



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

..... วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้)

ปริญญา

..... วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้

..... จีววิทยาป่าไม้

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกโดยวิธี Distance Sampling
ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Density Estimation of Hornbills using Distance Sampling

in an Evergreen Forest Patch in Eastern Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary

นามผู้วิจัย นางสาวพรกมล จรบุรมย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิจักขณ์ ฉิมโถม, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ศาสตราจารย์ไพไล พูลสวัสดิ์, D.Sc.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์อนรรฆ พัฒนวิบูลย์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์ณริศ ภูมิภาคพันธ์, วท.ด.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกโดยวิธี

Distance Sampling ในผืนป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Density Estimation of Hornbills using

Distance Sampling in an Evergreen Forest Patch in Eastern Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary

โดย

นางสาวพรกมล จรบุรุษย์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรชีวภาพป่าไม้)

พ.ศ. 2552

พรกมล จรบุรุษ 2552: การประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกโดยวิธี Distance Sampling
ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(วิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพป่าไม้ ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิจักขณ์ จิมโณม, Ph.D. 125 หน้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความหนาแน่นประชากรของนกเงือก และเปรียบเทียบการ
ประเมินความหนาแน่นของประชากรนกเงือก จากข้อมูลการพบเห็นตัวโดยตรงและการได้ยินเสียงร้อง
การสำรวจในฤดูทำรังและนอกฤดูทำรัง และจากวิธีการวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกเงือก โดยประเมินความ
หนาแน่นประชากรด้วยวิธี Distance sampling ซึ่งทำการสำรวจแบบ Point transects โดยวางเส้นสำรวจระยะทาง
9 กิโลเมตร จำนวน 4 เส้นทาง ในแต่ละเส้นมีจุดสำรวจ 45 จุด ระยะห่างระหว่างจุด 200 เมตร ใช้เวลาสำรวจนกใน
แต่ละจุดทั้งสิ้น 10 นาที ทำการสำรวจซ้ำ 8 ครั้ง รวมจุดสำรวจทั้งหมด 1,440 จุด ดำเนินการสำรวจในระหว่างเดือน
มกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ในพื้นที่ป่าดง
ดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

จากการศึกษาพบนกเงือกในพื้นที่ศึกษา 4 ชนิดคือ นกเงือกคอแดง (*Aceros nipalensis*) นกเงือกสีน้ำตาล
(*Anorrhinus tickelli*) นกกก (*Buceros bicornis*) และนกเงือกกรมช้าง (*Rhyticeros undulatus*) ผลการประเมิน
ความหนาแน่นของนกเงือกจากโปรแกรม DISTANCE พบว่า มีเพียงนกเงือกคอแดง นกกก และนกเงือก
กรมช้าง ที่สามารถประเมินความหนาแน่นจากข้อมูลการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงได้ โดยมีค่าความ
หนาแน่น ($D \pm SE$) เท่ากับ 3.654 ± 1.011 , 5.28 ± 1.188 และ 7.30 ± 2.929 ตัว/ตร.กม. ตามลำดับ ส่วน
นกเงือกสีน้ำตาลไม่สามารถประเมินความหนาแน่นได้เนื่องจาก มีจำนวนครั้งที่สำรวจพบไม่เพียงพอ ผลจาก
การเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นที่ได้ พบว่าข้อมูลการพบเห็นตัวโดยตรง และการวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึง
ตัวนกเงือกด้วยเครื่องวัดระยะทาง (Range finder) (%CV=28.220) ให้ค่าความหนาแน่นประชากรที่มีความ
ถูกต้องน่าเชื่อถือมากกว่า ข้อมูลที่ได้จากการได้ยินเสียงร้อง และการประเมินระยะทางแบบช่วง (%CV=43.910)
ส่วนข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนอกฤดูทำรังกับในฤดูทำรัง มีค่าโอกาสการพบนก (Detection probability: $\hat{p}$)
ไม่แตกต่างกัน คือ 0.270 และ 0.231 ตามลำดับ การประเมินความหนาแน่นประชากรด้วยวิธี Distance sampling
ที่มีปริมาณข้อมูลการสำรวจจากการพบเห็นตัวโดยตรงอย่างเพียงพอ และมีวิธีการวัดระยะทางที่ถูกต้อง สามารถ
ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการหาแนวทางในการสร้างระบบการติดตามสถานภาพของประชากรนกเงือก เพื่อ
ใช้ประโยชน์สำหรับการจัดสถานภาพประชากร และนำไปสู่การจัดการพื้นที่อาศัยในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า
ห้วยขาแข้ง รวมถึงการอนุรักษ์นกเงือกในพื้นที่อนุรักษ์แห่งอื่นๆต่อไป

Pornkamol Jornburom 2009: Density Estimation of Hornbills using Distance Sampling
in an Evergreen Forest Patch in Eastern Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary.

Master of Science (Forest Biological Science), Major Field: Forest Biological Science,
Department of Forest Biology. Thesis Advisor: Assistant Professor Vijak Chimchome, Ph.D.
125 pages.

The objectives of this research were to estimate hornbill density and to compared the estimation of hornbill density between data from direct sighting and call, breeding and non- breeding seasons and different distance measurement methods, using Distance sampling with Point transects. Four 9-kilometer long trail transects were set up, each transect contains 45 observation points placed along transect at a spacing of 200 m. Observations were made in each point along transects for 8 visits. Total survey points were 1,440 points conducted during January 2004 to December 2005 and November – December 2008. The study area was in an evergreen forest patch in eastern Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary.

Four species of hornbills recorded were Rufous-necked Hornbill (*Aceros nipalensis*), Brown Hornbill (*Anorrhinus tickelli*), Great Hornbill (*Buceros bicornis*) and Wreathed Hornbill (*Rhyticeros undulatus*). The result from DISTANCE analysis showed that only three hornbill species; Rufous-necked, Great and Wreathed Hornbill have enough observation to estimate the population density by sighting. Density estimates ($D \pm SE$) for Rufous-necked, Great and Wreathed Hornbill were 3.654 ± 1.011 , 5.280 ± 1.188 and 7.30 ± 2.929 individuals/km² respectively. Brown Hornbill could not estimated due to low detections. Density estimate from direct sighting and using range finder (%CV=28.220) was more precise than that of bird calls (%CV=43.910). No differences in detection probability ($\hat{p}$) between breeding and non-breeding density estimates.

Distance sampling with enough observation, direct sighting and careful measurement can be an effective method to estimate and monitor population status of hornbill. Density estimation also provides baseline to habitat management not only for Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary but for hornbill conservation and other important wildlife species in the other protected areas.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

/ /

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชาญ วัฒนวิบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก อาจารย์อนรรฆ พัฒนวิบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ศาสตราจารย์ไพโรจน์ พูลสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม สำหรับความกรุณาในทุก ๆ ด้าน และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิชาญ เอียดทอง ประธานการสอบ รองศาสตราจารย์อุทิศ ภูมิอินทร์ผู้ทรงคุณวุฒิ ในคำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณหัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง คุณอภิชา อยู่สมบูรณ์ หัวหน้าสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ คุณสมโภชน์ ดวงจันทราศิริ และคุณสุนทร ฉายวัฒน์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในระหว่างการเก็บข้อมูล รวมไปถึงโครงการศึกษานิเวศวิทยาของนกเงือก และสมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS) ประเทศไทย ที่กรุณาอนุเคราะห์ยานพาหนะ รวมทั้งยังเอื้อเวลาในการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ขอขอบคุณคุณณรงค์ จิระวัฒน์กวี คุณขวัญชัย ไวรัญญการ คุณเพิ่มศักดิ์ กนิษฐชาติ คุณสรยุทธ ไชยเขียว คุณชนะพนธ์ พรหมชาติ คุณจุฑามาศ ทีพอง คุณจักรสิน ไพโรเขต คุณวิทยา เทือกเถาว์ คุณโชคอนันต์ แสงเดือน คุณภาณุภูมิ อร่ามศิริรุจิเวทย์ และคุณสุรมงคล ศิริพล ที่ร่วมเดินทางช่วยเหลือให้การเก็บข้อมูลเต็มไปด้วยรสชาติ จนสามารถเก็บข้อมูลภาคสนามเสร็จสิ้นด้วยดี และคอยเป็นกำลังใจช่วยเหลือทางด้านเทคนิคจนทำให้รูปเล่มวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณคุณมยุรี อำพลจันทร์ และคุณยศวดี รักพงศ์พันธุ์ ที่ช่วยตรวจแบบฟอร์มวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณ ศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ โครงการศึกษานิเวศวิทยาของนกเงือก และสมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS) ประเทศไทย ที่ให้ความอนุเคราะห์สนับสนุนทุนสำหรับการวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อประเสริฐ คุณแม่สุนันทา และครอบครัว จรบุรมย์ ทุกคนอย่างที่สุด ที่เป็นแรงบันดาลใจให้มีความตั้งใจไม่ท้อแท้ คอยให้กำลังใจมาตลอดจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้ได้

พรกมล จรบุรมย์

ตุลาคม 2552

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	27
อุปกรณ์	27
วิธีการ	27
ผลและวิจารณ์	40
สรุปและข้อเสนอแนะ	96
สรุป	96
ข้อเสนอแนะ	102
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	104
ภาคผนวก	114

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 จำนวนจุดสำรวจนกเงือกด้วยวิธี Point transects ในฤดูทำรังและนอกฤดูทำรัง ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก (เขาเขียว - เขาใหญ่) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	30
2 ช่วงเวลาที่สำรวจนกเงือกในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งปีพ.ศ. 2547 - 2551	39
3 จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือก (n) ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	41
4 จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือก (n) ในช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) จากการสำรวจ 1080 จุด ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	42
5 ความหนาแน่นของฝูงนกเงือก (Ds) และค่าความหนาแน่นนกเงือก (D) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) จำนวนประชากรที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (95% CI) ของนกเงือกช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) จากการสำรวจ 1080 จุด ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	43
6 การเปรียบเทียบความหนาแน่นของนกเงือกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ที่ได้จากจำนวนครั้งการสำรวจที่แตกต่างกัน	45
7 การเปรียบเทียบการศึกษาความหนาแน่นประชากรนกเงือก ในการศึกษาครั้งนี้กับการศึกษาของนักวิจัยอื่น ตัวเลขในวงเล็บ คือ จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือก (n)	48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
8 จำนวนตัวที่พบนกเงือก (Accummulative of cluster observed; Individual/Flock) ต่อฝูง นอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	53
9 ค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนก $\hat{E}(s)$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\pm SE$) ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ของนกเงือกนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	54
10 ค่าอัตราการพบนก (n/K) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\pm SE$) ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ของนกเงือกนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	57
11 การหาค่า Detection function จากการสำรวจนกเงือกคอดแดง ค่า Parameter สมการหลัก (Key function) และสมการปรับแก้ (Adjustment terms) ของนกเงือกคอดแดงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	61
12 การหาค่า Detection function ค่า Parameter สมการหลัก (Key function) และสมการปรับแก้ (Adjustment terms) จากการสำรวจนกกก ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
13 การหาค่า Detection function จากการสำรวจนกเงือกกรามช้าง ค่า Parameter สมการหลัก (Key function) และสมการปรับแก้ (Adjustment terms) ของนกเงือกคอแดงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	71
14 ความหนาแน่นของฝูงนกเงือก (D_s) และค่าความหนาแน่นนกเงือก (D) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\pm SE$) ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) จำนวนประชากรที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (95% CI) ของนกเงือกช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) จากการสำรวจ 1080 จุด ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	76
15 จำนวนครั้งที่พบนกเงือก (n) ในฤดูทำรัง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และ พ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	79
16 ค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนกเงือก ($\bar{E}(s)$) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\pm SE$) ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% จากการสำรวจในฤดูทำรัง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และพ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	80
17 ค่าอัตราการพบนกเงือก (n/K) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% (95% CI) จากการสำรวจในฤดูทำรัง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และพ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	82

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
18 การหาค่า Detection function ของนกก กค่า Parameter สมการหลัก (Key function) และสมการปรับแก้ (Adjustment terms) โดยตัดทอนข้อมูลด้านขาออกบางส่วนที่ระยะ 100 ม. จากการสำรวจในฤดูทำรัง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และพ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	85
19 ความหนาแน่นของนกกจากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง ในฤดูทำรัง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และพ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	89
20 ค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนกกแบบพบเห็นตัวโดยตรง ที่ได้จากการวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกด้วยเครื่องวัดระยะทาง (Range finder) และการประเมินระยะทางแบบช่วง (Interval) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	91
21 อัตราการพบนกกแบบพบเห็นตัวโดยตรง ที่ได้จากการวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกด้วยเครื่องวัดระยะทาง (Range finder) และการประเมินระยะทางแบบช่วง (Interval) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	92
22 การกำหนดค่า Detection function ค่า Parameter สมการหลัก (Key function) และสมการปรับแก้ (Adjustment terms) ที่ได้จากการวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกด้วยเครื่องวัดระยะทาง (Range finder) และการประเมินระยะทางแบบช่วง (Interval) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	93

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
23 ความหนาแน่นของนกตก ที่ได้จากการวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกด้วย เครื่องวัดระยะทาง (Range finder) และการประเมินระยะทางแบบช่วง (Interval) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	94
ตารางผนวกที่	
1 ค่าพิกัด (Coordinate; X,Y) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (Altitude, m.) และชนิด ป่า (Forest type) ในจุดสำรวจนกเงือก แบบ Point transects เส้นสำรวจที่ 1(T1) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	115
2 ค่าพิกัด (Coordinate; X,Y) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (Altitude, m.) และชนิด ป่า (Forest type) ในจุดสำรวจนกเงือก แบบ Point transects เส้นสำรวจที่ 2(T2) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	117
3 ค่าพิกัด (Coordinate; X,Y) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (Altitude, m.) และชนิด ป่า (Forest type) ในจุดสำรวจนกเงือก แบบ Point transects เส้นสำรวจที่ 3(T3) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	119
4 ค่าพิกัด (Coordinate; X,Y) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (Altitude, m.) และชนิด ป่า (Forest type) ในจุดสำรวจนกเงือก แบบ Point transects เส้นสำรวจที่ 4(T4) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	121

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ตัวอย่างของกราฟโอกาสการพบเห็นสัตว์ที่ได้จากโปรแกรม DISTANCE	15
2 ตัวอย่างการกำหนดกราฟ Detection function และ Probability density	19
3 สมการหลักที่ใช้ในการเลือกโมเดลในการประเมินความหนาแน่นของประชากรในการวิเคราะห์แบบ Distance sampling	20
4 จุดสำรวจนกเงือกด้วยวิธี Point transects พื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก (เขาเขียว - เขาใหญ่) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	28
5 พื้นที่ศึกษา และเส้นสำรวจประชากรนกเงือก ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก (เขาเขียว - เขาใหญ่) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า	34
6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือกและ ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน	46
7 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนก $\hat{E}(s)$ ของนกเงือกนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	55
8 กราฟแสดงค่าอัตราการพบนก (n/K) ของนกเงือกช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	58
9 จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือกคอกแดงในแต่ละช่วงระยะทางจากจุดสำรวจจากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงในช่วงนอกฤดูทำรัง (ของนกเงือกช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
10 การหาค่า Detection function ของนกเงือกคอแดง จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง จากการตัดทอนข้อมูลด้านขวาที่ระยะ 120 ม. ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	64
11 จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกกกในแต่ละช่วงระยะทางจากจุดสำรวจ จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	65
12 การหาค่า Detection function ของนกกกจากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง จากการตัดทอนข้อมูลด้านขวาที่ระยะ 120 ม. ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	69
13 จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือกกรามช้างในแต่ละช่วงระยะทางจากจุดสำรวจ จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงในช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	70
14 การหาค่า Detection function ของนกกกจากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง จากการตัดทอนข้อมูลด้านขวาที่ระยะ 120 ม. ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	72

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
15 การสำรวจพบนกเงือกคอแดงในแต่ละสังคมพืช ในฤดูทำรัง (เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และพ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	83
16 การสำรวจพบนกเงือกคอแดง ในแต่ละชั้นความสูงจากระดับน้ำทะเลปาน กลาง ในฤดูทำรัง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และพ.ศ. 2548) และนอกฤดู ทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) ในพื้นที่ ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	84
17 การหาค่า Detection function (1) และ Probability density function (2) ของ นกกก ในฤดูทำรัง (A1), (A2) (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และพ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (B1) , (B2) (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2548) โดยตัดข้อมูลด้านขวากว้างส่วนที่ระยะ 100 ม.	86
18 การสำรวจพบนกกกในชั้นความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ในฤดูทำรัง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และพ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้าน ตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	88
 ภาพผนวกที่	
1 การหาค่า Detection function (A) และ Probability density (B) ของนกเงือก คอแดงจากการสำรวจแบบไคยีนเสียงร้อง จากการตัดทอนข้อมูลด้านขวาที่ ระยะ 150 ม. ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่า ดงดิบ ด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง	123

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่

หน้า

- | | |
|--|-----|
| <p>2 การหาค่า Detection function (A) และ Probability density (B) ของนกกกก จากการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้อง จากการตัดทอนข้อมูลด้านขวาที่ระยะ 150 ม. ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบ ด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง</p> | 124 |
| <p>3 การหาค่า Detection function ของนกเงือกกรามช้าง (A) จากการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้อง (B) จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงและได้ยินเสียงร้อง ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง</p> | 125 |

**การประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกโดยวิธี
Distance Sampling ในผืนป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง**

**Density Estimation of Hornbills using Distance Sampling
in an Evergreen Forest Patch in Eastern Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary**

คำนำ

นกเงือกเป็นนกขนาดใหญ่ถึงใหญ่มากที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศป่าไม้ โดยมีส่วนช่วยในการรักษาโครงสร้างป่าให้คงความหลากหลายด้วยการแพร่กระจายเมล็ดพันธุ์ (Seed dispersal) และมีส่วนช่วยควบคุมแมลงศัตรูพืชและสัตว์อื่นๆ ในธรรมชาติ (ณรงค์ และ พงษ์สรร, 2545) ประกอบกับเป็นนกที่มีปฏิสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสังคมพืช มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม สภาวะที่จำกัดของพืชอาหาร และการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ได้อย่างเด่นชัดในระยะสั้น ทั้งนี้เนื่องจากเป็นนกที่ต้องการผืนป่าที่มีความต่อเนื่อง ต้องการต้นไม้ขนาดใหญ่เพื่อเป็นต้นโพรงรังและพืชอาหาร แต่ผลจากการทำลายพื้นที่ป่าที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้แหล่งอาศัย แหล่งทำรัง และแหล่งอาหารของนกเงือกลดลง ปัจจุบันนกเงือกหลายชนิดอยู่ในสถานะใกล้สูญพันธุ์ (Endangered species) นอกจากนี้ยังถูกคุกคามจากมนุษย์จนมีแนวโน้มเกือบใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable species) นกเงือกจึงเป็นหนึ่งในดัชนีชี้วัดความสมบูรณ์ของระบบนิเวศป่าไม้ได้เป็นอย่างดี

ประเทศไทยนับว่ามีความหลากหลายของชนิดพันธุ์นกเงือกสูง มีถิ่นอาศัยและการกระจายพันธุ์ที่กว้าง การศึกษาจำนวนประชากรนกเงือกนั้นขึ้นอยู่กับโอกาสในการพบเห็นตัวโดยตรง ซึ่งต้องอาศัยระยะเวลาและวิธีการสำรวจที่จะสามารถกระจายเข้าถึงทุกสภาพถิ่นอาศัยและมีความถูกต้องน่าเชื่อถือเป็นสำคัญ ด้วยเหตุผลดังกล่าว การที่จะนับจำนวนประชากรนกเงือกทั้งหมดจึงเป็นไปได้ยาก ดังนั้นการประเมินจำนวนประชากรจากการสุ่มตัวอย่างจึงน่าจะเป็นวิธีที่สามารถตอบคำถามเรื่องจำนวนประชากรได้ การศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงของประชากรสัตว์ป่าในพื้นที่นั้น ความหนาแน่นสมบูรณ์ (Absolute density) เป็นการแสดงถึงจำนวนหรือปริมาณของประชากรสัตว์ป่าทั้งหมดที่นับได้ในพื้นที่ที่สัตว์สามารถใช้ได้ (Krebs, 1994; Karanth and Nichols, 1998) โดยมักแสดงผลในรูปของจำนวนสัตว์ทั้งหมดในพื้นที่ จำนวนตัวต่อหน่วยพื้นที่ หรือความ

หนาแน่น (Density) ซึ่งสามารถประเมินได้โดยใช้วิธีการนับสัตว์ทั้งหมดในพื้นที่โดยตรง (Total count) และการสุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินประชากร เช่น การสำรวจแบบ Distance sampling ซึ่งเป็นวิธีการประเมินความหนาแน่นของประชากรสัตว์ป่าที่มีการศึกษาอย่างแพร่หลาย การประเมินความหนาแน่นของประชากรสัตว์ป่าที่ตกอยู่ในสถานะถูกคุกคามจึงเป็นพื้นฐานในการจัดสถานภาพที่ถูกต้องและใช้ประเมินคุณภาพของพื้นที่อาศัย รวมทั้งมาตรการการอนุรักษ์ได้อีกด้วย

ปัจจุบันข้อมูลเกี่ยวกับการปรากฏของนกเงือกในพื้นที่อนุรักษ์ทั้งพื้นที่ราบต่ำและพื้นที่ป่าอื่นๆในประเทศมีการศึกษาและรวบรวมไว้บ้างแล้ว (Round 1984; Poonswad, 1993a) แต่การศึกษาเพื่อประเมินความหนาแน่นของประชากรยังมีไม่มากนัก การศึกษาครั้งนี้จึงได้ประยุกต์วิธีการประเมินความหนาแน่นจำนวนประชากรนกเงือกแบบ Distance sampling โดยใช้วิธี Point transects (Buckland *et al.*, 2001) ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ซึ่งผลการศึกษาที่ได้จะมีส่วนช่วยในการวางพื้นฐานการติดตามตรวจสอบ ประเมินจำนวนประชากร และถิ่นอาศัยของสัตว์ป่าที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง
2. เพื่อเปรียบเทียบการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกระหว่าง ข้อมูลที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรง และการได้ยินเสียงร้อง
3. เพื่อเปรียบเทียบการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกในฤดูทำรังและนอกฤดูทำรัง
4. เพื่อเปรียบเทียบการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกจากการวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกด้วยเครื่องวัดระยะทาง (Range finder) และการประเมินระยะทาง แบบช่วง (Interval distance) จากการคาดคะเนด้วยสายตา

สมมุติฐานงานวิจัย

1. การประเมินค่าความหนาแน่นประชากรนกเงือกที่ได้จากข้อมูลการพบเห็นตัวโดยตรง ให้ค่าความถูกต้องน่าเชื่อถือ มากกว่าการได้ยินเสียงร้อง
2. การประเมินค่าความหนาแน่นประชากรนกเงือก จากข้อมูลการสำรวจนอกฤดูทำรัง ให้ค่าความถูกต้องน่าเชื่อถือมากกว่าในฤดูทำรัง
3. การประเมินค่าความหนาแน่นประชากรนกเงือกที่ได้จากการวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกด้วยเครื่องวัดระยะทาง (Range finder) ให้ค่าความถูกต้องน่าเชื่อถือ มากกว่าการประเมินระยะทางแบบช่วง (Interval distance) จากการคาดคะเนด้วยสายตา

การตรวจเอกสาร

นิเวศวิทยาของนกเงือก

ประเทศไทยมีความหลากหลายของชนิดป่าและความอุดมสมบูรณ์ของถิ่นอาศัยส่งผลให้ชนิดพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์มีความหลากหลาย จากนั้นนกเงือกในโลกมีทั้งหมด 54 ชนิดซึ่งพบได้เฉพาะในทุ่งชาวันนาและป่าเขตร้อนของทวีปแอฟริกาและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในประเทศไทยพบนกเงือกถึง 13 ชนิด (Kemp, 2001) ซึ่งพบกระจายอยู่ทั่วไปในป่าหลากหลายประเภท ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งมีนกเงือก 6 ชนิด คือ นกเงือกคอแดง Rufous-necked Hornbill (RNH), *Aceros nipalensis*, นกเงือกสีน้ำตาล Brown Hornbill (ABH), *Anorrhinus tickelli*, นกเงือก Oriental Pied Hornbill (PH), *Anthraceroceros albirostris*, นกเงือก Great Hornbill (GH), *Buceros bicornis* นกเงือกกรามช้างปากเรียบ Plain-pouched Hornbill (PPH), *Rhyticeros sunruficollis* และนกเงือกกรามช้าง Wreathed Hornbill (WH), *Rhyticeros undulates* เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาในพื้นที่ป่าดิบแล้ง จนถึงป่าดงดิบเขา จึงพบนกเงือกเพียง 4 ชนิดคือ นกเงือกคอแดง นกเงือกกรามช้าง นกเงือกสีน้ำตาล และนกกก ซึ่งนิเวศวิทยาของนกเงือกทั้ง 4 ชนิด มีดังต่อไปนี้

1. นกเงือกคอแดง Rufous-necked Hornbill (*Aceros nipalensis* Hodgson, 1829)

ขอบเขตการกระจายและถิ่นอาศัย

มีการกระจายตั้งแต่ ภูฏาน อินเดีย ตะวันตกเฉียงใต้ของจีน พม่า ตะวันตกเฉียงเหนือของ ไทย จนถึงทางตอนเหนือของลาว (Kemp, 2001) แหล่งอาศัยของนกเงือกคอแดงอยู่ในป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา และป่าผลัดใบ ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 700-2,000 เมตร (ม.) (Kemp, 1995) ในประเทศไทย พบในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอุ้มผาง และอุทยานแห่งชาติแม่วังก์ (Poonswad, 1993a; Kemp, 2001)

ลักษณะทั่วไป

ลักษณะทั่วไปมีความยาวจากปลายปากถึงปลายหาง 100 – 120 เซนติเมตร (ชม.) ตัวผู้ ส่วนหัว คอและหน้าอกมีสีสนิมเหล็ก ได้ท้องมีสีน้ำตาลเข้มกว่า หลัง ปีกสีดำเหลือบเขียว ปลายขน ปีกสีขาว ม่านตาสีแดง หนังตาสีฟ้าอมเขียว กระจกตาสีแดงสดอมส้ม ส่วนที่ติดโคนจะงอยปากล่างมี สีน้ำเงินอมม่วง ปากสีเหลืองงาช้างไม่มีโหนก จะงอยปากด้านล่างมีรอยหยักเป็นร่องดำ ตัวเมียขน ตามตัวและคอสีดำล้วน กระจกตาสีเดียวกับตัวผู้ ลูกนกจะมีขนสีสนิมเหล็กคล้ายกับตัวผู้ตัวเต็มวัย (Lekagul and Round, 1991; Poonswad, 1993c; Kemp, 2001)

ฤดูทำรัง

นกเงือกคอแดงมีช่วงฤดูผสมพันธุ์ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึงเดือนมิถุนายน ระยะเวลาช่วง เข้ารังเฉลี่ย $125 \pm 7SD$ (Chimchome *et al.*, 1998) นอกฤดูผสมพันธุ์พบอยู่เป็นฝูงเล็กๆ 4-5 ตัว หรือ อาจพบถึง 50 ตัว Kemp (2001)

อาหารและอุปนิสัยการกิน

นกเงือกคอแดงหากินระดับเรือนยอดไม้ อาหารหลักของนกเงือกคอแดงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง คือ ผลไม้และสัตว์ โดยช่วงหลังจากที่ลูกนกฟักออกจากไข่แล้วอาหารที่ตัว ผู้นำมาป้อนจะเพิ่มปริมาณอาหารประเภทสัตว์มากขึ้น (กนิษฐา, 2543; Chimchome *et al.*, 1998)

สถานภาพ

สถานภาพในระดับท้องถิ่นจัดอยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ (Endangered) (Sanguansombat, 2005) สถานภาพในระดับโลกจัดอยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable) (BirdLife International, 2009)

2. นกเงือกสีน้ำตาล Brown Hornbill (*Anorrhinus tickelli* Blyth, 1855)

ขอบเขตการกระจายและถิ่นอาศัย

มีการกระจายตั้งแต่ทางตอนใต้ของพม่าหรือแนวเทือกเขาตะนาวศรี (Tenasserim) ไปจนถึงทางด้านตะวันตกของไทย (Kemp, 2001) นกเงือกสีน้ำตาลมีแหล่งอาศัยอยู่ในป่าดงดิบ ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง จากพื้นราบจนถึงระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,500 ม.(Kemp, 2001)

ลักษณะทั่วไป

มีขนาดลำตัวจากปลายปากถึงปลายหาง 75 ซม. จะงอยปากสีขาวยาว มีโหนกเป็นสันเล็กๆ ตัวผู้มีสีด้านบนของลำตัว หัวและท้ายทอยเป็นสีน้ำตาล ด้านใต้ลำตัวสีน้ำตาลแดง ปลายปีกและด้านข้างของคอมีสีขาว ปลายขนหางสองเส้นตรงกลางมีสีน้ำตาลตลอด ตัวเมียด้านบนลำตัวมีสีน้ำตาลเข้มเช่นเดียวกับหัว ลักษณะทั่วไปที่แตกต่างจากนกเงือกสีน้ำตาลคอขาว (*A. austeni*) ชนิดที่พบในป่าเขาใหญ่คือ มีขนบริเวณคอและอกสีน้ำตาลแดง เพศผู้มีปากสีดำ ส่วนเพศผู้ปากสีงาช้าง ส่วนนกเงือกสีน้ำตาลคอขาวตัวผู้มีขนบริเวณคอและอกสีขาว เพศผู้และเพศเมียมีปากสีงาช้าง (Kemp, 2001)

ฤดูทำรัง

มีช่วงฤดูผสมพันธุ์ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน (Kemp, 2001) นกเงือกสีน้ำตาลมีพฤติกรรมพิเศษคือ มีนกเงือกตัวอื่นๆ ในครอบครัวที่ยังไม่ได้จับคู่ในฤดูผสมพันธุ์นั้นๆ ประมาณ 1-5 ตัว มาช่วยป้อนอาหารให้ลูกนกในโพรงด้วย

อาหารและอุปนิสัยการกิน

ยังไม่มีรายงานเรื่องอาหารของนกเงือกสีน้ำตาลมากนัก ซึ่งเป็นไปได้ว่านกเงือกสีน้ำตาลกินอาหารคล้ายกับนกเงือกสีน้ำตาลคอขาวคือ กินทั้งผลไม้และสัตว์เป็นอาหาร (Kemp, 2001)

สถานภาพ

สถานภาพของนกเงือกสีน้ำตาลในระดับท้องถิ่นจัดอยู่ใน สถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable) (Sanguansombat, 2005) ส่วนสถานภาพในระดับโลกจัดอยู่ในสถานภาพใกล้ถูกคุกคาม (Near Threatened) (BirdLife International, 2009)

3. นกกก หรือนกกาฮัง Great Hornbill (*Buceros bicornis* Linnaeus, 1758)

ขอบเขตการกระจายและถิ่นอาศัย

มีการกระจายอยู่ใน Western Ghats ตะวันตกเฉียงเหนือของอินเดียจนถึงเนปาล ภูฏาน ตอนใต้ของจีน พม่า แหลมมาลายู เกาะสุมาตรา และประเทศไทย (Poonswad, 1993a; Kemp, 2001) ในประเทศไทยพบแพร่กระจายทางภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาคตะวันออก และภาคใต้ รวมทั้งอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ (Lekagul and Round, 1991) แหล่งอาศัยในประเทศไทยพบกระจายทั่วทุกภาคของประเทศ อาศัยในป่าดงดิบ และป่าเบญจพรรณ จากพื้นราบจนถึงระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,500 ม. (Lekagul and Round, 1991)

ลักษณะทั่วไป

นกกกเป็นนกเงือกที่มีขนาดใหญ่มาก ความยาวของลำตัวจากปลายปากถึงปลายหาง 130-150 ซม. ตัวผู้ มีมันตาสีแดงและมีสีดำระหว่างโหนกด้านหน้ากับจะงอยปากบนและท้ายโหนกด้านหลัง ตัวเมีย มีมันตาสีขาว ไม่มีสีดำบริเวณโหนก ตัววัยรุ่น มีโหนกขนาดเล็ก ส่วนหัวคอ หน้าอกส่วนบน และต้นขามีสีขาว ซึ่งอาจมีสีเหลือง เนื่องจากถูกทาด้วย Preen oil ที่ผลิตจากต่อมโคนหาง เมื่อกางปีกบิน จะเห็นแถบสีเหลืองทองกลางปีก และแถบสีขาวที่ปลายปีก จะงอย

ปากยาว และโค้งลง โดยจะงอยปากบนจะมีสีเหลือง ทางตอนปลายจะมีสีออกส้ม ส่วนจะงอยปากล่างมีสีขาวข้างบน โคนจะงอยปากบนเป็นที่ตั้งของโหนกแข็งแรงขนาดใหญ่ที่โค้งขึ้นด้านข้างเป็น 2 ยอด (Lekagul and Round, 1991; Poonswad, 1993c; Kemp, 2001)

ฤดูทำรัง

ในช่วงแรกของฤดูผสมพันธุ์นกกดหัวเมียจะกกไข่อยู่ในโพรงจนลูกนกมีอายุ 1- 1.5 เดือน ตัวเมียจะออกมาช่วยพ่อนกเลี้ยงลูก นกกดหัวมีชีวิตความเป็นอยู่แบบเป็นคู่หรือเป็นครอบครัว บางครั้งพบว่าอยู่รวมกันเป็นฝูงตั้งแต่ 20-30 ตัวขึ้นไป พบเป็นฝูงเมื่อนกพากันไปหากินที่ต้นผลไม้หรือที่รวมฝูงนอนในช่วงนอกฤดูทำรัง (Ali and Ripley, 1970; Poonswad, 1993b) เมื่อถึงฤดูกาลสืบพันธุ์ นกกดหัวแต่ละคู่จะแยกออกจากฝูงเพื่อไปทำรัง (Poonswad, 1993b)

อาหารและอุปนิสัยการกิน

นกกดหัวกินตามเรือนยอดของต้นไม้ กินทั้งผลไม้ โดยเฉพาะลูกไทร และสัตว์ นกใช้เวลาส่วนมากอยู่ที่ต้นผลไม้ ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งนกกดหัวมีแนวโน้มเลือกกินผลไทรมากกว่าผลไม้ชนิดอื่น (กนิษฐา, 2543) ส่วนอาหารประเภทสัตว์มีแนวโน้มเลือกกินสัตว์ที่มีน้ำหนักร่างกายและลำตัวไม่ยาวมากนัก และกินปูมากกว่าสัตว์ประเภทอื่น พื้นที่อาศัย (Home range) ของนกกดหัวในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ในฤดูทำรังเท่ากับ 3.7 ตารางกิโลเมตร (ตร.กม.) และนอกฤดูทำรังเท่ากับ 14.7 ตร.กม (Poonswad and Tsuji, 1994)

สถานภาพ

สถานภาพในระดับท้องถิ่นจัดอยู่ใน สถานภาพใกล้ถูกคุกคาม (Near Threatened) (Sanguansombat, 2005) สถานภาพในระดับจัดอยู่ใน สถานภาพใกล้ถูกคุกคาม (Near Threatened) (BirdLife International, 2009)

4. นกเงือกกรามช้าง Wreathed Hornbill (*Rhyticeros undulatus* Shaw, 1811)

ขอบเขตการกระจายและถิ่นอาศัย

มีการกระจายตั้งแต่ทางตอนใต้ของภูฏาน ด้านตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย เวียดนาม เกาะสุมาตรา บอร์เนียว และบาหลี ในประเทศไทยสามารถพบได้ทั่วไป แหล่งอาศัยพบกระจายในป่าดงดิบ และป่าเบญจพรรณ จากพื้นราบจนถึงระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,800 ม. นอกจากนี้ยังพบตามเกาะต่างๆ พบได้ทั่วทุกภาคของไทย นกเงือกกรามช้างในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีพื้นที่อาศัยเท่ากับ 10 – 28 ตร.กม. ในช่วงฤดูทำรังและนอกฤดูทำรัง (Poonswad and Tsuji, 1994)

ลักษณะทั่วไป

ความยาวจากปลายปากถึงปลายหาง 100 ซม. มีโหนกขนาดเล็กลักษณะเป็นลอนคล้ายฟันกรามของช้างซึ่งเป็นที่มาของชื่อภาษาไทย ตัวผู้ส่วนกระหม่อมถึงท้ายทอยสีน้ำตาลเข้ม หน้าขมับและคอสีขาว ใต้คอสีเหลืองมีเส้นดำด้านข้าง ปากด้านข้างมีรอยหยัก ลำตัวและปีกสีดำ ขนหางขาวปลอด ตัวเมียมีสีดำตลอดตัว ยกเว้นขนหางขาวปลอด ใต้คอ (Pouched) สีฟ้า มีเส้นดำด้านข้าง ตัววัยรุ่นคล้ายตัวเต็มวัย โหนกมีลอน 1-2 ลอน และปากด้านข้างเรียบ ลูกนกจะมีสีขนเหมือนตัวผู้ ใต้คอสีเหลืองมีรอยสีดำเป็นเส้นจางๆ (Lekagul and Round, 1991; Poonswad, 1993c; Kemp, 2001)

ฤดูทำรัง

นกเงือกกรามช้างมีฤดูทำรังตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน นอกฤดูผสมพันธุ์ชอบอยู่รวมกันเป็นฝูงใหญ่ และบินออกไปไกลมากกว่า 5 กิโลเมตร (กม.) จากพื้นที่รัง (Poonswad et al., 1986)

อาหารและอุปนิสัยการกิน

นกเงือกกรมช้างกินผลไม้เป็นส่วนใหญ่ ทั้งไทรและผลไม้อื่นๆ ซึ่งนกเงือกกรมช้างถือว่าเป็นนกที่กินผลไม้ (Frugivorous) มากที่สุดเมื่อเทียบกับนกกก นกแก๊ก และนกเงือกสีน้ำตาลคอกขาวในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ (Poonswad *et al.*, 1986)

สถานภาพ

สถานภาพในระดับท้องถิ่นจัดอยู่ในสถานภาพมีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable) (Sanguansombat, 2005) สถานภาพในระดับจัดอยู่ใน สถานภาพใกล้ถูกคุกคาม (Least Concern) (BirdLife International, 2009)

สถานภาพของนกเงือก

สถานภาพของนกเงือกไทยในปัจจุบันนับได้ว่าเป็นห่วงอย่างยิ่ง การบุกรุกพื้นที่ป่าซึ่งเป็นแหล่งอาศัยของนกเงือก ทำให้ประชากรนกเงือกลดลงอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งป่าในพื้นที่ราบต่ำถูกบุกรุกเพื่อทำสวนยาง สวนผลไม้ และสวนปาล์มน้ำมัน เป็นผลให้นกเงือกหลายชนิดทางภาคใต้อยู่ในสถานะใกล้สูญพันธุ์ Poonswad (1993a) ได้จัดสถานภาพของนกเงือกตามขนาดประชากรของนกเงือกแต่ละชนิด แนวโน้ม ปัจจัยคุกคามที่มีต่อนกเงือก และการอนุรักษ์ พบว่าจากข้อมูลการกระจายในอดีตและปัจจุบัน เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วนกเงือกบางชนิดได้หายไปและไม่มีรายงานจากบางพื้นที่ของประเทศ เช่น นกกก นกเงือกกรมช้าง และนกเงือกคอกแดง ในอดีตเคยพบนกเงือกดังกล่าวในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ - ปุย แต่ปัจจุบันได้สูญพันธุ์จากพื้นที่ เนื่องจากการล่า (Round, 1984) การล่าจึงนับว่าเป็นอีกสาเหตุสำคัญที่ทำให้ประชากรของนกเงือกลดลง การจับลูกนกเงือกเพื่อนำมาเป็นสัตว์เลี้ยงก็เป็นสาเหตุอีกประการหนึ่งที่ส่งผลต่อจำนวนประชากรนกเงือกเช่นเดียวกัน จากการสำรวจของเจ้าหน้าที่โครงการศึกษานิเวศวิทยาของนกเงือก ณรงค์ และ พงษ์สรร, (2545) กล่าวว่า ในป่าหลายแห่งได้พบร่องรอยที่ชาวบ้านในพื้นที่ปิ่นตันไม้ขึ้นไปขโมยลูกนกจากในโพรง โดยเฉพาะพื้นที่ทางภาคใต้นั้นพบว่า มีการจับลูกนกโดยวิธีนี้มากที่สุด

สถานภาพถิ่นอาศัยของนกเงือก

เมื่อประชากรมนุษย์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้มีการใช้ทรัพยากรที่มากเกินไป (Overexploitation) จึงทำให้พื้นที่ป่าลดลงเนื่องจากการทำเกษตรกรรม ป่าไม้ซึ่งเป็นแหล่งอาศัยของนกเงือกถูกบุกรุกทำลายจนพื้นที่ลดน้อยลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้แหล่งอาหารและพื้นที่ทำรังมีจำกัดหรือสูญเสียไป การลักลอบทำไม้หรือแม้แต่การทำไม้ที่ถูกกฎหมายถือเป็นปัจจัยคุกคามหลักต่อการกระจายของนกเงือก (Poonswad, 1993a) ซึ่งสถานภาพของถิ่นอาศัยของนกเงือกแต่ละชนิดในประเทศไทยล้วนจัดอยู่ในสถานภาพที่เสี่ยงต่อภาวะใกล้สูญพันธุ์และถูกคุกคามทั้งสิ้น (Poonswad, 1993a)

ในพื้นที่ป่าที่มีขนาดใหญ่จะมีความหนาแน่นของประชากรนกเงือกที่สูงกว่าพื้นที่ป่าขนาดเล็ก โดยปัจจัยที่สนับสนุนถึงคุณภาพของพื้นที่อาศัยที่มีขนาดเล็กคือ การขาดแคลนพืชอาหารของนกเงือกซึ่งน่าจะมีผลมาจากการที่ผืนป่าขนาดใหญ่ถูกแบ่งแยกกลายเป็นหย่อมป่า ซึ่งง่ายต่อการถูกรบกวนจากปัจจัยภายนอกได้มากกว่าป่าที่มีลักษณะเป็นป่าผืนเดียวที่ต่อเนื่อง (Bowers and Dooley, 1999) ปัจจัยเหล่านี้อาจส่งผลต่อจำนวนประชากรนกเงือกดังเช่น Pattanavibool *et al.* (2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเกิดหย่อมป่าในพื้นที่ป่าดิบเขาทางภาคเหนือของประเทศไทยในสองพื้นที่คือ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่ตื่นและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อย พบว่าพื้นที่ทั้งสองมีการเปลี่ยนแปลงเป็นหย่อมป่าอย่างรุนแรง จนกระทั่งพื้นที่ป่าส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก ทำให้ไม่สามารถพบนกขนาดใหญ่เช่นนกเงือกในพื้นที่หย่อมป่าแม่ตื่นเลย ในขณะที่ความชุกชุมของนกกกและนกเงือกสีน้ำตาลในพื้นที่หย่อมป่าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอมก๋อยนั้นพบได้ค่อนข้างต่ำ อันเป็นผลมาจากการที่พื้นที่ถูกแยกออกเป็นหย่อมป่าขนาดเล็กและขาดความต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลานาน

นกเงือกเป็นนกที่มีขนาดใหญ่ต้องการพื้นที่อาศัยที่มีความต่อเนื่อง อีกทั้งแหล่งพืชอาหารที่มีความแปรผันไปตามพื้นที่และเวลา ทำให้นกเงือกต้องใช้การเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ป่าขนาดใหญ่ Pattanavibool *et al.* (2005) ได้ศึกษาสถานะและถิ่นอาศัยของนกป่าดิบเขา ในผืนป่าตะวันตกพบว่าหย่อมป่าดอยกะเจอลาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอัมพางสามารถพบนกเงือกคอคแดงได้น้อยที่สุดเนื่องจากเป็นหย่อมป่าขนาดเล็ก และมีระดับการถูกรบกวนจากมนุษย์มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหย่อมป่าอื่น ๆ ในผืนป่าตะวันตก นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า ขนาดของหย่อมป่าและโครงสร้างของป่ามีศักยภาพในการเป็นพื้นที่อาศัยนั้น สามารถทำนายการปรากฏของนกเงือกได้ถึง 88 % (O'Brien

et al.,1998) รวมทั้งการศึกษาของ Sitompul. et.al. (2004) พบว่า ผลกระทบจากการเกิดหย่อมป่า และการปรากฏของแหล่งอาหารที่มีผลต่อ Sumba Hornbill (*Acerros evertti*) นั้น ขนาดของหย่อมป่าสามารถทำนายและใช้วัดความชุกชุมและการกระจายของ Sumba Hornbill ได้ดีกว่าการปรากฏของแหล่งอาหาร

การประเมินความหนาแน่นประชากร

ความหนาแน่น

ความหนาแน่น (Density) Krebs (1994) ได้ให้คำนิยามไว้ว่า หมายถึง จำนวนความหนาแน่นของสัตว์ต่อหน่วยพื้นที่อาศัย ซึ่งเกี่ยวข้องกับชนิด (Species) ขนาดพื้นที่ (Area size) เวลาและสถานที่ (Time and space) ซึ่งวิธีการที่จะประเมินประชากร (Population estimation) นั้นมีอยู่ 2 แนวทาง คือ

1. การคาดคะเน (Gestimation) เช่น การใช้แบบสอบถาม หรือการคาดคะเนจำนวนประชากรสัตว์ป่าในบางพื้นที่ แล้วนำมารวมกันเป็นจำนวนสัตว์ป่าทั้งหมด ซึ่งไม่มีความถูกต้อง เนื่องจากขาดการตรวจสอบและศึกษาประชากรในพื้นที่อย่างจริงจัง (นริศ, 2543)

2. การประเมินประชากร (Estimation) ต้องใช้ความรู้และการปฏิบัติงานในพื้นที่จริง (นริศ, 2543) ในการศึกษาและการติดตามการเปลี่ยนแปลงของประชากรสัตว์ป่าในพื้นที่ ความหนาแน่น (Density) เป็นตัวแปรหนึ่งที่น่ามาใช้อย่างบอกถึงปริมาณของประชากรสัตว์ป่าที่มีในระบบนิเวศซึ่ง Krebs (1994) ได้แบ่งการประเมินความหนาแน่นโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

- 2.1. ความหนาแน่นสมบูรณ์ (Absolute density) เป็นการแสดงถึงจำนวนหรือปริมาณของประชากรสัตว์ป่าทั้งหมดที่นับได้ในพื้นที่ (Krebs, 1994; Nichols and Karanth, 2002) โดยแสดงผลในรูปของจำนวนสัตว์ทั้งหมดในพื้นที่ จำนวนตัวต่อหน่วยพื้นที่ หรือความหนาแน่น ซึ่งในการศึกษาและการติดตามการเปลี่ยนแปลงของประชากรสัตว์ป่าในพื้นที่นั้น สามารถดำเนินได้จากวิธีการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ คือ

2.1.1 ใช้วิธีการนับสัตว์ทั้งหมดในพื้นที่โดยตรง (Total count) เหมาะกับสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ นับง่าย และมีจำนวนไม่มากนัก ต้องกระทำในพื้นที่แคบ ใช้คนและค่าใช้จ่ายสูง

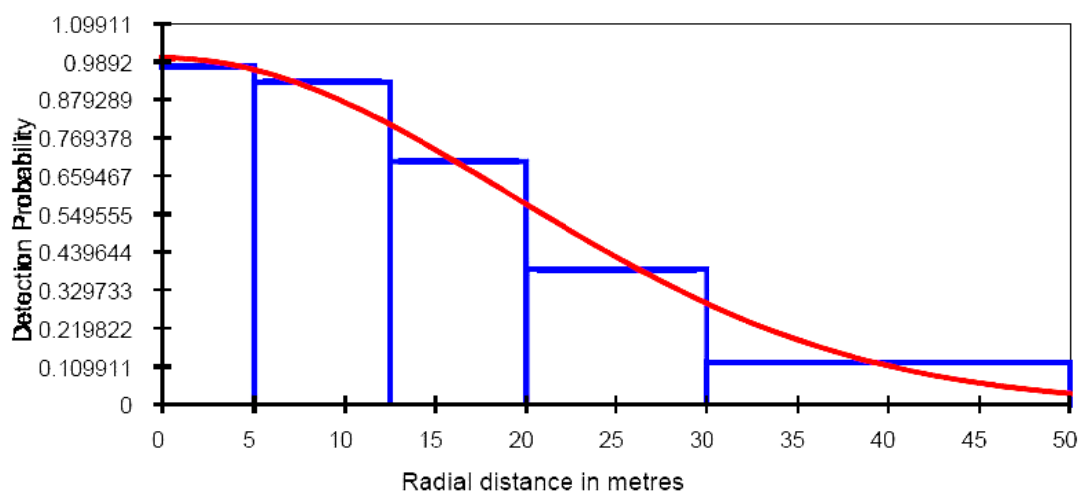
2.1.2 การสุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินประชากร (Sampling methods) เป็นการคาดคะเนจำนวนประชากรทั้งหมดในพื้นที่ที่ทำการศึกษา หลักการของ Sampling methods คือศึกษาพื้นที่บางส่วนของพื้นที่ทั้งหมด ทำการสุ่มตัวอย่าง (Random sampling) โดยมีมากกว่า 1 หน่วยตัวอย่าง (Sampling unit) หรือมีจำนวนครั้งของการสำรวจซ้ำ (Replicates) ที่มากพอ หลังจากนั้นข้อมูลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างต้องเป็นตัวแทนที่ถูกต้องของประชากรในพื้นที่ศึกษา และสามารถนำมาประเมินประชากรทั้งหมดในพื้นที่ได้ (Krebs, 1994; Sutherland, 1996)

2.2 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density) เป็นค่าดัชนีที่แสดงถึงความมากมายของสัตว์ป่าในกรณีที่ไม่สามารถระบุจำนวนตัวที่แท้จริงได้ ซึ่งประเมินจากลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งของประชากรสัตว์ป่าที่พบในพื้นที่ เช่น จำนวนกองมูล จำนวนรอยตีน จำนวนสัตว์ที่จับได้ โดยมีข้อสมมุติพื้นฐานว่า เป็นค่าดัชนีที่มีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกับความมากมายที่แท้จริงของสัตว์ที่มีอยู่ภายในพื้นที่ (Krebs, 1994; Lancia *et al.*, 1994; Thompson *et al.*, 1998; Nichols and Karanth, 2002) และบางครั้งค่าดัชนีได้มาจากความถี่ของการพบหรือไม่พบ (Presence-Absence) สัตว์จากการสำรวจในหน่วยตัวอย่าง เช่น จุดหรือแปลงตัวอย่าง ซึ่งค่าดัชนีความมากมายสัมพัทธ์มักใช้ในการเปรียบเทียบความมากมายของกลุ่มประชากรในพื้นที่เดียวกันแต่มีช่วงเวลาต่างกัน หรือกลุ่มประชากรที่อยู่ในพื้นที่ต่างกันแต่ช่วงเวลาเดียวกัน (Lancia *et al.*, 1994) และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการติดตามตรวจวัดสถานภาพของประชากรได้เช่นกัน (Thompson *et al.*, 1998; Southwood and Henderson, 2000) โดยวิธีการประเมินความมากมายสัมพัทธ์นั้นสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การดักจับ การนับจำนวนกองมูล การนับตามถนนและการนับเสียงร้อง (Krebs, 1972) เช่น การศึกษาผลกระทบของขนาดหย่อมป่าและโครงสร้างการกระจายของ Sumba Wreathed Hornbills ในพื้นที่เกาะ Sumba ของประเทศอินโดนีเซีย โดย O' Brian *et al.* (1998) ซึ่งได้รายงานดัชนีความมากมายของนกเงือกในรูปแบบของความมากมายสัมพัทธ์โดยมีข้อสมมุติฐานว่า ค่าความมากมายสัมพัทธ์จะเป็นไปในทางเดียวกับความมากมายที่แท้จริงของนกเงือก ระหว่างหย่อมป่าที่แตกต่างกันพบว่า ค่าเฉลี่ยความมากมายสัมพัทธ์ที่สูงที่สุดพบในหย่อมป่าที่มีพื้นที่ใหญ่กว่าหย่อมป่าขนาดเล็ก

การประเมินความหนาแน่นของประชากรนก

นกเงือกเป็นนกที่ร้องเสียงดัง มีขนาดตัวที่ใหญ่ทำให้สำรวจพบได้ง่าย Gibbons *et al.* (1996) กล่าวว่า นกเป็นสัตว์ที่มีการศึกษาอย่างแพร่หลาย สามารถสำรวจและพบเห็นได้ง่ายเมื่อเข้าไปในพื้นที่อาศัย เนื่องจากมีสีสันทึบที่เด่นชัด และมีเสียงร้องที่ดัง โดยนกหลายชนิดสามารถสำรวจพบได้เนื่องจากเสียงร้องของนกเอง จากการรายงานของ Rosenstock *et al.* (2002) ซึ่งศึกษาถึงเทคนิคการประเมินประชากรนกที่มีการนำมาใช้ในปัจจุบันมากที่สุด จากการตรวจเอกสารทางวิชาการที่มีการตีพิมพ์ในช่วงปี 1989-1998 พบว่า วิธีการที่เป็นที่นิยมในการสำรวจนกสามารถแยกออกเป็นสองกลุ่มคือ 1) กลุ่มที่ใช้การนับนกเพื่อเป็นดัชนีความมากมาย (Index count) ซึ่งจากการศึกษาพบว่า 95% ใช้วิธี Point count, Strip line transect และ 2) กลุ่มที่นำค่าโอกาสหรือความสามารถในการพบเห็นตัวนกมาใช้ในการประเมินความหนาแน่นที่แท้จริงของประชากร วิธีการที่นำค่าโอกาสในการพบเห็นตัวนกมาใช้ในการประเมินประชากรเรียกว่า Distance sampling ซึ่งเป็นวิธีการสำรวจนกที่นิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน (Buckland *et al.*, 2000; Rosenstock *et al.*, 2002; Buckland, 2006) เนื่องจากเป็นวิธีการที่ประสบผลสำเร็จอย่างยิ่งในการประเมินความหนาแน่นของจำนวนประชากรและความมากมาย ทั้งการศึกษาประชากรในพืช แมลง สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์เลื้อยคลาน ปลา สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมทางบก ทางทะเล และสัตว์ในกลุ่มนก (Thomas *et al.*, 2002) ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการสำรวจที่ให้จำนวนประชากรที่แท้จริง (Absolute density)

วิธีการสำรวจแบบ Distance sampling มีหลักการที่สำคัญคือ การใช้ค่าโอกาสในการพบเห็นตัว (Detection function) มาใช้ในการประเมินความหนาแน่นของประชากรสัตว์ (Thomas *et al.*, 2002) โดยโอกาสการพบเห็นตัวสัตว์จะลดลงตามระยะห่างจากเส้นหรือจุดสำรวจถึงตัวสัตว์ ซึ่งกราฟโอกาสการพบเห็นตัวสัตว์ตามข้อหลักการของ Distance sampling แสดงดังภาพที่ 1 จากภาพโอกาสการพบเห็นตัวสัตว์จะลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ที่ระยะทาง 20 -25 ม.จากจุดสำรวจ ซึ่งสัตว์ทุกตัวที่อยู่บนเส้นหรือจุดสำรวจจะต้องถูกสำรวจและวัดระยะห่างจากเส้นหรือจุดสำรวจถึงตัวสัตว์อย่างถูกต้อง (Barracough, 2000; Thomas *et al.*, 2002; Buckland, 2006)



ภาพที่ 1 ตัวอย่างของกราฟโอกาสการพบเห็นสัตว์ที่ได้จากโปรแกรม DISTANCE

ที่มา: Thomas *et al.* (1998)

การสำรวจนกเงือกด้วยวิธี Distance sampling ใช้หลักการเดียวกับการสำรวจสัตว์ป่าทั่วไป โดยมีสมมุติฐานหลัก (Assumptions) 3 ข้อ (Buckland, 2006) คือ

1. นกเงือกที่สำรวจในเส้นสำรวจหรือจุดสำรวจจะต้องถูกสำรวจพบทั้งหมด
2. นกเงือกจะต้องถูกสำรวจพบในระยะแรกของการเคลื่อนที่
3. การวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกเงือกจะต้องมีความถูกต้อง

อย่างไรก็ตาม สมมุติฐานหลักที่กล่าวมานั้นอาจมีการยืดหยุ่นได้ตามสถานการณ์หรือสภาพแวดล้อม แต่ถ้าหากผู้สำรวจไม่สามารถพบนกเงือกในระยะใกล้ หรือบนเส้นสำรวจอาจทำให้การประเมินความหนาแน่นจำนวนประชากรต่ำกว่าความเป็นจริง (Underestimation) สิ่งสำคัญที่จะทำให้การประเมินจำนวนประชากรนกเงือกมีความถูกต้องแม่นยำคือ การวางเส้นสำรวจหรือจุดสำรวจจากการสุ่มอย่างเป็นระบบ (Buckland *et al.*, 2001) วิธีการสำรวจหลักของ Distance sampling คือการสำรวจแบบ Point transects และการสำรวจแบบ Line transects ซึ่งมีผู้ทํานาวิธีการนี้ไปใช้ในการศึกษาจำนวนประชากรที่หลากหลาย เช่นการศึกษาในสัตว์ขนาดเล็กเช่นผีเสื้อ (Brown and Boyce, 1998) การศึกษาประชากรปลา (Ensign, 1995) ไปจนถึงการประยุกต์วิธีการศึกษาสัตว์

เลี้ยงลูกด้วยนมขนาดใหญ่ เช่น ใช้การสำรวจแบบแนวเส้นศึกษาประชากรหมีขั้วโลก (Polar Bear) ด้วยเฮลิคอปเตอร์ (Barraclough, 2000) ซึ่งรายละเอียดของวิธีการสำรวจทั้งสองแบบมีดังต่อไปนี้

วิธีการสำรวจแบบ Point transects

วิธีการสำรวจแบบ Point transects เป็นวิธีการกำหนดจุดสำรวจบนแนวเส้นทาง (Transect) อาจใช้จุดสำรวจวงกลมที่มีการกำหนดระยะรัศมี หรือไม่กำหนดก็ได้ บางครั้งนักปักษีวิทยาจึงเรียกการสำรวจด้วยวิธีนี้ว่า Variable Circular Plots (Reynolds, 1980; Buckland *et al.*, 1993) โดยนับนกที่พบเห็นตัวโดยตรงและเสียงร้องภายในเวลาที่กำหนด เมื่อไปถึงจุดสำรวจแล้วควรใช้เวลาสักระยะหยุดรอก่อนที่จะเริ่มนับจริง เพื่อไม่ให้เป็นการรบกวนนกในจุดสำรวจ ซึ่งระยะเวลาดังกล่าวขึ้นอยู่กับชนิดนกและลักษณะพื้นที่อาศัยที่ทำการสำรวจ เวลาที่กำหนดในการนับนกในจุดสำรวจก็มีความสำคัญเช่นกันเพราะการใช้เวลาที่จุดสำรวจสั้นเกินไปอาจทำให้นับนกได้ไม่ทั่วถึง หรือระยะเวลาที่ยาวเกินไป อาจมีการนับนกซ้ำได้ วิธีนับนกตามจุดสามารถใช้ได้ตลอดปีและไม่จำกัดว่าเป็นฤดูผสมพันธุ์หรือนอกฤดูผสมพันธุ์ และสามารถใช้ประเมินความชุกชุมสัมพัทธ์ (Relative abundance) (Buckland, 1993; Rosenstock *et al.*, 2002) และใช้ในการประเมินความหนาแน่นที่แท้จริง (Reynolds, 1980; Buckland, 1993; Rosenstock *et al.*, 2002) ได้อีกด้วย สิ่งสำคัญคือการวัดหรือประเมินระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกที่มีความถูกต้อง ระยะทางจากจุดสำรวจที่ใช้ในการบันทึกตำแหน่งนกอาจใช้เป็นระยะรัศมี ตั้งแต่ 0-50 , 50-100, 100-200 ม. จนถึงระยะที่ไม่สามารถวัดได้ (Bibby *et al.*, 1998) การกำหนดจุดสำรวจ (Point-count station) ควรมีการวางแผนรูปแบบอย่างเป็นระบบ โดยอาจใช้ตารางกริดเป็นพื้นฐานในการแบ่งพื้นที่สำรวจ หรือการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified) ตามลักษณะภูมิประเทศหรือสังคมพืช และสิ่งสำคัญคือ จุดสำรวจไม่ควรมีระยะทางใกล้กันเกินไป เพราะจะทำให้เกิดการนับนกซ้ำ ระยะทางที่สั้นที่สุดควรเป็น 200 ม. เพราะระยะทางที่ไกลมากเกินไปจะทำให้เสียเวลาในขณะที่เดินทางไปยังจุดสำรวจต่อไป (Buckland, 1993; Sutherland, 1996; Gregory *et al.*, 2004)

วิธีสำรวจแบบ Line transect

วิธีการนี้เหมาะในการสำรวจนกที่อยู่ในพื้นที่เปิดโล่ง เช่น พื้นที่ที่เป็นป่าพุ่ม (Shrub-steppe) พื้นที่ชุ่มน้ำ (Moor land) นกชายหาด (Offshore seabirds) หรือนกน้ำ (Waterbirds) โดยผู้สำรวจนั้น

จะต้องรักษาทิศทางของการเดินสำรวจโดยการเดินสำรวจตามแนวเส้นตรงหลายๆแนว และวัดระยะตั้งฉากจากเส้นแนวสำรวจไปยังนกที่พบหรือได้ยินเสียง สามารถสำรวจโดยการเดินสำรวจใช้รถยนต์ เรือหรือการสำรวจทางอากาศ ระยะทางของเส้นสำรวจขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ และพื้นที่ศึกษา (เวลาที่ใช้ในการสำรวจ ขนาดพื้นที่สำรวจ) Gale and Thongaree (2006) ได้วางเส้นสำรวจนกเงือกทั้ง 9 ชนิด ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา – บาลา ทั้งหมด 11 เส้นสำรวจระยะทางรวม 68 กม. มีช่วงระยะทางตั้งแต่ 3- 11.4 กม. ซึ่งขึ้นกับขนาดหย่อมป่าในพื้นที่ศึกษา ระยะห่างระหว่างเส้นสำรวจแต่ละเส้นสำรวจมากกว่า 200 ม. โดยเก็บข้อมูล ชนิดพันธุ์เป้าหมาย จำนวนตัว พฤติกรรมของนกที่พบเห็น, ตำแหน่งของผู้สำรวจบนเส้นสำรวจ, ประเมินระยะทางระหว่างผู้สำรวจและตัวนก, มุมระหว่างผู้สำรวจและตัวนก และพืชอาหารนกเงือกที่พบบนเส้นสำรวจโดยจะไม่บันทึกที่บินขึ้นโดยไม่เห็นว่าบินขึ้นบริเวณเส้นสำรวจมาวิเคราะห์ความหนาแน่นของประชากรนกเงือก

เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการสำรวจทั้งสองแบบ

วิธีการสำรวจแบบ Point transects นั้นเหมาะกับการสำรวจนกที่สามารถมองเห็นและได้ยินเสียงโดยง่าย มักใช้สำรวจนกในกลุ่มจับคอน (Passerines) และกลุ่มนกที่ส่งเสียงร้อง (Songbirds) การสำรวจโดยวิธีนี้สามารถสำรวจในพื้นที่แหล่งอาศัยที่หลากหลาย เหมาะสำหรับการสำรวจในพื้นที่ศึกษาขนาดใหญ่ มีความสะดวกในการวางจุดสำรวจและเหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นหย่อม (Patchy) วิธีการนี้ไม่เหมาะกับนกที่ไม่ส่งเสียงร้อง เพราะผู้สำรวจจำเป็นต้องอยู่นิ่งๆเพื่อฟังเสียงและสังเกตตัวนกในจุดสำรวจ ทำให้สำรวจนกที่ไม่ส่งเสียงได้ไม่ทั่วถึง ส่วนวิธีสำรวจแบบ Line transects สามารถสำรวจได้ตลอดปีและสามารถวางเส้นสำรวจได้ทั้งพื้นดิน ทะเล หรืออากาศ และเหมาะสมสำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่ที่ต่อเนื่องกันสามารถใช้ได้ดีในพื้นที่ที่มีจำนวนประชากรนกต่ำ เหมาะสำหรับนกที่เคลื่อนที่เร็ว มีขนาดตัวที่ใหญ่และมักบินหนีผู้สำรวจก่อนที่จะถึงจุดสำรวจ อย่างไรก็ตามพื้นที่สำรวจด้วยวิธีการนี้จะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ดังนั้นการพบเห็นนกที่อยู่ใกล้กับผู้สำรวจและการประเมินระยะทางจากผู้สำรวจถึงตัวนกจึงเกิดข้อผิดพลาดได้มากกว่าวิธีนับนกตามจุด (Point transects) การกำหนดเส้นสำรวจในบางพื้นที่ทำได้ยากเพราะผู้สำรวจต้องเคลื่อนไหวขณะสำรวจ การจำแนกชนิดพันธุ์นกจึงเป็นไปได้ยาก

การสำรวจโดยหย่อนที่จุดนั้น ผู้สำรวจสามารถมุ่งความสนใจไปที่นกโดยไม่ต้องกังวลในการเดินสำรวจตามเส้นแนว มีเวลาในการค้นหานกที่หลบซ่อนตัวตามเรือนยอด สามารถใช้ข้อมูล

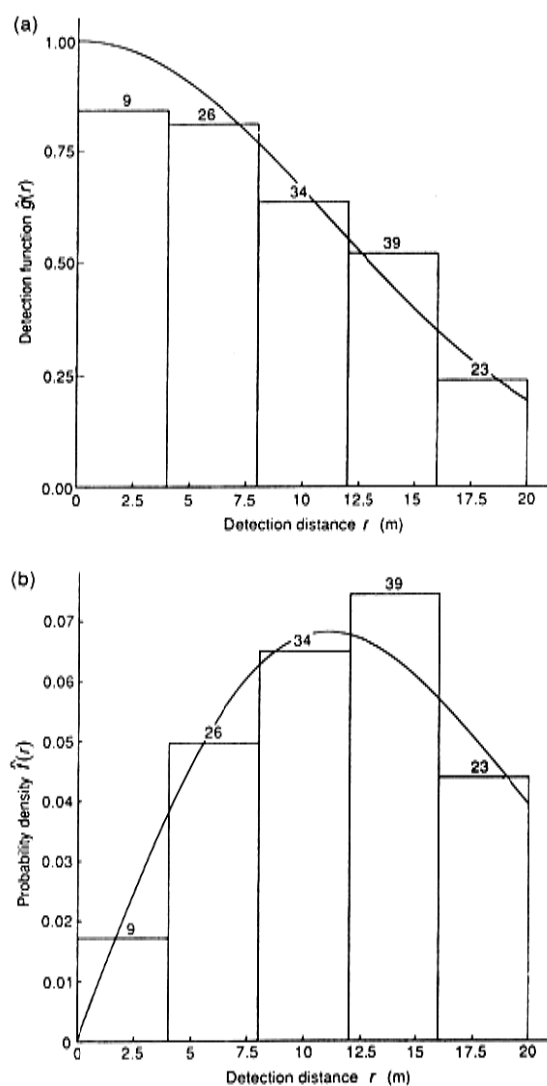
ความหนาแน่นวิเคราะห์ร่วมกับพื้นที่อาศัยในแต่ละจุดได้ชัดเจน ที่สำคัญวิธีการสำรวจแบบ Point transects มีความเหมาะสมกับพื้นที่สูงชัน และสภาพป่าที่มีชั้นเรือนยอดที่หนาทึบ การศึกษาครั้งนี้จึงเลือกใช้วิธีการสำรวจแบบ Point transects

Barraclough (2000) และ Bibby *et. al.* (1998) ได้กล่าวถึงข้อดีของการสำรวจแบบ Distance sampling ไว้ว่า

1. สามารถใช้ประเมินประชากรที่แท้จริงได้ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถสำรวจพบนกทุกตัวในพื้นที่ได้ก็ตาม
2. สามารถประเมินความหนาแน่นของประชากรจากข้อมูลที่ได้จากผู้สำรวจสองคน
3. สามารถใช้จำนวนนกที่สำรวจพบเพียง 10-30 เปอร์เซ็นต์ ของนกในพื้นที่เพื่อประเมินประชากรทั้งหมด แต่มีเงื่อนไขว่านกที่อยู่ในจุดสำรวจจะต้องถูกสำรวจพบทั้งหมด
4. สามารถประเมินจำนวนประชากรโดยไม่ต้องคำนึงถึงขนาดของพื้นที่ศึกษา

การพิจารณาค่า Detection function ร่วมกับข้อมูลการสำรวจ ที่ให้ค่าความหนาแน่นของประชากรนกเงือกที่เหมาะสม

การพิจารณาค่า Detection function ร่วมกับข้อมูลการสำรวจ (Fitting detection function) ตามข้อสมมุติฐานหลักของการสำรวจแบบ Distance sampling นั้น ค่าโอกาสการสำรวจพบนก (Detection probability) ที่ระยะใกล้จุดสำรวจหรือ ณ ระยะ 0 ม. จะต้องมีความเท่ากับ 1 และมีค่าลดลงเมื่อระยะห่างไกลจากจุดสำรวจออกไป ดังนั้น เส้นกราฟ Detection function ที่ดี และค่าความหนาแน่นจากการประเมินที่มีความถูกต้อง ควรมีแนวโน้มที่ลาดเอียง (Shoulder) ในช่วงระยะทางที่ใกล้จุดสำรวจ ความชันของเส้นกราฟไม่ควรแหลมชัน (Spike) และลดลงอย่างรวดเร็ว (Thomas and Karanth, 2002) เพื่อให้เส้นกราฟโมเดล Detection function เข้ากับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจได้ดีขึ้น จึงควรใช้เฉพาะข้อมูลที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรงมาคำนวณเพื่อหาเส้นกราฟ Detection function (Buckland *et al.*, 2001) ภาพการกำหนดกราฟ Detection function และ Probability density แสดงดังภาพที่ 2

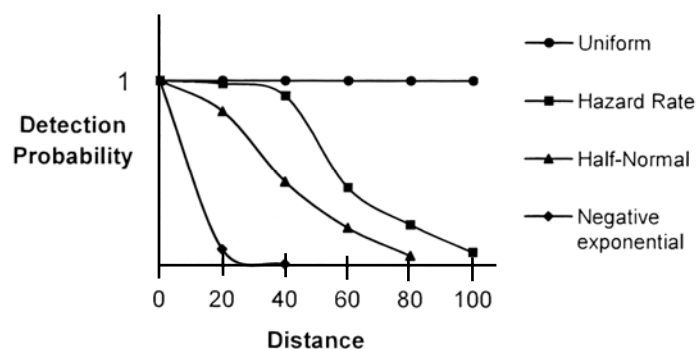


ภาพที่ 2 ตัวอย่างการกำหนดกราฟ Detection function และ Probability density

ที่มา: Buckland *et al.*(2001)

ทำการทดสอบสมการหลัก (Key function) คือ half-normal, hazard-rate, uniform และ negative exponential และสมการปรับแก้ (Adjustment term) คือ cosine เพื่อปรับให้เส้นกราฟโมเดล Detection function เข้ากับข้อมูลจากการสำรวจได้ดีขึ้น ภาพการปรับข้อมูลจากการทดสอบสมการหลักแสดงดังภาพที่ 3 หลังจากนั้น เลือกโมเดลที่เหมาะสมจากโมเดลที่ให้ค่า AIC (Akaike's Information Criterion) ต่ำที่สุด ซึ่งถือว่าเป็นโมเดลที่ดีที่สุดในการให้ค่าความหนาแน่น โมเดลที่ให้

ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (%CV) ที่ต่ำที่สุด มีช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% (95% Confidence Interval) ไม่กว้างมาก และควรมีค่า GOF Chi-p สูงที่สุด ซึ่งค่านี้แสดงให้เห็นว่าโมเดลที่ทำการวิเคราะห์และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมีความสัมพันธ์กันสูง (Marsden, 1999; Marsden and Pilgrim, 2003; Gale and Thongaree, 2006)



ภาพที่ 3 สมการหลักที่ใช้ในการเลือกโมเดลในการประเมินความหนาแน่นของประชากรในการวิเคราะห์แบบ Distance sampling

ที่มา: Bibby *et al.* (1998)

Bibby *et al.* (1998) ; Bibby *et al.* (2000); Gregory *et al.* (2004) ได้แนะนำไว้ว่า ในการสำรวจนกภาคสนามควรวางแผนการศึกษาไว้อย่างเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ควรเลือกช่วงฤดูกาลและช่วงเวลาในหนึ่งวันของการสำรวจให้เหมาะสม โดยเลือกเวลาที่เหมาะสมสำหรับหนึ่งวันของการสำรวจ ซึ่งควรเป็นช่วงเวลาที่นกมีกิจกรรมและส่งเสียงร้องมากที่สุดคือ ช่วงหลังจากรุ่งเช้าไปจนถึงช่วงกลางของเวลาเช้า และอีกช่วงเวลาคือ กลางวันก่อนที่พระอาทิตย์ตกดิน (Gregory *et al.*, 2004; Marsden, 1998) โอภาส (2533) ได้รายงานเพิ่มเติมว่า นกในป่าเต็งรังปรากฏให้เห็นมากที่สุดในช่วงเช้าเวลา 07.00-09.00 น. และช่วงเย็นเวลา 16.00-18.00 น. และ Welly (1975) พบว่าเวลาและลักษณะอากาศมีความสัมพันธ์กับชนิด และประชากรนก กล่าวคือ นกมีกิจกรรมสูงสุดในช่วงเวลาเช้าที่อากาศแจ่มใส โดยนกส่วนมากออกมาหากินในช่วงเวลาเช้ามืด ดังนั้นหากออกสำรวจในช่วงเวลาแดดจัดโอกาสในการพบนกจะน้อยมาก เพราะเป็นช่วงที่นกหลบเข้าไปพักผ่อนตามซุ่มพุ่มไม้ Bibby *et al.* (1998) และ Marsden (1999)

แนะนำว่าควรสำรวจนกเงือกในช่วงหนึ่งชั่วโมงหลังจากฟ้าสว่างจนถึงเวลา 10.30 น. หรืออาจจะสำรวจอีกครั้งในช่วงเวลา 15.30 น. จนถึงหนึ่งชั่วโมงก่อนพระอาทิตย์ตกดิน

จากการศึกษาแบบอย่างเสียงร้องของนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ของ ศิริวรรณ (2543) พบว่า นกกกส่งเสียงร้องบ่อยในช่วงเช้าตั้งแต่ 06.00 – 10.00 น. และส่งเสียงลดลงอีกในช่วงเวลากลางวันและตอนเย็น ส่วนช่วงฤดูกาลนั้นนกจะมีการเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละฤดูกาลโดยในช่วงฤดูทำรังนกเพศผู้จะส่งเสียงร้องเพื่อป้องกันอาณาเขต และเกี้ยวพาราสีกับนกเพศเมีย ซึ่งตรงกับกรายงานของ ศิริวรรณ (2543) ว่านกกกส่งเสียงร้องเพื่อติดต่อสื่อสารกันมากในช่วงต้นฤดูทำรังก่อนที่นกเพศเมียจะปิดปากโพรงรังตัวเอง (พ.ย. – ม.ค.) ซึ่งลักษณะพฤติกรรมเช่นนี้จะทำให้ง่ายต่อการสำรวจพบ แต่จะส่งผลให้ได้ข้อมูลที่มากกว่าความเป็นจริง ในขณะที่เดียวกับการสำรวจนกในฤดูทำรัง อาจทำให้พลาดการสำรวจนกตัวเมียและลูกที่อยู่ในโพรงรัง (Gregory *et al.*, 2004) ทั้งนี้ การเลือกช่วงฤดูกาลในการสำรวจจึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษาเป็นสำคัญว่าต้องการทราบข้อมูลประชากรในช่วงสืบพันธุ์ (Breeding population) หรือต้องการทราบประชากรที่แท้จริง การประเมินประชากรจึงควรแยกเพศให้ชัดเจนในแต่ละช่วงฤดูกาล

2. ขนาดของพื้นที่สำรวจ (Sample size) และจำนวนซ้ำของการสำรวจ (Replication) ขนาดของพื้นที่สำรวจประชากรนกนั้นขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสำรวจ เช่น การมีพื้นที่สำรวจที่ครอบคลุมพื้นที่มากที่สุด จะทำให้ได้ค่าการประเมินที่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือ หรือการที่นักมีพฤติกรรมการรวมฝูงหรือการกระจายแบบกลุ่ม ย่อมต้องการจำนวนครั้งของการสำรวจที่มากพอเพื่อให้ครอบคลุมความแปรปรวนของความหนาแน่นของนกในพื้นที่ (Bibby *et al.*, 1998) การประเมินว่าจะใช้ขนาดพื้นที่สำรวจมากน้อยเพียงใด สามารถทำได้โดยการสำรวจเบื้องต้น (Pre-survey) (Bibby *et al.*, 2000) การสำรวจซ้ำจะทำให้การประเมินค่าความหนาแน่นมีความถูกต้องน่าเชื่อถือ และสามารถตรวจสอบความคลาดเคลื่อน และแม่นยำของข้อมูลที่ได้อีกด้วย ดังเช่น Marsden (1999) ได้รายงานไว้ว่า ชนิดนกที่หายากนั้น (Rare species) ต้องการการสำรวจซ้ำต่อจุดสำรวจถึง 2000 จุด จึงจะเพียงพอสำหรับการกำหนดกราฟ Detection function ที่ให้ค่าความหนาแน่นของประชากรถูกต้องน่าเชื่อถือ ทั้งนี้ควรขึ้นอยู่กับระยะเวลา งบประมาณ ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ และจำนวนผู้สำรวจอีกด้วย (Bibby *et al.*, 1998)

3. เวลาที่ใช้ในการสำรวจนกแตกต่างกันไปตามแต่สภาพถิ่นอาศัยชนิดและพฤติกรรมของนก เนื่องจากการใช้เวลานานในจุดสำรวจอาจช่วยให้มีโอกาสในการพบนกมากยิ่งขึ้น แต่ในทางกลับกันก็ทำให้เกิดการนับนกซ้ำตัวเดิม (Bibby *et al.*, 1998) สำหรับนกป่าคงดิบชื้นในเขตร้อน ควรใช้เวลาสำรวจมากกว่า 10 นาที (Bibby *et al.*, 1998; Marsden, 1999; Barraclough, 2000) ถึงแม้นกเงือกจะเป็นนกที่มีเสียงร้องและเสียงบินอันดัง ได้ยินในระยะทางที่ไกล เมื่อบินสามารถมองเห็นได้ง่าย แต่เมื่อเกาะพักหรือขณะกินอาหารจะซ่อนตัวนิ่งอยู่บนเรือนยอดไม้ การสำรวจประชากรนกเงือกจึงอาจต้องใช้เวลาในการมองเห็นนก ซึ่ง Bibby *et al.* (1998) และ Marsden (1999) ได้เสนอว่าการสำรวจนกเงือกควรใช้เวลา 10 นาที ซึ่งถือว่าเพียงพอแล้ว แต่ควรเพิ่มความระมัดระวังในการนับนก โดยไม่ควรบันทึกนกที่บินผ่าน หรือบินเข้ามาในจุดสำรวจในขณะที่ทำการสำรวจ

4. บันทึกพฤติกรรมของนกในขณะสำรวจ ควรมีการบันทึก อายุ เพศ และลักษณะการสำรวจพบนกเช่น การเห็นตัวโดยตรง การได้ยินเสียงร้อง หรือบินผ่านขณะทำการสำรวจ (Gregory *et al.*, 2004) เพราะพฤติกรรมของนกแต่ละชนิดมีผลต่อโอกาสที่จะพบนก (Detectability) (Bibby *et al.*, 2000) และเพื่ออำนวยความสะดวกต่อการแยกพฤติกรรมนกในการวิเคราะห์ความหนาแน่นของประชากรนกนั่นเอง

การประเมินความหนาแน่นของประชากรนกเงือก

ปัจจุบันพื้นที่อนุรักษ์หลายแห่งได้มีการประเมินความหนาแน่นจำนวนประชากรนกเงือกด้วยการสำรวจแบบ Distance sampling เช่น Kinnaird *et al.* (1996) ได้ใช้วิธี Line transects ในการศึกษาการกระจายตัวในแต่ละเดือนและความหนาแน่นของประชากรนกเงือก Sulawesi Red-knobbed ในช่วงเวลา 2 ปี ในพื้นที่ Tangkoko DuaSudara Nature Reserve ทางตอนเหนือของ Sulawesi ประเทศอินโดนีเซีย โดยเส้นสำรวจมีความยาว 2 กม. จำนวนทั้งหมด 10 เส้น สำรวจแต่ละเส้นมีระยะทางห่างเท่ากับ 200 ม. ทำการสำรวจตั้งแต่วันที่ 06.00 – 10.00 น. โดยสำรวจนกทุกเดือน เพื่อป้องกันการนับนกซ้ำ จึงนับเฉพาะนกที่ห่างจากเส้นสำรวจไม่เกิน 100 ม. เท่านั้น หลังจากนั้น ทำการวิเคราะห์ความหนาแน่นของประชากรนกเงือกด้วยโปรแกรม DISTANCE โดยเลือกโมเดล Uniform เป็นสมการหลัก (Key function) และ cosine เป็นสมการปรับแก้ (Adjustment term) ที่ให้ค่า %CV (Coefficient of variation) ต่ำที่สุด จากการวิเคราะห์ความหนาแน่นพบว่า ความหนาแน่นของประชากรนกเงือกมีความผันแปรในแต่ละเดือนและในแต่ละพื้นที่แตกต่างกัน โดยมี

ช่วงความหนาแน่นตั้งแต่ 9.3 ตัว/ตร.กม. ในเดือนมกราคม ถึง 84.1 ตัว/ตร.กม. ในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งความผันแปรนี้มีผลมาจาก 2 สาเหตุหลัก คือ ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ตัวเมียเข้าโพรงรังทำให้มีความหนาแน่นของประชากรน้อยกว่าช่วงนอกฤดูทำรัง ซึ่งตัวเมียและลูกออกมานอกโพรงรังแล้ว ความหนาแน่นของประชากรจึงแตกต่างกันมาก และยังมีผลมาจากการกระจายและความหนาแน่นของต้นไม้ซึ่งเป็นอาหารหลักของนกเงือก จึงถือว่ามีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของนกเงือกอย่างยิ่ง โดยความหนาแน่นของนกเงือกในแต่ละพื้นที่ไม่ขึ้นกับลักษณะของถิ่นอาศัย (Habitat) แต่ขึ้นอยู่กับ การกระจายของต้นไม้ในพื้นที่นั้น

Anggraini *et al.*, (2000) ได้ทำการศึกษาผลกระทบจากพืชอาหารและการรบกวนพื้นที่อาศัยที่มีต่อนกเงือกสุมาตรา ในพื้นที่ Bukit Barisan Selatan Nation Park ทางตะวันตกเฉียงใต้ของเกาะสุมาตรา โดยใช้การสำรวจด้วยวิธี Line transects การศึกษาประชากรนกเงือกในครั้งนี้ใช้เส้นสำรวจทั้งหมด 11 เส้น ความยาวเส้นละ 2 กม. แต่ละเส้นห่างกัน 200 ม. ทำการสำรวจในช่วงเวลา 06.00–10.00 น. และได้วิเคราะห์ความหนาแน่นของประชากรนกเงือกด้วยโปรแกรม DISTANCE โดยทำการเลือกค่าความหนาแน่นจากโมเดลที่ทดสอบสมการหลัก (Key function) และสมการปรับแก้ (Adjustment term) เพื่อให้ได้โมเดลที่ให้ค่า Goodness of fit สัมพันธ์กับค่าโอกาสการสำรวจพบนก (Detection probability function) มากที่สุด และรวมเอาข้อมูลที่สำรวจพบนกในช่วงระยะทาง 0 ถึง 20 ม. เข้าด้วยกัน นอกจากนี้ ยังมีการตัดทอนข้อมูล (Right truncation) ออกบางส่วนอีกด้วย ผลการศึกษาพบนกเงือกทั้งหมด 6 ชนิด แต่มีเพียง 4 ชนิดเท่านั้นที่สามารถประเมินความหนาแน่นของประชากรนกเงือกได้ โดยนกเงือกกรามช้างมีความหนาแน่นมากที่สุดคือ 7.5 ตัว/ตร.กม ในขณะที่ นกเงือกปากดำ (Bushy-crested Hornbill, *Anorrhinus galeritus*) นกเงือกหัวแรด (Rhinoceros, *Buceros rhinoceros*) นกชนหิน (Helmeted Hornbill, *Buceros vigil*) มีความหนาแน่นเท่ากับ 3.05, 2.6, 1.9 ตัว/ตร.กม ตามลำดับ ซึ่งความหนาแน่นของนกเงือกมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณของพืชอาหารในพื้นที่ กล่าวคือ สามารถพบนกเงือกในทุกพื้นที่ป่าที่มีปริมาณพืชอาหารเพียงพอ

Marsden and Pilgrim (2003) ได้ใช้วิธี Point transects ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความมากมายของนกเงือกและนกเงือกในพื้นที่ป่าดั้งเดิมและป่าที่ผ่านการถูกรบกวน เพื่ออธิบายถึงความแตกต่างของพืชอาหารและพื้นที่ที่มีศักยภาพในการเป็นพื้นที่ทำรัง ใน New Britain ประเทศ

ปาปัวนิวกินี โดยเปรียบเทียบใน 2 พื้นที่ศึกษาคือ Mu และ Marung โดยมีจำนวนจุดสำรวจทั้งหมด 239 จุด ทำการสำรวจซ้ำ 2 ครั้ง โดยสำรวจในช่วงเช้าเวลา 06.30 – 11.00 น. และช่วงบ่ายในเวลา 13.30 – 18.00 น. ใช้เวลาในการสำรวจที่จุดสำรวจ 10 นาที โดยบันทึกเฉพาะนกที่พบในรัศมีไม่เกิน 50 ม.จากจุดสำรวจเท่านั้น จากนั้นวิเคราะห์ความหนาแน่นด้วยโปรแกรม DISTANCE 3.5 โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงรวมกับการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้องรวมกัน ทำการเลือกค่าความหนาแน่นที่ได้จากการทดสอบสมการหลัก และสมการปรับแก้ จากโมเดลที่ให้ค่า AIC ต่ำที่สุด ซึ่งในบางกรณีต้องตัดทอนข้อมูลบางส่วนเพื่อเอาข้อมูลที่เป็น Outliers ออกไป โดยมีเงื่อนไขว่า โมเดลนั้นจะต้องให้ค่า %CV ต่ำที่สุด ผลจากการวิเคราะห์พบว่า จากนกแก้ว 7 ชนิด และนกเงือก 1 ชนิดที่พบในสองพื้นที่มีเพียงนกแก้ว 3 ชนิดและนกเงือก 1 ชนิดเท่านั้น ที่มีจำนวนข้อมูลเพียงพอสามารถวิเคราะห์ความหนาแน่นของประชากรได้ ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า ความหนาแน่นของประชากรนกเงือกชนิด Blyth's Hornbill (*Rhyticeros plicata*) มีมากในพื้นที่ป่าดั้งเดิมที่ไม่มีการรบกวน ส่วนในป่าที่ผ่านการรบกวนนกเงือกมีความหนาแน่นต่ำที่สุด และยังได้รายงานเพิ่มเติมอีกว่า การประเมินความหนาแน่นในครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง ทั้งนี้เนื่องมาจากการวิเคราะห์ความหนาแน่นมีข้อมูลที่ได้จากการบินผ่านของนกที่ต้องตัดออกจำนวนมาก ส่งผลให้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ต่ำกว่าความเป็นจริงถึง 2-20% ในนกแต่ละชนิด อีกทั้งข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้องทำให้การประเมินค่าเฉลี่ยของฝูงนก (Average group size) นั้นมากกว่าความเป็นจริง และค่าที่ได้จากการประเมินความหนาแน่นครั้งนี้ได้มาจากการสำรวจในช่วงฤดูทำรัง จึงไม่ได้รวมเอานกบางตัวที่ยังมีการทำรังวางไข่ในโพรงรังมาร่วมในการวิเคราะห์ด้วย ซึ่งสาเหตุเหล่านี้ทำให้การประเมินความหนาแน่นต่ำกว่าความเป็นจริงมากถึง 20-50%

Raman and Mudappa (2003) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของการกระจายและความชุกชุมของนกกก และนกเงือกชนิด Malabar Grey Hornbill ของ 2 พื้นที่ห้วยป่าในประเทศอินเดีย คือ Kalakad-Mundanthurai Tiger Reserve และ Anamalais โดยสำรวจประชากรนกด้วยวิธี Point transects มีจำนวนจุดสำรวจในพื้นที่ KMTR 342 จุด และในพื้นที่ Anamalais จำนวน 389 จุด แต่ละจุดห่างกันเป็นระยะทาง 100 ม. ใช้เวลาในการสำรวจนกในแต่ละจุด 5 นาที โดยสำรวจนกเฉพาะช่วงเช้าจากเวลา 06.30 – 09.30 น. การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสำรวจในช่วงฤดูผสมพันธุ์ (กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม) ทำการแบ่งระยะทางในการบันทึกข้อมูลออกเป็นช่วงระยะทางตั้งแต่ 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-30, 30-40 และ 40-50 ม. โดยจะไม่ทำการบันทึกนกที่พบในระยะห่างจากจุดสำรวจ

มากกว่า 50 ม. นอกจากนี้ยังสำรวจนกด้วยวิธี Line transects เพื่อเปรียบเทียบการประเมินประชากรนกเงือกชนิด Malabar Grey Hornbill จากเส้นสำรวจทั้งหมด 4 เส้น ความยาวของเส้นสำรวจ 1 – 1.74 กม. ระยะทางรวม 5.4 กม. และทำการสำรวจในช่วงเวลาเดียวกันกับวิธีสำรวจแบบ Point transects โดยใช้เวลาในการเดินสำรวจ 1 กม./ 1 ชั่วโมง จากการประเมินความหนาแน่นประชากรนกด้วยโปรแกรม DISTANCE 2.1 โดยเลือกโมเดล Half-normal ซึ่งเป็นโมเดลที่ให้ค่า AIC น้อยที่สุด พบว่านกชนิดนี้มีค่าความหนาแน่นตั้งแต่ 3.4 – 9.55 ตัว/ ตร.กม. ในพื้นที่ Anamalais ส่วนจำนวนประชากรนกเงือกชนิด Malabar Grey Hornbill ที่ได้จากการสำรวจแบบ Point transects เท่ากับ 118.4 ตัว/ ตร.กม. ส่วนความหนาแน่นที่ได้จากการสำรวจแบบ Line transects มีความหนาแน่นเท่ากับ 51.5 ตัว/ ตร.กม. ($CV = 25\%$, $95\%CI = 29.9 - 88.4$) ซึ่งค่าความหนาแน่นที่ได้จากวิธี Point transects มากกว่าวิธี Line transects ถึง 2 เท่า ทั้งนี้เป็นผลมาจากการสะสมของเวลาขณะที่ทำการสำรวจในแต่ละจุดนั่นเอง อย่างไรก็ตาม ค่าความหนาแน่นที่ได้จากการวิเคราะห์ในครั้งนี้ยังถือว่าต่ำกว่าความเป็นจริง เพราะการสำรวจประชากรในช่วงฤดูผสมพันธุ์นั้นยังมีประชากรนกเงือกตัวเมียและลูกที่ยังอยู่ในโพรงรัง แต่สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้หากมีข้อมูลโครงสร้างของประชากรที่ดี จากการเปรียบเทียบวิธีการสำรวจประชากรทั้งสองวิธีพบว่า วิธี Point transects นั้นมีความเหมาะสมในการสำรวจในพื้นที่ขนาดใหญ่ โดยเฉพาะพื้นที่ที่เป็นห้วยอมป่า มีความสูงชัน ในขณะที่การสำรวจแบบ Line transects มีความเหมาะสมในการสำรวจนกในระยะยาว (Long-term) มากกว่า แต่ในการสำรวจนกครั้งต่อไปควรมีการเพิ่มจำนวนครั้งในการสำรวจนกให้มากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความถูกต้องของการประเมินความหนาแน่นประชากรต่อไป

Gale and Thongaree (2006) ประเมินความหนาแน่นของนกเงือก 9 ชนิดที่พบในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา ด้วยวิธี Line transects ระหว่างเดือนมกราคม 2544 ถึง เดือนเมษายน 2545 ทำการสำรวจเดือนละหนึ่งครั้ง มีเส้นสำรวจทั้งหมด 11 เส้น โดยใช้เส้นทางลากไม้ ถนนดิน และด่านสัตว์เป็นเส้นสำรวจ มีระยะทางรวม 68 กม. แต่ละเส้นสำรวจห่างกัน 200 ม. ทำการสำรวจในช่วงเวลา 08.00 – 14.00 น. การวิเคราะห์ความหนาแน่นใช้เฉพาะข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงและได้ยินเสียงร้อง โดยไม่รวมเอาข้อมูลที่ได้จากนกบินผ่านเส้นสำรวจ วิเคราะห์ความหนาแน่นด้วยโปรแกรม DISTANCE 4.0 การวิเคราะห์ได้เลือกระยะทาง 150 ม. เป็นระยะที่เหมาะสมในการตัดทอนข้อมูล (Right truncation) ทำการทดสอบสมการหลักและสมการปรับแก้โดยเลือกจากโมเดลที่เหมาะสม ซึ่งต้องเป็นโมเดลที่ให้ค่า %CV ต่ำที่สุด หลังจากนั้นเลือกโมเดลที่ให้ค่า AIC (Akaike's Information Criterion) ต่ำที่สุด ผลจากการวิเคราะห์พบว่า มีนกเงือก

เพียง 7 ชนิดที่สามารถประเมินความหนาแน่นได้ เนื่องจากนกเงือกบางชนิดมีข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพบน้อยเกินไป ค่าความหนาแน่นของนกเงือกทั้ง 7 ชนิดมีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.07 – 2.69 ตัว/ตร.กม. ซึ่งนกเงือกที่มีความหนาแน่นมากที่สุดคือ นกชนหิน ส่วนนกที่มีค่าความหนาแน่นน้อยที่สุดคือ นกเงือกดำ (Black Hornbill, *Anthracoceros malayanus*) ซึ่งความหนาแน่นของนกเงือกที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าที่ควรจะเป็น โดยอาจมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย เช่น มีการล่าลูกนกโดยตรงในพื้นที่ พื้นที่ป่าถูกแบ่งแยกเป็นหย่อมเล็กหย่อมน้อย การขาดแคลนพืชอาหารและพื้นที่อาศัยที่เหมาะสมไม่เพียงพอ ทั้งนี้ การใช้เส้นสำรวจที่มีอยู่ตามธรรมชาตินั้นอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาในการวิเคราะห์ ซึ่งเส้นสำรวจที่ไม่เป็นเส้นตรงทำให้เกิดการนับซ้ำมากกว่าวิธี Point transects จึงได้เสนอว่า ควรทำการวางเส้นสำรวจให้เป็นเส้นตรงและทำการสุ่มอย่างเป็นระบบ เพื่อให้การประเมินความหนาแน่นมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เทปวัดระยะ ความยาว 50 เมตร
2. ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS: Garmin 12XL และ Garmin GPSMAP 60CSx)
3. แถบผ้าหมายระยะ
4. เครื่องวัดระยะทาง (Range finder: Bushnell, YardagePro)
5. แบบฟอร์มบันทึกข้อมูล การสำรวจนกเงือกแบบ Point transects
6. กล้องส่องทางไกลแบบสองตา (Binoculars)
7. เข็มทิศมือ (Hand compass)
8. นาฬิกาจับเวลา
9. แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50000 แสดงพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ราว 4839I
10. ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 7 TM Path 130 Row 49 บันทึกข้อมูลเมื่อ พ.ศ. 2545

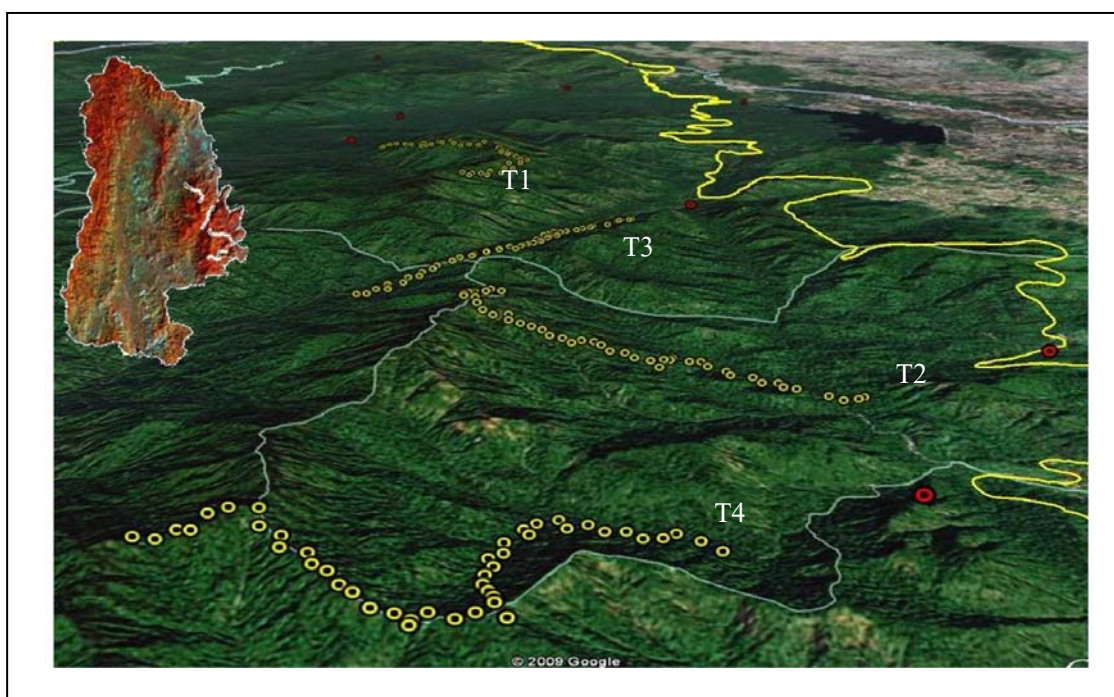
วิธีการ

1. การสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนาม

การวางแผนสำรวจ

การศึกษาครั้งนี้ได้วางแผนสำรวจในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี ซึ่งมีชื่อเรียกผืนป่าแห่งนี้ว่า เขาเขียว - เขาใหญ่ โดยวางแผนสำรวจทั้งหมด 4 เส้นคือ เส้นสำรวจที่ 1(T1) อยู่ในพื้นที่สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ เส้นสำรวจที่ 2(T2) อยู่ในพื้นที่หน่วยพิทักษ์ป่าไซเบอร์ เส้นสำรวจที่ 3(T3) อยู่ในพื้นที่หน่วยพิทักษ์ป่าวังไผ่ เส้นสำรวจที่ 4(T4) อยู่ในพื้นที่หน่วยพิทักษ์ป่าเขาปิ่นโต แต่ละเส้นสำรวจมีความยาว 9 กิโลเมตร โดยวางจุดสำรวจ (Variable Circular Plot :VCPs) บนแนวเส้นเพื่อสำรวจประชากรนกเงือกทุกชนิด

ในพื้นที่ ทำการหมายแนวจุดสำรวจด้วยแถบผ้าหมายระยะ บันทึกตำแหน่งจุดสำรวจนกด้วยเครื่องระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก (GPS) ค่าพิกัดระบบ UTM พื้นหลักฐานทางราบ (Datum) Indian Thailand 1975 ทุกเส้นมีจุดสำรวจจำนวน 45 จุด ในที่นี้จุดสำรวจแต่ละจุดบนเส้นมีระยะห่างกัน 200 เมตร รวมจุดสำรวจทั้งหมด 180 จุด ระยะทางรวม 36 กิโลเมตร บันทึกความสูงจากระดับน้ำทะเล (Altitude, m.) และชนิดป่า (Forest type) ในแต่ละจุดสำรวจ ทั้งนี้สภาพพื้นที่ศึกษา ลักษณะของจุด และเส้นสำรวจประชากรนกเงือก แสดงดังในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 จุดสำรวจนกเงือกด้วยวิธี Point transects พื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก (เขาเขียว - เขาใหญ่) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

วิธีการสำรวจความหนาแน่นของประชากรนกเงือก

สำรวจนกเงือกด้วยวิธี Point transects ในระหว่างเดือนมกราคม 2547 ถึงเดือนธันวาคม 2548 และเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมกราคม 2552 โดยเดินสำรวจตามจุดบนแนวเส้นที่วางบันทึกระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกเงือก และบันทึกมุมระหว่างนกเงือกและเส้นสำรวจ เพื่อคำนวณนกเงือก โดยใช้เทคนิคการสำรวจโดยตรง (Direct method) ด้วยการพบเห็นตัว (Visual detection) และการจำแนกเสียงร้อง (Vocal detection) การเก็บข้อมูลตามเส้นแนวสำรวจในช่วงเช้า ระหว่างเวลา 06.00 - 11.00 น. และช่วงบ่ายเวลา 14.00 - 17.00 น. แต่ละจุดสำรวจใช้เวลา 10 นาที (Bibby *et al.*, 1998; Marsden, 1999; Barraclough, 2000; Gregory *et al.*, 2004) โดยหยุดการจับเวลาไว้ในระหว่างการจำแนกชนิดและการบันทึกข้อมูล และบันทึกข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ชนิดนกเงือก
2. จำนวนตัว และเพศ (ถ้าสามารถระบุได้)
3. วัดระยะทางจากผู้สำรวจถึงตัวนก โดยใช้เครื่องวัดระยะทาง (Range finder)
4. บันทึกมุมจากเส้นสำรวจถึงตัวนกเงือกโดยใช้เข็มทิศมือ (Hand compass)
5. บันทึกลักษณะการพบนก คือการพบเห็นตัวโดยตรง (Sighting) ได้ยินเสียงร้อง (Hearing) และบิน (Flying)

การบันทึกระยะทางเป็นช่วงของระยะห่างจากจุดสำรวจโดยแบ่งเป็นช่วงดังนี้ 0-10, 11-20, 21-40, 41-60, 61-80, 81-100, 101-200, 201-300, 301-400, 401-500 และ >500 เมตร

การสำรวจในช่วงฤดูทำรัง (เดือนมกราคม - เดือนพฤษภาคม) และนอกฤดูทำรัง (เดือนมิถุนายน - เดือนธันวาคม) (Poonsawad, 1993b; Kemp, 2001) ได้ทำการสำรวจซ้ำ การสำรวจซ้ำในฤดูทำรัง (Breeding season) 2 ครั้ง รวมจุดสำรวจ 360 จุด ($45 \text{ จุดสำรวจ} \times 4 \text{ เส้นสำรวจ} \times 2 \text{ ซ้ำ}$) และการสำรวจซ้ำนอกฤดูทำรัง (Non-breeding season) 6 ครั้ง รวมจุดสำรวจ 1080 จุด ($45 \text{ จุดสำรวจ} \times 4 \text{ เส้นสำรวจ} \times 6 \text{ ซ้ำ}$) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนจุดสำรวจนกเงือกด้วยวิธี Point transects ในฤดูทำรังและนอกฤดูทำรัง ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก (เขาเขียว - เขาใหญ่) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Study area (km ²)	Transect	# Points / Transect	Replication		Survey Effort (Cummulative points)	
			Bs	NBs	Bs	NBs
363	T1	45	2	6	90	270
	T2	45	2	6	90	270
	T3	45	2	6	90	270
	T4	45	2	6	90	270
Total	4	180	2	6	360	1080

หมายเหตุ Bs หมายถึง ในฤดูทำรัง (Breeding season)

NBs หมายถึง นอกฤดูทำรัง (Non Breeding season)

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 วิเคราะห์ความหนาแน่นของประชากรนกเงือก ตามวิธีการ Distance sampling

(Buckland *et al.*, 2001; Marsden, 1999; Marsden and Pilgrim, 2003 และ Gale and Thongaree, 2006) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ DISTANCE 5.0 (Buckland *et al.*, 2005) ซึ่งมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

2.1.1 จำนวนขนาดฝูงนก (Cluster size) สำหรับข้อมูลการสำรวจนกเงือกที่ได้จากการได้ยินเสียงร้องและข้อมูลที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรง จากค่าเฉลี่ยของฝูงนกที่ได้จากการสำรวจพบ (Mean of observed cluster) ซึ่งแยกวิเคราะห์ตามชนิดของนกเงือก เพื่อวิเคราะห์ความหนาแน่นของนกแต่ละชนิดต่อหน่วยพื้นที่ ดังนั้น ($\hat{D}$) ในสมการที่ (2) จึงคำนวณจากค่าเฉลี่ยของจำนวนนกต่อฝูง $\hat{E}(s)$ ซึ่งมาจากการหาค่าความหนาแน่นของฝูงนกต่อพื้นที่ $\hat{D}s$ ในสมการที่ (1) และเพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนก (Size bias) โดยการตัดทอนข้อมูลการพบนกที่อยู่ในระยะทางไกลจากจุดสำรวจออกบางส่วน (Right truncation) 10 % (Marsden, 1999; Buckland *et al.*, 2001; Marsden and Pilgrim, 2003; Gale and Thongaree, 2006) และทดสอบค่า

ความคลาดเคลื่อนขนาดของฝูงนกโดยใช้สมการถดถอยเปรียบเทียบกับ Detection function (Thomas and Karanth, 2002; Gale *et al.*, 2006)

2.1.2 คำนวณค่าอัตราการพบนก (Encounter rate) จากจำนวนครั้งที่พบนก (n)หารด้วยจำนวนครั้งที่ทำการสำรวจ (K)

2.1.3 การพิจารณากำหนด Detection function ร่วมกับข้อมูลการสำรวจ ที่ให้ค่าความหนาแน่นของประชากรนกเงือกที่เหมาะสม (Robustness Model) โดยทดสอบสมการหลัก (Key function) คือ half-normal, hazard-rate, uniform และสมการปรับแก้ (Adjustment term) คือ cosine และเพื่อให้เส้นกราฟ Detection function เข้ากับข้อมูลจากการสำรวจได้ดีขึ้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกสมการที่ให้ค่า AIC (Akaike's Information Criterion) ต่ำที่สุดซึ่งถือว่าเป็นโมเดลที่ดีที่สุด
2. เลือกสมการที่ให้ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (%CV) ที่ต่ำที่สุด ซึ่งสามารถบอกได้ว่ามีความถูกต้อง (Precision) ของข้อมูลมากที่สุด
3. เลือกสมการที่มีช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% (95% CI Confidence Interval) ไม่กว้างมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าช่วงของข้อมูลไม่มีความแปรผัน
4. เลือกสมการที่มีค่า GOF Chi-p (Goodness-of-fit test χ^2) มากกว่า 0.05 ซึ่งแสดงว่าสมการที่เลือกมีความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

2.1.4 วิเคราะห์ความหนาแน่นของประชากรนกเงือกต่อหน่วยพื้นที่

ในการวิเคราะห์ความหนาแน่นประชากรด้วยวิธี Point transects แบ่งข้อมูลออกเป็น ชนิดนก และลักษณะการสำรวจพบ คือ การพบเห็นตัวโดยตรง (Sighting: S) หรือได้ยินเสียงร้อง (Hearing: H) ความหนาแน่นของนกเงือก (D) ที่ได้จากวิธี Point transects สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1) และ (2) (Buckland *et al.*, 2001) และไม่นำข้อมูลนกที่พบเห็นตัวหรือได้ยินเสียงร้องที่ระยะทางเกิน 200 เมตร หรือนกเงือกที่บินผ่านผู้สำรวจหรือเส้นสำรวจมาวิเคราะห์ (Marsden, 1999; Gale and Thongaree, 2006)

$$\hat{D}_s = \frac{n\hat{h}(0)}{2\pi K} \quad (1)$$

$$\hat{D} = \frac{n\hat{h}(0)E(s)}{2\pi K} \quad (2)$$

เนื่องจากการสำรวจประชากรนกเงือกนั้นได้ทำการสำรวจแบบกลุ่มประชากร ในการวิเคราะห์ความหนาแน่นของนกแต่ละชนิดต่อหน่วยพื้นที่ ($\hat{D}$ ในสมการที่ (2) จึงคำนวณจากค่าเฉลี่ยของจำนวนนกต่อฝูง $\hat{E}(s)$ ซึ่งมาจากการหาค่าความหนาแน่นของฝูงนก ($\hat{D}_g$) ต่อพื้นที่ ในสมการที่ (1)

โดยที่ (n/K) = อัตราการพบนก โดยที่ n คือจำนวนครั้งที่พบนก และ K คือ จำนวนครั้งที่ทำการสำรวจซ้ำในจุดสำรวจทั้งหมด (Encounter rate)

$h(0)$ = คือ slope ของเส้นกราฟของ Probability density function ตามระยะห่างจากจุดสำรวจโดยวัดที่ระยะทาง ศูนย์ เมตร

$\hat{E}(s)$ = ค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนก (Average group size)

สถานที่และระยะเวลาการทําวิจัย

สถานที่ทํการศึกษา

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

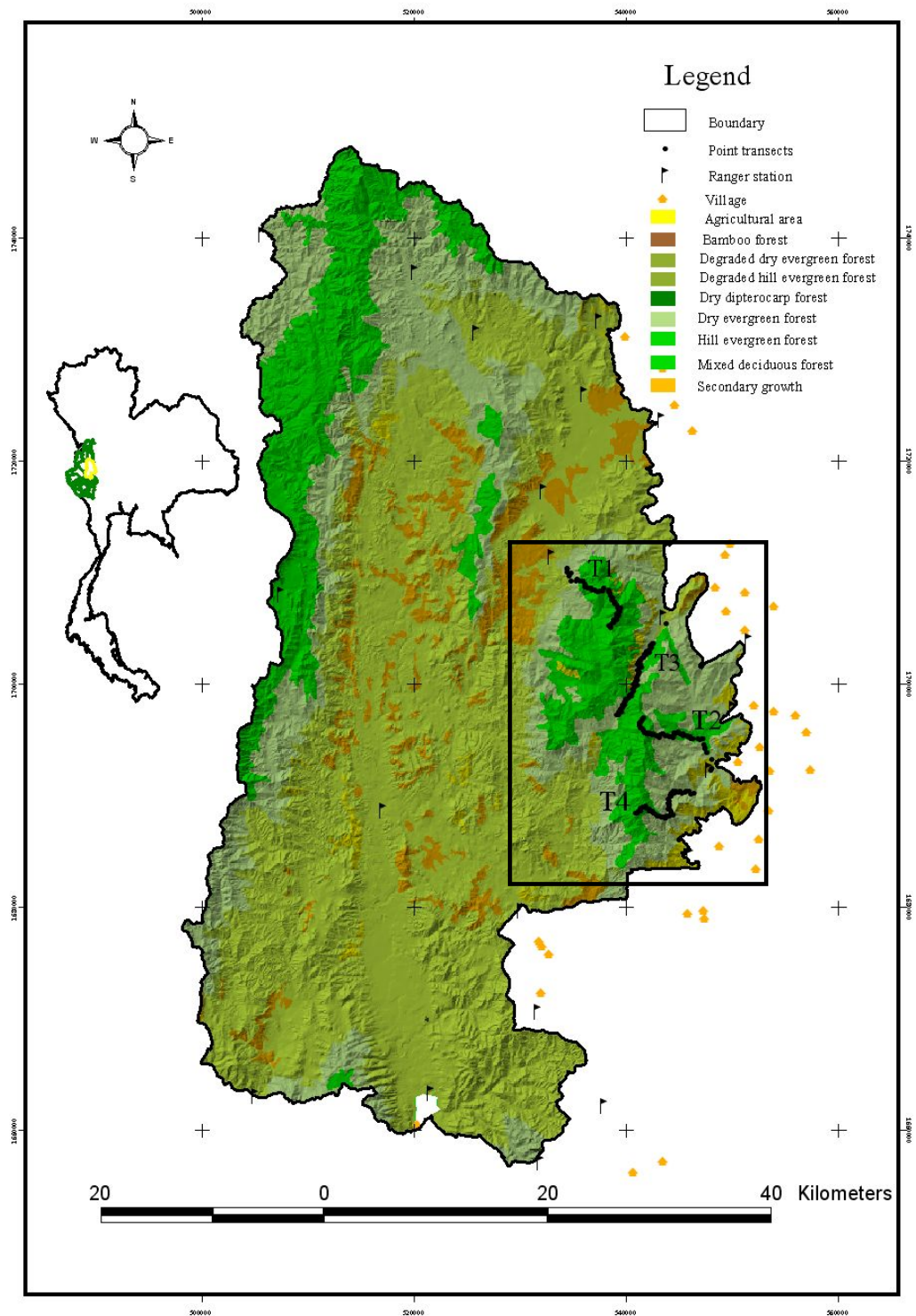
ศูนย์วิจัยป่าไม้ (2540) และ Western Forest Complex (WEFCOM, 2004) ได้ทำการศึกษาข้อมูลของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งไว้ รายละเอียดดังนี้

1. ที่ตั้ง

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $15^{\circ} 00'$ ถึง $15^{\circ} 50'$ เหนือ และเส้นแวงที่ $99^{\circ} 00'$ ถึง $99^{\circ} 19'$ ตะวันออก มีพื้นที่ทั้งหมด 2,812.58 ตารางกิโลเมตร มีระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 300 -1600 ม. มีพื้นที่อยู่ในเขต อำเภอบ้านไร่ และอำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี ขอบเขตพื้นที่ศึกษาและเส้นสำรวจประชากรนกเงือก ในพื้นที่พื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง รวมพื้นที่ศึกษาประมาณ 363 ตร.กม. ดังแสดงในภาพที่ 5

2. อาณาเขตติดต่อ

ด้านทิศเหนือ	ติดต่อกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอุ้มผาง จังหวัดตากและอุทยานแห่งชาติแม่ฮ่องสอน จังหวัดนครสวรรค์
ด้านทิศตะวันออก	ติดต่อกับป่าสงวนแห่งชาติห้วยทับเสลา ห้วยคอกม้า จังหวัดอุทัยธานี
ด้านทิศใต้	ติดต่อกับอุทยานแห่งชาติศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี
ด้านทิศตะวันตก	ติดต่อกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร จังหวัดตาก และจังหวัดกาญจนบุรี



ภาพที่ 5 พื้นที่ศึกษา และเส้นสำรวจประชากรนกเงือก ในผืนป่าดงดิบด้านตะวันออก
(เขาเขียว - เขาใหญ่) เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

3. ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศประกอบด้วยสันเขาน้อยใหญ่หลายสัน โดยเฉพาะทางตอนเหนือของพื้นที่ที่มีความลาดเทไปทางตอนใต้ และบริเวณสองฝั่งลำห้วยขาแข้งมีที่ราบไม่กว้างมากนัก มียอดเขาที่สำคัญได้แก่ ยอดเขาดันห้วยขาแข้งมีความสูง 1,678 ม. ยอดเขาใหญ่มีความสูง 1,554 ม. ยอดเขาน้ำเย็นมีความสูง 1,530 ม. และยอดเขาเขียวมีความสูง 1,347 ม. พื้นที่ทำการศึกษาสภาพป่าเป็นสังคมป่าดิบแล้งที่มีความสูงตั้งแต่ 400-1,000 เมตร และสังคมป่าดงดิบเขาที่มีความสูงตั้งแต่ 1,000-1,678 ม. โดยยอดเขาเหล่านี้อยู่บนทิวเขาที่ทอดยาวต่อเนื่องกันไปแนวเหนือใต้ ส่วนลำห้วยมีลำห้วยขาแข้งที่ไหลจากเขาดันห้วยขาแข้งจากทางตอนเหนือไหลผ่านตอนกลางพื้นที่ลงสู่แม่น้ำแควใหญ่ ลำห้วยสาขาในทางทิศตะวันออก และทิศตะวันตกที่สำคัญ ได้แก่ ห้วยอ้ายเยาะ ห้วยแม่ดี และห้วยกริ่งไกร เป็นต้น

4. ลักษณะภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศของพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งจัดอยู่ในแนวเชื่อมต่อระหว่างภูมิอากาศในแถบร้อน (Tropical climate) และภูมิอากาศแบบกึ่งร้อน (Subtropical climate) มีฤดูกาล 3 ฤดูด้วยกันคือ 1) ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนพฤษภาคม โดยเดือนเมษายนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 2) ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนตุลาคม โดยเดือนตุลาคมมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุด และ 3) ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมกราคม โดยเดือนธันวาคมมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด จากข้อมูลสถิติทางด้านอุณหภูมิของสถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำในรอบ 10 ปี (ปี พ.ศ. 2537-2547) พบว่ามีอุณหภูมิเฉลี่ยรอบปี 25.15 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 30.86 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 19.43 องศาเซลเซียส ส่วนปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรวมตลอดปีมีค่า 1,481.33 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน 122.44 มิลลิเมตร โดยเดือนมกราคมเป็นเดือนที่มีฝนตกน้อยที่สุด เฉลี่ย 5.59 มิลลิเมตร (สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ, 2547)

5. สังคมพืชและชนิดพรรณพืช

ลักษณะของสังคมพืชและชนิดพืชพรรณ คณะวนศาสตร์ (2532) ได้ศึกษาสังคมพืชหลักในพื้นที่ประกอบด้วย สังคมป่าเต็งรัง สังคมป่าผลัดใบ สังคมป่าดิบแล้ง และสังคมป่าดิบเขา ซึ่งมีแบบแผนการกระจายและลักษณะทางโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไปตามความผันแปรของปัจจัยแวดล้อมหลายปัจจัย โดยเฉพาะระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล ลักษณะของดินและสภาพภูมิประเทศ จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมในปี พ.ศ. 2545 ร่วมกับการสำรวจภาคพื้นดินของ WEFCOM (2004) พบว่า ลักษณะพืชพรรณของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งส่วนใหญ่เป็น สังคมป่าผลัดใบคิดเป็น 48.29 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด สังคมป่าดิบแล้งคิดเป็น 24.68 เปอร์เซ็นต์ สังคมป่าดิบเขาคิดเป็น 13.43 เปอร์เซ็นต์ สังคมป่าเต็งรังคิดเป็น 6.85 เปอร์เซ็นต์ สังคมป่าไผ่คิดเป็น 4.61 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ป่าไร่ร้างป่ารุ่นสองมี 2.04 เปอร์เซ็นต์ และพื้นที่เกษตรกรรม 0.09 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม ลักษณะพรรณพืชในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยสังคมพืชที่สำคัญ 3 ประเภท ดังนี้

1. สังคมป่าดงดิบเขา (Hill evergreen plant community)

ป่าดงดิบเขาเป็นสังคมพืชที่พบกระจายในระดับสูงในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า มีความสูง 1,000-1,554 เมตรจากระดับน้ำทะเล ป่าชนิดนี้มีพื้นที่ 235,156.25 ไร่ (376.25 ตารางกิโลเมตร) WEFCOM (2004) เช่น บริเวณยอดเขาปลายห้วยขาแข้ง บริเวณเทือกเขาเขียว เทือกเขาใหญ่ และเทือกเขาน้ำเย็นมีปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดสังคมพืช (Limiting factor) ได้แก่ ความหนาวเย็น และความชื้นอันเนื่องมาจากความสูง อุณหภูมิจึงค่อนข้างต่ำตลอดปี ไม้เด่นของสังคมประกอบด้วยไม้วงศ์ก่อ (Fagaceae) ใน 3 สกุล คือ *Quercus*, *Castanopsis* และ *Lithocarpus* พันธุ์ไม้ในเรือนยอดชั้นบนสุดได้แก่วงศ์ไม้ก่อ เช่น ก่อใบเลื่อม (*Castanopsis tribuloides*) ก่อเดือย (*Castanopsis acuminatissima*) ก่อลิ้ม (*Castanopsis indica*) เป็นต้น พรรณไม้ชั้นรองได้แก่ มะนาวควาย (*Citrus medica*) พลองดง (*Terenna* spp.) หม้อดเขา (*Symplocos* spp.) ปอจีแฮด (*Miliusa lineata*) และไม้สกุล *Polyosma*, *Eurya*, *Diospyros* และ *Terminalia* อีกหลายชนิดส่วนพื้นป่าค่อนข้างรกทึบด้วยลูกไม้ หญ้า เฟิร์น พืชล้มลุก และ พืชสกุลข่า

2. สังคมป่าดงดิบชื้น (Moist evergreen forest plant community)

ป่าดงดิบชื้นเป็นสังคมที่พบในบริเวณที่มีความชื้นสูง ปัจจัยกำหนดคือความชื้นในดิน และอุณหภูมิที่ค่อนข้างร้อน กระจายอยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลไม่เกิน 1,000 เมตร พบในหุบห้วยแถบเทือกเขาด้านตะวันออก และด้านเหนือของพื้นที่ พรรณไม้สำคัญที่เป็นไม้เด่นของสังคม ได้แก่ ยางนา (*Dipterocarpus alatus*) ยางกล่อง (*Dipterocarpus dyeri*) ตะเคียนทอง (*Hopea odorata*) มะหาดข่อย (*Artocarpus nitidus*) กระบาก (*Anisoptera costata*) และมีพวกปาล์มด้วย ไม้ชั้นรองส่วนใหญ่คล้ายกับไม้ชั้นเรือนยอดในสังคมป่าดิบแล้ง ได้แก่ ข้าวสารหลวง (*Maesa ramentacea*) หนามไขปู (*Rubus ramiflora*) ตากีบจั่น (*Canthium brunnescens*) ส้มกุ่ม (*Embelia ribes*) มะไฟ (*Baccaurea ramiflora*) บนกิ่งไม่มีพิษเกาะติดอยู่หลายชนิด กล้วยไม้ที่สำคัญได้แก่ กล้วยไม้ในสกุลหวาย (*Dendrobium*) สกุลกุหลาบ (*Rosaceae*) และเฟิร์นชนิดต่างๆ ผิวดินปกคลุมด้วยซากพืชหนาที่

3. สังคมป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest plant community)

ป่าดิบแล้งพบกระจายในระดับเดียวกับป่าดิบชื้น แต่ขึ้นอยู่ในดินที่มีความชื้นน้อยกว่า เช่น บนสันเขาหรือหุบห้วยแห้งที่มีน้ำเฉพาะฤดูฝน ดินค่อนข้างลึกเป็นดินร่วนปนทราย ในระดับความสูงจากน้ำทะเล 400-1,000 เมตร มีพื้นที่อยู่ประมาณ 88,593.75 ไร่ (461.75 ตารางกิโลเมตร) (WEFCOM, 2004) ทางเทือกเขาด้านตะวันออก ด้านเหนือ และทางตะวันตกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง อาจมีไฟป่ารุกกล้าในปีที่แห้งแล้งแต่ไม่บ่อยนัก ไม้เด่นของสังคมพืชนี้ได้แก่ ยางแดง (*Dipterocarpus turbinatus*) สะเคาปีก (*Vatica cinerea*) ยางโตน (*Polyalthia viridis*) บางพื้นที่อาจพบยางนา (*Dipterocarpus alatus*) และตะเคียนทอง (*Hopea odorata*) ขึ้นผสมอยู่ด้วย ไม้ชั้นรอง ได้แก่ ค้างคาว (*Aglaia pirifera*) กัดลิ้น (*Walsura Trichostemon*) ลำไยป่า (*Paranephelium longifiliolatum*) และคอแลน (*Nephelium hypoleucum*) บริเวณที่โล่งอันเนื่องมาจากไม้ล้มจะพบกล้วยป่าขึ้นหนาแน่น ผสมกับหญ้าและเฟิร์น โดยเฉพาะหญ้ายาวเกา (*Lygodium flexuosum*) ริมห้วยพบผักกูด (*Dryopteris amboinensis*) ผักหนาม (*Lasia spinosa*) และเป็นที่รวมของกล้วยไม้หลายชนิดโดยเฉพาะในสกุล *Dendrobium*, *Kingidium*, *Aerides*, *Vandopsis*, *Vanda* *Ascozentrum*, และ *Rhychostylis* เป็นต้น

6. ทรัพยากรสัตว์ป่า

จากการรายงานของศูนย์วิจัยป่าไม้ (2540) ได้แสดงข้อมูลสัตว์ป่าของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งว่า เป็นแหล่งรวมของสัตว์ป่าเขตร้อนในทวีปเอเชียไม่น้อยกว่า 496 ชนิด รวมทั้งปลาน้ำจืดไม่น้อยกว่า 52 ชนิดดังนี้ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมากกว่า 159 ชนิด ใน 51 สกุล 24 วงศ์ ในจำนวนนี้เป็นสัตว์ป่าสงวนถึง 5 ชนิด คือ ควายป่า (*Bubalus bubalis*) เก้งหม้อ (*Muntiacus feae*) แมวลายหินอ่อน (*Felis marmorata*) สมเสร็จ (*Tapirus indicus*) และเลียงผา (*Capricornis sumatraensis*) นก 412 ชนิด เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งเป็นแหล่งที่พบนกมากแห่งหนึ่งทางภาคพื้นเอเชีย มีนกหลายชนิดที่มีสถานภาพใกล้สูญพันธุ์ เนื่องจากการถูกรบกวนจากมนุษย์จนเป็นนกที่ เช่น เหยี่ยวนกเขาชริเครา (*Accipiter badius*) เหยี่ยวนกเขาพันธุ์ญี่ปุ่น (*Accipiter gularia*) เหยี่ยวกิ่งก่าสีดำ (*Avicida leuphotes*) เหยี่ยวรุ้ง (*Spilornis cheela*) เหยี่ยวทุ่ง (*Circus spilonotus*) พญาแร้ง (*Torgos calvus*) เหยี่ยวแมลงปอขาวแดง (*Microhierax caerulescens*) นกยูง (*Pavo muticus*) นกเงือกกรมช้าง นกกก นกเงือกคอแดง และนกหัวขวานใหญ่สีเทา (*Mulleripicus pulverulentus*) เป็นต้น

ผลและวิจารณ์

จากการสำรวจประชากรนกเงือกเพื่อประเมินความหนาแน่นของประชากรแบบวิธี Point transects ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2551 โดยเดินสำรวจใน 4 เส้นสำรวจ ผลการศึกษาแสดงแยกเป็นหัวข้อตามลำดับ ดังนี้

1. การประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง
2. การเปรียบเทียบการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกระหว่าง ข้อมูลที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรงและการได้ยินเสียงร้อง
3. การเปรียบเทียบการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกในฤดูทำรังและนอกฤดูทำรัง
4. การเปรียบเทียบการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกจากการวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกด้วยเครื่องวัดระยะทาง (Range finder) และการประเมินระยะทาง แบบช่วง (Interval distance) จากการคาดคะเนด้วยสายตา

1. การประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

จากการสำรวจประชากรนกเงือกในฤดูทำรัง 2 ครั้ง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และ พ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง 6 ครั้ง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ใน 4 เส้นสำรวจ ผลการศึกษา พบนกเงือก 4 ชนิด จากนกเงือกทั้งหมด 6 ชนิดที่มีรายงานพบในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง (Lekagul and Round, 1991; Kemp, 2001) ได้แก่ นกเงือกคอแดง Rufous-necked Hornbill: RNH (*Aceros nipalensis*) นกเงือกสีน้ำตาล Tickell's Brown Hornbill: TBH (*Anorrhinus tickelli*) นกเงือก Great Hornbill: GH (*Buceros bicornis*) และนกเงือกกรามช้าง Wreathed Hornbill: WH (*Rhyticeros undulatus*)

จากผลการศึกษาทั้งสองช่วงฤดูพบว่า ในฤดูทำรังจากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง พบนกเงือกคอแดงและนกกกมากที่สุด โดยมีจำนวนเท่ากันคือ 22 ครั้ง และการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้อง 67 ครั้ง และ 79 ครั้งตามลำดับ นกเงือกสีน้ำตาลพบเห็นตัวโดยตรง 2 ครั้ง ได้ยินเสียงร้อง 8 ครั้ง นกเงือกกรามข้างพบเห็นตัวโดยตรงน้อยที่สุด เพียง 1 ครั้ง ส่วนนอกฤดูทำรังการสำรวจทั้งการเห็นตัวและได้ยินเสียงสูงกว่าในฤดูทำรังโดยพบนกเงือกคอแดงแบบพบเห็นตัว 35 ครั้ง ได้ยินเสียงร้อง 105 ครั้ง นกเงือกสีน้ำตาลพบเห็นตัว 7 ครั้ง ได้ยินเสียงร้อง 10 ครั้ง นกกกพบเห็นตัว 71 ครั้ง ได้ยินเสียงร้อง 200 ครั้ง และนกเงือกกรามข้างพบเห็นตัวมากที่สุด คือ 75 ครั้ง และได้ยินเสียงร้อง 105 ครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือก (*n*) ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 ในพื้นที่ป่าดงดิบ ด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Hornbill Species	Observed frequency (n)			
	Bs		NBs	
	S	H	S	H
Rufous-necked Hornbill: RNH (<i>Aceros nipalensis</i>) นกเงือกคอแดง	22	67	35	105
Tickell's Brown Hornbill: TBH (<i>Anorrhinus tickelli</i>) นกเงือกสีน้ำตาล	2	8	7	10
Great Hornbill: GH (<i>Buceros bicornis</i>) นกกก	22	79	71	200
Wreathed Hornbill: WH (<i>Rhyticeros undulatus</i>) นกเงือกกรามข้าง	1	7	75	105
Total	47	161	188	420

หมายเหตุ S หมายถึง การพบเห็นตัวโดยตรง (Sighting), H หมายถึง การได้ยินเสียงร้อง (Hearing)

การประเมินค่าความหนาแน่นประชากรนกเงือกใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเฉพาะช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) และข้อมูลการพบเห็นตัวโดยตรงเท่านั้น ซึ่งจำนวนครั้งการพบนกเงือก (n) ที่ใช้ในการประเมินประชากรครั้งนี้ แสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือก (n) ในช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) จากการสำรวจ 1080 จุด ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Hornbill Species	Observed frequency (n)	
	S	H
RNH	35	105
TBH	7	10
GH	71	200
WH	75	105
Total	188	420

ผลการศึกษาในหัวข้อนี้ได้กล่าวถึง การประเมินหาความหนาแน่นประชากรนกเงือกโดยใช้ข้อมูลการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงเท่านั้น ซึ่งจำนวนครั้งการสำรวจพบนกเงือก (n) ที่มีปริมาณข้อมูลเพียงพอสำหรับการประเมินความหนาแน่นโดยใช้สำรวจพบเห็นตัวโดยตรง ได้แก่ นกเงือกคอแดง ($n = 35$) นกกก ($n = 71$) และนกเงือกกรมช้าง ($n = 75$) ส่วนนกเงือกสีน้ำตาลไม่สามารถประเมินความหนาแน่นได้ เนื่องจากมีจำนวนครั้งที่สำรวจพบไม่เพียงพอ ค่าความหนาแน่นของฝูงนกเงือก และค่าความหนาแน่นของนกเงือก แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ความหนาแน่นของฝูงนกเงือก (D_s) และค่าความหนาแน่นนกเงือก (D) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) จำนวนประชากรที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (95% CI) ของนกเงือกช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) จากการสำรวจ 1080 จุด ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Hornbill species	Observation method	n 10% right truncation	D_s	Density (Individuals/sq.km.)				
				D	$\pm$ SE	%CV	95 % CI	
							Lower	Upper
RNH	S	31	2.574	3.654	1.011	27.660	2.119	6.301
TBH				NA				
GH	S	71	2.387	5.280	1.188	22.500	3.386	8.230
WH	S	62	2.012	7.305	2.929	40.100	3.333	16.006

หมายเหตุ NA หมายถึง ข้อมูลมีปริมาณไม่เพียงพอต่อการประเมินความหนาแน่น (Data not available for density analysis)

10% right truncation หมายถึง จำนวนครั้งการสำรวจพบนกเงือก หลังจากการตัดข้อมูลที่ห่างจากจุดสำรวจด้านตะวันออก 10 เปอร์เซ็นต์

ผลการประเมินความหนาแน่นของฝูงนกเงือกจากข้อมูลการพบเห็นตัวโดยตรงในนกเงือกคอดแดง นกเงือกกรามช้างและนกกก มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 2.574, 2.012 และ 2.387 ฝูง/ ตร.กม. ตามลำดับ ส่วนความหนาแน่นของประชากรนกเงือกคอดแดงมีค่าเท่ากับ 3.654 ตัว/ ตร.กม. $\pm 1.011SE$ อยู่ในช่วง 2.119 ถึง 6.301 ตัว/ ตร.กม. ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ความหนาแน่นของประชากรนกกก มีค่าเท่ากับ 5.28 ตัว/ ตร.กม. $\pm 1.188SE$ อยู่ในช่วง 3.4386 ถึง 8.230 ตัว/ ตร.กม. ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และความหนาแน่นของประชากรนกเงือกกรามช้าง มีค่าเท่ากับ 7.30 ตัว/ ตร.กม. $\pm 2.929SE$ ระดับความเชื่อมั่น 95 % อยู่ในช่วง 3.333 ถึง 16.006 ตัว/ ตร.กม. และมีค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนสูงถึง 40.01 เปอร์เซ็นต์

การรายงานค่าความหนาแน่นประชากรนกเงือกในประเทศไทยยังมีอยู่น้อยมาก (Gale and Thongaree, 2006) การศึกษาครั้งนี้จึงถือเป็นการพัฒนาเทคนิคเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทาง และสร้างระบบการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ด้วยวิธี Distance sampling โดยสำรวจแบบ Point transects ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมและใช้ในการประเมินประชากรนกอย่างแพร่หลาย (Buckland *et.al.*, 2001; Rosenstock *et. al.*, 2002) ตามแนวความคิดของการสำรวจแบบ Distance sampling มีสมมุติฐานที่สำคัญข้อหนึ่งคือ โอกาสการสำรวจพบนกที่อยู่ใกล้จุดสำรวจ ต้องมีมากกว่านกที่อยู่ไกลจุดสำรวจ การบันทึกจำนวนครั้งที่พบนกและโอกาสการพบนั้น ควรมาจากการพบเห็นตัวเป็นหลัก การรายงานค่าความหนาแน่นในครั้งนี้จะประเมินจากข้อมูลการพบเห็นตัวโดยตรง เพื่อให้เป็นไปตามหลักการของการสำรวจแบบ Distance sampling

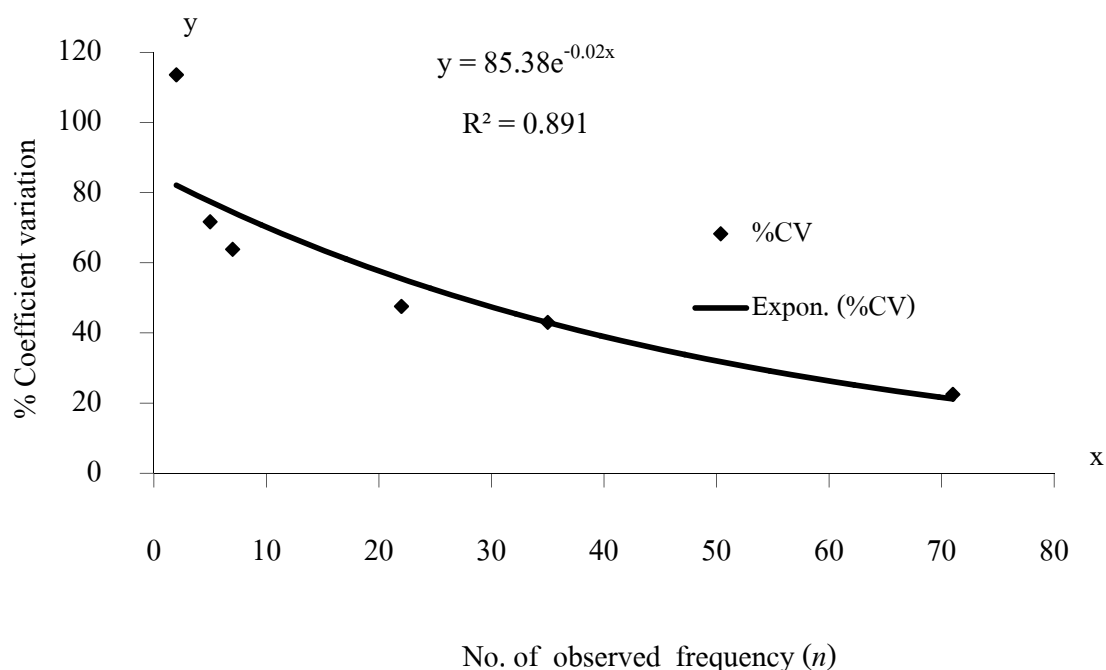
จำนวนจุดสำรวจนับว่ามีผลต่อความถูกต้องของการประเมินความหนาแน่นของประชากรนกเงือก จากการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นการสำรวจนกกระหว่างจำนวนจุดสำรวจ (K: Total effort) ทั้งหมด 360 จุด และ 1,080 จุด ในการสำรวจช่วงนอกฤดูทำรัง ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบความหนาแน่นของนกกกในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ที่ได้จากจำนวนครั้งการสำรวจที่แตกต่างกัน

Suvey Effort	Observation method	<i>n</i> 10% right truncation	Density (Individual /sq.km.)				
			<i>D</i>	±SE	%CV	95 % CI	
						Lower	Upper
360	S	35	16.814	7.2331	43.020	7.390	38.255
	H	75	6.799	1.6053	23.610	4.234	10.917
1080	S	71	5.280	1.188	22.500	3.386	8.230
	H	200	2.380	0.569	23.920	1.481	3.823

จากตารางที่ 6 พบว่า เมื่อเพิ่มจำนวนครั้งการสำรวจนกกกจาก 2 ครั้ง (รวมจุดสำรวจทั้งหมด 360 จุด) เป็น 6 ครั้ง ในช่วงนอกฤดูทำรัง (รวมจุดสำรวจทั้งหมด 1,080 จุด) ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีแนวโน้มลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำการสำรวจเพิ่มเป็น 1,080 จุดสำรวจ ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนลดลงเป็น 22.54% จากข้อมูลที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรงในการสำรวจ 360 จุดสำรวจซึ่งมีเท่ากับ 43.02% ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Lloyd *et al.* (1998) ที่กล่าวว่า ความแม่นยำ (Precision) ของการประเมินความหนาแน่นของประชากรนก จะเพิ่มขึ้นได้เมื่อเพิ่มจำนวนการสำรวจซ้ำ หรืออีกนัยหนึ่งเปรียบเสมือนการเพิ่มจุดสำรวจ จึงถือได้ว่าค่าความหนาแน่นของประชากรนกที่ได้จากการเพิ่มจำนวนจุดสำรวจซ้ำ มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม Marsden (1999) ได้รายงานว่าชนิดนกที่หายากนั้น (Rare species) ต้องการการสำรวจซ้ำต่อจุดสำรวจถึง 2000 จุด จึงจะเพียงพอสำหรับการสร้างกราฟ Detection function ที่ให้ค่าความหนาแน่นของประชากรถูกต้องน่าเชื่อถือ ทั้งนี้ควรขึ้นอยู่กับระยะเวลางบประมาณ ความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ และจำนวนผู้สำรวจอีกด้วย (Bibby *et al.*, 1998)

จำนวนครั้งที่พบนกจากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง นับว่ามีผลต่อความถูกต้องของการประเมินความหนาแน่นของประชากรนก การศึกษาในครั้งนี้จึงได้หาความสัมพันธ์ของจำนวนครั้งที่สำรวจพบนกกับค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือก (No. of observed frequency (n)) และ ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (% Coefficient variation)

ผลจากการหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือกและ ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (ภาพที่ 6) พบว่า ความถูกต้องของการประเมินค่าความหนาแน่นนั้นมีความสัมพันธ์กับ จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกสูง ($R^2 = 0.891$) โดยเมื่อจำนวนครั้งการสำรวจเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Round *et al.* (2005) ที่แสดงว่า จำนวนครั้งการสำรวจมีผลต่อค่าความถูกต้องของการประเมินความหนาแน่น ซึ่งค่าความหนาแน่นของประชากรที่มีความน่าเชื่อถืออื่นนั้น จำนวนครั้งที่สำรวจนกควรมีค่าตั้งแต่ 60 -80 ครั้งขึ้นไป (Marsdesn, 1999; Barrachlough, 2000; Galela *et al.*, 2004; Buckland, 2006) จึงจะมีค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของความหนาแน่นประชากร (%CV, D) ไม่เกิน 20 %

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ไม่พบนกเงือกชนิดใดที่มีจำนวนครั้งเพียงพอที่ให้ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนน้อยกว่า 20% ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่มีค่ามากที่สุด คือ 113.58% ได้จากการพบเห็นตัวนกเงือกสีน้ำตาลโดยตรงจำนวน 2 ครั้ง ในขณะที่ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่มีค่าน้อยที่สุดคือ 22.50 เปอร์เซ็นต์ จากการสำรวจพบนก 71 ครั้ง ลำดับต่อมาคือ ผลการประเมินค่าความหนาแน่นของนกเงือกคอดแดง (%CV=27.66) (ตารางที่ 5) ซึ่งถือได้ว่าเป็นการประเมินค่าความหนาแน่นที่ให้ค่าความน่าเชื่อถือมากที่สุด ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนใกล้เคียง และมีจำนวนครั้งเพียงพอในการประเมินค่าความหนาแน่นของประชากรที่ให้ความน่าเชื่อถือ (ตารางที่ 6)

ในขณะเดียวกัน การประเมินความหนาแน่นของประชากรนกเงือกนั้น มีผู้ศึกษาโดยใช้หลายวิธีด้วยกัน การเปรียบเทียบกับการศึกษาในประเทศและภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีรายงานการพบนกเงือกชนิดเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 7

จากการสำรวจประชากรนกเงือกแบบ Point transects ในการศึกษาครั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการสำรวจประชากรนกเงือกในพื้นที่อนุรักษ์บางแห่ง (ตารางที่ 8) จะเห็นได้ว่า นกเงือกในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งมีความหนาแน่นเท่ากับ 5.279 ตัว / ตร.กม. ซึ่งใกล้เคียงกับความหนาแน่นของนกเงือกในทางตอนใต้ของประเทศอินเดียคือ 3.400-9.500 ตัว / ตร.กม. ที่รายงานไว้โดย Raman and Mudappa (2003) ในขณะที่จำนวนครั้งที่สำรวจ (n = 71) โดยความหนาแน่นของนกเงือกมีมากกว่า ในพื้นที่ป่าบาลาในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา (n=27, D=0.12 ตัว / ตร.กม.) ซึ่งรายงานโดย Gale and Thongaree (2006) อีกทั้งความหนาแน่นของประชากรนกเงือกครั้งนี้ ยังมีมากกว่าการรายงานในพื้นที่แปลงถาวรมอสิงโต อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ของ Round *et al.*, (2005) ที่ประเมินความหนาแน่นได้เท่ากับ 4 ตัว / ตร.กม. และจากการศึกษาของ Poonsawad (1988) ซึ่งรายงานไว้เท่ากับ 0.18 ตัว / ตร.กม.

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบการศึกษาความหนาแน่นประชากรนกเงือก ในการศึกษาครั้งนี้กับ
การศึกษาของนักวิจัยอื่น ตัวเลขในวงเล็บ คือ จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือก (n)

Study site	Survey method	RNH	BH	GH	WH	Reference
		Individual / sq.km.				
Khao Yai NP . NE Thailand	Nest density and Direct			1.880	0.580	Poonswad <i>et al.</i> . (1988)
Burisan Selatan SW Sumatra	Line transects				7.500	Angraini <i>et al.</i> . (2000)
KM Tiger Reserve, Anmalais India	Point transects			3.400 - 9.550		Raman and Mudappa (2003)
Khao Yai NP. NE Thailand	Line transects		ABH: 13	4	2	Round <i>et al.</i> (2005)
Ha La-Ba La WS. S Thailand	Line transects			0.120 (27)	0.690 (33)	Gale and Thongaree (2006)
Huai Kha Khaeng W Thailand	Point transects	3.691 (31)	TBH: NA	5.279 (71)	7.304 (67)	This study

จากตารางที่ 8 เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นประชากรของนกเงือกกรมช้าง ในพื้นที่เขต
รักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง มีจำนวนครั้งที่สำรวจพบ ($n=67$) และมีความหนาแน่นเท่ากับ 7.304
ตัว / ตร.กม. เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าฮาลา-บาลา มีจำนวนครั้งที่สำรวจพบเท่ากับ 33 และมีความ
หนาแน่น 0.690 ตัว / ตร.กม. (Gale and Thongaree, 2006) การศึกษาในแปลงถาวรมอสิงโตอุทยาน
แห่งชาติเขาใหญ่ (Round *et al.*, 2005.) มีความหนาแน่นเท่ากับ 2 ตัว / ตร.กม. การรายงานของ
Poonsawad (1988) มีความหนาแน่นเท่ากับ 0.58 ตัว / ตร.กม. เมื่อเปรียบเทียบจากการรายงานใน 3
พื้นที่พบว่า การศึกษาครั้งนี้มีความหนาแน่นประชากรมากกว่า แต่มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของ
Angraini *et al.* (2000) ซึ่งรายงานไว้เท่ากับ 7.50 ตัว / ตร.กม.

สำหรับนกเงือกคอแดงพบการกระจายตั้งแต่เนปาล ถึงภูฐาน อินเดีย บังคลาเทศ ตะวันตก
เฉียงใต้ของจีน พม่า ทางตอนเหนือ ทางตอนเหนือของลาว และตะวันตกเฉียงเหนือของเวียดนาม
ในประเทศไทยพบในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอุ้มผาง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง และ

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร ผืนป่าตะวันตกของประเทศไทยจึงถือเป็นแหล่งประชากรสำคัญแหล่งสุดท้ายในประเทศไทย การศึกษาค้างคาวครั้งนี้จึงเป็นการรายงานความหนาแน่นของประชากรครั้งแรก เพื่อให้ได้ข้อมูลความหนาแน่นของประชากรที่ถูกต้องเชื่อถือได้จึงควรทำการศึกษาในพื้นที่ที่มีรายงานการพบนกเงือกคอด่างอย่างละเอียดต่อไป

สาเหตุที่ความหนาแน่นของนกเงือกในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน อาจเกิดมาจากหลายปัจจัย เช่น วิธีการสำรวจที่แตกต่างกัน จากการศึกษาของ Raman and Mudappa (2003) ได้ประเมินความหนาแน่นของประชากรนกเงือกแบบ Point transects เช่นเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้ ในขณะที่ Gale and Thongaree (2006) และ Round *et al.*, (2005) ทำการสำรวจแบบ Line transects จากการศึกษาของ Poonsawad *et al.* (1988) ทำการศึกษาด้วยวิธี Nest density และ Direct count เนื่องจากในประเทศไทยยังไม่มีรายงานความหนาแน่นประชากรนกเงือกที่ได้จากการสำรวจแบบ Point transects มาก่อน จึงไม่สามารถเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นของประชากรนกเงือกที่มีรายงานในประเทศไทยได้ ทั้งนี้ Raman and Mudappa (2003) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นประชากรนกเงือกชนิด Malabar Grey Hornbill จากวิธีการสำรวจที่แตกต่างกัน 2 วิธีคือ Point transects และวิธี Line transects พบว่า ค่าความหนาแน่นที่ได้จากวิธี Point transects มากกว่าการสำรวจด้วยวิธี Line transects ถึง 2 เท่า ทั้งนี้เป็นผลมาจากการสะสมของเวลาขณะที่ทำการสำรวจในแต่ละจุดนั่นเอง (Raman, 2003; Raman and Mudappa, 2003)

หรือความแตกต่างของความหนาแน่นประชากรอาจมีสาเหตุมาจาก สภาพพื้นที่ศึกษา Sitompul. *et.al.* (2004) ได้ศึกษาผลกระทบจากการเกิดหย่อมป่าและการปรากฏของแหล่งอาหารที่มีผลต่อ Sumba Hornbill (*Acerros evertti*) พบว่า ขนาดของหย่อมป่าสามารถทำนายและใช้วัดความชุกชุมและการกระจายของ Sumba Hornbill ได้ โดยในพื้นที่ป่าที่มีขนาดใหญ่จะมีความหนาแน่นของประชากรนกเงือกที่สูงกว่าพื้นที่ป่าขนาดเล็ก ซึ่งปัจจัยที่สนับสนุนถึงคุณภาพของพื้นที่อาศัยที่มีขนาดเล็กคือการขาดแคลนพืชอาหารของนกเงือก เมื่อพิจารณาพื้นที่ศึกษาในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง หย่อมป่าดงดิบเขาเขียว - เขาใหญ่ มีพื้นที่ 363 ตร.กม. และมีพื้นที่ติดต่อกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร ซึ่งมีพื้นที่ป่าดงดิบที่มีความต่อเนื่องมากกว่าพื้นที่ป่าบาลา (115 ตร.กม. (Gale and Thongaree, 2006) อีกทั้งพื้นที่ป่าบาลายังถูกตัดออกจากพื้นที่ป่าเดิม ด้วยพื้นที่เกษตรกรรมและการตั้งถิ่นฐานของชุมชน ในขณะที่หย่อมป่าบาลายังมีพื้นที่เกษตรกรรม

รวมอยู่ด้วย และเป็นพื้นที่ที่ได้ผ่านการทำไม้มาก่อน ซึ่งทำให้ขาดแคลนถิ่นอาศัยและแหล่งพืชอาหารที่มีศักยภาพเพียงพอสำหรับนกเงือก (Gale and Thongaree, 2006)

จากการศึกษาครั้งนี้ สามารถพบนกเงือกทั้งในขณะที่กำลังเกาะพัก และหากินอยู่บนเรือนยอดไม้ ซึ่งหากช่วงเวลาที่สามารถตรงกับช่วงที่พืชอาหารของนกเงือกสุกในปริมาณที่มาก ก็ทำให้สามารถพบเห็นนกเงือกได้ง่ายเช่นเดียวกัน แหล่งพืชอาหารจึงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อนกเงือก ซึ่งส่งผลต่อการปรากฏและความหนาแน่นของนกเงือก จากการศึกษาของ Raman and Mudappa (2003) พบว่า ความมากมายของ Malabar Grey Hornbill และ นกกกมีมากขึ้นเมื่อจำนวนชนิด หรือ ความมากมาย (Species richness) ของชนิดพืชอาหารเพิ่มมากขึ้น ซึ่งความมากมายและความหลากหลายของชนิดพืชอาหารอาจเป็นสิ่งสำคัญในการพบหรือมีอยู่ของนกเงือกในพื้นที่ห้วยมป่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูผสมพันธุ์ ส่วนการทำรังวางไข่ของนกเงือกนั้นยังขึ้นอยู่กับปริมาณของอาหารที่มีในแต่ละปี นกเงือกตัวเมียจะไม่เข้าโพรงเพื่อวางไข่ถ้าในปีนั้นมีปริมาณพืชอาหารน้อยซึ่งส่งผลต่ออัตราการขยายพันธุ์ให้ต่ำลงไปด้วย (Stauffer and Smith, 2004)

ความแตกต่างของความหนาแน่นประชากรนกเงือก จากการศึกษานี้จากพื้นที่อนุรักษ์แห่งอื่น เนื่องมาจากสาเหตุ ได้แก่ 1) วิธีการสำรวจ 2) พื้นที่ศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการสำรวจแต่ละวิธีย่อมมีความเหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ พฤติกรรมของนกที่แตกต่างกัน และแรงกดดันและความรุนแรงจากปัจจัยคุกคาม ทำให้จำนวนชนิดและความหนาแน่นของนกเงือกในแต่ละพื้นที่แตกต่างกันอีกด้วย (Pattanavibool *et al.*, 2005) และ 3) ขนาดโครงสร้างของพื้นที่อาศัย การกระจาย และความผันแปรของพืชอาหาร ในขณะทำการสำรวจโอกาสการพบเห็นนกเงือกคือช่วงที่นกกำลังหากิน อีกทั้งมีรายงานว่า จำนวนของนกเงือกจะพบมากในพื้นที่ที่มีการกระจายของต้นไม้และต้นพืชอาหารที่หนาแน่น และการเคลื่อนย้ายของนกเงือกส่วนใหญ่จะเคลื่อนย้ายตามพื้นที่ที่มีการปรากฏของพืชอาหารเป็นหลัก (Kinnarid *et al.*, 1996 ; Anggraini *et al.*, 2000; จุฑามาศ, 2550) โดยเฉพาะนกเงือกที่กินผลไม้ในสัดส่วนสูง

เนื่องจากนกเงือกเป็นสัตว์ที่มีพื้นที่อาศัย (Home range) กว้าง มีรายงานว่า นกเงือกคอดแดงในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งมีขนาดพื้นที่อาศัย 25.9 ตร.กม. (จุฑามาศ และคณะ, 2550) นกกก นกเงือกกรามช้าง และนกเงือกสีน้ำตาลในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีพื้นที่อาศัยในช่วงฤดูทำรังเท่ากับ 3.7, 10, และ 4.3 ตร.กม. ตามลำดับ และนอกฤดูทำรังเท่ากับ 14.7 และ 28.0

ตร.กม. ตามลำดับ อีกทั้งยังมีการเคลื่อนที่รอบวันเป็นระยะทางไกลโดยนกมีระยะทางการเคลื่อนที่รอบวัน 0.7 -6.1 กม (Poonsawad and Tsuji, 1994) จากการรายงานของ จุฑามาศ (2550) พบว่า นกเงือกคอแดงมีระยะทางการเคลื่อนที่รอบวันเฉลี่ย 3.7 กม. ในขณะที่ Tsuji *et al.* (1987) รายงานว่าฝูงของนกเงือกกรามช้างรวมฝูงหากินที่ต้นพืชอาหารและนกเงือกกรามช้างแต่ละตัวยังมีการเคลื่อนที่ในรอบวันเป็นระยะทางมากกว่า 10 กม. ระหว่างแหล่งอาหารและพื้นที่รวมฝูงเกาะนอน (Rooting site) ทั้งนี้การเคลื่อนย้ายดังกล่าวเป็นการอพยพตามการกระจายของแหล่งอาหาร กม (จุฑามาศ 2550; Poonsawad and Tsuji, 1994) ซึ่งสาเหตุเหล่านี้ทำให้ การสำรวจเพื่อประเมินจำนวนประชากรและสถานภาพของนกเงือกในธรรมชาติ จึงเป็นสิ่งที่กระทำให้มีความถูกต้องได้ยาก

อย่างไรก็ตาม การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์ในพื้นที่ศึกษากับพื้นที่อื่น โดยการเปรียบเทียบความหนาแน่นของนกเงือกที่มีในแนวทางที่ว่า เมื่อความหนาแน่นของประชากรสูงย่อมหมายความว่า พื้นที่อาศัยมีศักยภาพในการรองรับประชากรดีหรือไม่นั้น ควรจะเป็นการเปรียบเทียบในระหว่างพื้นที่ที่มีวิธีการและมาตรฐานในการศึกษาที่เหมือนกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องจึงควรมีระบบตรวจวัดที่มีมาตรฐานในพื้นที่อื่นเช่นเดียวกัน และควรศึกษาในระยะยาว และครอบคลุมพื้นที่อาศัยของนกเงือก (Ortega and Capen, 1999)

2. การเปรียบเทียบการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกระหว่าง ข้อมูลที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรงและการได้ยินเสียงร้อง

เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความหนาแน่นประชากรนกเงือกจากการพบเห็นตัวโดยตรงและการได้ยินเสียงร้อง ได้ใช้ข้อมูลจากการสำรวจช้อนอกฤดูทำรัง 6 ครั้ง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) รวมจุดสำรวจทั้งหมด 1080 จุด (ตารางที่ 4) ซึ่งขั้นตอนในการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกมีดังต่อไปนี้

2.1 ขนาดของฝูงนกเงือก

การประเมินความหนาแน่นของประชากรนกเงือกใช้ค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนกที่ได้จากการสำรวจพบ (Mean of observed cluster) (Thomas and Karanth, 2002; Gale and Thongaree, 2006) โดยแยกวิเคราะห์ตามชนิดของนกเงือก และตามการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง และการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้อง เมื่อพิจารณาจากข้อมูลที่พบเห็นตัวโดยตรงพบว่า นกเงือกที่มีค่าขนาดฝูงเฉลี่ยมากที่สุดคือ นกเงือกสีน้ำตาลมีค่าเท่ากับ 6 ตัว/ฝูง แต่ก็มีค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมากที่สุดเช่นกันคือ 20.89 % ทั้งนี้เนื่องจาก จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือกสีน้ำตาลน้อยมาก ($n = 7$) นอกจากนี้ นกเงือกสีน้ำตาลยังมีพฤติกรรมการรวมฝูงตลอดปี จึงทำให้ค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อนสูง นกเงือกกรามช้างมีขนาดฝูงเฉลี่ยจากการพบเห็นตัวโดยตรงมากเป็นลำดับที่สองคือ $3.629 \text{ ตัว/ฝูง} \pm 0.370\text{SE}$ เนื่องจากนกเงือกกรามช้างมีพฤติกรรมการรวมฝูงในช่วงนอกฤดูทำรัง ซึ่งในการประมาณขนาดฝูงนกเงือกที่มีขนาดใหญ่ในระยะทางที่ไกลจากจุดสำรวจ ในขณะที่ฝูงนกขนาดเล็กกว่าพบที่ระยะทางใกล้ อาจเป็นสาเหตุของการเกิดความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่าเฉลี่ยขนาดฝูงนก (Size bias) ได้ (Buckland *et. al.*, 2001) จากการศึกษาครั้งนี้เส้นสำรวจประชากรนกเงือกในพื้นที่หน่วยพิทักษ์ป่าไซเบอร์และหน่วยพิทักษ์ป่าเขาปินโศ อยู่ในพื้นที่รวมฝูงของนกเงือกกรามช้างในช่วงนอกฤดูทำรัง ทำให้พบนกเงือกชนิดนี้อาศัยรวมกันเป็นฝูง คือสามารถพบได้ตั้งแต่ 1-50 ตัว/ฝูง จากผลการสำรวจสามารถพบจำนวน 100 -200 ตัว แต่เป็นการพบนอกเส้นสำรวจ ในขณะที่ในเส้นสำรวจสามารถพบนกเงือกกรามช้างจำนวน 50 ตัวที่ระยะทาง 90 ม. จากจุดสำรวจ เพียงจุดเดียว ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนที่มากกว่าปกติ เพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนก จากการสำรวจครั้งนี้พบนกเงือกกรามช้างมีขนาดฝูง

ตั้งแต่ 1 – 15 ตัว คิดเป็น 92 เปอร์เซ็นต์จากการพบนกทั้งหมด ในขณะที่ขนาดฝูงที่มีจำนวนตัวมากกว่า 15 ตัวขึ้นไปมีเพียง 8 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 8) ฉะนั้นในการวิเคราะห์ความหนาแน่นจึงเลือกใช้ฝูงนกเงือกกรามช้างที่มีขนาดไม่เกิน 15 ตัว ส่วนนกกกและนกเงือกคอแดง มีค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงใกล้เคียงกันคือ 2.211 ตัว/ฝูง ± 0.331 SE และ 1.486 ตัว/ฝูง ± 0.129 SE ตามลำดับ ทั้งนี้จำนวนตัวที่พบนกเงือกต่อฝูงแสดงดัง ตารางที่ 8

ตารางที่ 8 จำนวนตัวที่พบนกเงือก (Accummulative of cluster observed; Individual/Flock) ต่อฝูงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

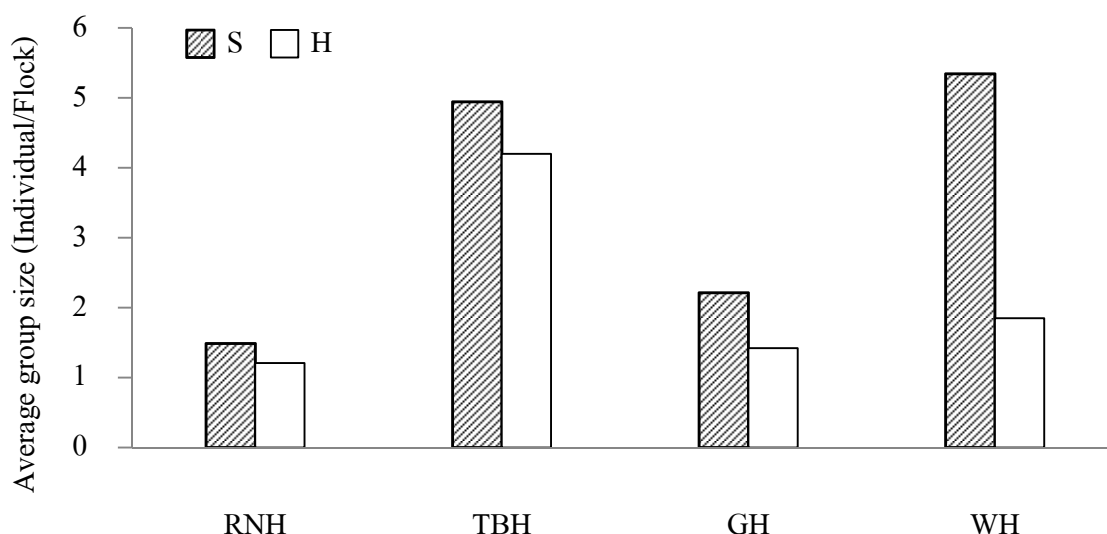
Hornbill species	Accummulative of cluster observed (Individual / Flock)										
	1 - 3	4 - 6	7 - 9	11 - 12	13 -15	16-18	19-21	22-24	25 - 27	28 -30	31 - 50
RHN	34	1									
TBH	3	1	1	2							
GH	62	7	1					1			
WH	47	12	4	5	1	0	1	1	1	1	2

เมื่อเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนระหว่างข้อมูลที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรง กับข้อมูลที่ได้จากการได้ยินเสียงร้องใน นกเงือกคอแดง นกเงือกสีน้ำตาล นกกก และนกเงือกกรามช้าง (ตารางที่ 9) พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนก ที่ได้จากข้อมูลการพบเห็นตัวโดยตรง (%CV = 9.11, 20.89, 14.99, 10.18 ตามลำดับ) มีค่ามากกว่าการได้ยินเสียงร้อง (%CV = 5.49, 14.55, 2.70, 7.05 ตามลำดับ) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก จำนวนครั้งที่สำรวจพบเห็นตัวโดยตรงมีค่าน้อยกว่าจำนวนครั้งที่ได้ยินเสียงร้อง จึงทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนกที่ได้จากข้อมูลการพบเห็นตัวโดยตรงมีความคลาดเคลื่อนสูง

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนก $\hat{E}(s)$ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\pm SE$) ค่าเปอร์เซ็นต์
สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ของนกเงือกนอกฤดูทำรัง
(เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือน
ธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Hornbill species	Observation method	n 10% right truncation	Estimate value				
			$\hat{E}(s)$	$\pm SE$	%CV	95 % CI	
						Lower	Upper
RNH	S	31	1.419	0.129	9.11	1.179	1.709
	H	48	1.208	0.066	5.49	1.082	1.349
TBH	S	7	6.000	1.254	20.89	3.618	9.950
	H	10	4.200	0.611	14.55	3.027	5.827
GH	S	71	2.211	0.331	14.99	1.643	2.977
	H	200	1.420	0.038	2.70	1.346	1.498
WH	S	62	3.629	0.370	10.18	2.962	4.446
	H	53	1.849	0.130	7.05	1.606	2.130

หมายเหตุ ($\hat{E}(s)$) หมายถึง ค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนก



ภาพที่ 7 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนก $\hat{E}(s)$ ของนกเงือกนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

จากตารางที่ 9 และภาพที่ 7 เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนก ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรงกับข้อมูลที่ได้จากการได้ยินเสียงร้อง พบว่า นกเงือกทุกชนิดมีค่าเฉลี่ยขนาดฝูงนกจากข้อมูลการได้ยินเสียงร้องน้อยกว่า ข้อมูลจากการพบเห็นตัวโดยตรง ซึ่งในการประเมินค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนกโดยอาศัยข้อมูลจากการได้ยินเสียงร้อง มีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง (Underestimate) (Buckland *et.al.*, 2001) ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนกนี้ เห็นได้ชัดเจนในนกเงือกกรมช้าง กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยขนาดฝูงจากการพบเห็นตัวโดยตรงมีค่าเท่ากับ 5.343 ตัว/ฝูง ในขณะที่ค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนกจากการได้ยินเสียงร้องเท่ากับ 1.849 ตัว/ฝูง ซึ่งถือว่าการประเมินที่ต่ำกว่าความเป็นจริง เนื่องจากนกเงือกกรมช้างมีพฤติกรรมอาศัยรวมกันเป็นฝูงใหญ่ช่วงนอกฤดูทำรัง ผลจากการศึกษาครั้งนี้ สามารถพบนกเงือกกรมช้างอยู่รวมกันเป็นฝูงตั้งแต่ 1-50 ตัว/ฝูง ซึ่งข้อผิดพลาดในการประเมินค่าเฉลี่ยของฝูงนกมีผลต่อการประเมินความหนาแน่นของประชากรนกได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Marsden and Pilgrim (2003) ที่ได้รายงานไว้ว่า การประเมินความหนาแน่นของนกแก้วและนกเงือก ใน 2 พื้นที่ศึกษาคือ Mu และ Marung ใน New Britain ประเทศปาปัวนิวกินี ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าดั้งเดิมและป่าที่ผ่านการถูกรบกวนมาก่อน ค่าความหนาแน่นที่ได้ มีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง หนึ่งในสาเหตุที่ทำให้เป็นเช่นนั้นคือ การประเมินค่าเฉลี่ยของฝูงนกที่ได้จากข้อมูลการได้ยินเสียงร้องต่ำกว่าความเป็นจริง ซึ่งในความเป็นจริงขนาด

ของฝูงนกมีค่าสูงกว่าการประเมิน และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนกแก้วและนกเงือก 64% มาจากข้อมูลการได้ยินเสียงร้อง ซึ่งเป็นผลให้ค่าความหนาแน่นที่ได้ต่ำกว่าความเป็นจริงนั่นเอง เพราะนกในฝูงไม่ได้ส่งเสียงร้องทุกตัว และการนับจำนวนตัวจากเสียงร้องก็ไม่ได้ให้ผลที่เที่ยงตรง

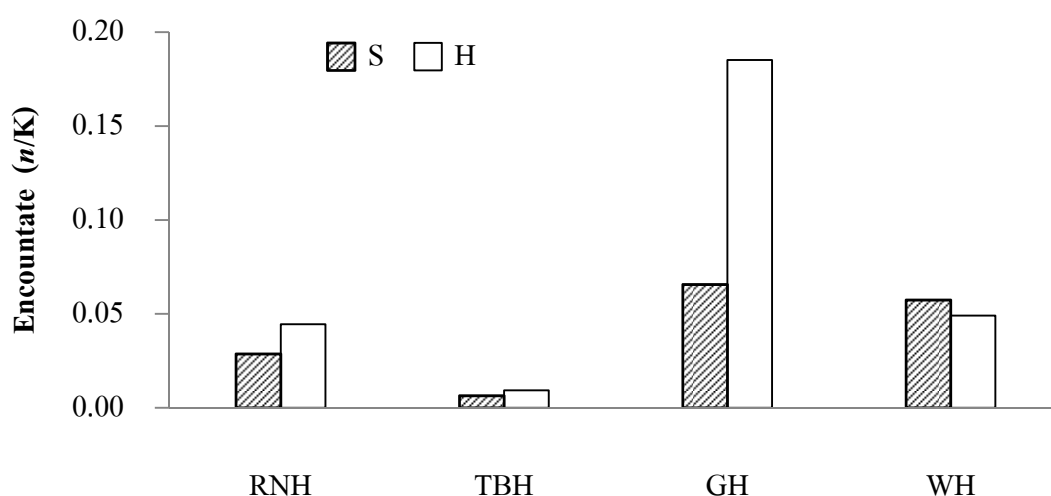
2.2 อัตราการพบนก

การประเมินอัตราการพบนกที่ได้จากข้อมูลการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง การได้ยินเสียงร้อง แยกตามชนิดของนกเงือก แสดงดังตารางที่ 10 จากผลการประเมินค่าอัตราการพบนกแยกตามลักษณะของข้อมูล พบว่า นกเงือกที่มีอัตราการพบมากที่สุดคือ นกกก โดยมีอัตราการพบนกแบบพบเห็นตัวโดยตรงเท่ากับ $0.066 \pm 0.011\text{SE}$ ซึ่งต่ำกว่าอัตราการพบนกแบบได้ยินเสียงร้อง ($0.19 \pm 0.037\text{SE}$) รองลงมาคือ นกเงือกกรามช้าง โดยมีอัตราการพบนกแบบพบเห็นตัวโดยตรงเท่ากับ $0.057 \pm 0.021\text{SE}$ ซึ่งใกล้เคียงกับอัตราการพบนกแบบได้ยินเสียงร้อง ($0.049 \pm 0.021\text{SE}$) นกเงือกคอแดง มีอัตราการพบนกแบบพบเห็นตัวโดยตรงเท่ากับ $0.029 \pm 0.006\text{SE}$ ซึ่งต่ำกว่าอัตราการพบนกแบบได้ยินเสียงร้องเล็กน้อย ($0.044 \pm 0.016\text{SE}$) ส่วนนกเงือกสีน้ำตาลมีอัตราการพบต่ำที่สุดคือ อัตราการพบนกแบบพบเห็นตัวโดยตรงเท่ากับ $0.006 \pm 0.003\text{SE}$ อัตราการพบนกแบบได้ยินเสียงร้องเท่ากับ $0.009 \pm 0.004\text{SE}$ ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าอัตราการพบนก (n / K) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\pm SE$) ค่าเปอร์เซ็นต์
สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ของนกเงือกนอกฤดูทำรัง
(เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือน
ธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Hornbill species	Observation method	n 10% right truncation	Estimate value				
			n / K	$\pm SE$	%CV	95 % CI	
						Lower	Upper
RNH	S	31	0.029	0.006	21.60	0.018	0.045
	H	48	0.044	0.016	34.97	0.022	0.090
TBH	S	7	0.006	0.003	52.53	0.002	0.018
	H	10	0.009	0.004	37.99	0.004	0.020
GH	S	71	0.066	0.011	16.59	0.047	0.092
	H	200	0.185	0.037	19.74	0.124	0.277
WH	S	62	0.057	0.021	36.17	0.028	0.119
	H	53	0.049	0.021	42.84	0.021	0.115

หมายเหตุ (n / K) หมายถึง อัตราการพบนก (Encounter rate) หาได้จากจำนวนครั้งที่พบนก (n)
ต่อ จำนวนครั้งที่ทำการสำรวจซ้ำในจุดสำรวจทั้งหมด (K) (Effort)



ภาพที่ 8 กราฟแสดงค่าอัตราการพบนก (n / K) ของนกเงือกช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

เมื่อพิจารณาค่าอัตราการพบนกนอกฤดูทำรัง (ตารางที่ 10 และภาพที่ 8) แยกตามลักษณะของข้อมูล พบว่า นกกกและนกเงือกคอแดงมีอัตราการพบนกแบบได้ยินเสียงร้องมากกว่าอัตราการพบนกแบบพบเห็นตัวโดยตรง ทั้งนี้เนื่องจาก นกเงือกเมื่อเกาะอยู่บนเรือนยอดไม้จะไม่มีการเคลื่อนไหวทำให้ยากแก่การมองเห็น แต่มักจะส่งเสียงร้องมากกว่า ซึ่งเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้สำรวจพบนกแบบได้ยินเสียงร้องมากกว่าการพบเห็นตัวโดยตรง

ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการพบเห็นนกจากการสำรวจในพื้นที่ป่านั้น มีหลายประการด้วยกัน คือ 1) ความสามารถของผู้สำรวจในการพบเห็นตัวนกและการจำแนกชนิดนก ที่สำคัญผู้สำรวจจะต้องไม่เป็นแหล่งดึงดูดหรือเป็นต้นเหตุให้นกหลบหนีไป 2) สภาพแวดล้อมเช่น ลม หมอก ฝน โดยเฉพาะสภาพอากาศที่มีหมอก และฝนตกจะทำให้นกหลบเจิบไม่มีกิจกรรม หรือส่งเสียงร้อง ทำให้โอกาสในการพบนกน้อยลง และสภาพพื้นที่อาศัยของนก เช่น เรือนยอดของป่าที่หนาทึบทำให้ยากต่อการมองเห็น 3) พฤติกรรมและสรีระของนก ขนาดของฝูงนก และความหนาแน่นของนกอีกด้วย (Ralph, 1981; Buckland *et al.*, 2001; Rosenstock *et. al.*, 2002) อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้ได้หลีกเลี่ยงการสำรวจในวันที่ฝนตก เมฆหมอกหนา และในวันที่มีลมแรง

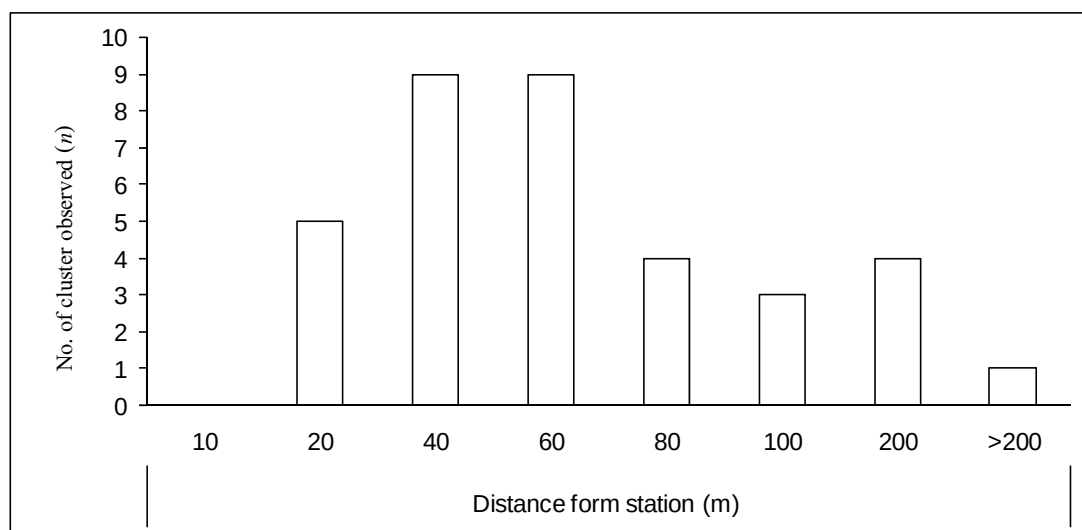
แต่เนื่องจากเรือนยอดไม้ในป่าดิบของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งค่อนข้างหนาทึบ ภูเขามีความสูงชัน การเข้าถึงเส้นสำรวจค่อนข้างยากและต้องใช้เวลาในการเดินทางไปยังแต่ละจุดสำรวจจึงทำให้ความสามารถในการพบเห็นนกค่อนข้างยาก อีกทั้งนกเงือกเป็นนกที่มีพฤติกรรมตอบสนองต่อสิ่งรบกวนอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะบินหนีเมื่อพบผู้สำรวจ และถึงแม้จะมีขนาดลำตัวที่ใหญ่ แต่ในขณะที่เกาะบนเรือนยอดไม้จะเกาะนิ่ง และซุกซ่อนตัวเป็นอย่างดี ซึ่งเป็นการยากต่อการสังเกต จึงเป็นอีกสาเหตุที่ทำให้อัตราการพบเห็นนกเงือกค่อนข้างต่ำ

2.3 การหาค่า Detection function ร่วมกับข้อมูลการสำรวจที่ให้ค่าความหนาแน่นของประชากรนกเงือกที่เหมาะสม

ผลการหาค่า Detection function ร่วมกับข้อมูลการสำรวจ (Fitting detection function) เพื่อเลือกสมการที่เหมาะสมเพื่อการคำนวณหาความหนาแน่นของนกเงือก ดังมีรายละเอียดจำแนกตามชนิดนกและขั้นตอนการเลือกสมการดังต่อไปนี้

การคัดเลือกสมการสำหรับนกเงือกคอแดง

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่พบนกกับระยะทางจากจุดสำรวจ (ภาพที่ 9) พบว่า ที่ระยะทางที่ไกลกว่า 150 ม.ขึ้นไปจากจุดสำรวจ พบนกเงือกคอแดงน้อยมาก และพบนกเงือกคอแดงที่ระยะทางไกลกว่า 200 ม. อีกครั้ง แต่พบในจำนวนที่น้อย ซึ่งถือว่าเป็นข้อมูลที่เป็นค่าผิดปกติ (Outlier) กล่าวคือ เป็นข้อมูลที่มีค่าแตกต่างไปจากข้อมูลอื่นๆ เมื่อตัดค่านี้ออกไปแล้วทำให้สมการที่ได้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น สมการที่ให้ค่าความหนาแน่นของประชากรนกเงือกคอแดงที่ได้จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงจึงตัดทอนข้อมูลที่ระยะทาง 150 ม.ออกไปในการหาค่า Detection function จึงรวมเอาข้อมูลที่ระยะทาง 0 ถึง 50 ม. เข้าด้วยกัน และรวมช่วงระยะทางอื่นๆ เพื่อปรับให้ข้อมูลเข้ากับสมการที่ได้จากการประเมินมากยิ่งขึ้น และเพื่อปรับให้กราฟเป็นไปตามข้อกำหนดของ Distance sampling (Buckland *et al.*, 2001; Gale *et al.*, 2006)



ภาพที่ 9 จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือกคอแดงในแต่ละช่วงระยะทางจากจุดสำรวจ จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงในช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

จากภาพที่ 9 เมื่อพิจารณาการไม่พบนกเงือกที่ระยะทาง 0 ถึง 10 ม.จากจุดสำรวจ ลักษณะเช่นนี้แสดงว่า ผู้สำรวจมีผลต่อการเคลื่อนที่ของนก กล่าวคือ นกเงือกคอแดงได้บินหนีไปเมื่อผู้สำรวจไปถึงจุดสำรวจ (Lloyd *et al.*, 1998; Buckland *et al.*, 2001) ลักษณะเช่นนี้เป็นผลให้ค่าความหนาแน่นที่ได้จากการประเมินมีค่ามากกว่าความเป็นจริง (Lloyd *et al.*, 1998; Buckland *et al.*, 2001; Giunchi *et al.*, 2007) ซึ่งขั้นตอนในการพิจารณาคัดเลือกสมการมีดังต่อไปนี้

1. การพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (%CV) ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของสมการที่ได้จากการสำรวจนกเงือกคอแดงแบบพบเห็นตัวโดยตรงมีค่า 27.66 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่ามีความถูกต้องของค่าที่ได้ ส่วนสมการที่ได้จากข้อมูลการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้องมีค่า 35.68 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่ามีความแปรปรวนของข้อมูลมากกว่าข้อมูลที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรง (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 การกำหนดค่า Detection function จากการสำรวจนกเงือกคอแดง ค่า Parameter สมการหลัก (Key function) และสมการปรับแก้ (Adjustment terms) ของนกเงือกคอแดงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Hornbill species	Observation method	n	Right	Key function	Parameter	Estimate value	$\pm$ SE	%CV	95 % CI (D)		%CV (D)	GOF chi-p
		10% right	truncation	+ Adjustment								
		truncation	(m)	terms					Lower	Upper		
RNH	S	31	150	HN + cosine	$\hat{h}(0)$	0.0006	0.0001	14.690	2.119	6.301	27.660	0.343
					$\hat{p}$	0.1577	0.0232	14.690				
					EDR	59.572	4.375	7.340				
	H	48	150	UN + cosine	$\hat{h}(0)$	0.0003	0.0000	4.520	1.197	4.984	35.680	0.001
					$\hat{p}$	0.3111	0.0141	4.520				
					EDR	83.66	1.89	2.260				

หมายเหตุ HN หมายถึง สมการหลัก (Key function Uniform) Half-normal, UN หมายถึง สมการหลัก (Key function Uniform) Uniform
EDR หมายถึง ระยะรัศมีที่เริ่มไม่สามารถสำรวจพบนกได้ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับระยะรัศมีที่จะพบนกได้น้อยที่สุด (Effective radius)

2. การพิจารณาช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ของค่าความหนาแน่นที่ได้ ควรมีช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ไม่กว้างมาก ซึ่งหมายถึง ช่วงของข้อมูลไม่มีความแปรผันมากเกินไป จากการศึกษาครั้งนี้สมการที่ให้ค่าความหนาแน่นของจำนวนประชากรนกเงือกคอแดง ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากข้อมูลการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง ซึ่งถือว่าเป็นสมการที่ดีที่สุดนั้น มีค่าเท่ากับ 2.119 ถึง 6.301 ตัว/ตร.กม.สมการที่ได้จากการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้องมีค่าเท่ากับ 1.197 ถึง 4.984 ตัว/ตร.กม. (ตารางที่ 11)

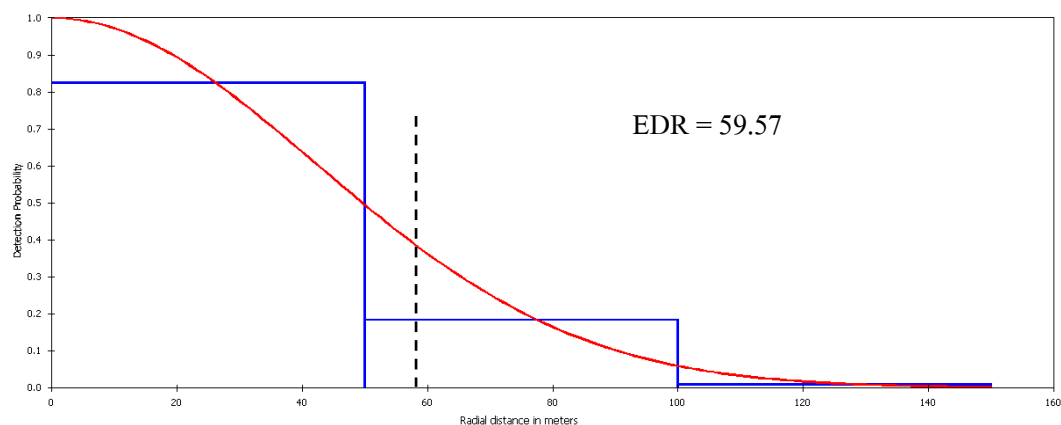
3. ค่า GOF Chi-p (Goodness-of-fit test χ^2) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสำรวจร่วมกับค่าที่ได้จากการประเมิน โดยพิจารณาจากค่า GOF Chi-p พบว่าสมการที่ได้จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงมีค่าสูงที่สุดคือ 0.343 ในขณะที่สมการที่ได้จากข้อมูลการได้ยินเสียงร้องนั้นให้ค่า GOF Chi-p เท่ากับ 0.001 ตามลำดับ (ตารางที่ 11) แสดงว่าข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง มีความสัมพันธ์กับสมการที่ได้จากการประเมินมากที่สุด ค่าความหนาแน่นของประชากรที่ได้จากสมการนี้จึงมีความน่าเชื่อถือมากกว่า (Buckland *et al.*, 2001; Thomas and Karanth, 2002)

สมการที่ให้ค่าความหนาแน่นของประชากรนกเงือกคอแดงแยกตามลักษณะของข้อมูลได้แก่ การสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง คือสมการที่ใช้สมการหลัก Half-normal และใช้ cosine เป็นสมการปรับแก้ การสำรวจแบบได้ยินเสียงร้องใช้สมการ Uniform และใช้ cosine เป็นสมการปรับแก้ ดังแสดงในตารางที่ 11 ซึ่งสมการทั้งสองเป็นสมการที่มีค่า AIC ต่ำที่สุด

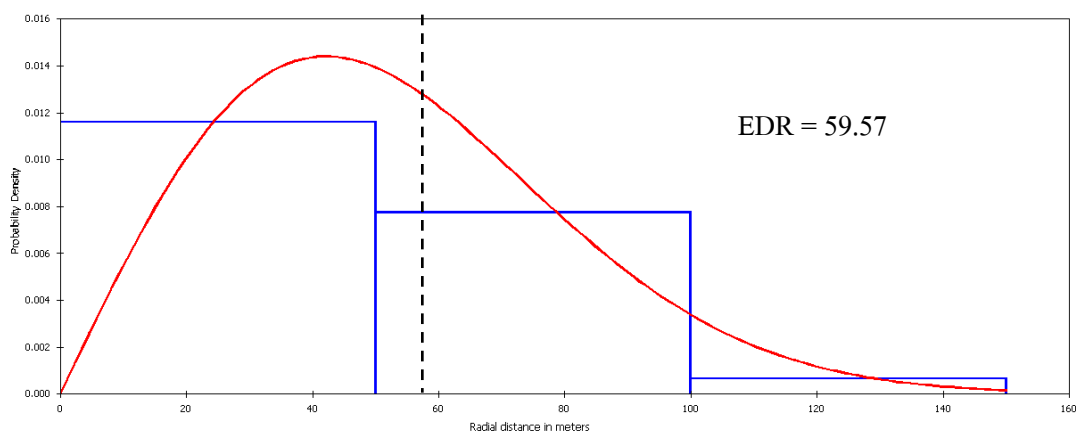
เมื่อพิจารณากราฟการหาค่า Detection function (ภาพที่ 10 และภาพผนวกที่ 1) ค่าความชันเป็นไปได้ของความหนาแน่นประชากรนกเงือกคอแดงจากการตัดทอนข้อมูลที่ระยะทาง 150 ม. ซึ่งได้จากการสำรวจทั้งสองรูปแบบ พบว่า การสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงมีค่ามากที่สุดคือ 0.0002 และจะลดลงที่ระยะรัศมีเท่ากับ (EDR) 59.97 ม. ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงความลาดเอียงของเส้นกราฟแล้ว พบว่า มีแนวโน้มลดลงค่อนข้างสม่ำเสมอที่จุดสำรวจ และลดลงไปในระยะที่ไกลจากจุดสำรวจมากขึ้น ส่วนการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้องมีความลาดชันเท่ากับ 0.0003 (ภาพผนวกที่ 1)

เมื่อเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของค่าความชันความเป็นไปได้ของความหนาแน่นประชากร พบว่า ข้อมูลที่พบเห็นตัวโดยตรงมีค่ามากกว่าค่าที่ได้จากการไต่ยีนเสียงร้อง คือ 14.69 % และ 4.52% ตามลำดับ จากผลการศึกษาที่ได้ อาจกล่าวได้ว่า ค่าความชันความเป็นไปได้ของความหนาแน่นประชากรนกเงือกคอแดงแบบพบเห็นตัวโดยตรง มีความแปรปรวนมากกว่าค่าความชันของข้อมูลที่ได้จากการไต่ยีนเสียงร้อง ทั้งนี้เนื่องมาจาก จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือกคอแดงแบบพบเห็นตัวโดยตรงมีค่าน้อยกว่า เมื่อเทียบกับจำนวนครั้งที่ได้จากการไต่ยีนเสียงร้อง

จากผลการศึกษาดังกล่าว สมการที่ให้ค่าความหนาแน่นประชากรนกเงือกคอแดงที่ดีที่สุดคือ สมการที่ได้จากข้อมูลการสำรวจแบบการพบเห็นตัวโดยตรง เพราะเป็นสมการที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนที่ต่ำที่สุด มีช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ของจำนวนประชากรแถบที่สุด และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมีความสัมพันธ์กับสมการที่ได้จากการประเมินมากที่สุด ทั้งนี้ Marsden (1999) ได้เสนอว่า จำนวนครั้งที่พบอย่างน้อย 80 ครั้งจะสามารถลดเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาครั้งนี้ จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือกคอแดงแบบพบเห็นตัวโดยตรงหลังจากตัดทอนข้อมูลที่อยู่ห่างจากจุดสำรวจด้านขวาออกแล้ว 10 % มีทั้งหมด 31 ครั้ง ซึ่งยังถือว่าปริมาณของข้อมูลน้อยอยู่ จึงจำเป็นต้องเพิ่มจำนวนการสำรวจซ้ำให้มากขึ้น หรือวางจุดสำรวจให้มากขึ้น เพื่อให้ค่าความหนาแน่นที่ได้มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น (Buckland *et al.*, 2001)



(A)

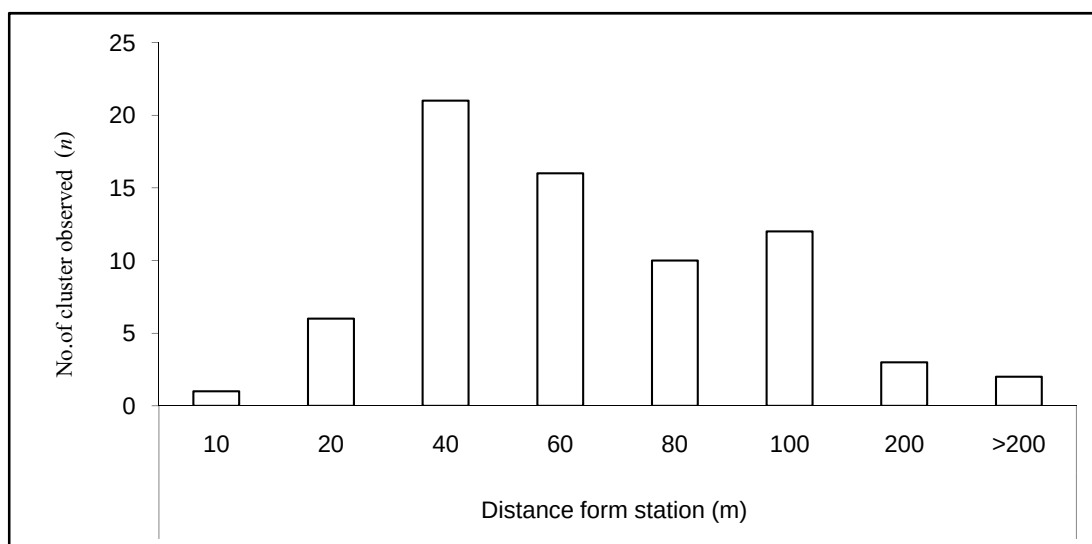


(B)

ภาพที่ 10 การหาค่า Detection function (A) และ Probability density (B) ของนกเงือกคอแดงจากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง จากการตัดทอนข้อมูลด้านขวาที่ระยะ 150 ม. ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

การหาค่าสมการสำหรับนกก

จากจำนวนครั้งที่พบนกกกับระยะทางจากจุดสำรวจในภาพที่ 11 พบว่า ที่ระยะทาง 100 ม.จากจุดสำรวจพบนกกเป็นจำนวนน้อยมาก ในการหาค่า Detection function ร่วมกับข้อมูลการสำรวจ เพื่อคัดเลือกสมการที่ให้ค่าความหนาแน่นของประชากรนกกนอกฤดูทำรัง จึงตัดทอนข้อมูลที่ได้จากระยะไกลจากผู้สำรวจด้านขวาออกที่ระยะทาง 150 ม. ถึงแม้จะมีการสำรวจพบนกเงือกในระยะใกล้จุดสำรวจแต่ยังถือว่ามีปริมาณน้อยจึงต้องรวมเอาข้อมูลในช่วงระยะใกล้จุดสำรวจ และช่วงระยะทางอื่นๆ ภาพการหาค่า Detection function และการรวมช่วงระยะทางจากจุดสำรวจของนกก แสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 11 จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกกในแต่ละช่วงระยะทางจากจุดสำรวจ จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบ ด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

ผลการหาค่า Detection function ร่วมกับข้อมูลการสำรวจ (Fitting detection function) เพื่อคัดเลือกสมการที่เหมาะสมเพื่อหาค่าความหนาแน่นของประชากรนกกนกอกฤดูทำรังที่นำเชื่อถือ จากสมการที่ให้ค่า AIC ต่ำที่สุดจากการตัดทอนข้อมูลที่ระยะ 150 ม. แยกตามลักษณะของข้อมูลพบว่า สมการที่ให้ค่าความหนาแน่นจากการพบเห็นตัวโดยตรงใช้สมการหลัก Uniform และใช้สมการ cosine ในการปรับแก้ สมการที่ให้ค่าความหนาแน่นจากการได้ยินเสียงร้องใช้สมการหลัก Uniform และใช้สมการ cosine ในการปรับแก้ (ตารางที่ 12) ขั้นตอนการคัดเลือกสมการที่ให้ค่าความหนาแน่นของนกมีดังนี้

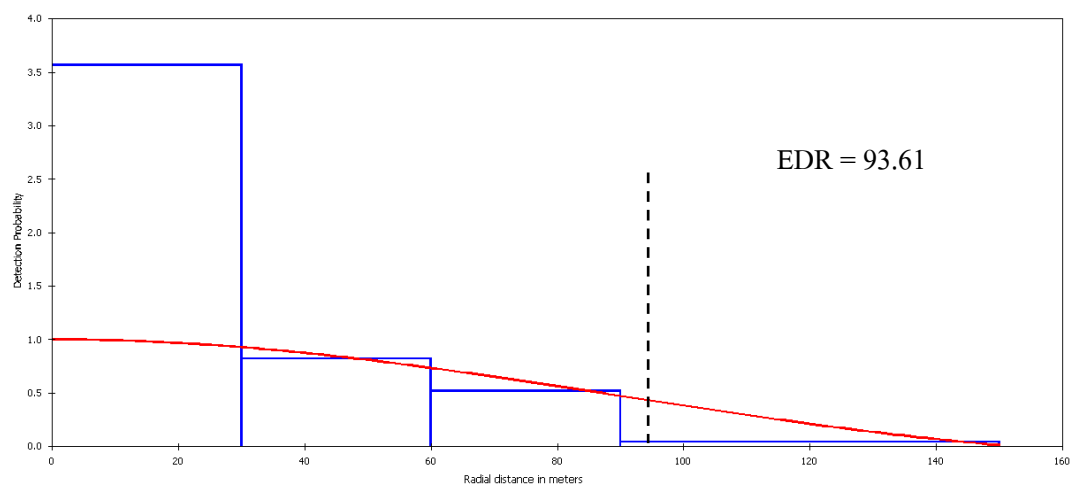
1. การพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (%CV) ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของสมการที่ได้จากการสำรวจทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกันมากนัก (22.5%, 23.92%) (ตารางที่ 12)
2. การพิจารณาช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% จากผลการศึกษาครั้งนี้ สมการที่ให้ค่าความหนาแน่นของจำนวนประชากรนกกนกที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง ซึ่งถือว่าเป็นสมการที่ให้ค่าความแปรปรวนน้อยที่สุดนั้นมีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 3.387 ถึง 8.230 ตัว/ตร.กม. สมการที่ได้จากการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้องมีค่าเท่ากับ 1.481 ถึง 3.823 ตัว/ตร.กม. (ตารางที่ 12)
3. ค่า GOF Chi-p (Goodness-of-fit test χ^2) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ร่วมกับค่าที่ได้จากการประเมินโดยดูจากค่า GOF Chi-p พบว่า สมการที่ได้จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงมีค่าสูงที่สุดคือ 0.554 ในขณะที่สมการที่ได้จากข้อมูลการได้ยินเสียงร้องให้ค่า GOF Chi-p เท่ากับ 0 (ตารางที่ 11) จากผลการศึกษาเช่นนี้แสดงว่า ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงมีความสัมพันธ์กับค่าได้จากการประเมินมากกว่า ค่าที่ได้จากการได้ยินเสียงร้อง

ตารางที่ 12 การหาค่า Detection function ค่า Parameter สมการหลัก (Key function) และสมการปรับแก้ (Adjustment terms) จากการสำรวจนกก
ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบ
ด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

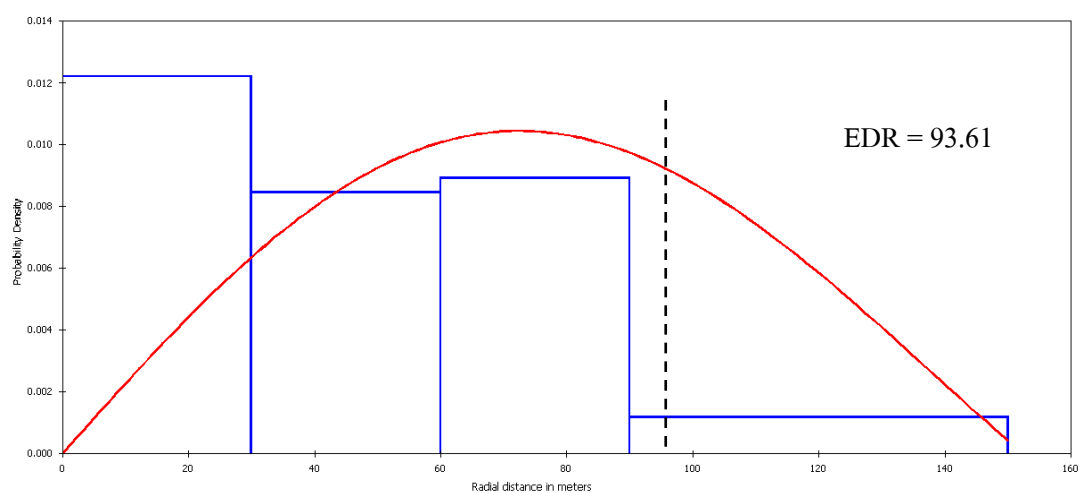
Hornbill species	Observation method	n	Right	Key function		Estimate value	$\pm$ SE	%CV	95 % CI (D)		%CV	GOF chi-
		10% right	truncation	+ Adjustment	Parameter						(D)	p
		truncation	(m)	terms					Lower	Upper		
GH	S	71	150	UN + cosine	$\hat{h}(0)$	0.000	0.000	2.520	3.387	8.230	22.500	0.554
					$\hat{p}$	0.097	0.002	2.520				
					EDR	93.618	1.181	1.260				
	H	200	150	UN + cosine	$\hat{h}(0)$	0.000	0.000	13.240	1.481	3.823	23.920	0.000
					$\hat{p}$	0.083	0.011	13.240				
					EDR	187.550	12.413	6.620				

เมื่อพิจารณาค่าความชันความเป็นไปได้ของความหนาแน่นประชากรนกก ที่ได้จากการสำรวจทั้งสองรูปแบบมีค่าใกล้เคียงกันคือ 0.0002 และ 0.0001 ตามลำดับ (ตารางที่ 12) ซึ่งกราฟค่า Detection function ที่ได้จากผลของค่าความชันความเป็นไปได้ของความหนาแน่นประชากรไม่แตกต่างกันมากนัก ดังแสดงในภาพที่ 12 และภาพผนวกที่ 2 ในขณะที่เดียวกันค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของ ค่าความชันความเป็นไปได้ของความหนาแน่นประชากรได้จากข้อมูลที่พบเห็นตัวโดยตรงมีค่าเท่ากับ 2.52 % ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ได้จากข้อมูลการได้ยินเสียงร้อง ซึ่งมีเท่ากับ 13.24% ค่าที่ได้จากการประเมินดังกล่าว ส่งผลให้ความถูกต้องของการประเมินค่าความหนาแน่นของประชากร จากสมการที่ได้จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงมีค่าสูงกว่าข้อมูลที่ได้จากการได้ยินเสียงร้อง

จากผลการศึกษาดังกล่าว สมการที่ให้ค่าความหนาแน่นประชากรนกกที่ดีที่สุดคือ สมการที่ได้จากข้อมูลการสำรวจแบบการพบเห็นตัวโดยตรง เพราะเป็นสมการที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนที่ต่ำที่สุด มีช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ของจำนวนประชากรที่ไม่กว้างมาก และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมีความสัมพันธ์กับการประเมินจากสมการมากที่สุด



A

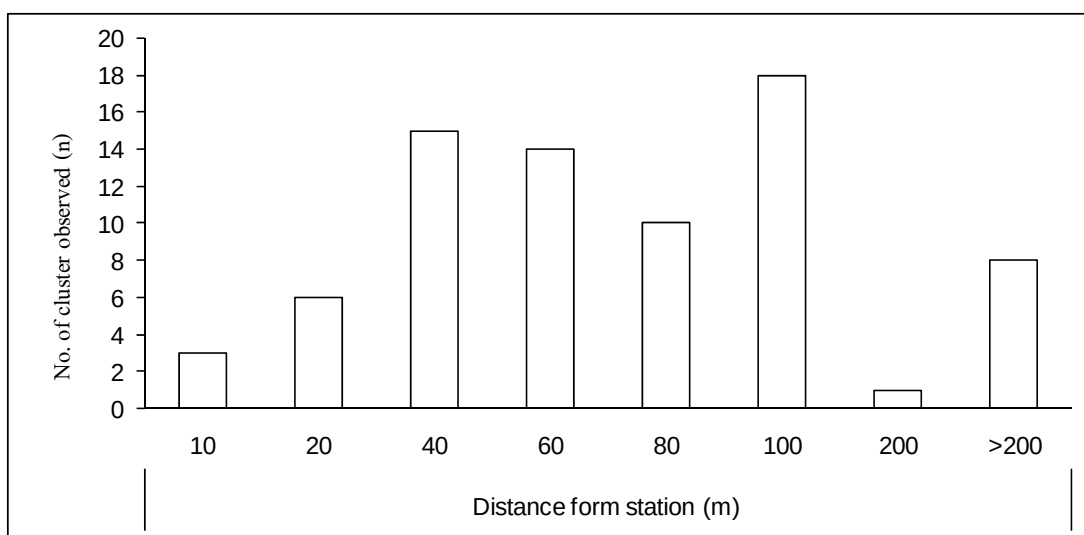


B

ภาพที่ 12 การหาค่า Detection function (A) และค่า Probability density (B) ของนกกกจากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง จากการตัดทอนข้อมูลด้านขวาที่ระยะทาง 120 ม. ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

การหาค่าสมการสำหรับนกเงือกกรมช้าง

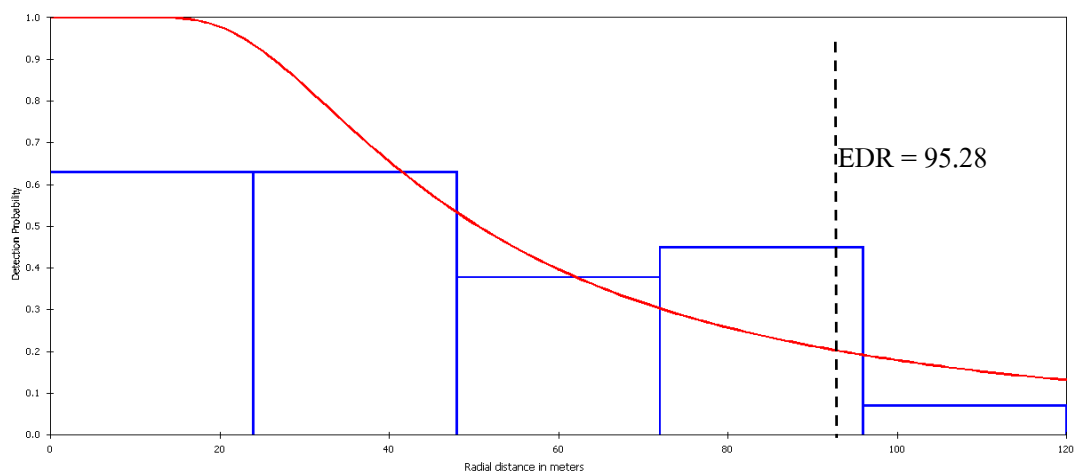
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนครั้งที่พบนกเงือกกรมช้างกับ ระยะทางจากจุดสำรวจ (ภาพที่ 13) พบว่า จำนวนครั้งที่พบนกเงือกกรมช้างกับระยะทางจากจุดสำรวจ ที่ระยะทางมากกว่า 120 ม.จากจุดสำรวจ ไม่พบนกเงือกกรมช้างเลย และสามารถพบอีกครั้งที่ระยะมากกว่า 200 ม. ผลการหาค่า Detection function ร่วมกับข้อมูลการสำรวจ เพื่อคัดเลือกสมการที่ให้ค่าความหนาแน่นของประชากรนกเงือกกรมช้างนอกฤดูทำรัง จึงตัดทอนข้อมูลที่ระยะ 120 ม. ถึงแม้จะมีการสำรวจพบนกเงือกกรมช้างในระยะใกล้จุดสำรวจ แต่ยังถือว่าปริมาณที่น้อยจึงต้องรวมเอาข้อมูลในช่วงระยะใกล้จุดสำรวจ เพื่อขยายช่วงระยะทางให้ครอบคลุมนกเหล่านั้น (Bibby *et al.*, 2000) ภาพการรวมช่วงระยะทางเพื่อกำหนด Detection function แสดงดังในภาพที่ 14



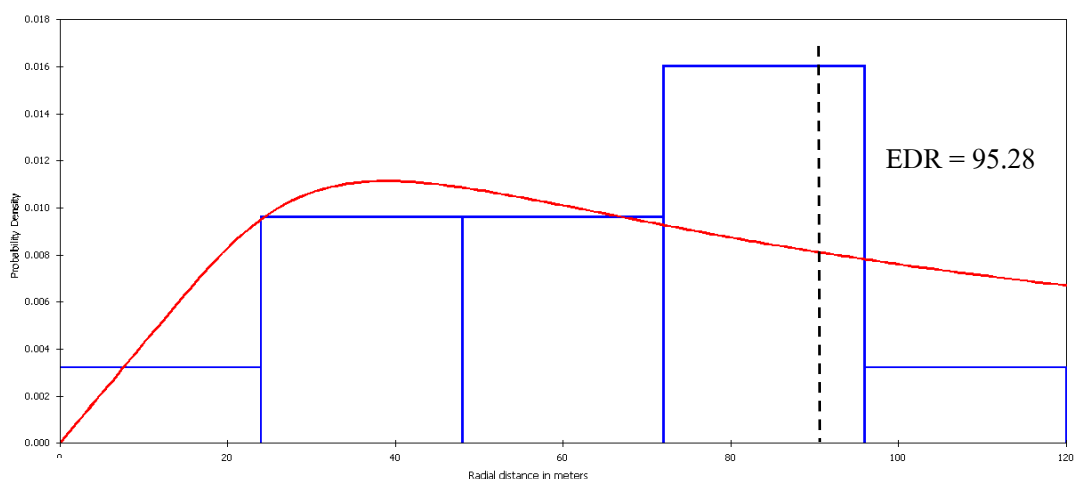
ภาพที่ 13 จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือกกรมช้างในแต่ละช่วงระยะทางจากจุดสำรวจ จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

ตารางที่ 13 การหาค่า Detection function ค่า Parameter สมการหลัก (Key function) และสมการปรับแก้ (Adjustment terms) จากการสำรวจนกเงือกกรมช้าง ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Hornbill species	Observation method	n	Right	Key function	Parameter	Estimate	$\pm$ SE	%CV	95 % CI (D)		%CV	GOF chi-
		10% right	truncation	+ Adjustment		value			(D)	(D)	p	
		truncation	(m)	terms		Lower						Upper
WH	S	62	120	HR + cosine	$\hat{h}(0)$	0.000	0.000	14.020	3.334	16.006	40.10	0.086
					$\hat{p}$	0.630	0.088	14.020				
					EDR	95.280	6.679	7.010				
	H	53	120	HN + cosine	$\hat{h}(0)$	0.000	0.000	30.940	1.368	10.211	53.31	0.000
					$\hat{p}$	0.537	0.166	30.940				
					EDR	87.904	13.597	15.470				



(A)



(B)

ภาพที่ 14 การหาค่า Detection function (A) และค่า Probability density (B) ของนกเงือกกรมช้าง จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง จากการตัดทอนข้อมูลด้านขวาที่ระยะ 120 ม. ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และ เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

ผลการหาค่า Detection function แยกตามลักษณะของข้อมูลพบว่า สมการที่ให้ค่าความหนาแน่นจากการพบเห็นตัวโดยตรงใช้สมการหลัก Hazard rate และใช้สมการ cosine ในการปรับแก้ สมการที่ให้ค่าความหนาแน่นจากการได้ยินเสียงร้องใช้สมการหลัก Half-normal และใช้

สมการ cosine ในการปรับแก้ (ตารางที่ 13) ขั้นตอนในการคัดเลือกสมการของนกเงือกกรมช้างมีดังต่อไปนี้

1. การพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (%CV) พบว่า สมการที่ได้จากการได้ยินเสียงร้องมีค่ามากกว่าการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง คือมีค่าเท่ากับ 53.31% และ 40.1% ตามลำดับ (ตารางที่ 13)

2. การพิจารณาช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% จากผลการศึกษาพบว่า สมการที่ให้ค่าความหนาแน่นของจำนวนประชากรนกเงือกกรมช้างที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แคบที่สุด คือการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง โดยมีค่าความหนาแน่นอยู่ในช่วง 3.334 ถึง 16.006 ตัว/ตร.กม. ในขณะที่ สมการที่ได้จากการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้องมีค่าเท่ากับ 1.388 ถึง 10.211 ตัว/ตร.กม. (ตารางที่ 13)

3. ค่า GOF Chi-p (Goodness-of-fit test χ^2) เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ร่วมกับค่าที่ได้จากการประเมินโดยดูจากค่า GOF Chi-p พบว่า สมการที่ได้จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงมีค่าสูงที่สุดคือ 0.086 ในขณะที่ สมการที่ได้จากข้อมูลการได้ยินเสียงร้องให้ค่า GOF Chi-p เท่ากับ 0 (ตารางที่ 13) แสดงว่า ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแบบการพบเห็นตัวโดยตรงมีความสัมพันธ์กับสมการที่ได้จากประเมินมากที่สุด

เมื่อพิจารณาค่าความชันความเป็นไปได้ของความหนาแน่นประชากรนกเงือกกรมช้างที่ได้จากการสำรวจทั้งสองรูปแบบ พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันคือ 0.0002 และ 0.0003 ตามลำดับ ซึ่งกราฟค่า Detection function และกราฟค่าความชันความเป็นไปได้ของความหนาแน่นประชากรไม่แตกต่างกันมากนัก ดังแสดงในภาพที่ 14 และภาพผนวกที่ 3 ในขณะเดียวกันค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของค่าความชันความเป็นไปได้ ของความหนาแน่นประชากรที่ได้จากข้อมูลที่พบเห็นตัวโดยตรงมีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากข้อมูลการได้ยินเสียงร้อง คือมีค่าเท่ากับ 14.02 % และ 30.94% ตามลำดับ ค่าที่ได้จากประเมินดังกล่าว ส่งผลให้ความถูกต้องของค่าความชันความเป็นไปได้ของความหนาแน่นประชากรจากสมการที่ได้จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงมีค่าสูงกว่าข้อมูลที่ได้จากการได้ยินเสียงร้อง

จากผลการศึกษาดังกล่าว สมการที่ให้ค่าความหนาแน่นประชากรนกเงือกกรมช้างที่ดีที่สุดคือสมการที่ได้จากข้อมูลการสำรวจแบบการพบเห็นตัวโดยตรง เนื่องจากเป็นสมการที่มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแปรปรวนที่ต่ำที่สุด มีช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% ของจำนวนประชากร และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมีความสัมพันธ์กับสมการที่ได้จากประเมินมากที่สุด

2.4. การประเมินความหนาแน่นของนกเงือก (D)

ผลการประเมินความหนาแน่นของฝูงนกเงือก จากข้อมูลการพบเห็นตัวโดยตรง สำหรับนกเงือกคอแดง นกเงือกกรามข้างและนกกก มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 2.574, 2.012 และ 2.387 ฝูง/ ตร.กม.ตามลำดับ ความหนาแน่นของฝูงนกเงือกจากข้อมูลการได้ยินเสียงร้อง มีค่าเท่ากับ 2.020, 1.675 และ 2.020 ฝูง/ ตร.กม. ค่าความหนาแน่นของนกเงือกที่ได้จากการพบเห็นตัวของ นกเงือกคอแดงเท่ากับ 3.654 ตัว/ ตร.กม. $\pm 1.011SE$ ความหนาแน่นของประชากรนกกก มีค่าเท่ากับ 5.28 ตัว/ ตร.กม. $\pm 1.188 SE$ และความหนาแน่นของประชากรนกเงือกกรามข้าง มีค่าเท่ากับ 7.30 ตัว/ ตร.กม. $\pm 2.929SE$ ดังแสดงในตารางที่ 14

ส่วนความหนาแน่นของประชากรนกเงือกที่ได้จากการได้ยินเสียงร้อง ของนกเงือกคอแดงมีค่าเท่ากับ 2.440 ตัว/ ตร.กม. $\pm 0.872SE$ นกกกมีค่าเท่ากับ 2.380 ตัว/ ตร.กม. $\pm 0.569SE$ นกเงือกกรามข้างมีค่าเท่ากับ 3.738 ตัว/ ตร.กม. $\pm 1.993SE$ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบ ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนจากความหนาแน่นของนกเงือกในข้อมูลทั้งสองแบบ (ตารางที่ 14) พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่ได้จากข้อมูลการได้ยินเสียงร้องมีค่ามากกว่า ข้อมูลจากการพบเห็นตัวโดยตรง ซึ่งสำหรับนกเงือกคอแดงมีค่าเท่ากับ 27.660% และ $CV=35.680\%$ ตามลำดับ และของนกเงือกกรามข้างมีค่าเท่ากับ 40.100% และ $CV=53.310\%$ ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้เห็นได้ชัดว่า ข้อมูลจากการพบเห็นตัวโดยตรงให้ค่าความหนาแน่นประชากรนกเงือกคอแดง และนกเงือกกรามข้างที่น่าเชื่อถือมากกว่าข้อมูลที่ได้จากการได้ยินเสียงร้อง ในขณะที่ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนในการประเมินค่าความหนาแน่นประชากรนกกก จากข้อมูลทั้งสองแบบ ไม่แตกต่างกันมากนัก ($CV=22.50\%$) จากการพบเห็นตัว และ $CV=23.90\%$ จากการได้ยินเสียงร้อง) ในขณะเดียวกัน เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสำรวจร่วมกับการประเมินจากโปรแกรมโดยดูจากค่า GOF Chi-p พบว่า สมการที่ได้จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงของนกกกมีค่ามากกว่า สมการที่ได้จากข้อมูลการได้ยินเสียงร้อง (ตารางที่ 11) แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง มีความสัมพันธ์กับค่าได้จากการประเมินมากกว่า ซึ่งเป็นผลให้ค่าความหนาแน่นของประชากรที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากกว่า (Buckland *et al.*, 2001; Thomas and Karanth, 2002)

ตารางที่ 14 ความหนาแน่นของฝูงนกเงือก (D_s) และค่าความหนาแน่นนกเงือก (D) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\pm SE$) ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) จำนวนประชากรที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (95% CI) ของนกเงือกช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) จากการสำรวจ 1080 จุด ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Hornbill species	Observation method	n	Ds	Density (Individuals/sq.km.)				
		10% right truncation		D	$\pm$ SE	%CV	95 % CI	
							Lower	Upper
RNH	S	31	2.574	3.654	1.011	27.660	2.119	6.301
	H	48	2.020	2.443	0.872	35.680	1.197	4.983
TBH	NA							
GH	S	71	2.387	5.280	1.188	22.500	3.386	8.230
	H	200	1.675	2.380	0.569	23.920	1.481	3.823
WH	S	62	2.012	7.305	2.929	40.100	3.333	16.006
	H	53	2.020	3.738	1.993	53.310	1.368	10.211

เสียงร้องของนกเงือกสามารถได้ยินไปไกลถึง 800 ม. ในพื้นที่ป่า (Ali and Riply, 1970) การสำรวจนกในพื้นที่ป่าดงดิบที่มีต้นไม้ขึ้นอย่างหนาแน่น มีหลายชั้นเรือนยอด การวัดระยะทางจากการได้ยินเสียงร้องของนกเงือกจึงทำได้ยาก อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้องจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการประมาณระยะทาง และตำแหน่งของนก อีกทั้งการได้ยินเสียงร้องยังไม่สามารถบ่งบอกจำนวนนกที่ส่งเสียงร้องได้อย่างชัดเจน เพราะอาจมีนกบางตัวที่ไม่ส่งเสียงร้อง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Buckland *et.al.* (2001) ที่กล่าวว่าผู้สำรวจไม่สามารถประมาณระยะทางจากการได้ยินเสียงร้องของนกได้อย่างถูกต้อง เมื่อได้ยินเสียงร้องอยู่ไกลออกไป และ Allderdge *et al.* (2007) ได้รายงานเพิ่มเติมอีกว่า การระบุตำแหน่งของนกจากการได้ยินเสียงร้องอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูง และความสามารถของผู้สำรวจในการประเมินระยะของนกจากการได้ยินเสียงร้องจะลดลงเมื่อเสียงนั้นมาจากจุดที่มีระยะทางมากกว่า 65 ม.

จากผลการสำรวจพบนกเงือกทั้ง 4 ชนิด แยกเป็นการสำรวจพบแบบได้ยินเสียงร้องมากที่สุดคือ 420 ครั้ง (69.08 %, $n = 608$ ครั้ง) และพบเห็นตัว 188 ครั้ง (30.02 %, $n = 608$ ครั้ง) ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาของ Gale and Thongaree (2006) ที่พบว่า ข้อมูลจากการสำรวจมาจากการได้ยินเสียงร้องถึง 75.7% ในขณะที่มีการพบเห็นตัวโดยตรงเพียง 18.6% เช่นเดียวกันกับการรายงานของ Simons *et al.* (2007) ที่กล่าวว่า ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนกในพื้นที่ป่ามาจากการได้ยินเสียงร้อง เช่น ป่าที่เป็น Sub-urban มีข้อมูลที่ได้จากการได้ยินเสียงร้องถึง 70% ในขณะที่การสำรวจในป่าที่มีเรือนยอดไม้หนาที่พบนกโดยการได้ยินเสียงร้องถึง 90% อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ความหนาแน่นประชากรนกแบบ Distance sampling หากใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้อง จะทำให้เกิดข้อจำกัดในการหาค่า Detection function ดังนั้น เพื่อให้ได้ค่าความหนาแน่นที่มีความถูกต้องน่าเชื่อถือมากที่สุด การประเมินความหนาแน่นครั้งนี้ จึงแยกวิเคราะห์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรงและข้อมูลที่ได้จากการได้ยินเสียงร้อง ซึ่งสอดคล้องกับคำแนะนำของ Simons *et al.* (2007) ที่ได้เสนอว่า การสำรวจแบบ Point transects นั้นการประเมินความหนาแน่นควรแยกข้อมูลที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรง กับ การได้ยินเสียงร้องออกจากกัน หากหลีกเลี่ยงการใช้ข้อมูลการได้ยินเสียงร้องไม่ได้ ก็ควรประเมินค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัดระยะทางด้วย

อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญคือ ข้อมูลที่นำมาประเมินความหนาแน่น ควรจะมาจากข้อมูล ที่พบเห็นตัวนกโดยตรง เพื่อให้ได้ระยะทางที่ถูกต้องและเป็นไปตามข้อกำหนดของการสำรวจแบบ Distance sampling (Bibby *et al.*, 1998; Bibby *et al.*, 2000; Buckland *et al.*, 2001)

3. เปรียบเทียบการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกในฤดูทำรังและนอกฤดูทำรัง

การเปรียบเทียบค่าความหนาแน่นประชากรนกเงือกในฤดูทำรัง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และ พ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) จากการสำรวจซ้ำฤดูละ 2 ครั้ง จำนวนจุดสำรวจทั้งหมดฤดูละ 360 จุด รวมจุดสำรวจทั้งหมด 720 จุด ผลการศึกษาพบนกเงือก 4 ชนิด คือ นกเงือกคอแดง นกเงือกสีน้ำตาล นกกก และ นกเงือก กรามข้าง

เมื่อเปรียบเทียบร้อยละการพบนกเงือกในสองฤดู พบว่า ร้อยละการพบนกนอกเงือกนอก ฤดูทำรังมีน้อยกว่าในฤดู สำหรับนกกก โดยในฤดูทำรังมีจำนวน 22 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 46.81 จาก จำนวนครั้งที่พบนกเงือกทั้งหมด 47 ครั้ง ในขณะที่นอกฤดูทำรังพบทั้งหมด 35 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 30.17 ($n = 116$) นกเงือกคอแดงในฤดูทำรังพบจำนวน 22 ครั้ง (46.81%, $n = 47$) นอกฤดูทำรังพบ 7 ครั้ง (6.03%, $n = 116$) นกเงือกสีน้ำตาลในฤดูทำรังพบ 2 ครั้ง (4.26%, $n = 47$) ส่วนนอกฤดูทำรัง พบ 3 ครั้ง (2.59%, $n = 116$) มีเพียงนกเงือกกรามข้างเท่านั้น ที่มีพบนอกฤดูทำรังมากกว่าคือพบ ทั้งหมด 71 ครั้ง (61.21%, $n = 116$) ในฤดูทำรัง คือพบเพียง 1 ครั้ง (2.13%, $n = 47$) ดังแสดงใน ตารางที่ 15

ตารางที่ 15 จำนวนครั้งที่พบนกเงือก (n) ในฤดูทำรัง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และ พ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Hornbill Species	Observed frequency (n)			
	Bs		NBs	
	S	H	S	H
RNH	22	67	7	83
TBH	2	8	3	6
GH	22	79	35	143
WH	1	7	71	104
Total	47	161	116	336

เนื่องจากผลการศึกษาในหัวข้อที่ 2 มีความชัดเจนแล้วว่า ควรใช้ข้อมูลการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงในการประเมินความหนาแน่น ดังนั้น การแสดงผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง ฤดูทำรังและนอกฤดูทำรัง จึงใช้เพียงข้อมูลที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรงเท่านั้น การเปรียบเทียบการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือก มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ขนาดของฝูงนกเงือก

จากการคำนวณขนาดฝูงนก (Cluster size) ได้ใช้ค่าเฉลี่ยขนาดฝูงนกได้จากการสำรวจพบ (Mean of observed cluster) ซึ่งนกเงือกที่ค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนกในฤดูทำรังมากที่สุด คือ นกเงือกสีน้ำตาล 3.3 ตัว/ฝูง มีค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV)=27.86% และมีค่าขนาดของฝูงที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เท่ากับ 1.77 ถึง 6.12 ตัว/ฝูง ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมากที่สุด และช่วงของความเชื่อมั่นกว้างที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับนกเงือกชนิดอื่น แสดงให้เห็นว่า ค่าขนาดฝูงนกเงือกสีน้ำตาลมีความแปรปรวนสูง เนื่องมาจากการศึกษาครั้งนี้พบนกเงือกสีน้ำตาลอาศัยรวมกันเป็นฝูงตั้งแต่ 3 ถึง 10 ตัว และข้อมูลที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรงนั้นมีค่าน้อยที่สุด (2 ครั้ง) จึงทำให้ค่าที่ได้มีความแปรปรวนมากที่สุด ส่วนนกเงือกคอดแดงและนกกกมีค่าเฉลี่ยขนาดฝูงนกใกล้เคียงกันคือ 1.318 (CV=7.71%) และ

1.156 (CV=8.98%) ตัว/ฝูง ตามลำดับ ส่วนนกเงือกกรมช้างในฤดูทำรังมีค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนกเท่ากับ 1 ตัว/ฝูง ซึ่งค่าที่ได้จากการประเมินขนาดของฝูงนกไม่มีความน่าเชื่อถือมากนัก เนื่องจากเป็นข้อมูลพบเห็นตัวโดยตรงเพียง 1 ครั้ง จำนวนครั้งที่พบนกเงือก ค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนก ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\pm SE$) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (%CV) และช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% (95% CI) ในฤดูทำรังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนกเงือก ($\hat{E}(s)$) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\pm SE$) ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% จากการสำรวจในฤดูทำรัง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และพ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Season	Hornbill species	<i>n</i> 10% right truncation	Estimate value				
			$\hat{E}(s)$	$\pm SE$	%CV	95% CI	
						Lower	Upper
Bs	RNH	22	1.318	0.102	7.710	1.123	1.547
	TBH	2	3.300	0.920	27.860	1.778	6.126
	GH	22	1.156	0.104	8.980	1.000	1.393
	WH	1	1.000	-	-	-	-
NBs	RNH	7	0.950	0.099	10.410	1.000	1.241
	TBH	3	5.111	1.060	20.740	3.184	8.204
	GH	35	2.200	0.609	27.690	1.266	3.822
	WH	63	5.127	0.934	18.210	3.573	7.357

จากผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนกในช่วงนอกฤดูทำรัง (ตารางที่ 16) ในการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงของนกเงือกสีน้ำตาล มีค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงมากที่สุด เท่ากับ 8.333 ตัว/ฝูง จากการสำรวจสามารถพบนกเงือกสีน้ำตาลอาศัยอยู่รวมกันเป็นฝูง 3 – 10 ตัว แต่ข้อมูลที่ได้จากการประเมินยังมีความแปรปรวนของข้อมูลสูง (CV = 53.85%, 95% CI = 3.386 – 20.51.2) เนื่องจากจำนวนครั้งที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรงเพียง 3 ครั้ง ส่วนนกกกมีค่าเฉลี่ยขนาด

ของฝูงเท่ากับ 2.2 ตัว/ฝูง ($CV = 27.69\%$, $95\% CI = 1.266 - 3.822$) ผลจากการศึกษา พบนกนก อาศัยรวมกันเป็นฝูงไม่ใหญ่มากนัก โดยพบมากที่สุด 22 ตัว ในขณะที่นกเงือกกรามข้างพบมาก ในช่วงนอกฤดูทำรัง โดยอาศัยอยู่ด้วยกันเป็นฝูงขนาดใหญ่กว่านกก็คือ มีค่าเฉลี่ยขนาดของฝูง เท่ากับ 5.127 ตัว/ฝูง ($CV = 18.21\%$, $95\% CI = 3.573 - 7.357$) ผลจากการศึกษาพบ นกเงือก กรามข้างอาศัยรวมกันเป็นฝูงโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในช่วงรวมฝูง คือตั้งแต่ช่วงเดือน กรกฎาคม ไป จนถึงเดือนกันยายน พบมากที่สุดจำนวน 50 ตัว ซึ่งสามารถพบได้ในจุดรวมฝูง ในพื้นที่หน่วย พิทักษ์ป่าไซเบอร์จำนวน 100 – 300 ตัว ในขณะที่นกเงือกคอกแดง มีค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงน้อยที่สุด คือ 0.950 ตัว/ฝูง ($CV = 10.41\%$, $95\% CI = 1.000 - 1.241$) ผลจากค่าเฉลี่ยของฝูงนกเงือกคอกแดงที่ ดำแสดงให้เห็นว่า จากการสำรวจพบนกเงือกคอกแดงอยู่ตัวเดียว (68.18% จากข้อมูลการพบเห็นตัว ทั้งหมด) และเป็นคู่ (31.82% จากข้อมูลการพบเห็นตัวทั้งหมด) มากกว่าอาศัยอยู่รวมกันเป็นฝูง เช่นเดียวกับการรายงานของ Kinard *et al.* (1996) ที่พบว่า เมื่อค่าเฉลี่ยของฝูงนกเงือก Sulawesi Red-Knobbed มีค่าต่ำ (1-3 ตัว/ฝูง) แสดงให้เห็นว่า นกเงือกมักอยู่อาศัยเป็นครอบครัวมากกว่าการ อยู่รวมกันเป็นฝูง ซึ่งผลจากการศึกษาในครั้งนี้อาศัยเป็นฝูงใหญ่ 1-4 ตัว ต่อฝูงเท่านั้น ตรงกับ การศึกษาของ จุฑามาศ และคณะ (2550) ที่พบว่า ในช่วงตลอดปีนกเงือกคอกแดงมักอาศัยเป็น ครอบครัว (พ่อ แม่ ลูก) มากกว่าการอาศัยรวมกันเป็นฝูงใหญ่

3.2 อัตราการพบนก

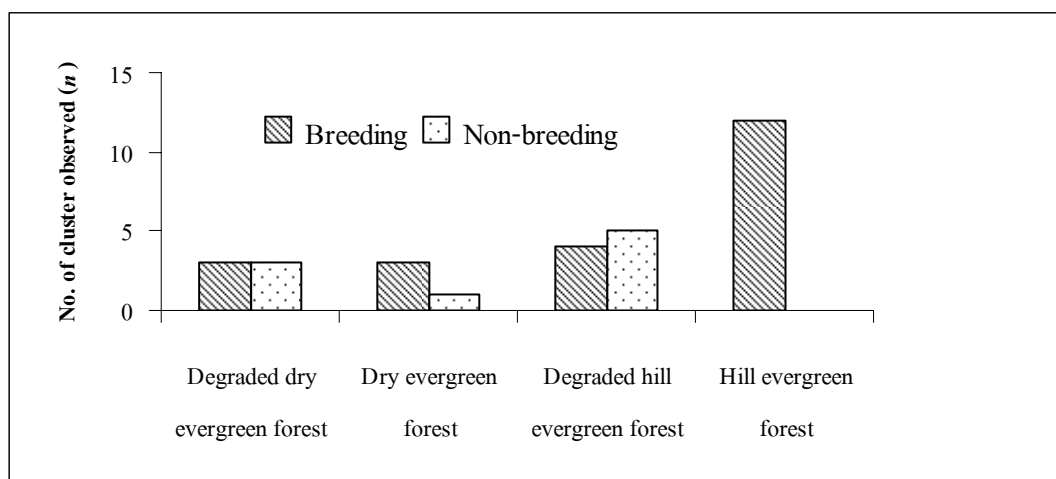
การประเมินอัตราการพบนกในฤดูทำรังที่ได้จากข้อมูลการสำรวจแบบพบเห็นตัว โดยตรง พบว่า นกนก และนกเงือกคอกแดงมีอัตราการพบนกเท่ากัน คือ 0.061 ส่วนนกเงือกสี น้ำตาล และนกเงือกกรามข้างมีอัตราการพบนกเท่ากับ 0.022 และ 0.019 ตามลำดับ (ตารางที่ 17) ซึ่ง ค่าที่ได้จากการประเมินนี้ มีค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของนกเงือกทั้งสองชนิดสูง ถึง 100% เนื่องจาก ข้อมูลการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงในนกเงือกสีน้ำตาลพบเพียง 2 ครั้ง นกเงือกกรามข้างพบเพียง 1 ครั้ง โดยในการศึกษานี้ พบนกเงือกกรามข้างมากในช่วงนอกฤดู ผสมพันธุ์ อีกทั้งในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ยังไม่เคยมีรายงานการพบรังของนกเงือก ชนิดนี้เลย (โครงการนกเงือก, ม.ป.ป) จึงเป็นไปได้ที่นกเงือกกรามข้างจะอพยพมาในพื้นที่ศึกษา เฉพาะช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์เพื่อหาอาหาร จึงควรมีการศึกษาด้วยวิธีอื่นเพื่อให้ทราบถึงชีววิทยาของ นกเงือกชนิดนี้ให้ละเอียดยิ่งขึ้น

ตารางที่ 17 ค่าอัตราการพบนกเงือก (n / K) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ($\pm SE$) ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (%CV) ช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% (95% CI) จากการสำรวจในฤดูทำรัง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และพ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

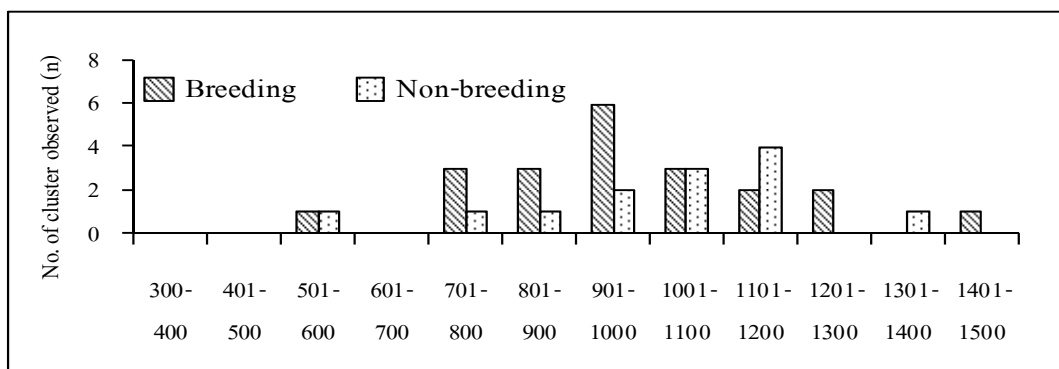
Season	Hornbill species	n	Estimate value				
			n / K	$\pm SE$	%CV	95% CI	
		10% right truncation				Lower	Upper
Bs	RNH	22	0.061	0.025	40.510	0.024	0.154
	TBH	2	0.006	0.006	100.000	0.001	0.040
	GH	22	0.061	0.014	23.560	0.035	0.106
	WH	1	0.003	0.003	100.000	0.000	0.020
NBs	RNH	7	0.013	0.006	44.560	0.005	0.033
	TBH	3	0.006	0.004	71.770	0.001	0.023
	GH	35	0.065	0.014	22.110	0.040	0.105
	WH	63	0.117	0.030	26.020	0.066	0.205

จากตารางที่ 17 ในช่วงนอกฤดูทำรังนกเงือกที่มีอัตราการพบเห็นตัวโดยตรงมากที่สุดคือ นกเงือกกรามช้าง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.117 ซึ่งมีค่าสูงกว่า อัตราการพบในฤดูทำรัง ส่วนนกเงือกสีน้ำตาลพบค่อนข้างต่ำคือ 0.006 จากการศึกษาค้นพบ นกเงือกสีน้ำตาลโดยตรงเพียง 3 ครั้งเท่านั้น โดยเป็นการสำรวจพบในเส้นสำรวจที่ 3 ในพื้นที่หน่วยพิทักษ์ป่าวังไผ่ เนื่องจากนกเงือกสีน้ำตาลเป็นนกที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ป่าที่หลากหลาย เช่น ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง (ณรงค์ และพงษ์สรร, 2545) ในขณะที่การสำรวจครั้งนี้ ทำการสำรวจเฉพาะในพื้นที่ป่าดิบจึงไม่ได้ครอบคลุมพื้นที่อาศัยทั้งหมด อัตราการพบนกเงือกสีน้ำตาลจึงต่ำกว่านกเงือกชนิดอื่น เช่น นกเงือกที่มีอัตราการพบเท่ากับ 0.065 ซึ่งถือว่าค่อนข้างสม่ำเสมอเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการพบนกในฤดูทำรัง อาจเป็นผลมาจากช่วงเวลาของการสำรวจทั้ง 2 ฤดูกาล โดยเฉพาะในฤดูทำรังเป็นการสำรวจในต้นของฤดู (เดือนกุมภาพันธ์) และนอกฤดูทำรังเป็นช่วงต้นและปลายฤดู (ตารางที่ 2)

ในขณะที่นกเงือกคอแดง มีอัตราการพบนกในช่วงนอกฤดูทำรังเท่ากับ 0.013 ซึ่งลดลงจากช่วงฤดูทำรัง Kemp (1995) ได้กล่าวว่า นกเงือกคอแดงมีการกระจายตัวที่เฉพาะเจาะจงกับพื้นที่อาศัยที่เป็นป่าดิบแล้งและป่าดงดิบเขาที่ระดับความสูง 800 -2000 ม. จากระดับน้ำทะเลปานกลาง อีกทั้ง Chimchome *et al.* (1998) ยังได้รายงานว่ นกเงือกคอแดงในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ทำรังอยู่ที่ระดับความสูง 1,013 -1,300 ม. ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่า ในช่วงฤดูทำรังพบนกเงือกรวมตัวอยู่ในพื้นที่ป่าดิบดงเขามากกว่าพื้นที่ป่าอื่นๆ คิดเป็น 54.54 เปอร์เซ็นต์ของการสำรวจพบนกเงือกคอแดงทั้งหมด (ภาพที่ 15) และในขณะที่ช่วงนอกฤดูทำรัง นกเงือกคอแดงมีการกระจายตัวอยู่ในพื้นที่ป่าดิบแล้ง และป่าดงดิบเขาที่พื้นที่ตัวมากกว่า และไม่มีการกระจายตัวขึ้นมายังป่าดงดิบเขาในระดับสูงเลย ซึ่งเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการสำรวจพบนกเงือกคอแดง และความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (ภาพที่ 16) พบว่า ในช่วงฤดูทำรังนกเงือกคอแดงมีการกระจายตัวอยู่ที่ระดับความสูง 700 -1,300 ม. มากกว่าช่วงนอกฤดูทำรัง จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้การศึกษานี้ มีอัตราการพบนกเงือกคอแดงในช่วงฤดูทำรังมากกว่านอกฤดูทำรัง ทั้งนี้ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และชนิดของสังคมพืชในแต่ละเส้นสำรวจที่ 1 - 4 แสดงในตารางผนวกที่ 1 - 4



ภาพที่ 15 การสำรวจพบนกเงือกคอแดงในแต่ละสังคมพืช ในฤดูทำรัง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และพ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง



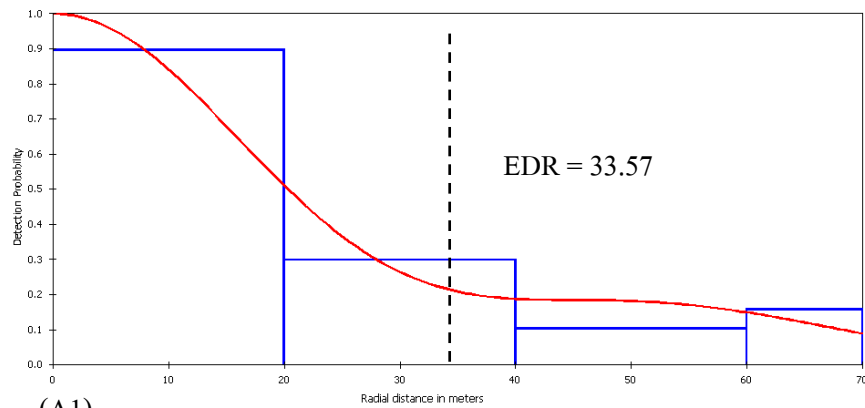
ภาพที่ 16 การสำรวจพบนกเงือกคอแดง ในแต่ละชั้นความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ในฤดูทำรัง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และพ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

3.3 การหาค่า Detection function ในการประเมินความหนาแน่นของประชากรนกเงือกที่เหมาะสม

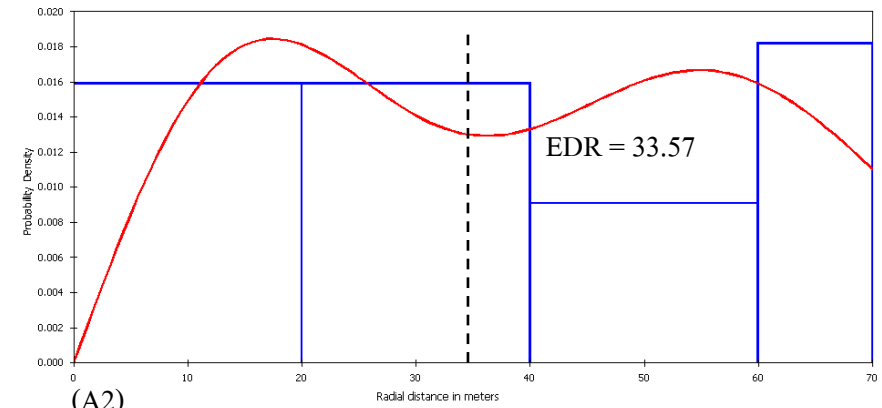
เนื่องจากนกเงือกอีก 3 ชนิด มีปริมาณจำนวนครั้งการสำรวจไม่เพียงพอ ทำให้สามารถวิเคราะห์ความแตกต่างจากการประเมินความหนาแน่น เฉพาะนกเงือกในฤดูทำรังและนอกฤดูทำรังเท่านั้น โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจซ้ำฤดูละ 2 ครั้ง จำนวนจุดสำรวจในแต่ละฤดู 360 จุด (ตารางที่ 15) โดยตัดข้อมูลที่ห่างจากจุดสำรวจด้านขวาออกบางส่วน (Right truncation) ที่ระยะทาง 100 ม. จำนวนข้อมูลที่เหลือหลังจากตัดข้อมูลออก และผลการคำนวณสำหรับ Parameter ที่ใช้ในการตัดสินใจเลือก Model และใช้ในการประเมินความหนาแน่นของประชากรนกเงือก แสดงในตารางที่ 18 การเลือกสมการ Detection function กราฟแสดง Detection function และ Probability density function จากข้อมูลการพบเห็นตัวนกเงือกโดยตรงในฤดูทำรังดังแสดงในภาพที่ 17(A1 - A2) กราฟแสดง Detection function และ Probability density function จากข้อมูลการพบเห็นตัวนกเงือกโดยตรงนอกฤดูทำรัง ดังแสดงในภาพที่ 17(B1 - B2)

ตารางที่ 18 การหาค่า Detection function ของนกกีก ค่า Parameter สมการหลัก (Key function) และสมการปรับแก้ (Adjustment terms) โดยตัดทอนข้อมูล ด้านขวาวออกบางส่วนที่ระยะ 100 ม. จากการสำรวจในฤดูทำรัง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และพ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

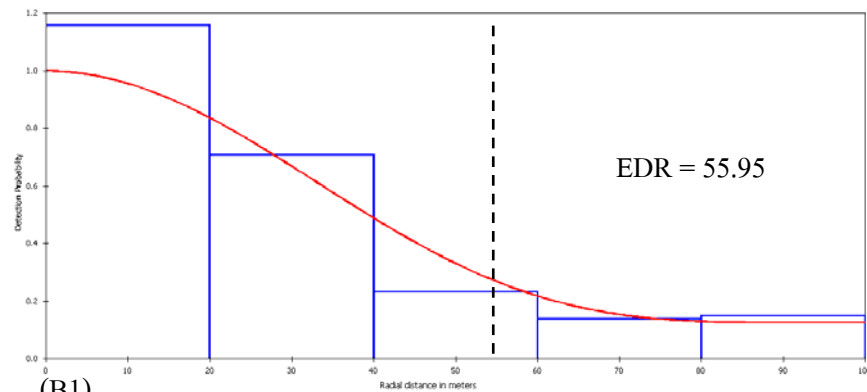
Season	<i>n</i>	Right truncation (m)	Key function + Adjustment terms	Parameter	Estimate value	±SE	%CV	95% CI (D)		%CV (D)	GOF chi- p
	10% right truncation							Lower	Upper		
Bs	22	100	HN + cosine	$\hat{h}(0)$	0.002	0.001	40.340	7.917	50.221	47.57	0.173
				$\hat{p}$	0.230	0.093	40.340				
				EDR	33.577	6.772	20.170				
NBs	35	100	UN + cosine	$\hat{h}(0)$	0.001	0.000	24.390	7.390	38.255	43.02	0.470
				$\hat{p}$	0.270	0.066	24.390				
				EDR	51.957	6.336	12.200				



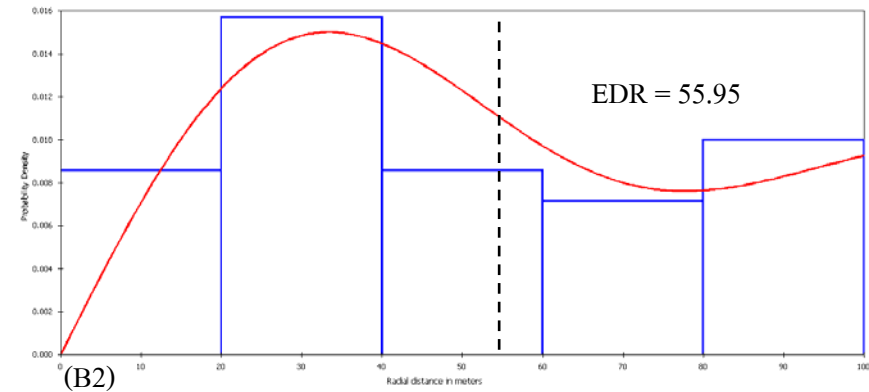
(A1)



(A2)



(B1)



(B2)

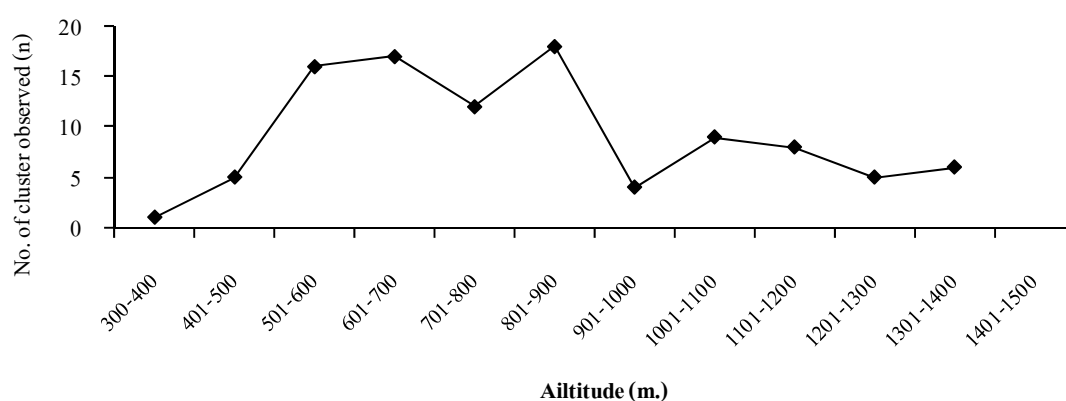
ภาพที่ 17 การกำหนดค่า Detection function (1) และ Probability density function (2) ของนกกกในฤดูทำรัง (A1), (A2) (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และ พ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (B1), (B2) (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) โดยตัดข้อมูลด้านขวากบางส่วนที่ ระยะทาง 100 ม.

เมื่อเปรียบเทียบผลการหาค่า Detection function ร่วมกับข้อมูลการสำรวจ (Fitting detection function) ของนกกกในฤดูทำรังและนอกฤดูทำรัง (ตารางที่ 18 และ ภาพที่ 17) พบว่า การหาค่า Detection function ของนกกกในฤดูทำรังใช้สมการหลัก Half-normal และสมการปรับแก้ cosine โดยตัดทอนข้อมูลที่พบนกในระยะทางไกลจากผู้สำรวจออกบางส่วนที่ระยะ 100 ม. ซึ่งเป็นระยะที่ข้อมูลที่ถูกตัดออกไปไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ของข้อมูลทั้งหมด อีกทั้งสามารถปรับแก้เส้นความโค้งของ Detection function และ Probability density function ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ Distance sampling ได้ดียิ่งขึ้น ในขณะที่นอกฤดูทำรังใช้สมการหลัก Uniform และใช้สมการปรับแก้ cosine มีการตัดข้อมูลด้านขวาออกบางส่วนที่ระยะ 100 ม. ค่าความลาดชัน ($\hat{h}(0)$) ความเป็นไปได้ของความหนาแน่นประชากรนก (Probability density) ในฤดูทำรังมีค่าเท่ากับ 0.018 ซึ่งมีค่ามากกว่า การพบนกช่วงนอกฤดูทำรัง (0.007) ความแปรปรวนของค่าความลาดชัน ในฤดูทำรังยังมีมากกว่า นอกฤดูทำรัง โดยสังเกตจากค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (ในฤดูทำรัง %CV = 40.34 นอกฤดูทำรัง %CV = 24.39 ตามลำดับ) จากผลการศึกษาดังกล่าวแสดงว่า เส้นกราฟค่าโอกาสการสำรวจพบนกนอกฤดูทำรัง มีความลาดชันมากกว่า (Thomas and Karanth, 2002) ความเป็นไปได้ของความหนาแน่นประชากรของประชากรนกในฤดูทำรัง มีค่าสูงสุดที่ระยะ 0 - 30 ม. มีค่าที่ระยะรัศมี Effective detection radius (EDR) 33.57 ม. แต่กลับเพิ่มขึ้นอีกครั้งที่ระยะ 50 -60 ม. การเพิ่มขึ้นและลดลงในลักษณะเช่นนี้ ถือว่าเป็นสมการที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดหลักของ Distance sampling

เมื่อพิจารณาค่า GOF ของการกำหนด Detection function ของนกนอกฤดูทำรัง (0.470) ยังมีค่ามากกว่านกในฤดูทำรัง (0.173) แสดงว่า ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจนอกฤดูทำรังมีความสัมพันธ์กับ สมการที่ใช้ในการประเมินความหนาแน่นของประชากรดีกว่าข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในฤดูทำรัง เมื่อเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนของสมการจากการศึกษาทั้งสองฤดูกาลพบว่า นกนอกฤดูทำรัง (CV = 43.02%) มีค่าน้อยกว่านกในฤดูทำรัง (CV = 47.57%)

เมื่อพิจารณาค่าอัตราการพบนก (ภาพที่ 17) และค่าโอกาสในการสำรวจพบ (Detection probability: $\hat{p}$) (ตารางที่ 18) ทั้งสองฤดู พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน คือ ในฤดูทำรังมีค่าเท่ากับ 0.231 นอกฤดูทำรังมีค่า เท่ากับ 0.270 ทั้งนี้เป็นเพราะ ผลการศึกษานี้สามารถพบนกกระจายอยู่ในทุกสังคมพืชที่ทำการสำรวจ คือ สามารถพบได้ตั้งแต่ป่าดิบแล้ง ไปจนถึงป่าดงดิบเขา

อีกทั้งยังพบได้ตั้งแต่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 389 – 1,390 ม. แต่จะพบกระจายตัวมากที่สุดในระดับความสูง 600 – 900 ม. และลดลงที่ระดับความสูง 1,400 ม. (ภาพที่ 18) ซึ่งถือว่า อัตราการพบค่อนข้างสม่ำเสมอ กระจายอยู่ในทุกชั้นความสูง (จุดสำรวจอยู่ในชั้นความสูง 350 -1,500 ม. จากระดับน้ำทะเลปานกลาง) (ตารางผนวกที่ 1-4) เนื่องจากนกตกเป็นนกที่มีพื้นที่อาศัยที่หลากหลาย โดยพบกระจายตั้งแต่ป่าเบญจพรรณ ไปจนถึงป่าดงดิบ และจากพื้นราบจนถึงระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,500 ม. (Lekagul and Round, 1991) จึงทำให้สามารถพบนกตกอย่างสม่ำเสมอทั้งปี ในพื้นที่ป่าดงดิบของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง



ภาพที่ 18 การสำรวจพบนกตกในชั้นความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ในฤดูทำรัง (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และพ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

3.4. ประเมินหาความหนาแน่นของนกตก (D) ในฤดูทำรังและนอกฤดูทำรัง

ความหนาแน่นของฝูงนกตกในฤดูทำรังจากข้อมูลการพบเห็นตัวโดยตรงมีค่าเท่ากับ 17.253 ฝูง/ ตร.กม ความหนาแน่นของฝูงนกตกนอกฤดูทำรัง มีค่าเท่ากับ 7.643 ฝูง/ ตร.กม ผลจากการประเมินความหนาแน่นของนกตกต่อหน่วยพื้นที่ ในการสำรวจทั้งสองฤดูกาล จากข้อมูลการพบเห็นตัวโดยตรง ในฤดูทำรังมีค่าเท่ากับ 19.940 ($SE = \pm 9.848$) ตัว/ ตร.กม. ในช่วงนอกฤดูทำรังมีค่าเท่ากับ 16.814 ($SE = \pm 7.231$) ตัว/ ตร.กม. ดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ความหนาแน่นของนกกนกการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง ในฤดูทำรัง (เดือน
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และพ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547
และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Season	Observation method	<i>n</i>		Density (Individual/sq.km)				
		10% right truncation	<i>D_S</i>	<i>D</i>	±SE	%CV	95% CI	
							Lower	Upper
BS	S	22	17.253	19.940	9.485	47.570	7.917	50.221
NBs	S	35	7.643	16.814	7.233	43.020	7.390	38.255

จากการพิจารณา ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนในการประเมินความ
หนาแน่นของนกกนกในฤดูทำรัง พบว่ามีค่าสูงกว่าในการประเมินความหนาแน่นของนกกนกนอกฤดู
ทำรัง (ตารางที่ 19) เพียง 4.55% และเมื่อพิจารณาความหนาแน่นของประชากรที่ระดับความเชื่อมั่น
95% พบว่าในฤดูทำรัง มีค่าตั้งแต่ 7.917 ถึง 50.221 ตัว/ ตร.กม. ในขณะที่นอกฤดูทำรัง มีค่าตั้งแต่
7.390 ถึง 38.255 ตัว/ ตร.กม. ซึ่งมีช่วงของค่าความหนาแน่นน้อยกว่า ความหนาแน่นของนกกนกใน
ฤดูทำรัง แสดงให้เห็นว่า การประเมินความหนาแน่นของนกกนกในฤดูทำรัง และนอกฤดูทำรังมี
ความแปรปรวนของข้อมูลไม่แตกต่างกันมากนัก

โดยส่วนใหญ่แล้ว ในช่วงฤดูทำรังพบนกเงือกอยู่อาศัยด้วยกันเป็นคู่ นกเงือกเพศผู้และ
เพศเมียจะมีพฤติกรรมเกี่ยวพาราสีกันโดย นกเพศผู้จะบินไปหาโพรงรังและนกเพศเมียบินตามไป
ด้วย และมีการส่งเสียงร้องโต้ตอบกันไปมา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ช่วงก่อนที่นกเพศเมียจะเข้าโพรงรัง
เพื่อเป็นการยืนยันคู่ของตนเอง และในช่วงที่นกเงือกเพศเมียออกจากโพรงรังและลูกนกออกจาก
โพรงรัง จะส่งเสียงร้องถี่มากขึ้นอีกครั้ง (ศิริวรรณ, 2543) อีกทั้งพฤติกรรมการทำรังวางไข่ของนก
เงือกนั้นเพศเมียจะปิดตัวเองและลูกไว้ในโพรงรัง (ณรงค์ และ พงษ์สรร, 2545) ดังนั้นการสำรวจ
ประชากรนกเงือกในช่วงฤดูผสมพันธุ์ ทำให้มีโอกาสพลาดการสำรวจนกเพศเมีย และลูกที่ยังอยู่ใน
โพรงรัง มีผลต่อค่าความหนาแน่นที่ได้นั้นไม่ใช่ค่าประชากรทั้งหมด (Raman and Mudappa, 2003)
ด้วยสาเหตุนี้ ทำให้การประเมินความหนาแน่นต่ำกว่าความเป็นจริงมากถึง 20-50% (Marsden and
Pilgrim, 2003) อย่างไรก็ตามค่าอัตราการพบ (ตารางที่ 17) และค่าโอกาสในการสำรวจพบ

(Detection probability: $\hat{p}$) (ตารางที่ 18) ของนกกที่ไดจากการศึกษาในครั้งนี้ไมแตกต่างกันจึงไมสามารถสรุปไดวา คาคความหนาแน่นที่ไดจากการสำรวจระหว่างฤดูแตกต่างกันหรือไม่ เนื่องจากการสำรวจครั้งนี้มีจำนวนครั้งที่สำรวจพบนกน้อยเกินไป ($n = 22, 35$) จึงควรมีการสำรวจเพิ่มเติมเพื่อให้ไดข้อมูลที่ถูกตองต่อไป

4. เปรียบเทียบการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกจากการวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนก ด้วยเครื่องวัดระยะทาง (Range finder) และการประเมินระยะทางแบบช่วง (Interval) จากการคาดคะเนด้วยสายตา

การศึกษาเปรียบเทียบการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกจากการวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนก ด้วยเครื่องวัดระยะทาง และการประเมินระยะทางแบบช่วงไดใชข้อมูล 2 ช่วงของการสำรวจคือ นอกฤดูทำรังช่วงที่ 1 (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548) โดยการศึกษาในช่วงนี้ไดทำการประเมินระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกเงือกด้วยการประเมินแบบช่วงระยะทาง (Interval distance) และนอกฤดูทำรังช่วงที่ 2 (เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ซึ่งเป็นช่วงที่ไดมีการวัดระยะทางที่แน่นอน (Exact distance) โดยใชเครื่องวัดระยะทาง (Range finder)

เนื่องจากการสำรวจทั้งสองช่วงนั้น มีเพียงนกกที่มีปริมาณจำนวนครั้งการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงเพียงพอในการประเมินค่าความหนาแน่น ซึ่งจำนวนครั้งการสำรวจพบนกกที่ใชในการเปรียบเทียบ มีค่าเท่ากับ 35 และ 36 ครั้ง ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนกกที่ไดจากการประเมินระยะทางทั้ง 2 รูปแบบ แสดงดังในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนกตก ($\hat{E}(s)$) แบบพบเห็นตัวโดยตรง ที่ได้จากการวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกด้วยเครื่องวัดระยะทาง (Range finder) และการประเมินระยะทางแบบช่วง (Interval) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Distance	n	Right	$\hat{E} \text{ (s)}$	Estimate value			
measurement	10% right	truncation		$\pm$ SE	%CV	95% CI	
method	truncation	(m)				Lower	Upper
Exact	32	123	2.250	0.324	14.390	1.680	3.013
Interval	35	90	2.200	0.609	27.690	1.266	3.822

จากตารางที่ 20 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนกพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการวัดระยะทางทั้ง 2 วิธี กล่าวคือ ค่าเฉลี่ยขนาดฝูงนกตก ที่ได้จากการวัดระยะทางด้วยเครื่องวัด มีค่าเท่ากับ 2.250 ตัว /ฝูง และค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนก ที่ได้จากการประเมินระยะทางแบบช่วงเท่ากับ 2.200 ตัว/ฝูง ในขณะที่ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่ได้จากทั้งสองวิธีแตกต่างกัน กล่าวคือ ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่ได้จากการใช้เครื่องวัดระยะทาง มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการประเมินแบบช่วงระยะทาง จึงสามารถอธิบายได้ว่า ค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนกที่ได้จากการประเมินระยะทางแบบช่วงมีความแปรปรวนสูงกว่า การวัดระยะทางด้วยเครื่องวัดระยะทาง

เมื่อพิจารณาค่าอัตราการพบนก (ตารางที่ 21) จากการประเมินระยะทางแบบช่วงมีค่ามากกว่า (0.097) ค่าอัตราการพบนกจากการใช้เครื่องวัดระยะทาง (0.044) ในขณะที่ค่าโอกาสการพบนก (ตารางที่ 22) จากการวัดระยะทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน คือ การประเมินระยะทางแบบช่วงมีค่าเท่ากับ 0.325 การใช้เครื่องวัดระยะทางมีค่าเท่ากับ 0.306 เมื่อทำการตัดทอนข้อมูลที่อยู่ห่างจากจุดสำรวจด้านขวาออก 10% พบว่า การใช้เครื่องวัดระยะทางมีระยะหลังจากการตัดทอนแล้วที่ระยะ 123 ม. ในขณะที่การประเมินระยะทางแบบช่วงมีระยะทาง 90 ม. (ตารางที่ 22) ซึ่งผลจากการกำหนดค่า Detection function เมื่อพิจารณาค่า GOF chi -p แล้วพบว่า ข้อมูลที่ได้จากการใช้เครื่องวัดระยะทาง (GOF chi -p = 0.190) มีความสัมพันธ์กับค่าที่ได้จากการประเมินมากกว่าการประเมินระยะทางแบบช่วง (GOF chi -p = 0.003)

ตารางที่ 21 อัตราการพบนกตก (n/K) แบบพบเห็นตัวโดยตรง ที่ได้จากการวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกด้วยเครื่องวัดระยะทาง (Range finder) และการประเมินระยะทางแบบช่วง (Interval) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Distance measurement method	n	Right truncation (m)	n / K	Estimate value			
	10% right truncation			$\pm$ SE	%CV	95% CI	
						Lower	Upper
Exact	32	123	0.044	0.010	22.820	0.027	0.072
Interval	35	90	0.097	0.017	17.780	0.064	0.148

ตารางที่ 22 การหาค่า Detection function ค่า Parameter สมการหลัก (Key function) และสมการปรับแก้ (Adjustment terms) ที่ได้จากการวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกด้วยเครื่องวัดระยะทาง (Range finder) และการประเมินระยะทางแบบช่วง (Interval) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Distance measurement method	n	Right truncation (m)	Key function + Adjustment terms	Parameter	Estimate value	$\pm$ SE	%CV	95% CI (D)		%CV (D)	GOF chi- p
	10% right truncation							Lower	Upper		
Exact	32	123	UN + cosine	$\hat{h}(0)$	0.000	0.000	8.270	3.683	11.368	28.220	0.190
				$\hat{p}$	0.325	0.027	8.270				
				EDR	70.140	2.900	4.130				
Interval	35	90	UN + cosine	$\hat{h}(0)$	0.001	0.000	29.070	6.382	24.438	43.910	0.003
				$\hat{p}$	0.306	0.089	29.070				
				EDR	49.779	7.237	14.540				

ตารางที่ 23 ความหนาแน่นของนกตก ที่ได้จากการวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกด้วยเครื่องวัดระยะทาง (Range finder) และการประเมินระยะทางแบบช่วง (Interval) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Distance measurement method	n	D_s	Density (Individuals/sq.km.)				
	10% right truncation		D	$\pm$ SE	%CV	95 % CI	
						Lower	Upper
Exact	32	2.876	6.470	1.826	28.220	3.683	11.368
Interval	35	12.489	27.476	12.065	43.910	11.891	63.484

จากตารางที่ 23 ค่าความหนาแน่นของนกตกที่ได้จากการใช้เครื่องวัดระยะทางมีค่าความหนาแน่นประชากรที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ที่แคบกว่าการประเมินระยะทางแบบช่วง และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานยังมีค่าต่ำกว่าอีกเช่นกัน (± 1.826 SE, ± 12.065 SE ตามลำดับ) ซึ่งผลการศึกษานี้ให้เห็นว่า ค่าความหนาแน่นประชากรที่ประเมินได้จากการใช้เครื่องวัดระยะทางมีความแปรปรวนน้อยกว่า การประเมินระยะทางแบบช่วง

เนื่องจากหนึ่งในข้อกำหนดหลักที่สำคัญประการหนึ่งของการสำรวจด้วยวิธี Distance sampling คือ การวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกจะต้องมีความถูกต้อง เนื่องจากความถูกต้องของการวัดระยะทางคือความถูกต้องของการประเมินความหนาแน่นของประชากรนก (Scott *et al.*, 1981) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ กล่าวคือ ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่มาจากการใช้เครื่องวัดระยะทางมีค่าน้อยกว่า ($CV = 28.220\%$) ซึ่งระยะทางที่มาจากการวัดโดยใช้เครื่องวัดระยะทางมีความถูกต้องกว่าการประเมินระยะทางแบบช่วง ($CV = 43.910\%$)

เมื่อการระบุตำแหน่งของนก หรือความถูกต้องในการวัดระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกเป็นไปได้ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ข้อมูลที่มาจากการสำรวจนกในพื้นที่ป่าดงดิบ ซึ่งมีความยากในการพบเห็นตัวโดยตรง มีรายงานว่า ข้อมูลที่มาจากการสำรวจในป่า Woodland มากกว่า 90% มาจากการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้อง (Reynolds *et al.*, 1980) ดังนั้น ตำแหน่งของนกจึงมาจากการ

ประมาณมากกว่าการวัดระยะทางที่ถูกต้อง ค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการประมาณระยะทางนี้เป็นสิ่งที่ควรหลีกเลี่ยงอย่างยิ่ง เนื่องจากในการสำรวจแบบ Point transects หากมีการประมาณระยะทางที่มากกว่าความเป็นจริง 10% จะทำให้ค่าความหนาแน่นที่ได้ต่ำกว่าความเป็นจริงถึง 17% ในขณะเดียวกัน ถ้าการประมาณระยะทางนั้นต่ำกว่าระยะทางจริง 10% ค่าความหนาแน่นที่ได้จะมากกว่าความเป็นจริง 23% (Buckland *et al.*, 2001) ด้วยเหตุผลข้างต้น จึงมีผู้เสนอให้ลดความผิดพลาดจากการบันทึกระยะทางตำแหน่งที่พบนก ด้วยการแบ่งระยะทางออกเป็นช่วง (Distance interval) เพื่อลดความผิดพลาดในการประเมินระยะทางด้วยสายตา (Scott *et al.*, 1981; Cassey, 1997; Bibby *et al.*, 1998) ซึ่งการแบ่งช่วงระยะทางที่ดีไม่ควรจะมีมากเกินไป จำนวนช่วงระยะทางที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 4-8 ช่วง (Buckland *et al.*, 1993; Rosenstock *et al.*, 2002) หากมีการฝึกประเมินระยะทางจากการได้ยินเสียงร้องของนก จะช่วยลดความคลาดเคลื่อนและความผิดพลาดจากการประมาณระยะทางได้ถึง 15 % (Alldredge *et al.*, 2007) อย่างไรก็ตาม แม้การสำรวจครั้งนี้ได้มีการฝึกฝนให้ผู้สำรวจได้มีการประเมินระยะทางให้ได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงมากที่สุด แต่การประเมินระยะทางยังมีความคลาดเคลื่อน อีกทั้งยังขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้สำรวจอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Camp (2007) ที่ได้รายงานผลการศึกษาความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัดระยะทางในการสำรวจนกป่าใน Hawaii ไว้ว่า ถึงแม้ผู้สำรวจจะได้รับการฝึกในการประเมินระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกแล้ว แต่การประเมินระยะทาง ยังคงมีแนวโน้มในการประเมินระยะทางต่ำกว่าระยะทางจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรัศมีที่ไกลกว่า 50 ม.

ผลกระทบที่เกิดจากการประเมินระยะทางในภาคสนามนั้น ทำให้เกิดข้อจำกัดในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยส่งผลต่อการกำหนด Detection function ซึ่งทำให้กราฟมีความแหลมชันมากเกินไป ซึ่งไม่ตรงกับข้อกำหนดของ Distance sampling ในทางตรงกันข้ามหากระยะทางที่ได้มาจากการวัดที่ถูกต้องในภาคสนาม ก็จะทำให้การกำหนด Detection function ของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเข้ากับค่าที่ได้จากการประเมิน (Fitness model) มากยิ่งขึ้น (Bibby *et al.*, 1998; Buckland *et al.*, 2001) อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ได้ค่าความถูกต้องจากการประเมินความหนาแน่น และเพื่อความสะดวกในการกำหนดค่า Detection function ร่วมกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ ด้วยโปรแกรม DISTANCE จึงควรทำการหาระยะทางในจุดสำรวจ หรือใช้เครื่องวัดระยะทาง (Range finder) เพื่อให้ได้ระยะทางที่ถูกต้องและเป็นไปตามข้อกำหนดของการสำรวจแบบ Distance sampling มากที่สุด (Bibby *et al.*, 1998; Bibby *et al.*, 2000; Buckland *et al.*, 2001; Rosenstock *et al.*, 2002; Buckland, 2006)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออกของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

สำรวจประชากรนกเงือกตามจุดสำรวจทั้งหมด 180 จุด บนเส้นสำรวจ 4 เส้น ในช่วงฤดูทำรังของนกเงือก 2 ซ้ำ (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547 และ พ.ศ. 2548) และนอกฤดูทำรัง 6 ซ้ำ (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) รวมจุดสำรวจสะสมทั้งหมด 1,440 จุด พบนกเงือก 4 ชนิด คือ นกกก นกเงือกกรมช้าง นกเงือกคอดแดง และนกเงือกสีน้ำตาล

ผลการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกคอดแดงมีค่าเท่ากับ 3.7 ตัว/ ตร.กม. (%CV=27.66) ความหนาแน่นของประชากรนกกก มีค่าเท่ากับ 5.3 ตัว/ ตร.กม. (%CV= 22.50) และความหนาแน่นของประชากรนกเงือกกรมช้าง มีค่าเท่ากับ 7.3 ตัว/ ตร.กม. (%CV=40.10) ส่วนนกเงือกสีน้ำตาลไม่สามารถประเมินความหนาแน่นได้ เนื่องจากมีจำนวนวนข้อมูลไม่เพียงพอ

การประเมินความหนาแน่นประชากรที่มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ ควรมีค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่ต่ำ โดยการเพิ่มจำนวนครั้งสำรวจ (Survey effort) ในกรณีของการสำรวจนกกกจาก 2 ซ้ำ (รวมจุดสำรวจทั้งหมด 360 จุด) ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนมีค่าเท่ากับ 43.02% เมื่อทำการสำรวจเพิ่มเป็น 6 ซ้ำ ในช่วงนอกฤดูทำรัง (รวมจุดสำรวจทั้งหมด 1,080 จุด) ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนลดลงเป็น 22.54% เมื่อเพิ่มการจำนวนครั้งการสำรวจส่งผลให้ จำนวนครั้งที่พบนกเงือกเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลให้ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนลดลง จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งที่พบนกเงือก และค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน พบว่า ความถูกต้องของการประเมินค่าความหนาแน่นนั้นมีความสัมพันธ์กับจำนวนครั้งที่พบนกเงือกสูง ($R^2 = 0.891$) จากผลการประเมินค่าความหนาแน่นของนกเงือกคอดแดงและนกกกที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ สามารถให้ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความ

แปรปรวนที่ต่ำ และมีจำนวนครั้งเพียงพอในการประเมินค่าความหนาแน่นของประชากรที่มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด

2. การเปรียบเทียบการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกระหว่าง ข้อมูลที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรง และการได้ยินเสียงร้อง

2.1 ขนาดของฝูงนกเงือก

ค่าเฉลี่ยของฝูงนกเงือกที่ได้จากการสำรวจพบ (Mean of observed cluster) แยกตามชนิดของนกเงือก และตามการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง และการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้อง พบว่านกที่มีค่าขนาดของฝูงเฉลี่ยมากที่สุดคือ นกเงือกสีน้ำตาลมีค่าเท่ากับ 6 ตัว/ฝูง (%CV=20.9) นกเงือกกรมช้างมีขนาดของฝูงนกเงือกเฉลี่ยเป็นลำดับที่สองคือ 3.6 ตัว/ฝูง $\pm 0.037SE$ ส่วนนกกกและนกเงือกคอแดง มีค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงเท่ากับ 2.2 ตัว/ฝูง $\pm 0.33SE$ และ 1.4 ตัว/ฝูง $\pm 0.129SE$ ตามลำดับ

2.2 อัตราการพบนก

นกเงือกที่มีอัตราการพบมากที่สุดคือ นกกกโดยมีอัตราการพบนกแบบพบเห็นตัวโดยตรงเท่ากับ $0.066 \pm 0.001 SE$ อัตราการพบนกแบบได้ยินเสียงร้องเท่ากับ $0.185 \pm 0.037SE$ รองลงมาคือ นกเงือกกรมช้าง โดยมีอัตราการพบนกแบบพบเห็นตัวโดยตรงเท่ากับ $0.057 \pm 0.021SE$ อัตราการพบนกแบบได้ยินเสียงร้องเท่ากับ $0.049 \pm 0.021SE$ นกเงือกคอแดง มีอัตราการพบนกแบบพบเห็นตัวโดยตรงเท่ากับ $0.029 \pm 0.006SE$ อัตราการพบนกแบบได้ยินเสียงร้องเท่ากับ $0.044 \pm 0.016SE$ ส่วนนกเงือกสีน้ำตาลมีอัตราการพบนกที่ต่ำที่สุด โดยแยกตามลักษณะของข้อมูลคือ อัตราการพบนกแบบพบเห็นตัวโดยตรงเท่ากับ $0.006 \pm 0.003SE$ อัตราการพบนกแบบได้ยินเสียงร้องเท่ากับ $0.009 \pm 0.004 SE$

2.3 การหาค่า Detection function ร่วมกับข้อมูลการสำรวจที่ให้ค่าความหนาแน่นของประชากรนกเงือกที่เหมาะสม

การคัดเลือกสมการสำหรับนกเงือกคอแดง

จากผลการศึกษา สมการที่ให้ค่าความหนาแน่นประชากรนกเงือกคอแดงที่ดีที่สุดคือ สมการที่ได้จากข้อมูลการสำรวจแบบการพบเห็นตัวโดยตรง โดยใช้สมการหลัก Half-normal และใช้ cosine เป็นสมการปรับแก้ และ ตัดทอนข้อมูลที่ระยะทาง 150 ม. แต่ยังพบว่า จำนวนครั้งที่สำรวจพบนกเงือกคอแดงแบบพบเห็นตัวโดยตรงหลังจากตัดทอนข้อมูลที่อยู่ห่างจากจุดสำรวจ ด้านขวายังมีปริมาณของข้อมูลน้อยอยู่

การเลือกสมการสำหรับนกกก

สมการที่ให้ค่าความหนาแน่นของประชากรนกกกนอกฤดูทำรังที่ดีที่สุดคือ สมการที่ให้ค่าความหนาแน่นจากการพบเห็นตัวโดยตรง ซึ่งใช้สมการหลัก Uniform และใช้สมการ cosine เป็นสมการปรับแก้ และตัดทอนข้อมูลที่ระยะทาง 150 ม. ซึ่งเป็นสมการที่ให้ค่า AIC ต่ำที่สุด

การเลือกสมการสำหรับนกเงือกกรมช้าง

สมการที่ให้ค่าความหนาแน่นของประชากรนกเงือกกรมช้างที่ดีที่สุดคือ สมการที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรง ซึ่งใช้สมการหลัก Hazard rate และใช้สมการ cosine เป็นสมการปรับแก้ และตัดทอนข้อมูลที่ระยะทาง 120 ม.

2.4. การประเมินความหนาแน่นของนกเงือก

ค่าความหนาแน่นของประชากรนกเงือกที่ได้จากการพบเห็นตัวของนกเงือก แยกตาม ชนิดนก มีดังต่อไปนี้ นกเงือกคอแดงมีค่าเท่ากับ 3.7 ตัว/ ตร.กม. (%CV=27.66) นกกกมีค่าเท่ากับ 5.3 ตัว/ ตร.กม. (%CV= 22.50) และนกเงือกกรมช้างมีค่าเท่ากับ 7.3 ตัว/ ตร.กม. (%CV=40.10) ส่วนความหนาแน่นของประชากรนกเงือกที่ได้จากการได้ยินเสียงร้องของนกเงือกคอแดงมีค่า

เท่ากับ 2.4 ตัว/ ตร.กม. (%CV=35.68) นกกกมีค่าเท่ากับ 2.4 ตัว/ ตร.กม. (%CV=23.90) นกเงือก
 กรามข้างมีค่าเท่ากับ 3.7 ตัว/ ตร.กม. (%CV=53.31) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบ ค่าเปอร์เซ็นต์
 สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน จากความหนาแน่นของนกเงือกในข้อมูลทั้งสองแบบ พบว่า ค่า
 เปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่ได้จากข้อมูลการ ได้ยินเสียงร้องมีค่ามากกว่าข้อมูลจากการ
 พบเห็นตัวโดยตรง ซึ่งผลการศึกษานี้เห็นได้ชัดว่า ข้อมูลจากการพบเห็นตัวโดยตรงให้ค่าความ
 หนาแน่นประชากรที่น่าเชื่อถือมากกว่าข้อมูลที่ได้จากการ ได้ยินเสียงร้อง

3. การเปรียบเทียบการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกในฤดูทำรังและนอกฤดูทำรัง

3.1 ขนาดของฝูงนกเงือก

ในฤดูทำรังนกเงือกที่ค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงจากการพบเห็นตัวโดยตรงมากที่สุดคือ
 นกเงือกสีน้ำตาล 3.3 (%CV=27.86) ตัว/ฝูง ส่วนนกเงือกคอแดงและนกกกมีค่าเฉลี่ยขนาดของฝูง
 นกใกล้เคียงกันคือ 1.3 (%CV=7.71) และ 1.2 (%CV=8.98) ตัว/ฝูง ส่วนนกเงือกกรามข้างมีค่าเฉลี่ย
 ขนาดของฝูงนก เท่ากับ 1 ตัว/ฝูง ซึ่งมาจากการสำรวจพบนกเงือกกรามข้างเพียงครั้งเดียวเท่านั้น

นอกฤดูทำรังค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงนกเงือกสีน้ำตาลมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 8.333 ตัว/ฝูง
 แต่ข้อมูลที่ได้จากการประเมินยังมีความแปรปรวนของข้อมูลสูง (%CV = 53.85) เนื่องจากจำนวน
 ครั้งที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรงเพียง 3 ครั้ง นกกกมีค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงเท่ากับ 2.2 ตัว/ฝูง
 (%CV = 27.69) นกเงือกกรามข้างพบมากในช่วงนอกฤดูทำรัง โดยอาศัยอยู่ด้วยกันเป็นฝูงขนาดใหญ่กว่านกกกคือ มีค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงเท่ากับ 5.127 ตัว/ฝูง (%CV = 18.21) นกเงือกคอแดงมี
 ค่าเฉลี่ยขนาดของฝูงน้อยที่สุดคือ 0.950 ตัว/ฝูง (%CV = 10.41) ผลจากค่าเฉลี่ยของฝูงนกที่ต่ำแสดง
 ให้เห็นว่า พบนกเงือกคอแดงอยู่ตัวเดียว (68.18%, $n = 35$) และเป็นคู่มากกว่าการอาศัยรวมกันเป็น
 ฝูง

3.2 อัตราการพบนก

ในฤดูทำรังการประเมินอัตราการพบนกที่ได้จากข้อมูลการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง พบว่า นกกกและนกเงือกคอแดงมีอัตราการพบนกเท่ากัน คือ 0.061 ส่วนนกเงือกสีน้ำตาลและนกเงือกกรามข้างมีอัตราการพบนกเท่ากับ 0.022 และ 0.019 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนสูงถึง 100% เนื่องจากข้อมูลการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงมีปริมาณน้อย (3 และ 1 ครั้ง)

นอกฤดูทำรังอัตราการพบนกเงือกที่มีอัตราการพบเห็นตัวโดยตรงมากที่สุดคือ นกเงือกกรามข้าง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.117 ส่วนนกเงือกสีน้ำตาลพบค่อนข้างต่ำคือ 0.006 นกเงือกคอแดงมีอัตราการพบนกเท่ากับ 0.013 นกเงือกคอแดงมีอัตราการพบนกเท่ากับ 0.013 ซึ่งลดลงจากช่วงฤดูทำรัง ในขณะที่นกกกมีอัตราการพบนกเท่ากับ 0.065 ซึ่งถือว่าค่อนข้างสม่ำเสมอเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการพบนกในฤดูทำรัง ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า อัตราการพบนกกกทั้งสองฤดูไม่มีความแตกต่างกัน

3.3 การกำหนด Detection function ที่ให้ค่าความหนาแน่นของประชากรนกกกที่เหมาะสม

ในการสำรวจซ้ำฤดูละ 2 ครั้ง จำนวนจุดสำรวจในแต่ละฤดู 360 จุด ไม่สามารถประเมินความหนาแน่นของนกเงือกทุกชนิดโดยแยกเป็นฤดูได้ จึงทำการศึกษาความแตกต่างจากการประเมินความหนาแน่นเฉพาะนกกกในฤดูทำรังและนอกฤดูทำรังเท่านั้น โดยในฤดูทำรังใช้สมการหลัก Half-normal และสมการปรับแก้ cosine มีการตัดทอนข้อมูลที่ออกบางส่วนที่ระยะ 100 เมตร เป็นสมการที่ใช้ในการประเมินความหนาแน่น ในขณะที่นอกฤดูทำรังใช้สมการหลัก Uniform และใช้สมการปรับแก้ cosine มีการตัดข้อมูลด้านขวาออกบางส่วนที่ระยะ 100 เมตร

3.4. ประเมินหาความหนาแน่นของนกตกในฤดูทำรังและนอกฤดูทำรัง

ผลจากการประเมินความหนาแน่นของนกตกต่อหน่วยพื้นที่ ในการสำรวจทั้งสอง ฤดูกาล ในฤดูทำรังมีค่าเท่ากับ 20 ตัว/ ตร.กม. ± 9.484 SE นอกฤดูทำรังมีค่าเท่ากับ 16.8 ตัว/ ตร.กม. ± 7.233 SE จากการพิจารณา ค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ความแปรปรวนในการ ประเมินความหนาแน่นของนกตกในฤดูทำรัง (%CV = 47.57) พบว่า ไม่แตกต่างกับการประเมิน ความหนาแน่นของนกตกนอกฤดูทำรัง (%CV = 43.02) แสดงให้เห็นว่า การประเมินความ หนาแน่นของนกตกในฤดูทำรัง ไม่แตกต่างจากค่าความหนาแน่นของนกตกนอกฤดูทำรัง

4. การเปรียบเทียบการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกจากการวัดระยะทางจากจุดสำรวจ ถึงตัวนกด้วยเครื่องวัดระยะทาง (Range finder) และการประเมินระยะทางแบบช่วง (Interval) จากการคาดคะเนด้วยสายตา

การศึกษาเปรียบเทียบการประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกจากการวัดระยะทาง จากจุดสำรวจถึงตัวนกด้วยเครื่องวัดระยะทาง และการประเมินระยะทางแบบช่วง ได้ใช้ข้อมูล 2 ช่วงของการสำรวจคือ นอกฤดูทำรังช่วงที่ 1 ประเมินระยะทางจากจุดสำรวจถึงตัวนกเงือกด้วยการ ประเมินแบบช่วงระยะทาง (Interval distance) จากการคาดคะเนด้วยสายตา และนอกฤดูทำรังช่วงที่ 2 ซึ่งเป็นช่วงที่ได้มีการวัดระยะทางที่แน่นอน (Exact distance) โดยใช้เครื่องวัดระยะทาง (Range finder) ซึ่งนกตกมีข้อมูลเพียงพอในการเปรียบเทียบความแตกต่างของการวัดระยะทางทั้งสองวิธี

ค่าความหนาแน่นของนกตกที่ได้จากการใช้เครื่องวัดระยะทางมีค่าเปอร์เซ็นต์สัมประสิทธิ์ ความแปรปรวนน้อยกว่า (%CV = 28.22) การประเมินระยะทางแบบช่วง (%CV = 43.91) อีกทั้งยัง ค่าความหนาแน่นประชากรที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานยังมีค่าต่ำ กว่าอีกเช่นกัน (± 1.826 SE, ± 12.065 SE ตามลำดับ) ยังแคบกว่าการประเมินระยะทางแบบช่วงอีก ด้วย อีกทั้งค่า GOF chi -p จากข้อมูลการใช้เครื่องวัดระยะทาง ($\chi^2 = 0.190$) มีความสัมพันธ์กับ ค่าที่ได้จากการประเมินมากกว่าการประเมินระยะทางแบบช่วง ($\chi^2 = 0.003$) ซึ่งจากผลการศึกษา จึงให้เห็นว่า ค่าความหนาแน่นประชากรที่ประเมินได้จากการใช้เครื่องวัดระยะทางมีความแปรปรวน น้อยกว่าการประเมินระยะทางแบบช่วง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการศึกษาในครั้งนี้

การประเมินความหนาแน่นประชากรนกเงือกที่ให้ความถูกต้องน่าเชื่อถือควร มีการวางแผนการสำรวจ และการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1.1 มีการวัดระยะทางจากจุดสำรวจไปยังตัวนกเงือกที่ถูกต้องโดยใช้ Range finder เข้ามาใช้ในการวัดระยะทาง ซึ่งสามารถช่วยให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น แต่เนื่องจากสภาพป่าดงดิบของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งมีเรือนยอดที่หนาทึบ ภูเขามีความสูงชัน ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์ลดน้อยลง เพราะแสงเลเซอร์ไม่สามารถยิงผ่านเรือนยอดไม้ได้เต็มที่ ทำให้ผู้สำรวจต้องใช้เวลาในการวัดระยะทางในขณะสำรวจมากขึ้น ดังนั้นในการสำรวจประชากรนกเงือกในสภาพป่าดงดิบ ผู้สำรวจจึงควรใช้ความรอบคอบในการวัดระยะทางให้มีความถูกต้องแม่นยำมากที่สุด

1.2 การสำรวจเพื่อประเมินประชากรควรเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสม หลีกเลี่ยงช่วงที่มีความผันแปรสูง หรืออาจทำการสำรวจให้ครอบคลุมทุกเดือนทั้งในฤดูทำรัง และนอกฤดูทำรัง เนื่องจากในช่วงระยะแรกของเดือนมิถุนายน จะพบนกเงือกอยู่ด้วยกัน พ่อ แม่ ลูก หลังจากนั้นจะรวมฝูงกันมากขึ้นในช่วงเดือนสิงหาคม ถึง กันยายน ทั้งนี้ ขนาดของฝูงขึ้นอยู่กับชนิดของนกเงือก เพื่อการเปรียบเทียบประชากรทั้งสองฤดูให้ถูกต้องมากที่สุด

1.3 วางเส้นสำรวจให้สั้นและกระจายครอบคลุมทุกพื้นที่อาศัยของนกเงือก สามารถเสร็จสิ้นภายในเวลาเดียวกันในทุกเส้นสำรวจ การวางแผนสำรวจและจุดสำรวจจึงควรใช้การสุ่มอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ประเมินประชากรมาจากตัวแทนที่แท้จริงของพื้นที่ทั้งหมด การศึกษาในครั้งนี้ใช้เส้นสำรวจในพื้นที่ป่าดงดิบ ซึ่งเป็นพื้นที่อาศัยของนกเงือก แต่เนื่องจากสภาพพื้นที่ภูเขาสูงชันทำให้บางส่วนของเส้นสำรวจอยู่บนสันเขา จึงควรสุ่มจุดสำรวจ จากการแบ่งชั้นประเภทของป่า และชั้นความสูงจากระดับน้ำทะเล เพื่อความสะดวกในการเข้าถึงเส้นสำรวจมากที่สุด

1.4 ในการวิเคราะห์ความหนาแน่นประชากร ควรใช้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง ผลจากการสำรวจนกเงือกในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง เป็นการสำรวจพบเสียงร้องมากกว่าการสำรวจพบเห็นตัวโดยตรง ซึ่งในการสำรวจนกเงือกในป่าดงดิบที่มีเรือนยอดไม้หนาทึบไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ แต่เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาประเมินค่าความหนาแน่นพบว่า มีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างสูง เพื่อไม่ให้ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ จึงควรแยกการวิเคราะห์ความหนาแน่นประชากร ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการพบเห็นตัวโดยตรงและข้อมูลที่ได้จากการได้ยินเสียงร้องที่มาจากการสำรวจที่ครอบคลุมทุกช่วงวันและฤดูกาลที่นกส่งเสียงร้องให้มากที่สุด เพื่อให้สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการศึกษาในอนาคต

2.1 การศึกษาเพื่อประเมินความหนาแน่นของประชากรนกเงือกด้วยวิธี Point transects ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ถือเป็นการศึกษาครั้งแรก จึงควรมีการนำวิธีการในลักษณะเดียวกันนี้ไปใช้ในพื้นที่อื่น เพื่อทดสอบ และสนับสนุนผลจากการศึกษานี้ว่า มีความถูกต้องเพียงใด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินความหนาแน่นของประชากรนก และสัตว์ป่าที่มีความสำคัญที่ตกอยู่ในสถานภาพถูกคุกคามอื่นๆ ต่อไป

2.2 การสำรวจประชากรนกเงือกโดยวิธี Point transects เป็นหนึ่งในการสำรวจแบบ Distance Sampling จำเป็นต้องมีจำนวนครั้งของการสำรวจ และจำนวนครั้งที่พบนกมากพอ จึงควรเลือกข้อมูลการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรง มีการวัดระยะทางที่ถูกต้องแน่นอน เพื่อช่วยในการประเมินความหนาแน่นของประชากรมีความถูกต้องสูง และเชื่อถือได้มากยิ่งขึ้น

2.3 เมื่อทราบจำนวนความหนาแน่นของนกเงือกในพื้นที่แล้ว สิ่งที่ควรศึกษาเพิ่มเติมคือ ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อประชากรนกเงือก ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่อาศัย พื้นที่ทำรัง แหล่งอาหาร และปัจจัยคุกคามต่างๆ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า หรือการล่านกเงือกโดยตรง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการประเมินสถานภาพของนกเงือก และการวางมาตรการอนุรักษ์พื้นที่เพื่อรักษาประชากรและถิ่นอาศัยของนกเงือกต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กนิษฐา อู่ถาวร. 2543. การศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการเลือกกินอาหารของนกเงือกในพื้นที่อาศัยเดียวกันในช่วงฤดูผสมพันธุ์ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- คณะวนศาสตร์. 2532. แผนแม่บทการจัดการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง (2533-2537). คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- จุฑามาศ ทิฟอง. 2550. ขนาดพื้นที่อาศัย และการใช้พื้นที่อาศัยของนกเงือกคอแดง (*Aceros nipalensis*) โดยใช้วิทยุติดตามตัว ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- _____, วิจักขณ์ ฉิมโหม, พิไล พูลสวัสดิ์ และ อนรรฆ พัฒนวิบูลย์. 2550. ขนาด และลักษณะพื้นที่อาศัยของนกเงือกคอแดง (*Aceros nipalensis*) โดยใช้วิทยุติดตามตัวในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี. วารสารวนศาสตร์ 26: 28-39
- นริศ ภูมิภาคพันธุ์. 2543. การจัดการสัตว์ป่า. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- ณรงค์ จิระวัฒน์กี และ พงษ์สรร สุวรรณ. 2545. นกเงือกไทย. สำนักพิมพ์องค์การคำคุณุสหา, กรุงเทพฯ.
- สถานีวิจัยสัตว์ป่าเขานางรำ. 2547. ข้อมูลภูมิอากาศ และปริมาณน้ำฝน ปี พ.ศ. 2538 – 2547. เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี.

อดิศักดิ์ วิจิธรรม, สุกใจ นุตโร, ปิยะรัตน์ ฉิมโหม, สมจิตร หวังคิลก, วิจักขณ์ ฉิมโหม, สายัญ สุรภาพไมตรี, วิชาญ เอียดทอง, รังสฤษฎ์ กาญจนะวนิชย์, ศิริวรรณ นาคขุนทด, ณรงค์ จิระวัฒน์กี, ขวาล ทัพพิกรณ์ และ พิไล พูลสวัสดิ์. 2538. การแพร่กระจายและสถานภาพปัจจุบันของนกเงือกในประเทศไทย. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 4 (1): 1-11.

โอภาส ขอบเขตต์. 2533. ไบโอมิคบางประการของนกป่าเต็งรัง. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

ศิริวรรณ นาคขุนทด. 2543. การศึกษาแบบอย่างเสียงร้องของนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์วิจัยป่าไม้. 2540. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินป่าไม้ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง. กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ

Ali, S and S.D. Riply. 1970. **Handbook of the Bird of India and Pakistan.** Oxford University Press, Lodon.

Allredge M.W, T.R. Simons, K. Pollock and K. Pacifici. 2007. A field evaluation of distance measurement error in auditory avian point count survey. **Jour. Wildlife Management.** 71: (8)001-008

Anggraini, K., M. Kinnaird and T. O'Brien. 2000. The effects of fruit availability and habitat disturbance on an assemblage of Sumatran hornbills. **Bird Conservation International.** 10:189-202

Barraclough, R.K. 2000. **Distance sampling : a discussion document produce for the Department of Conservation.** Science & Research Internal Report, Dept. of Conservation New Zealand.

- Bibby, C. J. , M. Jones and S. Marsden. 1998. **Expedition Field Techniques Bird Survey**. Geographic Outdoor, London.
- _____, N. D. Burgess, D. A. Hill and S. Mustoe. 2000. **Bird Census Techniques**. Academic Press, London
- BirdLife International. 2009. **In IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1**. Available source: <http://www.iucnredlist.org>, May 31 2009
- Bowers, M.A and J.L. Dooley . 1999 . A controlled, hierarchical study of habitat fragmentation: responses at the individual, patch and land – scape scale. **Landscape Ecol.** 14: 381 – 89
- Brow, J.A and M.S. Boyce. 1998. Line transect sampling of Karner blue butterflies (*Zycaedes Melissa samuelis*). **Environmental and Ecological Statistics.** 5: 81-91
- Buckland, S.T., D.R. Anderson, K.P. Burham and J.L. Laake. 1993. **Distance Sampling: Estimate Abundance of Bioloical Populations**. Chapman & Hall, London:
- _____, I.B.J. Goudie and D.L. Borchers. 2000. Wildlife population assessment : Past development and future directions. **BIOMETRICS.** 56:1-12
- _____, D. R. Anderson, K. P. Burnham, J. L. Laake, D. L. Borchers, and L. Thomas. 2001. **Introduction to Distance Sampling: estimating abundance of biological population**. Oxford University Press, Oxford, UK
- _____, K.P. Burnham, D.R. Anderson, J.L. Laake, D.L. Borchers and S. Strindberg. 2002. Distance sampling, pp 544–552. *In* A. H. El-Shaarawi and Wa. W. Piegorsch, eds. **Encyclopedia of Environmetrics** John Wiley & Sons, Ltd, Chichester.

- Buckland, S.T. 2006. Point transect surveys for songbirds: Robust methodologies. **The Auk** 123, 345-357
- Camp, R.J. 2007. Measurement error in Hawaii forest bird surveys and their effect on density estimate, pp. 1-14. *In* **Hawai'i Cooperative studies Technical Report HCSU 005**. University of Hawai'i at Hilo, Hawaii
- Chimchome, V., A. Vidhidharm, S. Simchareon, S. Bumrungsri and P. Poonswad. 1998. Comparative study of the breeding biology and ecology of two endangered hornbill species in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand, pp. 111 – 136. *In* P. Poonswad, ed. **The Asian Hornbills Ecology and Conservation**. Pimdee Karnpim, Bangkok.
- Ensign, W.E., P.L. Angermeier and C.A. Dollof. 1995. Use of line transect method to estimate abundance of benthic stream fish. **Canadian Journal of Fish.** Aquat. Science 52: 213-222
- Gale, G.A. and S. Thongaree. 2006. Density estimate of nine hornbill species in a lowland forest site in southern Thailand. **Bird Conservation International** 16:57-69.
- Galela, R.S and B.A. Roscom. 2004. Distance sampling simulated for density estimation. *In* 9th **National Convention on Statistics (NCS)**. October 4-5 2004, EDDB Shangri-LA Hotel.
- Gregory R.D., D.W. Gibbons and P.F. Donald. 2004. Bird census and survey techniques, pp 17-56. *In* Sutherland W.J., I. Newton and R. E. Green, eds. **Bird Ecology and Conservation; a Handbook of Techniques**. Oxford University Press, Oxford.
- Gibbons, D.W., D. Hill and W.J. Sutherland. 1996. Birds, pp. 227-255. *In* W.J. Sutherland, ed **Ecological Census Techniques: a handbook**. Cambridge University Press, Cambridge.

- Giunchi D., V. Gaggini and N.E. Baldaccini. 2007. Distance sampling as an effective method for monitoring feral pigeon (*Columba livia* f. *domestica*) urban population. **Urban Ecosyst** 10:397-412
- Karanth, K.U and J.D. Nichols. 1998. Estimation of tiger in India using photographic capture and recapture. **Ecology**. 79(8): 2852-2862.
- Kemp, A.C. 1995. **Bird Families of the World: the Hornbills, Bucerotiformes**. Oxford University Press, Oxford. 187p.
- _____. 2001. Family Bucocerotidae (Hornbills), pp. 436-523. In J. del Hoyo, A. Elliott; J.Sargatal, eds. **Handbook of the Birds of the World. Volume 6, Mousebirds to Hornbills**. Lynx Edicions, Barcelona
- Kinnaird, M. F., T.G.O'Brien and S. Suryyadi. 1996. Population fluctuation in Sulawesi Red-Knobbed Hornbills: Tracking figs in space and time. **The Auk**. 113(2): 431-440
- Krebs, C.J. 1994. **Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Fourth Edition**. HarperCollins College Publishers, New York.
- Lancia, R. A., J. D. Nichols and K. H. Pollock. 1994. Estimating the number of animals in wildlife populations, pp. 215-253. In T. A. Bookhout, ed. **Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats, 5th**. The Wildlife Society, Bethesda, MD.
- Lee, D and S.J. Marsden. 2007. Adjusting count period strategies to improve the accuracy of forest birds abundance estimates from point transect distance sampling. **Ibis**. 150(2): 315-325

- Lekagul, B and P.D. Round. 1991. **A Guide to the Bird of Thailand**. Saha Karn Bhaet, Bangkok.
- Lloyd, H., A. Cahill, M. Jones and S. Marsden. 1998. Estimate bird densities using distance sampling, pp. 55-52. *In* C. J. Bibby, M. Jones and S. Marsden, eds. **Expedition Field Techniques Bird Survey**. Geographic Outdoor, London
- Marsden, J.S. 1999. Estimate of parrot and hornbill densities using point count distance sampling method. **Ibis**. 141: 377-390
- _____ and J.D. Pilgrim. 2003. Factors influencing the abundance of parrots and hornbills in pristine and disturbed forest on New Britain, PNG. **Ibis**. 145:45-53.
- Nicholds, J.D and K.U.Karanth. 2002. Statistic concepts: Indices of relative abundance, pp 61-70. *In* K.U.Karanth and J.D Nicholds, eds. **Monitoring Tigers and Their Prey: A Manual for Researchers, Managers and Conservationists in Tropical Asia**. Bangalore Center for Wildlife Studies, India
- O'Brien T.G., M. F. Kinnaird, P. Jepson and I. Setiawan. 1998. Effect of Forest Size and Structure on the Distribution of Sumba Wreathed Hornbills *Acerros evertti*, pp. 209 – 218. *In* P . Poonswad, ed. **The Asian Hornbills: Ecology and Conservation**. Pimdee Karnpim, Bangkok.
- Ortega, Y. K. and D.E. Capen. 1999. Effect of forest roads on habitat quality for ovenbirds in a forested landscape. **Auk** **116**: 937-946
- Pattanavibool, A., P. Dearden and U. Kutintara. 2004. Habitat fragmentation in north Thailand : a case study. **Bird Conservation International**. 14: S13-S22.

- Pattanavibool, A., Y. Trisurat and J. Tifong. 2005. Status of forest birds and habitats in montane evergreen forest patches in the Western Forest Complex. *In*: **First Field Ecology Symposium Forest Ecology and Restoration**. King Mongkud's University of Technology Thonburi Bangkuntien campus, Bangkok
- Poonswad, P. 1993a. Current status and distribution of Hornbill and Their Habitat status in Thailand, pp. 436 – 447. *In* P. Poonswad and A.C. Kemp, eds. **Manual to Conservation of Asian Hornbill**. Hornbill Project Thailand, Bangkok.
- _____. 1993b. Aspects of the biology and ecology of some Asian Hornbills, pp. 76 – 97. *In* P. Poonswad and A.C. Kemp, eds. **Manual to Conservation of Asian Hornbill**. Hornbill Project Thailand, Bangkok.
- _____. 1993c. Identification of Asian Hornbills, pp. 26 – 75. *In* P. Poonswad and A.C. Kemp, eds. **Manual to Conservation of Asian Hornbill**. Hornbill Project Thailand, Bangkok.
- _____ and A. Tsuji. 1994. Ranges of males of the Great Hornbill *Buceros biornis*, Brown Hornbill *Ptilolaemus tickelli* and Wreathed Hornbill *Rhyticeros undulates* in Khao Yai National Park, Thailand. **Ibis** 136: 79-86
- _____, _____, R. Liewviriyakit and N. Jirawatkavi. 1988. Effects of external Factors on hornbill breeding and population, pp. 523-545. *In* B.L. Dresser, R.W. Reece and E.J. maruska, eds. **5th World Conference on Breeding Endanger Species in Captivity**. Cincinnati, Ohio
- _____, _____, and C. Ngampongsai. 1986. A Comparative Ecological Study of Four Sympatric Hornbills (Family Bucerotidae) in Thailand. **Acta XIX Congr. Int. Ornithol.** 2: 2781-2791

- Ralph, C.J. 1981. An investigation of the effect of seasonal activity levels on avian censusing, pp. 321 – 333. *In* C.J. Ralph and J.M. Scott. eds. Estimating number of terrestrial birds. **Study in Avian Biology No.6**. Cooper Ornithitological Society, Allan Press, Kansas
- Raman,T.R.S. 2003. Assessment of census techniques for interspecific comparisons of tropical rainforest bird densities: a field evaluation in Western Ghats, India. **Ibis** 145: 9-21
- _____ and D. Mudappa. 2003. Correlates of hornbill distribution and abundance in rainforest fragments in the southern Western Ghats, India. **Bird Conservation International** 13: 199-212
- Reynolds, R.T. 1980. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. **Condor**. 82: 309-313
- Rosenstoack, S.S., D. R. Anderson, K.M. Giesen, T. Leukering and M. F. Carter. 2002. Landbird counting techniques: current practices and an alternative. **The Auk**. 1: 46-53
- Round, P.D. 1984. The status and conservation of bird community in Doi Suthep –Pui National Park,North-west Thailand. **Nat. Hist. Bull. Siam Soc.** 32: 21-46
- _____, G.A. Gale, A.J. Pierce, K. Pobprasert, W. Sankamethavee, K. Tokue, S. Nimunuan, A. Pattanavibool and W. Y. Brockelman. 2005. The ecology of forest birds at Mo-Singto, Khao Yai National Park, pp. 110-113. *In* **The 9th BRT Annual conference proceeding October 10-13** 2005, Sofitel Raja Orchid Hotel, Khon Kaen
- Sanguansombat, W. 2005. **Thailand Red Data : Birds**. Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, Bangkok, Thailand.

- Scott, J. M., F.L. Ramsey, C.B. Kepler. 1981. Distance estimation as a variable bird number from vocalizations, pp. 334-340 *In* C.J. Ralph and J.M. Scott. eds. Estimating number of terrestrial birds. **Study in Avian Biology No.6**. Cooper Ornithitological society, Allan Press, Kansas
- Simons, T.R., K.H.Pollock, J.M. Wettroth, M.W.Aldredge, K.Pacifici and J.B. Vewster. 2009. Source of measurement error, misclassification error and bias in auditory avian point count data, pp. 237-254. *In* D.L.Thomson, E.D. Cooch and M.J. Conroy, eds. **Environmental and Ecological Statistics Vol 3: Modelling Demographic Processes in Marked Populations**. Springer Science + Business Media LLC, New York
- Sitompul, A.F., M.F. Kinnaird and T.G. O'Brien. 2004. Size matters: the effects of forest fragmentation and resource availability on the endemic Sumba Hornbill *Aceros everetti*. **Bird Conservation International**. 14: 23–37
- Southwood, R and P. A. Henderson. 2000. **Ecological Methods**. Blackwell Ltd. Oxford, United Kingdom.
- Stauffer,D. J and T.B. Smith. 2004. Breeding and nest site characteristics of the Black-casqued Hornbill *Ceratogymna atrata* and White-thighed Hornbill *Ceratogymna cylindricus* in south-central Cameroon. **Ostrich** 75(3): 79–88 .South Africa.
- Sutherland W.J. 1996. **Ecological Census Techniques: a Hand Book**. Cambridge University Press. Cambridge
- Thompson, W. L., G. C. White, and C. Gowan. 1998. **Monitoring Vertebrate Populations**. Academic Press, New York, USA.

- Thompson, W. L and K. U. Karanth. 2002. Statistical concepts: Estimating absolute densities of prey species using line transect sampling, pp. 87 – 109. *In* K.U. Karanth and J.D. Nicholds, eds. **Monitoring Tigers and Their Prey: A Manual for Researchers, Managers and Conservationists in Tropical Asia**. Bangalore Center for Wildlife Studies, India
- 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* Proceeding Jean Delacour/IFCB Symposium on Breeding Bireds in Captivity. International Foundation for Conservation of Birds. North Hollywood. California
- _____, J. L. Laake, S. Strindberg, F. F. C. Marques, S. T. Buckland, D. L. Borchers, D. R. Anderson, K. P. Burnham, S. L. Hedley, J. H. Pollard, J. R. B. Bishop, and T. A. Marques. 2005. **Distance 5.0. Release “2”**. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. Available source: <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>, May 27, 2008
- WEFCOM. 2004. **GIS Database and Its Applications for Ecosystem Management**. Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation. Bangkok
- Welley, J.C. 1975. **The Life of Birds**. W.B. Sawnders Co., Philadephia, USA.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ค่าพิกัด (Coordinate; X,Y) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (Altitude, m.) และชนิดป่า (Forest type) ในจุดสำรวจนกเงือก แบบ Point transects เส้นสำรวจที่ 1(T1) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

T1 / Point No.	Coordinate		Altitude (m.)	Forest type (WEFCOM, 2004)
	X	Y		
1	533211	1710130	558	Degraded dry evergreen
2	533227	1709756	602	Degraded dry evergreen
3	533502	1709650	632	Degraded dry evergreen
4	533359	1709404	690	Degraded dry evergreen
5	533560	1709005	700	Degraded dry evergreen
6	533943	1708966	754	Degraded dry evergreen
7	534340	1708945	768	Degraded dry evergreen
8	534586	1709008	894	Degraded dry evergreen
9	534762	1708644	868	Hill evergreen
10	534802	1708695	1,015	Hill evergreen
11	534788	1708475	1,029	Hill evergreen
12	534906	1708478	1,089	Hill evergreen
13	535073	1708374	1,134	Hill evergreen
14	535271	1708384	1,185	Hill evergreen
15	535418	1708179	1,225	Degraded hill evergreen
16	535633	1708218	1,233	Hill evergreen
17	535746	1708068	1,292	Hill evergreen
18	535954	1707957	1,339	Hill evergreen
19	536113	1708132	1,379	Hill evergreen
20	536357	1708103	1,380	Degraded hill evergreen

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

T1 / Point No.	Coordinate		Altitude (m.)	Forest type (WEFCOM, 2004)
	X	Y		
21	536434	1708340	1,338	Hill evergreen
22	536886	1708175	1,360	Degraded hill evergreen
23	534108	1709149	1,400	Degraded dry evergreen
24	536883	1707977	1,362	Hill evergreen
25	537030	1707870	1,329	Hill evergreen
26	537056	1707654	1,336	Hill evergreen
27	537236	1707511	1,317	Degraded hill evergreen
28	537159	1707248	1,329	Degraded hill evergreen
29	537408	1707128	1,289	Degraded hill evergreen
30	537397	1706917	1,277	Degraded hill evergreen
31	537622	1706820	1,266	Hill evergreen
32	537681	1706592	1,299	Hill evergreen
33	537939	1706614	1,359	Degraded hill evergreen
34	537822	1706418	1,368	Hill evergreen
35	537875	1706225	1,398	Degraded hill evergreen
36	537643	1706088	1,361	Hill evergreen
37	537784	1705872	1,324	Degraded hill evergreen
38	537619	1705800	1,335	Hill evergreen
39	537617	1705532	1,275	Degraded hill evergreen
40	537377	1705481	1,293	Hill evergreen
41	537382	1705243	1,307	Degraded hill evergreen
42	537254	1705218	1,316	Degraded hill evergreen
43	537104	1705048	1,252	Degraded hill evergreen
44	536910	1704961	1,284	Hill evergreen
45	537115	1704791	1,276	Degraded hill evergreen

ตารางผนวกที่ 2 ค่าพิกัด (Coordinate; X,Y) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (Altitude, m.) และชนิดป่า (Forest type) ในจุดสำรวจนกเงือก แบบ Point transects เส้นสำรวจที่ 2(T2) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

T2 / Point No.	Coordinate		Altitude (m.)	Forest type (WEFCOM, 2004)
	X	Y		
1	545320	1694904	389	Dry evergreen
2	545254	1694853	380	Dry evergreen
3	545067	1694802	383	Dry evergreen
4	544879	1694889	418	Dry evergreen
5	544460	1694892	420	Dry evergreen
6	544290	1694869	440	Dry evergreen
7	544216	1695060	447	Dry evergreen
8	544008	1695031	460	Dry evergreen
9	543877	1695189	463	Dry evergreen
10	543582	1695166	502	Dry evergreen
11	543514	1695325	499	Dry evergreen
12	543257	1695365	530	Dry evergreen
13	543145	1695525	544	Dry evergreen
14	543000	1695426	559	Dry evergreen
15	542766	1695436	612	Dry evergreen
16	542751	1695282	652	Dry evergreen
17	542679	1695193	710	Dry evergreen
18	542653	1694962	770	Dry evergreen
19	542514	1695093	811	Dry evergreen
20	542296	1695100	823	Dry evergreen

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

T2 / Point No.	Coordinate		Altitude (m.)	Forest type (WEFCOM, 2004)
	X	Y		
21	542155	1695164	825	Dry evergreen
22	541946	1695181	932	Degraded dry evergreen
23	541801	1695316	941	Degraded dry evergreen
24	541696	1695345	964	Degraded dry evergreen
25	541545	1695225	1,025	Degraded dry evergreen
26	541455	1695009	1,080	Degraded dry evergreen
27	541305	1695127	1,103	Degraded dry evergreen
28	541122	1695152	1,147	Degraded hill evergreen
29	540995	1695262	1,173	Degraded hill evergreen
30	540838	1695291	1,230	Degraded hill evergreen
31	540680	1695305	1,299	Degraded hill evergreen
32	540510	1695322	1,345	Degraded hill evergreen
33	540472	1695462	1,390	Degraded hill evergreen
34	540278	1695366	1,459	Degraded hill evergreen
35	540117	1695435	1,439	Degraded hill evergreen
36	539997	1695569	1,385	Degraded hill evergreen
37	539919	1695754	1,367	Degraded hill evergreen
38	539717	1695863	1,360	Degraded hill evergreen
39	539670	1696010	1,309	Degraded hill evergreen
40	539685	1696178	1,233	Degraded hill evergreen
41	539684	1696311	1,194	Degraded hill evergreen
42	539702	1696431	1,123	Degraded hill evergreen
43	539847	1696526	1,080	Degraded hill evergreen
44	539883	1696652	1,106	Degraded hill evergreen
45	540025	1696730	1,142	Degraded hill evergreen

ตารางผนวกที่ 3 ค่าพิกัด (Coordinate; X,Y) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (Altitude, m.) และชนิดป่า (Forest type) ในจุดสำรวจนกเงือก แบบ Point transects เส้นสำรวจที่ 3(T3) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

T3 / Point No.	Coordinate		Altitude (m.)	Forest type (WEFCOM, 2004)
	X	Y		
1	540886	1703389	504	Dry evergreen
2	540834	1703361	507	Degraded dry evergreen
3	540630	1703194	500	Dry evergreen
4	540722	1703022	517	Dry evergreen
5	540693	1703011	520	Dry evergreen
7	540544	1702583	563	Dry evergreen
6	540237	1702663	555	Degraded dry evergreen
9	540235	1702430	591	Degraded dry evergreen
8	540087	1702418	560	Degraded dry evergreen
10	540010	1702191	595	Degraded dry evergreen
11	539839	1702087	637	Degraded dry evergreen
12	539758	1701920	668	Degraded dry evergreen
13	539631	1701905	694	Degraded dry evergreen
14	539558	1701702	710	Degraded dry evergreen
15	539509	1701576	722	Secondary growth
16	539776	1701526	678	Degraded dry evergreen
17	539670	1701391	695	Degraded dry evergreen
18	539666	1701226	692	Degraded dry evergreen
19	539505	1701041	715	Degraded dry evergreen
20	539638	1700832	700	Dry evergreen

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

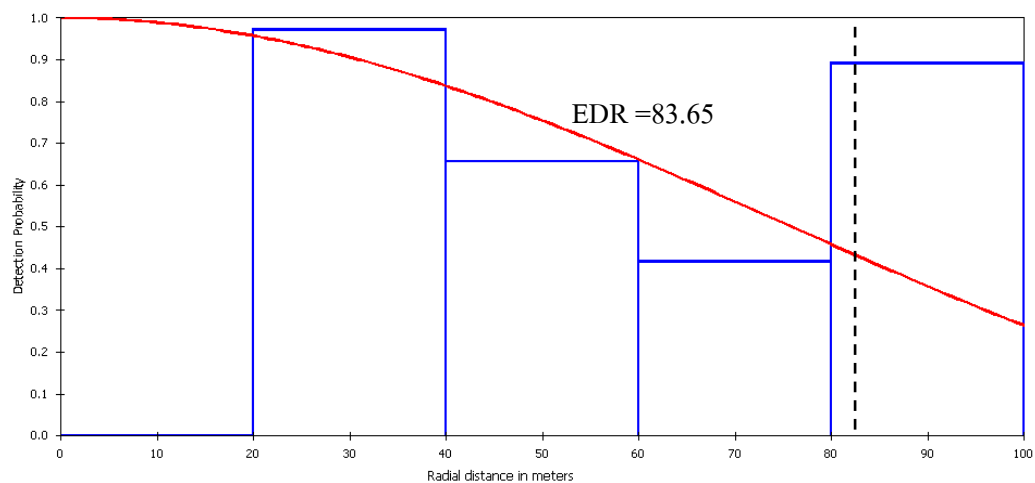
T3 / Point No.	Coordinate		Altitude (m.)	Forest type (WEFCOM, 2004)
	X	Y		
21	539547	1700635	700	Degraded dry evergreen
22	539473	1700458	724	Degraded dry evergreen
23	539429	1700280	748	Degraded dry evergreen
24	539449	1700084	804	Degraded dry evergreen
25	539275	1699982	814	Secondary growth
27	539457	1699712	855	Degraded dry evergreen
26	539165	1699717	894	Degraded dry evergreen
28	539229	1699492	860	Degraded dry evergreen
29	539060	1699280	886	Degraded dry evergreen
30	539109	1699125	901	Degraded hill evergreen
31	538950	1698903	920	Degraded hill evergreen
33	538970	1698740	884	Degraded hill evergreen
32	538751	1698761	927	Degraded hill evergreen
34	538703	1698507	874	Degraded hill evergreen
35	538449	1698456	844	Degraded hill evergreen
36	538441	1698261	827	Degraded hill evergreen
37	538291	1698156	786	Degraded hill evergreen
38	538319	1697935	771	Dry evergreen
39	538153	1697867	760	Dry evergreen
40	538168	1697590	740	Dry evergreen
41	537931	1697512	758	Degraded dry evergreen
42	537828	1697271	720	Degraded dry evergreen
43	538024	1697267	748	Dry evergreen
44	537600	1697017	700	Degraded dry evergreen
45	537760	1697038	733	Degraded dry evergreen

ตารางผนวกที่ 4 ค่าพิกัด (Coordinate; X,Y) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (Altitude, m.) และชนิดป่า (Forest type) ในจุดสำรวจนกเงือก แบบ Point transects เส้นสำรวจที่ 4(T4) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

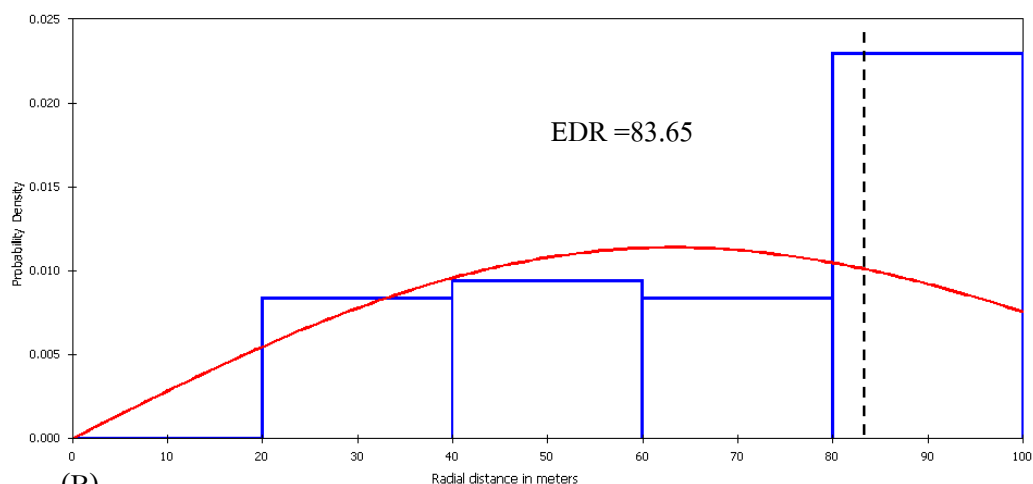
T4 / Point No.	Coordinate		Altitude (m.)	Forest type (WEFCOM, 2004)
	X	Y		
1	543936	1690275	557	Degraded dry evergreen
2	543710	1690469	640	Degraded dry evergreen
3	543460	1690536	663	Degraded dry evergreen
4	543348	1690418	640	Degraded dry evergreen
5	543165	1690324	603	Degraded dry evergreen
6	542979	1690461	624	Degraded dry evergreen
7	542781	1690375	642	Degraded dry evergreen
8	542595	1690482	695	Degraded dry evergreen
9	542419	1690318	646	Degraded dry evergreen
10	542301	1690478	696	Degraded dry evergreen
11	542113	1690327	692	Degraded dry evergreen
12	542110	1690043	732	Degraded dry evergreen
13	541919	1689833	861	Degraded dry evergreen
14	541975	1689608	799	Degraded dry evergreen
15	541869	1689469	802	Degraded dry evergreen
16	542029	1690144	722	Degraded dry evergreen
17	541963	1689315	776	Degraded dry evergreen
18	541933	1689139	858	Degraded dry evergreen
19	541973	1688942	840	Degraded dry evergreen
20	542149	1688663	790	Degraded dry evergreen

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

T4 / Point No.	Coordinate		Altitude (m.)	Forest type (WEFCOM, 2004)
	X	Y		
21	542190	1688554	795	Degraded dry evergreen
22	542343	1688382	826	Degraded dry evergreen
23	542075	1688386	834	Degraded dry evergreen
24	541938	1688263	882	Degraded dry evergreen
25	541694	1688303	963	Degraded dry evergreen
26	541602	1688153	1,002	Degraded dry evergreen
27	541605	1688095	1,021	Degraded dry evergreen
28	541453	1688183	1,056	Degraded dry evergreen
29	541254	1688169	1,118	Degraded hill evergreen
30	541063	1688288	1,161	Degraded hill evergreen
31	540764	1688486	1,211	Degraded hill evergreen
32	540591	1688571	1,246	Degraded hill evergreen
33	540488	1688721	1,252	Degraded hill evergreen
34	540226	1688730	1,326	Degraded hill evergreen
35	540173	1688891	1,400	Degraded hill evergreen
36	539929	1688974	1,328	Hill evergreen
37	539832	1689195	1,360	Hill evergreen
38	539577	1689117	1,297	Hill evergreen
39	539435	1688995	1,221	Hill evergreen
40	539389	1688756	1,199	Hill evergreen
41	539260	1688743	1,169	Hill evergreen
42	540932	1688329	1,189	Degraded hill evergreen
43	538969	1688523	1,176	Hill evergreen
44	539137	1688588	1,142	Hill evergreen
45	542066	1688792	822	Degraded dry evergreen

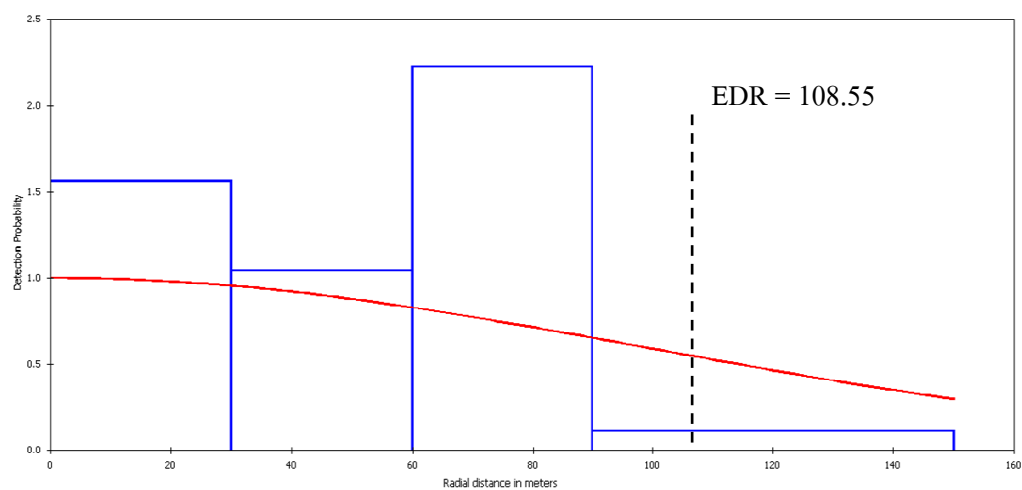


(A)

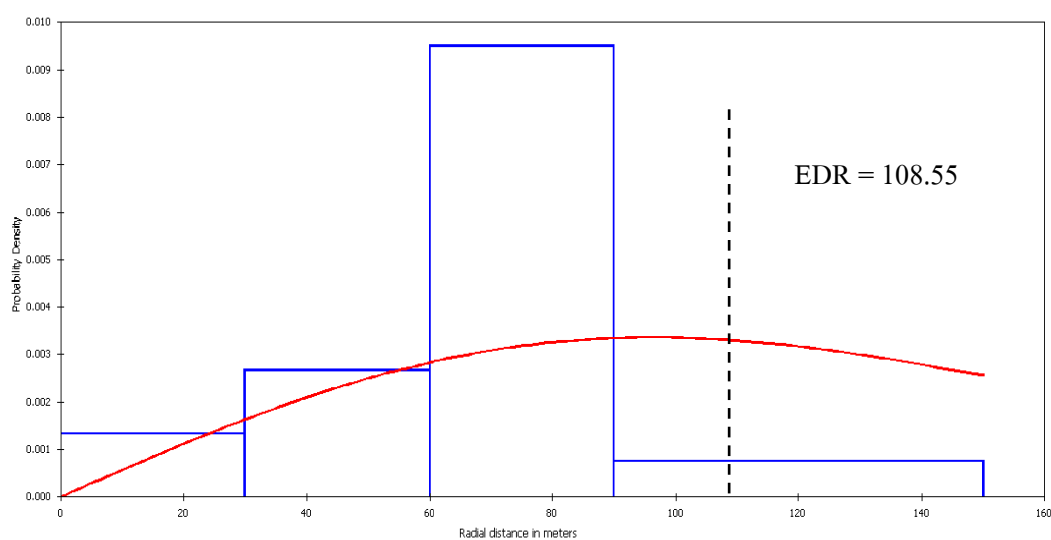


(B)

ภาพผนวกที่ 1 การหาค่า Detection function (A) และ Probability density (B) ของนกเงือกคอแดง จากการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้อง จากการตัดทอนข้อมูลด้านขวาที่ระยะ 150 ม. ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือน พฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง



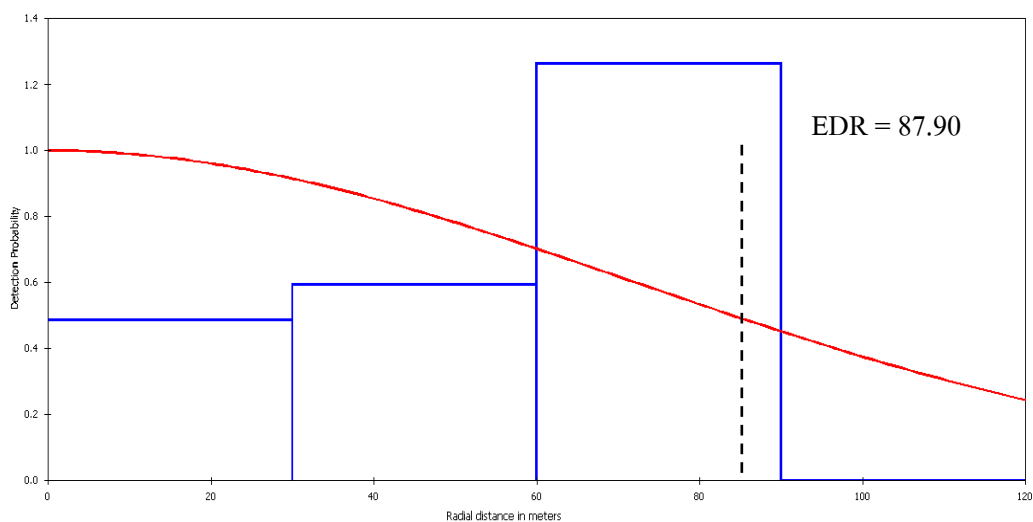
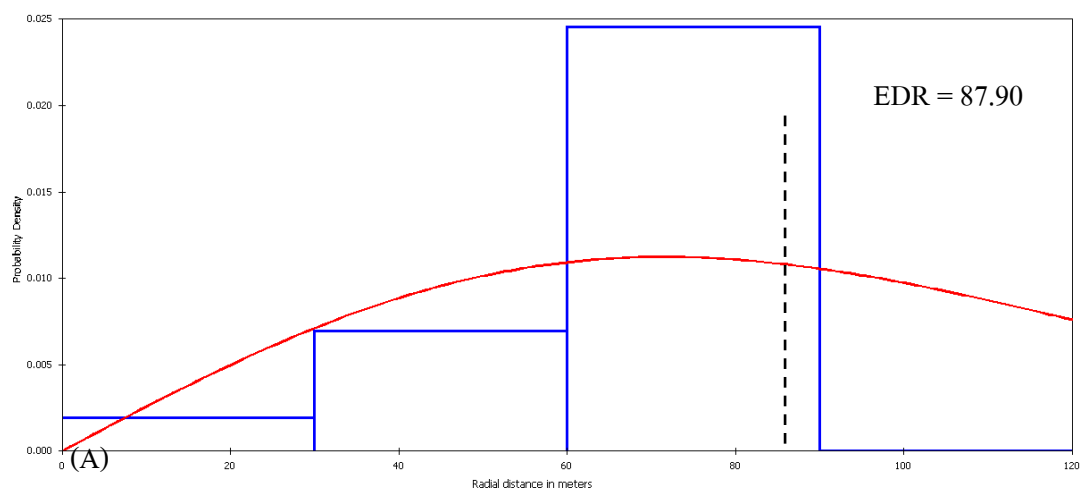
(A)



(B)

ภาพผนวกที่ 2 การหาค่า Detection function (A) และ Probability density (B) ของนกกก

จากการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้อง จากการตัดทอนข้อมูลด้านขวาที่ระยะ 150 ม. ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง



(B)

ภาพผนวกที่ 3 การหาค่า Detection function ของนกเงือกกรมช้าง (A) จากการสำรวจแบบได้ยินเสียงร้อง (B) จากการสำรวจแบบพบเห็นตัวโดยตรงและได้ยินเสียงร้อง ช่วงนอกฤดูทำรัง (เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2548 และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551) ในพื้นที่ป่าดงดิบด้านตะวันออก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง