



วิทยานิพนธ์

การศึกษาแบบอย่างเสียงร้องของนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

A STUDY OF VOCALIZATION PATTERNS OF GREAT HORNBILLS
(*Buceros bicornis*) AT KHAO YAI NATIONAL PARK

นางสาวศิริวรรณ นาคขุนทด

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๔๓

Am 121

165/2544

RECEIVED	
BY <i>/sm/</i>	15/3/44
BY	DATE



โครงการ BRT

ชั้น 15 อาคารมหานครอิมพอร์ต

539/2 ถนนศรีอยุธยา เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วนศาสตร์)

ปริญญา

ชีววิทยาป่าไม้

สาขา

ชีววิทยาป่าไม้

ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาแบบอย่างเสียงร้องของนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

A Study of Vocalization Patterns of Great Hornbills (*Buceros bicornis*)
at Khao Yai National Park

นามผู้วิจัย นางสาวศิริวรรณ นาคขุนทด

ได้พิจารณาเห็นชอบให้เป็นวิทยานิพนธ์ระดับ..... ดี

โดย ประธานกรรมการ.....

รองศาสตราจารย์ไพโรจน์ พูลสวัสดิ์, D.Sc.

กรรมการ.....

รองศาสตราจารย์โอภาส ขอบเขตต์, วท.ม.

กรรมการ.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปานเทพ รัตนกร, วท.ม.

หัวหน้าภาควิชา.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิทย์ แสงทองพราว, Ph.D.

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

ศาสตราจารย์ทัศนีย์ อัดตะนันท์, D.Agr.

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 31 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2543

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาแบบอย่างเสียงร้องของนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

A Study of Vocalization Patterns of Great Hornbills
(*Buceros bicornis*) at Khao Yai National Park

โดย

นางสาวศิริวรรณ นาคขุนทด

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์)

พ.ศ. 2543

ศิริวรรณ นาคขุนทด 2543 : การศึกษาแบบอย่างเสียงร้องของนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วนศาสตร์) สาขาชีววิทยาป่าไม้ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ ประชานกรรมการที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ไพโร พูลสวัสดิ์, D. Sc. 104 หน้า

การศึกษาแบบอย่างเสียงร้องของนกกกที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งศึกษาตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2540 ถึง เดือนมกราคม 2542 จากนกกกจำนวน 6 คู่ บันทึกเสียงร้องของนกด้วยเครื่องบันทึกเสียงทั้งนกเพศผู้และนกเพศเมียในบริเวณรังนก เพื่อหาแบบอย่างของเสียงร้อง ตลอดจนสังเกตพฤติกรรมที่นกแสดงออกมาในขณะที่ส่งเสียงร้อง วิเคราะห์เสียงร้องด้วยโปรแกรม Canary Version 1.2 พบว่านกกกมีการสื่อสารด้วยเสียงลักษณะเดียว คือ เสียงร้องติดต่อ (calls) ซึ่งมี 3 แบบอย่างคือ เสียง “กก” “กาฮัง” และ “กาเวะ” และแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้ เสียงร้องปกติ เสียงร้องก่อนบิน เสียงร้องประสานกัน และเสียงร้องแสดงความก้าวร้าว ในการศึกษาได้แบ่งออกเป็น 4 ช่วงเวลา (phase) คือ ช่วงก่อนนกเพศเมียปิดรังตัวเอง ช่วงนกเพศเมียปิดรังตัวเอง ช่วงนกเพศเมียออกจากรัง และช่วงลูกนกออกจากรัง พบว่านกกกส่งเสียงร้องบ่อยที่สุดในช่วงก่อนนกเพศเมียปิดรังตัวเอง และช่วงเวลาที่นกส่งเสียงร้องบ่อยที่สุดคือระหว่างเวลา 6.00-10.00 น เสียงร้องของนกเพศผู้ดังและก้องกว่าเสียงร้องของนกเพศเมีย ส่วนมากนกเพศเมียจะส่งเสียงร้องตามนกเพศผู้ ตัวแปรที่ใช้ศึกษามี 7 ตัวแปรคือ 1) ความถี่ของการร้อง 2) ขอบเขตของความถี่แรกต่ำสุดของเสียง (fundamental frequency) ถึงความถี่สูงสุดของเสียงของฮาร์โมนิคสุดท้าย 3) ความถี่ของเสียงต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 4) จำนวนฮาร์โมนิค 5) ช่วงเวลาแต่ละคำ 6) ช่วงห่างของแต่ละคำ และ 7) ช่วงเวลาเสียงก้องของแต่ละคำ ซึ่งสามารถจำแนกได้ว่า ค่าความถี่แรกต่ำสุดและความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กก” ของนกเพศผู้และนกเพศเมียอยู่ในช่วง 102.7-4207.0 และ 120.5-4118.9 เฮิรซ์ตามลำดับ เสียง “กาฮัง” อยู่ในช่วง 111.6-4599.5 และ 148.1-4591.0 เฮิรซ์ตามลำดับ ส่วนเสียง “กาเวะ” อยู่ในช่วง 141.9-4049.0 และ 162.2-1467.0 เฮิรซ์ตามลำดับ นกทั้งเพศผู้และเพศเมียใช้เสียงร้องปกติมากกว่ารูปแบบอื่นๆ และส่วนการบ่งบอกลักษณะเฉพาะตัวของนกใช้ช่วงเวลาที่เป็นเสียงก้องของเสียง “กก” ของนกทั้งเพศผู้แต่ละตัวนำมาวิเคราะห์ และพบว่าเสียง “กก” ของนกทั้งเพศผู้แต่ละตัวนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ศิริวรรณ นาคขุนทด

ลายมือชื่อนิสิต

ไพโร พูลสวัสดิ์

ลายมือชื่อประธานกรรมการ

31 / พค. 2543

Siriwan Nakkuntod 2000 : A Study of Vocalization Patterns of Great Hornbills (*Buceros bicornis*) at Khao Yai National Park. Master of Science(Forestry), Major Field Forest Biology, Department of Forest Biology, Thesis Advisor : Associate Professor Pilai Poonswad, D.Sc. 104 pages.

A study of vocalization patterns of Great Hornbills (*Buceros bicornis*) was conducted in Khao Yai National Park, Changwat Nakornratchasima during June 1997 – January 1999. Vocal recording and behavioral observation of six pairs of hornbills at nests were done. The characters and functions of the vocalization were analysed by a Software Program Canary Version 1.2. The results showed that there was only “call” recognized in the Great Hornbill vocal communication. The vocalism was classified into 3 patterns ; kok, gahung and gawa in 4 types ; normal call, pre-flying call, duetting call and aggressive call. The study was done in 4 phases : before female sealing the nest, female imprisonment, female emergence and chick fledging. The Great Hornbills called more often during the first phase than other phases. They showed a marked peak of calling activity during the morning period and reduced toward mid-day and evening. The male called louder than the female. Seven parameters of vocalization were studied, i.e. frequency of call, frequency range between fundamental frequency and the last harmonic frequency, number of harmonics, duration and interval times. The ranges between the fundamental and the last harmonic frequencies of “kok” of the male and the female were 102.7–4207.0 Hz and 120.5–4118.9 Hz, respectively, of “gahung” were 111.6–4599.5 Hz and 148.1–4591.0 Hz, respectively and of “gawa” were 141.9–4049.0 Hz and 162.2–1467.0 Hz, respectively. Normal call was more frequently used than other types. For individual recognition of the Great Hornbill, the resonance duration time of “kok” was analysed. There were significant differences in the duration of resonance among individual males.

Siriwan Nakkuntod

Student's signature

P. Poonswad

Thesis Advisor's signature

31 / 05 / 2000

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. พิไล พูลสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ ช่วยเหลือ ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้อย่างดียิ่ง และขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ โอภาส ขอบเขตต์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปานเทพ รัตนกร คณะกรรมการที่ปรึกษา และรองศาสตราจารย์วิสุทธิ สุวรรณภินันท์ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ช่วยตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และ อาจารย์ วิจักขณ์ จิมโหม ที่ให้คำแนะนำ เป็นกำลังใจให้การทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนานองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งประเทศไทย รหัสโครงการ BRT 541025 และโครงการศึกษานิเวศวิทยาของนกเงือกที่ให้ทุนสนับสนุน และอุปกรณ์ในการศึกษาการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณ นายบุญมา แสงทอง ผู้ช่วยในการเก็บข้อมูลภาคสนาม นายพิทยา ช่วยเหลือ นายกมล ปล้องใหม่ เจ้าหน้าที่โครงการศึกษานิเวศวิทยาของนกเงือกทุกคน นางสาวกฤษณา ชายกวด และนายชาญชัย อนุตระกูลชัย ที่ให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจมาโดยตลอด นางโสภา สงวนชาติ ที่ช่วยพิมพ์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ๆ น้องๆ ที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนข้าพเจ้าอย่างดียิ่งตลอดมา

ศิริวรรณ นาคขุนทด

พฤษภาคม 2543

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	19
ผลการศึกษา	28
วิจารณ์	83
สรุป	90
เอกสารอ้างอิง	92
ภาคผนวก	100

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 การเปรียบเทียบค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่าง ๆ ในเสียงร้องปกติ (normal call) ของนกกกกเพศผู้จำนวน 4 ตัวและหาค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันโดยใช้ Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance	35
2 การเปรียบเทียบค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่าง ๆ ในเสียงร้องปกติ (normal call) ของนกกกกเพศเมียจำนวน 3 ตัวและหาค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันโดยใช้ Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance	36
3 การเปรียบเทียบค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่าง ๆ ในเสียงร้องก่อนบิน (pre-flying call) ของนกกกกเพศผู้จำนวน 3 ตัวและหาค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันโดยใช้ Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance	39
4 การเปรียบเทียบค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่าง ๆ ในเสียงร้องก่อนบิน (pre-flying call) ของนกกกกเพศเมียจำนวน 2 ตัวและหาค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันโดยใช้ Mann-Whitney Test	40
5 การเปรียบเทียบค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่าง ๆ ในเสียงร้องประสานกัน (duetting call) ของนกกกกเพศผู้และเพศเมียจำนวน 4 คู่และหาค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันโดยใช้ Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance	42
6 การเปรียบเทียบค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่าง ๆ ในเสียงร้องแสดงความก้าวร้าว (aggressive call) ในรูปแบบเสียง “กาฮัง” ของนกกกกเพศผู้และเพศเมียจำนวน 4 คู่และหาค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันโดยใช้ Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance	46

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
7	การเปรียบเทียบค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่าง ๆ ในเสียงร้องแสดงความก้าวร้าว (aggressive call) ในรูปแบบเสียง “การวะ” ของนกกกกเพศผู้และเพศเมียจำนวน 2 คู่และหาค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันโดยใช้ Mann-Whitney Test	47
8	การเปรียบเทียบค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่างๆของเสียง “กก” ของนกกกกเพศผู้จำนวน 4 ตัวและหาค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันโดยใช้ Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance	49
9	ขอบเขตของความถี่แรกต่ำสุด ถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกกกเพศผู้และนกกกกเพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเอง	56
10	ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 ของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกกกเพศผู้และนกกกกเพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเอง	57
11	ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกกกเพศผู้และนกกกกเพศเมียจำนวน 4 คู่ ในช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเอง	59
12	ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกกกเพศผู้และนกกกกเพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเอง	61
13	ขอบเขตของความถี่แรกต่ำสุด ถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกกกเพศผู้จำนวน 4 ตัวในช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเอง	63

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
14	ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกกกเพศผู้ 4 ตัว ในช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเอง
15	ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกกกเพศผู้ 4 ตัวในช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเอง
16	ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกกกเพศผู้ 4 ตัวในช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเอง
17	ขอบเขตของความถี่แรกต่ำสุด ถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกกกเพศผู้และนกกกกเพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงนกเพศเมียออกจากโพรงรัง
18	ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกกกเพศผู้และนกกกกเพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงนกเพศเมียออกจากโพรงรัง
19	ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกกกเพศผู้และนกกกกเพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงนกเพศเมียออกจากโพรงรัง
20	ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกกกเพศผู้และนกกกกเพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงนกเพศเมียออกจากโพรงรัง

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
21	ขอบเขตของความถี่แรกต่ำสุด ถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กก” เสียง “กาฮัง” และเสียง “กาว่าะ” ของนกกกกเพศผู้และนกกกกเพศเมีย จำนวน 4 คู่ในช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง	76
22	ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความถี่ต่ำสุดของ ฮาร์โมนิคที่ 2 ของเสียง “กก” เสียง “กาฮัง” และเสียง “กาว่าะ” ของนกกกก เพศผู้และนกกกก เพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง	77
23	ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลาของแต่ละคำ ของเสียง “กก” เสียง “กาฮัง” และเสียง “กาว่าะ” ของนกกกกเพศผู้และนกกกก เพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง	79
24	ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงห่างของแต่ละคำ ของเสียง “กก” เสียง “กาฮัง” และเสียง “กาว่าะ” ของนกกกกเพศผู้และนกกกก เพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง	81

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 นกกกเพศผู้และเพศเมีย	5
2 ตำแหน่งของกระบอกเสียงไซริงซ์ (syrinx) ในนก ที่มา : McLelland (1989)	8
3 ลักษณะของกระบอกเสียงไซริงซ์(syrinx) ในนก ที่มา : Catchpole และ Slater (1995)	8
4 แสดงตำแหน่งของรังนกกกทั้ง 6 รังในพื้นที่ศึกษา	21
5 อุปกรณ์การบันทึกเสียง	22
6 การติดตั้งอุปกรณ์บันทึกเสียงในขณะเตรียมพร้อมที่จะบันทึก	23
7 spectrogram แสดงตัวแปรต่าง ๆ	25
8 ลักษณะป่าบริเวณรังนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ (a) สภาพป่า (b) โครงสร้างป่าของสังคมพืช ที่มา : Liewviniyakit (1989)	27
9 เปอร์เซนต์ความถี่ของการร้องของนกกกตลอดทั้งปี	28
10 เปอร์เซนต์ความถี่ของการร้องของนกกกในแต่ละช่วงฤดูสืบพันธุ์ในอุทยาน แห่งชาติเขาใหญ่	29
11 เปอร์เซนต์ความถี่ของการร้องของนกกกในรอบวันของฤดูสืบพันธุ์	30
12 นกกกเกาะร้องอยู่ที่ระดับเรือนยอดของต้นไม้	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
13 spectrogram ของเสียงร้องปกติ (normal call)	34
14 spectrogram ของเสียงร้องก่อนบิน (pre-flying call)	38
15 spectrogram ของเสียงร้องประสานกัน (duetting call)	41
16 spectrogram เสียง “กาฮัง” ของเสียงร้องแสดงความก้าวร้าว (aggressive call)	44
17 spectrogram เสียง “กาว่าะ” ของเสียงร้องแสดงความก้าวร้าว (aggressive call)	45
18 spectrogram ของเสียงร้อง “กก..กก..กาฮัง..กาฮัง” ของนกกกกเพศผู้และเพศเมียทั้ง 4 คู่	50
19 spectrogram เสียง “กก” ของนกกกกคู่ที่ 1 (a) นกเพศผู้ (b) นกเพศผู้และเพศเมีย	51
20 spectrogram เสียง “กก” ของนกกกกคู่ที่ 3 (a) นกเพศผู้ (b) นกเพศเมียและเพศผู้	51
21 spectrogram เสียง “กก” ของนกกกกคู่ที่ 5 (a) นกเพศผู้ (b) นกเพศผู้และเพศเมีย	52
22 spectrogram เสียง “กก” ของนกกกกคู่ที่ 6 (a) นกเพศผู้ (b) นกเพศผู้และเพศเมีย	52
23 spectrogram เสียง “กาฮัง” ของนกกกก (a) คู่ที่ 1 (b) คู่ที่ 3 (c) คู่ที่ 5 และ (d) คู่ที่ 6	53
24 pectrogram เสียง “กาว่าะ” ของนกกกก (a) คู่ที่ 5 และ (b) คู่ที่ 6	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
25 เปรียบเทียบความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิกที่ 2 ของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกก 4 คูในช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเอง	58
26 เปรียบเทียบช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนก กก 4 คูในช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเอง	60
27 เปรียบเทียบช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของ นก กก 4 คูในช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเอง	62
28 เปรียบเทียบความถี่ของฮาร์โมนิกที่ 2 ของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของ นก กก เพศผู้ 4 ตัวในช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเอง	65
29 เปรียบเทียบช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนก กก เพศผู้ 4 ตัวในช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเอง	66
30 เปรียบเทียบช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนก กก เพศผู้ 4 ตัวในช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเอง	67
31 เปรียบเทียบความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิกที่ 2 ของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนก กก 4 คูในช่วงนกเพศเมียออกจากโพรงรัง	71
32 เปรียบเทียบช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนก กก 4 คูในช่วงนกเพศเมียออกจากโพรงรัง	73
33 เปรียบเทียบช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนก กก 4 คูในช่วงนกเพศเมียออกจากโพรงรัง	73
34 เปรียบเทียบความถี่ของฮาร์โมนิกที่ 2 ของเสียง “กก” เสียง “กาฮัง” และเสียง	

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
“ภาวะ”ของนกกก 4 คูในช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง	78
35 เปรียบเทียบช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กก” เสียง“กาฮัง” และเสียง “ภาวะ”ของนกกก 4 คูในช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง	80
36 เปรียบเทียบช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กก” เสียง“กาฮัง” และเสียง “ภาวะ”ของนกกก 4 คูในช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง	82
ภาพผนวกที่	
1 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลความถี่ของการร้องของนกกกในอุทยานแห่งชาติ เขาใหญ่	101
2 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลพฤติกรรมของนกกกในขณะที่ส่งเสียงร้องบริเวณ ดันโพรงรัง	102
3 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลบันทึกแบบอย่างเสียงร้องของนกกกในแต่ละเวลา บริเวณดันโพรงรัง	103
4 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลบันทึกแบบอย่างเสียงร้องของนกกกที่ได้ยิน บริเวณดันโพรงรัง	104

การศึกษาแบบอย่างเสียงร้องของนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

A Study of Vocalization Patterns of Great Hornbills (*Buceros bicornis*) at Khao Yai National Park

คำนำ

นกใช้เสียงร้องในการติดต่อสื่อสารซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อสื่อความหมายต่างๆของนก การใช้เสียงร้องจะได้เปรียบกว่าการแสดงด้วยท่าทาง การใช้กลิ่น หรือรูปแบบอื่นๆของการติดต่อสื่อสารมาก เพราะเสียงสามารถเดินทางไปได้ไกล และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพแม้ในที่มืด ทำให้การติดต่อสื่อสารเกิดขึ้นได้รวดเร็ว นกมีเสียงร้องที่มีความแตกต่างของความถี่ค่อนข้างมากทั้งระดับเสียงสูง และเสียงต่ำ เสียงร้องของนกจะมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิดและแต่ละตัว เพื่อใช้จดจำกันในชนิดเดียวกันมากกว่าการใช้สื่อสารระหว่างชนิด (Catchpole และ Slater, 1995)

การสื่อสารของนกโดยใช้เสียงร้องนี้ มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ผู้ส่งเสียง (source of vocalization) ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อผู้รับ (receiver) หรือผู้ที่ได้ยินเสียง อิทธิพลดังกล่าวนี้เป็นการสื่อความหมายของเสียงและอาจถ่ายทอดควบคู่ไปกับการแสดงท่าทาง เสียงร้องที่สื่อสารกันทำให้กันรู้ถึงหน้าที่ และความหมายของเสียง ประสิทธิภาพของการสื่อสารมีองค์ประกอบหลัก 3 ประการคือ 1) คุณสมบัติทางฟิสิกส์ของเสียง ที่แสดงออกมาในรูปของคลื่นเสียง 2) ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพราะการติดต่อสื่อสารจะได้ผลดีหรือไม่ก็ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมด้วยเช่นกัน 3) วิวัฒนาการกลไกต่างๆของตัวนกที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร ซึ่งจะมีหลายรูปแบบแต่ถูกจำกัดโดยสายวิวัฒนาการของนกแต่ละชนิด (Thorpe, 1961; van Zyl และ Kemp, 1998)

เสียงร้อง (call) ของนกเงือกเอเชียแต่ละชนิดมีลักษณะเด่นเฉพาะตัวนอกเหนือไปจากลักษณะภายนอก จึงทำให้สามารถใช้จำแนกชนิดได้ชัดเจน และบางชนิดใช้เสียงร้องในการตั้งชื่อนกในภาษาท้องถิ่น โดยเฉพาะนกเงือกไทย เช่น นกกก เสียงร้องคือ กก..กก หรือนกแก๊ก เสียงร้องคือ แก๊ก..แก๊ก..แก๊ก (Lekagul และ Round, 1991) หรือนกแก๊กของจีนตอนใต้มีชื่อเรียกภาษาท้องถิ่น (Dai) ว่า Nuo-ge และลาวเรียกว่า Nok keng ส่วนนกกกนั้นลาวเรียกว่า Nok kok เช่นกัน (Poonswad และ Kemp, 1993) นกเงือกส่งเสียงร้องดังสามารถได้ยินเสียงง่ายและไกล บางชนิดร้องอยู่ใต้เรือนยอดต้นไม้ บางชนิดร้องอยู่เหนือเรือนยอดซึ่งมีความสำคัญมาก

ในการใช้ติดต่อกันเป็นระยะทางไกลๆ (Kemp, 1995) ในการประกาศอาณาเขต หรือใช้ในการติดต่อสื่อสารกับคู่ของนกเอง (Haimoff, 1987)

การศึกษาที่ผ่านมามีการบันทึกเสียงร้องของนกเงือกแต่ละชนิด แล้วนำไปวิเคราะห์ในรูปแบบของ spectrogram เพื่อจำแนกนกเงือกแต่ละชนิด (Kemp และ Crowe, 1985; Kemp, 1988) และใช้เป็นส่วนหนึ่งในการจำแนกอนุกรมวิธานของนกเงือกซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์กับการจัดลำดับกับนกชนิดอื่นๆ ได้ในอนาคต (Payne, 1983) และการศึกษาเสียงร้องของนกควรจะต้องศึกษาควบคู่ไปกับพฤติกรรมที่นกแสดงออกขณะที่ส่งเสียงร้องด้วย เพื่อจะได้นำไปพิจารณาร่วมกับวิวัฒนาการ นิเวศวิทยา และการจัดหมวดหมู่ของนกชนิดนั้นๆ (Oba, 1998) เสียงร้องของนกเงือกยังมีการศึกษาน้อยมาก ดังนั้นการศึกษาวิจัยเสียงร้องของนกเงือกซึ่งเป็นนกชนิดหนึ่งในกลุ่มนกเงือกซึ่งมีขอบเขตการแพร่กระจายกว้างขวาง จะเป็นพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับรูปแบบเสียงร้องต่างๆ ของนกเงือกที่เกี่ยวข้องไปถึงพฤติกรรม และอาจนำไปสู่การศึกษาภาษาท้องถิ่นของนกเงือก หรือความสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์ของนกเงือกชนิดนี้กับนกเงือกชนิดอื่นๆ และเป็นพื้นฐานของการศึกษาในขั้นสูงต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแบบอย่างเสียงร้องของนกเงือก
2. เพื่อจำแนกลักษณะเฉพาะตัวของนกเงือกโดยใช้เสียงร้อง
3. เพื่อเปรียบเทียบเสียงร้องที่แตกต่างกันในพฤติกรรมต่างๆ ของนกเงือก

การตรวจเอกสาร

ลักษณะของนกกก

นกกก นกกาฮัง หรือนกกะวะ มีชื่อ ภาษาอังกฤษว่า Great Hornbill และชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Buceros bicornis* Linnaeus, 1758 เป็นนกที่มีขนาดตัวใหญ่ถึง 130-150 เซนติเมตร (Deignan, 1945) ทั้งเพศผู้และเพศเมียจะมีลักษณะที่คล้ายกันมากแต่เพศเมียจะมีขนาดเล็กกว่าเพศผู้ นกกกมีขนสีขาวและดำ บริเวณลำตัว หน้า คาง และใต้คอมีสีดำ บริเวณหัว คอ หน้าอก กัน และโคนขาเป็นสีขาว ปีกมีสีดำและมีแถบสีขาวยาวพาดกลางปีก ส่วนหางมีสีขาวและมีแถบสีดำคาด มีปากใหญ่และยาวโค้ง ด้านบนปากมีโหนกแข็ง(casque) ทั้งนกเพศผู้และเพศเมีย โหนกแข็งและปากบนมีสีเหลืองสด ที่ทาดด้วยน้ำมันสีเหลืองจากต่อมน้ำมัน (preen oil gland) ซึ่งอยู่ที่โคนหาง โดยนกจะเก็ลือกหัว โหนกแข็งโดยตรงที่ต่อมน้ำมัน และนกใช้ปากคาบน้ำมันป้ายเพื่อตกแต่งส่วนต่างๆ เช่นบริเวณคอ ปีกให้มีสีเหลือง ปลายปากบนมีสีส้มโดยธรรมชาติ ส่วนปากล่างมีสีขาวซึ่งมักแต้มด้วยสีเหลือง นกกกเพศผู้มีสีดำที่ส่วนหน้าของโหนกแข็งบริเวณที่ติดกับปากบน ส่วนเพศเมียไม่มีสีดำตรงบริเวณนี้ เพศผู้มีตาสีแดง และมีหนังเปลือกรอบตา (orbital skin) สีดำ ส่วนเพศเมียมีตาสีขาว และมีหนังเปลือกรอบตาสีแดง (Sanft, 1960; King และ Dickinson, 1975; Medway และ Wells, 1976; Ali และ Ripley, 1987; Lekagul และ Round, 1991; Kemp และ Poonswad, 1993; Poonswad, 1993a)

Sibley และ Monroe (1990); Lekagul และ Round (1991) และ Kemp (1995) ได้จัดลักษณะอนุกรมวิธานของนกกกไว้ดังนี้

Class Aves

Order Bucerotiformes

Family Bucerotidae

Genus Buceros

Species *Buceros bicornis*

Subspecies *Buceros bicornis homrai*

การแพร่กระจาย

ขอบเขตการแพร่กระจายของนกกกกพบได้ตั้งแต่ ประเทศอินเดีย บังคลาเทศ เนปาล ภูฐาน ภาคตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศจีน พม่า ไทย ลาว กัมพูชา เวียดนาม มาเลเซีย และ สุมัตรา (Sanft, 1960; King และ Dickinson, 1975; Ali และ Ripley, 1987; Poonswad, 1993b) ในประเทศไทยพบนกกกกได้ในป่าที่สมบูรณ์เกือบทั่วประเทศ ในป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณ ที่มีความสูงจนถึง 1500 เมตรจากระดับน้ำทะเล สถานภาพของนกกกกในปัจจุบัน คือสัตว์ที่มีแนวโน้มที่ใกล้จะสูญพันธุ์ (Vulnerable) (Poonswad, 1993c; อติศักดิ์ และ คณะ, 2538)

ลักษณะนิสัยทั่วไป

นกกกกมีชีวิตความเป็นอยู่แบบเป็นคู่หรือเป็นครอบครัว บางครั้งก็พบว่าอยู่รวมกันเป็นฝูงตั้งแต่ 20-30 ตัวขึ้นไป พบเป็นฝูงเมื่อนกพากันไปหากินที่ต้นผลไม้หรือที่รวมฝูงนอนในช่วงนอกฤดูทำรัง (Ali และ Ripley, 1970; Poonswad, 1993d) นกใช้เวลาส่วนมากอยู่ที่ต้นผลไม้ นกกกกในป่าที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีอาณาเขตการหากินมากกว่า 18-28 ตารางกิโลเมตร (Poonswad และ Tsuji, 1993) นกกกกเวลาบินจะมีเสียงดังมาก เพราะด้านใต้ของปีกไม่มีขนคลุมใต้ปีก จึงเกิดเป็นช่องโหว่ขึ้น เมื่อเวลานกบินและกระพือปีกไปมาอากาศจะผ่านทะลุปีกทำให้เกิดเสียงดัง นกกกกเป็นนกที่ชอบบินอยู่เหนือเรือนยอดของป่า ขณะเกาะอยู่ตามกิ่งไม้ก็จะกระโดดไปมาตามกิ่งต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว (Kemp และ Poonswad, 1993; Poonswad, 1993c) (ภาพที่ 1)

กลุ่มนกเงือกได้ชื่อว่าเป็นนกที่จับคู่แบบผัวเดียวเมียเดียวจับคู่แบบเพศผู้ 1 ตัวต่อเพศเมีย 1 ตัว (monogamous type) ตลอดชีวิต เมื่อถึงฤดูกาลสืบพันธุ์นกกกแต่ละคู่จะแยกออกจากฝูงเพื่อไปทำรัง (Poonswad, 1993c) และในช่วงต้นฤดูสืบพันธุ์นกกกเพศผู้จะร้องเรียกความสนใจจากนกเพศเมีย โดยการส่งเสียงร้องดังบริเวณต้นผลไม้ กระโดดไปมาตามกิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งเก็บลูกผลไม้ด้วย (Frith และ Douglas, 1978) แล้วนกเพศเมียบักร้องตอบประสานเสียงกันไป ระหว่างที่นกเกี้ยวพาราสีกันนั้น นกเพศผู้จะป้อนอาหารซึ่งส่วนมากเป็นผลไม้ให้เพศเมีย แล้วทั้งคู่จะบินมายังบริเวณรัง บางครั้งนกเพศผู้จะขย่อนอาหารใส่ในโพรงรังด้วย แล้วนกเพศผู้จะร้องอยู่รอบๆโพรงรัง เมื่อนกเพศเมียเข้าโพรงเรียบร้อยแล้ว เพศเมียบักร้องตอบจากข้างในโพรง นกกกกจะป้องกันอาณาเขตที่บริเวณรังในรัศมี 100 เมตร (Poonswad และคณะ, 1983; Poonswad และคณะ, 1987)



ภาพที่ 1 นกกกเพชผู้และเพชเมีย

ฤดูกาลสืบพันธุ์ของนกกก

Poonswad (1993c) รายงานว่าในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ฤดูกาลสืบพันธุ์ของนก กกเริ่มในฤดูแล้ง คือตั้งแต่สิ้นเดือนธันวาคม ถึงเดือนมิถุนายน โดยนกกกทำรังอยู่ในโพรงไม้ที่มี อยู่ในธรรมชาติบนต้นไม้ขนาดใหญ่ และเป็นโพรงรังที่เหมาะสมกับตัวของนกกก โดยนกกกเพศ เมียเริ่มเตรียมรังช่วงสัปดาห์แรกของเดือนมกราคมจนถึงสิ้นเดือน โพรงรังของนกกกส่วนใหญ่ พบอยู่ในต้นยาง (*Dipterocarpus* sp.) ในบริเวณป่าที่สูงจากระดับน้ำทะเล 700 ถึง 850 เมตร (โดยเฉลี่ย 770 เมตร) ต้นรังมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (dbh) 54 ถึง 157 เซนติเมตร (โดยเฉลี่ย 110 เซนติเมตร) โพรงรังอยู่สูงจากพื้นตั้งแต่ 10.5 ถึง 30 เมตร (โดยเฉลี่ย 17 เมตร) (Poonswad, 1994; Poonswad, 1993d) เมื่อนกเพศเมียปิดรังตัวเองอยู่ในโพรงรัง ประมาณ 10 วัน นกจึงจะออกไข่ 1-3 ฟอง และฟักไข่นานประมาณ 6 สัปดาห์ เมื่อลูกนกออกจาก ไข่จนกระทั่งลูกนกออกจากรังใช้เวลา 58-97 วัน ตั้งแต่เริ่มฤดูกาลสืบพันธุ์จนกระทั่งลูกนก ออกจากโพรงรังนกเพศผู้เป็นตัวหาอาหารมาเลี้ยงนกเพศเมียและลูก และนกเพศเมียออกจากรัง เพื่อมาช่วยนกเพศผู้หาอาหารเลี้ยงลูกก่อนที่ลูกนกออกจากรังประมาณ 40 วัน รวมระยะเวลาที่ นกกกทำรังคือเริ่มตั้งแต่นกเพศเมียปิดรังตัวเองอยู่ในโพรงรังจนกระทั่งลูกนกออกจากโพรงรัง ใช้ เวลาโดยเฉลี่ย 120 วัน

การกินอาหารของนกกก

นกกกเป็นนกเงือกที่จัดว่ากินอาหารทั้งพวกผลไม้ และสัตว์ (omnivorous bird) แต่ ส่วนมากนกกกจะกินผลไม้มากกว่าสัตว์ ลักษณะของผลไม้ที่นกกินมี 2 แบบคือ พวกเนื้อนุ่มและ มีเมล็ดมาก เช่นผลไทร (*Ficus* sp.) และพวกที่มีเมล็ดแข็ง โดยนกจะกินเมื่อผลไม้สุกซึ่งจะมีเนื้อ นุ่มแต่ไม่ชุ่มน้ำเช่น สรามะริด (*Cinnamomum subavenium* Miq.) ยางโตน (*Polyalthia viridis* Craib) หว้า (*Syzygium* sp.) กำลังเลียดม้า (*Knema laurina* Warb.) ตาเลื้อย (*Dysoxylum* sp.) เป็นต้น แมลงและสัตว์ที่นกกกกินได้แก่ ตั๊กแตน แมลงปีกแข็ง กิ้งกือ ตะขาบ กิ้งก่า นก งู เป็นต้น (Poonswad, 1993c; Poonswad และคณะ, 1998) วิธีการกินอาหารของนกกกส่วน มากเป็นแบบใช้ปากปลิดผลออกจากขั้ว (plucking) เวลากินจะจัดอาหารไว้ที่ปลายปากแล้วโยน ลงคอ วิธีการกินรองลงมาคือ วิธีใช้ปากกระแทะหรือเคาะเปลือกไม้เป็นหรือเปลือกไม้ตาย เพื่อ หาแมลง (Poonswad และคณะ, 1998)

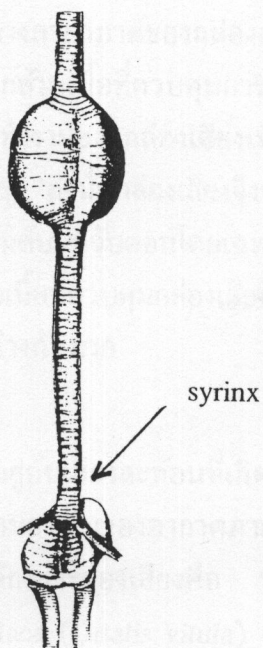
เสียงร้องของนกกก

นกกกมีเสียงร้องดังและก้องมาก เป็นเสียงร้องแบบ กก..กก. ซ้ำกันและซ้ำเป็นจังหวะ (Ali และ Ripley, 1987) และร้องรัวคำว่า ะ (whaa) หรือ ฮูวะ (who-whaa) ซึ่งจะร้องในขณะที่บิน (Frith และ Douglas, 1978; Kemp, 1988) ขณะที่ส่งเสียงร้องจะแสดงท่าทางคือ ตัวตรงและปากชี้ขึ้นขณะเปล่งเสียงร้องแต่ละคำ ปากจะกระดกขึ้นลงในแต่ละคำที่ส่งเสียงออกไป (Ali และ Ripley, 1987) และบ่อยครั้งจะได้ยินเสียงร้องประสานกันทั้งเพศผู้และเพศเมีย และสามารถได้ยินไปไกลถึง 800 เมตรในป่า ส่วนลูกนกส่งเสียงร้องแหลมเบาๆ (Tickell, 1864) ลูกนกที่อยู่ในรัง เมื่อโตขึ้นจะเปล่งเสียงร้องแหบๆเพื่อขออาหาร ลูกนกที่เกิดในสวนสัตว์เมื่ออายุ 70 วัน จะเปล่งเสียงออกจากลำคอเบาๆ (Choy, 1980) เพศเมียจะทำเสียงคำรามขณะป้องกันอาณาเขตบริเวณรัง (Davidson, 1891)

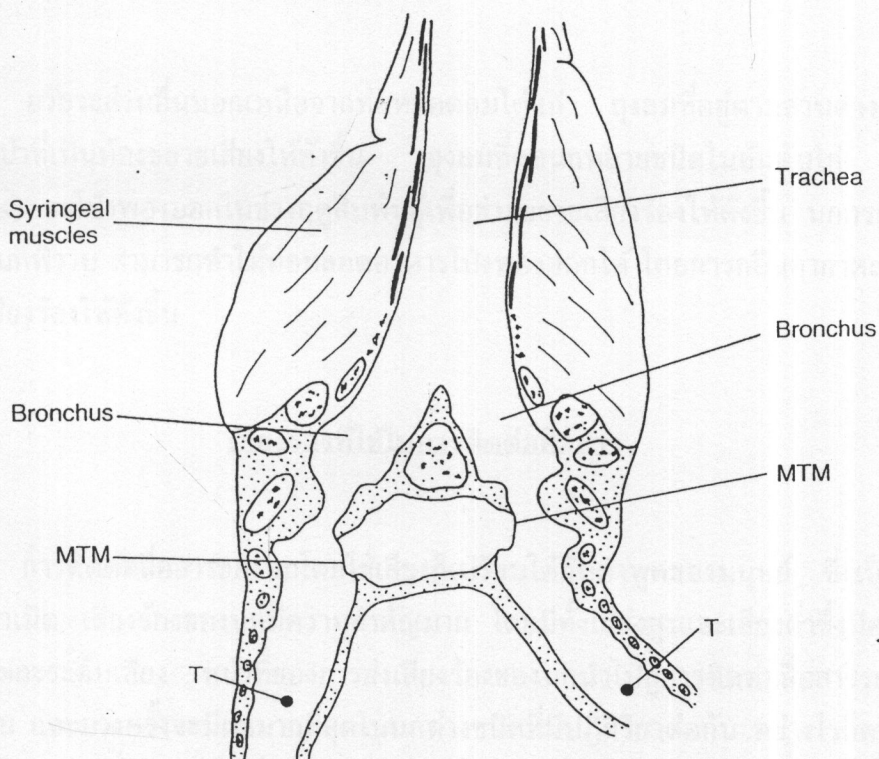
แหล่งกำเนิดเสียงในตัวนก

นกใช้อวัยวะพิเศษในการทำเสียงที่เรียกว่า กระบอกเสียงไซริงซ์ (syrinx) โดยทำหน้าที่คล้ายกับกล่องเสียงของมนุษย์คือ ลาริงซ์ (larynx) แต่ตำแหน่งบนท่อหลอดลมจะแตกต่างกันคือ ไซริงซ์ของนกอยู่ที่ส่วนท้ายสุดของท่อหลอดลมตรงส่วนที่ท่อหลอดลมจะแยกเป็นท่อ 2 ท่อของหลอดลมสาขา (bronchus) ซ้ายและขวา (ภาพที่ 2) ส่วนกล่องเสียงของคนอยู่ที่ส่วนต้นของหลอดลม

กล่องเสียงและท่อหลอดลมทำให้อากาศที่ผ่านเข้าออกกระทบกับแผ่นเยื่อบาง (Medial Tympaniform Membranes = MTM) ที่มีอยู่ 1-2 คู่ เกิดการสั่นสะเทือนและทำให้เกิดเสียงขึ้นมา นกอันดับนกจับคอน (Passerine) ขนาดเล็ก จะมีแผ่นเยื่อบางนี้ทำให้เกิดเสียงเพียงคู่เดียว แต่นกขนาดใหญ่และนกในอันดับอื่นๆมีแผ่นเยื่อบาง 2 คู่ทำหน้าที่ร่วมกัน นอกจากนี้ ความตึง ความหนา และความกว้างของแผ่นเยื่อ ความกดดันของอากาศจากถุงลมและจากภายในปอดตลอดจนการทำงานของกล้ามเนื้อทำให้แผ่นเยื่อมีความตึงแตกต่างกัน เสียงที่เกิดขึ้นจึงมีระดับที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 3) (Catchpole และ Slater, 1995)



ภาพที่ 2 ตำแหน่งของกระบอกเสียงไซริงซ์ (syrinx) ในนก
ที่มา : McLelland (1989)



ภาพที่ 3 ลักษณะของกระบอกเสียงไซริงซ์ (syrinx) ในนก
ที่มา : Catchpole และ Slater (1995)

นกต่างชนิดกันจะมีลักษณะทางกายวิภาคของกล่องเสียงและมีหน้าที่ของกล่องเสียงแตกต่างกัน และที่สำคัญที่สุดคือจำนวนกล้ามเนื้อที่ควบคุมการทำงานของแผ่นเยื่อและกระดูก โดยทั่วไปนกโบราณมีกล้ามเนื้อควบคุมการทำงานของกล่องเสียงเพียงไม่กี่คู่ โครงสร้างของกล่องเสียงเป็นแบบธรรมดาโดยเฉพาะนกขนาดใหญ่ ดังนั้นกล่องเสียงจึงเป็นเพียงทางผ่านของอากาศเท่านั้น แต่นกในอันดับที่เจริญขึ้นมา คือ นกอันดับนกจับคอน โดยเฉพาะกับนกในอันดับย่อยออสซินส์ กล่องเสียงจะมีความซับซ้อนมากขึ้นและกล้ามเนื้อที่ควบคุมกล่องเสียงก็เพิ่มมากขึ้นเป็น 5-9 คู่ ดังนั้นเสียงร้องที่เกิดขึ้นจึงมีระดับเสียงที่แตกต่างกันมาก

คุณภาพของเสียงร้องอาจขึ้นอยู่กับเสียงสะท้อนที่เกิดขึ้นภายในท่อหลอดลมที่ขดอยู่ภายในกระดูกหน้าอก โดยเกิดขึ้นจากความกดดันของอากาศภายในท่อหายใจ ความยาวและความกว้างของท่อหลอดลมจะมีอิทธิพลต่อลักษณะของเสียงคือ ท่อหลอดลมยาวและกว้างทำให้เกิดเสียงลึกและต่ำ เช่น นก Plain Chachalaca (*Ortalis vitula*) ตัวเต็มวัยเพศผู้ มีท่อหลอดลมยาวกว่าของนกเพศเมียและนกวัยอ่อน ดังนั้นเสียงร้องของนกเพศผู้จึงมีระดับเสียงต่ำ ส่วนนกที่มีท่อหลอดลมสั้นและแคบทำให้เกิดเสียงแหลมและสูง เช่น นกกระเรียน และหงส์ (วีรยุทธ์, 2528)

อวัยวะส่วนอื่นนอกเหนือจากท่อหลอดลมได้แก่ ถุงลมที่อยู่ตามส่วนต่างๆ ของร่างกายซึ่งทำหน้าที่เป็นห้องขยายเสียงให้ดังขึ้น ถุงลมที่คอนกหลายชนิดในอันดับไก่ (Order Galliformes) จะโป่งพองออกในช่วงฤดูสืบพันธุ์เพื่อช่วยขยายเสียงร้องให้ดังขึ้น นกกระจอกเทศ นกยางไฟ นกพิราบ สามารถทำให้ท่อหลอดอาหารโป่งพองออกได้ โดยการกลืนอากาศเข้าไปเพื่อช่วยขยายเสียงร้องให้ดังขึ้น

เสียงร้องที่ใช้ในการติดต่อสื่อสาร

การติดต่อสื่อสารของนกโดยใช้เสียงก็เปรียบได้กับคำพูดของมนุษย์ ซึ่งเป็นกลไกที่เป็นมาแต่กำเนิด เสียงร้องของนกมีความสำคัญมาก โดยมีทั้งเสียงสูงและเสียงต่ำซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละระดับเสียง หน้าที่ของการส่งเสียงร้องของนกนำไปสู่การติดต่อสื่อสารระหว่างนกชนิดเดียวกัน และบางครั้งจะมีผลมากที่สุดใ้ในนกต่างชนิดที่มีปฏิกิริยาต่อกัน อย่างไรก็ตามการส่งเสียงร้องของนกเป็นเรื่องธรรมดาทั่วไปโดยเฉพาะในช่วงฤดูกาลสืบพันธุ์ เพราะช่วงนี้นกบางชนิดจะมีการเกี้ยวพาราสี (courtship display) โดยนกเพศผู้จะส่งเสียงร้องเพื่อเกี้ยวพาราสี (วีรยุทธ์,

2528) และยังเป็นการประกาศอาณาเขต (territory) ซึ่งอาจเป็นพื้นที่สำหรับการเกี้ยวพาราสีหรือบริเวณทำรังด้วย

เสียงร้องของนกจำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) เสียงร้องติดต่อ (call) จะเป็นเสียงสั้นและเป็นเสียงร้องง่ายๆ ไม่ซับซ้อน ซึ่งทั้งสองเพศจะส่งเสียงร้องชนิดนี้ตลอดปี และ 2) เสียงร้องเพลง (song) เป็นเสียงร้องยาวมีความซับซ้อน มักจะร้องโดยนกเพศผู้ในช่วงฤดูการสืบพันธุ์ (Catchpole, 1979)

เสียงร้องติดต่อ (call)

นกจำนวนมากติดต่อกันโดยใช้ความหมายของเสียงร้องชนิดนี้ เสียงร้องติดต่อเกิดขึ้นจากการเปล่งเสียงออกมาจากกระบอกเสียง แต่เป็นเสียงร้องที่สั้นและง่ายกว่าเสียงร้องเป็นเพลง ในระหว่างวันหนึ่งๆ เสียงร้องติดต่อมีความสำคัญมากกว่าเสียงร้องเพลง เมื่อการติดต่อกันระหว่างนกหรือในระหว่างรูปแบบพฤติกรรมต่างๆ ความถี่ของเสียงร้องจะมีความผันแปรสามารถเปล่งให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ ซึ่งบางครั้งก็จะเกิดขึ้นในขณะที่นกกำลังส่งเสียงร้อง และบางครั้งก็มีเสียงตอบกลับ (reaction) มาของนกตัวอื่นในขณะที่มีการส่งเสียงออกไป เสียงร้องติดต่อเป็นเสียงที่มีความสำคัญในกลุ่มสมาชิกชนิดเดียวกัน และผลของปฏิกิริยาตอบโต้มาจะมีความแตกต่างกันแล้วแต่เหตุการณ์ เสียงร้องประเภทนี้มีข้อดีคือ ช่วยในการจดจำกันในแต่ละตัว และจดจำคู่ของมันเมื่อฤดูการสืบพันธุ์เวียนกลับมาอีกครั้งในแต่ละปี (Burt, 1967) เสียงร้องติดต่อก่อนกยังใช้ในการต่อสู้หรือแสดงความไม่พอใจ เสียงตะโกนในขณะที่มีศัตรูปรากฏขึ้น (Catchpole, 1979)

ส่วนลูกนกก็มีเสียงร้องที่พิเศษออกไป เช่น เสียงร้องขออาหารจากพ่อแม่ และในบางครั้งเสียงร้องติดต่อนี้จะมีผลและก่อให้เกิดการติดต่อสื่อสารกับสัตว์ชนิดอื่น ๆ ด้วย เช่น นกพรวนผึ่งในแอฟริกา (*Indicator indicator*) จะมีเสียงพิเศษและมีพฤติกรรมที่จะนำมนุษย์ และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิดไปยังรังผึ่ง เช่นเดียวกับผู้ล่าที่จะต้องมีการเรียนรู้เพื่อติดตามเสียงนก และในที่สุดก็จะพบเหยื่อถ้าการติดต่อสื่อสารทำงานได้ผล (Catchpole, 1979) นอกจากนี้เสียงร้องติดต่อนี้ยังใช้ในการร้องเตือนภัย ตัวอย่างเช่น นกแว่นตาขาว (White-eyes) ที่พบในนิวซีแลนด์ ในขณะที่กำลังป้อนอาหารให้ลูกนกหากนกมองเห็นแมวจะร้องเสียงดัง เสียงร้องนี้จะทำให้นกทุกตัวที่อยู่ในบริเวณนั้นได้บินหนีออกไปทันที (Burt, 1967)

เสียงร้องที่จัดว่าเป็นเสียงร้องติดต่ออาจจำแนกได้เป็น 1) เสียงร้องแสดงความทุกข์ (distress call) 2) เสียงร้องเตือนภัย (alarm call) 3) เสียงร้องแสดงความก้าวร้าว (aggressive call) 4) เสียงร้องเพื่อการติดต่อรวมฝูง (flocking call) 5) เสียงร้องที่ใช้ในการจดจำกันในแต่ละตัว (individual recognition) และ 6) เสียงร้องประสานกัน (duetting call)

1. เสียงร้องแสดงความทุกข์ (distress call) เป็นเสียงร้องติดต่อของนกที่เปล่งออกมาในระหว่างที่มีการต่อสู้ เช่นในกรณีที่นกถูกจับโดยผู้ล่า หรือเสียงที่แสดงความไม่พอใจ เมื่อถูกผู้ล่าจับตัว หรือเสียงร้องเกิดขึ้นในขณะที่ต่อสู้กันเพื่อการเอาตัวรอดของเหยื่อ

2. เสียงร้องเตือนภัย (alarm call) นกจะส่งเสียงร้องในขณะที่มีศัตรูปรากฏขึ้น จะมีลักษณะเป็นเสียงตะโกนซึ่งมักจะเปล่งเสียงดังนัยอย่างชัดเจนในขณะที่มองเห็นศัตรู และเสียงนี้จะสามารถสื่อสารหรือบอกกับนกในพวกเดียวกันให้รู้ว่ามีศัตรูเข้ามาใกล้ เสียงร้องเตือนภัยบางครั้งอาจบอกประเภทของอันตรายได้ เช่น ไก่บ้านมีเสียงร้องเตือนภัย 2 รูปแบบ ถ้าเป็นเสียงร้องสั้นและร้องถี่หลาย ๆ ครั้ง เช่น ก๊อก ก๊อก ก๊อก เป็นอันตรายที่มาจากบนพื้นดิน เช่น คน หรือสุนัข หรือสัตว์อื่น ถ้าเป็นเสียงร้องดังแหลมลึกและเป็นเสียงร้องยาวคือ ต้าก เป็นอันตรายที่มาในอากาศ เช่น เหยี่ยว (วีรยุทธ์, 2528)

3. เสียงร้องแสดงความก้าวร้าว (aggressive call) เป็นเสียงร้องที่เมื่อนกส่งเสียงร้อง นกจะแสดงท่าทางประกอบด้วย ท่าทางหรือพฤติกรรมของนกแต่ละชนิดที่นกแสดงออกมาไม่เหมือนกัน เช่นนกบางชนิดจะตั้งหัวตรงขึ้นไปข้างหน้าหรือก้มหัวลงปากชี้ลงข้างล่าง ซึ่งเป็นท่าที่เตรียมพร้อมที่จะเข้าปะทะ หรือกางปีกออกแล้วหุบลงแนบกับลำตัว แต่นกบางชนิดก็ผิงหัวขึ้นลง และบางครั้งนกจะกางปีกออกเพื่อโชว์จุดสีที่เด่นชัดใต้ปีก เช่นในกรณีของนก Red-winged Blackbird นกจะแผ่ขยายปีกออกเพื่อโชว์จุดสีแดงใหญ่ใต้ปีกในขณะที่ส่งเสียงร้อง (Burtt, 1967)

4. เสียงร้องเพื่อการติดต่อรวมฝูง (flocking call) นกจะส่งเสียงร้องเพื่อการรวมฝูง เมื่อนกไม่สามารถมองเห็นพวกเดียวกันได้ เช่น นกปรอดสวน (*Pycnonotus blanfordi*) ชอบหากินร่วมกัน 2-4 ตัว ถ้านกปรอดสวนหากินหรือเกาะที่โดดเด่นเช่นบนยอดไม้ หรือยอดเสาไฟฟ้าจะไม่ส่งเสียงร้องเลย แต่ถ้าหากินหรือเกาะอยู่ในพุ่มไม้จะส่งเสียงร้องตลอดเวลา ส่วนนกเป็ดแดง (*Dendrocygna javanica*) ที่ออกหากินเวลากลางคืนและพักผ่อนหลับนอนในเวลากลางวัน เมื่อถึงเวลาพลบค่ำนกเป็ดแดงจะบินออกไปหากินร่วมกันเป็นฝูง ขณะที่บินร่วมทางไปด้วยกันนั้น นกเป็ดแดงจะส่งเสียงร้องตลอดเวลาจนถึงแหล่งหากิน (Quaintance, 1938)

5. เสียงร้องที่จัดจำกันในแต่ละตัว (individual recognition) เสียงร้องนี้มีประโยชน์มากในกรณีที่นกอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (colony) เช่นเมื่อเวลาพ่อแม่แม่มากกลับมาป้อนอาหารให้ลูกนกในรัง โดยพ่อแม่แม่มักจะส่งเสียงร้องพิเศษก่อนที่ลงเกาะที่บริเวณรังเพื่อเป็นสัญญาณบอกลูกนก Tschanz (1968) ได้ทำการศึกษา นกGuillemot (*Uria aalge*) ซึ่งเป็นนกทะเลอยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ บันทึกเสียงพ่อแม่แม่มากในช่วงที่มีการเลี้ยงลูก และนำไปเปิดให้ลูกนกกรังนั้นฟังในช่วงที่พ่อแม่แม่มักไม่อยู่ปรากฏว่าลูกนกตอบรับโดยร้องขออาหาร แต่ถ้านำไปเปิดให้ลูกนกกรังอื่นฟัง ลูกนกจะหลบซ่อนตัวทันที

6. เสียงร้องประสานกัน (duetting call) เสียงร้องประสานกันระหว่างนกเพศผู้และนกเพศเมียมีจุดประสงค์ของการร้องเพื่อเป็นการยืนยันคู่ของตัวเอง หรือเพื่อป้องกันอาณาเขต การสืบพันธุ์ร่วมกัน โดยนกเพศผู้จะส่งเสียงร้องก่อนแล้วนกเพศเมียร้องตามโดยเสียงร้องนี้จะมีรูปแบบคล้ายคลึงกัน หรือเหมือนกัน ฟังดูคล้ายเสียงเดียวกัน (Armstrong, 1973) หรือเป็นเสียงร้องที่มีรูปแบบของเสียงแตกต่างกันหลายแบบ โดยเฉพาะนกในเขตร้อน เช่น นกAfrican Shrikes (*Laniarius erythrogaster*) นกเพศผู้จะส่งเสียงร้อง 1 ประโยคโดยแต่ละคำจะมีรูปแบบของเสียงแตกต่างกัน แล้วนกเพศเมียก็จะร้องตามเมื่อนกเพศผู้ร้องจบประโยค (Catchpole, 1979)

การส่งเสียงร้องประสานกันเป็นสัญลักษณ์ที่อาจบ่งบอกถึงลักษณะการจับคู่ของนกได้อีกด้วย Farabaugh (1982) ศึกษาการร้องประสานกันของนกแล้วพบว่า นกที่ส่งเสียงร้องประสานกันตลอดปีส่วนมากเป็นนกที่จับคู่แบบเพศผู้ 1 ตัวต่อเพศเมีย 1 ตัว (monogamy) โดยนกจะร้องยืนยันกันในคู่ตลอดไป และเสียงร้องประสานกันยังเป็นการบ่งชี้ของการยืนยันคู่ที่ยาวนานโดยเฉพาะนกที่อาศัยอยู่ในป่าที่หนาทึบและมีความหลากหลายทางธรรมชาติสูงอย่างเช่นในป่าดิบชื้น (Hooker และ Hooker, 1969) ส่วนในกรณีของนกHouse Wren (*Troglodytes aedon*) ในแคนาดาซึ่งเป็นเขตอบอุ่น นกจะไม่ร้องเสียงประสานกัน และเป็นนกที่มีการจับคู่แบบเพศผู้ 1 ตัวต่อเพศเมียหลายตัว (polygamy) (Farabaugh, 1982)

เสียงร้องเพลง (song)

นกที่ส่งเสียงร้องเป็นเพลง (song) ส่วนมากจะเป็นนกเพศผู้ที่อยู่ในระหว่างฤดูสืบพันธุ์ การร้องเพลงเกิดขึ้นจากการฝึกหัดร่วมกับพันธุกรรม เสียงร้องชนิดนี้เป็นเสียงที่มีความซับซ้อนโดยมีระดับเสียงที่แตกต่างกัน และมีความผันแปร (variation) มาก Marler และ Hamilton

(1966) ได้ศึกษาความผันแปรของเสียงร้องเพลงของนก Hermit Thrush (*Hylocichlo guttata*) และพบว่ามียรูปแบบเสียงร้องเพลงที่แตกต่างกันถึง 13 เสียง นก Corolina Wren (*Thryothorus ludovicianus*) มีเสียงร้องเพลงถึง 22 เสียง และพวกนกกระจอก (sparrow) จะมีเสียงร้องเพลงตั้งแต่ 6 ถึง 20 เสียง

นกจะส่งเสียงร้องเพลงเพื่อให้เกิดผลสองประการคือ ประการแรกเพื่อประกาศอาณาเขต (territory song) เมื่อนกเพศผู้อยู่ในบริเวณอาณาเขตของตนเองก่อนที่จะมีการสร้างรังนกจะร้องเพลงก่อนและมีการแสดงท่าทางประกอบ ส่วนประการที่สอง เป็นเสียงร้องเพื่อการเกี้ยวพาราสี (courtship song) เสียงนี้ไปมีผลในการดึงดูดความสนใจของเพศเมียที่นกเพศผู้ต้องการผสมพันธุ์ ถ้าเสียงร้องนี้ประสบผลสำเร็จนกเพศเมียก็จะมาหานกเพศผู้ และทั้งสองจะช่วยกันสร้างรังและให้กำเนิดลูกอ่อนออกมา และนกบางชนิดเพศเมียส่งเสียงร้องเพลง (female song) ในช่วงที่มีการเกี้ยวพาราสี (Burt, 1967 ; Hinde, 1970 ; Armstrong, 1973 ; Catchpole, 1979) การส่งเสียงร้องเพลงของนกนั้นมีจุดมุ่งหมายที่สามารถจำแนกออกไปได้ 2 แบบคือ

1. เสียงร้องเพื่อการเกี้ยวพาราสี (courtship song) นกจะส่งเสียงร้องบ่อยมากในช่วงฤดูกาลสืบพันธุ์ (breeding season) เป็นเสียงที่นกเพศผู้ร้องในระหว่างที่มีการเกี้ยวพาราสี เพศเมียเพื่อที่จะดึงดูดนกเพศเมียให้เข้ามาเพื่อผสมพันธุ์ บางครั้งเสียงร้องชนิดนี้อาจจะคล้ายกับเสียงร้องประกาศอาณาเขต แต่เสียงร้องเพื่อการเกี้ยวพาราสีนี้เป็นเสียงร้องเบาๆ เป็นบทเพลงสั้นๆ และไพเราะกว่า ซึ่งจะร้องพร้อมกับพฤติกรรมการบินเป็นระยะสั้นๆ เหนือนกเพศเมีย หรือนกเพศผู้จะหมอบราบและกางปีกออกให้กว้าง หากประสบความสำเร็จนกเพศผู้จะร้องเพลงที่ไพเราะกว่าตอนที่ประกาศอาณาเขตและจะลดเสียงลงตามลำดับ เสียงร้องเพลงของนกเพศผู้ในระหว่างที่มีการผสมพันธุ์นั้น นกเพศผู้จะส่งเสียงร้องเพลงบ่อยมากที่สุดช่วงที่มีการสร้างรัง (nest-building stage) และความบ่อยของการร้องจะลดลงในระหว่างที่มีการฟักไข่ (incubation) และช่วงการเลี้ยงดูลูกอ่อน (nestling stage) (Logan, 1983) Krebs และคณะ (1981) ได้ศึกษานก Great Tits (*Parus major*) พบว่านกเพศผู้จะร้องเพลงบ่อยขึ้นเมื่อนกเพศเมียเข้ามาใกล้และจะยิ่งร้องถี่มากขึ้นในระหว่างที่จับคู่ และจะร้องเพลงน้อยในช่วงก่อนและหลังที่นกจับคู่

ในช่วงที่มีการสร้างรังนั้นส่วนใหญ่แล้วนกเพศเมียจะเป็นผู้สร้างรัง โดยมีนกเพศผู้เกาะอยู่ใกล้ๆ และร้องเพลงเหมือนเป็นการเร่งเร้าให้นกเพศเมียสร้างรังให้เสร็จโดยเร็ว นกบางชนิดนกเพศผู้จะหาอาหารมาป้อนนกเพศเมียในขณะที่นกเพศเมียกำลังสร้างรัง และนกบางชนิดเพศผู้จะเป็นผู้สร้างรัง เมื่อสร้างเสร็จสมบูรณ์และเหมาะสมดีแล้วจะร้องเพลงเชิญชวนนกเพศเมียให้เข้ารัง เมื่อนกเพศเมียเข้ารังแล้วก็จะวางไข่ ในช่วงนี้การร้องเพลงจะลดลงเพื่อลดการดึงดูด

ศัตรูผู้ล่า นกบางชนิดเพศเมียจะร้องตอบคู่ของมันด้วยเสียงต่ำๆขณะอยู่ในรัง เช่น นกWrens และนกขุนแผน (Trogon) (Skutch, 1942)

นกในเขตร้อน (Tropic zone) จะมีการยืนยันคู่ของตัวเองมากกว่าหนึ่งฤดูกาล คือ เมื่อฤดูกาลสืบพันธุ์เวียนกลับมาอีกครั้ง นกจะจับคู่เดิมแต่จะร้องเกี่ยวพาราสีในรูปแบบคล้ายๆ กันอีกเพื่อเป็นการกระตุ้นวงจรการสืบพันธุ์อีกครั้งหนึ่ง เสียงร้องเพลงจึงสามารถใช้ในการบ่งบอกลักษณะเฉพาะตัว (individual identification) ของนก ซึ่งเสียงเพลงจะไปมีผลกับคู่ของนก และจะเป็นประโยชน์ในการจดจำคู่ได้ถูกต้อง การร้องเพลงในขณะที่นกเพศผู้ดูแลนกเพศเมียในรัง (feeding song) ยังช่วยกระตุ้นให้ลูกนกออกจากไข่ และนกบางชนิดเช่น นกHick's Seedeater (*Sporophila americana*) จะส่งเสียงร้องถี่ขึ้นเพื่อกระตุ้นให้ลูกนกออกจากไข่ เมื่อพ่อแม่ไปหาอาหารกลับมาป้อนอาหารลูกนกจะจดจำเสียงร้องของพ่อแม่ได้ ในบางครั้งพ่อนกบางชนิดจะร้องเพลงเพื่อกระตุ้นให้ลูกนกออกบินจากรังเมื่อลูกนกโตพอสมควรแล้ว (Armstrong, 1973)

นกเพศเมียบางชนิดจะร้องเพลง (Female song) ในขณะที่มีการเกี่ยวพาราสี นกมีฮอร์โมนที่ควบคุมเสียงร้องคือ testosterone ปกติในเพศเมียมีระดับของฮอร์โมนนี้ต่ำ แต่เมื่อใดที่ระดับฮอร์โมนนี้สูงขึ้นเพศเมียก็จะเปล่งเสียงร้องเพลงออกมา Cunningham และ Baker (1983) ได้ทดลองโดยให้ฮอร์โมน testosterone แก่นกWhite-crowned Sparrows (*Zonotrichia leucophrys*) เพศเมียที่เลี้ยงไว้ปรากฏว่านกเพศเมียเรียนรู้และส่งเสียงร้องเหมือนคู่ของมัน

นกเพศเมียบางชนิดมีระดับฮอร์โมน testosterone สูงจะร้องเพลงในช่วงที่เกี่ยวพาราสี ซึ่งมักพบในนกชนิดที่เพศเมียเป็นตัวชักชวนให้เพศผู้เข้ามาผสมพันธุ์ เช่น นกRed-winged Blackbird (*Agelaius phoeniceus*) จากแถบอเมริกาเหนือ นกเพศเมียจะร้องเพลงเป็นเรื่องปกติ โดยเพศเมียจะร้องเพลงตลอดฤดูกาลสืบพันธุ์ นอกจากนี้ Beletsky (1983) พบว่า เสียงร้องเพลงของนกชนิดนี้มีรูปแบบที่แตกต่างจากเสียงร้องเพลงของนกเพศผู้ เสียงร้องของนกเพศเมียเป็นเสียงที่เปล่งออกมาในขณะที่นกเพศเมียต้องการให้นกเพศผู้รับรู้ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการติดต่อสื่อสารระหว่างคู่ และเมื่อนกเพศเมียต้องการตอบสนองกลับต่อเสียงร้องของนกเพศผู้ นกเพศเมียก็จะเปล่งเสียงร้องออกไป แต่ถ้ามีนกเพศเมียตัวอื่นปรากฏตัวขึ้นนกเพศเมียตัวนั้นก็จะเปล่งเสียงร้องที่แตกต่างกันพร้อมกับแสดงพฤติกรรมก้าวร้าว

2. เสียงร้องเพื่อการประกาศอาณาเขต (Territorial song) เสียงร้องของนกในลักษณะนี้ส่วนมากมักจะมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมที่ใช้รุกไล่ศัตรูในช่วงฤดูกาลสืบพันธุ์ ซึ่งเป็นบทบาทที่สำคัญของนกเพศผู้และเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายที่สำคัญ 2 ประการคือ การประกาศ

อาณาเขต และในขณะเดียวกันก็ดึงดูดนกเพศเมียเพื่อการผสมพันธุ์ด้วย นอกจากนี้ยังอาจจะมีพฤติกรรมอื่นๆตามมามากมาย เช่นในการขับไล่คู่แข่ง หรือนกเพศผู้ตัวอื่นๆเพื่อแย่งชิงเพศเมียกัน ซึ่งเสียงร้องเพลงนี้จะมีความสำคัญมากในวัยเจริญพันธุ์ของนกเพื่อดึงดูดเพศตรงข้าม (sexual attraction) แต่อย่างไรก็ตามหน้าที่ของเสียงร้องเพื่อการประกาศอาณาเขตนอกจากเพื่อดึงดูดเพศเมียแล้วเมื่อหลังจากที่นกจับคู่แล้วนกก็ยังคงส่งเสียงร้องเพลงเพื่อประกาศอาณาเขตต่อไป เป็นการแสดงอาณาบริเวณการผสมพันธุ์ดังเช่น นก Reed Warblers (*Acrocephalus scirpaceus*) เพศผู้จะส่งเสียงร้องเพลงตลอดทั้งวันและทุกวันจนกว่าจะมีนกเพศเมียเข้ามา เมื่อจับคู่กันแล้วการร้องเพลงของนกเพศผู้ก็จะลดน้อยลง เหลือเพียงร้องเพลงในตอนเช้าตรู่และตอนหัวค่ำ ทั้งนี้เพื่อเป็นการประกาศอาณาเขตซึ่งจะดำเนินต่อไปเรื่อย ๆ จนเสร็จสิ้นฤดูกาลสืบพันธุ์ ส่วนนก Sedge Warbler (*Acrocephalus schoenobaenus*) ในช่วงแรกนกเพศผู้จะร้องเพลงบ่อยมากเพื่อดึงดูดนกเพศเมียเหมือนกับนกชนิดแรก แต่ถ้าไม่ประสบความสำเร็จภายในระยะเวลาหนึ่งนกเพศผู้ก็จะไม่ร้องเพลงอีก (Catchpole, 1973)

การวิเคราะห์เสียงร้องของนก

การศึกษาเสียงร้องของนกมีมานานกว่า 65 ปีมาแล้ว ในสมัยก่อนจะเป็นเพียงการบันทึกเสียงร้องของนกแล้วนำมาวิเคราะห์หาจังหวะและระดับเสียงเท่านั้น ต่อมาจึงมีการพัฒนาเทคนิคต่างๆมากยิ่งขึ้น เพราะว่านกแต่ละชนิดมีเสียงร้องหลายรูปแบบในตัวเอง จึงมีหลักในการศึกษาอยู่ 2 ประการ คือ ประการแรก ในการวิเคราะห์เสียงนั้นสิ่งที่สำคัญคือต้องเข้าใจโครงสร้างของประชากรนั้นๆ เปรียบเทียบเสียงเดียวกันจากแต่ละส่วนเพื่อใช้แยกกลุ่มประชากรออกจากกัน เช่น ความแตกต่างของเสียงในแต่ละท้องถิ่น คือนกชนิดเดียวกันแต่อยู่คนละพื้นที่ และเปรียบเทียบเสียงระหว่างประชากรเพื่อแยกชนิดนกออกจากกัน ประการที่สอง ศึกษาหน้าที่ของเสียงร้องในกลุ่มนั้นๆ เช่น การจดจำกันในแต่ละตัว อายุ เพศ คู่ของนกแต่ละคู่ วิธีการที่สำคัญคือต้องจับติดเครื่องหมาย หรือศึกษาในพื้นที่เฉพาะของนก เช่นที่บริเวณรัง หรือบริเวณอาณาเขต (Kemp, 1998)

หลักที่สำคัญของการวิเคราะห์เสียงร้องของนกโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่างๆ คือ ต้องกำหนดตัวแปรในการวิเคราะห์ข้อมูลเช่น ความถี่ (frequency) ช่วงเวลาของแต่ละคำ (duration) ช่วงห่างของแต่ละคำ (interval) ฮาร์โมนิค (harmonic) และอื่นๆ และสิ่งที่สำคัญคือโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆเหล่านี้ เช่น โปรแกรม Canary version 1.2 ที่ต้องทำงานบนเครื่องแมคอินทอช โปรแกรม Avisoft-sonograph Pro 2.3 ทำงานบนเครื่อง PC,

DM98-DM2298 หรือ Signal และเครื่องวิเคราะห์เสียงแบบ Kay DSP Sona-graph เป็นต้น (Kemp, 1998)

การวิเคราะห์เสียงร้องของนกทั่วไป

Espmark และ Lampe (1993) ศึกษาเสียงร้องของ นกPied Flycatcher (*Ficedula hypoleuca*) บันทึกเสียงร้องของนกเพศผู้ 117 ตัว ในช่วงก่อนที่นกจะจับคู่กัน ระหว่างที่นกสร้างรัง ระหว่างที่นกวางไข่ ฟักไข่ และนอกฤดูการสืบพันธุ์ พบว่า ช่วงก่อนที่นกจะจับคู่ นกส่งเสียงร้องบ่อยและมีจำนวนคำ (syllables) มาก แต่พอนกจับคู่แล้วนกจะร้องน้อยลงและจำนวนคำที่นกเปล่งออกไปลดจำนวนลงด้วย ช่วงเวลาที่ร้องก็สั้นกว่าช่วงที่นกไม่ได้จับคู่ นกแต่ละตัวมีความแตกต่างกันของจำนวนคำ ช่วงห่างของเวลา ความยาวของบทเพลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Hausberger และคณะ (1994) ศึกษาเสียงร้องแบบ loud call ของ Barnacle Goose (*Branta leucopsis*) พบว่านกเพศผู้ใช้เสียง loud call มากที่สุด และเปรียบเทียบช่วงเวลาของแต่ละคำ ค่าความถี่แรก ค่าสูงสุดของช่วงคลื่น (maximun amplitude) ของนกแต่ละตัวนั้น ผลปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันมากนักระหว่างนกแต่ละตัว ยกเว้นค่าสูงสุดของช่วงคลื่นที่มีความแตกต่างกันระหว่างนกแต่ละตัว

Mierauskas และ Buzun (1988) ศึกษาขนานนกหัวดำใหญ่ Great black-headed Gull (*Larus ichthyaetus*) 2 ช่วงฤดูกาลสืบพันธุ์พบว่านกมีเสียงร้อง 8 รูปแบบเสียงคือ 1) long call มี 5-8 ฮาร์โมนิค ร้องเมื่อมีการป้องกันอาณาเขตพร้อมทั้งแสดงพฤติกรรมก้าวร้าว 2) note call มี 7-8 ฮาร์โมนิค เป็นเสียงร้องที่ใช้ตลอดปี ใช้ติดต่อระหว่างกลุ่มในขณะที่ยินรวมกัน 3) mew call เป็นเสียงที่นกใช้ช่วงฤดูกาลสืบพันธุ์ 4) alarm call เป็นเสียงร้องจังหวะสั้นๆ นกเปล่งเสียงร้องออกมาในขณะที่มีศัตรูเข้ามาใกล้ 5) choking call ใช้ในช่วงฤดูกาลสืบพันธุ์เช่นกัน 6) food begging call มีฮาร์โมนิคชัดเจนกว่าทุก ๆ แบบ ใช้สื่อสารกันในช่วงก่อนหรือหลังฤดูกาลสืบพันธุ์ 7) copulation call นกเพศผู้ร้องในขณะที่ผสมพันธุ์กับนกเพศเมียและ 8) landing call นกเปล่งเสียงร้องขณะที่บินอยู่ในอากาศและร้องจบเมื่อนกบินลงมาถึงรัง หรือถึงพื้น ซึ่งเสียงร้องทั้ง 8 แบบนี้มีขอบเขตของความถี่อยู่ในช่วง 250-5300 เฮิรตซ์

Oba (1996) ศึกษาขนาน Japanese Brown Hawk Owl (*Ninox scutulata japonica*) โดยใช้เครื่องบันทึกเสียงแบบ Nagra 4.2 และวิเคราะห์เสียงด้วยเครื่อง Kay Sonograph 6061B

ที่มีความถี่อยู่ในช่วง 80-8000 เฮิรตซ์ และใช้ตัวแปรในการวิเคราะห์คือ ช่วงเวลา (duration), ช่วงเวลาของช่วงห่าง (duration of interval) และ ค่าสูงสุดต่ำสุดของความถี่แรก (maximum and minimum of fundamental frequency) โดยศึกษาพฤติกรรมขณะที่นกส่งเสียงร้อง แล้วจำแนกออกมาเป็นแต่ละพฤติกรรมในแต่ละรูปแบบ Oba (1996) ได้จำแนกเสียงร้องออกเป็น เสียงร้องปกติของตัวเต็มวัยมี 13 รูปแบบ เสียงที่นกสื่อสารกันระหว่างเพศอีก 11 รูปแบบ

Tubaro และ Mahler (1998) ศึกษากลุ่มนกเขาจากโลกใหม่ (New World Doves) จำนวน 44 ชนิดจาก 8 สกุล โดยใช้เครื่อง Proaudio Spectrum 16 Sound Blaster (Media Vision) และ ADDA 16 software โดยใช้ตัวแปรในการวิเคราะห์คือ ค่าต่ำสุดและสูงสุดของความถี่ (Band = maximum-minimum) และศึกษาควบคู่กับน้ำหนักตัว ถิ่นที่อยู่อาศัย และ Phylogenetic position พบว่าความถี่ของเสียงมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวไปในทิศทางลบ ซึ่งผลที่ออกมาเป็นลักษณะของวิวัฒนาการที่ทันสมัยขึ้น

Shackleton และ Harbison (1998) ศึกษานก Lekking Green Hermits (*Phaethomis guy*) โดยใช้เครื่อง Avisoft-Sonograph Pro Software ใช้ตัวแปรในการวิเคราะห์คือ ความถี่ของคลื่นเสียง และช่วงเวลา ควบคู่กับพฤติกรรม พบว่านกเพศผู้จะร้องประกาศอาณาเขตบ่อยมากและใช้เวลามากเมื่ออยู่บริเวณใจกลางของอาณาเขต แต่จะส่งเสียงร้องน้อยลงเมื่ออยู่บริเวณขอบของอาณาเขต ทั้งนี้เปรียบเทียบระหว่างนกแต่ละตัวในแต่ละอาณาเขต ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การวิเคราะห์เสียงร้องของนกในกลุ่มนกเงือก

นกเงือกทุกชนิดมีลักษณะเฉพาะตัวที่สามารถบ่งบอกชนิด และเพศ และใช้ติดต่อสื่อสารกันได้ เช่น รูปร่างของโหนกแข็ง และสีบนโหนกแข็งซึ่งอาจบ่งบอกอายุ หรือเพศของนกเงือกได้ นกเงือกใช้เสียงร้องในการติดต่อสื่อสารเป็นระยะทางไกลๆเท่าที่สามารถได้ยิน และเสียงยังใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างชนิดพันธุ์และชนิดพันธุ์ย่อย สามารถใช้บ่งบอกชนิดพันธุ์ของนกเงือกได้ในกรณีที่จดจำรูปลักษณะภายนอกของนกไม่สมบูรณ์ และยังใช้อ้างถึงนกในแต่ละเขตพื้นที่ภูมิศาสตร์อีกด้วย (Kemp, 1988)

Haimoff (1987) ได้ศึกษาเสียงร้องของนกชนหิน (Helmeted Hornbill; *Rhinoplax vigil*) ซึ่งเป็นนกเงือกชนิดหนึ่งจากประเทศอินโดนีเซียและมาเลเซียโดยใช้ เครื่อง

Kay Elemetrics 7800 digital sound spectrum analyzer (sonagraph) และใช้โปรแกรม Linear Least Squares Curve Fitting (CURFIT) ในการวิเคราะห์เสียงร้องพบว่า นกชนหินเพศผู้สามารถส่งเสียงร้องไปได้ไกล 2-3 กิโลเมตร ในเวลาต่างๆกันตลอดทั้งวันตั้งแต่ 08.00-17.00 น. นกชนหินเกาะร้องอยู่ที่ตำแหน่งกลางถึงส่วนบนสุดของเรือนยอดไม้ที่ระดับความสูง 30-60 เมตร ลักษณะเสียงของนกชนหินเป็นเสียงที่ดังก้อง ส่วนที่เป็นน้ำเสียงจริง ๆ มีฮาร์โมนิคเล็กน้อย ความถี่อยู่ในช่วง 500-1500 เฮิรซ์ เสียงแรกจะมีระดับเสียงต่ำ ช่วงห่างของแต่ละคำกว้าง ความถี่แรกชัดเจนและอ่อนลงในฮาร์โมนิคที่ 2 และ 3 การส่งเสียงของนกชนหินมีจุดประสงค์สำคัญ 2 ประการคือ การประกาศอาณาเขต และการบ่งบอกอายุ ขนาดตัว ให้นักตัวอื่นได้รู้

van Zyl และ Kemp (1998) ได้ศึกษาเสียงร้องของนกเงือกเอเชีย 23 ชนิด โดยใช้โปรแกรม Canary Version 1.1 และ Avisoft Pro 2.3 ในการวิเคราะห์เสียงพบว่า นกเงือกที่มีขนาดตัวใหญ่จะมีเสียงร้องที่มีความถี่ต่ำกว่านกเงือกที่มีขนาดเล็ก และนกเงือกตัวใหญ่ชอบเกาะอยู่เหนือเรือนยอดขณะส่งเสียงร้อง และร้องนานกว่านกเงือกตัวเล็กที่มักร้องขณะอยู่ใต้เรือนยอด นอกจากนี้เสียงยังใช้จำแนกนกเงือกในสกุลเดียวกันที่มีเสียงคล้ายกันได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องบันทึกเสียงรุ่น WM-D6C Sony Walkman Professional[®] มีขนาด 181x95x40 มิลลิเมตร น้ำหนัก 80 กรัม ใช้บันทึกเสียงได้ในช่วงคลื่น 40 ถึง 15,000 เฮิรซ์
2. ม้วนเทป Sony[®] ขนาดความยาว 20 นาที
3. ไมโครโฟนแบบ Omni-directional F-115A Sony[®] Dynamic Microphone จำนวน 2 ตัว ซึ่งรับเสียงได้สม่ำเสมอเท่ากันทุกทิศทาง ไม่ว่าเสียงจะมาจากด้านหน้า ด้านข้าง หรือด้านหลัง
4. จานพาราโบลา (parabolic reflector Model PBR-330 Sony[®]) จำนวน 2 อัน มีลักษณะเป็นจานโค้ง มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 35 เซนติเมตร ใช้เป็นแหล่งรวมเสียงเมื่อเสียงมาตกกระทบ แล้วเสียงจะสะท้อนกลับออกมาเข้าไมโครโฟน มีประโยชน์ในการรับเสียงได้ดีในกรณีที่เสียงมีความถี่ต่ำ และถ้าเป็นเสียงที่มาจากด้านหลังก็จะถูกสะท้อนกลับออกไป ขณะบันทึกเสียงจึงต้องหันด้านหน้าของจานพาราโบลามาให้ตรงกับแหล่งที่มาของเสียงคือตัวนก
5. ขาตั้งแบบขาเดียว (monopod) จำนวน 2 อัน
6. คอมพิวเตอร์ แมคอินทอชรุ่น Performa 6200
7. คอมพิวเตอร์ PC software window 95
8. โปรแกรมวิเคราะห์เสียง Canary version 1.2
9. นาฬิกาจับเวลา
10. กล้องสองตา
11. แบตเตอรี่ ขนาด AA สำหรับเครื่องบันทึกเสียง
12. ถุงมือ
13. ยาทากันแมลงสำหรับพาพาราโบลา
14. แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลพร้อมเครื่องเขียน
15. บังไพรสำหรับสังเกตพฤติกรรมของนก

วิธีการ

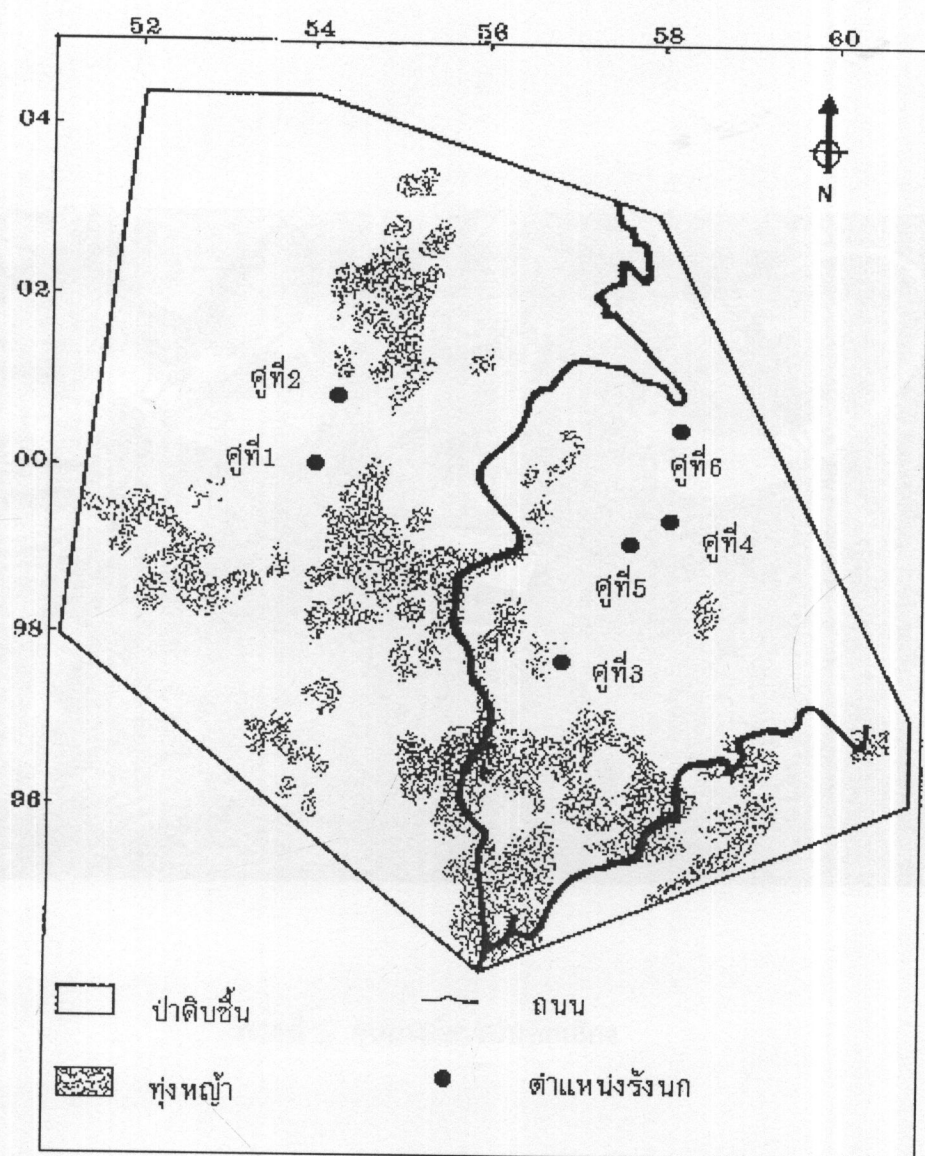
1. เลือกโพรงรังของนกกกกเพศผู้และเพศเมียในพื้นที่ศึกษาวิจัยของโครงการศึกษานิเวศวิทยาของนกเงือกจำนวน 6 คู่ (เบอร์รังเรียงตามผลงานวิจัยของโครงการศึกษานิเวศวิทยาของนกเงือกที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่) คือ

- 1.1 คู่ที่ 1 (นกกกกเบอร์ 8)
- 1.2 คู่ที่ 2 (นกกกกเบอร์ 10)
- 1.3 คู่ที่ 3 (นกกกกเบอร์ 12)
- 1.4 คู่ที่ 4 (นกกกกเบอร์ 24)
- 1.5 คู่ที่ 5 (นกกกกเบอร์ 33)
- 1.6 คู่ที่ 6 (นกกกกเบอร์ 36)

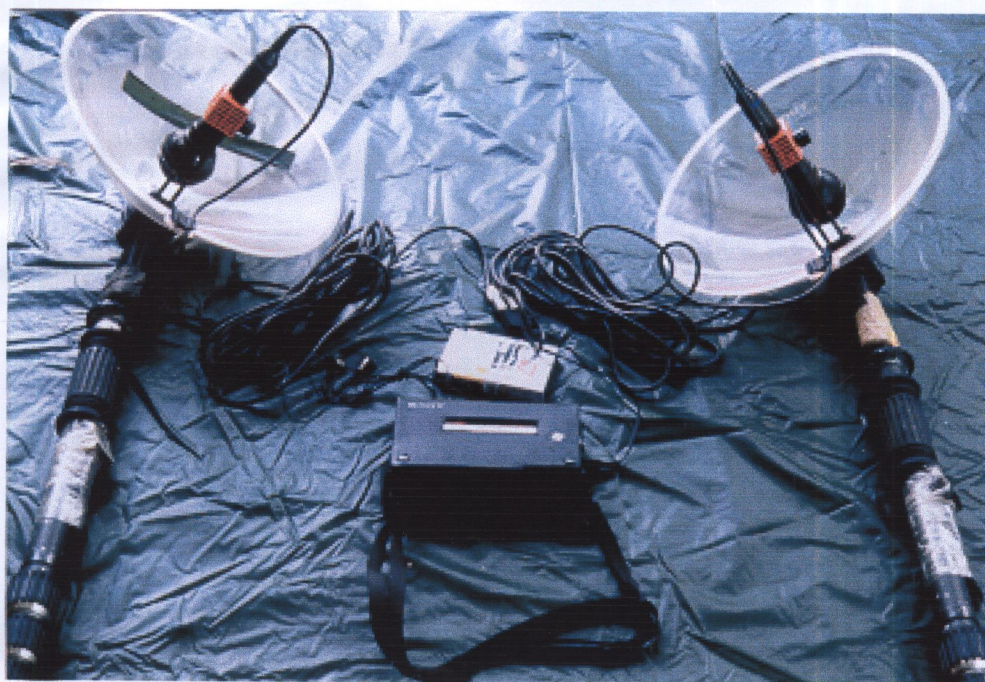
นกกกกจำนวน 6 คู่นี้ประกอบด้วย นกกกกเพศผู้และเพศเมีย รวมทั้งหมด 12 ตัว โดยตำแหน่งรังของแต่ละคู่อยู่ในบริเวณที่ห่างไกลกันอย่างน้อย 1 กิโลเมตร (ภาพที่ 4) สร้างบังไพร (blind) บริเวณใกล้รังนกในระยะ 5-10 เมตร เพื่อพรางตัวขณะบันทึกเสียงรังละ 1 วันต่อสัปดาห์ในระหว่างเวลา 06.00 ถึง 18.00 น.

2. จัดบันทึก วัน เดือน ปี และเวลา ที่นกส่งเสียงร้องทุกครั้งที่ได้ยินเสียง เพื่อนำมาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความถี่ของการร้องในแต่ละช่วงของฤดูสืบพันธุ์และช่วงเวลาของวัน

3. ติดตั้งเครื่องบันทึกเสียงให้พร้อมก่อนทุกครั้งที่มีการบันทึกเสียง โดยใช้ไมโครโฟน 2 ตัวแต่ละตัวติดตั้งอยู่ในจานพาราโบลา เพื่อให้เสียงที่เข้าไปในไมโครโฟนคมชัดมากขึ้น และจานพาราโบลาคงติดตั้งอยู่บนขาตั้งแบบขาเดียว (monopod) (ภาพที่ 5) แล้วนำไปผูกติดกับต้นไม้ หรือถือไว้ในมือที่สวมถุงมือเพื่อลดเสียงรบกวนที่เกิดจากการเสียดสีระหว่างมือกับขาตั้งเมื่อมีการปรับทิศทางของไมโครโฟน ให้ไมโครโฟนอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กับตัวนกมากที่สุด โดยจัดให้จานพาราโบลาหันด้านหน้าให้ตรงกับตัวนกที่กำลังส่งเสียงร้อง และไมโครโฟนอยู่สูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 150 เซนติเมตร เพื่อลดการดูดซับเสียงโดยพื้นดิน ไมโครโฟนต่ออยู่กับเครื่องบันทึกเสียงที่ใส่เทปสำหรับบันทึกเสียงเรียบร้อยแล้ว และเครื่องพร้อมจะบันทึกเสียงตลอดเวลา (ภาพที่ 6) ทายากันแมลงที่ขอบในและนอกจานพาราโบลาเพื่อลดเสียงรบกวนจากแมลงโดยเฉพาะผึ้ง



ภาพที่ 4 แสดงตำแหน่งของโพรงรังของนกทุกทั้ง 6 คูในพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 5 อุปกรณ์การบันทึกเสียง



ภาพที่ 6 การติดตั้งอุปกรณ์บันทึกเสียงในขณะที่เตรียมพร้อมที่จะบันทึก

4. ขณะที่ชুমู่อยู่บริเวณรั้งนกนั้น ผู้บันทึกจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นตัวนกได้เพื่อสังเกตและบันทึกพฤติกรรมของนก ส่วนอุปกรณ์บันทึกเสียงจะคล้องอยู่ที่คอ เพื่อเตรียมพร้อมที่จะบันทึกเสียงตลอดเวลา เมื่อนกบินมาถึงบริเวณรั้งผู้ศึกษาจะขยับตัวหรือเคลื่อนไหวไม่ได้ เพราะนกกกมีความไวต่อสิ่งที่ผิดปกติมาก ถ้านกเห็นผู้บันทึกนกจะบินออกไปทันที ดังนั้นจึงต้องมีผู้ช่วยในการบันทึกเสียง เพราะบางครั้งตำแหน่งที่จะมองเห็นตัวนกกับตำแหน่งที่จะบันทึกเสียงที่เหมาะสมอยู่ห่างกัน

5. นอกจากบันทึกเสียงที่บริเวณรั้งในช่วงฤดูกาลสืบพันธุ์แล้ว ยังบันทึกเสียงร้องของนกกที่บริเวณต้นผลไม้ด้วยในช่วงนอกฤดูกาลสืบพันธุ์ การบันทึกเสียงจะเริ่มบันทึกตั้งแต่นกเริ่มร้องจนกระทั่งนกหยุดร้องพร้อมกับจดบันทึกพฤติกรรมที่นกแสดงออกมาในขณะที่ยังเสียงร้อง ทั้งนี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ช่วง ดังนี้

5.1 ช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเอง ศึกษาการเกี่ยวพาราสี การเตรียมโพรงรังของนกกเพศเมียควบคู่ไปกับการบันทึกเสียง

5.2 ช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเองอยู่ในโพรงรัง การศึกษาช่วงนี้รวมไปถึงระยะที่นกเพศเมียฟักไข่ ลูกนกฟักออกเป็นตัว และเลี้ยงดูลูกอ่อน

5.3 ช่วงที่นกเพศเมียออกจากโพรงรัง

5.4 ช่วงที่ลูกนกออกมาจากโพรงรัง

6. ศึกษาความถี่ของการร้องของนกกตลอดปีโดยบันทึก วัน เดือน เวลา จำนวนความถี่ที่นกกร้อง ทั้งนี้ไม่คำนึงว่าเป็นนกตัวเดียวกันหรือไม่

7. การวิเคราะห์เสียงร้องของนกก เมื่อบันทึกเสียงร้องของนกได้แล้ว นำเสียงร้องที่บันทึกได้มาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยต่อเครื่องบันทึกเสียงเข้ากับคอมพิวเตอร์แมคอินทอชที่มีขนาดความจุ 8 bit ที่มีโปรแกรม Canary Version 1.2 ติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถแปรผลออกมาในรูปของ spectrogram, spectrum และ waveform ในการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ได้แปรผลออกมาในรูป spectrogram โดยปรับตั้งค่าต่าง ๆ เพื่อให้ได้ผลที่ชัดเจนที่สุดดังนี้

7.1 ค่า filter bandwidth ที่ 176.47 Hz

7.2 ค่า grid resolution time 11.5 ms.

7.3 ค่า grid resolution frequency 43.47 Hz

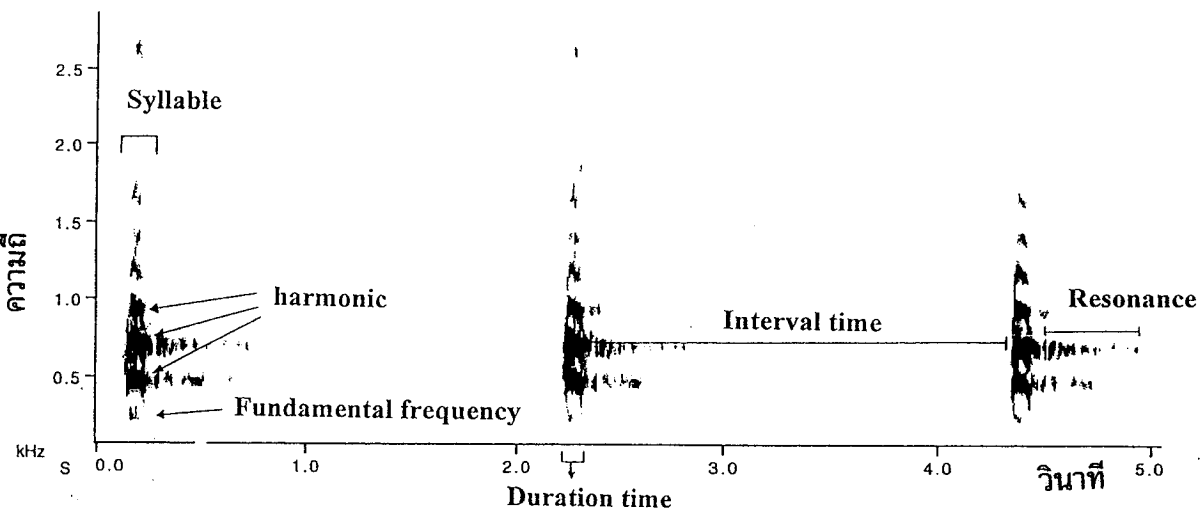
7.4 ค่า frame length 512 points

7.5 ค่า FFT size 512 points

8. ในการศึกษาแบบอย่างของเสียงร้อง และการใช้เสียงร้องจำแนกลักษณะเฉพาะตัวของนกนกนั้นใช้ตัวแปรในการวิเคราะห์ต่อไปนี้

- 8.1 ขอบเขตความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดที่สามารถวัดได้ (range of frequency)
- 8.2 ค่าความถี่แรก (fundamental frequency) (เฮิรตซ์)
- 8.3 ค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิกที่ 2 (lowest frequency of harmonic 2) (เฮิรตซ์)
- 8.4 จำนวนฮาร์โมนิก (number of harmonics)
- 8.5 ช่วงเวลาของแต่ละคำ (duration) (วินาที)
- 8.6 ช่วงห่างของแต่ละคำ (interval) (วินาที)
- 8.7 ช่วงเวลาที่เป็นเสียงก้อง (duration of resonance) (วินาที)

และแปรผลเข้าไปใน datalog ได้ค่าออกมาเป็นตัวเลข (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 spectrogram แสดงตัวแปรต่างๆ

9. นำข้อมูลที่ได้จากเครื่องแมคอินทอชไปวิเคราะห์ต่อในเครื่องคอมพิวเตอร์ PC เพื่อหาค่าต่างๆของตัวแปรที่กำหนดและวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติโดยใช้ Nonparametric Statistics ดังนี้

- 9.1 วิเคราะห์หาความแตกต่างความถี่ของการร้องในแต่ละช่วงของฤดูกาลสืบพันธุ์ และช่วงเวลาของวันโดยใช้ Chi-square Test
- 9.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (mean) ของตัวแปรต่างๆของเสียงร้องของนกแต่ละตัวด้วย Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลมากกว่า 2 กลุ่ม และ Mann-Whitney Test เมื่อเปรียบเทียบข้อมูล 2 กลุ่ม

สถานที่และระยะเวลาศึกษา

สถานที่ศึกษา

1. พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย อยู่ภายในพื้นที่ศึกษาของโครงการศึกษานิเวศวิทยาของนกเงือก ที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ขนาด 70 ตารางกิโลเมตร อยู่ใกล้เส้นละติจูดที่ $14^{\circ} 15' - 30'$ เหนือ และเส้นลองจิจูดที่ $101^{\circ} 20' - 24'$ ตะวันออก ที่ระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 400-1,060 เมตร (Poonswad, 1993) เลือกศึกษาบริเวณพื้นที่ป่าดิบชื้น (moist evergreen forest) ซึ่งมีต้นโพรงรังของนกกกก (ภาพที่ 8a และ b)

2. ห้องปฏิบัติการสำหรับวิเคราะห์เสียงที่ โครงการศึกษานิเวศวิทยาของนกเงือก คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

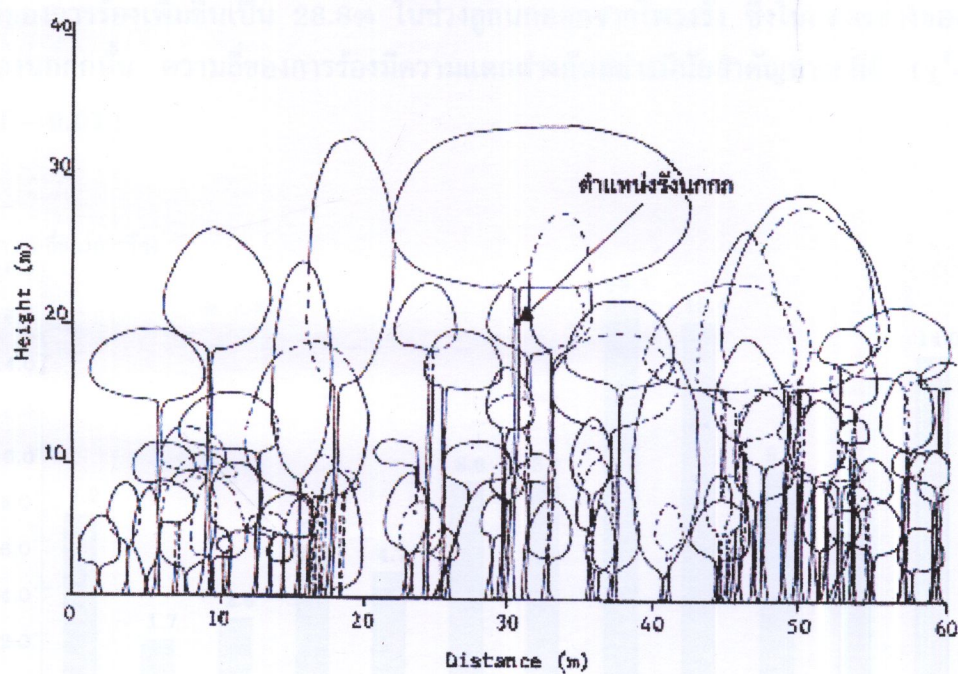
ระยะเวลาศึกษา

1. เริ่มดำเนินการบันทึกเสียงร้องของนกกกกในภาคสนาม ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2540 ถึง เดือนมิถุนายน 2541 รวมระยะเวลา 13 เดือน

2. วิเคราะห์เสียงในห้องปฏิบัติการ ตั้งแต่ เดือนกรกฎาคม 2541 ถึง เดือนมกราคม 2542



(a)



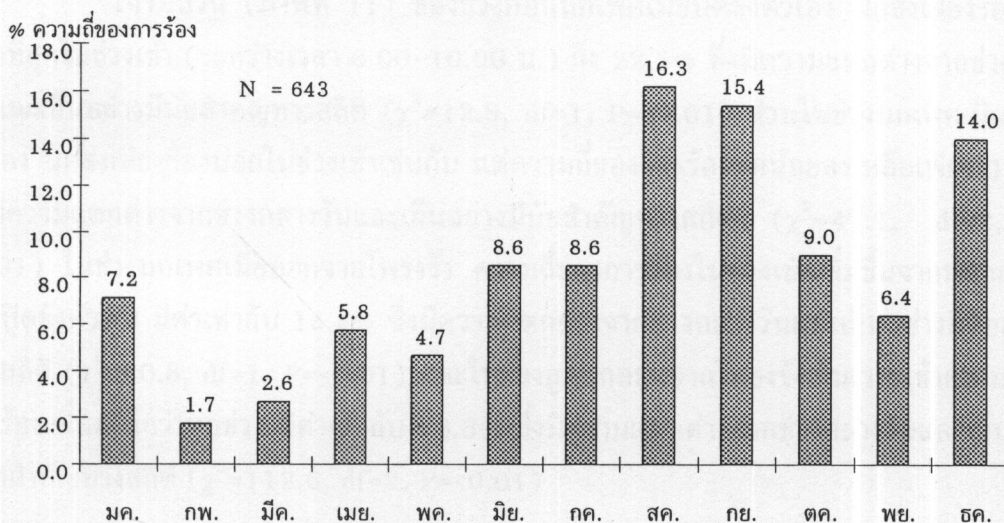
(b)

ภาพที่ 8 ลักษณะป่าบริเวณรังนกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ (a) สภาพป่า
(b) โครงสร้างป่าของสังคมพืช
ที่มา : Liewviriyakit (1989)

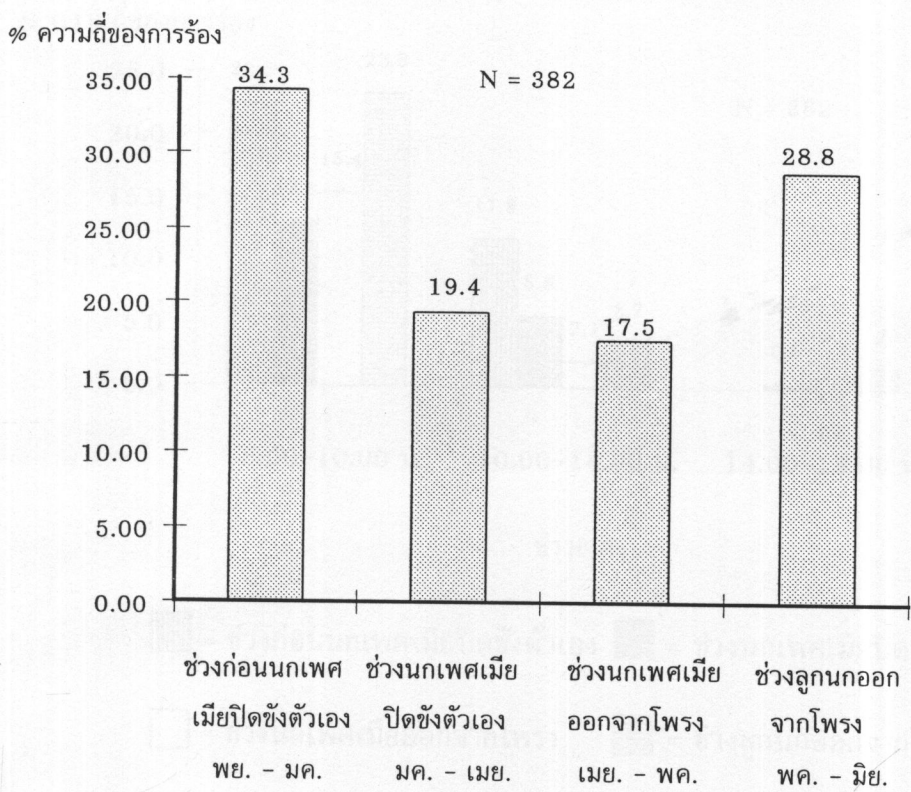
ผลการศึกษา

เสียงร้องตามฤดูกาล

จากการศึกษาความถี่ของการร้องของนกกกตลอดทั้งปี (ภาพที่ 9) แบ่งการร้องของนกกกออกเป็น 2 ช่วงใหญ่ๆคือ ช่วงนอกฤดูสืบพันธุ์ (non-breeding season) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนพฤศจิกายน พบว่านกกกร้องในเดือนสิงหาคมบ่อยที่สุดถึง 16.3% และช่วงฤดูสืบพันธุ์ (breeding season) ตั้งแต่ปลายเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมิถุนายน ซึ่งแบ่งย่อยออกเป็น 4 ช่วงเวลาคือ ช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเอง (ปลายเดือนพฤศจิกายน-ต้นเดือนมกราคม) ช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเอง (มกราคม-เมษายน) ช่วงนกเพศเมียออกจากโพรงรัง (เมษายน-พฤษภาคม) และช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง (พฤษภาคม-มิถุนายน) โดยในช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเองนี้นกเพศผู้และเพศเมียใช้เสียงร้องติดต่อกันมากที่สุด (ภาพที่ 10) โดยมีความถี่ของการร้องถึง 34.3% แต่การส่งเสียงร้องลดลงเหลือ 19.4% ในช่วงที่นกเพศเมียปิดขังตัวเอง และลดลงอีกในช่วงนกเพศเมียออกจากโพรงรังเหลือเพียง 17.5% หลังจากนั้นความถี่ของการร้องเพิ่มขึ้นเป็น 28.8% ในช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง ซึ่งในแต่ละช่วงของฤดูสืบพันธุ์ของนกกกนั้น ความถี่ของการร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\chi^2=28.7$, $df=3$, $P<0.01$)

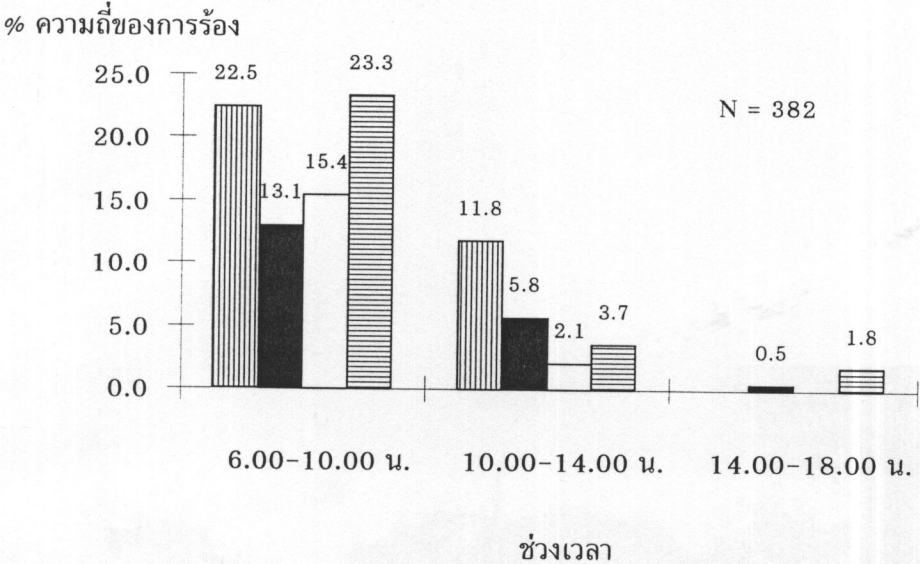


ภาพที่ 9 เปอร์เซนต์ความถี่ของการร้องของนกกกตลอดทั้งปี



ภาพที่ 10 เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของการร้องของนกกกในแต่ละช่วงฤดูสืบพันธุ์ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

ในรอบวัน (ภาพที่ 11) ของช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเอง นกส่งเสียงร้องบ่อยมากที่สุดในช่วงเช้า (ระหว่างเวลา 6.00-10.00 น.) ถึง 22.5% ซึ่งมีความแตกต่างจากช่วงกลางวันและเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\chi^2=12.8$, $df=1$, $P<0.01$) ส่วนในช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเอง นกส่งเสียงร้องบ่อยในช่วงเช้าเช่นกัน แต่ความสำเร็จของการร้องลดน้อยลงเหลือเพียง 13.1% ซึ่งมีความแตกต่างจากช่วงกลางวันและเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\chi^2=47.1$, $df=2$, $P<0.01$) ในช่วงนกเพศเมียออกจากโพรงรัง ความสำเร็จของการร้องในช่วงเช้าเพิ่มขึ้นจากช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเอง มีค่าเท่ากับ 15.4% ซึ่งมีความแตกต่างจากช่วงกลางวันและเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\chi^2=40.8$, $df=1$, $P<0.01$) และในช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง ในเวลาเช้าความสำเร็จของการร้องเพิ่มมากกว่าทุกช่วง มีค่าเท่ากับ 23.3% ซึ่งมีความแตกต่างจากช่วงกลางวันและเย็นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\chi^2=112.6$, $df=2$, $P<0.01$)



▨ = ช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเอง ■ = ช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเอง
□ = ช่วงนกเพศเมียออกจากโพรง ▨ = ช่วงลูกนกออกจากโพรง

ภาพที่ 11 เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จของการร้องของนกกกในรอบวันของฤดูสืบพันธุ์

การบันทึกเสียงที่ต้นผลไม้อาหารนกเงือก

จากการเฝ้าสังเกตพฤติกรรมที่บริเวณต้นผลไม้ที่เป็นอาหารของนกกก เพื่อบันทึกเสียงร้อง ปรากฏว่าไม่สามารถบันทึกเสียงร้องของนกกกได้ เพราะว่าขณะที่นกกกกินอาหารนกไม่ส่งเสียงร้อง หรือบางครั้งนกส่งเสียงร้องแต่ตำแหน่งที่เกาะร้องอยู่ไกลจึงไม่สามารถบันทึกเสียงได้ ดังนั้นการบันทึกเสียงร้องของนกกกและการวิเคราะห์จึงได้เฉพาะที่บริเวณต้นโพรงรังเท่านั้น

เสียงร้องของนกกกในช่วงฤดูสืบพันธุ์

ศึกษานกกก 6 คู่ ณ บริเวณรังตั้งแต่ ปลายเดือนพฤศจิกายน 2540 ถึง ต้นเดือนมิถุนายน 2541 พบว่าขณะที่นกกกทั้งเพศผู้และเพศเมียส่งเสียงร้องชอบเกาะร้องอยู่ที่ระดับเรือนยอดของต้นไม้ (ภาพที่ 12) และตำแหน่งที่นกเกาะสูงจากพื้นดิน 30-40 เมตร สามารถบันทึกเสียงร้องของนกกกและวิเคราะห์เสียงร้องที่บันทึกได้เพียง 4 คู่คือ คู่ที่1 คู่ที่3 คู่ที่5 และคู่ที่6



ภาพที่ 12 นกกกเกาะร้องอยู่ที่ระดับเรือนยอดของต้นไม้

และเนื่องจากความถี่แรก (fundamental frequency) ของเสียงร้องของนกกกบางครั้งไม่ชัดเจน จึงใช้ค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิกที่ 2 (lowest frequency of harmonic 2) ซึ่งอยู่ถัดจากความถี่แรกสูงขึ้นมาในการวิเคราะห์หาความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งแสดงผลการศึกษาดังนี้

แบบอย่างเสียงร้องของนกกก

จากการศึกษาพบว่านกกกเป็นนกที่ไม่ใช่กลุ่มนกร้องเพลงได้ดังเช่นนกในกลุ่มนกจับคอน โดยเฉพาะในอันดับย่อยยออสซินัส นกกกจึงมีเฉพาะเสียงร้องติดต่อกัน (call) เท่านั้น แบบอย่างของเสียงร้องของนกกกที่หูของมนุษย์สามารถได้ยินในธรรมชาติและสามารถจำแนกได้ มี 3 แบบอย่างหลักๆ ได้แก่ เสียง “กก” เสียง “กาฮัง” และเสียง “กาว่าะ” ซึ่งเสียงร้องของนกกกทั้งเพศผู้และเพศเมียจะร้องคล้ายกันแต่นกเพศผู้ร้องเสียงดังและก้องกว่า มีความดังของเสียงอยู่ระหว่าง -51.3 ถึง -79.8 เดซิเบล ส่วนนกเพศเมียร้องเสียงเบากว่ามีความดังของเสียงอยู่ระหว่าง -48.2 ถึง -77.3 เดซิเบล ซึ่งเสียงร้องทั้ง 3 แบบอย่างนี้สามารถจำแนกออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

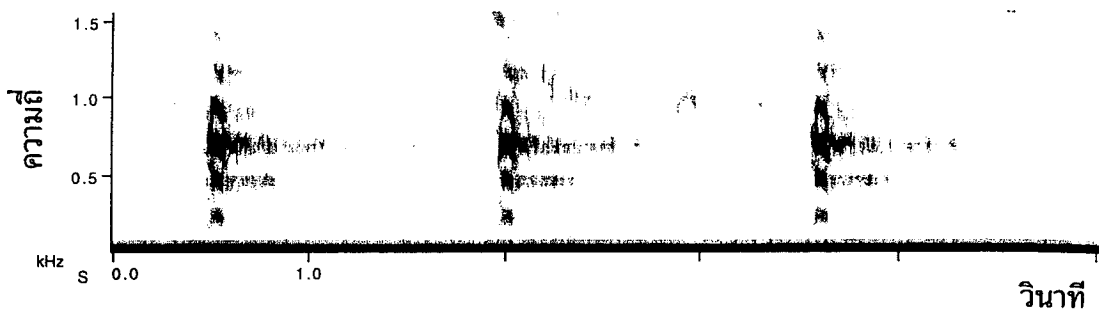
1. เสียงร้องปกติ (normal call) แบบอย่างของเสียง คือ “กก...กก...กก...” นกร้องทั้งเพศผู้และเพศเมีย (ภาพที่ 13) นกเพศผู้ใช้เวลาร้องเฉลี่ย 5.25 นาที ส่วนนกเพศเมียใช้เวลาร้องเฉลี่ย 3.67 นาทีนกเกาะร้องอยู่กับที่ และผงกหัวขึ้นลงในขณะที่ร้อง นกร้องเป็นจังหวะสม่ำเสมอ และสามารถได้ยินเสียงร้องประเภทนี้ตลอดปี ได้วิเคราะห์ลักษณะต่างๆ ของแบบอย่างเสียงร้องของนกกกเพศผู้และนกกกเพศเมีย ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

เสียงร้องของนกกกเพศผู้ทั้ง 4 ตัว มีจำนวนฮาร์โมนิกตั้งแต่ 6-11 ฮาร์โมนิก โดยเสียงของนกเพศผู้คนที่ 3 มีช่วงความถี่แรกถึงความถี่ของฮาร์โมนิกสุดท้ายกว้างที่สุดคือ 103.8-4020.7 เฮิรซ์ มีจำนวนฮาร์โมนิกสูงสุดคือ 11 ฮาร์โมนิก เสียงของนกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวมีความต่างของความถี่อยู่ระหว่าง 750.0-3866.5 เฮิรซ์ ซึ่งค่าเฉลี่ยของความถี่นี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=101.9$, $P<0.001$) และค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิกที่ 2 ที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 260.8-385.0 เฮิรซ์ โดยเสียงของนกเพศผู้คนที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุด และเสียงของนกเพศผู้คนที่ 5 มีค่าเฉลี่ยความถี่ของฮาร์โมนิกที่ 2 สูงสุด ซึ่งค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิกที่ 2 ของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=22.0$, $P<0.001$)

เสียงร้องของนกกกกเพศเมียทั้ง 3 ตัวมีจำนวนฮาร์โมนิคตั้งแต่ 5-8 ฮาร์โมนิค โดยเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 6 มีช่วงความถี่แรกถึงความถี่ของฮาร์โมนิคสุดท้ายกว้างที่สุดคือ 165.2-3220.8 เฮิรซ์ มีจำนวนฮาร์โมนิคสูงสุดคือ 8 ฮาร์โมนิค เสียงของนกเพศเมียทั้ง 3 ตัวมีค่าความต่างของความถี่อยู่ระหว่าง 716.0-3055.7 เฮิรซ์ และค่าเฉลี่ยของความต่างนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=12.7$, $P<0.001$) และค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 ที่นกเพศเมียทั้ง 3 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 208.6-495.5 เฮิรซ์ โดยเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุด และเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยความถี่สูงสุด ซึ่งค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 ของเสียงที่นกเพศเมียทั้ง 3 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=9.2$, $P=0.01$)

ช่วงเวลาของแต่ละคำที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องใช้เวลา 0.07-0.16 วินาที โดยเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องมีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยใกล้เคียงกัน แต่ก็ยังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=14.2$, $P=0.003$) ส่วนช่วงเวลาของแต่ละคำที่นกเพศเมียทั้ง 3 ตัวร้องใช้เวลา 0.04-0.19 วินาที และเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 1 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุด แต่เสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 6 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุด และค่าเฉลี่ยช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศเมียทั้ง 3 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ($H=8.9$, $P=0.012$)

ช่วงห่างของแต่ละคำที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องใช้เวลา 1.5-3.5 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 5 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุด และเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 6 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุด และค่าเฉลี่ยช่วงห่างของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=27.7$, $P<0.001$) ส่วนช่วงห่างของแต่ละคำที่นกเพศเมียทั้ง 3 ตัวร้องใช้เวลา 0.6-6.1 วินาที โดยเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 5 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุด และเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 6 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุด และค่าเฉลี่ยช่วงห่างของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศเมียทั้ง 3 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=52.9$, $P<0.001$)



ภาพที่ 13 spectrogram ของเสียงร้องปกติ (normal call) ของนกกก

2. เสียงร้องก่อนบิน (pre-flying call) แบบอย่างของเสียง คือ “กก...กก...กาฮัง กาฮังกาฮัง” (ภาพที่ 14) เป็นเสียงร้องที่ต่อเนื่องกันทั้งเพศผู้และเพศเมียซึ่งเสียงร้องประเภทนี้นกจะร้องเสียง “กก...กก” หลายคำในขณะที่ยังเกาะอยู่บนต้นไม้ จนกระทั่งนกโผล่ออกจากกิ่งไม้บินออกไป นกจะร้องเสียงรัวติดกันหลายคำคือ เสียง “กาฮัง..กาฮัง” จนบินออกไปไกล นกเพศผู้ใช้เวลาร้องเฉลี่ย 2.3 นาที ส่วนนกเพศเมียใช้เวลาร้องเฉลี่ย 2.5 นาทีและจากการวิเคราะห์ช่วงความถี่ซึ่งสามารถวิเคราะห์จากเสียงร้องของนกกกเพศผู้ 3 ตัวคือ คู่ที่1 คู่ที่3 และ คู่ที่5 ส่วนของนกกกเพศเมียวิเคราะห์ได้ 2 ตัวคือ คู่ที่3 และ คู่ที่5 ได้ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่3 และ 4 ตามลำดับ

เสียงร้องของนกกกเพศผู้ทั้ง 3 ตัวมีจำนวนฮาร์โมนิคตั้งแต่ 6-13 ฮาร์โมนิค และเสียงของนกเพศผู้คู่ที่3 มีช่วงความถี่แรกถึงความถี่ของฮาร์โมนิคสุดท้ายกว้างที่สุดคือ 115.6-5106.8 เฮิรซ์ มีจำนวนฮาร์โมนิคสูงสุด 13 ฮาร์โมนิค และเสียงร้องของนกเพศผู้ทั้ง 3 ตัวมีค่าความต่างของความถี่อยู่ระหว่าง 688.3-4905.4 เฮิรซ์ และค่าเฉลี่ยความถี่นี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($H=0.56$, $P=0.75$) และมีค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ที่นกเพศผู้ทั้ง 3 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 262.9-550.4 เฮิรซ์ โดยเสียงของนกเพศผู้คู่ที่1 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดและเสียงของนกเพศผู้คู่ที่3 มีค่าเฉลี่ยความถี่สูงสุด ซึ่งค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 3 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=18.0$, $P=<0.001$)

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่างๆในเสียงร้องปกติ (normal call) ของนกกกกเพศผู้จำนวน 4 ตัวและหาค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันโดยใช้ Kruskal – Wallis One Way Analysis of Variance

ตัวแปร	นกกกกเพศผู้ที่					Kruskal-Wallis Test	
	1	3	5	6		H (**P<0.01)	
จำนวนฮาร์โมนิค	6	11	9	8			
ค่าความถี่แรก-ความถี่ของฮาร์โมนิคสุดท้าย(เฮิรตซ์)	119.5-1150.1	103.8-4020.7	112.8-2971.0	142.6-1836.8			
ค่าความต่างของความถี่ (เฮิรตซ์)							
Range	750.0-1005.4	1511.5-3866.5	1048.7-2834.2	849.8-1646.7			
Mean ± SD	875.2 ± 96.8	2024.9 ± 569.9	2095.9 ± 537.5	849.8 ± 235.5			101.9**
N	19	45	62	52			
ค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 (เฮิรตซ์)							
Range	260.8-351.0	298.7-380.5	270.6-385.0	303.1-345.0			
Mean ± SD	308.2 ± 21.3	325.0 ± 14.5	337.3 ± 40.7	325.4 ± 8.3			22.0**
N	20	45	62	52			
ช่วงเวลาของแต่ละคำ (วินาที)							
Range	0.07-0.116	0.08-0.161	0.08-0.129	0.08-0.127			
Mean ± SD	0.09 ± 0.01	0.11 ± 0.02	0.10 ± 0.01	0.01 ± 0.01			14.2**
N	20	46	62	52			
ช่วงห่างของแต่ละคำ (วินาที)							
Range	2.0-2.7	1.5-2.5	1.7-2.8	1.7-3.5			
Mean ± SD	2.22 ± 0.2	1.96 ± 0.2	1.94 ± 0.2	2.12 ± 0.4			27.7**
N	19	45	61	51			

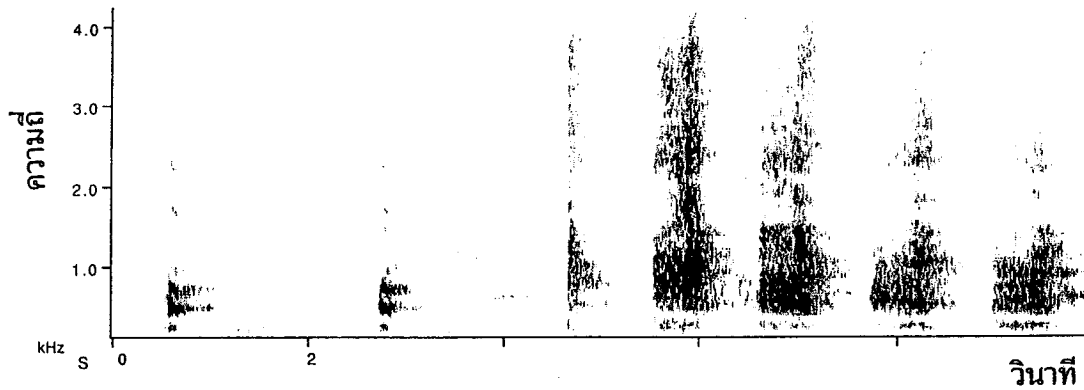
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่างๆในเสียงร้องปกติ (normal call) ของนกกกกเพศเมียจำนวน 3 ตัวและหาค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันโดยใช้ Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance

ตัวแปร	นกกกกเพศเมียคู่ที่			Kruskal-Wallis Test H(**P<0.01)
	1	5	6	
จำนวนฮาร์โมนิค	5	6	8	
ค่าความถี่แรก-ความถี่ของฮาร์โมนิคสุดท้าย (เฮิรตซ์)	195.0-1124.3	142.5-1764.2	165.2-3220.8	
ค่าความต่างของความถี่ (เฮิรตซ์)				
Range	716.0-778.3	770.6-1578.8	957.7-3055.7	
Mean ± SD	752.7 ± 22.8	1205.6 ± 230.5	1747.7 ± 1140.8	12.7**
N	55	31	3	
ค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 (เฮิรตซ์)				
Range	208.6-382.4	274.5-415.6	326.5-495.5	
Mean ± SD	310.8 ± 38.0	347.6 ± 49.4	386.5 ± 95.6	9.2**
N	55	31	3	
ช่วงเวลาของแต่ละคำ (วินาที)				
Range	0.04-0.12	0.05-0.14	0.13-0.19	
Mean ± SD	0.08 ± 0.02	0.09 ± 0.02	0.18 ± 0.04	8.8**
N	54	31	3	
ช่วงห่างของแต่ละคำ (วินาที)				
Range	1.8-6.1	0.6-2.0	3.0-3.2	
Mean ± SD	2.14 ± 0.6	1.69 ± 0.4	3.08 ± 0.2	52.9**
N	52	28	2	

เสียงร้องของนกเพศเมีย 2 ตัวมีจำนวนฮาร์โมนิค 8 และ 11 ฮาร์โมนิค เสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 3 มีช่วงของความถี่แรกถึงความถี่ของฮาร์โมนิคสุดท้ายกว้างกว่าเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 5 คือ 142.4-4591.0 เฮิรซ์ มีจำนวนฮาร์โมนิคเท่ากับ 11 ฮาร์โมนิค และเสียงของนกเพศเมียทั้ง 2 ตัวมีค่าความต่างของความถี่อยู่ระหว่าง 603.2-4332.7 เฮิรซ์ ซึ่งค่าเฉลี่ยความต่างนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($T=840.0$, $P<0.001$) และมีค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 ที่นกเพศเมียทั้ง 2 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 244.0-437.2 เฮิรซ์ โดยเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 5 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำกว่าเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($T=942.0$, $P=0.03$)

ช่วงเวลาของแต่ละคำที่นกเพศผู้ทั้ง 3 ตัวร้องใช้เวลา 0.07-0.9 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 1 ใช้ช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุด โดยเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 3 ใช้ช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุด และค่าเฉลี่ยช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 3 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=47.3$, $P<0.001$) ส่วนช่วงเวลาของแต่ละคำที่นกเพศเมีย 2 ตัวร้องใช้เวลา 0.05-1.2 วินาที โดยเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 5 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นกว่าเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($T=1225.0$, $P<0.001$)

ช่วงห่างของแต่ละคำที่นกเพศผู้ทั้ง 3 ตัวร้องใช้เวลา 0.3-5.6 วินาที โดยเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 3 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุด และเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 5 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุด และค่าเฉลี่ยช่วงห่างของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 3 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=12.1$, $P=0.002$) ส่วนช่วงห่างของแต่ละคำที่นกเพศเมีย 2 ตัวร้องใช้เวลา 0.1-7.8 วินาที โดยเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 5 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยนานกว่าเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($T=632.5$, $P<0.001$)



ภาพที่ 14 spectrogram ของเสียงร้องก่อนบิน (pre-flying call) ของนกกก

3. เสียงร้องประสานกัน (duetting call) แบบอย่างของเสียง คือ “กกกก...กกกก...กาฮังกาฮัง...กาฮังกาฮัง” (ภาพที่ 15) ซึ่งเสียงร้องประเภทนี้คล้ายคลึงกับเสียงร้องก่อนบิน แต่นกเพศผู้และนกเพศเมียจะร้องประสานกันและจบลงพร้อมกัน ใช้เวลาร้องเฉลี่ย 2.0 นาที ส่วนมากนกเพศผู้จะเริ่มต้นร้องก่อน และเสียงร้องประสานกันนี้จะฟังคล้ายกับเป็นเสียงเดียวกัน แต่มีเสียงสะท้อน จากการวิเคราะห์ลักษณะของเสียงร้องแบบนี้ ได้ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 5

เสียงร้องของนกกกทั้ง 4 คู่มีย่านฮาร์โมนิคตั้งแต่ 6-13 ฮาร์โมนิค เสียงของนกกกคู่ที่ 3 มีช่วงความถี่แรกถึงความถี่ของฮาร์โมนิคสุดท้ายกว้างที่สุดคือ 136.6-5488.9 เฮิรซ์ มีฮาร์โมนิคจำนวน 13 ฮาร์โมนิค เสียงของนกกกทั้ง 4 คู่มีย่านความถี่ของความถี่อยู่ระหว่าง 709.6-5274.9 เฮิรซ์ ซึ่งค่าเฉลี่ยความถี่นี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=83.3$, $P<0.001$) ส่วนค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 ของเสียงที่นกกกทั้ง 4 คู่อ้อยู่ระหว่าง 243.9-495.5 เฮิรซ์ ซึ่งเสียงของนกกกคู่ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุด ส่วนเสียงของนกกกคู่ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความถี่สูงสุด และค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 ของเสียงที่นกกกทั้ง 4 คู่อ้อยู่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=26.5$, $P<0.001$)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่างๆในเสียงร้องก่อนบิน (pre-flying call) ของนกกกกเพศผู้จำนวน 3 ตัว และหาค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันโดยใช้ Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance

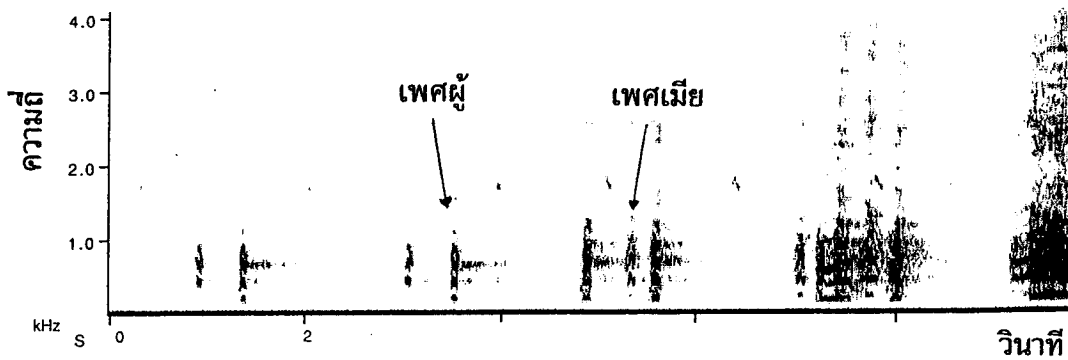
ตัวแปร	นกกกกเพศผู้ตัวที่				Kruskal-Wallis Test H (**P<0.01, *P<0.05, NS = ไม่แตกต่างกัน)
	1	3	5	6	
จำนวนฮาร์โมนิค	11	13			
ค่าความถี่แรก-ความถี่ของฮาร์โมนิคสุดท้าย (เฮิรตซ์)	125.6-4152.7	115.6-5106.8	106.7-2995.9		
ค่าความต่างของความถี่ (เฮิรตซ์)					
Range	688.3-3980.5	849.9-4905.4	834.0-2825.5		
Mean ± SD	1461.6 ± 850.8	1276.5 ± 551.6	1270.5 ± 401.2		0.56 ^{NS}
N	48	50	83		
ค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 (เฮิรตซ์)					
Range	262.9-508.0	287.6-430.7	273.6-550.4		
Mean ± SD	315.7 ± 50.0	338.1 ± 34.0	329.4 ± 41.6		18.0**
N	51	50	79		
ช่วงเวลาของแต่ละคำ (วินาที)					
Range	0.07-0.6	0.1-0.9	0.1-0.8		
Mean ± SD	0.15 ± 0.1	0.22 ± 0.3	0.20 ± 0.2		47.3**
N	45	51	79		
ช่วงห่างของแต่ละคำ (วินาที)					
Range	0.4-3.0	0.3-3.0	0.3-5.6		
Mean ± SD	1.88 ± 0.6	1.81 ± 0.6	2.03 ± 0.8		12.1**
N	44	50	78		

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่าง ๆ ในเสียงร้องก่อนบิน (pre-flying call) ของนกนกเทศเมียจำนวน 2 ตัว และหาค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันโดยใช้ Mann-Whitney Test

ตัวแปร	นกนกเทศเมียคู่ที่			Mann-Whitney Test T (**P<0.01)
	3	5	8	
จำนวนฮาร์โมนิค	11	8		
ค่าความถี่แรก-ความถี่ของฮาร์โมนิคสุดท้าย (เฮิรตซ์)	142.4-4591.0	120.5-2860.7		
ค่าความต่างของความถี่ (เฮิรตซ์)				
Range	751.8-4332.7	603.2-859.3		
Mean ± SD	2752.7 ± 1162.7	787.1 ± 51.7		840.0**
N	20	33		
ค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 (เฮิรตซ์)				
Range	244.0-412.3	255.3-437.2		
Mean ± SD	365.1 ± 36.9	348.3 ± 63.9		942.0**
N	23	33		
ช่วงเวลาของแต่ละคำ (วินาที)				
Range	0.05-1.2	0.06-0.1		
Mean ± SD	0.78 ± 2.8	0.08 ± 0.01		1225.0**
N	28	30		
ช่วงห่างของแต่ละคำ (วินาที)				
Range	0.1-2.1	1.3-7.8		
Mean ± SD	1.46 ± 2.6	2.46 ± 1.4		632.5**
N	27	26		

ช่วงเวลาของแต่ละคำระหว่างนกเพศผู้กับนกเพศเมียร้องใช้เวลา 0.01-1.3 วินาที เสียงของนกกกดุ์ที่3 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุด ส่วนเสียงของนกกกดุ์ที่5 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุด และเสียงที่นกกกดุ์ทั้ง 4 คู่ร้องมีค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาของแต่ละคำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=17.7$, $P<0.001$)

ช่วงห่างของแต่ละคำที่นกเพศผู้ร้องประสานกับนกเพศเมียถึงอีกคำหนึ่งที่นกเพศผู้ร้องประสานกับนกเพศเมียใช้เวลา 0.1-2.2 วินาที ซึ่งเสียงของนกกกดุ์ที่6 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยใกล้เคียงกับเสียงของนกกกดุ์ที่1 และเสียงที่นกกกดุ์ทั้ง 2 คู่ร้องมีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยนานกว่าคู่อื่นๆ ส่วนเสียงของนกกกดุ์ที่3 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุด อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของช่วงห่างของแต่ละคำของเสียงที่นกกกดุ์ทั้ง 4 คู่ร้องไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($H=6.0$, $P=0.11$)



ภาพที่ 15 spectrogram ของเสียงร้องประสานกัน (duetting call) ของนกกกดุ์และเพศเมีย

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่างๆในเสียงร้องประสานกัน (duetting call) ของนกกกเพ็ดผู้ และเพศเมียจำนวน 4 คู่ และหาค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันโดยใช้ Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance

ตัวแปร	นกกกเพ็ดผู้และเพศเมียคู่ที่					Kruskal-Wallis Test H (**P<0.01, ^{NS} = ไม่ มีความแตกต่าง)
	1	3	5	6	6	
จำนวนฮาร์โมนิค	13	13	9	6	6	
ค่าความถี่แรก-ความถี่ของฮาร์โมนิคสุดท้าย (เฮิรซ์)	116.1-5232.9	136.6-5488.9	106.7-2995.9	128.7-1820.5		
ค่าความต่างของความถี่ (เฮิรซ์)						
Range	783.4-5087.2	1140.8-5274.9	709.6-2825.5	860.8-1635.4		
Mean ± SD	1680.4 ± 1164.9	3390.2 ± 888.4	1248.2 ± 434.9	1185.8 ± 206.6		83.3**
N	67	50	102	36		
ค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 (เฮิรซ์)						
Range	257.4-490.8	243.9-412.3	255.3-495.5	279.6-401.9		
Mean ± SD	328.6 ± 45.3	352.2 ± 35.4	336.2 ± 51.3	343.1 ± 26.5		26.5**
N	96	58	123	53		
ช่วงเวลาของแต่ละคำ (วินาที)						
Range	0.01-1.0	0.04-0.5	0.02-1.3	0.06-0.5		
Mean ± SD	0.31 ± 0.3	0.16 ± 0.1	0.45 ± 0.3	0.25 ± 0.1		17.7**
N	48	19	36	23		
ช่วงห่างของแต่ละคำ (วินาที)						
Range	0.1-2.2	0.2-1.9	0.1-1.8	0.5-2.1		
Mean ± SD	1.38 ± 0.5	1.04 ± 0.6	1.18 ± 0.5	1.41 ± 0.4		6.0 ^{NS}
N	44	13	39	25		

4. เสียงร้องแสดงความก้าวร้าว (aggressive call) แบบอย่างของเสียง คือ “กาฮัง” หรือ “กาว่า.... กาว่า” (ภาพที่ 16 และ 17) นกร้องรัวติดต่อกัน และแสดงท่าทางประกอบขณะร้อง เช่น โน้มคอลงไปด้านล่างที่มองเห็นผู้บุกรุก แล้วยืดคอตรง และกระโดดไปมาตามกิ่งไม้ใช้ปากหักกิ่งไม้เล็กๆ ซึ่งพฤติกรรมแบบนี้มักจะแสดงออกมาในขณะที่นกเห็นสิ่งผิดปกติเข้ามาใกล้บริเวณต้นโพรงรัง โดยเฉพาะในช่วงที่ลูกนกเพิ่งออกจากโพรงรังใหม่ๆ โดยแต่ละครั้งใช้เวลาร้องเฉลี่ย 4.3 นาที จากการวิเคราะห์ลักษณะต่างๆ ของแบบอย่างเสียงร้องนี้ ได้ผลการศึกษาดังแสดงในตารางที่ 6 และ 7 ตามลำดับ

เสียง “กาฮัง” ของนกกกทั้ง 4 คู่มีจำนวนฮาร์โมนิคตั้งแต่ 9-13 ฮาร์โมนิค เสียงของนกกกคู่ที่ 6 มีช่วงความถี่แรกถึงความถี่ของฮาร์โมนิคสุดท้ายกว้างที่สุดอยู่ระหว่าง 146.0-5987.4 เฮิรซ์ มีฮาร์โมนิคจำนวน 12 ฮาร์โมนิค เสียงของนกกกทั้ง 4 คู่มีค่าความต่างของความถี่อยู่ระหว่าง 1069.2-5801.6 เฮิรซ์ ซึ่งค่าเฉลี่ยความต่างนี้มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=48.1$, $P<0.001$) และค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 ของเสียง “กาฮัง” อยู่ระหว่าง 295.6-557.5 เฮิรซ์ โดยเสียงของนกกกคู่ที่ 5 มีค่าเฉลี่ยของความถี่ต่ำสุด และเสียงของนกกกคู่ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยของความถี่สูงสุด ซึ่งค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 ของเสียงที่นกกกทั้ง 4 คู่ร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=22.9$, $P<0.001$)

ช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กาฮัง” ระหว่างนกเพศผู้กับนกเพศเมียร้องใช้เวลา 0.01-1.1 วินาที ซึ่งเสียงของนกกกคู่ที่ 1 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุด และเสียงของนกกกคู่ที่ 6 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุด และค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียงที่นกกกทั้ง 4 คู่ร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=34.8$, $P<0.001$)

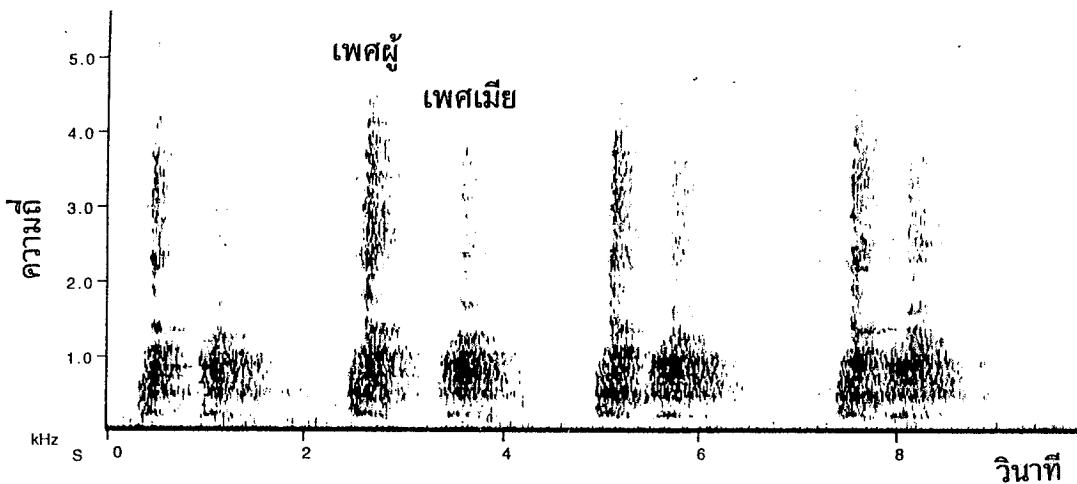
ช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กาฮัง” ที่นกเพศผู้ร้องพร้อมกับนกเพศเมียจนถึงอีกคำหนึ่งที่นกเพศผู้ร้องพร้อมกับนกเพศเมียร้องใช้เวลา 0.04-6.7 วินาที โดยเสียงของนกกกคู่ที่ 3 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุด ส่วนเสียงของนกกกคู่ที่ 6 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุด และค่าเฉลี่ยของช่วงห่างของแต่ละคำของเสียงที่นกกกทั้ง 4 คู่ร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=13.0$, $P=0.005$)

ส่วนเสียง “กาว่า” สามารถวิเคราะห์ได้ 2 คู่คือ คู่ที่ 5 และคู่ที่ 6 เสียงนี้มีจำนวนฮาร์โมนิค 7 และ 12 ฮาร์โมนิค โดยเสียงของนกกกคู่ที่ 6 มีช่วงความถี่แรกถึงความถี่ของฮาร์โมนิคสุดท้ายกว้างที่สุดคือ 160.7-4049.0 เฮิรซ์ และเสียงที่นกกกทั้ง 2 คู่ร้องมีค่าความต่างของความถี่อยู่ระหว่าง 1187.5-3876.1 เฮิรซ์ ซึ่งค่าเฉลี่ยความต่างนี้มี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

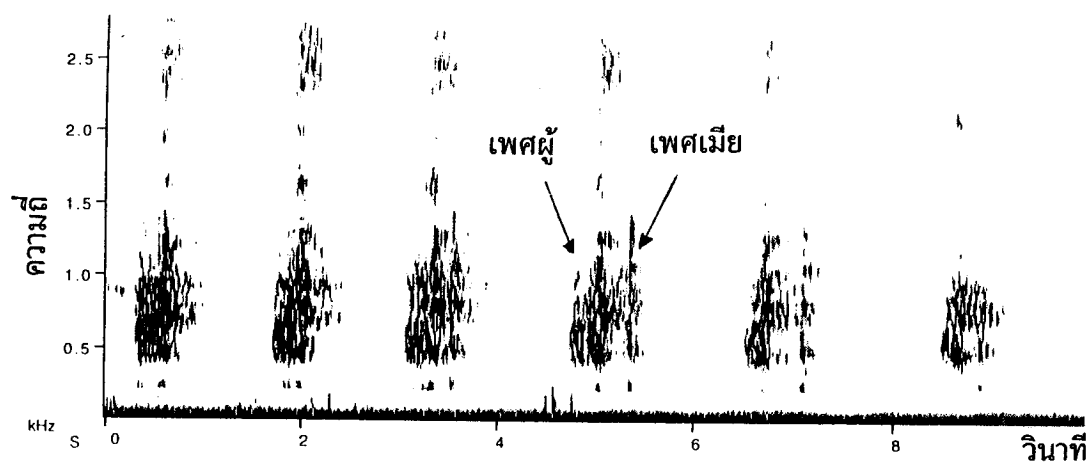
ทางสถิติ ($T=95.0$ $P=0.004$) และค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 ของเสียง “กาอะ” อยู่ระหว่าง 313.2–455.6 เฮิรซ์ โดยเสียงของนกกกคู้ที่ 5 มีค่าเฉลี่ยของความถี่ต่ำกว่าเสียงของนกกกคู้ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($T=45.0$, $P<0.001$)

ช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กาอะ” ระหว่างนกเพศผู้กับนกเพศเมีย ร้องใช้เวลา 0.2–0.9 วินาที ซึ่งเสียงของนกกกคู้ที่ 5 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นกว่าเสียงของนกกกคู้ที่ 6 แต่เสียงนี้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($T=178.0$, $P=0.13$)

ช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กาอะ” ที่นกเพศผู้ร้องพร้อมกับนกเพศเมียจนถึงอีกคำหนึ่งที่นกเพศผู้ร้องพร้อมกับนกเพศเมียใช้เวลา 0.1–6.7 วินาที โดยเสียงของนกกกคู้ที่ 5 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นกว่าเสียงของนกกกคู้ที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($T=105.0$, $P=0.001$)



ภาพที่ 16 spectrogram เสียง “กาฮัง” ของเสียงร้องแสดงความก้าวร้าว (aggressive call) ของนกกกคู้เพศผู้และเพศเมีย



ภาพที่ 17 spectrogram เสียง “กาวะ” ของเสียงร้องแสดงความก้าวร้าว (aggressive call) ของ นกกกเพศผู้และเพศเมีย

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่างๆในเสียงร้องแสดงความก้าวร้าว (aggressive call) ในรูปแบบเสียง “กาฮัง” ของนกกกกเพศผู้และเพศเมียจำนวน 4 คู่ และหาค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันโดยใช้ Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance

ตัวแปร	นกกกกเพศผู้และเพศเมียคู่ที่				Kruskal-Wallis Test	
	1	3	5	6	H (**p<0.01)	
จำนวนฮาร์โมนิค	13	9	11	12		
ค่าความถี่แรก-ความถี่ของฮาร์โมนิคสุดท้าย (ซีรีส์)	132.1-5049.8	117.4-2897.8	148.3-3231.7	146.0-5987.4		
ค่าความต่างของความถี่ (ซีรีส์)						
Range	1311.0-4894.4	1250.8-2712.4	1069.2-3083.4	2373.2-5801.6		
Mean ± SD	3859.2 ± 743.1	1840.5 ± 599.5	2132.8 ± 890.6	3707.1 ± 683.1	48.1**	
N	17	10	21	31		
ค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 (ซีรีส์)						
Range	319.3-454.2	342.6-413.5	295.6-364.5	299.4-557.5		
Mean ± SD	371.7 ± 36.5	382.4 ± 30.2	334.8 ± 19.7	382.6 ± 49.9	22.9**	
N	17	5	23	31		
ช่วงเวลาของแต่ละคำ (วินาที)						
Range	0.04-0.9	0.01-0.8	0.01-0.9	0.1-1.1		
Mean ± SD	0.18 ± 0.3	0.32 ± 0.2	0.33 ± 0.3	0.66 ± 0.2	34.8**	
N	10	14	36	34		
ช่วงห่างของแต่ละคำ (วินาที)						
Range	0.04-3.5	0.6-2.3	1.1-1.8	0.3-6.7		
Mean ± SD	1.48 ± 0.9	1.28 ± 0.5	1.34 ± 0.2	2.35 ± 1.5	13.0**	
N	13	16	21	30		

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่างๆในเสียงร้องแสดงความก้าวร้าว (aggressive call) ในรูปแบบเสียง “กาวะ” ของนกกกกเพศผู้และเพศเมียจำนวน 2 คู่ และหาค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันโดยใช้ Mann-Whitney Test

ตัวแปร	นกกกกเพศผู้และเพศเมียคู่ที่		Mann-Whitney Test	
	5	6	T (**P<0.01, ^{NS} = ไม่มีความแตกต่าง)	
จำนวนฮาร์โมนิค		12		
ค่าความถี่แรก-ความถี่ของฮาร์โมนิคสุดท้าย (เฮิรตซ์)	7	160.7-4049.0		
ค่าความต่างของความถี่ (เฮิรตซ์)				
Range	1271.5-1998.1	1187.5-3876.1		
Mean ± SD	1661.8 ± 212.5	2297.9 ± 680.1		95.0**
N	8	43		
ค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 (เฮิรตซ์)				
Range	313.2-357.6	368.7-455.6		
Mean ± SD	335.3 ± 14.6	420.8 ± 19.3		45.0**
N	9	43		
ช่วงเวลาของแต่ละคำ (วินาที)				
Range	0.2-0.9	0.5-0.8		
Mean ± SD	0.53 ± 0.2	0.59 ± 0.1		178.0 ^{NS}
N	9	44		
ช่วงห่างของแต่ละคำ (วินาที)				
Range	0.1-4.2	0.2-6.7		
Mean ± SD	1.06 ± 1.3	2.29 ± 1.1		105.0**
N	9	43		

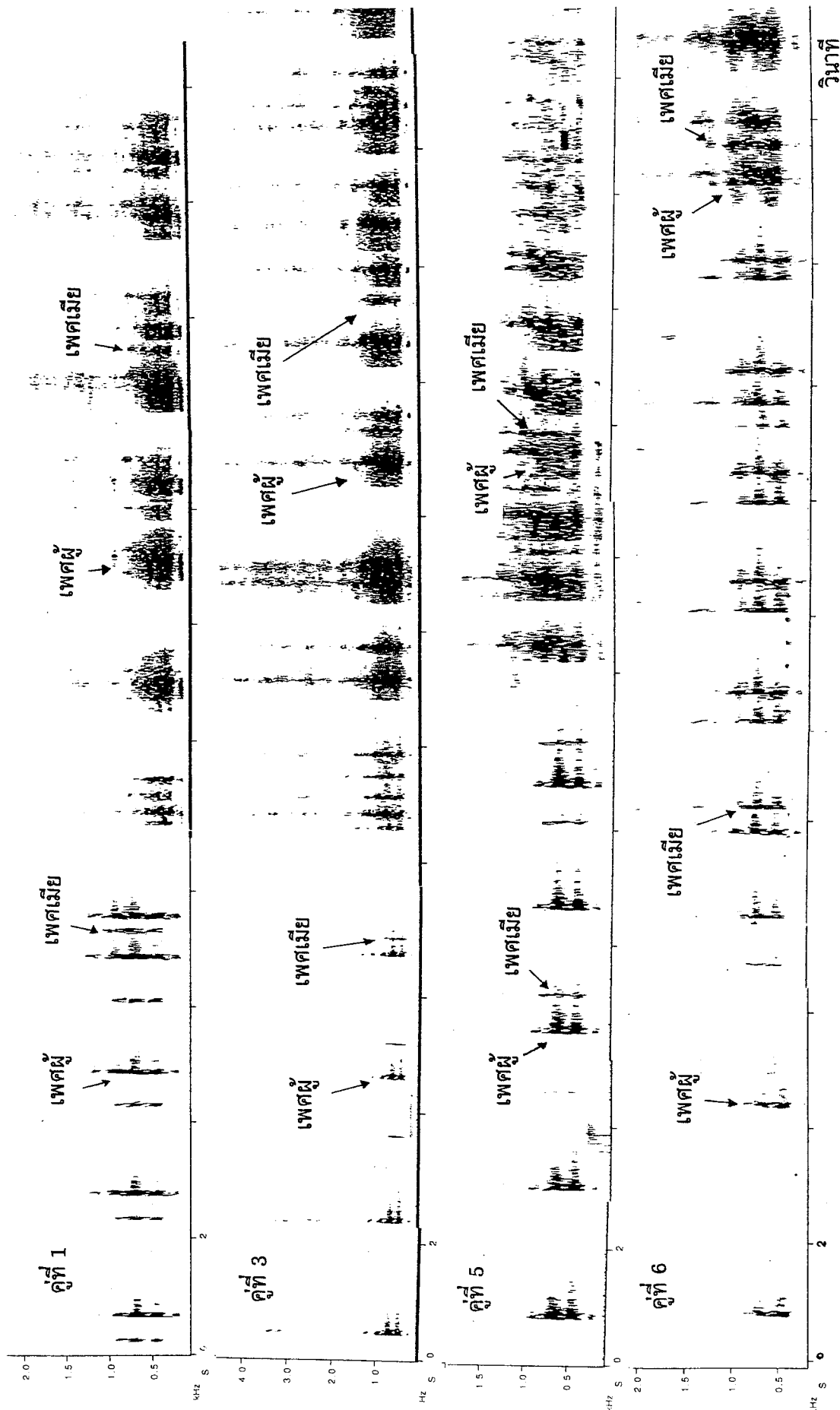
จำแนกลักษณะเฉพาะตัวของนกกก

จากการฟังและบันทึกเสียงร้องของนกกกทำให้สามารถแยกเสียงร้องของนกกกแต่ละตัวว่ามีความแตกต่างกัน แต่ยังไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นเสียงนกกกตัวใดหรือคู่ใด จากการวิเคราะห์คลื่นความถี่และตัวแปรอื่น ๆ จึงสามารถจำแนกลักษณะเฉพาะตัวโดยการเปรียบเทียบความชัดเจนของ spectrogram (ภาพที่ 18) และหาความแตกต่างของ spectrogram ของเสียงร้องของนกกกแต่ละคู่ (ตารางที่ 8) จากการเปรียบเทียบนกกก 4 คู่ คือคู่ที่ 1 คู่ที่ 3 คู่ที่ 5 และคู่ที่ 6 พบว่าช่วงที่เป็นเสียงร้อง “กก” ของนกเพศผู้มีเสียงก้อง (resonance) เห็นชัดเจนที่ฮาร์โมนิกที่ 3 เหมือนกันทุกคู่แต่ความก้องจะแตกต่างกันที่ฮาร์โมนิกที่ 2 จึงใช้เสียงก้องที่ฮาร์โมนิกที่ 2 เป็นตัวบ่งชี้ความแตกต่างเพื่อที่จะใช้บ่งบอกลักษณะเฉพาะตัวพบว่า นกเพศผู้คู่ที่ 5 (ภาพที่ 21a) มีเสียงก้องชัดที่สุด และมีระยะเวลาช่วงที่เป็นเสียงก้องยาวนานกว่าตัวอื่นๆ โดยมีระยะเวลาช่วงที่เป็นเสียงก้องอยู่ระหว่าง 0.4-1.4 วินาที แต่ค่าเฉลี่ยของช่วงห่างของแต่ละคำสั้นที่สุดคือ 1.94 ± 0.2 วินาที ดังนั้นในบทร้อง (repertoire) หนึ่งๆ จึงมีจำนวนคำ (syllables) มากถึง 62 คำ ความชัดเจนของฮาร์โมนิกที่ 2 รองลงมาคือ นกเพศผู้คู่ที่ 6 (ภาพที่ 22a) และนกเพศผู้คู่ที่ 1 (ภาพที่ 19a) ตามลำดับ ส่วนนกเพศผู้คู่ที่ 3 (ภาพที่ 20a) เสียงก้องเน้นที่ฮาร์โมนิกที่ 2 จึงแตกต่างจากตัวอื่นๆ ชัดเจนที่สุด และระยะเวลาของช่วงที่เป็นเสียงก้องของนกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=47.3$, $P<0.001$)

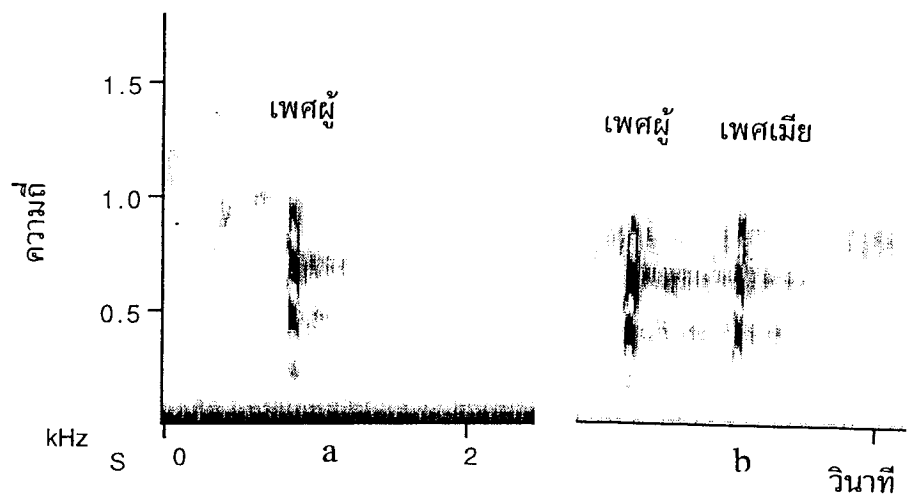
ส่วนเสียง “กก” ของนกกกเพศเมียแต่ละตัวนั้น พบว่าเสียงร้องของนกเพศเมียทุกตัวมีฮาร์โมนิกไม่ชัดเจนเท่าฮาร์โมนิกของเพศผู้ และจำแนกได้ดังนี้ เสียงก้องของนกเพศเมียทุกตัวเน้นที่ฮาร์โมนิกที่ 3 เหมือนกันหมดทุกตัว แต่นกเพศเมียคู่ที่ 3 (ภาพที่ 20b) มีฮาร์โมนิกชัดเจนมากที่สุด รองลงมาคือ นกเพศเมียคู่ที่ 1 (ภาพที่ 19b) นกเพศเมียคู่ที่ 5 (ภาพที่ 21b) และนกเพศเมียคู่ที่ 6 (ภาพที่ 22b) ตามลำดับ แต่ระยะเวลาช่วงที่เป็นเสียงก้องไม่สามารถหาได้ เนื่องจากส่วนมากนกเพศเมียจะส่งเสียงร้องตามนกเพศผู้ ดังนั้นเสียงจึงซ้อนทับกับเสียงของนกเพศผู้ จึงหาขอบเขตของเสียงร้องที่แน่นอนไม่ได้ ส่วนเสียง “กาฮัง” (ภาพที่ 23) และ เสียง “กาว่าะ” (ภาพที่ 24) ไม่มีเสียงก้อง

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปรต่างๆของเสียง “กก” ของนกกกเพศผู้จำนวน 4 ตัว และหาค่าความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยของตัวแปรเดียวกันโดยใช้ Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance

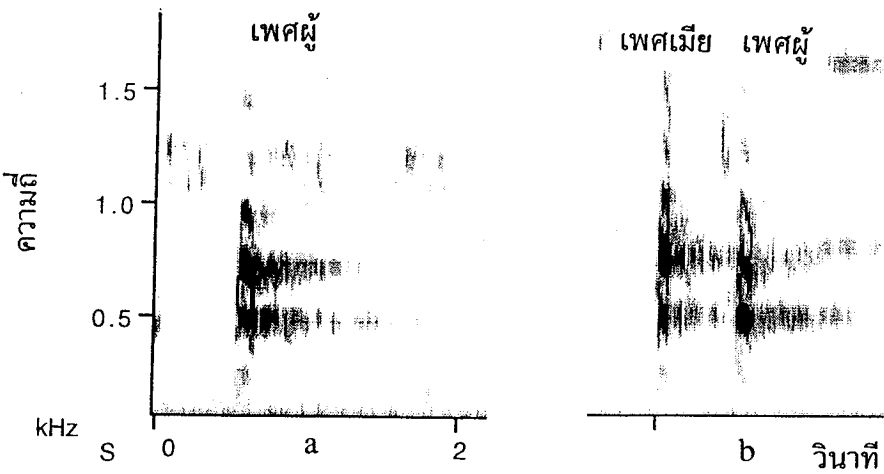
ตัวแปร	นกกกเพศผู้ตัวที่				Kruskal-Wallis Test	
	1	3	5	6	H (**P<0.01)	
ค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 (เฮริซ)						
Range	260.8-351.0	298.7-380.5	270.6-302.5	260.0-373.6		
Mean ± SD	308.2 ± 21.3	325.0 ± 14.5	337.3 ± 40.7	339.9 ± 25.7		28.8**
N	20	46	62	31		
ช่วงเวลาของแต่ละคำ (วินาที)						
Range	0.07-0.12	0.08-0.15	0.08-0.13	0.08-0.13		
Mean ± SD	0.09 ± 0.01	0.11 ± 0.02	0.10 ± 0.01	0.10 ± 0.01		11.4**
N	20	46	62	31		
ช่วงห่างของแต่ละคำ (วินาที)						
Range	2.0-2.7	1.5-2.5	1.7-2.8	1.7-4.0		
Mean ± SD	2.22 ± 0.2	1.97 ± 0.2	1.94 ± 0.2	2.03 ± 0.5		25.1**
N	19	45	61	31		
ระยะเวลาช่วงที่เป็นเสียงก้อง (วินาที)						
Range	0.4-1.0	0.5-1.1	0.4-1.4	0.2-1.1		
Mean ± SD	0.78 ± 0.2	0.82 ± 0.1	0.98 ± 0.2	0.56 ± 0.2		47.3**
N	20	46	62	31		



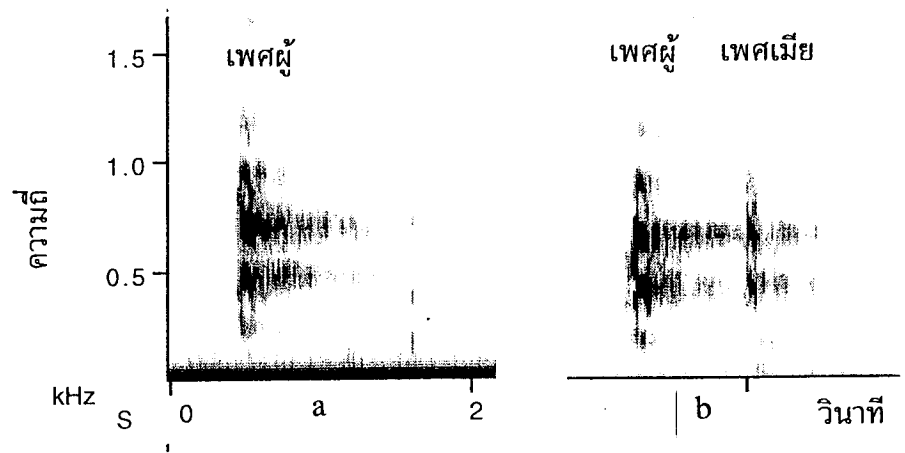
ภาพที่ 18 spectrogram ของเสียงร้อง “กก..กก..ก้ายัง..ก้ายัง..” ของนกกกเพคผู้และเพคเมียจำนวน 4 คู้



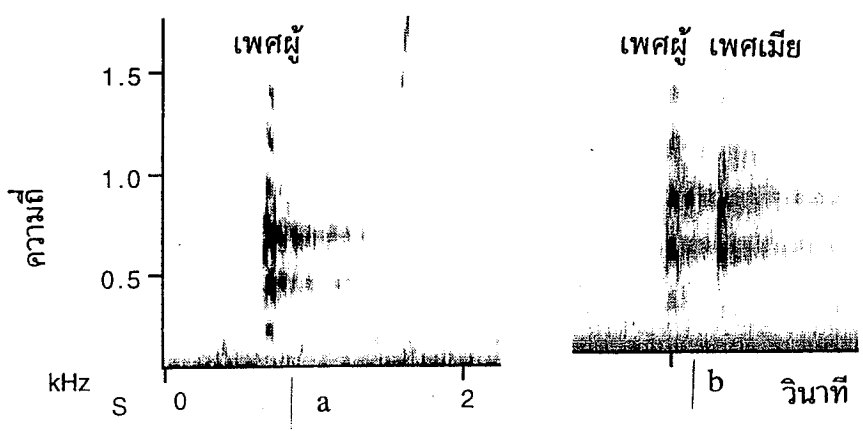
ภาพที่ 19 spectrogram เสียง “กก” ของนกกกคู่ที่1 (a) นกเพศผู้ (b) นกกกเพศผู้และเพศเมีย



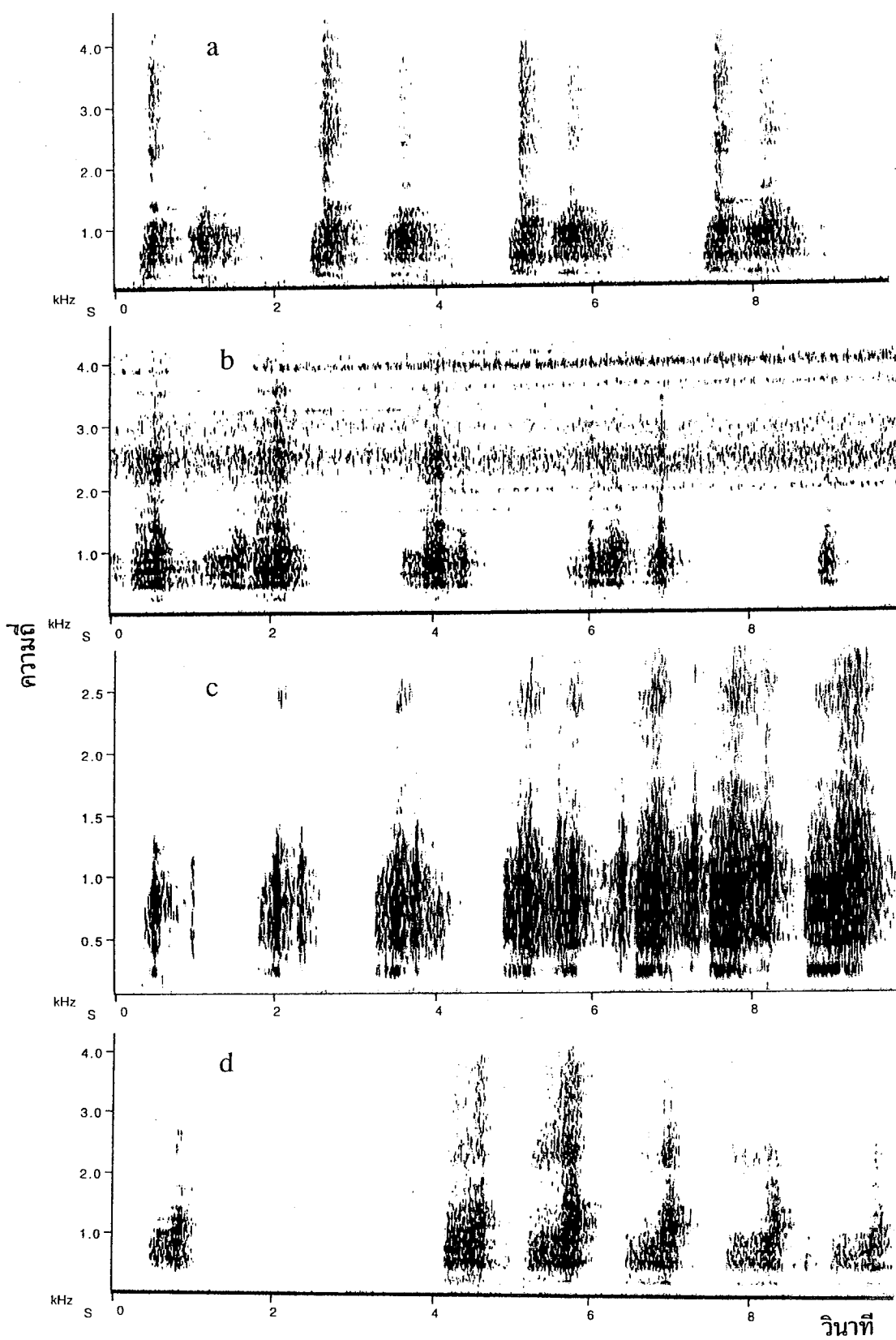
ภาพที่ 20 spectrogram เสียง “กก” ของนกกกคู่ที่3 (a) นกเพศผู้ (b) นกกกเพศเมียและเพศผู้



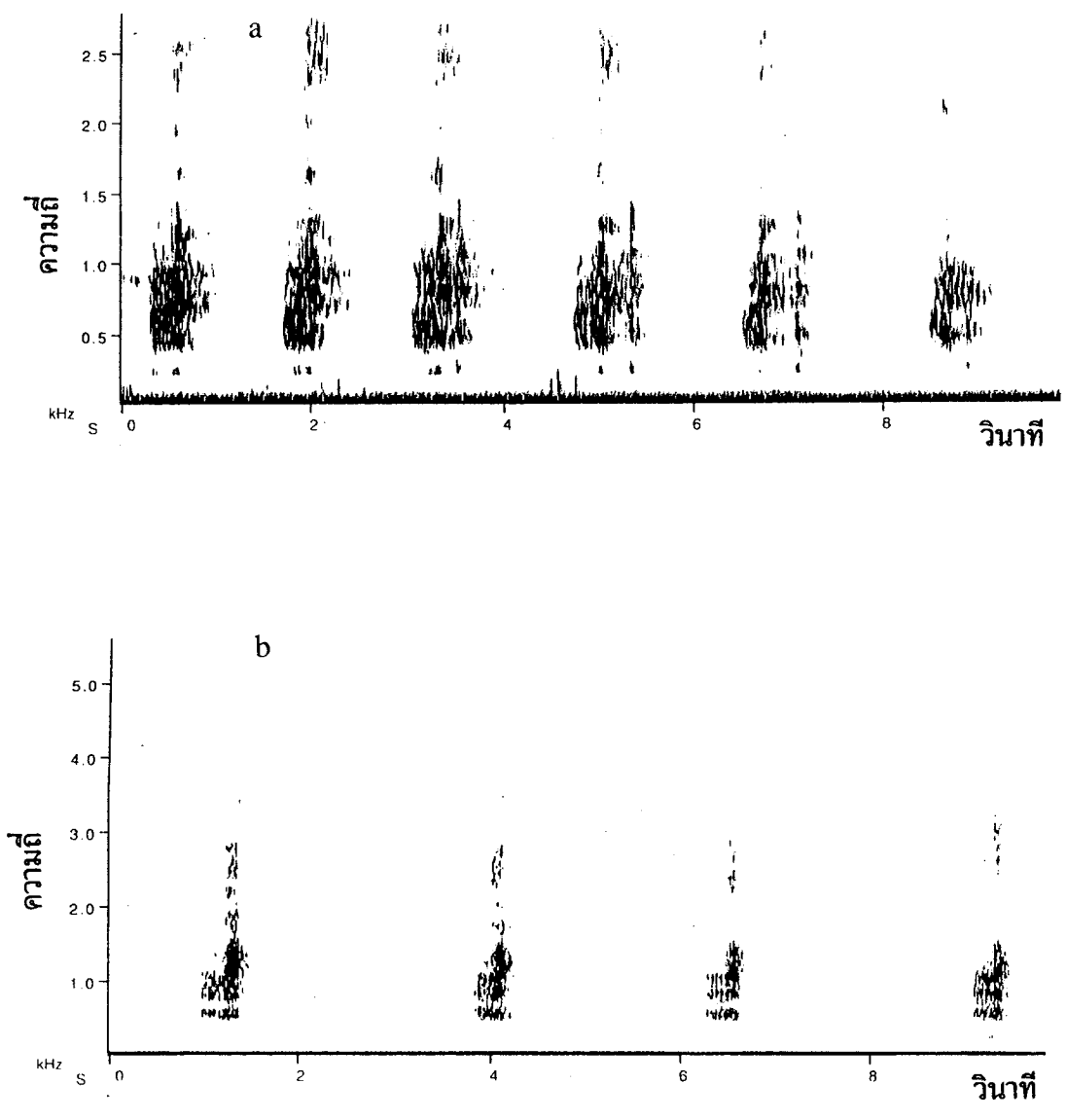
ภาพที่ 21 spectrogram เสียง “กก” ของนกกกดู่ที่5 (a) นกเพศผู้ (b) นกกดกเพศผู้และเพศเมีย



ภาพที่ 22 spectrogram เสียง “กก” ของนกกกดู่ที่6 (a) นกเพศผู้ (b) นกกดกเพศผู้และเพศเมีย



ภาพที่ 23 spectrogram เสียง “กาฮัง” ของนกกก (a) คู่ที่1 (b) คู่ที่3 (c) คู่ที่5 และ (d) คู่ที่6



ภาพที่ 24 spectrogram เสียง “กาวะ” ของนกกกก (a) คู่ที่5 และ (b) คู่ที่6

ลักษณะของเสียงร้องและพฤติกรรมในช่วงฤดูสืบพันธุ์

ช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเอง

เมื่อฤดูสืบพันธุ์เริ่มต้นนกเพศผู้จะเกี่ยวพาราสินกเพศเมีย ซึ่งเกิดขึ้นก่อนที่นกเพศเมียเข้าโพรงเพื่อวางไข่ พฤติกรรมการเกี่ยวพาราสีอยู่ในระหว่างปลายเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนมกราคม ดังนั้นคือนกเพศผู้จะบินนำนกเพศเมียมาเกาะใกล้ๆ บริเวณต้นโพรงรังที่นกเพศผู้เป็นตัวที่เสาะหาโพรงรังไว้ก่อน เมื่อนกเพศผู้มาถึงบริเวณต้นไม้ที่มีโพรงรังจะเริ่มบินไปรอบๆ ต้นโพรงรัง และบินเข้าออกที่โพรงรังบ่อยครั้ง แล้วนกเพศผู้จะบินออกมาเกาะที่กิ่งไม้ใกล้บริเวณรังส่งเสียงร้อง กก...กก...กก... นกเพศเมียจะร้องประสานกับเสียงร้องของนกเพศผู้ นกเพศผู้ก็จะบินเข้าไปสำรวจโพรงรังอีก และบินออกไปเกาะที่กิ่งไม้ใกล้ๆ บริเวณรังทำดังนี้หลายครั้ง จากนั้นนกเพศผู้ก็จะป้อนผลไม้ให้นกเพศเมีย เมื่อนกเพศเมียยอมรับอาหารที่นกเพศผู้ป้อนให้แบบปากต่อปาก และเพศเมียยอมให้นกเพศผู้ผสมพันธุ์ เมื่อนกเพศผู้และนกเพศเมียผสมพันธุ์กันแล้วทั้งคู่จะเกาะนิ่งอยู่ใกล้ๆ บริเวณรัง พร้อมทั้งส่งเสียงร้องประสานกัน จากนั้นจึงพากันบินออกไปจากบริเวณรังพร้อมกับส่งเสียงร้องรัวประสานกัน ในช่วงนี้ทั้งนกเพศผู้และนกเพศเมียจะใช้เสียงร้องติดต่อกันมากที่สุด

ในช่วงนี้ความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” (ตารางที่ 9) พบว่าเสียงร้องของนกกกเพศผู้ทั้ง 3 ตัวมีความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กก” อยู่ระหว่าง 102.7-4207.0 เฮิรซ์ ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่อี 3 มีช่วงความถี่กว้างที่สุด แต่เสียงของนกเพศผู้คู่อี 5 มีค่าความถี่แรกต่ำสุด (102.7 เฮิรซ์) ส่วนเสียงของนกเพศเมีย 2 ตัวมีความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กก” อยู่ระหว่าง 129.7-4118.9 เฮิรซ์ ซึ่งเสียงของนกเพศเมียคู่อี 3 ก็มีช่วงความถี่กว้างที่สุด แต่เสียงของนกเพศเมียคู่อี 1 มีค่าความถี่แรกต่ำสุด (129.7 เฮิรซ์)

ความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กาฮัง” ที่นกกกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 112.9-4389.3 เฮิรซ์ โดยเสียงของนกเพศผู้คู่อี 3 มีช่วงความถี่กว้างที่สุด แต่เสียงของนกเพศผู้คู่อี 5 มีค่าความถี่แรกต่ำสุด (112.9 เฮิรซ์) ส่วนเสียงที่นกเพศเมีย 2 ตัวร้องมีความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กาฮัง” อยู่ระหว่าง 151.1-4591.0 เฮิรซ์ โดยเสียงของนกเพศเมียคู่อี 3 ก็มีความถี่กว้างที่สุดเช่นกัน และเสียงของนกเพศเมียคู่อี 1 มีค่าความถี่แรกต่ำสุด (151.1 เฮิรซ์)

ตารางที่ 9 ขอบเขตของความถี่แรกต่ำสุด ถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กก” และ เสียง “กาฮัง” ของนกกกเพศผู้และนกกกเพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเอง

นกกกคู่ที่	ความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้าย (เฮิรตซ์)			
	เสียง “กก”		เสียง “กาฮัง”	
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย
1	108.4-2859.5	129.7-3130.6	133.3-3842.4	151.1-3757.7
3	136.6-4207.0	142.4-4118.9	162.6-4389.3	168.7-4591.0
5	102.7-1238.5	ND	112.9-1526.0	160.9-1531.6
6	ND	ND	147.2-4310.7	ND

หมายเหตุ ND = ไม่มีข้อมูล

จากการวิเคราะห์ตัวแปรลักษณะต่างๆของนกกกเพศผู้และเพศเมียดังแสดงในตารางที่ 10 พบว่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง “กก” ที่นกเพศผู้3 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 257.4-377.8 เฮิรตซ์ ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่ที่5 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดคือ 298.2 เฮิรตซ์ ส่วนเสียงของนกเพศผู้คู่ที่3 มีค่าเฉลี่ยความถี่สูงสุดคือ 326.6 เฮิรตซ์ และค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 3 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=36.2, P<0.001$) ส่วนความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง “กก” ที่นกเพศเมีย 2 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 243.9-378.2 เฮิรตซ์ โดยเสียงของนกเพศเมียของคู่ที่1 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำกว่าเสียงของนกเพศเมียคู่ที่3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($T=336.5, P=0.03$)

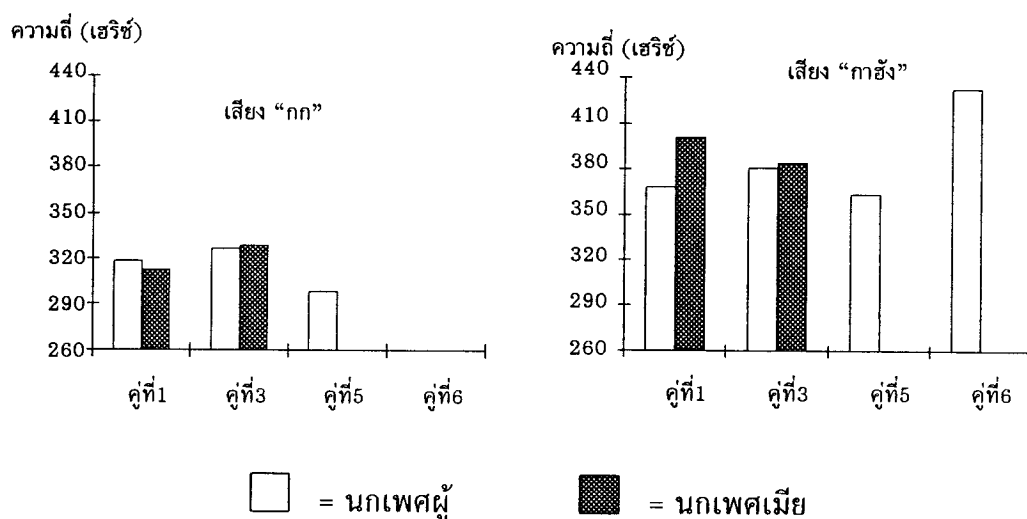
ความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง “กาฮัง” ที่นกกกเพศผู้ 4 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 308.3-669.4 เฮิรตซ์ ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่ที่5 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดคือ 363.4 เฮิรตซ์ ส่วนเสียงของนกเพศผู้คู่ที่6 มีค่าเฉลี่ยความถี่สูงสุดคือ 432.9 เฮิรตซ์ และค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=52.1, P=0.001$) และความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2ของเสียง “กาฮัง” ที่นกกกเพศเมีย 2 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 365.3-426.5 เฮิรตซ์ ซึ่งเสียงของนกเพศเมียคู่ที่3 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำกว่าเสียงของนกเพศเมียคู่ที่1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($T=111.0, P=0.03$) (ภาพที่ 25)

ตารางที่ 10 ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นที่ 2 ของเสียง “กก” และเสียง “ก้าง” ของนกกกกเทศผู้ และนกกกกเทศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงก่อนนกเทศเมียปิดรังตัวเอง

ความคิดเห็นที่ 2 (เฮิร์ช)									
นกกกกที่	เสียง “กก” ของนกเทศผู้		เสียง “กก” ของนกเทศเมีย		เสียง “ก้าง” ของนกเทศผู้		เสียง “ก้าง” ของนกเทศเมีย		
	Range	Mean±SD	Range	Mean±SD	Range	Mean±SD	Range	Mean±SD	
1	257.4-377.8	318.0 ± 23.9	271.0-378.2	312.3 ± 24.0	325.1-340.0	368.0 ± 25.3	374.4-426.5	400.8 ± 15.7	
N		43		51		9		7	
3	284.6-368.5	326.6 ± 21.5	243.9-371.9	328.9 ± 40.1	326.6-409.1	380.9 ± 14.7	365.3-412.3	384.3 ± 13.8	
N		24		8		11		15	
5	268.2-337.1	298.2 ± 15.1	ND	ND	308.3-528.5	363.4 ± 93.5	ND	ND	
N		56				5			
6	ND	ND	ND	ND	382.0-669.4	432.9 ± 75.3	ND	ND	
N						22			
		H = 36.2**			T = 336.5*			H = 52.1**	T = 111.0*

หมายเหตุ ND = ไม่มีข้อมูล

H = Kruskal -Wallis Test และ T = Mann - Whitney Test (* P=<0.05, ** P=<0.01)



ภาพที่ 25 เปรียบเทียบความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 ของเสียง "กก" และเสียง "กาฮัง" ของนก 4 คู่ในช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเอง

ช่วงเวลาของแต่ละคำ (ตารางที่ 11) ของเสียง "กก" ที่นกเพศผู้ 3 ตัวร้องใช้เวลา 0.06-0.19 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 5 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 0.094 วินาที และเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 1 และคู่ที่ 3 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยนานใกล้เคียงกันคือ 0.11 วินาที และค่าเฉลี่ยช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 3 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=18.3$, $P<0.001$) ส่วนช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง "กก" ที่นกเพศเมีย 2 ตัวร้องใช้เวลา 0.05-0.14 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 3 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นกว่าเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($T=154.0$, $P=0.05$)

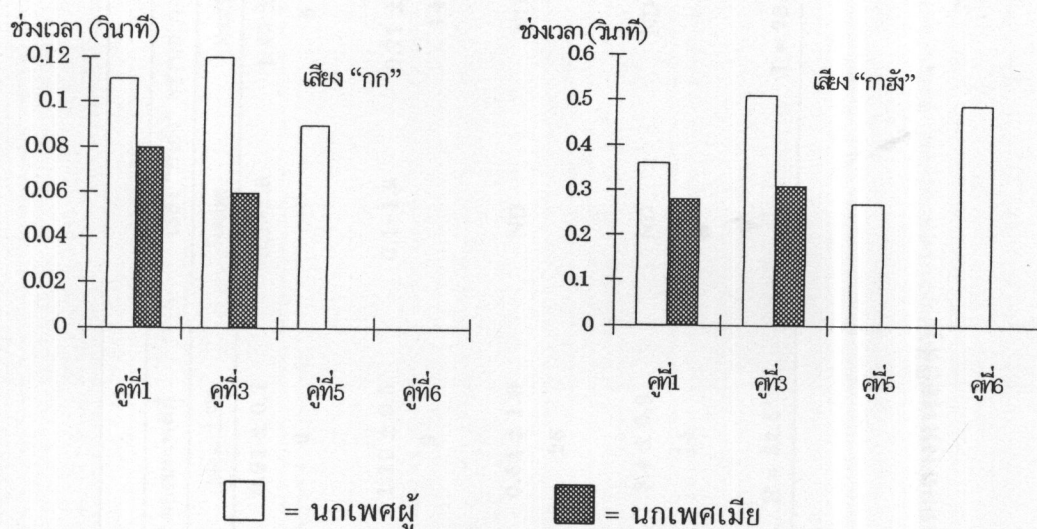
ช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง "กาฮัง" ที่นกเพศผู้ 4 ตัวร้องใช้เวลา 0.09-1.15 วินาที โดยเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 5 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 0.27 วินาที และเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 3 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุดคือ 0.51 วินาที และค่าเฉลี่ยช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=19.6$, $P<0.001$) ส่วนช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง "กาฮัง" ที่นกเพศเมีย 2 ตัวร้องใช้เวลา 0.09-1.15 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 1 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นกว่าเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 3 แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($T=62.5$, $P=0.21$) (ภาพที่ 26)

ตารางที่ 11 ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลาของแต่ละค่าของเสียง “กก” และเสียง “ก้าง” ของนกกกเพศผู้และนกนกเพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงก่อนนกเพศเมียปิดรังตัวเอง

นกกคู่ที่	ช่วงเวลาของแต่ละค่า (วินาที)					
	เสียง “กก” ของนกเพศผู้		เสียง “กก” ของนกเพศเมีย		เสียง “ก้าง” ของนกเพศผู้	
	Range	Mean±SD	Range	Mean±SD	Range	Mean±SD
1	0.08-0.19	0.11 ± 0.02	0.05-0.14	0.08 ± 0.02	0.17-0.58	0.36 ± 0.2
N		42		52		10
3	0.09-0.15	0.11 ± 0.02	0.05-0.08	0.06 ± 0.01	0.12-1.15	0.51 ± 0.34
N		25		8		10
5	0.06-0.13	0.094 ± 0.01	ND	ND	0.09-0.9	0.27 ± 0.21
N		56				31
6	ND	ND	ND	ND	0.3-0.6	0.49 ± 0.08
N						22
		H = 18.3**			T = 154.0*	H = 19.6**
						T = 62.5 ^{NS}

หมายเหตุ ND = ไม่ข้อมูล

H = Kruskal-Wallis Test และ T = Mann-Whitney Test (* P<0.05, ** P<0.01, ^{NS} = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ)



ภาพที่ 26 เปรียบเทียบช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง "กก" และเสียง "กาสัง" ของนกกก 4 คู่ในช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเอง

ช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง "กก" (ตารางที่ 12) ที่นกกกเพศผู้ 3 ตัวร้องใช้เวลา 0.3-3.5 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คูที่ 3 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 2.04 วินาที ส่วนเสียงของนกเพศผู้คูที่ 5 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุดคือ 2.38 วินาที และค่าเฉลี่ยช่วงห่างของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 3 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=15.8$, $P<0.001$) ส่วนช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง "กก" ที่นกเพศเมีย 2 ตัวร้องใช้เวลา 0.3-4.3 วินาที โดยเสียงของนกเพศเมียคูที่ 3 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นกว่าเสียงของนกเพศเมียคูที่ 1 แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($T=163.5$, $P=0.08$)

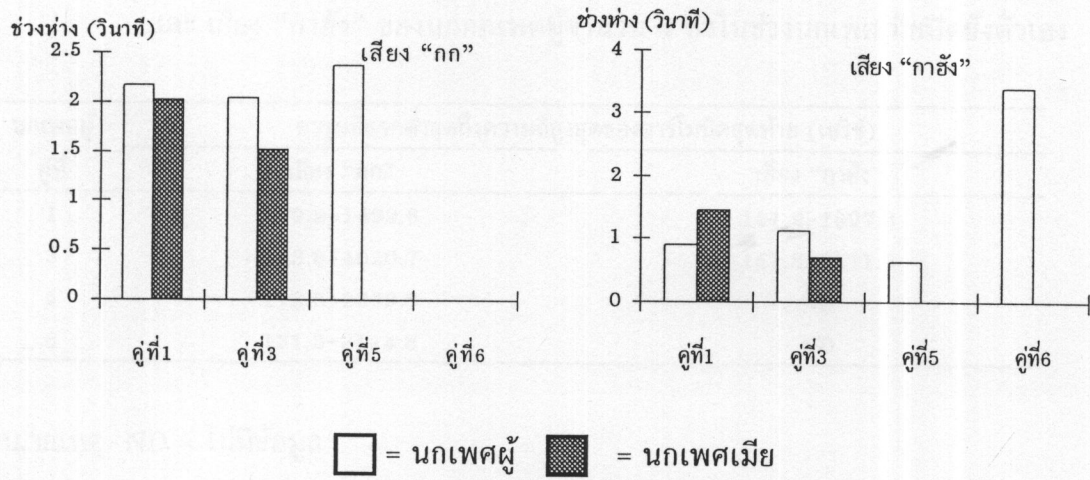
ส่วนช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง "กาสัง" ที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องใช้เวลา 0.01-5.1 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คูที่ 5 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 0.64 วินาที ส่วนเสียงของนกเพศผู้คูที่ 6 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุดคือ 3.4 วินาที และค่าเฉลี่ยช่วงห่างของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=32.5$, $P<0.001$) ส่วนช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง "กาสัง" ที่นกเพศเมีย 2 ตัวร้องใช้เวลา 0.1-2.8 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศเมียคูที่ 3 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นกว่าเสียงของนกเพศเมียคูที่ 1 แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($T=78.5$, $P=0.11$) (ภาพที่ 27)

ตารางที่ 12 ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงห่างของตัวเลขเสียง “ก” และเสียง “ก้าง” ของนกกกกเพศผู้และนกนกเพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงก่อนนกเพศเมียปิดรังตัวเอง

นกกกคู่ที่	ช่วงห่างของแต่ละค่า (วินาที)					
	เสียง “ก” ของนกเพศผู้		เสียง “ก” ของนกเพศเมีย		เสียง “ก้าง” ของนกเพศผู้	
	Range	Mean±SD	Range	Mean±SD	Range	Mean±SD
1	0.3-3.3	2.17 ± 0.6	0.3-4.3	2.02 ± 0.5	0.3-2.0	0.91 ± 0.7
N		42		52		9
3	1.9-2.4	2.04 ± 0.1	0.3-2.2	1.52 ± 0.7	0.1-1.7	1.12 ± 0.5
N		25		8		9
5	1.5-3.5	2.38 ± 1.0	ND	ND	0.01-1.5	0.64 ± 1.6
N		56				28
6	ND	ND	ND	ND	2.3-5.1	3.4 ± 0.9
N						14
		H = 15.8**			T = 163.5 ^{NS}	H = 32.5**
						T = 78.5 ^{NS}

หมายเหตุ ND = ไม่มีข้อมูล

H= Kruskal-Wallis Test และ T = Mann-Whitney Test (** P<0.01, ^{NS} = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ)



ภาพที่ 27 เปรียบเทียบช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกก 4 คู่ ในช่วงก่อนนกเพศเมียปิดขังตัวเอง

ช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเอง

เป็นช่วงที่นกเพศเมียเข้าไปอยู่ในโพรงรัง แล้วปิดขังตัวเองอยู่ในนั้น นกเพศเมียจะออกไข่ ฟักไข่ และเลี้ยงลูกอ่อนอยู่ในโพรงรัง ซึ่งอยู่ระหว่าง 4 มกราคม ถึง 8 เมษายน ในช่วงนี้นกเพศผู้จะส่งเสียงร้องเพียงตัวเดียว โดยนกเพศผู้จะนำอาหารที่หามาได้มาป้อนนกเพศเมียและลูก เมื่อป้อนเสร็จจะบินออกไปเกาะที่กิ่งไม้อยู่ห่างจากโพรงรังออกไป นกเพศผู้มักจะส่งเสียงร้องหลังจากป้อนอาหารเสร็จแล้ว แต่บางครั้งนกเพศผู้บินมาป้อนอาหารนกเพศเมียเสร็จแล้วก็ไม่ส่งเสียงร้อง

ในช่วงนี้วิเคราะห์ผลได้เฉพาะเสียงร้องของนกกกเพศผู้เท่านั้น ซึ่งความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง“กก”และเสียง“กาฮัง” (ตารางที่ 13) มีความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง“กก” ที่นกเพศผู้ 4 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 103.8-4020.7 เฮิรซ์ ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่ที่3 มีช่วงความถี่กว้างที่สุด และยังมีค่าความถี่แรกต่ำสุด (103.8 เฮิรซ์) ส่วนความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กาฮัง” มีผลวิเคราะห์เฉพาะนกเพศผู้ 2 ตัวคือ นกเพศผู้คู่ที่1และคู่ที่3เท่านั้น ซึ่งเสียงของนกเพศผู้ทั้ง 2 ตัวร้องมีความถี่อยู่ระหว่าง 121.9-3171.5 เฮิรซ์ โดยเสียงของนกเพศผู้คู่ที่3 มีช่วงความถี่กว้างกว่าเสียงของนกเพศผู้คู่ที่1 แต่เสียงของนกเพศผู้คู่ที่1 มีค่าความถี่แรกต่ำกว่า (121.9 เฮิรซ์)

ตารางที่ 1.3 ขอบเขตของความถี่แรกต่ำสุด ถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้าย ของเสียง“กก” และ เสียง “กาฮัง” ของนกกกกเพศผู้จำนวน 4 ตัวในช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเอง

นกเพศผู้ คู่ที่	ความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้าย (เฮิรตซ์)	
	เสียง “กก”	เสียง “กาฮัง”
1	119.2-1499.6	121.9-1997.3
3	103.8-4020.7	151.8-3171.5
5	112.8-2930.9	ND
6	131.3-3114.8	ND

หมายเหตุ ND = ไม่มีข้อมูล

ความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 (ตารางที่ 14) ของเสียง “กก” ที่นกเพศผู้ 4 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 260.0-380.5 เฮิรตซ์ ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 1 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดคือ 308.2 เฮิรตซ์ ส่วนเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 6 มีค่าเฉลี่ยความถี่สูงสุดคือ 339.9 เฮิรตซ์ และค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 ของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=28.8$, $P<0.001$) ส่วนความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 ของเสียง “กาฮัง” ที่นกเพศผู้ 2 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 330.2-528.0 เฮิรตซ์ โดยเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 1 และเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของความถี่นี้ใกล้เคียงกัน และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($T=72.0$, $P=0.89$) (ภาพที่ 28)

ช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กก” (ตารางที่ 15) ที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องใช้เวลา 0.07-0.15 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 1 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 0.09 วินาที และเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 3 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุด 0.105 วินาที และค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=11.5$, $P<0.01$) ส่วนช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กาฮัง” ที่นกเพศผู้ 2 ตัวร้องใช้เวลา 0.47-0.9 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 1 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นกว่าเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 3 แต่เสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 2 ตัวร้องไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($T=52.0$, $P=0.10$) (ภาพที่ 29)

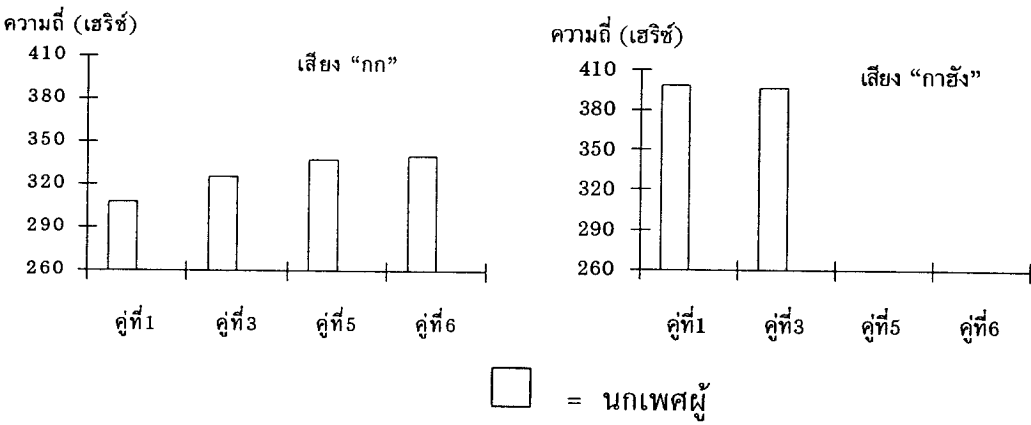
ช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กก” (ตารางที่ 16) ที่นกเพศผู้ 4 ตัวร้องใช้เวลา 1.5-4.0 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 5 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 1.94 วินาที และเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 1 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุดคือ 2.22 วินาที และค่าเฉลี่ยช่วง

ห่างของแต่ละค่าของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=25.1$, $P<0.001$) ส่วนช่วงห่างของแต่ละค่าของเสียง“กาฮัง” ที่นกเพศผู้ 2 ตัวร้องใช้เวลา 0.1–0.8 วินาที โดยเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 3 มีช่วงห่างของแต่ละค่าเฉลี่ยสั้นกว่าเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 1 เล็กน้อยซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($T=60.0$, $P=0.38$) (ภาพที่ 30)

ตารางที่ 14 ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 ของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกกเพศผู้ 4 ตัวในช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเอง

นกเพศผู้ คู่ที่	ความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 (เฮิรตซ์)			
	เสียง “กก”		เสียง “กาฮัง”	
	Range	Mean $\pm$ SD	Range	Mean $\pm$ SD
1	260.8–351.0	308.2 $\pm$ 21.3	330.2–528.0	397.9 $\pm$ 53.9
N	20	20	12	12
3	298.7–380.5	325.0 $\pm$ 14.5	358.0–430.7	396.4 $\pm$ 29.6
N	46	46	7	7
5	270.6–302.5	337.3 $\pm$ 40.7	ND	ND
N	62	62		
6	260.0–373.6	339.9 $\pm$ 25.7	ND	ND
N	31	31		
H = 28.8**			T = 72.0 ^{NS}	

หมายเหตุ ND = ไม่มีข้อมูล
H = Kruskal–Wallis Test และ T = Mann–Whitney Test (** $P<0.01$,
^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

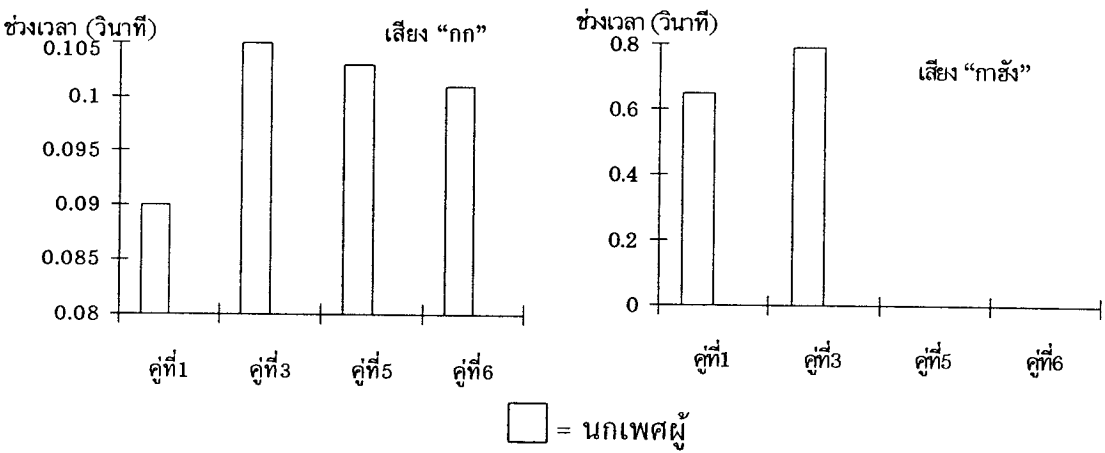


ภาพที่ 28 เปรียบเทียบความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง “กก” และเสียง “ก้าง” ของ นกกกเพศผู้ 4 ตัวในช่วงนกเพศเมียปิดรังตัวเอง

ตารางที่ 15 ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลาของแต่ละคำ ของเสียง “กก” และเสียง “ก้าง” ของนกกกเพศผู้ 4 ตัวในช่วงนกเพศเมียปิดรังตัวเอง

นกเพศผู้ คู่ที่	ช่วงเวลาของแต่ละคำ (วินาที)			
	เสียง “กก”		เสียง “ก้าง”	
	Range	Mean ± SD	Range	Mean ± SD
1	0.07-0.12	0.09 ± 0.01	0.47-0.9	0.65 ± 0.17
N	20	20	8	8
3	0.08-0.15	0.105 ± 0.02	0.6-0.9	0.79 ± 0.1
N	46	46	8	8
5	0.08-0.13	0.103 ± 0.01	ND	ND
N	62	62		
6	0.08-0.13	0.101 ± 0.01	ND	ND
N	31	31		
H = 11.5**				T = 52.0 ^{NS}

หมายเหตุ ND = ไม่มีข้อมูล
H = Kruskal-Wallis Test และ T = Mann-Whitney Test (** P=<0.01,
^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

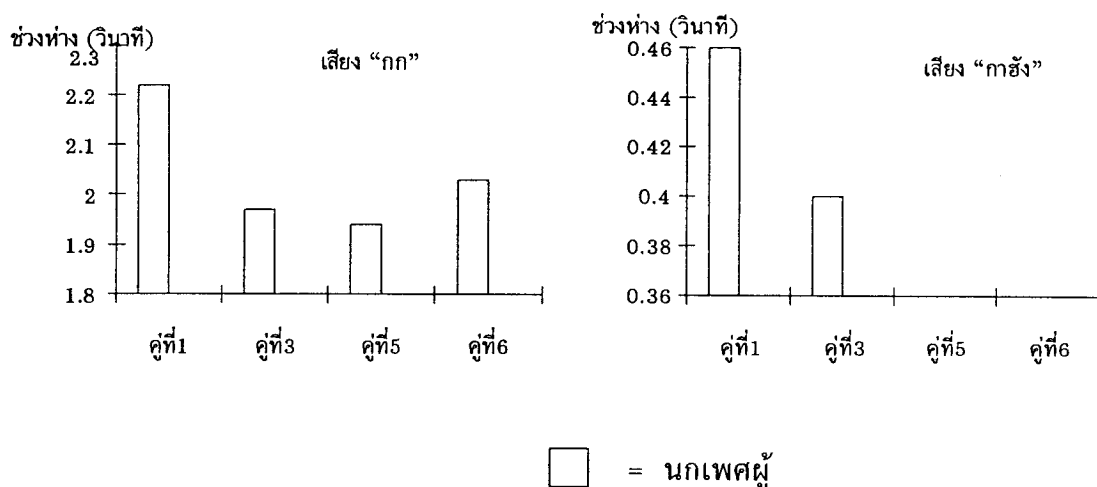


ภาพที่ 29 เปรียบเทียบช่วงเวลาของแต่ละคำ ของเสียง “กก” และเสียง “ก้าง” ของนกนกเทศ 4 ตัวในช่วงนกเทศเมียปิดขังตัวเอง

ตารางที่ 16 ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กก” และเสียง “ก้าง” ของนกนกเทศ 4 ตัวในช่วงนกเทศเมียปิดขังตัวเอง

นกเทศผู้ คู่ที่	ช่วงห่างของแต่ละคำ (วินาที)			
	เสียง “กก”		เสียง “ก้าง”	
	Range	Mean ± SD	Range	Mean ± SD
1	2.0-2.7	2.22 ± 0.2	0.1-0.8	0.46 ± 0.3
N	19	19	7	7
3	1.5-2.5	1.97 ± 0.2	0.3-0.6	0.40 ± 0.1
N	45	45	7	7
5	1.7-2.8	1.94 ± 0.2	ND	ND
N	61	61		
6	1.7-4.0	2.03 ± 0.5	ND	ND
N	30	30		
H = 25.1**				T = 60.0 ^{NS}

หมายเหตุ ND = ไม่มีข้อมูล
H = Kruskal-Wallis Test และ T = Mann-Whitney Test (** P=<0.01,
^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)



ภาพที่ 30 เปรียบเทียบช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกกเพศผู้ 4 ตัวในช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเอง

ช่วงนกเพศเมียออกจากโพรงรัง

เป็นช่วงที่นกเพศเมียออกจากโพรงรัง เพื่อช่วยนกเพศผู้หาอาหารมาป้อนลูกนกที่ยังอยู่ในรัง ซึ่งอยู่ระหว่าง 9 เมษายนถึง 17 พฤษภาคม และเมื่อแม่นกออกจากโพรงแล้วลูกนกจะมีสัญชาตญาณในการปิดปากโพรงเองเพื่อป้องกันอันตรายจากผู้ล่า นกเพศผู้และนกเพศเมียจะบินไปหาอาหารพร้อมกัน และกลับมาบริเวณรังด้วยกันพร้อมกับอาหาร บางครั้งนกเพศผู้จะเป็นฝ่ายป้อนตัวเดียว เพศเมียจะเกาะอยู่ใกล้ๆหรือบางครั้งจะป้อนอาหารทั้งนกเพศผู้และนกเพศเมีย เมื่อป้อนอาหารเสร็จทั้งคู่จะบินออกมาเกาะอยู่ใกล้กันและบางครั้งส่งเสียงร้อง ถ้านกส่งเสียงร้อง นกเพศผู้จะเป็นตัวที่ร้องก่อน แล้วนกเพศเมียจะร้องประสานเสียงกับเสียงของเพศผู้พร้อมทั้งจับลงพร้อมกัน

ในช่วงนี้ความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้าย ของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” (ตารางที่ 17) พบว่ามีความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กก” ที่นกเพศผู้ 4 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 106.7-2554.9 เฮิรซ์ ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คูที่5 มีช่วงความถี่กว้างที่สุด และยังมีค่าความถี่แรกต่ำสุด (106.7 เฮิรซ์) ส่วนความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กก” ที่นกเพศเมีย 4 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 120.5-1857.0 เฮิรซ์ ซึ่งเสียงของนกเพศเมียคูที่3 มีช่วงความถี่กว้างที่สุด แต่เสียงของนกเพศเมียคูที่5 มีค่าความถี่แรกต่ำสุด (120.5 เฮิรซ์)

ความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กาฮัง” ที่นกเพศผู้ 4 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 111.6–4384.6 เฮิรซ์ โดยเสียงของนกเพศผู้คู่ที่6 มีช่วงความถี่กว้างที่สุด แต่เสียงของนกเพศผู้คู่ที่1 มีค่าความถี่แรกต่ำที่สุด (111.6 เฮิรซ์) ส่วนความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กาฮัง” ที่นกเพศเมีย 4 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 148.1–2860.7 เฮิรซ์ โดยเสียงของนกเพศเมียคู่ที่5 มีความถี่กว้างที่สุด และเสียงของนกเพศเมียคู่ที่3 มีค่าความถี่แรกต่ำสุด (148.1 เฮิรซ์)

ตารางที่ 17 ขอบเขตความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกกเพศผู้และนกกกเพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงนกเพศเมียออกจากโพรงรัง

นกกกคู่ที่	ความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้าย (เฮิรซ์)			
	เสียง “กก”		เสียง “กาฮัง”	
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย
1	120.1–1728.3	158.3–1439.4	111.6–2504.7	194.2–1479.9
3	107.6–1874.0	134.2–1857.0	117.4–2897.8	148.1–1899.1
5	106.7–2554.9	120.5–1039.9	146.9–2995.9	164.5–2860.7
6	128.6–1820.5	134.0–1587.1	149.1–4384.6	149.1–1387.2

ความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง “กก” (ตารางที่ 18) ที่นกเพศผู้ 4 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 257.4–386.2 เฮิรซ์ ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่ที่1 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดคือ 289.3 เฮิรซ์ ส่วนเสียงของนกเพศผู้คู่ที่6 มีค่าเฉลี่ยความถี่สูงสุดคือ 347.5 เฮิรซ์ และค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=78.6$, $P<0.001$) ส่วนความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง “กก” ที่นกเพศเมีย 4 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 255.3–644.7 เฮิรซ์ โดยเสียงของนกเพศเมียคู่ที่6 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดคือ 326.9 เฮิรซ์ ส่วนเสียงของนกเพศเมียคู่ที่3 มีค่าเฉลี่ยความถี่สูงสุดคือ 357.9 เฮิรซ์ และค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียงที่นกเพศเมียทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=12.3$, $P=0.006$)

ความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง “กาฮัง” ที่นกเพศผู้ 4 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 278.8–550.4 เฮิรซ์ ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่ที่1 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดคือ 346.2 เฮิรซ์ ส่วนเสียงของนกเพศผู้คู่ที่5 มีค่าเฉลี่ยความถี่สูงสุดคือ 413.8 เฮิรซ์ แต่ค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($H=6.8$, $P=0.078$)

423.8 เฮริซ โดยเสียงของนกเพศเมียคู่ที่6 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดคือ 353.1 เฮริซ และเสียงของนกเพศเมียคู่ที่5 มีค่าเฉลี่ยความถี่สูงสุดคือ 404.6 เฮริซ ซึ่งค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียงที่นกเพศเมียทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=11.5$, $P=0.009$) (ภาพที่ 31)

ช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กก” (ตารางที่ 19) ที่นกเพศผู้ 4 ตัวร้องใช้เวลา 0.05–0.2 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่ที่1 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 0.09 วินาที และเสียงของนกเพศผู้คู่ที่5 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุดคือ 0.13 วินาที และค่าเฉลี่ยช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=91.7$, $P<0.001$) ส่วนช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กก” ที่นกเพศเมีย 4 ตัวร้องใช้เวลา 0.04–0.12 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศเมียทั้ง 4 ตัวร้องมีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยใกล้เคียงกันแต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=33.1$, $P<0.001$)

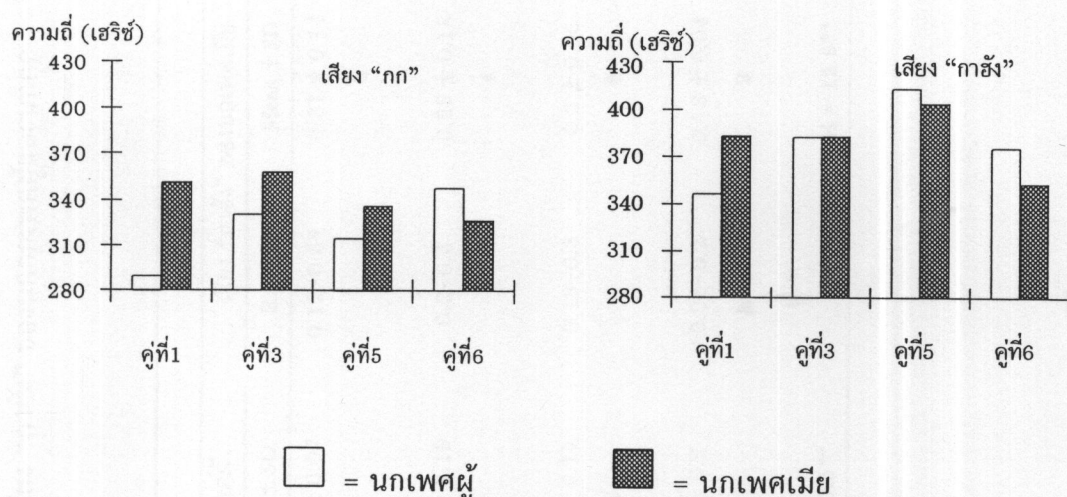
ช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กาฮัง” ที่นกเพศผู้ 4 ตัวร้องใช้เวลา 0.2–0.8 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่ที่1 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 0.32 วินาที และเสียงของนกเพศผู้คู่ที่5 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุดคือ 0.56 วินาที และค่าเฉลี่ยช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=10.5$, $P=0.01$) ส่วนช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กาฮัง” ที่นกเพศเมีย 4 ตัวร้องใช้เวลา 0.08–0.54 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศเมียคู่ที่6 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 0.13 วินาที และเสียงของนกเพศเมียคู่ที่1 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุดคือ 0.31 วินาที และค่าเฉลี่ยช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศเมียทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=12.9$, $P=0.005$) (ภาพที่ 32)

ตารางที่ 18 ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิกที่ 2 ของเสียง “กก” และเสียง “ก้าง” ของนกกกกเพศผู้ และนกกกกเพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงนกเพศเมียออกจากโพรงรัง

ความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิกที่ 2 (เฮิรตซ์)									
นกกกกคู่ที่	เสียง “กก” ของนกเพศผู้		เสียง “กก” ของนกเพศเมีย		เสียง “ก้าง” ของนกเพศผู้		เสียง “ก้าง” ของนกเพศเมีย		
	Range	Mean ± SD	Range	Mean±SD	Range	Mean±SD	Range	Mean±SD	
1	257.4-351.0	289.3 ± 16.9	290.9-490.8	350.8 ± 39.6	278.8-403.6	346.2 ± 48.9	375.0-394.0	383.4 ± 8.7	
N		38		46		5		7	
3	261.2-381.9	330.4 ± 38.6	271.1-644.7	357.9 ± 98.9	342.6-413.5	382.4 ± 30.2	348.2-398.2	383.2 ± 23.4	
N		21		12		5		4	
5	273.6-339.3	314.3 ± 11.4	255.3-602.5	335.8 ± 63.6	364.2-550.4	413.8 ± 48.5	371.0-423.8	404.6 ± 20.4	
N		67		36		12		8	
6	321.0-386.2	347.5 ± 16.8	279.6-375.4	326.9 ± 26.4	349.7-402.0	375.7 ± 26.1	317.4-401.1	353.1 ± 31.1	
N		23		18		3		9	
		H = 78.6**			H = 12.3**			H = 6.8 ^{NS}	H = 11.5**

หมายเหตุ ND = ไม่มีข้อมูล

H = Kruskal-Wallis Test (** P<0.01, ^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)



ภาพที่ 31 เปรียบเทียบความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง “กก” และเสียง “ก้าง” ของ นกกก 4 คู่ในช่วงนกเทศเมียออกจากโพรงรัง

ช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กก” (ตารางที่ 20) ที่นกเทศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องใช้เวลา 0.3-5.7 วินาที โดยเสียงของนกเทศผู้คู่ที่6 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 1.68 วินาที ส่วนเสียงของนกเทศผู้คู่ที่5 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุดคือ 2.28 วินาที และค่าเฉลี่ยช่วงห่างของแต่ละคำของเสียงที่นกเทศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=51.3$, $P<0.001$) และช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กก” ที่นกเทศเมียทั้ง 4 ตัวร้องใช้เวลา 0.6-7.8 วินาที ซึ่งเสียงของนกเทศเมียคู่ที่3 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 1.69 วินาที และเสียงของนกเทศเมียคู่ที่5 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุดคือ 2.38 วินาที และค่าเฉลี่ยช่วงห่างของแต่ละคำของเสียงที่นกเทศเมียทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=8.0$, $P=0.045$)

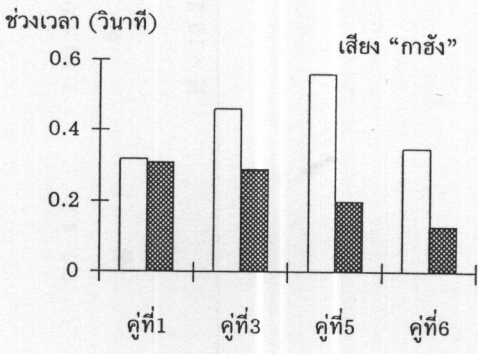
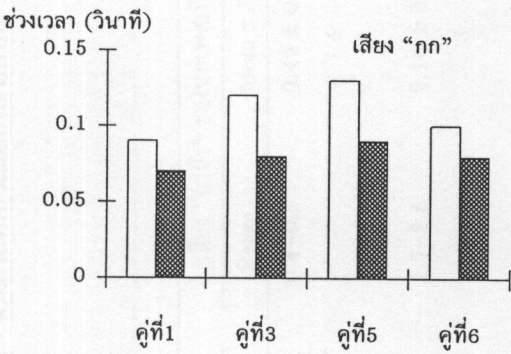
ช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “ก้าง” ที่นกเทศผู้ 4 ตัวร้องใช้เวลา 0.3-4.8 วินาที ซึ่งเสียงของนกเทศผู้คู่ที่5 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 0.47 วินาที ส่วนเสียงของนกเทศผู้คู่ที่1 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุดคือ 2.56 วินาที และค่าเฉลี่ยช่วงห่างของแต่ละคำของเสียงที่นกเทศผู้ทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=11.3$, $P=0.01$) ส่วนช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “ก้าง” ที่นกเทศเมีย 4 ตัวร้องใช้เวลา 0.4-4.0 วินาที โดยเสียงของนกเทศเมียคู่ที่1 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 0.49 วินาที และเสียงของนกเทศเมียคู่ที่3 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุดคือ 2.16 วินาที และค่าเฉลี่ยช่วงห่างของแต่ละคำของเสียงที่นกเทศเมียทั้ง 4 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=15.2$, $P=0.002$) (ภาพที่ 33)

ตารางที่ 19 ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “ก” และเสียง “ก้าง” ของนกกกกเพศผู้และนกนก เพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงนกกเพศเมียออกจากโพรงรัง

นกกลุ่มที่	ช่วงเวลาของแต่ละคำ (วินาที)							
	เสียง “ก” ของนกเพศผู้		เสียง “ก” ของนกเพศเมีย		เสียง “กฮัง” ของนกเพศผู้		เสียง “กฮัง” ของนกเพศเมีย	
	Range	Mean ± SD	Range	Mean ± SD	Range	Mean ± SD	Range	Mean ± SD
1	0.06-0.13	0.09 ± 0.01	0.04-0.1	0.07 ± 0.01	0.2-0.36	0.32 ± 0.07	0.12-0.54	0.31 ± 0.14
N		39		47		5		8
3	0.09-0.17	0.12 ± 0.02	0.05-0.12	0.08 ± 0.02	0.2-0.7	0.46 ± 0.19	0.2-0.5	0.29 ± 0.18
N		21		12		5		4
5	0.11-0.17	0.13 ± 0.01	0.06-0.1	0.09 ± 0.01	0.3-0.8	0.56 ± 0.11	0.13-0.3	0.2 ± 0.06
N		67		36		12		8
6	0.05-0.2	0.1 ± 0.03	0.06-0.1	0.08 ± 0.02	0.2-0.5	0.35 ± 0.2	0.08-0.2	0.13 ± 0.04
N		25		17		3		9
		H = 91.7**		H = 33.1**		H = 10.5**		H = 12.9**

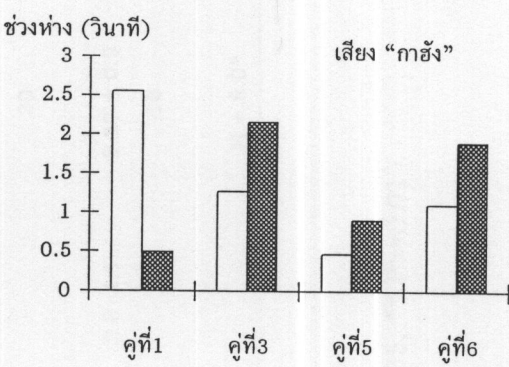
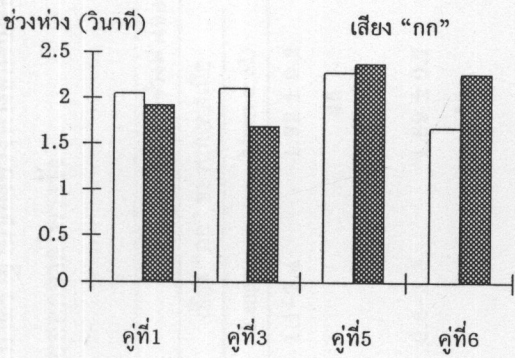
หมายเหตุ ND = ไม่มีข้อมูล

H = Kruskal-Wallis Test (** P=<0.01)



□ = นกเพศผู้ ■ = นกเพศเมีย

ภาพที่ 32 เปรียบเทียบช่วงเวลาของแต่ละคำ ของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกก 4 คู่ ในช่วงนกเพศเมียออกจากโพรงรัง



□ = นกเพศผู้ ■ = นกเพศเมีย

ภาพที่ 33 เปรียบเทียบช่วงห่างของแต่ละคำ ของเสียง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกก 4 คู่ ในช่วงเพศเมียออกจากโพรงรัง

ตารางที่ 20 ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงห่างของแต่ละค่าของเสียง “กก” และเสียง “ก้าง” ของนกกกกเพตุและนกกกกเพตุเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงนกเพตุเมียออกจากโพรงรัง

นกกคู่ที่	ช่วงห่างของแต่ละค่า (วินาที)							
	เสียง “กก” ของนกเพตุผู้		เสียง “กก” ของนกเพตุเมีย		เสียง “ก้าง” ของนกเพตุผู้		เสียง “ก้าง” ของนกเพตุเมีย	
	Range	Mean ± SD	Range	Mean ± SD	Range	Mean ± SD	Range	Mean ± SD
1	0.6-4.9	2.05 ± 0.5	1.1-2.4	1.92 ± 0.2	0.4-4.8	2.56 ± 2.2	0.4-0.5	0.49 ± 0.1
N	37		45		3		4	
3	0.8-2.7	2.11 ± 0.5	0.6-3.3	1.69 ± 0.7	1.1-1.8	1.27 ± 0.3	1.7-2.6	2.16 ± 0.5
N	20		11		5		3	
5	1.5-5.7	2.28 ± 0.5	1.1-7.8	2.38 ± 1.3	0.3-0.7	0.47 ± 0.2	0.8-1.3	0.91 ± 0.2
N	67		30		11		7	
6	0.3-2.5	1.68 ± 0.4	0.8-4.1	2.27 ± 0.9	0.7-1.7	1.10 ± 0.5	0.7-4.0	1.90 ± 0.9
N	23		16		3		8	
		H = 51.3**		H = 8.0*		H = 11.3**		H = 15.2**

หมายเหตุ ND = ไม่มีข้อมูล

H = Kruskal-Wallis Test (* P=<0.05, ** P=<0.01)

ช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง

หลังวันที่ 18 พฤษภาคม เมื่อลูกนกออกจากโพรงแล้ว จะเกาะอยู่ใกล้ๆบริเวณรัง และใกล้กับที่พ่อแม่เกาะอยู่ ซึ่งในช่วงนี้ทั้งนกเพศผู้และเพศเมียจะส่งเสียงร้อง “กาฮัง” หรือ “กาว่า” บ่อยครั้ง จากการศึกษานกกกทั้ง 4 คู่ พบว่า จะได้ยินเสียง “กาว่า” เฉพาะในช่วงนี้เท่านั้น และนกส่งเสียงร้องเมื่อมองเห็นสิ่งผิดปกติปรากฏใกล้ตัว และในช่วงนี้นกร้องเสียง “กก” น้อยมาก และขณะที่นกร้องนกจะแสดงพฤติกรรมก้าวร้าว โดยมีการแสดงท่าทางประกอบโดยการใช้ปากหักกิ่งไม้ กระโดดไปตามกิ่งไม้ ในทิศทางที่ผู้บุกรุกผ่านไป

ในช่วงนี้ความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กก” เสียง “กาฮัง” และเสียง “กาว่า” ของนกกก 4 คู่แสดงไว้ในตารางที่ 21 พบว่ามีเพียงเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 5 เท่านั้นที่ร้องเสียง “กก” มีความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายอยู่ระหว่าง 128.7-3295.2 เฮิรซ์ ส่วนความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กก” ที่นกเพศเมีย 2 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 142.5-3220.8 เฮิรซ์ โดยเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 6 มีช่วงความถี่กว้างที่สุด แต่เสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 5 มีค่าความถี่แรกต่ำสุด (142.5 เฮิรซ์)

ความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กาฮัง” ที่นกเพศผู้ 3 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 132.1-4599.5 เฮิรซ์ โดยเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 1 มีช่วงความถี่กว้างที่สุด และมีค่าความถี่แรกต่ำสุดเช่นกัน (132.1 เฮิรซ์) ส่วนความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กาฮัง” ที่นกเพศเมียร้องพบว่ามีเพียงนกเพศเมียคู่ที่ 1 เท่านั้นที่มีค่าความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายอยู่ระหว่าง 155.4-4039.8 เฮิรซ์

ความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กาว่า” ที่นกเพศผู้ 2 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 141.9-4049.0 เฮิรซ์ โดยเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 6 มีช่วงความถี่กว้างกว่าเสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 5 แต่เสียงของนกเพศผู้คู่ที่ 5 มีค่าความถี่แรกต่ำที่สุด (141.9 เฮิรซ์) ส่วนความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กาว่า” ที่นกเพศเมียร้องมีเพียงเสียงของนกเพศเมียคู่ที่ 5 เท่านั้นซึ่งมีค่าความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายอยู่ระหว่าง 162.2-1467.0 เฮิรซ์

ตารางที่ 21 ขอบเขตของความถี่แรกต่ำสุด ถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้ายของเสียง “กก” เสียง “กาฮัง” และเสียง “กาว่าะ” ของนกกกกเพศผู้และนกกกกเพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง

นกกกกคู่ที่	ความถี่แรกต่ำสุดถึงความถี่สูงสุดของฮาร์โมนิคสุดท้าย (เฮิรซ์)			
	เสียง “กก”		เสียง “กาฮัง” และ เสียง “กาว่าะ”	
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย
1	ND	ND	132.1-4599.5	155.4-4039.8
3	ND	ND	ND	ND
5	128.7-3295.2	142.5-1764.2	137.2-3277.6	
			141.9-2140.1*	162.2-1467.0*
6	ND	165.2-3220.8	146.0-4438.9	ND
			160.7-4049.0*	

หมายเหตุ ND = ไม่มีข้อมูล
* = เสียง “กาว่าะ”

ความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง“กก” (ตารางที่ 22) ที่นกเพศผู้ร้องมีเพียงเสียงของนกเพศผู้คู่ที่5 เท่านั้นโดยมีความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 อยู่ระหว่าง 265.5-342.1 เฮิรซ์ และมีค่าเฉลี่ยความถี่เท่ากับ 313.0 เฮิรซ์ ส่วนความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง “กก” ที่นกเพศเมีย 2 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 274.5-495.5 เฮิรซ์ โดยเสียงของนกเพศเมียคู่ที่5 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำกว่าเสียงของนกเพศเมียคู่ที่6 และค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่ 2 ของเสียงที่นกเพศเมียทั้ง 2 ตัวร้องไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (T=65.0, P=0.46)

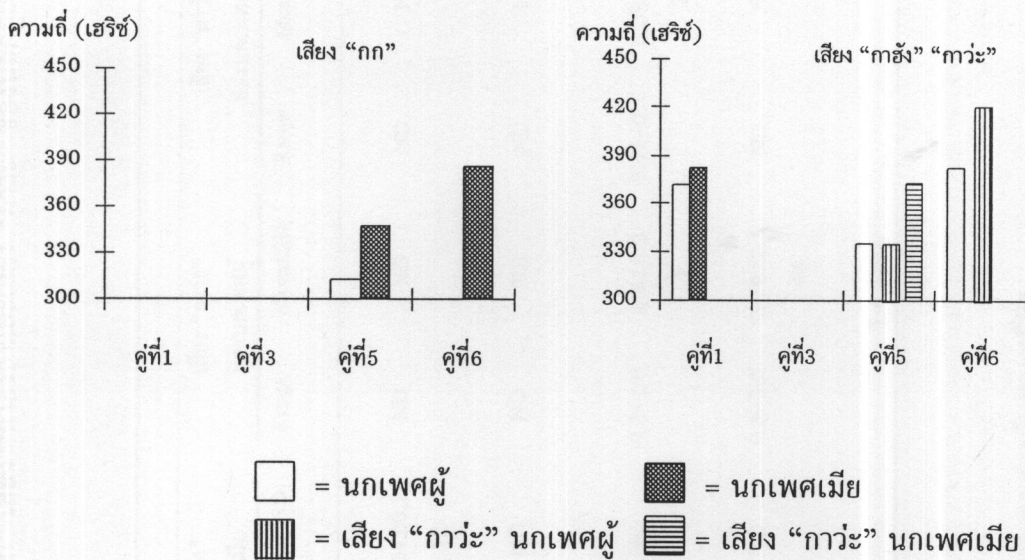
ความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง“กาฮัง” ที่นกเพศผู้ 3 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 295.6 -557.5 เฮิรซ์ ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่ที่5 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดคือ 334.8 เฮิรซ์ ส่วนเสียงของนกเพศผู้คู่ที่6 มีค่าเฉลี่ยความถี่สูงสุดคือ 382.6 เฮิรซ์ และค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 3 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (H=21.3, P=<0.001) ส่วนความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง “กาฮัง” ที่นกเพศเมียร้องมีเพียงเสียงของนกเพศเมียคู่ที่1 เท่านั้นโดยมีความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 อยู่ระหว่าง 361.3-415.6 เฮิรซ์ และมีค่าเฉลี่ยความถี่เท่ากับ 382.8 เฮิรซ์

ตารางที่ 22 ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นที่ 2 ของเสียง “ก” เสียง “ก้าย” และเสียง “กาวัว” ของ นักกกเพศผู้และนักกกเพศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง

นกกลุ่มที่	ความถี่สูงสุดของสารโมโนคที 2 (เฮรัช)																	
	เสียง “กก”			เสียง “กขัง”			เสียง “เกาะ”			เสียง “เกาะ”								
	ของนกเพศผู้			ของนกเพศเมีย			ของนกเพศผู้			ของนกเพศเมีย								
	Range	Mean ± SD		Range	Mean±SD		Range	Mean±SD		Range	Mean±SD							
1	ND	ND	ND	ND	319.3-444.2	371.7±36.6	361.3-415.6	382.8±17.7	ND	ND	ND	ND						
N						17		13										
3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND						
N																		
5	265.5-342.1	313.0±16.0	274.5-415.6	347.6±49.4	295.6-364.5	334.8±19.7	ND	ND	313.2-357.6	335.3±14.6	290.9-557.3	372.8±77.6						
N		28		31		23				9		11						
6	ND	ND	326.5-495.5	386.5±94.6	299.4-557.5	382.6±49.9	ND	ND	368.7-455.6	420.8±19.3	ND	ND						
N				3		31				43								
										T = 65.0 ^{NS}			H = 21.3**			T = 45.0*		

หมายเหตุ ND = ไม่มีข้อมูล

H = Kruskal-Wallis Test และ T = Mann-Whitney Test (* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$ และ ^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)



ภาพที่ 34 เปรียบเทียบความถี่ของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง "กก" เสียง "ก้าง" และเสียง "กาวะ" ของนกกก 4 คูในช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง

ความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง "กาวะ" ที่นกเพศผู้ 2 ตัวร้องอยู่ระหว่าง 313.2-455.6 เฮริช ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คูที่5 มีค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำกว่าเสียงของนกเพศผู้คูที่6 และค่าเฉลี่ยความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 2 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($T=45.0$, $P<0.001$) ส่วนความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 ของเสียง "กาวะ" ที่นกเพศเมียร้องมีเพียงเสียงของนกเพศเมียคูที่5 เท่านั้นที่มีความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิคที่2 อยู่ระหว่าง 290.9-557.3 เฮริช และมีค่าเฉลี่ยความถี่เท่ากับ 372.8 เฮริช (ภาพที่ 34)

ช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง "กก" (ตารางที่ 23) ที่นกเพศผู้ร้องมีเพียงเสียงของนกเพศผู้คูที่5 ซึ่งใช้เวลา 0.1-0.2 วินาที และมีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยเท่ากับ 0.1 วินาที และช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง "กก" ที่นกเพศเมียร้องใช้เวลา 0.05-0.2 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศเมียคูที่5 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นกว่าเสียงของนกเพศเมียคูที่6 และค่าเฉลี่ยช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศเมียทั้ง 2 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($T=97.5$, $P=0.007$)

ช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง "ก้าง" ที่นกเพศผู้ 3 ตัวร้องใช้เวลา 0.12-0.83 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คูที่5 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 0.27 วินาที และเสียง

ตารางที่ 23 ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กก” เสียง “ก้าง” และเสียง “ภาวะ” ของนกกกกเพดผู้และนกกกกเพดเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง

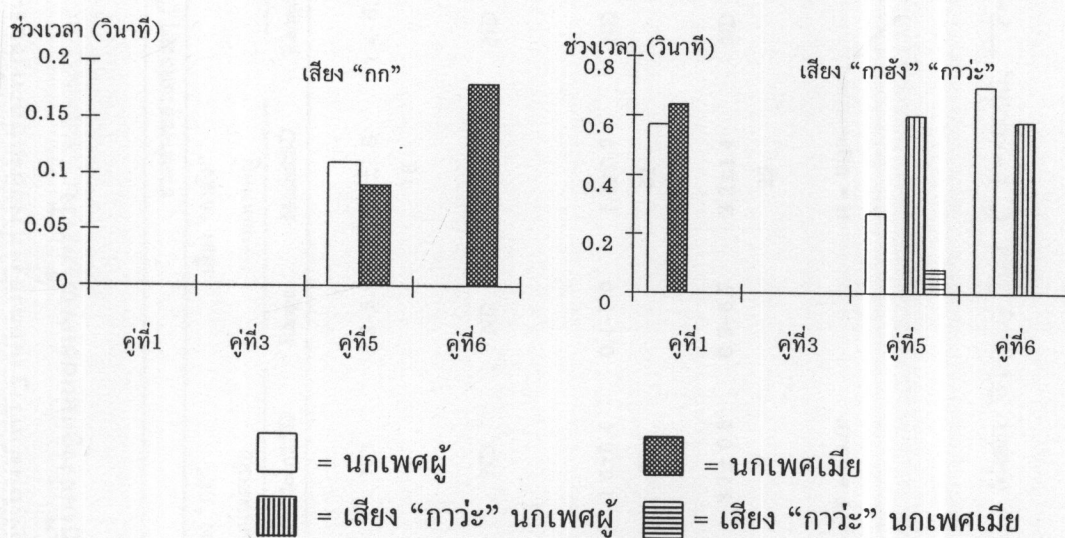
นกคู่ที่	ช่วงเวลาของแต่ละคำ (วินาที)											
	เสียง “กก”			เสียง “ก้าง”			เสียง “ภาวะ”			เสียง “ภาวะ”		
	ของนกเพศผู้			ของนกเพศเมีย			ของนกเพศผู้			ของนกเพศเมีย		
	Range	Mean ± SD		Range	Mean±SD		Range	Mean±SD		Range	Mean±SD	
1	ND	ND	ND	0.36-0.83	0.57±0.1	0.21-0.96	0.64±0.2	ND	ND	ND	ND	
N					17		12					
3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	
N												
5	0.1-0.2	0.1±0.02	0.05-0.14	0.09±0.02	0.12-0.5	0.27±0.1	ND	ND	0.3-1.0	0.6±0.2	0.05-0.1	
N		28		31		23				9	11	
6	ND	ND	0.13-0.2	0.18±0.04	0.5-1.1	0.7±0.1	ND	ND	0.5-0.8	0.59±0.1	ND	
N				3		31				44		
			T = 97.5**			H = 47.7**			T = 210.0 ^{NS}			

หมายเหตุ ND = ไม่มีข้อมูล

H = Kruskal-Wallis Test และ T = Mann-Whitney Test (**P<0.01, ^{NS} = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ)

ของนกเทศผู้คู่ที่ 6 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยนานที่สุดคือ 0.7 วินาที และค่าเฉลี่ยช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียงที่นกเทศผู้ทั้ง 3 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($H=47.7$, $P<0.001$) ส่วนช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กาฮัง” ที่นกเทศเมียร้องมีเฉพาะเสียงของนกเทศเมียคู่ที่ 1 เท่านั้นใช้เวลา 0.21–0.96 วินาที โดยมีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยเท่ากับ 0.64 วินาที

ช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กาว่าะ” ที่นกเทศผู้ 2 ตัวร้องใช้เวลา 0.3–1.0 วินาที ซึ่งเสียงของนกเทศผู้คู่ที่ 5 และคู่ที่ 6 มีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือประมาณ 0.6 วินาที ฉะนั้นค่าเฉลี่ยช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียงที่นกเทศผู้ทั้ง 2 ตัวร้องจึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($T=210.0$, $P=0.4$) ส่วนช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กาว่าะ” ที่นกเทศเมียร้องมีเพียงเสียงของนกเทศเมียคู่ที่ 5 เท่านั้นซึ่งใช้เวลา 0.05–0.1 วินาที และมีช่วงเวลาของแต่ละคำเฉลี่ยเท่ากับ 0.08 วินาที (ภาพที่ 35)



ภาพที่ 35 เปรียบเทียบช่วงเวลาของแต่ละคำ ของเสียง “กก” เสียง “กาฮัง” และเสียง “กาว่าะ” ของนกกก 4 คู่ในช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง

ช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กก” (ตารางที่ 24) ที่นกเทศผู้ร้องมีเพียงเสียงของนกเทศผู้คู่ที่ 5 เท่านั้นใช้เวลา 1.4–2.7 วินาที และมีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยคือ 2.1 วินาที และช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กก” ที่นกเทศเมียร้องใช้เวลา 0.7–3.2 วินาที ซึ่งเสียงของนกเทศเมียคู่ที่ 5 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นกว่าเสียงของนกเทศเมียคู่ที่ 6 และค่าเฉลี่ยช่วง

ตารางที่ 24 ค่าขอบเขต ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงห่างของแต่ละค่าของเสียง “ก” เสียง “กาอ้ง” และเสียง “ภาวะ” ของนกกกเทศ
 ผู้และนกกกเทศเมียจำนวน 4 คู่ในช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง

นกกลุ่มที่	ช่วงห่างของแต่ละค่า (วินาที)												
	เสียง “กก” ของนกเพศผู้			เสียง “กก” ของนกเพศเมีย			เสียง “กาอ้ง” ของนกเพศผู้			เสียง “กาอ้ง” ของนกเพศเมีย			
	Range	Mean ± SD		Range	Mean±SD		Range	Mean±SD		Range	Mean±SD		
1	ND	ND		ND	0.3-5.8	2.2±1.6	1.4-6.3	2.8±1.9		ND	ND		
N						16		9					
3	ND	ND		ND	ND	ND	ND	ND		ND	ND		
N													
5	1.4-2.7	2.1±0.3		0.7-2.0	1.6±0.4	1.4±0.7	ND	ND		0.2-1.5	0.9±0.5		
N		27			28	21					8		
6	ND	ND		2.9-3.2	3.1± 0.2	2.2±1.4	ND	ND		0.1-4.8	2.3±1.1		
N					2	29					43		
				T = 59.0*				H = 7.1*				T = 48.0**	

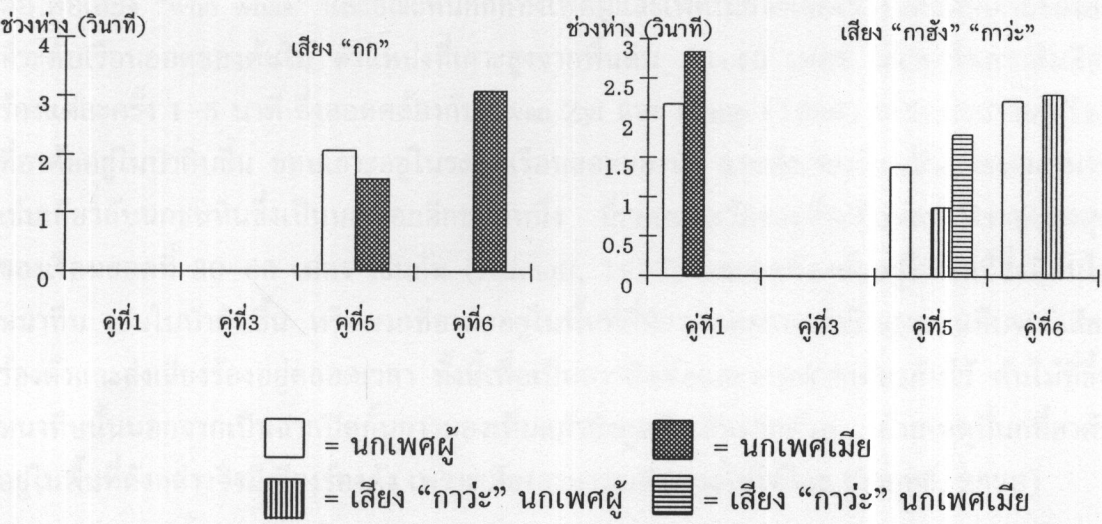
หมายเหตุ ND = ไม่มีข้อมูล

H = Kruskal – Wallis Test และ T = Mann–Whitney Test (* P<0.05, **P<0.01)

ห่างของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศเมีย 2 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (T=59.0, P=0.02)

ช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กาฮัง” ที่นกเพศผู้ 3 ตัวร้องใช้เวลา 0.3-6.7 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่อีกรวม 5 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นที่สุดคือ 1.4 วินาที ส่วนเสียงของนกเพศผู้คู่อีกรวม 6 และคู่อีกรวม 1 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยนานเท่ากันคือ 2.2 วินาที แต่ค่าเฉลี่ยช่วงห่างของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศผู้ 3 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (H=7.1, P=0.03) ส่วนช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กาฮัง” ที่นกเพศเมียร้องมีเพียงเสียงของคู่อีกรวม 1 เท่านั้นซึ่งใช้เวลา 1.4-6.3 วินาที และมีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยเท่ากับ 2.8 วินาที

ช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กาว่าะ” ที่นกเพศผู้ 2 ตัวร้องใช้เวลา 0.1-4.8 วินาที ซึ่งเสียงของนกเพศผู้คู่อีกรวม 5 มีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยสั้นกว่าเสียงของนกเพศผู้คู่อีกรวม 6 และค่าเฉลี่ยช่วงห่างของแต่ละคำของเสียงที่นกเพศผู้ทั้ง 2 ตัวร้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (T=48.0, P=<0.001) ส่วนช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กาว่าะ” ที่นกเพศเมียร้องมีเพียงเสียงของคู่อีกรวม 5 เท่านั้นซึ่งใช้เวลา 0.5-1.7 วินาที และมีช่วงห่างของแต่ละคำเฉลี่ยเท่ากับ 1.8 วินาที (ภาพที่ 36)



ภาพที่ 36 เปรียบเทียบช่วงห่างของแต่ละคำ ของเสียง “กา” เสียง“กาฮัง”และเสียง“กาว่าะ” ของนกกก 4 คูในช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง

วิจารณ์

นกเป็นสัตว์ที่ใช้เสียงร้องในการติดต่อสื่อสาร เสียงร้องของนกในอันดับนกจับคอน (Order Passerine) โดยเฉพาะในอันดับย่อยออสซีนส์ (Suborder Oscines) ซึ่งมีจำนวนชนิดมากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนชนิดของนกทั้งหมดในโลกมีเสียงร้องดีมาก และนกในอันดับย่อยนี้มีระดับเสียงแตกต่างกัน แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ เสียงร้องติดต่อ (call) และเสียงร้องเพลง (song) (วีรยุทธ์, 2528) ดังการศึกษาของ สุรกานต์ และนริทธิ์ (2539) ซึ่งศึกษานกปรอดหัวโขนเคราแดง ซึ่งเป็นนกในอันดับนกจับคอน แล้วพบว่านกชนิดนี้มีเสียงร้อง 2 ประเภท คือเสียงร้องติดต่อ และเสียงร้องเพลง ซึ่งเสียงร้องจะแตกต่างกันในแต่ละพฤติกรรมที่มีทั้งหมด 355 รูปแบบเสียง ในขณะที่นกก ซึ่งเป็นนกในอันดับ Bucerotiformes และเป็นนกที่มีขนาดตัวใหญ่ รูปร่างหน้าตาและชีวิตความเป็นอยู่จัดเป็นนกโบราณกว่านกในอันดับนกจับคอน (ฟีโล และคณะ 2534) ดังนั้นนกกจึงมีกล้ามเนื้อควบคุมการทำงานของกล่องเสียงไม่ก็ขึ้น และโครงสร้างของกล่องเสียงเป็นแบบธรรมดาไม่ซับซ้อน เพราะฉะนั้นกล่องเสียงจึงเป็นเพียงทางผ่านของอากาศเท่านั้น (วีรยุทธ์, 2528) จึงทำให้นกกไม่สามารถที่จะร้องเพลงได้ จึงมีเฉพาะเสียงร้องติดต่อกเท่านั้น

ผลการศึกษพบว่านกกมีรูปแบบเสียง “กก” “กาฮัง” และ “กาว่าะ” ซึ่งเหมือนกับ Kemp (1995) ผู้ซึ่งรายงานว่า นกกกมีเสียงก้องดัง คือเสียง “kok” และเสียงที่เปล่งออกจากลำคอ คือเสียง “who whaa” และขณะที่นกกทั้งเพศผู้และเพศเมียส่งเสียงร้องนกชอบเกาะร้องอยู่ที่ระดับเรือนยอดของต้นไม้ ตำแหน่งที่เกาะสูงจากพื้นดิน 30-40 เมตร ใช้เวลาในการส่งเสียงร้องแต่ละครั้ง 1-5 นาที ซึ่งสอดคล้องกับที่ van Zyl และ Kemp (1998) ได้รายงานว่านกเงือกที่อาศัยอยู่ในป่าดิบชื้น ชอบเกาะอยู่ในระดับเรือนยอดของป่า และส่งเสียงร้องเป็นระยะเวลานาน เช่นเดียวกับนกชนหินซึ่งเป็นนกเงือกอีกชนิดหนึ่ง ที่ชอบเกาะร้องอยู่ที่ระดับกลางถึงระดับสูงสุดของเรือนยอดที่ 30-60 เมตร เช่นกัน (Haimoff, 1987) และนกที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีต้นไม้หนาทึบ เช่นในป่าดิบชื้น หรือพวกที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีกอกกและพงอ้อขึ้นสูงแน่นทึบจะมีเสียงร้องดังและส่งเสียงร้องอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้เพื่อเป็นการติดต่อและรวมพวกเดียวกันไว้ ต้นไม้ที่ขึ้นหนาทึบนั่นนอกจากเป็นฉากปิดกั้นการมองเห็นแล้วยังดูดซับเสียงอีกด้วย ด้วยเหตุนี้ที่นกที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวจึงมีเสียงร้องดัง เพราะเสียงสามารถเดินทางไปได้ไกล (วีรยุทธ์, 2528)

แบบอย่างเสียงร้องของนกกก

เสียงร้องปกติ

เสียงร้องปกติของนกกกนั้นเป็นการร้องทั้งเพศผู้และเพศเมีย โดยร้องเป็นจังหวะสม่ำเสมอ และนกร้องตลอดทั้งปี ซึ่งอาจจะเป็นการประกาศอาณาเขต หรือเพื่อเป็นการสื่อสารและจดจำกันในแต่ละตัวซึ่งสอดคล้องกับการศึกษานกชนหินของ Haimoff (1987) ที่พบว่านกชนหินซึ่งเป็นนกเงือกชนิดหนึ่งมีเสียงร้องที่เป็นแบบง่าย ๆ ด้วยคือ เสียง “oo” และ “te-oo” นกร้องเป็นจังหวะสม่ำเสมอ และเสียงร้องประเภทนี้มีช่วงห่างของแต่ละคำอยู่ระหว่าง 3.6-8.8 วินาที ซึ่งช่วงห่างนี้มีระยะเวลาใกล้เคียงกับของนกกกในการศึกษาครั้งนี้ และนกชนหินจะส่งเสียงร้องแบบนี้ตลอดเวลาในแต่ละวัน ระหว่างเวลา 8.00-17.00 น. โดยมีได้ระบุช่วงเวลาที่ได้ยินเสียงร้องบ่อยที่สุด หรือฤดูใดที่นกร้องบ่อยที่สุด เสียง “oo” และ “te-oo” นี้มีจำนวนฮาร์โมนิค 2-3 ฮาร์โมนิคซึ่งต่างจากนกกกที่มี 6-11 ฮาร์โมนิค Ali และ Ripley (1970) รายงานว่า นกกกมีเสียงร้องดังก้อง คือเสียง “กก” และร้องเป็นจังหวะที่สม่ำเสมอ เป็นเสียงร้องที่นกร้องตลอดทั้งปี และเชื่อว่าเป็นเสียงร้องที่นกใช้จดจำกัน หรือประกาศอาณาเขต ซึ่งเป็นเสียงง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน (Burt, 1967)

จากการศึกษาครั้งนี้ค่าต่ำสุดของความถี่แรก (fundamental frequency) วัดได้จากเสียงร้องแบบปกติในช่วงที่นกกกเพศเมียเข้าโพรงรังนั้นเท่ากับ 103.79 เฮิรซ์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าที่ van Zyl และ Kemp (1998) วิเคราะห์รูปแบบของเสียง loud call ซึ่งมีความถี่แรกต่ำสุดเท่ากับ 261 เฮิรซ์ ทั้ง ๆ ที่เสียงที่นำมาวิเคราะห์นั้น เป็นเสียงนกกกที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่เช่นกัน แต่ van Zyl และ Kemp ไม่ได้ระบุว่า เป็นเสียงของนกกกในช่วงเวลาใด และเป็นค่าต่ำสุดหรือสูงสุดของความถี่แรก

จากการศึกษาในขณะที่นกกกส่งเสียงร้องนั้น นกกกจะเกาะอยู่กับที่ พร้อมทั้งผงกหัวขึ้นลง ซึ่งนกใช้เวลาร้องแต่ละคำนานถึง 2.23 วินาที ซึ่งคล้ายกับการศึกษาของ Johnsen และคณะ (1991) ที่ศึกษาเสียงร้องของนก Willow Ptarmigan (*Lagopus lagopus*) ในช่วงฤดูสืบพันธุ์ คือเมื่อนกร้อง “ko..ko..ko..” เป็นเสียงร้องแบบ ground call ขณะที่ร้องนกจะนั่งอยู่บนพื้นดิน หรือเกาะอยู่บนก้อนหินแล้วผงกหัวขึ้นลง และการร้องแต่ละครั้งกินเวลาประมาณ 2.24 วินาที ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับนกกก

เสียงร้องก่อนบิน

ขณะที่นกกกเกาะอยู่บนต้นไม้ แล้วส่งเสียงร้อง “กก..กก..” เป็นจังหวะสม่ำเสมอจนกระทั่งนกโฉบบินออกไปจากกิ่งไม้นกก็จะร้องรัวติดกันเป็นเสียง “กาฮังกาฮัง” เหมือนกับ Frith และ Douglas (1978) อธิบายไว้ว่า นกกกจะร้องเสียง “who-whaa” ซ้ำๆ กันในขณะที่บินออกไปจากต้นไม้ และส่วนประกอบของเสียงร้องที่มี 2 รูปแบบของนกกกนี้ คล้ายกับเสียงของ นก Willow Ptarmigan คือซึ่งมีเสียง flight call ประกอบด้วย 2 รูปแบบคือ จังหวะเสียงร้องเมื่อบิน (flight sequence) และจังหวะเสียงร้องที่พื้น (ground sequence) คือขณะที่นกกำลังบินอยู่จะส่งเสียงร้องรัวในรูปแบบแรกคือเสียง “aa” จนกระทั่งนกบินลงมาถึงพื้นดินนกจะเปลี่ยนเสียงร้องเป็นจังหวะ ในรูปแบบที่ 2 คือเสียง “ka-ka-ka-kokwa kokwa” ซึ่งต่างจากเสียงนกกกที่ว่า นก Willow Ptarmigan บินร้องรัวมาก่อนจะร่อนลงพื้นเสียงร้องจึงช้าลง แต่ส่วนที่เหมือนกันก็คือ ในขณะที่บินอยู่ในอากาศ นกทั้งสองชนิดร้องรัว และจะร้องแบบช้าๆ ในขณะที่นกเกาะอยู่กับที่

เสียงร้องประสานกัน

การร้องเสียงประสานกันเป็นลักษณะที่พบได้บ่อยมากสำหรับนกที่อยู่ในเขตร้อนถึง 80% และเป็นนกที่ไม่อพยพย้ายถิ่น และโดยเฉพาะกับนกที่จับคู่แบบเพศผู้ 1 ตัวกับเพศเมีย 1 ตัว (monogamy) นกจะร้องประสานเสียงกันตลอดทั้งปี เพื่อเป็นการติดต่อสื่อสารได้ตลอดเวลา แม้จะมีพุ่มไม้กำบัง และเป็นการยืนยันในคู่ของตัวเองตลอดไป ซึ่งจะช่วยกระตุ้นวงจรการสืบพันธุ์ และประกาศอาณาเขตพร้อมกันไปด้วย โดยเสียงร้องประกาศอาณาเขตจะเป็นเสียงร้องของนกเพศผู้เสียส่วนใหญ่ (วีรยุทธ์, 2528; Burt, 1967; Armstrong, 1973; Dorst, 1974 และ Catchpole และ Slater, 1995) Robinson (1947) ศึกษา นก Magpie Larks (*Grallina cyanoleuca*) พบว่าทั้งเพศผู้และเพศเมียส่งเสียงร้องพร้อมๆ กัน โดยที่ตัวหนึ่งร้อง “te-he” นกอีกตัวก็ร้องตามทันทีด้วยเสียง “pee-o-wit” อย่างรวดเร็ว จนเสียงที่ได้ยินเหมือนกับเป็นเสียงของนกตัวเดียวกัน และจากการรายงานของ Dorst (1974) นก American Quail (*Odonophorus* sp.) นั้นเมื่อนกสองตัวส่งเสียงร้องประสานกันฟังดูเหมือนเป็นเสียงเดียวกัน โดยที่นกเพศผู้จะร้องก่อน 3 คำ แล้วนกเพศเมียจะร้องตาม 2 คำ ซึ่งเป็นการสื่อความหมายของนกในการยืนยันในคู่ของตนเอง และกระตุ้นวงจรการสืบพันธุ์ของนกด้วย

จากรายงานของ Tsuji (1996) ในช่วงฤดูสืบพันธุ์หลังจากที่นกกกเพศผู้เกี้ยวพาราสี นกเพศเมียจนกระทั่งนกเพศเมียยินยอมให้ผสมพันธุ์แล้ว นกทั้งสองตัวก็จะส่งเสียงร้องประสานกัน

และบินออกไปจากบริเวณต้นรัง ซึ่งเหมือนกับเสียงร้องของนกกกที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ คือ นก กกเพศผู้และเพศเมียร้องประสานเสียงกันจนฟังดูคล้ายเสียงเดียวกัน ซึ่งน่าจะเป็นการร้องเพื่อยืนยันคู่ของตัวเอง และเกิดขึ้นในขณะที่นกเพศผู้ำนกเพศเมียมาดูโพรงรัง และเชื้อเชิญให้นกเพศเมียเข้าไปในโพรงรัง

เสียงร้องแสดงความก้าวร้าว

เสียงร้องรูปแบบนี้นอกจากจะส่งเสียงร้องดังมากแล้วนกยังแสดงท่าทาง อาการ ประกอบ นกบางชนิดจะเข้าไปต่อสู้กับศัตรูด้วย ท่าทางที่นกแสดงออกมา เช่น กางปีกออกให้กว้าง ก้มหัวลงโดยหันให้ตรงกับศัตรู แล้วเข้าปะทะกับศัตรูด้วยการยกหัวขึ้น เช่นนกWhite-eyed Leans แสดงอาการเริ่มแรกคือ อ้าปาก ทำปีกห้อยอยู่ข้างตัว และจ้องมองไปที่ศัตรู ต่อจากนั้นก็ กระพือปีกไปมาพร้อมทั้งส่งเสียงร้อง แล้วเข้าจิกคู่ต่อสู้ทันที (Burt, 1967) และนกจะร้องเสียงดังมากขณะที่โจมตีศัตรู (Catchpole, 1979)

Johnsen และคณะ(1991) ศึกษาพฤติกรรมก้าวร้าวของนกWillow Ptarmigan พบว่านกจะร้องขู่ด้วยเสียงร้อง “kohwa” บ่อยๆแล้วเข้าปะทะกับคู่ต่อสู้ โดยมีส่วนคอและหัวตั้งตรงขึ้นไปข้างหน้า ลำตัวอยู่ใกล้กับพื้นดินแล้ววิ่งเข้าปะทะกับนกที่เป็นศัตรู แต่ถ้าเป็นเสียงร้องแบบขับไล่ นกจะร้อง “kok” บ่อยๆรวดเร็วโดยนกจะร้องทั้งสองเพศ และจะแสดงท่าทางโดยยืดหัวออกไปข้างหน้า ขนสีบดแน่นกับลำตัว แล้วส่งเสียงร้องอย่างรวดเร็วว่า “ko-ko” แล้วจะเร่งให้เร็วขึ้นจนกว่าศัตรูจะหนีออกไป ซึ่งคล้ายกับการศึกษาครั้งนี้คือ เมื่อนกกกเห็นศัตรู หรือเห็นสิ่งผิดปกติเข้ามาใกล้บริเวณต้นรัง โดยเฉพาะในช่วงที่ลูกนกออกมาจากโพรงรังแล้ว นกกกจะร้อง “กาฮัง” หรือ “กาเวะ” รวดเร็ว ในขณะที่ยกตัวสูงจากพื้นดิน และแสดงอาการยืดคอก้มหัวไปในทิศทางที่เห็นศัตรู เพื่อขับไล่ศัตรูให้ออกไปให้พ้นจากบริเวณรัง ถ้าศัตรูยังไม่พ้นบริเวณรังนกกกก็จะกระโดดไปเกาะกิ่งที่เป็นทิศทางเดียวกับที่ศัตรูจากไป และบางครั้งนกกกก็จะใช้ปากจิกหักกิ่งไม้ โยนลงพื้นข้างล่างด้วย แต่นกกกจะไม่ปะทะโดยตรงกับศัตรู แต่ในนกชนหินเพศผู้ 2 ตัวในช่วงฤดูสืบพันธุ์จะเกาะกิ่งไม้ร้องเสียง “แปริน.... แปริน” เป็นการท้าทายก่อนจึงบินเข้าปะทะกันกลางอากาศโดยใช้โหนกแข็งชนกันเกิดเสียงดัง (ปรีดา และ Hurrell, ดัดต่อส่วนตัว)

ลักษณะเสียงร้องเฉพาะตัวของนกกก

กลุ่มนกเงือกที่ van Zyl และ Kemp (1998) ศึกษาพบว่านกเงือกที่อาศัยอยู่ในป่าเบญจพรรณ ซึ่งสภาพป่าโล่งและแห้ง มีค่าความถี่แรกส่วนมากจะสูงกว่านกเงือกที่อาศัยอยู่ในป่าดิบชื้น (Tropical forest) จึงใช้ความถี่ของเสียงร้องบ่งบอกลักษณะเฉพาะตัวของนกเงือก ส่วนนกกกยังเป็นนกที่อาศัยอยู่ในเขตป่าดิบชื้นอีกด้วย (Poonswad, 1993c) จากผลการศึกษาความถี่แรกของเสียงร้องของนกกก มีค่าต่ำกว่าที่ van Zyl และ Kemp (1998) ได้ศึกษาไว้

ความแตกต่างของเสียงร้องของนกชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือของนกตัวใดตัวหนึ่งในชนิดเดียวกันอาจเกิดขึ้นได้ แต่ความแตกต่างที่เกิดขึ้นจะมีไม่มากนัก เพราะเสียงร้องของนกแต่ละชนิดมีพื้นฐานที่แน่นอน คือเสียงร้องของนกแม้ว่าจะเพี้ยนไปบ้างก็ตาม ก็ยังจำแนกได้ว่าเป็นเสียงร้องของนกชนิดนั้น (วีรยุทธ์, 2528) เช่นเดียวกับเสียงร้องของนกกกที่ไดยินในธรรมชาติเมื่อไดยินเสียงก็พอจะบอกได้ว่านกกกแต่ละตัวมีเสียงร้องที่แตกต่างกัน ซึ่งน่าจะสามารถจำแนกได้ว่าเป็นเสียงร้องของนกตัวใด แต่ผู้ศึกษายังไม่สามารถบ่งบอกเฉพาะลงไปว่าเป็นนกกกตัวใด อย่างไรก็ตามการศึกษาค้นนี้สอดคล้องกับการศึกษาเสียงร้องของนกชนหินของ Haimoff (1987) ซึ่งศึกษาเสียงร้องของนกชนหิน 6 ตัวเขาพบว่า ช่วงเวลาของแต่ละคำของนกชนหินทั้ง 6 ตัว มีความแตกต่างกัน และคล้ายกับการศึกษาของ May (1994) ที่ศึกษาช่วงเวลาของแต่ละคำของนก Comcrake (*Crex crex*) แล้วพบว่า นกตัวเดียวกันมีช่วงเวลาของแต่ละคำไม่มีความแตกต่างกัน แต่ถ้าเป็นนกคนละตัวกัน จะมีช่วงเวลาของแต่ละคำแตกต่างกัน

เสียงร้องในช่วงฤดูสืบพันธุ์

เสียงร้องของนกมีความสัมพันธ์กับขนาดของตัวนก พวกนกขนาดใหญ่ เช่น นกเค้าแมว นกกระเรียน และอีกา มีเสียงร้องที่มีความถี่ต่ำ ส่วนนกที่มีขนาดเล็ก เช่น นกกระเจี๊ยบ นกกระจอย และนกยางเขน เสียงร้องจะมีความถี่สูง นกหลายชนิดมีความต้องการที่เกาะเด่นชัดเพื่อร้องประกาศอาณาเขต หรือเพื่อเรียกร้องความสนใจจากเพศตรงข้าม เช่น นกยางเขนบ้าน (*Copsychus saularis*) จะส่งเสียงร้องขณะเกาะอยู่บนหลังคาบ้าน บนยอดเสา หรือบนสายไฟฟ้า วีรยุทธ์ (2528) เช่นเดียวกับนกกกที่มีขนาดตัวใหญ่ เวลาส่งเสียงร้องจะเกาะอยู่บริเวณเรือนยอดของต้นไม้ แต่เสียงร้องมีความถี่ต่ำอยู่ประมาณ 102.7-4207.0 เฮิรซ์ ซึ่งจะสามารถไดยินในระยะไกลได้

จากการวิเคราะห์คลื่นเสียงของ Chapuis (1971) อ้างตามวีรยุทธ์ (2528) ที่วิเคราะห์คลื่นเสียงของนกประมาณ 100 ชนิด ที่อาศัยอยู่ในป่าเขตร้อนของทวีปแอฟริกา ปรากฏผลว่า นกที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีต้นไม้หนาแน่นมากเท่าใด นกก็จะมีเสียงร้องที่มีคลื่นความถี่ต่ำลงตามลำดับ และความถี่ของเสียงร้องที่สูงเกิน 1500 รอบ/วินาที จะถูกสะท้อนกลับ หรือถูกดูดซึมโดยพุ่มไม้หนาทึบ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้คือ รังนกกกกคู่ที่ 5 อยู่ในสภาพที่มีต้นไม้หนาทึบ (Liewviriyakit, 1989) เสียง “กก” ของนกกกกเพศผู้ที่วิเคราะห์ได้มีความถี่ต่ำที่สุดคือ 102.7 เฮิรซ์ และของนกกกกเพศเมียวัดได้ 120.5 เฮิรซ์ ส่วนรังนกกกกที่อยู่ในพื้นที่โล่งที่สุดคือนกกกกคู่ที่ 6 มีเสียงร้องที่มีความถี่สูงขึ้น โดยเสียงร้องของนกเพศผู้วัดความถี่ได้ 131.3 เฮิรซ์ และของนกเพศเมียวัดได้ 165.2 เฮิรซ์ ตามตารางที่ 6a นกที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีต้นไม้หนาทึบจะมีเสียงร้องที่มีความถี่อยู่ในช่วงแคบ เช่นเสียง “กก” อยู่ในช่วง 102.7–1238.5 เฮิรซ์ ส่วนเสียง “กาซัง” อยู่ในช่วง 112.9–1526.0 เฮิรซ์ และเสียง “กาอะ” อยู่ในช่วง 141.9–2140.1 เฮิรซ์ ซึ่งคล้ายกับเสียงของนกชนหินที่มีคลื่นความถี่ของเสียงอยู่ในช่วงแคบ คือ 500–1500 เฮิรซ์ และ 250–3000 เฮิรซ์ (Haimoff, 1987)

นกส่วนมากส่งเสียงร้องแตกต่างกันในแต่ละฤดู ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับกิจกรรมในวงจรการสืบพันธุ์และฮอว์โมน นกจะส่งเสียงร้องมากที่สุดในช่วงก่อนหน้าฤดูสืบพันธุ์ เพราะนกจะมีกิจกรรมมาก เช่น การเลือกอาณาเขต การประกาศอาณาเขต และการจับคู่ เมื่อนกจับคู่แล้วและเริ่มต้นเลี้ยงลูก นกจะส่งเสียงร้องลดน้อยลง (วีรยุทธ์, 2528; Catchpole และ Slater, 1995; Armstrong, 1973; Logan, 1983) จากรายงานของ Tyne และ Berger (1971) ได้กล่าวไว้ว่า พฤติกรรมการส่งเสียงร้องของนกในช่วงฤดูสืบพันธุ์นั้น จะมีความแตกต่างกันมากในนกแต่ละชนิด ซึ่งนกที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มนกจับคอนั้น ก็มีการเกี่ยวพาราสีพร้อมกับการส่งเสียงร้องเชิญชวนให้นกเพศเมียมาดำรง และเสียงร้องจะลดลงเมื่อนกจับคู่กันสำเร็จ และในการศึกษานี้ก็เช่นเดียวกันคือ ช่วงก่อนที่นกเพศเมียจะเข้าโพรงรัง ทั้งเพศผู้และเพศเมียจะส่งเสียงร้องบ่อยมาก นกร้องเพื่อเป็นการยืนยันในคู่ของตนเอง และเกี่ยวพาราสีกัน นกจึงร้องเพื่อติดต่อกันเพียง 2 ตัว เสียงที่ร้องออกมาจึงเป็นเสียงทุ้มและต่ำ จนกระทั่งนกเพศเมียเข้าโพรงปิดรังแล้ว เสียงร้องจะเริ่มลดลง ส่วนในช่วงที่นกเพศเมียออกจากโพรง และช่วงลูกนกออกจากโพรง ความถี่ของการร้องเพิ่มขึ้นอีก และความถี่ของเสียงร้องก็เพิ่มขึ้นด้วยเพราะนกทั้งสองเพศมักอยู่ไม่ห่างจากรังหรืออยู่ด้วยกัน มีการส่งเสียงร้องติดต่อกันบ่อยครั้งขึ้น เพื่อเป็นการป้องกันอาณาเขต และป้องกันอันตรายให้กับลูกนก เสียงร้องที่เปล่งออกมาจึงเป็นเสียงที่มีความถี่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งใช้การศึกษาของ Poonswad (1993c) ยืนยันได้ว่าช่วงที่นกเพศเมียออกจากโพรงรัง เพื่อมาช่วยหาอาหารเลี้ยงลูกนกในโพรงนั้น ทั้งนกเพศผู้และนกเพศเมียนำชนิดของอาหารมาป้อนลูกนกคล้ายคลึงกัน ซึ่งแสดงว่านกทั้งสองเพศไปหาอาหารด้วยกันจึงมีการส่งเสียงร้องสื่อสารเพิ่มมากขึ้น เมื่อถึงช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง เสียงร้องของนกเพศผู้และเพศเมียเพิ่มขึ้นอีก (ภาพที่ 9) เพราะในช่วงนี้เป็น

ช่วงที่พ่อแม่ส่งเสียงขับไล่ผู้ที่บุกรุกเข้ามาใกล้บริเวณที่ลูกนกอยู่ เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายให้กับลูกนก

นกส่งเสียงร้องบ่อยมากในช่วงฤดูฝน (สิงหาคม-กันยายน) ซึ่งเป็นช่วงที่นกเงือกรวมฝูงหากินและไปนอนรวมกัน (Tsuji และคณะ 1987; Poonswad, 1993c) น่าจะยืนยันได้ว่าเสียงร้องของนกเงือกทำหน้าที่สื่อสารกันในชนิดเดียวกันเพื่อไปยังแหล่งอาหารและแหล่งที่นอนอีกด้วย

การส่งเสียงร้องของนกนั้นมีวงจรการร้องแตกต่างกันออกไป เช่นนกที่หากินในตอนกลางคืน ก็จะส่งเสียงร้องภายหลังจากที่พระอาทิตย์ลับขอบฟ้าแล้ว แต่ก็มียกเว้นบ้าง เพราะบางครั้งนกก็จะส่งเสียงร้องในตอนกลางวันเช่นกัน ส่วนนกที่หากินในเวลากลางวันส่วนมากจะเริ่มส่งเสียงร้องในเวลาเช้ามืด ซึ่งจะร้องบ่อยมากในช่วงเช้า ต่อจากนั้นในช่วงกลางวันเสียงร้องจะลดน้อยลงตามลำดับ แล้วเสียงร้องจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในตอนเย็น (วีรยุทธ์, 2528) ซึ่ง Kacelnik และ Krebs (1983) กล่าวไว้ว่ามีเหตุผล 2 ประการที่ทำให้การร้องน้อยลงในช่วงกลางวัน คือนกป้องกันตัวจากการมองเห็นของผู้ล่าในขณะที่หาอาหาร เป็นการลดอุณหภูมิ และลดพลังงานของการส่งเสียงร้องในขณะที่หาอาหาร และจากการศึกษาของ Catchpole (1973) ที่ศึกษานก *Acrocephalus* sp. ซึ่งเป็นนกที่หากินในตอนกลางวัน พบว่าช่วงก่อนที่นกจะจับคู่ นกส่งเสียงร้องบ่อยมากในตอนเช้ามืด และลดลงในช่วงกลางวันแล้วเพิ่มมากขึ้นอีกครั้งในตอนค่ำ และภายหลังจากที่นกจับคู่แล้วการส่งเสียงร้องก็เป็นเหมือนกับช่วงก่อนที่นกจะจับคู่ แต่แตกต่างกันที่ในช่วงกลางวันนกจะไม่ส่งเสียงร้องเลย และการศึกษาของ สุรกานต์และนริทธิ์ (2539) ที่ศึกษานกปรอดหัวโขนเคราแดง (*Pycnonotus jocosus*) พบว่านกจะส่งเสียงร้องในตอนเช้ามืดถึงช่วง 9 นาฬิกาเช่นกัน ซึ่งคล้ายกับผลการศึกษานี้ ที่พบว่าช่วงเช้าตั้งแต่ 6.00-10.00 น นกร้องถี่มากในทุกช่วงของฤดูสืบพันธุ์คือ ช่วงก่อนที่นกเพศเมียปิดขังตัวเอง ช่วงนกเพศเมียปิดขังตัวเอง ช่วงนกเพศเมียออกจากโพรงรัง และช่วงลูกนกออกจากโพรงรัง และนกจะส่งเสียงร้องลดลงในช่วงกลางวัน แต่จะต่างจากการศึกษาอื่น ๆ ตรงที่ว่าในช่วงเย็นนกกร้องน้อยที่สุด(ภาพที่ 10) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า อาณาเขตการหากินของนกเงือกกว้างไกล และนกเงือกไม่ได้เกาะนอนอยู่ใกล้บริเวณโพรงรัง ผู้ศึกษาไม่สามารถติดตามและได้ยินเสียงร้องของนก ยืนยันได้จากการศึกษาของ Tsuji และคณะ 1987; Poonswad, 1993c คือนกเงือกไม่ได้นอนใกล้บริเวณรังแต่พบอยู่ใกล้ต้นไม้ เช่น ไทร

สรุป

นกกกส่งเสียงร้องบ่อยมากที่สุดในช่วงก่อนที่นกเพศเมียจะเข้าโพรงรัง และความถี่ของการร้องลดลงเมื่อนกเพศเมียเข้าโพรงแล้ว และความถี่ของการร้องเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงที่ลูกนกออกจากโพรง และช่วงเวลาที่นกกกส่งเสียงร้องบ่อยที่สุดคือในช่วงเช้าตั้งแต่ 6.00-10.00 น. และการร้องลดลงในช่วงกลางวันและตอนเย็น

จากการบันทึกเสียงร้องของนกกก พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรม ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ของนกกกจำนวน 6 คู่ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ได้ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้ นกกกชอบเกาะร้องอยู่ในระดับเรือนยอดของป่า ที่อยู่สูงจากพื้นดิน 30-40 เมตร และส่งเสียงร้องดังได้ยินไปได้ไกล มีเสียงร้องเป็นแบบเดียวคือ เสียงร้องติดต่อกัน (calls) ไม่ว่าจะเป็นช่วงนอกฤดูสืบพันธุ์ หรือช่วงฤดูสืบพันธุ์ เสียงร้องของนกกกสามารถจำแนกแบบอย่างของเสียงที่ได้ยินในธรรมชาติได้ 3 แบบอย่างคือ เสียง “กก” เสียง “กาฮัง” และเสียง “กาว่าะ” และแบ่งแบบอย่างของเสียงเหล่านี้ตามหน้าที่การใช้งาน และพฤติกรรมที่นกแสดงออกมาได้เป็น 4 ประเภทคือ เสียงร้องปกติ เสียงร้องก่อนบิน เสียงร้องประสานกัน และเสียงร้องแสดงความก้าวร้าว

เสียงร้องปกติ รูปแบบของเสียงคือ “กก..กก..กก..” ซึ่งนกส่งเสียงร้องประเภทนี้ตลอดทั้งปี เพื่อสื่อสารกับคู่ของมันและประกาศอาณาเขต เสียงร้องก่อนบิน รูปแบบของเสียงคือ “กก..กก..กก..กาฮังกาฮัง” เป็นเสียงร้องที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของนก นกส่งเสียงร้องรูปแบบ “กก..กก..” ในขณะที่นกเกาะอยู่ที่กิ่งไม้ และเมื่อนกโฉบบินนกจะเปลี่ยนรูปแบบเสียงเป็น “กาฮังกาฮัง” โดยร้องรวติดกัน เสียงร้องประสานกันมีรูปแบบของเสียงเป็น “กกกก...กกกก...กาฮังกาฮัง...กาฮังกาฮัง” โดยนกเพศผู้ร้องขึ้นมาก่อนแล้วนกเพศเมียจะส่งเสียงร้องตามแล้วจบลงพร้อมกัน เป็นเสียงร้องที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ โดยนกร้องบ่อยในช่วงก่อนที่นกเพศเมียจะปิดโพรง หรือช่วงที่นกเกี่ยวพาราสีกันที่บริเวณต้นโพรงรัง เพื่อเป็นการยืนยันในคู่ของตนเอง และช่วงเร่งวงจรการสืบพันธุ์ของนกอีกด้วย และประเภทสุดท้ายคือ เสียงร้องแสดงความก้าวร้าว มีรูปแบบของเสียงร้องเป็น “กาฮัง กาฮัง” หรือ “กาว่าะ กาว่าะ” เป็นเสียงร้องที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันภัย ซึ่งนกเพศผู้และนกเพศเมียจะร้องป้องกันภัยให้กับลูกนก เมื่อเวลาที่ลูกนกออกจากโพรงแล้ว ซึ่งเสียงร้องในทุกรูปแบบนี้ ส่วนมากนกแต่ละตัวมีเสียงร้องที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การจำแนกลักษณะเฉพาะตัวของนกกนกนั้น พบว่าเสียง “กก” ของนกเพศผู้คู่อีที่ 1, คู่อีที่ 5 และ คู่อีที่ 6 มีเสียงก้องที่ฮาร์โมนิกที่ 3 ชัดเจนที่สุดและคล้ายคลึงกัน แต่แตกต่างกันที่เสียงก้องที่ฮาร์โมนิกที่ 2 ซึ่งนกเพศผู้คู่อีที่ 5 มีเสียงก้องที่ฮาร์โมนิกที่ 2 ชัดเจนที่สุด รองลงมาคือ นกเพศผู้คู่อีที่ 6 และคู่อีที่ 1 ตามลำดับ ส่วนนกเพศผู้คู่อีที่ 3 มีเสียงก้องชัดเจนที่สุดที่ฮาร์โมนิกที่ 2 จึงแตกต่างจากตัวอื่นๆ และนกกนกเพศผู้ทั้ง 4 ตัว มีค่าความถี่ต่ำสุดของฮาร์โมนิกที่ 2 ช่วงเวลาของแต่ละคำ ช่วงห่างของแต่ละคำ และระยะเวลาช่วงที่เป็นเสียงก้อง มีค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนเสียงร้องของนกเพศเมียนั้นเสียงก้องชัดเจนที่ฮาร์โมนิกที่ 3 เหมือนกันทุกตัวแต่นกเพศเมียคู่อีที่ 3 มีความชัดเจนมากที่สุดรองลงมาคือ นกเพศเมียคู่อีที่ 1 คู่อีที่ 5 และ คู่อีที่ 6 ตามลำดับ

เสียงร้อง “กก” และเสียง “กาฮัง” ของนกกนกเพศผู้มีความถี่ต่ำกว่าเสียงร้องแบบเดียวกับของนกเพศเมียในทุกช่วง และความถี่ของเสียงร้องของนกเพศผู้ในช่วงก่อนนกเพศเมียจะเข้าโพรงรังมีความถี่ต่ำกว่าทุกช่วง และความถี่ของเสียงร้องจะสูงขึ้นในช่วงนกเพศเมียออกจากโพรงรัง และช่วงที่ลูกนกออกจากโพรง ส่วนช่วงเวลาของแต่ละคำของเสียง “กก” โดยเฉพาะเสียงของเพศเมียมีช่วงเวลาของแต่ละคำสั้นกว่าเสียง “กาฮัง” และ “กาว่าะ” ทั้งนี้เพราะเสียง “กก” เป็นเสียงหัวสั้นส่วนเสียง “กาฮัง” และ “กาว่าะ” เสียงจะยาวกว่า และช่วงห่างของแต่ละคำของเสียง “กาฮัง” และ “กาว่าะ” มีช่วงห่างของแต่ละคำสั้นกว่าของเสียง “กก” เพราะว่าเวลานกส่งเสียงร้อง “กาฮัง” “กาว่าะ” นกร้องเร็วและร้องรัว เมื่อนกร้องเสียง “กก” นกเว้นช่วงแต่ละคำนานกว่า

เอกสารอ้างอิง

พิไล พูลสวัสดิ์, อาซูโอะ ชูชิ, รุ่งอรุณ เหลี่ยมวิริยะกิจ และ ณรงค์ จิระวัฒน์กวี. 2534. ชีววิทยาของนกเงือกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่, น. 31-40. ใน วารสารสัตว์ป่าเมืองไทยปีที่ 1. คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วีรยุทธ์ เลาหะจินดา. 2528. ปีกชีวิต เล่ม 1. บุรพาสานส์, กรุงเทพฯ. 374 น.

สุรกานต์ ยัคมบุตร และ นริทธิ์ สิตะสุวรรณ. 2539. การสื่อสารด้วยเสียงของนกปรอด, น. 81-87. ใน สัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทยปีที่ 5. คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อดิศักดิ์ วิธิธรรม, สุดใจ นุตโร, ปิยรัตน์ ฉิมโฉม, สมจิตร หวังดิลก, วิจักขณ์ ฉิมโฉม, สายันท์ สุภาพโมตรี, วิชาญ เอียดทอง, รัชฎษฎ์ กาญจนะวณิชย์, ศิริวรรณ นาคขุนทด, ณรงค์ จิระวัฒน์กวี, ขวาล ทันทิกรณ์ และ พิไล พูลสวัสดิ์. 2538. การแพร่กระจายและสถานภาพปัจจุบันของนกเงือกในประเทศไทย, น. 1-11. ใน สัมมนาสัตว์ป่าเมืองไทยปีที่ 4. คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Ali, S. and S. D. Ripley. 1970. Handbook of the Birds of India and Pakistan. Oxford University Press, London. 146 p.

_____. 1987. Compact Handbook of the Birds of India and Pakistan. 2nd ed. Oxford University Press, New York. 737 p.

Armstrong, E. A. 1973. A Study of Bird Song. Dover Publications, Inc., New York. 343 p.

Beletsky, L. D. 1983. Aggressive and pair-bond maintenance songs of female Red-winged Blackbirds (*Agelaius phoeniceus*). Z. Tierpsychol. 62: 47-54.

- Burt, H. E. 1967. The Psychology of Bird. Collien-Macmillan Limited, London. 242 p.
- Catchpole, C. K. 1973. The functions of advertising song in the Sedge Warbler (*Acrocephalus schoenobaenus*) and Reed Warbler (*A. scirpaceus*). Behaviour. 46: 300-320.
- _____. 1979. Vocal Communication in Birds. The Institute of Biology's Studies in Biology No. 115. Edward Arnold Publishers Limited, London. 68 p.
- Catchpole, C.K. and P. J. B. Slater. 1995. Bird Song. Cambridge University Press Ltd., Cambridge, England. 248 p.
- Chapuis, C. 1971. Un exemple de l'influence du milieu sur les emission vocals des oiseaux, p. 199 Cited by V. Lauhachinda. The Ornithology Vol. 1. Buraphasang, Bangkok. 374 p. (In Thai).
- Choy, P.K. 1980. Breeding the great indian hornbills at jurong bird park. Avicult. Mag. 84: 181-183.
- Cunningham, M. A. and M. C. Baker. 1983. Vocal learning in white-crowned sparrows: sensitive phase and song dialects. Behav. Ecol. Sociobiol. 13: 259-269.
- Davison, J. 1891. Note on nidification in Kannara. J. Bombay Nat. Hist. Soc. 6: 331-340.
- Deignan, H. G. 1945. The birds of Northern Thailand. U. S. Nat. Mus. Bull. 186: 214-221.
- Dorst, J. 1974. The Life of Birds vol. 2. Columbia University Press, New York. 349 p.

- Espmark, Y. O. and H. M. Lampe. 1993. Variations in the song of the pied flycatcher within and between breeding season. *Bioacoustics* 5: 33-65.
- Farabaugh, S. M. 1982. The ecological and social significance of duetting, pp. 85-124. In D. E. Kroodsma and E. H. Miller (eds.). *Acoustic Communication in Birds*. New York Academic Press, New York.
- Frith, C.B. and V. E. Douglas. 1978. Notes on ten Asian Hornbill species (Aves: Bucerotidae); with particular reference to growth and behaviour. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 27: 35-82.
- Haimoff, E. H. 1987. A spectrographic analysis of the loud calls of Helmeted Hornbills (*Rhinoplax vigil*). *Ibis*. 129: 319-326.
- Hausberger, M., J. P. Richard, J. M. Black and R. Quris. 1994. A quantitative analysis of individuality in Barnacle Goose loud calls. *Bioacoustics* 5: 247-260.
- Hinde, R. A. 1970. *Animal behaviour: A synthesis of ethology and comparative psychology*. McGraw-Hill Kogakusha, Ltd., Japan. 879 p.
- Hooker, T. and B. I. Hooker. 1969. Duetting, pp. 185-205. In R. A. Hinde (ed.). *Bird vocalizations*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Johnsen, R., Y. Espmark, H. C. Pedersen and J. B. Steen. 1991. Characteristics of territorial and mating calls willow Ptarmigh (*Lagopus l. lagopus*). *Bioacoustics* 3: 17-30.
- Kacelnik, A. and J. R. Krebs. 1983. The dawn chorus in the Great Tit (*Parus major*): proximate and ultimate causes. *Behaviour* 83: 287-309.

- Kemp, A. C. and T. M. Crowe. 1985. The systematics and zoogeography of afrotropical hornbills (Aves: Bucerotidae), pp. 279-324. In K. L. Schuchmann (ed.). Proceedings of the International Symposium on African Vertebrates. Bonn., Africa.
- Kemp, A. C. 1988. The systematics and zoogeography of oriental and australasian hornbills (Aves: Bucerotidae). Bonn. Zool. Beitr. 39: 315-345.
- _____. 1995. The Hornbills. Oxford University Press, Oxford, UK. 302 p.
- _____. 1998. Techniques of bird sound recording for sonagram analysis, pp. 265-273. In P. Poonswad (ed.). The Asian Hornbills: Ecology and Conservation. The Thai Studies in Biodiversity, Bangkok.
- Kemp, A. C. and P. Poonswad. 1993. Life history of Great Hornbill *Buceros bicornis*, pp. 100-113. In P. Poonswad and A.C. Kemp (eds.). Manual to the Conservation of Asian Hornbills. Hornbill Project Thailand, Bangkok.
- King, B. F. and E. C. Dickinson. 1975. A field guide to the birds of south-east asia. Collins, St James's Place, London. 480 p.
- Krebs, J. R., M. Avery and R. J. Cowie. 1981. Effect of mate on the singing behaviour of Great Tits. Anim. Behav. 29: 635-637.
- Lekagul, B. and P. D. Round. 1991. A Guide to the Birds of Thailand. Darnsutha Press, Ltd., Bangkok. 457 p.
- Liewviriyakit, R. 1989. The comparative study of some characteristics of nest and nest sites of four Hornbill species (Aves: Bucerotidae) at Khao Yai National Park. M.Sc. Thesis, Kasetsart University, Bangkok.

- Logan, C. A. 1983. Reproductively dependent song cyclicity in mated male Mockingbirds (*Mimus polyglottos*). *Auk*. 100 : 404-413.
- Marler, P. and W. J. Hamilton. 1966. *Mechanisms of Animal Behaviour*. Toppan, Ltd., Tokyo, Japan. 771 p.
- May, L. 1994. Individually distinctive Corncrake (*Crex crex*) calls: A Pilot study. *Bioacoustics* 6: 25-32.
- McLelland, J. 1989. Larynx and trachea, pp. 70-103. *In* A. S. King and J. McLelland (eds.). *Form and Function in Birds*. Vol. 4. Galliard Printer Ltd., Great Yarmouth, UK.
- Medway, L. and D. R. Wells. 1976. *The Birds of the Malay Peninsula*. Vol. V. H. F. & G. Witherby Ltd., London. 291 p.
- Mierauskas, P. and V. Buzun. 1988. Acoustic signalling of the Great Black-headed Gull *Larus ichthyaetus* Pallas. *Bioacoustic* 1: 49-56.
- Oba, T. 1996. Vocal repertoire of the Japanese Brown hawk Owl (*Ninox scutulata japonica*) with Notes on its Natural History. *Natural History Museum and Institute, Special Issue*. No. 2: 1-64.
- _____. 1998. Sound spectrographic and contextural analysis of bird calls with some reference to hornbill vocalisations, pp. 275-288. *In* P. Poonswad (ed.). *The Asian Hornbills: Ecology and Conservation*. The Thai Studies in Biodiversity, Bangkok.
- Payne, R. B. 1983. Bird songs and avian systematics, pp. 87-126. *In* R. F. Johnstone (ed.). *Current Ornithology* Vol. 3. Plenum Press, New York.

- Poonswad, P., A. Tsuji and C. Ngampongsai. 1983. A study of the breeding biology of hornbills (Bucerotidae) in Thailand, pp. 239-265. *In* Breeding birds in captivity. Proceedings of the Delacour/International Foundation for the Conservation of Birds Symposium, North Hollywood.
- Poonswad, P., A. Tsuji and C. Ngampongsai. 1987. A comparative study on breeding biology of sympatric hornbill species (Bucerotidae) in Thailand with implications for breeding in captivity, pp. 250-315. *In* Breeding birds in captivity. Proceedings of the Delacour/International Foundation for the Conservation of Birds Symposium, North Hollywood.
- Poonswad, P. and A.C. Kemp. 1993. Manual to the Conservation of Asian Hornbills. Sirivatana Interprint Co., Ltd., Bangkok. 511 p.
- Poonswad, P. and A. Tsuji. 1993. Ranges of males of the Great Hornbill *Buceros bicornis*, Brown Hornbill *Ptilolaemus tickelli* and Wreathed Hornbill *Rhyticeros undulatus* in Khao Yai National Park, Thailand. *Ibis*. 136: 79-86.
- Poonswad, P. 1993a. Identification of Asian Hornbills, pp. 26-53. *In* P. Poonswad and A.C. Kemp (eds.). Manual to the Conservation of Asian Hornbills. Hornbill Project Thailand, Bangkok.
- _____. 1993b. Current status and distribution of Hornbills and their habitats in Thailand, pp. 436-447. *In* P. Poonswad and A.C. Kemp (eds.). Manual to the Conservation of Asian Hornbills . Hornbill Project Thailand, Bangkok.
- _____. 1993c. Comparative ecology of sympatric hornbills (Bucerotidae) in Thailand. Dr. Sci. Thesis, Osaka City Univ., Osaka, Japan.
- _____. 1993d. Aspects of the biology and ecology of some Asian Hornbills, pp. 76-97. *In* P. Poonswad and A.C. Kemp (eds.). Manual to the Conservation of Asian Hornbills. Hornbill Project Thailand, Bangkok.

- Poonswad, P. 1994. Nest site characteristic of four sympatric species of hornbills in Khao Yai National Park, Thailand. *Ibis*. 137: 183-191.
- Poonswad, P., A. Tsuji, N. Jirawatkavi and V. Chimchome. 1998. Some aspects of food and ecology of sympatric hornbill species in Khao Yai National Park, Thailand, pp. 137-157. In P. Poonswad (ed.). *The Asian Hornbills: Ecology and Conservation*. The Thai Studies in Biodiversity, Bangkok.
- Quaintance, C. W. 1983. Meaning and possible origin of male song in the Brown Towhee. *Condor* 40: 97-101.
- Robinson, F. N. 1947. The function of vocal mimicry in some avian displays. *Emu*. 74: 9-10.
- Sanft, K. 1960. Bucerotidae. *Das Tierreich* 76: 1-174.
- Shackleton, E. M. and H. Harbison. 1998. Singing behaviour of Lekking Green Hermits. *Condor* 100: 149-152.
- Sibley, C. S. and B. E. Monroe. 1990. *Distribution and Taxonomy of Birds of the World*. Yale University Press, New Heaven. 1111 p.
- Skutch, A. F. 1942. Life history of the mixican trogon. *Auk*. 59: 341-363.
- Thorpe, W. H. 1961. *Bird Song: the Biology of Vocal Communication and Expression in Birds*. Cambridge University Press, Cambridge. 143 p.
- Tickell, S. R. 1864. On the hornbills of India and Burmah. *Ibis*. 1864: 173-182.

- Tschanz, B. 1968. Call and individual recognition, pp. 17-18. *Cited by C. K. Catchpole. Vocal Communication in Birds. The Institute of Biology's Studies in Biology no. 115. Edward Arnold Publishers Limited, London. 68 p.*
- Tsuji, A., P. Poonswad and N. Jirawatkavi. 1987. Application of radio tracking to study ranging patterns of hornbills (Bucerotidae) in Thailand, pp. 316-351. *In Breeding birds in captivity. Proceedings of the Delacour/International Foundation for the Conservation of Birds Symposium, North Hollywood.*
- Tsuji, A. 1996. Hornbills Masters of Tropical Forests. Sarakadee Press, Bangkok. 93 p.
- Tubaro, P. L. and B. Mahler. 1998. Acoustic frequencies and body mass in New world Doves. *Condor*. 100: 54-61.
- Tyne J. and A. J. Berger. 1971. Fundamentals of Ornithology. Dover Publications, Inc., New York. 624 p.
- van Zyl, A. J. and A. C. Kemp. 1998. A comparative study of the loud calls of some asian hornbills, pp. 171-180. *In P. Poonswad (ed.). The Asian Hornbills: Ecology and Conservation. The Thai Studies in Biodiversity, Bangkok.*

ภาคผนวก

วันที่/เดือน/ปี

ช่วงเวลาที่เกิด

ชื่อผู้สังเกต

เทพบันทึกเสียงวันที่.....

นกตกคู่ที่

สถานที่

ระบบที่บันทึกเสียง

ความยาวของเนื้อเทพ

เสียงร้องที่	Counter No.	แบบอย่างเสียงร้องของนกที่ได้นับด้วยหู	หมายเหตุ

ภาพผนวกที่ 4 แบบฟอร์มการเก็บข้อมูลแบบอย่างเสียงร้องของนกตกที่ไต้ยนบริเวณ
ต้นโพรงรัง