าความชื้นของดิน ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน และชนิดของดิน เมื่อนำมาเปรียบเทียบหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 บริเวณดังกล่าว ได้ผลการศึกษาดังนี้

1) อุณหภูมิของดิน

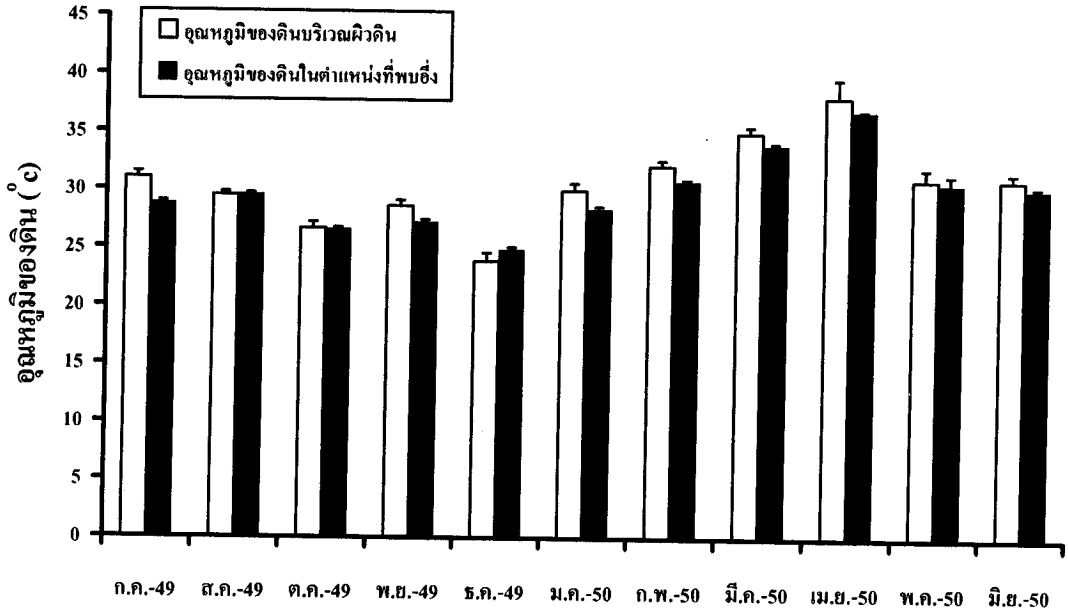
อุณหภูมิของดินบริเวณผิวดินมีความแตกต่างกับดินในตำแหน่งที่พบอึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในเดือนกรกฎาคม (*U*-test, $p = 0.001$) พฤศจิกายน (*U*-test, $p = 0.022$) ธันวาคม (*U*-test, $p = 0.01$) พ.ศ. 2549 และในเดือนกุมภาพันธ์ (*U*-test, $p = 0.023$) มีนาคม (*U* -test, $p = 0.000$) และเมษายน (*U*-test, $p = 0.016$) พ.ศ. 2550 ซึ่งค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของดินบริเวณผิวดินสูงกว่าอุณหภูมิของดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง ยกเว้นเดือนธันวาคมที่ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของดินในตำแหน่งที่พบอึ่งมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิของดินบริเวณผิวดิน สำหรับเดือนอื่นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 3-4)

ตารางที่ 3-4 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง (^{O}C) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550

เดือน	N	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของดิน (^{O}C)			
		ดินบริเวณผิวดิน		ดินตำแหน่งที่พบอึ่ง	
		Mean±SE	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	Mean±SE	ค่าต่ำสุด-สูงสุด
ก.ค.-49**	25	31.01±0.49	26.60-34.80	28.76±0.22	26.40-31.30
ส.ค.-49	25	29.49±0.28	27.30-33.40	29.53±0.18	28.20-31.20
ต.ค.-49	25	26.64±0.55	20.20-32.60	26.54±0.20	24.20-28.20
พ.ย.-49*	25	28.61±0.49	25.20-33.60	27.20±0.24	24.20-29.60
ธ.ค.-49**	25	23.88±0.73	19.40-33.60	24.85±0.25	22.30-27.30
ม.ค.-50	25	30.00±0.64	25.80-36.60	28.37±0.25	26.20-30.40
ก.พ.-50*	7	32.15±0.49	29.80-33.60	30.80±0.25	30.50-32.00
มี.ค.-50**	18	35.05±0.57	34.10-35.80	34.00±0.20	32.70-35.60
เม.ย.-50*	18	38.12±1.59	35.60-40.10	36.95±0.07	36.60-37.30
พ.ค.-50	9	31.02±0.98	28.50-36.00	30.67±0.76	29.00-36.60
มิ.ย.-50	13	31.03±0.59	29.50-35.60	30.23±0.22	29.10-31.40

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (2-tailed)

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (2-tailed)



ภาพที่ 3-4 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)

2) ความชื้นของดิน

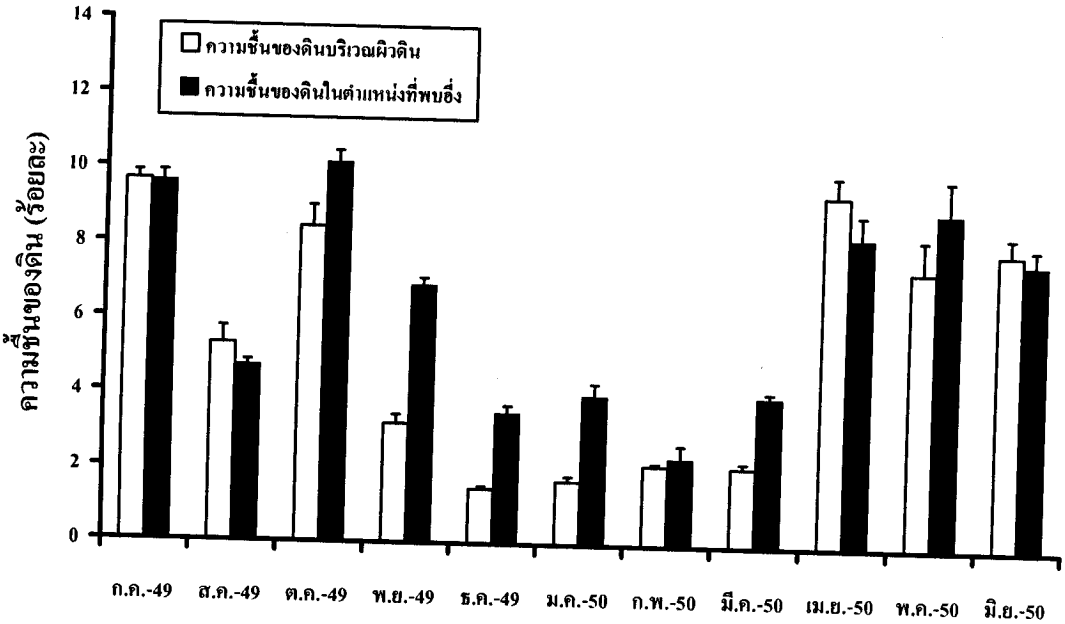
ความชื้นของดินบริเวณผิวดินมีความแตกต่างกับดินในตำแหน่งที่พบอึ่งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในเดือนตุลาคม (*U*-test, $p = 0.026$) พฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2550 เดือนมีนาคม (*U*-test, $p = 0.000$) และเดือนเมษายน (*U*-test, $p = 0.048$) พ.ศ. 2550 โดยที่เดือนอื่นๆ ไม่พบความแตกต่าง ซึ่งค่าเฉลี่ยความชื้นของดินในตำแหน่งที่พบอึ่งมีค่าสูงกว่าดินบริเวณผิวดินเสมอ (ตารางที่ 3-5) ยกเว้นในเดือนธันวาคมที่ค่าเฉลี่ยความชื้นของดินบริเวณผิวดินมีค่าสูงกว่าดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง

ตารางที่ 3-5 ค่าเฉลี่ยความชื้นของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง (ร้อยละ) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550

เดือน	N	ค่าเฉลี่ยความชื้นของดิน (ร้อยละ)			
		ดินบริเวณผิวดิน		ดินตำแหน่งที่พบอึ่ง	
		Mean±SE	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	Mean±SE	ค่าต่ำสุด-สูงสุด
ก.ค.-49	25	9.65±0.22	6.93-11.11	9.62±0.27	6.62-12.39
ส.ค.-49	25	5.30±0.46	1.25-14.47	4.72±0.15	3.52-6.47
ต.ค.-49*	25	8.46±0.57	3.66-12.63	10.16±0.32	6.37-13.18
พ.ย.-49**	25	3.19±0.24	0.37-5.57	6.90±0.20	5.06-9.27
ธ.ค.-49**	25	1.46±0.07	0.80-2.56	3.50±0.20	1.65-6.04
ม.ค.-50**	25	1.69±0.14	0.26-4.24	3.99±0.33	2.21-8.99
ก.พ.-50	7	2.14±0.07	1.82-2.33	2.35±0.35	0.97-3.61
มี.ค.-50**	18	2.12±0.14	0.57-0.83	4.00±0.12	2.53-4.72
เม.ย.-50*	18	9.44±0.52	5.18-13.8	8.31±0.62	4.52-15.06
พ.ค.-50	9	7.43±0.88	3.7-11.7	9.01±0.89	6.19-13.24
มิ.ย.-50	13	7.95±0.46	5.18-10.37	7.69±0.41	6.07-11.63

** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (2-tailed)

* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (2-tailed)



ภาพที่ 3-5 ค่าเฉลี่ยความชื้นของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)

3) ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน

ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินบริเวณผิวดินมีความแตกต่างกับดินในตำแหน่งที่พบอึ่งอย่างในทุกเดือน โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของดินในตำแหน่งที่พบอึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าดินบริเวณผิวดินเสมอ (ตารางที่ 3-6)

ตารางที่ 3-6 ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง (ค่า pH) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550

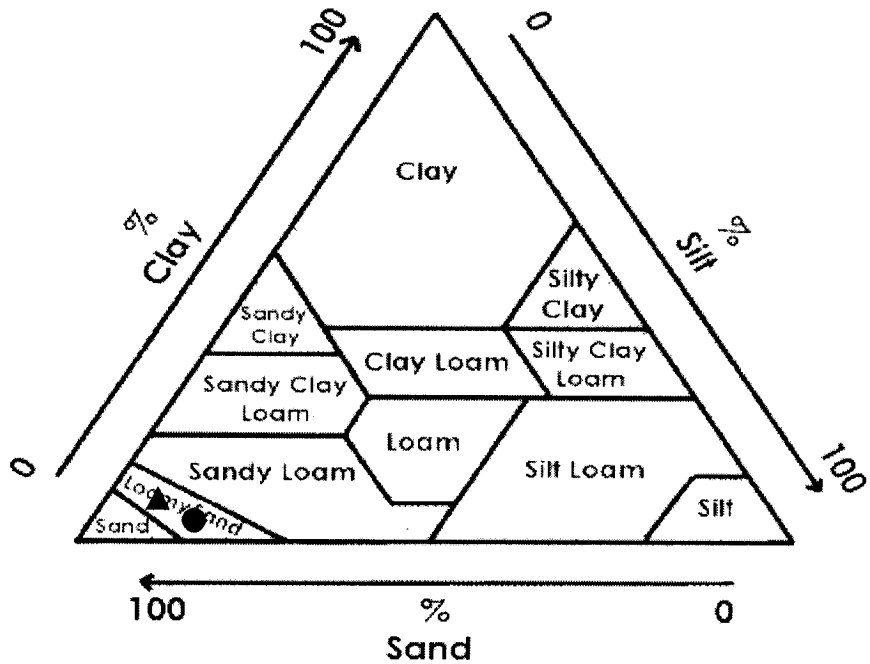
เดือน	N	ค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (ค่า pH)	
		ดินบริเวณผิวดิน	ดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง
		ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าต่ำสุด-สูงสุด
ก.ค.-49	25	5.20-6.60	4.30-7.10
ส.ค.-49	25	5.80-6.80	4.70-6.30
ต.ค.-49	25	5.60-6.80	5.00-6.60
พ.ย.-49	25	5.90-7.10	4.60-5.70
ธ.ค.-49	25	5.90-7.70	4.70-6.60
ม.ค.-50	25	5.70-6.70	5.30-6.30
ก.พ.-50	7	5.90-6.80	5.50-6.30
มี.ค.-50	18	5.50-6.50	5.40-6.60
เม.ย.-50	18	5.70-7.00	5.20-6.10
พ.ค.-50	9	5.60-6.40	4.50-6.30
มิ.ย.-50	13	6.10-6.60	5.40-6.20

3.2.5 ประเภทของดิน

จากผลการศึกษาพบว่าดินบริเวณผิวดินประกอบไปด้วยสัดส่วนอนุภาคทรายร้อยละ 82.84 ทรายแป้งร้อยละ 15.82 และดินเหนียวร้อยละ 1.35 ขณะที่ดินตำแหน่งที่พบอื่งประกอบไปด้วยสัดส่วนอนุภาคทรายร้อยละ 80.19 ทรายแป้งร้อยละ 15.85 และดินเหนียวร้อยละ 4.25 เมื่อนำไปเทียบประเภทของดินกับไดอะแกรมสามเหลี่ยมแสดงประเภทเนื้อดิน พบว่าดินทั้ง 2 บริเวณเป็นดินประเภทเดียวกันคือ Loamy Sand (ตารางที่ 3-7)

ตารางที่ 3-7 ค่าเฉลี่ยสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์อนุภาคดินเหนียว (Clay) ทรายแป้ง (Silt) ทราย (Sand) ของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอื่ง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ.2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550

อนุภาคดิน	ดินบริเวณผิวดิน (ร้อยละ)			ดินในตำแหน่งที่พบอื่ง (ร้อยละ)		
	N	Mean±SE	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	N	Mean±SE	ค่าต่ำสุด-สูงสุด
ทราย	215	82.84±0.26	67.53-91.56	215	80.19±4.85	56.20-92.28
ทรายแป้ง	215	15.82±0.22	7.56-30.81	215	15.85±3.37	6.87-26.95
ดินเหนียว	215	1.35±0.16	0.56-10.93	215	3.97±4.25	3.28-18.32



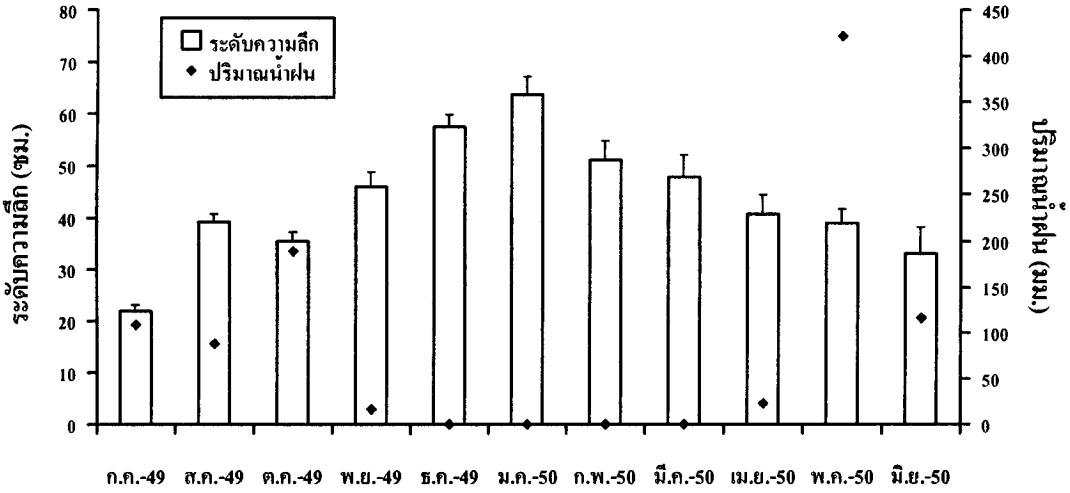
ภาพที่ 3-6 ชนิดของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอื่ง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 (▲ ดินบริเวณผิวดิน ● ดินตำแหน่งที่พบอื่ง)

3.2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของระดับการฝังตัวกับปัจจัยทางกายภาพ

ค่าเฉลี่ยความลึกของระดับการฝังตัวที่พบในพื้นที่ศึกษามีค่าสูงสุดในเดือนมกราคม 2550 และมีค่าต่ำสุดในเดือนกรกฎาคม โดยความลึกของระดับการฝังตัวไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (R = -0.059; p = 0.422) โดยข้อมูลปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 – 2550 ได้จากสถานีตรวจอากาศอำเภอเมือง จังหวัดตาก (ข้อมูลจากกองภูมิอากาศ กรมอุตุนิยมวิทยา) จากข้อมูลที่ได้พบว่าในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคมมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุด หลังจากนั้นปริมาณน้ำฝนจะลดลงอย่างรวดเร็วจนกระทั่งมีปริมาณน้ำฝนต่ำสุดในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม โดยเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคมเป็นช่วงที่ไม่มีฝนตกในพื้นที่ และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดในเดือนพฤษภาคม (ภาพที่ 3-7)

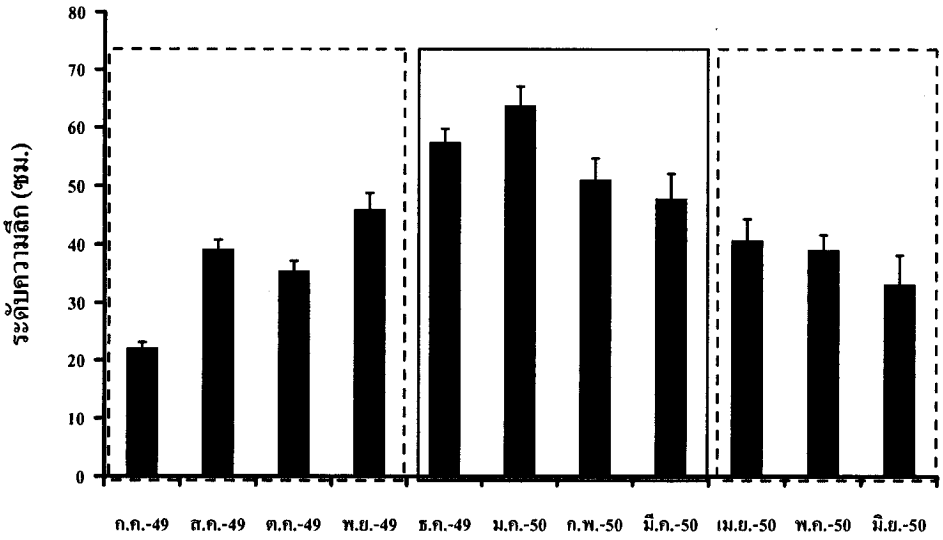
จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละเดือนสามารถแบ่งปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ศึกษาเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่มีฝนตก (เริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤศจิกายน และเดือนเมษายน ถึงเดือนมิถุนายน) และช่วงที่ไม่มีฝนตก (เริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงมีนาคม)

R = -0.059; p = 0.422



ภาพที่ 3-7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยระดับความลึกของการฝังตัวกับปริมาณน้ำฝน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)

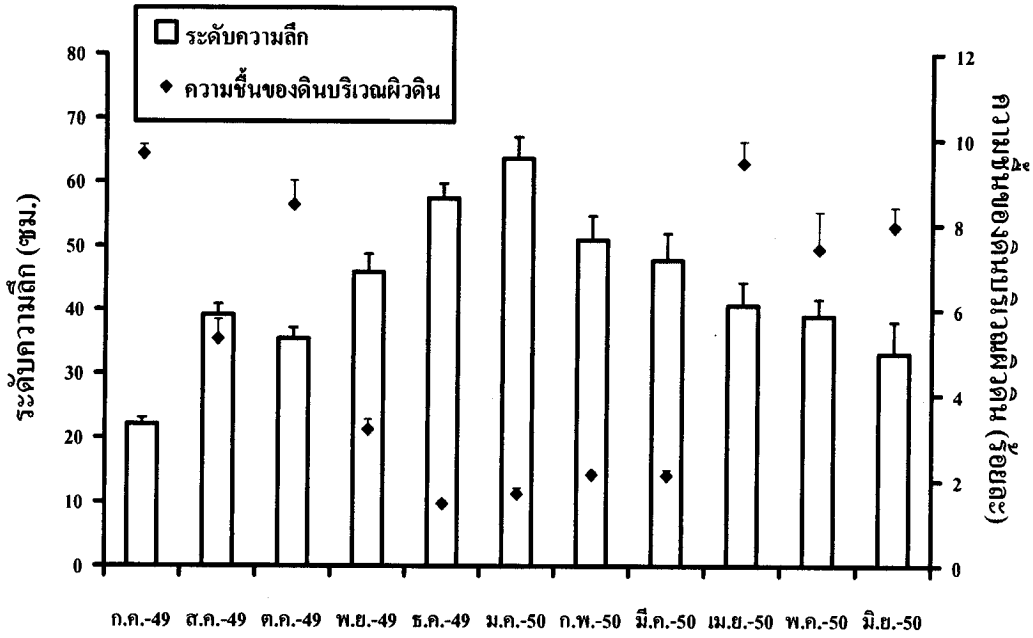
เมื่อเปรียบเทียบระดับความลึกเฉลี่ยของช่วงที่ไม่มีฝนตก (เดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550) และช่วงที่มีฝนตก (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 และ เดือนเมษายน พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยระดับความลึกของการฝังตัวในช่วงที่ไม่มีฝนตกมีค่าลึกกว่า คือ 56.60 เซนติเมตร (N = 75) ขณะที่ช่วงที่มีฝนตก มีค่าเฉลี่ยระดับความลึก คือ 31.59 เซนติเมตร (N = 140) (ภาพที่ 3-8)



ภาพที่ 3-8 ค่าเฉลี่ยระดับความลึกของการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีด
(เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)
□ ช่วงเดือนที่ไม่มีฝนตก
⬚ ช่วงเดือนที่มีฝนตก

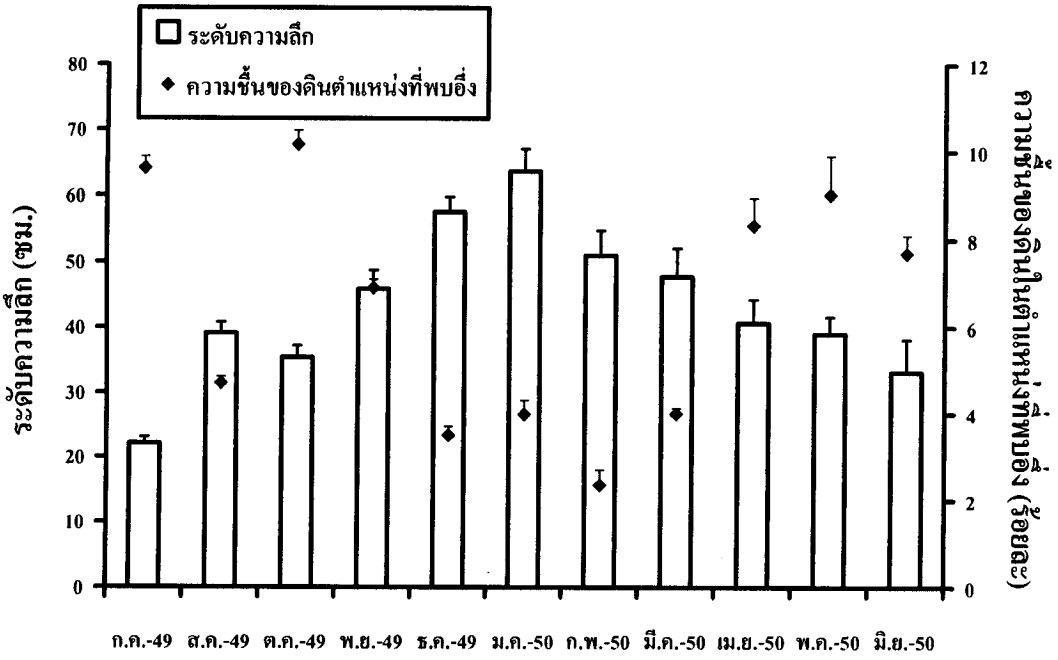
ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของระดับการฝังตัวกับปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิของดินบริเวณผิวดินและตำแหน่งที่พบอึ่ง ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นของดินบริเวณผิวดินและตำแหน่งที่พบอึ่ง เมื่อพิจารณาค่า Pearson correlation coefficient (R) ซึ่งจะบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของระดับการฝังตัวกับปัจจัยทางกายภาพแต่ละปัจจัย (ตารางที่ 3-9) พบว่าระดับความลึกของการฝังตัวมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความชื้นของดินบริเวณผิวดินมากที่สุด (R = -0.572; p = 0.000) ความชื้นของดินตำแหน่งที่พบอึ่ง (R = -0.477; p = 0.000) ความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ (R = -0.230; p = 0.001) และอุณหภูมิอากาศในเชิงลบ (R = -0.229; p = 0.001) (ภาพที่ 3-9 ถึง 3-12) สำหรับอุณหภูมิของดินบริเวณผิวดิน (R = -0.131; p = 0.054) และบริเวณในตำแหน่งที่พบอึ่ง (R = -0.074; p = 0.277) ไม่มีความสัมพันธ์กับความลึกของระดับการฝังตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

R = -0.572; p = 0.000



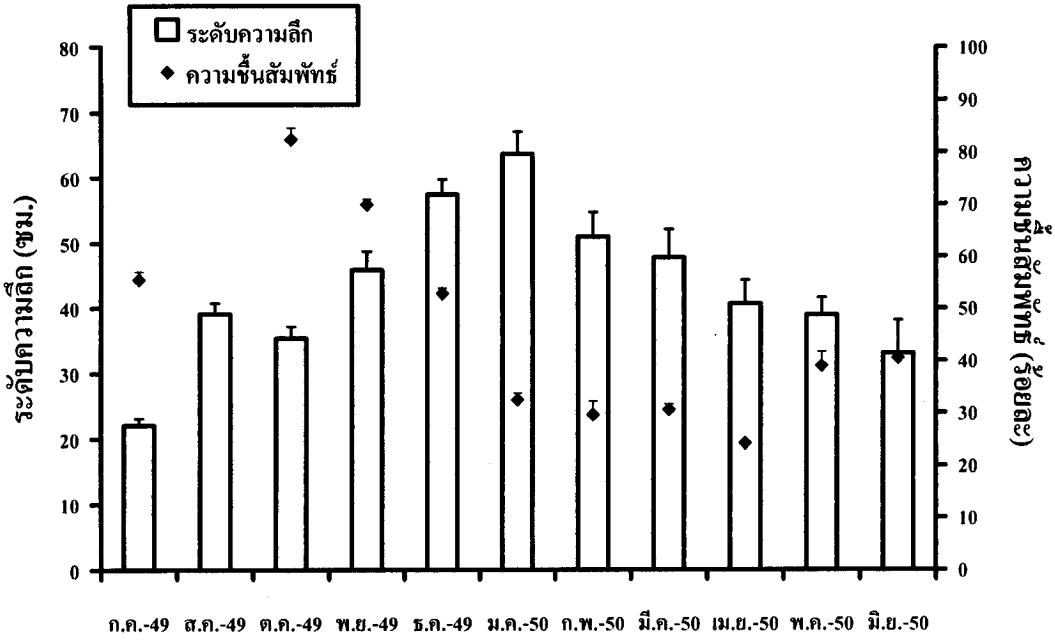
ภาพที่ 3-9 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกของการฝังตัวกับความชื้นของดินบริเวณผิวดิน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)

R = -0.477; p = 0.000



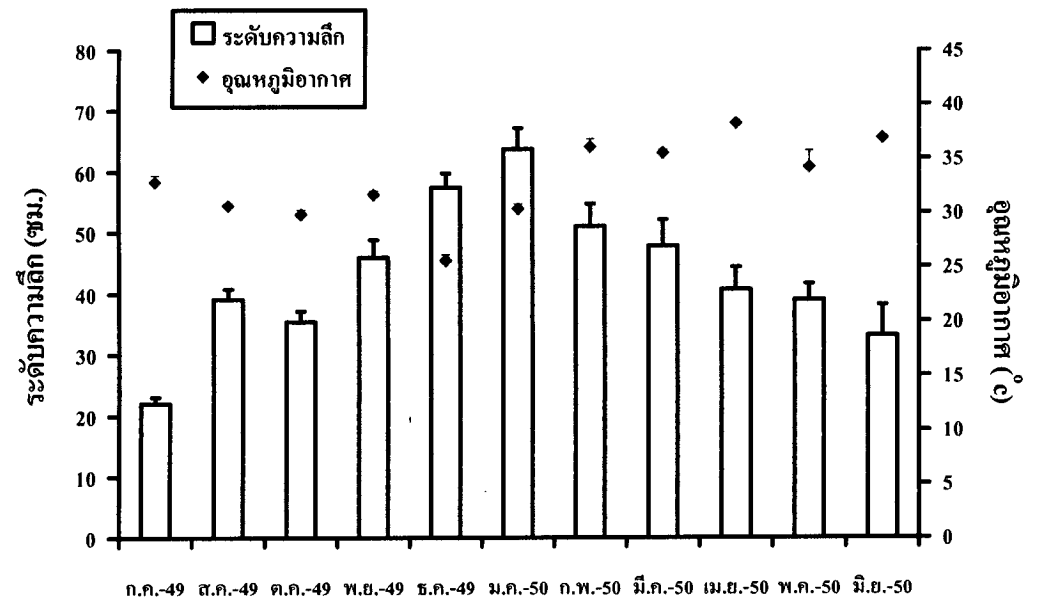
ภาพที่ 3-10 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกของการฝังตัวกับความชื้นของดินในตำแหน่งที่พบอึ่งตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)

R = -0.230; p = 0.001



ภาพที่ 3-11 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกของการฝังตัวกับความชื้นสัมพัทธ์ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)

R = -0.229; p = 0.001



ภาพที่ 3-12 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกของการฝังตัวกับอุณหภูมิอากาศตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2550 (เส้นในแนวตั้งแสดงค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย)

ความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้เป็นความสัมพันธ์ในภาพรวมระหว่างความลึกของระดับการฝังตัวกับปัจจัยทางกายภาพหลายปัจจัย ซึ่งถ้าหากจำแนกศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของระดับการฝังตัวกับปัจจัยทางกายภาพเฉพาะปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง โดยไม่มีผลจากปัจจัยอื่นมาเกี่ยวข้องจำเป็นต้องใช้วิธีการคำนวณที่แตกต่างออกไป คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน (Partial correlation coefficient) เพื่อกำจัดอิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพอื่นๆออกไป

จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อน (ตารางที่ 3-8) แสดงให้เห็นว่า ปัจจัยทางกายภาพที่มีความสัมพันธ์กับความลึกของระดับการฝังตัว มีทั้งหมด 3 ปัจจัย เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ ความชื้นของดินบริเวณผิวดิน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิอากาศ ตามลำดับ โดยปัจจัยทั้ง 3 นั้นมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับความลึกของระดับการฝังตัวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การที่ความชื้นของดินบริเวณผิวดินมีความสัมพันธ์อย่างมากกับความลึกของระดับการฝังตัว เนื่องมาจาก ความชื้นของดินบริเวณผิวดิน มีความสัมพันธ์โดยตรงกับอุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ กล่าวคือ ในช่วงที่อุณหภูมิอากาศต่ำ ซึ่งตรงกับช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม พื้นที่ศึกษาจะมีสภาพอากาศแห้งแล้ง ไม่มีฝนตก ทำให้ดินบริเวณผิวดินนั้นแห้ง แข็ง และสูญเสียความชุ่มชื้น แต่ในช่วงฤดูฝนที่มีความชื้นสัมพัทธ์มากก็จะส่งผลให้การระเหยของน้ำในดินบริเวณผิวดินลดลงตามไปด้วย จากข้อมูลในตารางที่ 3-9 จะพบว่าปัจจัยทางกายภาพแต่ละปัจจัยต่างก็มีความสัมพันธ์กันเองด้วย โดยความชื้นสัมพัทธ์จะมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณน้ำฝน ความชื้นของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง และมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับอุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง ขณะที่ความชื้นของผิวดินมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับอุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิของดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่อึ่งอยู่อาศัย สำหรับอุณหภูมิของดินมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับอุณหภูมิอากาศ สำหรับปัจจัยทางกายภาพต่างๆของดินบริเวณผิวดินจะมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมากกับดินในตำแหน่งที่พบอึ่ง ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิและความชื้น

ตารางที่ 3-8 ค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เชิงซ้อนระหว่างความลึกของระดับการฝังตัวกับปัจจัยทางกายภาพ

	ความชื้นของดินบริเวณผิวดิน	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิอากาศ
ความลึกของระดับการฝังตัว	-0.298**	-0.249**	-0.213**
(ค่า *p*)	(0.000)	(0.000)	(0.002)

** มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (2-tailed)

ตารางที่ 3-9 ค่า Pearson correlation coefficient ระหว่างปัจจัยทางกายภาพแต่ละปัจจัย (N = 215)

	ระดับความลึก	อุณหภูมิของดินบริเวณผิวดิน	อุณหภูมิของดินตำแหน่งที่พบอื่น	ความชื้นของดินบริเวณผิวดิน	ความชื้นของดินตำแหน่งที่พบอื่น	ปริมาณน้ำฝน	อุณหภูมิอากาศ	ความชื้นสัมพัทธ์
ระดับความลึก	1.00							
อุณหภูมิของดินบริเวณผิวดิน	0.13	1.00						
อุณหภูมิของดินในตำแหน่งที่พบอื่น	0.07	0.87**	1.00					
ความชื้นของดินผิวดิน	-0.57**	0.19**	0.23**	1.00				
ความชื้นของดินในตำแหน่งพบอื่น	-0.47**	0.05	0.05	0.73**	1.00			
ปริมาณน้ำฝน	-0.06	-0.13	-0.16*	-0.04	0.15	1.00		
อุณหภูมิอากาศ	-0.23**	0.83**	0.75**	0.31**	0.17*	-0.06	1.00	
ความชื้นสัมพัทธ์	-0.23**	-0.55**	-0.53**	0.17*	0.22**	0.22**	-0.50**	1.00

** มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (2-tailed)

* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (2-tailed)

อภิปรายผลการศึกษา

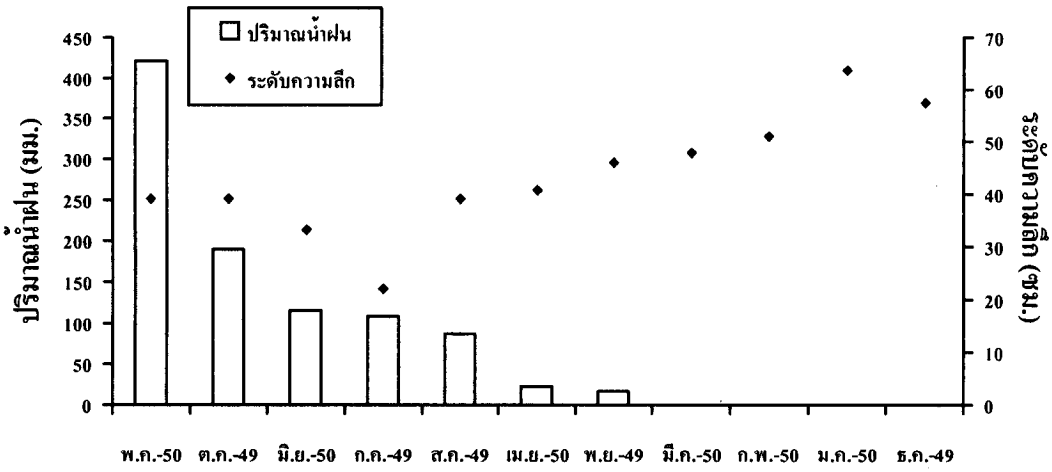
การกระจายในแนวดิ่ง

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่อาศัยอยู่ใต้ดิน จะอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมแบบที่เรียกว่า ถิ่นที่อยู่อาศัยแบบแห้งแล้ง (Xeric habitat) ซึ่งหมายถึงถิ่นอาศัยที่มีปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยตั้งแต่ 100-250 มิลลิเมตรต่อปี และไม่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นทะเลทราย (Warburg, 1972)

อึ่งอ่างก้นขีด (*Kaloula mediolineata*) จัดเป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ลักษณะแบบถิ่นที่อยู่อาศัยแบบแห้งแล้ง เนื่องจากบริเวณพื้นที่ตำบลวังจันทร์ อำเภอสามเงา จังหวัดตาก มีสภาพพื้นที่อาศัยในลักษณะดังกล่าว เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำฝนในรอบปี ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2549 ถึงเดือนมิถุนายน 2550 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 108.65 มิลลิเมตร ซึ่งความแตกต่างของฤดูกาลในพื้นที่นั้นขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน กล่าวคือช่วงฤดูฝนในพื้นที่จะเริ่มต้นแต่เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน โดยเดือนพฤศจิกายนถือเป็นช่วงปลายของฤดูฝนและเริ่มต้นช่วงที่เป็นฤดูแล้ง ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคมจนถึงเดือนมีนาคม โดยในช่วงเวลาดังกล่าวไม่มีฝนตกหรือมีฝนตกน้อยในพื้นที่

จากการศึกษาพบว่าการกระจายในแนวดิ่งของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) มีการเปลี่ยนไปตามฤดูกาลและสภาพแวดล้อม โดยค่าเฉลี่ยระดับความลึกในช่วงที่มีฝนตก (เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 และเดือนเมษายน ถึงเดือนมิถุนายน 2550) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับช่วงที่ไม่มีฝนตก (เดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550) โดยค่าเฉลี่ยระดับความลึกในช่วงที่มีฝนตก คือ 31.59 เซนติเมตร (N = 140) ขณะที่ช่วงที่ไม่มีฝนตก มีค่าเฉลี่ยระดับความลึกคือ 56.60 เซนติเมตร (N = 75) ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Ruibal และคณะ (1969) ที่พบว่าระดับความลึกของการขุดรูเพื่อฝังตัวของ Spadefoot Toad (*Scaphiopus hammondii*) มีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล โดยในฤดูฝนจะพบอยู่ในระดับที่ตื้นกว่าในฤดูหนาวและฤดูร้อน ซึ่งในฤดูหนาวและฤดูร้อน *S. hammondii* จะขุดลึกลงไปในดินเพื่อหลีกเลี่ยงความแห้งแล้ง โดยพบระดับความลึกมากถึง 91 เซนติเมตรในเดือนมีนาคม ในขณะที่ระดับความลึกมากที่สุดของอึ่งอ่างก้นขีด คือ 103 เซนติเมตร พบในเดือนมกราคม

ปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความลึกในเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคม อาจเนื่องมาจากการรวมตัวกันของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) โดยค่าเฉลี่ยจำนวนตัวต่อ 1 รูที่อึ่งอาศัยมีค่าเท่ากับ 3 ตัว ในขณะที่ช่วงฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเพียง 1 ตัวต่อ 1 รูที่อึ่งอาศัย ซึ่งการรวมตัวกันของอึ่งอ่างก้นขีดเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการลดความสูญเสียความชื้นจากสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้ง (Zug, 1993)



ภาพที่ 3-13 ค่าเฉลี่ยการกระจายตัวในแนวดิ่งของอึ่งอ่างก้นขีดกับค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน เรียงลำดับจากน้อยไปมาก (ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา)

ปัจจัยทางกายภาพและความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพกับการกระจายในแนวดิ่ง

ถึงแม้ว่าผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าปริมาณน้ำฝนไม่มีความสัมพันธ์กับการกระจายในแนวดิ่ง แต่เมื่อพิจารณาข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละเดือนในรอบปี ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2549 ถึงเดือนมิถุนายน 2550 กับค่าระดับความลึกที่พบในระหว่างการสำรวจในรอบปี ซึ่งระดับปริมาณน้ำฝนจะมากที่สุดในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนพฤศจิกายน พบว่าค่าเฉลี่ยของการกระจายแนวดิ่งช่วงนี้น้อยกว่าในช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคมที่ไม่มีฝนตกเลย เมื่อนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนมาเรียงจากมากไปหาน้อยจะพบว่าในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมาก (ภาพที่ 3-15) การกระจายตัวอยู่ในระดับตื้นกว่าในเดือนที่ปริมาณน้ำฝนน้อยหรือไม่มีฝนตก

จากการศึกษาของ Dimmit และ Ruibal (1980a) พบว่าปริมาณน้ำฝนมีผลกระตุ้นการปรากฏตัวของกบในสกุล *Scaphiopus* ขึ้นจากรูจากการฝังตัวในหน้าร้อนในขณะที่ Lemckert และ Brassil (2003) รายงานว่า Giant burrowing frog (*Heleioporus australiacus*) มีการเคลื่อนย้ายออกจากแหล่งน้ำที่ใช้อยู่อาศัยเพื่อหาอาหาร ซึ่งปริมาณน้ำฝนยังส่งผลให้ดินมีความชื้นเพิ่มขึ้นทำให้สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกลุ่มที่อาศัยอยู่ในทะเลทราย มีกิจกรรมและปรากฏตัวมากที่สุดหลังจากฝนตก (Creusere และ Whitford, 1976)

นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนยังมีผลต่อการสืบพันธุ์ โดยรูปแบบการสืบพันธุ์ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในกลุ่มนี้ มีรูปแบบการสืบพันธุ์ที่แน่นอนครั้งเดียวเรียกว่า Explosive breeder จึงสามารถพบเห็นการจับคู่ผสมพันธุ์และวางไข่ หลังจากฝนตกหนักและเนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมามากทำให้เกิดแหล่งน้ำชั่วคราวที่มีระดับความลึกเหมาะสมและสามารถใช้สืบพันธุ์ได้ (Sullivan และ Fernandez, 1999; Greenberg และ Tanner, 2004) โดยอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) ก็มีรูปแบบการสืบพันธุ์ในรูปแบบดังกล่าว การออกมาจับคู่ผสมพันธุ์ จะพบได้

ตั้งแต่ฝนแรกในปลายเดือนเมษายนหรือต้นเดือนพฤษภาคม (จารุจินต์ นภีตะภัฏ, 2531) และ Ardsoongnoen (2002) รายงานว่าอึ่งอ่างก้นขีดในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแห่งชาติสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา ออกมาจับคู่ผสมพันธุ์ในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปัจจัยทางกายภาพที่มีความสัมพันธ์ต่อการกระจายในแนวดิ่งของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีทั้งหมด 3 ปัจจัยได้แก่ ความชื้นของดินบริเวณผิวดิน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิอากาศ โดยปัจจัยทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในเชิงลบ (ตารางที่ 3-8)

ความชื้นของดินบริเวณผิวดินมีความสัมพันธ์และความสำคัญต่อการกระจายตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (Duellman และ Trueb, 1994) โดยความชื้นของดินบริเวณผิวดินมีค่าสูงในช่วงที่มีฝนตกส่งผลให้ความชื้นของดินตำแหน่งที่พบอึ่งก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้ในช่วงที่มีฝนตกความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่ากว่าสูงกว่าในช่วงที่ไม่มีฝนตก เนื่องจากความชื้นของดินบริเวณผิวดินที่เพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าสูงตามไปด้วย ซึ่งปัจจัยทั้ง 2 ประการจะมีค่าสูงในช่วงตอนเช้า เนื่องจากอุณหภูมิอากาศยังไม่สูง แต่หลังจากนั้นอุณหภูมิอากาศจะเพิ่มขึ้นสูงสุดในตอนเที่ยง ทำให้ความร้อนของอุณหภูมิผิวดินเพิ่มขึ้น จึงทำให้น้ำในผิวดินมีการระเหยเพิ่มสูงตามไปด้วย (Hassett และ Banwart, 1992)

ซึ่งผลจากปัจจัยทางกายภาพดังกล่าวทำให้ระดับความลึกของการกระจายในช่วงเดือนที่มีฝนตกตื้นกว่าช่วงที่ไม่มีฝนตกเนื่องจากความชื้นของดินทั้ง 2 บริเวณไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูแล้ง ความชื้นของดินบริเวณผิวดินจะลดลง อุณหภูมิของดินและอุณหภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นทำให้ระเหยออกไปจากผิวดิน เมื่อน้ำและความชื้นในดินบริเวณผิวดินลดลง น้ำและความชื้นที่อยู่ใต้ดินก็เคลื่อนขึ้นมาแทนที่ ทำให้ความชื้นของดินบริเวณใต้ดินลดลงไปด้วย (Chapman และ Reiss, 2003) ดังนั้นอึ่งอ่างก้นขีดจึงเคลื่อนที่ลงไปในดินในตำแหน่งลึกกว่าในช่วงที่ไม่มีฝนตก เพื่อหลีกเลี่ยงจากการระเหยของน้ำบริเวณใต้ดินและจากร่างกาย และหาตำแหน่งที่มีความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม

Ruibal และคณะ (1969) รายงานว่าปัจจัยที่สำคัญและมีผลต่อการกระจายในแนวดิ่งของกบในสกุล *Scaphiophus* อีกปัจจัยหนึ่ง คือลักษณะเนื้อดิน (Soil texture) จากผลการศึกษาอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) พบว่า ลักษณะของดินที่อึ่งอยู่อาศัยคือ Loamy Sand (ภาพที่ 3-7) โดยอนุภาคทรายเป็นส่วนประกอบสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคุณสมบัติของดินทรายมีความเหมาะสมกับการใช้เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของอึ่งอ่างก้นขีดและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในกลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ดิน เนื่องจากดินทรายสามารถขุดได้ง่าย มีการไหลผ่านของน้ำจากผิวดินไปยังใต้ดิน ระบายอากาศและความชื้นในดินระหว่างผิวดินกับใต้ดินได้ดี (Ruibal และคณะ, 1969; Hassett และ Banwart, 1992)

คุณสมบัติทั้ง 3 ประการของดิน ได้แก่ ความอ่อนแข็งของดินที่ขุด ขนาดของช่องว่างระหว่างอนุภาคที่มีผลต่อการไหลผ่านของน้ำ การระบายอากาศและความชื้นในดินระหว่างผิวดินกับใต้ดินมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตและลักษณะนิสัยของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในกลุ่ม ที่อาศัยอยู่ใต้ดิน Parris (1998) รายงานว่าอัตราการรอดตายของลูกกบ ขึ้นอยู่กับความอ่อนนุ่มของดินที่ทำการขุด ถ้าดินที่ขุดมีความแข็งมาก ลูกกบจำเป็นต้องใช้พลังงานในการขุดมากขึ้น และ Jansen และคณะ (2001) พบว่าลูกกบ *Scaphiophus holbrookii holbrookii* ต้องทำการอพยพเพื่อหาดินที่สามารถขุดได้ ซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นการเสี่ยงต่อการตายจากการสูญเสียน้ำและความชื้นในร่างกาย รวมทั้งการเผชิญหน้ากับศัตรู

การศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับพฤติกรรมการสืบพันธุ์และการวางไข่ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่อาศัยอยู่ใต้ดิน ที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนและเป็นช่วงที่ดินมีความอ่อนนุ่ม Ihara (1999) พบว่าในตัวเต็มวัย ความอ่อนและแข็งของดินมีผลต่อการเลือกถิ่นที่อยู่อาศัย โดยตำแหน่งและลักษณะของดินที่ใช้อยู่อาศัย คือดินที่สามารถขุดได้ง่าย ไม่มีน้ำท่วมขังหรือเป็นบริเวณที่เป็นดินโคลน (Booth, 2006) ดังนั้นการที่อึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) อาศัยอยู่ในที่มีดินทรายหรือมีองค์ประกอบของดินทรายสูงทำให้การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเพื่อหาตำแหน่งที่มีอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมได้สะดวก

คุณสมบัติการระบายอากาศและไหลผ่านได้ดีของน้ำในดินทราย เกิดจากอนุภาคของดินทรายมีขนาดใหญ่ ดังนั้นช่องว่างระหว่างอนุภาคจึงมีขนาดใหญ่ตามไปด้วย นอกจากนี้อนุภาคดินทรายยังกักเก็บน้ำได้ไม่ดี จึงทำให้สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่อาศัยอยู่ใต้ดิน สามารถนำความชื้นไปใช้ได้ง่ายกว่าดินโคลนที่มีอนุภาคละเอียดและมีช่องว่างระหว่างอนุภาคที่เล็กกว่า

การปรับตัวทางสรีรวิทยา

การปรับตัวทางสรีรวิทยาเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกดำรงชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความแห้งแล้งสูง ซึ่งได้แก่ การนำน้ำและความชื้นจากอนุภาคดินไปใช้ (Stille, 1958) ผ่านทางผิวหนังบริเวณต่างๆ (Dole, 1967) เช่น ผิวหนังบริเวณท้อง (Hofrichter, 2000) โดยสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในกลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ดิน สามารถดูดซึมน้ำได้ดีกว่าสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกลุ่มอื่น (Walker และ Whitford, 1970) การกักเก็บน้ำไว้ในกระเพาะปัสสาวะ (Tracy และคณะ, 2007) การสร้าง Cocoon (Lee และ Mercer, 1967; Witchers และ Thompson, 2000) และการเพิ่มความเข้มข้นของ Urea ภายในกระแสเลือด โดยการปรับตัวดังกล่าวเพื่อชดเชยและลดความสูญเสียความชื้นจากร่างกายไปสู่สิ่งแวดล้อม (Thorson และ Svihla, 1943)

จากการสังเกตในภาคสนาม พบว่าขณะทำการเก็บตัวอย่างอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) จะปล่อยน้ำออกมา ซึ่งสันนิษฐานได้ว่า อาจเป็นการเพิ่มความชื้นของดินบริเวณที่อึ่งอาศัยอยู่ และนอกจากนั้นในช่วงเดือนมีนาคมและเมษายนอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยมีค่า 35.46 และ 38.17 องศา

เซลเซียส และมีความลึกเฉลี่ย 47.77 และ 40.66 เซนติเมตรตามลำดับ จะพบอึ่งอ่างก้นขีดมารวมตัวกันอยู่ในหลุมเดียวกัน จากการสอบถามประชาชนที่เก็บอึ่งอ่างก้นขีดเป็นอาหาร พบว่าอึ่งอ่างก้นขีดอาจมารวมกลุ่มกันมากถึง 20 ตัวต่อหลุม และการรวมตัวดังกล่าวอาจเป็นการช่วยเพิ่มความชื้นของดินบริเวณที่อยู่อาศัย

ถึงแม้ว่าจากผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิอากาศมีค่าสูงที่สุดในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 คือ 40.2 องศาเซลเซียส แต่ระดับความลึกเฉลี่ยมีค่าต่ำที่สุด คือ 22.05 เซนติเมตร เนื่องจากในช่วงดังกล่าวเป็นช่วงที่มีฝนตก จึงทำให้อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในเวลากลางวันมีผลต่อเคลื่อนที่ลงไปในดินของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) ลดน้อยลง

การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยง

จากการศึกษาของ Hassett และ Banwart (1992) พบว่าระดับความลึกที่อุณหภูมิอากาศไม่มีหรือมีผลน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของดินอยู่ที่ระดับความลึก 60-80 เซนติเมตร แต่จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าระดับความลึกเฉลี่ยที่มีค่าสูงสุดพบในเดือนมกราคม พ.ศ. 2550 คือ 63.68 เซนติเมตร ซึ่งเดือนดังกล่าวเป็นที่พบระดับความลึกสูงสุด คือ 103 เซนติเมตร ดังนั้นการเตรียมบ่อเพื่อการเพาะเลี้ยงจึงควรให้มีความลึกของบ่ออย่างน้อย 60 เซนติเมตร และควรรดน้ำบนผิวดินในช่วงเวลา เพื่อชดเชยความชื้นที่สูญเสียไปจากอุณหภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลากลางวัน และลดการเคลื่อนที่ลงไปในระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น เพื่อหนีจากอุณหภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้น และควรใช้ดินประเภท Loamy Sand ที่มีทรายเป็นองค์ประกอบมากถึง 80 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินที่ใช้สำหรับการเพาะเลี้ยง

ความรู้ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับเตรียมสถานที่เพื่อการเพาะเลี้ยงอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) โดยมีปัจจัยทางกายภาพที่สำคัญ 3 ประการคือความชื้นของดินบริเวณผิวดิน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิอากาศ สำหรับดินที่ใช้เพาะเลี้ยงควรเป็นดินที่ประกอบไปด้วยดินทรายเป็นส่วนใหญ่ เพื่อการระบายน้ำและการหมุนเวียนอากาศที่ดีในตำแหน่งที่อึ่งอาศัย การเพิ่มความชื้นของดินสามารถทำได้โดยรดน้ำบริเวณผิวดินของดิน แต่ไม่ควรรดน้ำจนดินทรายเปียกเกินไปหรือมีน้ำขัง เพราะจะทำให้ดินบริเวณผิวดินเกาะตัวกันเป็นแผ่นเมื่อดินแห้ง ซึ่งอาจส่งผลให้การหมุนเวียนอากาศของดินลดลง

บทที่ 4

อาหารของอึ่งอ่างก้นขีด (*Kaloula mediolineata*)

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกินอาหารได้หลากหลายประเภท ดังนั้นจึงสามารถพบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่เป็นสัตว์กินเนื้อ (Carnivore) และสัตว์กินพืช (Herbivore) ซึ่งกลุ่มที่กินเนื้อประมาณร้อยละ 90 โดยกินสัตว์ที่มีขนาดเล็กกว่าขนาดของปาก (Pough และคณะ, 2004) และเคลื่อนไหวได้ (Hofirchter, 2000) เป็นกลุ่มที่กินทั้งสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลัง โดยกบที่มีขนาดใหญ่ เช่น กบในวงศ์ Ranidae เป็นกลุ่มที่มีรูปแบบการกินอาหารในแบบดังกล่าว (Hamilton, 1948; Premo และAdmowidjojo, 1987; Hirai และ Matsui, 1999, 2000b, 2001b, 2001c; Ramirez-Bautista และ Lemos-Espinal, 2006; Sutton, Rastall และ Pauley, 2006)

สำหรับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่กินพืชเป็นอาหาร ส่วนใหญ่จะพบในช่วงที่เป็นลูกอ๊อด แต่ในซาลาแมนเดอร์บางชนิด จะพบการกินพืชในช่วงตัวเต็มวัย เช่น Siren (ซาลาแมนเดอร์ที่มีรูปร่างคล้ายปลาไหลและไม่มีรยางค์คู่หลัง อาศัยอยู่ในน้ำตลอดเวลา) ที่กินพืชน้ำ ปลา และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเป็นอาหาร (Stebbins และ Cohen, 1995)

การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบางกลุ่มหรือบางชนิดมีการเลือกกินเหยื่อแบบเฉพาะเจาะจง ซึ่งข้อจำกัดหรือปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกกินอาหารและลักษณะนิสัยการกินอาหาร สามารถแบ่งเป็น 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยภายนอก เช่น เวลาหรือฤดูกาลที่มีผลต่อจำนวนแมลงหรือเหยื่อที่เป็นอาหาร การแบ่งปันหรือแก่งแย่งกันระหว่างสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกชนิดเดียวกันและต่างชนิดกัน รวมไปถึงการปรากฏของผู้ล่า และปัจจัยภายใน เช่น ความทนทานต่อสภาพแวดล้อม และข้อจำกัดทางสัณฐานวิทยา ซึ่งสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงและการเจริญเติบโต (Duellman และ Trueb, 1994)

ถึงแม้ว่าสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกส่วนใหญ่จะกินเหยื่อหรืออาหารที่พบหรือสามารถหาได้ แต่ขนาดของเหยื่อ (Christian, 1982) การเคลื่อนไหว (Freed, 1980) และคุณค่าทางอาหารที่จะได้รับก็มีผลต่อการเลือกกินอาหารด้วย (Dimmit และ Ruibal, 1980b)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญเติบโต นับเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเลือกกินอาหาร โดยในกลุ่มกบที่มีขนาดของกะโหลกกว้าง และขากรรไกรที่ยาวเมื่อเทียบกับขนาดลำตัว จะเลือกกินเหยื่อที่มีขนาดใหญ่ ขณะที่กลุ่มอึ่งอ่างมีขนาดของขากรรไกรสั้น จึงทำให้อาหารของอึ่งอ่างที่พบส่วนใหญ่ จะกินอาหารที่มีขนาดเล็กเช่น มด เป็นต้น (Emerson, 1985)

ลิ้นเป็นอวัยวะหนึ่งที่ใช้ในการจับอาหาร โดยลิ้นของกบมีขนาดใหญ่ โคนลิ้นติดกับพื้นปากทางด้านหน้า ลิ้นส่วนปลายพับไปด้านหลัง กบจะยื่นลิ้นออกมาจับเหยื่อ และการตวัดลิ้นออกมาให้ด้านบนที่มีสารเหนียวแปะติดกับเหยื่อแล้วดึงเข้าปาก (ธัญญา จั่นอาจ, 2546)

สำหรับระยะของการเจริญเติบโตมีผลทำให้ขนาดของอาหารที่กินมีการเปลี่ยนแปลงไป เมื่อสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีขนาดใหญ่ขึ้น จะเลือกกินเหยื่อที่มีขนาดใหญ่ แต่จำนวนตัวของเหยื่อที่กินจะน้อยลง ขณะที่ช่วงยังไม่โตเต็มวัยหรือช่วงหลังจากการเปลี่ยนจากลูกอ๊อดมาเป็นกบจะเลือกกินอาหารที่มีขนาดเล็ก และกินเป็นจำนวนมากเพื่อใช้ในการเติบโต (Christian, 1982) ซึ่งรูปแบบการกินอาหารที่แตกต่างกันระหว่างตัวเต็มวัยและตัวไม่เต็มวัยเป็นการเพิ่มการแบ่งปันทรัพยากรด้านอาหาร

การปรากฏของเหยื่อหรืออาหารที่พบในธรรมชาติเป็นปัจจัยภายนอกที่มีความสำคัญต่อชนิดของอาหารที่ถูกกินโดยสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (Labanick, 1976; Whitaker และคณะ, 1977; Fowler และ Grave, 1995) รวมทั้งฤดูกาล สภาพแวดล้อม และปัจจัยทางกายภาพอื่นๆนั้นส่งผลต่อจำนวนหรือชนิดของเหยื่อ ซึ่งสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่กินอาหารสอดคล้องกับจำนวนและชนิดของเหยื่อที่พบในธรรมชาติ โดยจัดว่ามีพฤติกรรมการกินแบบไม่เฉพาะจงเจาะ (Generalist predator) (Tyler และ Hoestenbach, 1979; Anderson, Haukos และ Anderson, 1999; Hirai และ Matsui, 1999, 2000b, 2001b, 2001c; Ranirez-Bautista และ Lemos-Espinal, 2004)

การศึกษาองค์ประกอบของอาหารที่พบในกระเพาะ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษานิเวศวิทยา ซึ่งความรู้ดังกล่าวทำให้นักวิทยาศาสตร์เข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและบทบาทของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่มีต่อสังคมสิ่งมีชีวิต (Toft, 1981; Hirai, 2002) และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานทางด้านการอนุรักษ์ (Sutton และคณะ, 2006) การนำสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกไปใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชด้วยชีววิธี (Premo และAdmowidjojo, 1987) และการจัดการกับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่เป็นสัตว์ต่างถิ่น

วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อศึกษาเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*)
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารกับเหยื่อที่พบในธรรมชาติ

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการศึกษา

4.1 การศึกษาชนิดของเหยื่อที่เป็นอาหาร

4.1.1 การศึกษาในภาคสนาม

เก็บตัวอย่างอึ่งอ่างก้นขีดที่พบในพื้นที่ศึกษามาทำการวัดขนาดลำตัวจากปลายเปิดของรูจมูกถึงบริเวณรูเปิดของทวาร (Snout-vent length, SVL) ความกว้างของปาก (Mouth width) และเพศ ซึ่งอึ่งอ่างก้นขีดที่พบจะนำไปแช่ในแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อทำการสลบ ผ่าตัดนำอาหารในกระเพาะออกมา และทำการแยกเพศจากอวัยวะสืบพันธุ์ภายใน หลังจากนั้นทำการดองตัวอย่างอึ่งอ่างก้นขีดด้วยแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 70 และตัวอย่างอาหารที่เก็บได้จากกระเพาะอาหารจะดองไว้ในแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 70

4.1.2 การศึกษาชนิดของแมลงที่พบในพื้นที่ศึกษา

การศึกษาในภาคสนาม

เก็บตัวอย่างแมลงที่อยู่ในพื้นที่ศึกษาโดยใช้วิธีกับดักหลุม Pitfall-traps (Hirai และ Matsui, 2000a) และกับดักแสง Light-trap เพื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแมลงในสิ่งแวดล้อมกับแมลงที่พบในกระเพาะอาหารของของอึ่งอ่างก้นขีด

1. การวางกับดักแสง (Light-traps) ทำการวางกับดักตั้งแต่เวลา 17.00-22.00 น.

2. การวางกับดักหลุม (Pitfall traps) เพื่อใช้เก็บตัวอย่างแมงและแมลงหน้าดิน ทำโดยวางแก้วพลาสติกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร สูง 130 มิลลิเมตร ฝังลงในหลุมให้ปากแก้วเสมอกับผิวดินโดยวางแนวกับดักเป็นระยะทาง 20 เมตร โดยมีระยะห่างจุดละ 5 เมตรและทำแนวกับดักทั้งหมด 3 แนว แต่ละแนวห่างกัน 5 เมตร ในบริเวณที่พบอึ่งอ่างก้นขีดโดยวางกับดักเป็นเวลา 12 ชั่วโมงในตอนกลางคืน

ตัวอย่างแมลงเก็บที่ได้จากการวางกับดักแสงและกับดักหลุม จะถูกนำดองในแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 70 เพื่อทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

4.1.3 การวิเคราะห์ชนิดของเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหาร

จำแนกชนิดเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารในระดับอันดับ (Order) ระดับชั้น (Class) และระดับวงศ์ (Family) (Hirai และ Matsui, 2000a) วัดความกว้างและความยาวของแมลงแต่ละตัวที่พบโดยไม่รวมหนวดและ Cerci ด้วย Ocular micrometer ที่ติดตั้งภายในกล้อง Stereomicroscope โดยใช้หน่วยมิลลิเมตรในการวัด ถ้าแมลงที่พบถูกย่อยไปแล้วบางส่วน จะทำการวัดส่วนที่กว้างที่สุดของชิ้นส่วนที่เหลืออยู่แล้วนำไปแทนที่ในสมการที่สร้างขึ้นจากการหาความสัมพันธ์ระหว่าง

ความกว้างและความยาวของแมลงแต่ละชนิดโดย Hirai และ Matsui (2001a) เพื่อหาความยาวของเหยื่อ ที่แท้จริงหลังจากนั้นนำค่าความกว้างและความยาวที่ได้ มาคำนวณหาปริมาตรเหยื่อแต่ละตัว โดยใช้สูตรคำนวณปริมาตรวงรี $V = 4/3\ (L/2)(W/2)^2$ (Hirai และ Matsui, 2001b)

4.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลอาหารของการศึกษาครั้งนี้ไม่รวมข้อมูลในเดือนกันยายน พ.ศ. 2549 เนื่องจากน้ำท่วมพื้นที่ศึกษา ทำให้ไม่สามารถหาตำแหน่งของการฝังตัวของอึ่งอ่างก้นขีด (*Kaloula mediolineata*) พบ และวิเคราะห์เฉพาะอึ่งอ่างก้นขีดตัวที่พบอาหารในกระเพาะอาหารเป็นจำนวน 89 ตัว ดังต่อไปนี้

1. คำนวณความถี่ สัดส่วนจำนวนตัวและสัดส่วนปริมาตรเหยื่อแต่ละกลุ่มที่พบในกระเพาะอาหาร โดยใช้สถิติ Descriptive analysis
2. เปรียบเทียบขนาดลำตัวจากปลายเปิดของรูจมูกถึงบริเวณรูเปิดของทวาร (Snout-vent length, SVL) ความกว้างของปาก (Mouth width) จำนวนตัวของแมลงต่อกระเพาะอาหารและปริมาตรของแมลงต่อกระเพาะอาหาร และความยาวที่สุดของแมลงที่สามารถกินได้ระหว่างเพศผู้และเพศเมียโดยใช้สถิติ Mann-Whitney *U* test
3. คำนวณ Simple Similarity index เพื่อดูค่าการซ้อนทับของจำนวนตัวและปริมาตรอาหารระหว่างเพศผู้และเพศเมีย โดยใช้

   $C_{xy} = 1 - 0.5\sum [P_{ix}-P_{iy}]$ (Shoener, 1968)

   โดยค่า i คือสัดส่วนของแมลงที่พบในกระเพาะของเพศผู้ (P_{iy}) และเพศเมีย (P_{ix})
4. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนและปริมาตรของเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารกับขนาดลำตัว (SVL) โดยใช้สถิติ Spearman correlation coefficient (r)
5. ค่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารกับจำนวนเหยื่อที่พบในธรรมชาติโดยใช้สถิติ Kandell's rank correlation coefficients (tau) ซึ่งในการวิเคราะห์จะใช้แมลงที่พบทั้งในกระเพาะอาหารและในกับดักหลุม มาพิจารณาเท่านั้น (Potential prey) เนื่องจากแมลงที่จับด้วยวิธีกับดักแสง นั้นไม่พบในกระเพาะอาหาร
6. ค่าความถี่ของการปรากฏของอึ่งอ่างก้นขีดที่ไม่พบอาหารในกระเพาะอาหารของแต่ละเดือน (Frequency of empty stomach) โดยใช้สถิติ Chi-square test (χ^2)
7. ค่าความถี่ของการปรากฏของแมลงกลุ่มหลักที่เป็นอาหารของอึ่งอ่างก้นขีด โดยใช้สถิติ Chi-square test (χ^2)

การศึกษาครั้งนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 13 ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษา

4.2.1 ชนิดของเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหาร

เหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารของอึ่งอ่างก้นขีด (*Kaloula mediolineata*) ทั้งหมด มี 4,573 ตัว และปริมาตรเหยื่อที่พบ คือ 12,660 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ประกอบด้วยสัตว์ในไฟลัม Arthropoda จำนวน 2 ชั้นคือ ชั้น Insecta และชั้น Arachnida ร้อยละ 99.99 ส่วนที่เหลือคืออนุภาคทรายและเศษพืชทั้งในด้านสัดส่วนจำนวนตัวและสัดส่วนปริมาตรของอาหารทั้งหมดที่อึ่งอ่างก้นขีดกิน โดยชั้น Insecta ประกอบไปด้วยแมลง 6 อันดับได้แก่ อันดับ Hymenpotera ในวงศ์ formicida อันดับ Isoptera อันดับ Coleoptera อันดับ Orthoptera อันดับ Hemiptera และ อันดับ Lepidoptera และชั้น Arachnida อีก 1 อันดับคือ อันดับ Araneae

ชั้น Insecta มีสัดส่วนจำนวนตัวและสัดส่วนปริมาตรที่พบในกระเพาะอาหารสูงถึงร้อยละ 99.95 โดยแมลงกลุ่มเด่นที่พบในกระเพาะอาหารมากที่สุดคือ กลุ่มปลวกในอันดับ Isoptera โดยปลวกมีสัดส่วนจำนวนตัวและสัดส่วนปริมาตรคือร้อยละ 87.51 และ 89.27 ตามลำดับ ลำดับรองมาคือกลุ่มมดในวงศ์ formicidae ในอันดับ Hymenoptera มีสัดส่วนจำนวนตัวและสัดส่วนปริมาตรคือร้อยละ 11.66 และ 5.58 ตามลำดับ และลำดับสุดท้ายคือกลุ่มด้วงในอันดับ Coleoptera มีสัดส่วนจำนวนตัวและสัดส่วนปริมาตรคือร้อยละ 0.68 และ 2.99 ตามลำดับ

ค่าความถี่ของการปรากฏของเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารพบว่าชั้น Insecta มีค่าความถี่สูงสุดคือร้อยละ 81.56 ลำดับรองลงมาคือ ชั้น Arachnida โดยมีค่าความถี่ที่ปรากฏเท่ากับร้อยละ 1.19 โดยค่าความถี่ของการปรากฏของแมลงกลุ่มมดมีค่าสูงสุดคือ ร้อยละ 38.69 ลำดับรองมา คือกลุ่มปลวกมีค่าความถี่ของการปรากฏคือ ร้อยละ 30.36 และลำดับสุดท้ายคือกลุ่มด้วงมีค่าความถี่ของการปรากฏ คือ 10.12 สำหรับค่าความถี่ของการปรากฏขององค์ประกอบอื่นๆ ที่ไม่ใช่สัตว์พบในกระเพาะอาหารคือเม็ดทราย และเศษพืช คิดเป็นความถี่ร้อยละ 10.12 และ 7.14 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-1)

ตารางที่ 4-1 ชนิดของเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารของอึ่งอ่างก้นขีด จำนวนเหยื่อที่พบ 4,573 ตัว และปริมาตรเหยื่อทั้งหมด คือ 12,660.00 มม.^{3} โดยเหยื่อที่พบในเพศผู้มีจำนวน 1,372 ตัว และมีปริมาตร 4,043.29 มม.^{3} และ เพศเมียจำนวน 3,381 ตัว และมีปริมาตร 8,616.88 มม.^{3}

Prey taxa	ความถี่ของการปรากฏ (ร้อยละ)			สัดส่วนจำนวนตัว (ร้อยละ)			สัดส่วนปริมาตร (ร้อยละ)		
	ทั้งหมด	เพศผู้	เพศเมีย	ทั้งหมด	เพศผู้	เพศเมีย	ทั้งหมด	เพศผู้	เพศเมีย
Hymenoptera									
Formicidae	38.69	35.05	36.49	11.66	24.03	7.07	5.58	8.51	12.47
Isoptera	30.36	26.8	41.89	87.51	74.14	92.51	89.27	87.15	82.00
Coleoptera	10.12	14.43	5.41	0.68	1.53	0.33	2.99	3.28	2.85
Orthoptera	0.60	1.03	0.00	0.02	0.07	0.00	0.23	0.72	0.00
Hemiptera	0.60	1.03	0.00	0.02	0.07	0.00	0.04	0.13	0.00
Arachnida	1.19	1.03	1.35	0.04	0.07	0.03	0.05	0.09	0.02
Lepidoptera Larva	1.19	1.03	1.35	0.06	0.07	0.06	1.84	0.12	2.65
Sand Particles	10.12	11.34	8.11	-	-	-	-	-	-
Plant Materials	7.14	8.25	5.41	-	-	-	-	-	-

4.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างปาก ขนาดลำตัว และความยาวเหยื่อที่สามารถกินได้ระหว่างเพศผู้และเพศเมีย

ค่าเฉลี่ยความกว้างปาก ขนาดลำตัว และความยาวเหยื่อที่สามารถกินได้ของอึ่งอ่างก้นขีดเพศผู้และเพศมีความแตกต่างกันอย่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (*U*-test, $p = 0.000$) (ตารางที่ 4-2) และจำนวนตัวของเหยื่อ (*U*-test, $p = 0.03$) และปริมาตรของเหยื่อ (*U*-test, $p = 0.026$) ต่อกระเพาะอาหารมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4-3)

ตารางที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยขนาดความกว้างปาก ขนาดลำตัว (SVL) และความยาวของเหยื่อที่สามารถกินได้ของอึ่งอ่างก้นขีดเพศผู้และเพศเมีย

	เพศผู้ (N = 44)	เพศเมีย (N = 45)
ความกว้างปาก (ซม.)		
Mean±SE	9.25±0.22	9.98±0.19
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	7.22-13.38	5.6-12.6
ขนาดลำตัว (SVL) (ซม.)		
Mean±SE	31.04±0.75	34.18±0.82
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	22.75-45.64	22.00-51.70
ความยาวเหยื่อที่สามารถกินได้ (มม.)		
Mean±SE	4.81±0.05	5.09±0.07
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	1.25-22.50	0.63-36.88

ตารางที่ 4-3 ค่าเฉลี่ยของจำนวนตัวของเหยื่อและปริมาตรของเหยื่อต่อกระเพาะอาหารอึ่งอ่างก้นขีดเพศผู้และเพศเมีย

	เพศผู้ (N = 44)	เพศเมีย (N = 45)
จำนวนตัวของเหยื่อ		
Mean±SE	30.49±4.26	76.84±18.59
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	1-113	1-713
ปริมาตรของเหยื่อ (มม.^{3})		
Mean±SE	89.85±15.40	195.84±44.44
ค่าต่ำสุด-สูงสุด	0.04-389.44	0.04-1273.98

ตารางที่ 4-1 พบว่าเหยื่อกลุ่มเด่นที่พบในเพศผู้และเพศเมียมีทั้งหมด 3 กลุ่ม ซึ่งได้แก่ แมลงในกลุ่มมด (วงศ์ Formicidae) กลุ่มปลวก (อันดับ Isoptera) และกลุ่มด้วง (อันดับ Coleoptera)

สัดส่วนจำนวนตัวของเหยื่อกลุ่มมดในเพศผู้มีค่าสูงกว่าเพศเมีย (ร้อยละ 24.03 และ 7.07 ตามลำดับ) ขณะที่สัดส่วนจำนวนตัวของกลุ่มปลวกในเพศเมียมีค่าสูงกว่าเพศผู้ (ร้อยละ 92.51 และ 74.14 ตามลำดับ) ส่วนเหยื่อกลุ่มด้วงพบว่าเพศผู้มีค่าสูงกว่าเพศเมีย (ร้อยละ 1.53 และ 0.33 ตามลำดับ)

สัดส่วนปริมาตรพบว่าปริมาตรของเหยื่อกลุ่มมดในเพศเมียมีค่าสูงกว่าเพศผู้ (ร้อยละ12.47 และ 8.51 ตามลำดับ) ขณะที่ปริมาตรของเหยื่อกลุ่มปลวกในเพศผู้สูงกว่าในเพศเมีย (ร้อยละ 87.15 และ 82.00 ตามลำดับ) ส่วนปริมาตรของเหยื่อกลุ่มด้วงพบว่าเพศผู้มีค่าสูงกว่าเพศเมีย (ร้อยละ3.28 และ 2.85 ตามลำดับ)

สำหรับความถี่ของการปรากฏของเหยื่อกลุ่มมดและปลวกในเพศเมีย (ร้อยละ 36.49 และ 41.89 ตามลำดับ) มีค่าสูงกว่าเพศผู้ (ร้อยละ 35.05 และ 26.80 ตามลำดับ) ขณะที่ความถี่ของการปรากฏของเหยื่อกลุ่มด้วงในเพศผู้มีค่าสูงกว่าเพศเมีย (ร้อยละ 14.43 และ 5.41 ตามลำดับ)

4.2.3 การซ้อนทับของการกินอาหาร

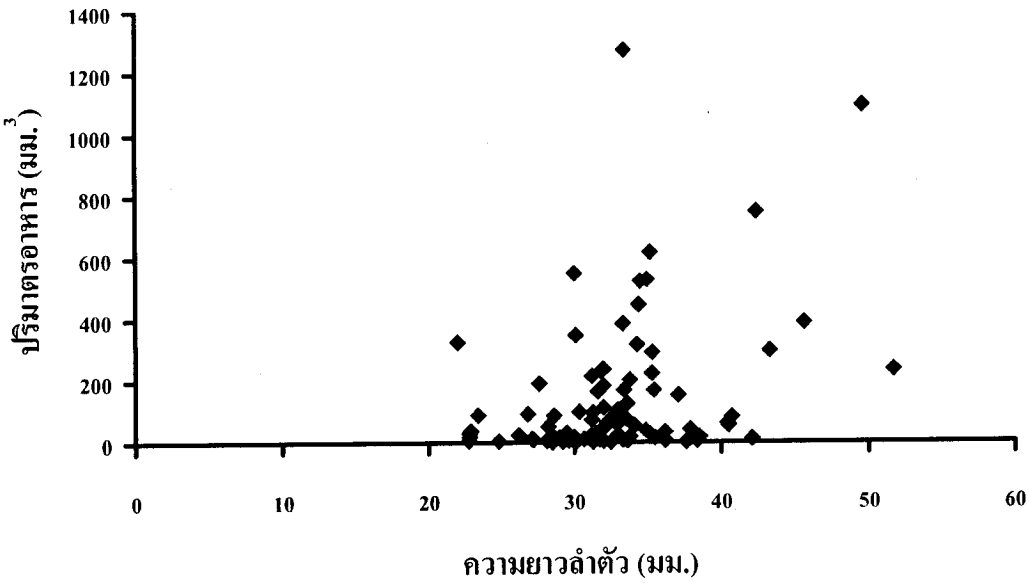
ค่าการซ้อนทับของการกินอาหารระหว่างเพศผู้และเพศเมียในด้านจำนวนตัวและปริมาตรของเหยื่อกลุ่มมด (วงศ์ Formicidae) มีค่าเท่ากับ 0.91 และ 0.98 ตามลำดับ ขณะที่ค่าการซ้อนทับของการกินกลุ่มปลวก (อันดับ Isoptera) มีค่าเท่ากับ 0.91 และ 0.97 ตามลำดับ และค่าการซ้อนทับของการกินด้วง (อันดับ Coleoptera) มีค่าเท่ากับ 0.99 และ 0.98 ตามลำดับ ในด้านจำนวนตัวของเหยื่อพบว่ากลุ่มด้วงมีค่าการซ้อนทับมากกว่ากลุ่มมดและกลุ่มปลวกคือ 0.99 ส่วนด้านปริมาตรค่าการซ้อนทับของเหยื่อทั้ง 3 กลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4-4)

ตารางที่ 4-4 ค่าการซ้อนทับของเหยื่อในกลุ่มมด กลุ่มปลวก และกลุ่มด้วง ด้านจำนวนและปริมาตรระหว่างอึ่งอ่างก้นขีดเพศเมียและเพศผู้

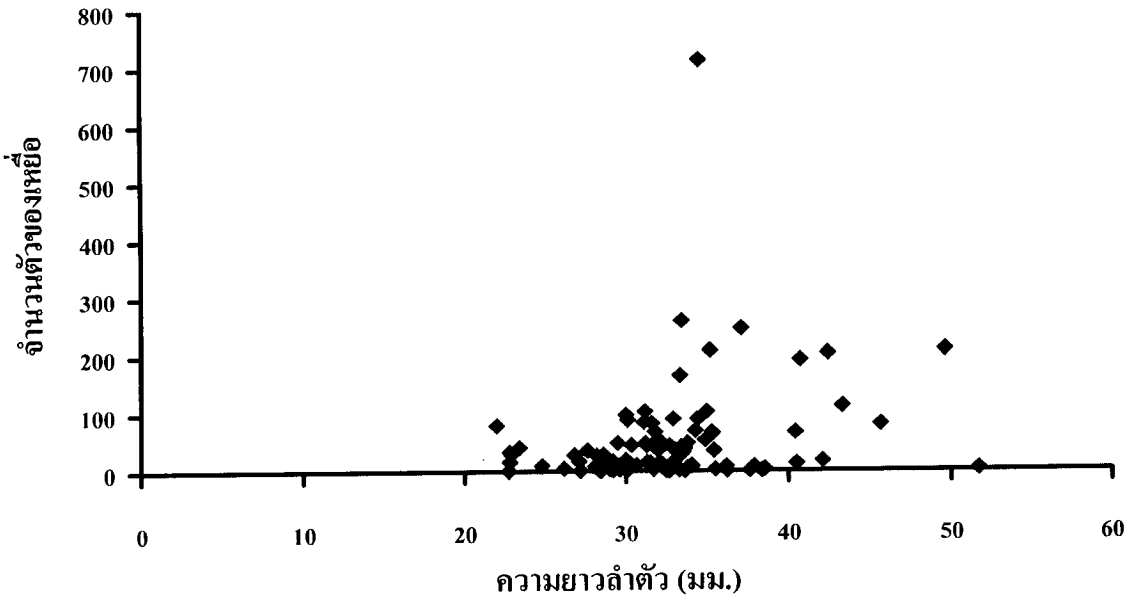
ค่าการซ้อนทับ	กลุ่มมด	กลุ่มปลวก	กลุ่มด้วง
ด้านจำนวนตัว	0.91	0.91	0.99
ด้านปริมาตร	0.98	0.97	0.98

4.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดลำตัวกับปริมาตรและจำนวนตัวของเหยื่อ

อาหารในกระเพาะอาหารของอึ่งอ่างก้นขีดทั้งด้านปริมาตร (R = 0.109; p = 0.391) (ภาพที่ 4-1) และจำนวนตัว (R = -0.021; p = 0.874) (ภาพที่ 4-2) ของเหยื่อไม่มีความสัมพันธ์กับขนาดลำตัว



ภาพที่ 4-1 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับปริมาตรอาหาร



ภาพที่ 4-2 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวลำตัวกับจำนวนตัวของเหยื่อ

4.2.5 ค่าความถี่ของการปรากฏของกระเพาะอาหารว่าง (Frequency of empty stomach)

ค่าความถี่ของการปรากฏของกระเพาะอาหารว่างมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Fisher's exact probability test, $p = 0.001$) ในช่วงเดือนที่ไม่มีฝนตก (เดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550) อึ่งอ่างก้นขีดที่พบไม่มีอาหารอยู่ในกระเพาะ ขณะที่ช่วงเดือนที่มีฝนตก (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 และ เดือนเมษายน พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550) พบอึ่งอ่างก้นขีดที่กระเพาะอาหารว่างสูงสุดในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 คือ ร้อยละ 55.56 (ตารางที่ 4-5)

ตารางที่ 4-5 ค่าความถี่ของการปรากฏของอึ่งอ่างก้นขีดที่ไม่มีอาหาร (Frequency of empty stomach)

เดือน	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน (มม.)	ความถี่ปรากฏของกระเพาะอาหารว่าง (ร้อยละ)	
		N	ค่าร้อยละ
ก.ค.-49**	108.2	29	24.14
ส.ค.-49**	87.3	25	24.00
ต.ค.-49**	188.9	25	44.00
พ.ย.-49**	16.8	25	29.17
ธ.ค.-49*	0	25	100.00
ม.ค.-50*	0	25	100.00
ก.พ.-50*	0	7	100.00
มี.ค.-50*	0	18	100.00
เม.ย.-50**	22.3	18	100.00
พ.ค.-50**	422	9	55.56
มิ.ย.-50**	115.9	13	23.53

** เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 10 มิลลิเมตร

* เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่า 10 มิลลิเมตรต่อเดือน

4.2.6 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารกับแมลงที่พบในธรรมชาติ

แมลงในกลุ่มมด (วงศ์ Formicidae) กลุ่มปลวก (อันดับ Isoptera) และกลุ่มด้วง (อันดับ Coleoptera) เป็นแมลงกลุ่มเด่นที่พบในกระเพาะอาหารของอึ่งอ่างก้นขีดและจากกับดักหลุม (Pitfall traps) พบว่าแมลงกลุ่มมดมีค่าสัดส่วนจำนวนตัว สัดส่วนปริมาตร และความถี่ของการปรากฏร้อยละ 93.74, 28.21 และ 20.00 ตามลำดับ ขณะที่ปลวกมีค่าสัดส่วนจำนวนตัว สัดส่วนปริมาตร และความถี่ของการปรากฏเท่ากับร้อยละ 0.52, 0.25 และ 0.52 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มด้วง 0.79, 2.04 และ 15.00 ตามลำดับ

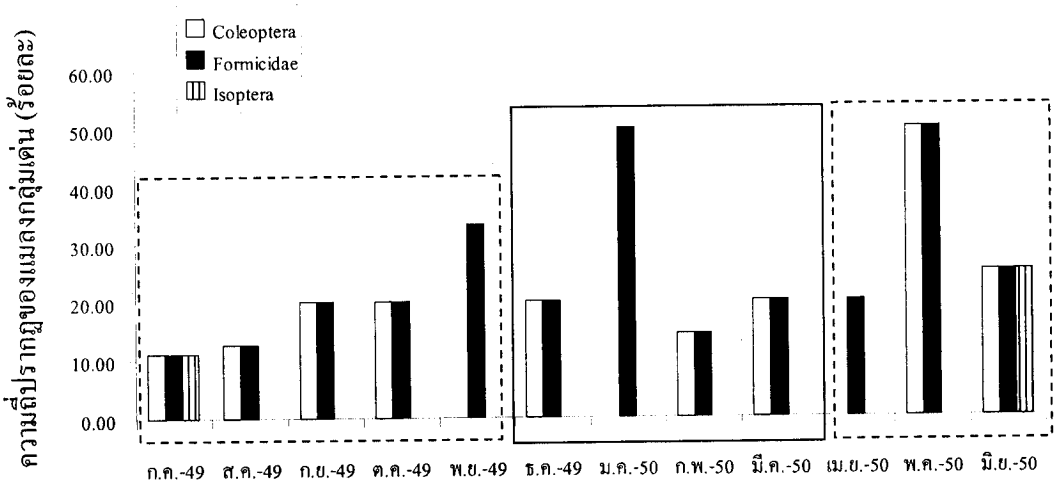
เมื่อเปรียบเทียบจำนวนเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารกับจำนวนเหยื่อที่พบในธรรมชาติ (Potential prey) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (tau= 0.469, p = 0.046) (ตารางที่ 4-6)

ตารางที่ 4-6 องค์ประกอบของอาหารที่พบในกระเพาะของอึ่งอ่างก้นขีด (Stomach content) และที่พบในธรรมชาติ (Prey availability) โดยเหยื่อที่พบในธรรมชาติจากกับดักหลุม (Pitfall traps) มีจำนวน 3,689 ตัว และมีปริมาตร 6,013.86 มม.^{3}

Prey taxa	ความถี่ของการปรากฏ (ร้อยละ)		สัดส่วนจำนวนตัว (ร้อยละ)		สัดส่วนปริมาตร (ร้อยละ)	
	กับดักหลุม	กระเพาะอาหาร	กับดักหลุม	กระเพาะอาหาร	กับดักหลุม	กระเพาะอาหาร
Hymenoptera						
Non-Formicidae	1.67	-	0.00	-	0.00	-
Formicidae	20.00	38.69	93.74	11.66	28.21	5.58
Isoptera	3.33	30.36	0.52	87.51	0.25	89.27
Coleoptera	15.00	10.12	0.79	0.68	2.04	2.99
Orthoptera	15.00	0.60	1.63	0.02	20.13	0.23
Hemiptera	13.33	0.60	1.41	0.02	5.30	0.04
Blattodea	6.67	-	0.79	-	7.94	-
Diptera	1.67	-	0.05	-	0.00	-
Uropygi	1.67	-	0.03	-	4.33	-
Diplopoda	3.33	-	0.05	-	28.47	-
Coleoptera Larva	1.67	-	0.03	-	0.03	-
Lepidoptera Larva	1.67	1.19	0.03	0.06	0.00	1.84
Centipedes	1.67	-	0.03	-	0.00	-
Araneae	13.33	1.19	0.89	0.04	3.29	0.05

4.2.7 ความถี่ของการปรากฏของแมลงกลุ่มเด่นในกระเพาะอาหารที่พบในธรรมชาติ

ค่าความถี่ของการปรากฏของแมลงกลุ่มเด่นในกระเพาะอาหารซึ่งได้แก่ กลุ่มมด (วงศ์ Formicidae) กลุ่มปลวก (อันดับ Isoptera) และกลุ่มด้วง (อันดับ Coleoptera) ที่พบพบในธรรมชาติ (Potential prey) ระหว่างช่วงที่ไม่มีฝนตก (เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2550) กับช่วงเดือนที่มีฝนตก (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2549 และ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550) ไม่มีความแตกต่างกัน (Fisher's exact probability test, $p = 0.5$)



ภาพที่ 4-3 ความถี่ของการปรากฏของแมลงกลุ่มเด่นที่พบในธรรมชาติ (Potential prey) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550

□ ช่วงเดือนที่ไม่มีฝนตก

⬚ ช่วงเดือนที่มีฝนตก

อภิปรายผลการศึกษา

อาหารของอึ่งอ่างก้นขีด

ผลการศึกษาในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าอึ่งอ่างก้นขีดกินแมลงกลุ่มมด กลุ่มปลวก และกลุ่มด้วงเป็นอาหารหลัก โดยกลุ่มปลวกมีสัดส่วนจำนวนตัวและสัดส่วนปริมาตรที่พบในกระเพาะอาหารสูงที่สุดทั้งเพศผู้และเพศเมีย ลำดับรองลงมาคือกลุ่มมด และลำดับสุดท้ายคือกลุ่มด้วง

ข้อมูลชนิดของอาหารที่ได้มีความสอดคล้องกับการศึกษาองค์ประกอบอาหารของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ดิน ที่พบว่าสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในกลุ่มดังกล่าวมีการกินอาหารที่หลากหลาย (Whitaker และคณะ, 1977) และมีอาหารกลุ่มเด่นคือปลวก (Dimmit และ Ruibal, 1980b) และจากการศึกษาองค์ประกอบของอาหารในสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกชนิดอื่นในกลุ่ม Microhylidae ได้แก่ *Kaloula pulchra* (Emerson, 1976) พบว่ากินมดและปลวกเป็นอาหารหลัก ขณะที่ *Microhyla ornata* (Hirai และ Matsui, 2000a) เป็น ant-specialist

ถึงแม้ว่าการศึกษาครั้งนี้อึ่งอ่างก้นขีดไม่ได้กินมดเป็นอาหารกลุ่มเด่นลำดับแรก แต่จากค่าความถี่ของการปรากฏของเหยื่อในกระเพาะอาหาร พบว่ามด เป็นเหยื่อที่มีค่าความถี่ของการปรากฏสูงสุดในเพศผู้และเป็นลำดับสองในเพศเมีย

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของอาหารในกลุ่ม Microhylidae จะพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกกินอาหารกลุ่มนี้ คือขนาดของขากรรไกร ซึ่งมีขนาดสั้นเมื่อเปรียบเทียบกับความยาวลำตัว ดังนั้นลักษณะของเหยื่อที่สามารถกินได้ จะมีขนาดเล็กและเคลื่อนที่ได้ช้า (Emerson, 1985) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าอาหารกลุ่มเด่นคือ กลุ่มมด กลุ่มปลวกและกลุ่มด้วง

นอกจากนี้ขนาดของการอ้าปาก (Size of gape) ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกกินอาหารของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก โดยกบที่มีขนาดของการอ้าปากเล็ก ขนาดของเหยื่อที่กินก็จะมีขนาดที่เล็กตามไปด้วย ยกเว้นในกบบางกลุ่มที่ขนาดลำตัวเท่ากับกบชนิดอื่น แต่มีขนาดของเหยื่อที่เล็กกว่าสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกลุ่มอื่น โดยลักษณะดังกล่าวจะพบได้ในกลุ่มที่เป็น ant-specialist ซึ่งได้แก่ Microhylidae Dendrobatidae และ Leptodactylidae (Duellman และ Trueb, 1994)

การเปรียบเทียบความแตกต่างของอาหารระหว่างอึ่งอ่างก้นขีดเพศผู้และเพศเมีย

จากการศึกษาครั้งพบว่าความกว้างของปากในเพศผู้มีค่า 9.25 มม. และ 9.98 มม. ในเพศเมีย โดยมีค่าเฉลี่ยของความยาวเหยื่อที่สามารถกินได้ 4.81 มม. ในเพศผู้และ 5.09 มม.ในเพศเมีย (ตารางที่ 4-2) ขณะที่ค่าเฉลี่ยจำนวนตัวและปริมาตรของเหยื่อต่อกระเพาะอาหารที่พบในอึ่งอ่างก้นขีดหนึ่งตัว พบว่าความแตกต่างระหว่างเพศผู้และเพศเมีย ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับ Johnson และ Christiansen (1976) ที่พบว่าเพศเมียมีปริมาตรอาหารในกระเพาะมากกว่าเพศผู้ (ตารางที่ 4-3)

นอกจากนี้ยังสนับสนุนว่าขนาดของเหยื่อของอึ่งอ่างก้นขีดมีความสัมพันธ์กับขนาดความกว้างปาก (Boquimpani-Freitas, Rocha และ Van Sluys, 2002)

ขณะที่ขนาดของลำตัวไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาตรอาหารและจำนวนตัว เนื่องจากอึ่งอ่างก้นขีดที่ศึกษาในครั้งนี้เป็นตัวยังไม่เต็มวัย (Juvenile) ทั้งหมด การกินมด ปลวก และด้วงเป็นกลุ่มหลัก เพราะในตัวยังไม่เต็มวัยต้องการพลังงานในการเติบโต ซึ่งการกินปลวกและมดเป็นจำนวนมากทั้งในด้านสัดส่วนจำนวนตัวและปริมาตรนั้นส่งผลให้ความหลากหลายของขนาดของอาหารที่พบในกระเพาะลดลง เนื่องจากปลวกที่กินมีความแตกต่างด้านขนาดน้อย ขณะที่มดส่วนใหญ่ก็มีขนาดเล็กและมีจำนวนมากในธรรมชาติ (ตารางที่ 4-6) (Siqueira และคณะ, 2006)

Hirai และ Matsui (2000c) พบว่าการพิจารณาการแบ่งปันทรัพยากร (resource partitioning) ในด้านอาหาร ให้พิจารณาค่าการซ้อนทับกันของจำนวนตัวและปริมาตรของเหยื่อ โดยมีค่าการซ้อนทับคือ 0.85 และ 0.70 ใน *Hyla japonica* ตามลำดับ จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า แมลงกลุ่มเด่นทั้ง 3 กลุ่ม (กลุ่มมด กลุ่มปลวก และกลุ่มด้วง) มีค่าการซ้อนทับทั้งทางด้านจำนวนตัวและปริมาตรอยู่ระหว่าง 0.91-0.99 (ตาราง 4-4) แสดงให้เห็นว่าอึ่งอ่างก้นขีดทั้งเพศผู้และเพศเมียไม่มีการแบ่งปันทรัพยากรด้านอาหาร

ความสัมพันธ์ระหว่างเหยื่อที่พบในธรรมชาติและที่พบในกระเพาะอาหาร

การปรากฏของเหยื่อที่พบในธรรมชาติ (Prey availability) เป็นอีกปัจจัยที่สำคัญและมีผลต่อการกินอาหารของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (Labanick, 1976; Fowler และ Grave, 1995) จากค่าความสัมพันธ์ระหว่างเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารกับเหยื่อที่พบในธรรมชาติ มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตาราง 4-5) ซึ่งค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถพบได้ในสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกหลายกลุ่ม โดยเฉพาะกบในสกุล *Rana* ที่ชนิดและขนาดของเหยื่อที่กินมีการเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพแวดล้อมและการปรากฏของในตามธรรมชาติ (Tyler และ Hoestenbach, 1979; Hirai และ Matsui, 1999, 2000b, 2001b, 2001c; Ranirez-Bautista และ Lemos-Espinal, 2004) และในกลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่อาศัยอยู่ใต้ดินพบว่าความหลากหลายของอาหารที่กินขึ้นอยู่ความหลากหลายของเหยื่อที่พบในธรรมชาติ (Anderson และคณะ, 1999)

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกโดยทั่วไปจัดว่าเป็นพวกที่กินอาหารแบบไม่เฉพาะเจาะจงที่เรียกว่า Generalist predator (Duellman และ Trueb, 1994) เหยื่อที่เป็นอาหารประกอบไปด้วยสัตว์มีกระดูกสันหลัง เช่น ปลา (Hamilton, 1948) หรือกบที่ขนาดเล็กกว่า (Premo และ Atmowidjojo, 1987) และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ซึ่งได้แก่ แมลงและสัตว์ในกลุ่ม Arthropoda (Berry และ Bullock, 1962; Canedo และคณะ, 2006; Sutton และคณะ, 2006) สำหรับอึ่งอ่างก้นขีดอาจจัดว่าเป็น Generalist predator เนื่องจากองค์ประกอบของเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารมีความสัมพันธ์กับเหยื่อที่พบในธรรมชาติสอดคล้องกับการศึกษาของ Hirai และ Matsui, 1999 และ Newman, 1999

นอกจากนั้นเหยื่อที่พบส่วนใหญ่ในกระเพาะอาหารเป็นแมลงในกลุ่มมดและปลวก อาจเนื่องมาจากมดและปลวกสามารถจับกินง่าย และไม่สิ้นเปลืองพลังงานในการจับ รวมไปถึงวิธีการออกหากินของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ดิน ที่เป็นแบบกินอาหารได้หลากหลาย (Widely foraging) ซึ่งต้องใช้เวลาในการค้นหาอาหารนาน แต่เมื่อพบอาหารแล้วสามารถใช้เวลาในการกินอาหารนาน และกินครั้งละเป็นจำนวนมากๆได้ (Toft, 1981)

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าสัดส่วนจำนวนตัวที่กระเพาะอาหารว่างทั้งหมด พบในช่วงเดือนที่ไม่มีฝนตก (ตารางที่ 3-4) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Dimmit และ Ruibal (1980b) ที่พบว่ากบสกุล *Scaphiophus* จะออกหากินในช่วงฤดูฝน หลังจากนั้นจะฝังตัวตลอดปี จนกระทั่งถึงฤดูฝนของปีถัดไป โดยพบปลวกเป็นอาหารกลุ่มเด่น เพราะปลวกเป็นอาหารที่ให้พลังงานสูงและใช้เวลาในการย่อยนานซึ่งสอดคล้องกับการดำรงชีวิตและลักษณะของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในกลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ดิน นอกจากนี้ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าอึ่งอ่างก้นขีดเป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่กินอาหารบนผิวดินเป็นหลัก เนื่องจากอาหารที่พบในกระเพาะเป็นแมลงที่อาศัยอยู่บนผิวดิน

ความรู้ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ สำหรับการเตรียมอาหารเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงอึ่งอ่างก้นขีด ซึ่งปลวกและมดเป็นอาหารที่สามารถพบได้ในธรรมชาติ และผลการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าอึ่งอ่างก้นขีดเป็นพวกที่กินอาหารแบบไม่เฉพาะเจาะจง กินอาหารกลุ่มแมลงเป็นหลัก 3 กลุ่มคือ กลุ่มมด กลุ่มปลวก และกลุ่มด้วง โดยออกหากินในช่วงที่มีฝนตกลงมาในพื้นที่และเป็นพวกที่ออกหาอาหารบนผิวดินเป็นหลัก

บทที่ 5
อภิปรายผลการศึกษารวม

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในวงศ์ Microhylidae มีการกระจายในทุกทวีปทั่วโลก ยกเว้นในทวีปยุโรป มีถิ่นอาศัยหลายแบบ ตั้งแต่ในทะเลทรายจนถึงเขตป่าฝน ดังนั้นการปรับตัวเพื่อให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและถิ่นอาศัยจึงมีความหลากหลายตามไปด้วย ซึ่งสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกลุ่มนี้มีทั้งกลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ดิน บนผิวดิน และบนต้นไม้ (Pough และคณะ, 2004)

สำหรับถิ่นอาศัยที่มีความแห้งแล้งหรือมีปริมาณน้ำฝนน้อย สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจะมีการปรับตัวเพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียน้ำออกจากร่างกายด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การขุดรูและอาศัยอยู่ใต้ดิน เป็นวิธีหนึ่งที่สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกใช้ในการหลบความร้อนและอุณหภูมิที่สูง (Stebbins และ Cohens, 1995)

อึ่งอ่างก้นขีด (*Kaloula mediolineata*) จัดเป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่อาศัยอยู่ใต้ดินและสามารถขุดรูได้เอง ซึ่งสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบางชนิดในวงศ์ Microhylidae ต้องใช้รูที่สัตว์อื่นทำไว้หรือใช้รอยแตกของดินเป็นที่อยู่อาศัย จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการกระจายในแนวดิ่ง มีการเปลี่ยนไปตามฤดูกาลและสภาพแวดล้อม โดยค่าระดับความลึกในช่วงที่มีฝนตก (เดือนกรกฎาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 และเดือนเมษายน ถึงเดือนมิถุนายน 2550) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับช่วงที่ไม่มีฝนตก (เดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550) ซึ่งค่าเฉลี่ยระดับความลึกในช่วงที่มีฝนตก คือ 31.59 เซนติเมตร (N = 140) ขณะที่ช่วงที่ไม่มีฝนตก มีค่าเฉลี่ยระดับความลึกคือ 56.60 เซนติเมตร (N = 75) การเคลื่อนตัวลงไปในระดับที่ลึกกว่าในช่วงที่ไม่มีฝนนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงความแห้งแล้งและอุณหภูมิภายนอกที่เพิ่มสูงขึ้น (Ruibal และคณะ, 1969) เนื่องจากอึ่งอ่างก้นขีดเป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกกลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ดินโดยไม่มีการสร้างปลอกหุ้มตัวเพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นให้กับสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงต้องมีการเคลื่อนที่ลงไปในดินเพื่อหาระดับความลึกที่มีความชื้นความเหมาะสมต่อการนำความชื้นจากอนุภาคดินไปใช้ได้ (Tracy และคณะ, 2007)

ระดับค่าเฉลี่ยความลึกที่ค่ามากที่สุดคือ 63.38 เซนติเมตรพบในเดือนมกราคม โดยมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศ คือ 30.31 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศที่มีค่าสูงสุด 3 อันดับ ซึ่งได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ เดือนมีนาคม และเดือนเมษายน มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศคือ 36.01, 35.46 และ 38.17 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ขณะที่ค่าเฉลี่ยระดับความลึกในเดือนกุมภาพันธ์ เดือนมีนาคม และเดือนเมษายน คือ 51.00, 47.77 และ 40.66 เซนติเมตร ตามลำดับ จากการสังเกตุในภาคสนามพบว่าในเดือนกุมภาพันธ์ และมีนาคม มีการรวมกันของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) โดยค่าเฉลี่ยจำนวนตัวต่อ 1 รูที่อึ่งอาศัยมีค่าเท่ากับ 3 ตัว (มีค่าอยู่ในช่วง 1 ถึง 7 ตัวใน

เดือนกุมภาพันธ์ และมีค่าอยู่ในช่วง 1 ถึง 15 ตัวในเดือนมีนาคม) ในขณะที่ช่วงฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเพียง 1 ตัวต่อ 1 รูที่อึ่งอาศัย ซึ่ง Zug (1993) กล่าวว่าการรวมตัวกันของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ในการลดความสูญเสียความชื้นจากสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้ง ขณะที่เดือนเมษายนมีฝนตกลงมาในพื้นที่ศึกษาอาจทำให้อึ่งอ่างก้นขีดมีการเคลื่อนตัวมาอยู่ในระดับที่ตื้นกว่าเดือนมกราคม

จากการศึกษาปัจจัยกายภาพพบว่า ค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2549 คือร้อยละ 91.03 จากนั้นลดลงจนกระทั่งมีค่าน้อยที่สุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 คือร้อยละ 24.17 ขณะที่ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอากาศมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 คือ 38.17 องศาเซลเซียสและมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2549 คือ 25.52 องศาเซลเซียส

สำหรับปัจจัยทางกายภาพของดินระหว่างดินบริเวณผิวดินกับดินในตำแหน่งที่พบอึ่งพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ อุณหภูมิของดินบริเวณผิวดินมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิบริเวณที่พบอึ่ง ขณะที่ความชื้นของดินในตำแหน่งที่พบอึ่งมีค่าสูงกว่าผิวดิน

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปัจจัยทางกายภาพที่มีความสัมพันธ์ต่อการกระจายในแนวดิ่งของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีทั้งหมด 3 ปัจจัยได้แก่ ความชื้นของดินบริเวณผิวดินความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิอากาศ โดยปัจจัยทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในเชิงลบ

Duellman และ Trueb (1994) กล่าวว่าความชื้นของดินบริเวณผิวดินมีความสัมพันธ์และความสำคัญต่อการกระจายตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก โดยความชื้นของดินบริเวณผิวดินมีค่าสูงในช่วงฤดูฝน ส่งผลให้ความชื้นของดินในตำแหน่งที่พบอึ่งก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นจึงทำให้ระดับความลึกของการกระจายตัวในช่วงที่มีฝนตกตื้นกว่าช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากความชื้นของดินทั้ง 2 บริเวณไม่มีความแตกต่างกัน แต่เมื่อเข้าสู่ช่วงที่ไม่มีฝนตกความชื้นของดินบริเวณผิวดินจะลดลง เนื่องจากอุณหภูมิของดินและอุณหภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นทำให้น้ำและความชื้นระเหยออกไปจากผิวดิน เมื่อน้ำและความชื้นในดินบริเวณผิวดินลดลง น้ำและความชื้นที่อยู่ใต้ดินก็เคลื่อนขึ้นมาแทนที่ทำให้ความ ชื้นของดินบริเวณใต้ดินลดลงไปด้วย (Chapman และ Reiss, 2003) ดังนั้นอึ่งอ่างก้นขีดจึงเคลื่อนที่ลงไปในดินในตำแหน่งลึกกว่าในช่วงฤดูแล้ง เพื่อหลีกเลี่ยงจากการระเหยของน้ำบริเวณใต้ดินและจากร่างกาย และหาตำแหน่งที่มีความชื้นและอุณหภูมิที่เหมาะสม

นอกจากนี้อุณหภูมิอากาศที่เพิ่มขึ้นได้ส่งผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ โดยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจะทำให้น้ำและความชื้นระเหยออกจากดิน ซึ่งน้ำที่ระเหยออกจากดินทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (Hassett และ Banwart, 1992)

ปัจจัยที่สำคัญและมีผลต่อการกระจายในแนวดิ่งของอึ่งอ่างก้นขีดอีกปัจจัยหนึ่ง คือลักษณะเนื้อดิน (Soil texture) จากผลการศึกษาอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) พบว่า ลักษณะของดินที่อึ่งอาศัยอยู่คือ Loamy Sand โดยอนุภาคดินทรายเป็นส่วนประกอบสูงถึงร้อยละ 80 เป็นต้นไป ซึ่งคุณสมบัติของดินทรายมีความเหมาะสมกับการใช้เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของอึ่งอ่างก้นขีดและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในกลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ดิน เนื่องจากดินทรายสามารถขุดได้ง่าย มีการไหลผ่าน

ของน้ำจากผิวดินไปยังใต้ดิน ระบายอากาศและความชื้นในดินระหว่างผิวดินกับใต้ดินได้ดี (Ruibal และคณะ, 1969; Hassett และ Banwart, 1992)

จากการศึกษาองค์ประกอบอาหารของอึ่งอ่างก้นขีดพบว่าแมลงกลุ่มมด กลุ่มปลวก และกลุ่มด้วงเป็นอาหารหลัก โดยกลุ่มปลวกมีสัดส่วนจำนวนตัวและสัดส่วนปริมาตรที่พบในกระเพาะอาหารสูงที่สุดทั้งเพศผู้ (ร้อยละ 74.14 และ 87.15 ตามลำดับ) และเพศเมีย (ร้อยละ 92.51และ 82.00 ตามลำดับ) ลำดับรองลงมาคือกลุ่มมด (ร้อยละ 24.03 และ 8.51ในเพศผู้, ร้อยละ 12.47 และ 7.07 ในเพศเมีย) และลำดับสุดท้ายคือกลุ่มด้วง (ร้อยละ 1.53 และ 3.28ในเพศผู้, ร้อยละ0.33 และ 2.85 ในเพศเมีย)

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของอาหารในกลุ่ม Microhylidae จะพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกกินอาหารกลุ่มนี้คือลักษณะทางสัณฐานวิทยาซึ่งเป็นปัจจัยภายในโดยขนาดของขากรรไกร ที่มีขนาดสั้นเมื่อเปรียบเทียบกับความยาวลำตัว ดังนั้นลักษณะของเหยื่อที่สามารถกินได้ จะมีขนาดเล็กและเคลื่อนที่ได้ช้า (Emerson, 1985) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าอาหารกลุ่มเด่นคือกลุ่มมด กลุ่มปลวกและกลุ่มด้วง

ที่ฝ่าตีนของอึ่งอ่างก้นขีดบริเวณ Metatarsal ของขาคู่หลังมีลักษณะคล้ายจอบเพื่อใช้ในการขุดดินเพื่อฝังตัวนั้นมีอาจผลต่อการเลือกกินอาหารและวิธีการหาอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Emerson (1976) พบว่าสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในกลุ่ม Microhylidae ได้แก่ *Glyphoglossus molussus* และ *Kaloula pulchra* กินอาหารในกลุ่มมดและปลวกเป็นหลัก ซึ่งอาจเนื่องมาจากฝ่าเท้าที่มีลักษณะคล้ายจอบมีผลต่อการเคลื่อนที่ ทำให้ไม่สามารถกระโดดได้ไกล จึงจำเป็นต้องใช้เวลาในการหาอาหารที่มีความเหมาะสมโดยอาหารที่พบต้องมีจำนวนมากและมีขนาดเล็ก เพื่อให้สอดคล้องกับขนาดกรรไกรที่เล็ก นอกจากนี้การศึกษาดังกล่าวยังพบว่าอึ่งอ่างก้นขีดกินอาหารที่บนผิวดิน เนื่องจากชนิดของกลุ่มอาหารหลักเป็นเหยื่อที่พบอาศัยอยู่บนบริเวณผิวดิน

การปรากฏของเหยื่อที่พบในธรรมชาติ (Prey availability) เป็นอีกปัจจัยที่สำคัญและมีผลต่อการกินอาหารของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก (Labanick, 1976; Fowler และ Grave, 1995) จากค่าความสัมพันธ์ระหว่างเหยื่อที่พบในกระเพาะอาหารกับเหยื่อที่พบในธรรมชาติ มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการศึกษาพบว่าสัดส่วนจำนวนตัวที่กระเพาะอาหารว่างทั้งหมด พบในช่วงที่ไม่มีฝนตก ทั้งที่ในช่วงเวลาดังกล่าวมีแมลงปรากฏในธรรมชาติ ไม่แตกต่างจากเดือนที่มีฝนตก

Toft (1980) กล่าวว่าการกินอาหารของสัตวสะเทินน้ำสะเทินบกไม่ขึ้นอยู่กับการปรากฏของเหยื่อเพียงอย่างเดียว แต่ยังเกี่ยวข้องกับปัจจัยทางกายภาพที่มีความเหมาะสมด้วย โดยความชื้นนับเป็นปัจจัยกายภาพที่สำคัญมากต่อสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก โดยความชื้นที่เหมาะสมจะกระตุ้นให้กิจกรรมต่างๆของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในกลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ดิน นั้นเกิดขึ้น เช่น พฤติกรรมการสืบพันธุ์ และการออกหาอาหาร โดยปริมาณน้ำฝนจะส่งผลให้ความชื้นของอากาศและดิน

บริเวณผิวดินในพื้นที่เพิ่มขึ้น ซึ่งความชื้นที่เพิ่มขึ้นทำให้สามารถออกหาอาหารได้ไกล และยังใช้เวลาในการกินอาหารที่มากขึ้น (Creusere และ Whitford, 1976; Lemckert และ Brassil, 2003) แต่การออกหากินในช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยหรือไม่มีฝนตกอาจส่งผลให้สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีการสูญเสียความชื้นภายในร่างกาย (Lee, 1968) โดยเฉพาะในตัวไม่เต็มวัยที่มีอัตราการสูญเสียความชื้นที่สูงกว่าตัวเต็มวัย เนื่องจากมีพื้นที่ผิวต่อปริมาตรร่างกายที่มากกว่า (Duellman และ Trueb, 1994)

จากเหตุผลดังกล่าวทำให้การออกหาอาหารในสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีช่วงเวลาจำกัดในช่วงที่มีความชื้นบริเวณผิวดินสูง ซึ่งในบางพื้นที่ เช่น ในทะเลทรายสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกสามารถออกหากินได้เพียงแค่ 2 เดือนใน 1 ปี ดังนั้นเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมก็จะขึ้นมาเพื่อหาอาหาร จะกินเหยื่อที่สามารถจับได้ง่าย มีขนาดเล็กและมีจำนวนมาก ซึ่งปลวกเป็นอาหารที่มีคุณสมบัติดังกล่าวอีกทั้งให้พลังงานสูงและใช้เวลาในการย่อยนาน ทำให้สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในกลุ่มที่อาศัยอยู่ใต้ดินสามารถฝังตัวได้เป็นเวลานานในช่วงฤดูแล้ง (Dimmit และ Ruibal, 1980b)

บทที่ 6
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

1. จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าระดับความลึกของการกระจายในแนวดิ่งของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) มีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลและสภาพแวดล้อม โดยในช่วงที่มีฝนตก ค่าเฉลี่ยระดับความลึกมีค่าต่ำกว่าช่วงที่ไม่มีฝนตก
2. ปัจจัยกายภาพระหว่างดินบริเวณผิวดินและดินในตำแหน่งที่พบอึ่งอ่างก้นขีดมีความแตกต่างกัน โดยอุณหภูมิดินและค่าความเป็นกรด-ด่างบริเวณผิวดินมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิบริเวณที่พบอึ่ง ขณะที่ความชื้นของดินในตำแหน่งที่พบอึ่งมีค่าสูงกว่าผิวดิน
3. จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปัจจัยทางกายภาพที่มีความสัมพันธ์ต่อการกระจายตัวในแนวดิ่งของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mediolineata*) มีทั้งหมด 3 ปัจจัยได้แก่ ความชื้นของดินบริเวณผิวดิน ความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิอากาศ โดยปัจจัยทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในเชิงลบ
4. จากการศึกษาองค์ประกอบอาหารพบว่าอึ่งอ่างก้นขีดเป็นพวกที่กินอาหารแบบไม่เฉพาะเจาะจง (Generalist predator) มีอาหารกลุ่มแมลงเป็นหลัก 3 กลุ่มคือ กลุ่มมด กลุ่มปลวก และกลุ่มด้วงโดยออกหากินในช่วงที่มีฝนตกลงมาในพื้นที่และเป็นพวกที่ออกหาอาหารบนผิวดินเป็นหลัก

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ ทำการศึกษาการกระจายในแนวดิ่ง ซึ่งเป็นการสำรวจแค่ช่วงเวลากลางวัน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกิจกรรมและการปรากฏตัวในตอนกลางคืน ในช่วงฤดูฝนเพื่อทราบถึงพฤติกรรมการออกหากินและปัจจัยทางกายภาพที่มีผลต่อการปรากฏตัวของอึ่งอ่างก้นขีด (*K. mlediolineata*)
2. ควรมีการทำศึกษาในช่องสี่เหลี่ยม (Quadrate) เพื่อการเก็บตัวอย่างเหยื่อที่ปรากฏในธรรมชาติ และควรทำควบคู่ไปกับการทำกับดักหลุม ซึ่งทั้ง 2 วิธีการดังกล่าวสามารถเก็บตัวอย่างเหยื่อที่เป็นแมลงและแมงหน้าดินที่มีการเคลื่อนที่แบบอิสระและเดินเป็นทางได้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จารุจินต์ นภีตะภัฏ. 2531. สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ: องค์การค้าของคุรุสภา.

ทศพล ไชยอนันต์พร. 2546. โครงสร้างประชากรอึ่งอ่างก้นขีด *Kaloula mediolineata* ที่เป็นอาหารในจังหวัดตาก. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสบการณ์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธัญญา จั่นอาจ. 2546. คู่มือสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเมืองไทย. กรุงเทพ: ด่านสุทธาการพิมพ์.

แพร คล้อยสมัย. สัมภาษณ์, 23 กรกฎาคม 2549.

ยอดชาย ช่วยเงิน. 2548. The Herpetologist. แอดวานซ์ ไทยแลนด์ จีโอกราฟฟิก, 84: 44.

วิเชฏฐ์ คนซื่อ. 2545. ตลาดอึ่งอ่าง. ใน นิตยสารสารคดี, ฉบับที่ 210. กรุงเทพ: โรงพิมพ์กรุงเทพ.

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์. 2543. การวิเคราะห์เนื้อดินโดยวิธีไฮโกรมิเตอร์. คู่มืออบรมครูวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หลักสูตรที่ 1. หน้า 72-74. กรุงเทพมหานคร.

ภาษาอังกฤษ

Anderson, A. M., Haukos, D. A. and Anderson, J. T. 1999. Diet composition of three playa wetlands of northwest Texas. Copeia 2: 515-520.

Ardsoongnoen, S. 2002. Morphology and Activity of Gonad in Median-striped Burrowing frog, *Kaloula mediolineata*, in Different Seasons. Doctor of Philosophy, Graduate School, Kasetsart University.

Blaustein, A. R., and Wake, D. B. 1990. Declining amphibian population: A global phenomenon. Trends in Ecology and Evolution 5: 203-204.

Booth, D. T. 2006. Effect of soil type on burrowing behavior and cocoon formation in the Green-striped burrowing, *Cyclorana alboguttata*. Canadian Journal of Zoology 84: 832-838.

Boquimpani-Freitas, L., Rocha, C. F. D. and Sluys, M. V. 2002. Ecology of the Horned Leaf-Frog, *Proceratophrys appendiculata* (Leptodactylidae), in an insular Atlantic rain-forest area of southeastern Brazil. Journal of Herpetology 36: 318-322.

Bragg, A. N. 1956. Further observation on spadefoot toads. Herpetologica 12: 201-204.

Bragg, A. N. 1957. Some factors in feeding of toads. Herpetologica 13: 189-191.

Canedo, C., Garcia., J. P., Fernandes, R. and Pombal, J. P. Jr. 2006. Diet of *Pipa carvalhoi* (Amphibia, Pipidae) is not influence by female parental care. Herpetological Review 37: 44-45.

Carey, C. 1993. Hypothesis concerning the cause of disappearance of boreal toads from the mountains of Colorado. Conservation Biology 7: 355-362

Cartledge, V. A., Withers, P. C., Thompson, G. G. and Mcmaster, K. A. 2006. Water relations of the burrowing sandhill frog, *Arenophryne rotunda* (Myobatrachidae). Journal of Comparative Physiology, Biochemical, Systemic, and Environmental physiology. 176: 295-302.

Chapman, J. L. and Reiss, M. J. 1999. Ecology: principles and applications. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.

Christian, K. A. 1982. Changes in the food niche during postmemorphic ontogeny of the frog *Pseudacris triseriata*. Copeia 1: 73-80.

Chulalaksananukul, W., Suwannakerd, A., and Pariyanonth, P. 1998. Karyotype study of *Kaloula mediolineata* (Amphibia: Microhylidae). Journal of Science Research of Chulalongkorn University 23: 129-134.

Creusere, F. M. and Whitford, W. G. 1976. Ecological relationship in a desert anuran community. Herpetologica 32: 7-18.

Crump, M., and Scott, J. N. 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard Method for Amphibian Washington: Smithsonian Press.

Dimmit, M. A. and Ruibal, R. 1980a. Environmental correlates of emergence in spadefoot toads (*Scaphiopus*). Journal of Herpetology 14: 21-29.

Dimmit, M. A. and Ruibal, R. 1980b. Exploitation of food resources by spadefoot toads (*Scaphiopus*). Copeia 4: 854-862.

Dole, J. W. 1967. The role of substrate moisture and dew in the water economy of leopard frogs, *Rana pipiens*. Copeia 1: 141-149.

Duellman, W. E. and Trueb, L. 1994. Biology of Amphibians. Baltimore: The John Hopkins University Press.

Drost, C. A., and Fellers, G. M. 1996. Collapse of a region frog fauna in the Yosemite area of the Calfornia Sierra Nevada, USA. Conservation Biology 10: 414-425

Emerson, S. E. 1976. Burrowing in frog. Journal of Morphology 149: 437-458.

Emerson, S. E. 1985. Skull shape in frogs-correlations with diet. Herpetologica 41: 177-188.

Flowers, M. A., and Graves, B. M. 1995. Prey selectivity and size-specific diet changes in *Bufo cognatus* and *B. woodhousii* during early postmetamorphic ontogeny. Journal of Herpetology 29: 608-612.

Freed, A. N. 1980. Prey selection and feeding behavior of the green treefrog (*Hyla cinerea*). Ecology 61: 461-465.

Greenburg, C. H. and Tanner, G. W. 2004. Breeding pond selection and movement patterns by eastern spadefoot toads (*Scaphiopus holbrookii*) in the relation to weather and edaphic conditions. Journal of Herpetology 38: 569-577.

Gupta, B. K. 1998. Declining amphibians. Current Science 75: 81-84.

Hamilton, W. J. Jr. 1948. The food and feeding behavior of the green frog, *Rana clamitans* Latereille, in New York State. Copeia 3: 203-207.

Hassett, J. J. and Banwart, W. L. 1992. Soils and their environments. New Jersey: Princeton-Hall.

Heyer, W. R. 1973. Ecology interactions of frog larvae at a seasonal tropical in Thailand. Journal of Herpetology 7: 337-361.

Hirai, T. 2002. Ontogenetic change in the diet of the pond frog, *Rana nigromaculata*. Ecological Research 17: 639-644.

Hirai, T., and Matsui, M. 1999. Feeding Habits of the Pond Frog, *Rana nigromaculata*, Inhabiting Rice Fields in Kyoto, Japan. Copeia 4: 940-947.

Hirai, T., and Matsui, M. 2000a. Ant Specialization in Diet of the Narrow-mouthed Toad, *Microhyla ornata*, from Amamioshima Island of the Ryukyu Archipelago. Current Herpetology 19: 27-34.

Hirai, T., and Matsui, M. 2000b. Myrmecophagy in a Ranid Frog *Rana rugosa*: Specialization or weak Avoidance to Ant Eating?. Zoological Science 17: 459-466.

Hirai, T., and Matsui, M. 2000c. Feeding Habits of the Japanese Tree Frog, *Hyla japonica*, in the Reproductive Season. Zoological Science 17: 977-982.

Hirai, T., and Matsui, M. 2001a. Attemp to Estimate the Original Size of Partly Digested Prey Recovered from Stomach of Japanese Anurans. Herpetological Review 32: 14-16.

Hirai, T., and Matsui, M. 2001b. Diet Composition of the Indian Rice Frog, *Rana limnocharis*, in Rice Field of Central Japan. Current Herpetology 20: 97-103.

Hirai, T., and Matsui, M. 2001c. Food habit of an endangered Japanese frog, *Rana porosa brevida*. Ecological Research 16: 737-743.

Hofrichter, R. 2000. Amphibians: the world of frogs, toads, salamanders and newt. 1st ed. New York: Fireflys books.

Hoyt, D. L. 1960. Mating behavior and eggs of the plains spadefoot. Herpetologica 16: 199-200.

Ihara, S. 1999. Site selection for hibernation by tree frog, *Rhacophorus schlegelii*. Japanese Journal of Herpetology 18: 39-44.

Inger, R. F. and Colwell, R. K. 1977. Organization of contiguous communities of amphibians and reptiles in Thailand. Ecological Monographs 47: 229-253.

IUCN, Conservation International, and NatureServe. 2006. Global Amphibian Assessment [Online]. Available form: http://www.globalamphibians.org. [2008, January 31]

Jansen, K. P., Summers, A. P. and Delis, P. R. 2001. Spadefoot toads (*Scaphiopus holbrookii holbrookii*) in an urban landscape: effect of nonnatural substrates on burrowing in adults and juveniles. Journal of Herpetology 35: 141-145.

Johnson, B. K. and Christiansen, J. L. 1976. The food and food habits of Blanchard's cricket frog, *Acris crepitans blanchardi* (Amphibian, Anura, Hylidae), in Iowa. Journal of Herpetology 10: 63-74.

Krebs, C. J. 2001. Ecology. 5th ed. California: Benjamin Cummings.

Labanick, G. M. 1976. Prey availability, Consumption and selection in the cricket frog, *Acris crepitans* (Amphibia, Anura, Hylidae). Journal of Herpetology 10: 293-298.

Lee, A. K. and Mercer, E. H. 1967. Cocoon surrounding desert-dwelling frogs. Science 157: 77-78.

Lemckert, F. and Brassil, T. 2003. Movement and habitat use by giant burrowing frog, *Heleioporus australiacus* . Amphibia-Reptilia 24: 207-211.

Muths, E., Corn, P. S., Passier, A. P. and Green, D. E. 2003. Evidence for disease-related amphibian decline in Colorado. Conservation Biology 110: 357-365.

Newman, R. A. 1999. Body size and diet of recently metamorphosed spadefoot toads (*Scaphiopus couchii*). Herpetologica 55: 507-515.

Parris, M. J. 1998. Terrestial burrowing ecology of newly metamorphosis frogs (*Rana pipiens* complex). Canadian Journal of Zoology 76: 2124-2129.

Pointasia. 2007. Tak Province [Online]. Available from: http://www.pointasia.com. [2007, July 31]

Pough, F. H., Andrew, R. M., Cadle, J. E., Crump, M. L., Savitzky, A. H. and Wells, K. D. 2004. 3rd ed. Herpetology. Pearson Education.

Premo, D. B. and Atmowodjojo, A. H. 1987. Dietary patterns of the "crab-eating frog", *Rana cancrivora*, in west Java. Herpetologica 43: 1-6.

Ramírez-Bautista, A. and Lemos-Espinal, J. 2004. Diet of two syntopic populations of frogs, *Rana* vaillanti and Rana *brownrum*, from a tropical rain forest in southern Veracruz, México. The Southwestern Naturalist 49: 316-320.

Ruibal, R., Tevis, L. Jr. and Roic, V. 1969. The terrestrial ecology of the spadefoot toads *Scaphoipus hammondii*. Copeia 3: 571-584.

Schoener, T. W. 1968. The *Anolis* lizards of Bimini: resource partitioning in a complex. Ecology 49: 704-726.

Siqueira, C. C., Sluys, V. M., Ariani, V. C. and Rocha, C. F. D. 2006. Feeding ecology of *Thoropa miliaris* (Anura, Cycloramphidae) in four areas of Atlantic rain forest, southeastern Brazil. Journal of Herpetology 40: 520-525.

Stebbins, R. C. and Cohen, N. W. 1995. A natural history of amphibians. New Jersey: Princeton University Press.

Stille, W. L. 1958. The water absorption response of an anuran. Copeia 3: 217-218.

Stuart, S. N., and others. 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. Science 306:1783-1786.

Sullivan, B. K. and Fernandez, P. J. 1999. Breeding Activity, Estimated Age-Structure, and Growth in Sonoran Desert Anurans. Herpetologica 55: 334-343.

Supaporn, T., and Baimai, V. 2002. Mitotic karyotypes of eight species of microhylid frogs from Thailand (Anura: Microhylidae). Amphibia-Reptilia 23: 510-516

Sutton, W. B., Rastall, K. E. and Pualey, T. K. 2006. Diet analysis and feeding strategies of *Rana pipiens* in a west Virginia wetland. Herpetological Review 37: 152-153.

Thorson, T. B. and Svihla, A. 1943. Correlation of the habitat of amphibians with their ability to survive loss of body water. Ecology 24: 374-381

Toft, C. A. 1980. Seasonal variation in populations of Panamanian litter frogs and their prey: a comparison of wetter and drier sites. Oecologia 47: 34-38.

Toft, C. A. 1981. Feeding ecology of panamian litter anurans: patterns in diet and foraging mode. Journal of Herpetology 15: 139-144.

Tracy, C. R., Reynolds, S. J., McArthur, L., Tracy, C. R. and Christian, K. A. 2007. Ecology of aestivation in a cocoon-forming frog, *Cyclorana australis* (Hylidae). Copeia 2007: 901-912.

Tyler, J. D. and Hoestenbach, R. D. 1979. Differences in food of bullfrogs (*Rana catesbeiana*) from pond and stream habitats in southwestern Oklahama. The Southwestern Naturalist 24: 33-38.

Walker, R. F. and Whitford, W. G. 1970. Soil water absorption capabilities in selected species of anurans. Herpetologica 26: 411-418.

Warburg, M. R. 1972. Water economy and thermal balance of Israeli and Australian amphibian from xeric habitat. Symposia of the Zoological Society of London 31:79-111.

Whitaker, J. O., Rubin, D. Jr. and Munsee, J. R. 1977. Observation on food habits of four species of spadefoot toads, Genus *Scaphiopus*. Herpetologica 33: 468-476.

Withers, P. C. and Thompson, G. C. 2000. Cocoon formation and metabolic depression by the aestivating hylids frogs *Cyclorana australis cultripes* (Amphibia: Hylidae). Journal of the Royal Society of Westren Australia 83: 39-40.

Zug, G. R. 1993. Herpetology: An Introduction Biology of Amphibians and Reptiles. San Diego: Academic Press.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกันย์ นิติโรจน์ เกิดเมื่อวันที่ 4 กันยายน พ.ศ. 2524 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสัตววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2547 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2548 โดยได้รับทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์จากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT_T 349008 และทุนสนับสนุนจากศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หมายเลขโครงการ CEB_M_28_2006