มุ่งนำวิทยาการ เพื่องานอนุรักษ์สัตว์ป่า

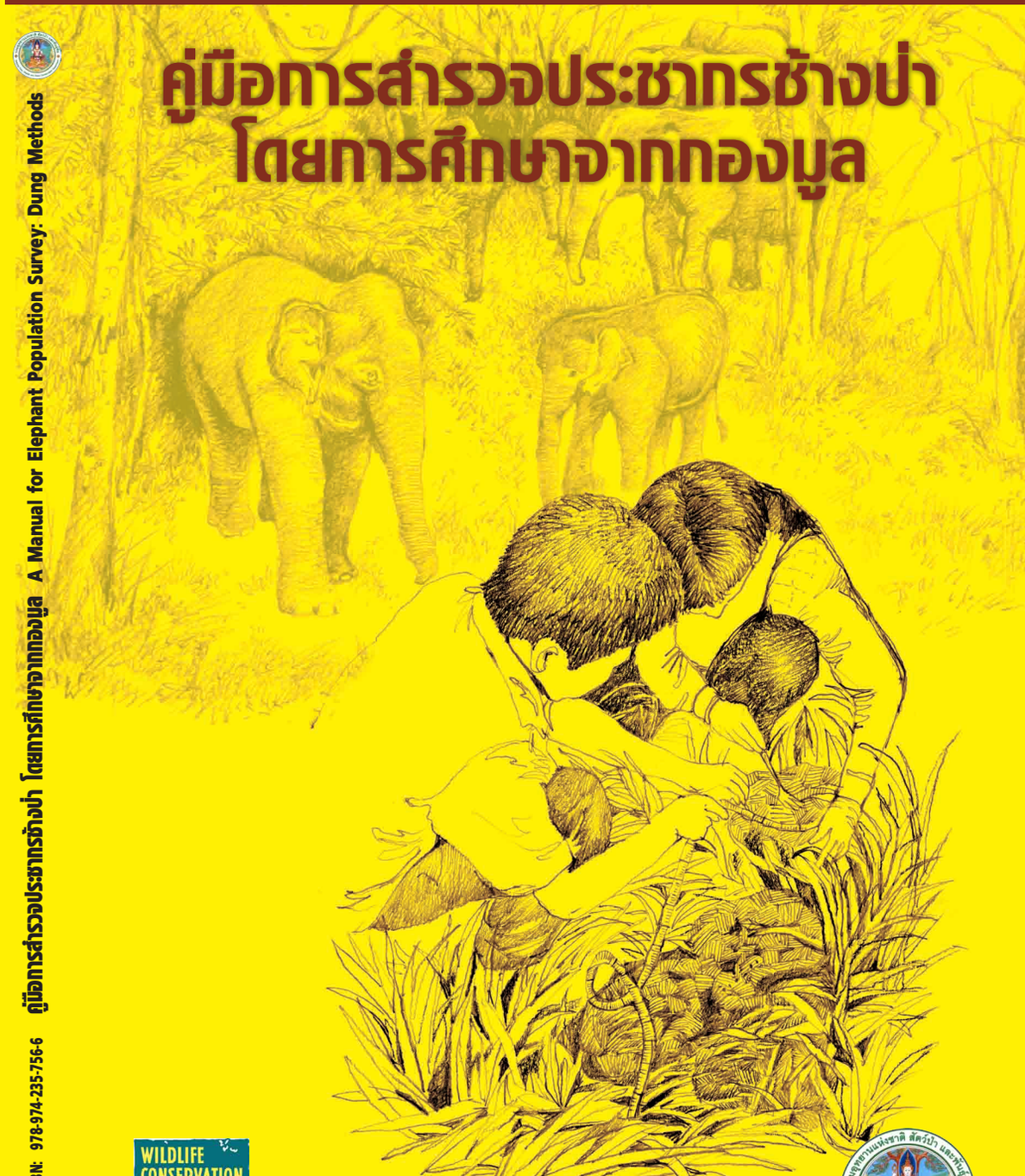
"Saving Wildlife and Wild Places through Science and Understanding"

ISBN: 978-974-235-756-6

คู่มือการสำรวจประชากรช้างป่า โดยการศึกษาจากกองมูล A Manual for Elephant Population Survey: Dung Methods

EPS A Manual for Elephant Population Survey: Dung Methods

# คู่มือการสำรวจประชากรช้างป่า โดยการศึกษาจากกองมูล

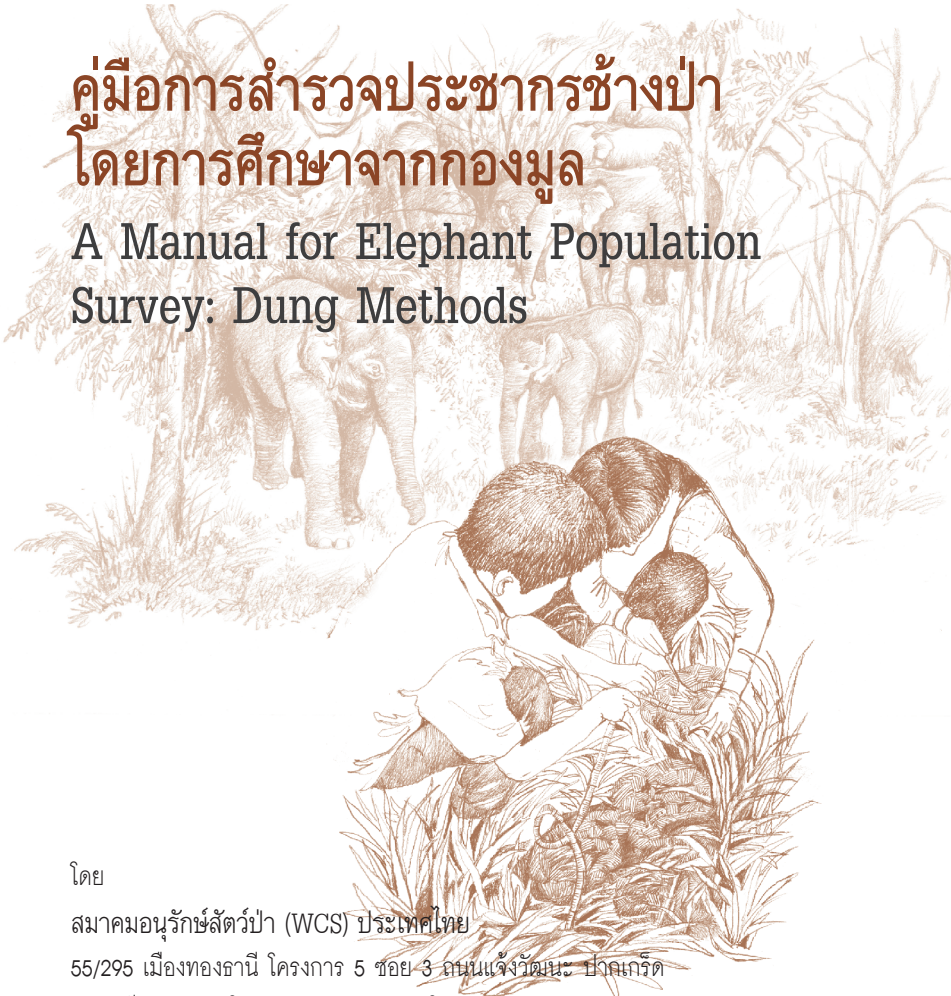


สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS) ประเทศไทย

ร่วมกับ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

# คู่มือการสำรวจประชากรช้างป่า โดยการศึกษาจากกองมูล

# A Manual for Elephant Population Survey: Dung Methods




โดย

สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS) ประเทศไทย

55/295 เมืองทองธานี โครงการ 5 ซอย 3 ถนนแจ้งวัฒนะ ปากเกร็ด

นนทบุรี 11120 โทร. 02 503 4478-9 โทรสาร 02 503 4096

http://www.wcsthailand.org

e-mail thailand@wcs.org



สนับสนุนโดย *(Supported by)*

# คู่มือการสำรวจประชากรช้างป่า โดยการศึกษาจากกองมูล

# A Manual for Elephant Population Survey: Dung Methods


*ที่ปรึกษา*

ชัยวัฒน์ ลิ้มลิขิตอักษร ชุมพล แก้วเกตุ

Simon Hedges

*คณะผู้จัดทำ*

ชุติอร ซาวีนี มนูญ ปลิวสูงเนิน

วรธา กลิ่นสวาท อนรรฆ พัฒนวิบูลย์

*แปลและเรียบเรียงโดย*

ชุติอร ซาวีนี มนูญ ปลิวสูงเนิน

วรธา กลิ่นสวาท

*เขียนและรวบรวมโดย*

Simon Hedges David Lawson

จากคู่มือ Monitoring the Illegal Killing of Elephants: Dung Survey Standards for the MIKE Program, March 2006 (Rev1)

*ภาพประกอบ*

ธัญลักษณ์ สุนทรมัฏฐ์



การอ้างอิง (Citation style)

สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า ประเทศไทย. 2552. คู่มือการสำรวจประชากรช้างป่าโดยการศึกษาจากกองมูล. แสงเมืองการพิมพ์, กรุงเทพฯ

WCS Thailand. 2009. A Manual for Elephant Population Survey: Dung Methods. Saeng Muang Printing Co.,Ltd., Bangkok.

**ISBN: 978-974-235-756-6**

พิมพ์ครั้งที่ 1: ธันวาคม 2552 พิมพ์ที่: แสงเมืองการพิมพ์




## คำขอบคุณ
## Acknowledgements


คู่มือเล่มนี้จัดทำขึ้นโดยอาศัยความร่วมมือจากหลายฝ่าย และจากประสบการณ์การทำงานด้านอนุรักษ์สัตว์ป่าในภาคสนาม เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ตรงกันอย่างถูกต้องเกี่ยวกับเทคนิคต่างๆ และสามารถนำไปใช้ในการสำรวจประชากรช้างป่าได้จริงในธรรมชาติ โดยคณะผู้จัดทำได้แปลและเรียบเรียงจากหนังสือคู่มือ Dung Survey Standards for the MIKE Program ผู้รวบรวมคือ Dr. Simon Hedges และ Dr. David Lawson ตีพิมพ์ในปี 2006 ซึ่งเป็นคู่มือมาตรฐานในการสำรวจประชากรช้างป่าจากกองมูลที่รวบรวมเนื้อหาเรื่องเทคนิคการสำรวจไว้ค่อนข้างสมบูรณ์ โดยคณะผู้จัดทำได้สอดแทรกเนื้อหาและผลการศึกษาบางส่วนจากโครงการสำรวจประชากรช้างป่าด้วยการสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ และการประมาณความหนาแน่นของช้างป่าด้วยเทคนิคการจับซ้ำที่อาศัยข้อมูลทางพันธุกรรมที่ได้จากมูล (Fecal DNA - based capture - recapture sampling) ในอุทยานแห่งชาติแก่งกระจานระหว่างปี 2549 - 2550

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณนางสาว วรธา กลิ่นสวาท ผู้เป็นกำลังหลักในการร่วมแปลคู่มือ และค้นเอกสารทางวิชาการ ตลอดจนทำงานห้องปฏิบัติการในโครงการศึกษาประชากรช้างป่าจากสารพันธุกรรมในกองมูลโดยเทคนิคการจับซ้ำ นอกจากนี้ยังได้อนุเคราะห์รูปถ่ายช้างและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการทั้งหมด เพื่อเป็นแบบในการร่างภาพลายเส้นในคู่มือฉบับนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานทุกท่าน โดยเฉพาะผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการร่วมเดินทางระหว่างการสำรวจภาคสนาม ขอขอบคุณ คุณชัยวัฒน์ ลิ้มลิขิตอักษร หัวหน้าอุทยานแห่งชาติแก่งกระจานคนปัจจุบัน และคุณอภิชา อยู่สมบูรณ์ หัวหน้าอุทยานแห่งชาติแก่งกระจานในขณะที่ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลประชากรช้างป่าในฐานะผู้ให้การสนับสนุนและคำแนะนำในการทำงาน และมุ่งมั่นพัฒนาการจัดการพื้นที่ลดภัยคุกคามของสัตว์ป่าต่างๆ รวมถึงช้างป่า ในผืนป่าแก่งกระจานให้มีประสิทธิภาพ ขอขอบคุณ คุณชุมพล แก้วเกตุ ผู้ช่วยหัวหน้าอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ผู้เป็นกำลังหลักในการผลักดัน และสนับสนุนการดำเนินงานระหว่างเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานและชุดสำรวจจากสมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่าในพื้นที่ด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณ Simon Hedges ผู้ประสานงานโครงการอนุรักษ์ช้างป่าเอเชีย (Asian Elephant Coordinator) ประจำสมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่าเอเชีย ผู้เป็นที่ปรึกษาหลักของโครงการ รวมทั้งเป็นผู้ฝึกสอนและให้คำแนะนำอันมีค่าต่อการดำเนินงานมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ ดร. มัทนา ศรีกระจ่าง นักวิชาการอาวุโสประจำกลุ่มวิจัยสัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ผู้ให้ข้อมูลและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในเรื่องการทำงานอนุรักษ์ช้างป่ามาโดยตลอด

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่าที่มีส่วนสำคัญในการจัดทำและตรวจทานหนังสือคู่มือเล่มนี้ ขอขอบคุณ คุณเพชร มโนปวิตร และคุณพันทิภา พัฒนแก้ว ผู้เป็นกำลังหลักในการดำเนินงานสำรวจประชากรช้างป่าในขณะนั้น ขอขอบคุณผู้มีส่วนร่วมทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำงานอนุรักษ์ผืนป่าแก่งกระจานอย่างดียิ่งและสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

หนังสือคู่มือนี้ จัดทำขึ้นโดยทุนสนับสนุน จากสมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS) กรมสัตว์ป่าและพันธุ์ปลา แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (US Fish and Wildlife Service) โดยสมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า ได้ดำเนินการร่วมกับกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ในการอนุรักษ์ช้างป่าในอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ซึ่งเป็นอุทยานแห่งชาติที่ยังคงเป็นความหวังและเป็นแบบอย่างในการอนุรักษ์ช้างป่า และสัตว์ป่าใกล้สูญพันธุ์ ให้คงอยู่คู่สังคมไทย และอนุชนรุ่นหลังตลอดไป

ชุติอร ซาวีนี
รองผู้อำนวยการ สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS) ประเทศไทย
และผู้จัดการโครงการอนุรักษ์ผืนป่าแก่งกระจาน
ธันวาคม 2552



# คำนำ
## Foreword

คำถามที่นักชีววิทยาสัตว์ป่าที่ศึกษาด้านประชากรสัตว์ป่าขนาดใหญ่ หรือนักวิชาการสัตว์ป่าที่เกี่ยวข้องกับการดูแลรักษาประชากรสัตว์ป่าขนาดใหญ่ในแต่ละพื้นที่ มักจะถูกถามเสมอคือ ในพื้นที่ป่านี้ มีช้างอยู่กี่ตัว มีกวางอยู่กี่ตัว มีเสืออยู่กี่ตัว ซึ่งเป็นคำถามที่ฟังดูง่าย แต่การตอบคำถามให้ใกล้เคียงความเป็นจริง เป็นเรื่องยากลำบากและท้าทายความสามารถของนักวิชาการด้านนี้เป็นอย่างยิ่ง สัตว์ป่าแต่ละชนิดต้องการเทคนิคเฉพาะในการสำรวจประชากรเพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ เทคนิคการสำรวจประชากรสัตว์ป่า มีการพัฒนามาเป็นระยะเวลายาวนาน และมีความยากง่ายซับซ้อนแตกต่างกัน สำหรับช้างป่าเป็นสัตว์ขนาดใหญ่ และตกอยู่ในภาวะถูกคุกคามในระดับโลก จึงทำให้สถานภาพ และแนวโน้มของประชากรเป็นที่สนใจของนักอนุรักษ์ และนักวิชาการในระดับนานาชาติ ดังนั้นเทคนิคการสำรวจประชากรช้างป่าจึงได้รับการพัฒนามาเป็นลำดับ โดยมีการพัฒนาในรายละเอียดตั้งแต่การวางแผน การดำเนินการเก็บข้อมูลภาคสนาม การจัดหมวดหมู่และการวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งนี้เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของผลการประเมินประชากรช้างป่าให้มากที่สุด ดัชนีประชากรช้างป่า ยังสามารถบ่งชี้ถึงคุณภาพของถิ่นอาศัย และคุณภาพของการจัดการพื้นที่ได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะประชากรช้างป่าที่หลงเหลืออยู่ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ในประเทศ ได้ถูกแบ่งแยกเป็นประชากรย่อย ๆ เล็กบ้างใหญ่บ้าง และประสบปัญหาที่แตกต่างกัน ดังนั้นเทคนิคในการศึกษาประชากรช้างป่า จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นในการวางแผนการจัดการเพื่อการอนุรักษ์ช้างป่าและถิ่นอาศัย รวมถึงลดปัญหาความขัดแย้งระหว่างคนกับช้างป่าในอนาคต

หนังสือคู่มือเทคนิคการสำรวจประชากรช้างป่าด้วยกองมูลนี้ ได้แปลและเรียบเรียงจากหนังสือคู่มือ Monitoring the Illegal Killing of Elephants: Dung Survey Standards for the MIKE Program ซึ่งผู้รวบรวมคือ Dr. Simon Hedges และ Dr. David Lawson ซึ่งตีพิมพ์ในปี 2006 ภายใต้โครงการ Monitoring the Illegal Killing of Elephants (MIKE) ซึ่งอยู่ภายใต้ CITES MIKE Programme และเป็นคู่มือมาตรฐานในการสำรวจประชากรช้างป่าจากกองมูล และทีมงานผู้เรียบเรียงเป็นคู่มือภาษาไทย นำโดย ดร.ชุติอร ซาวีนี ได้เสริมและสอดแทรกข้อมูลจากการใช้เทคนิคนี้ ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน เพื่อให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจจากตัวอย่างในพื้นที่จริงมากขึ้น

หนังสือคู่มือฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยเน้นเป้าหมายให้แก่ นักวิชาการสัตว์ป่า และนักชีววิทยาสัตว์ป่า ได้สามารถนำไปทดลองใช้เพื่อประเมินช้างป่าในพื้นที่ นอกจากนี้กลุ่มเป้าหมายสำคัญอีกกลุ่มหนึ่งคือ เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานดูแลรักษาช้างป่า ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่ยังมีช้างป่าอาศัย โดยมีเนื้อหาโดยสังเขปในแต่ละบทดังนี้

**บทที่ 1 บทนำเรื่องการนับกองมูล** ได้กล่าวโดยสังเขปเรื่องทฤษฎีพื้นฐานในการสำรวจกองมูลช้าง และการประยุกต์ใช้ และได้แนะนำเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ผู้อ่านที่สนใจสามารถสืบค้นต่อไป

**บทที่ 2 ความเหมาะสมของสภาพพื้นที่และเวลา** ในการประเมินประชากรช้างด้วยการนับกองมูล ได้แนะนำถึงสถานการณ์ที่เหมาะสมในการนำเทคนิคนี้ไปใช้ประเมินประชากรช้างป่า ซึ่งต้องพิจารณาทั้งในเรื่องความชุกชุมของช้างในพื้นที่ สภาพภูมิประเทศ ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการสำรวจ และสูตรที่ใช้ในการประเมินความเข้มข้นในการสำรวจ

**บทที่ 3 แผนและวิธีการสำรวจกองมูล** เป็นการแนะนำวิธีการขั้นตอนในการสำรวจ ทั้งการสำรวจเบื้องต้นและการสำรวจจริง โดยการสำรวจทั้งสองระดับความเข้มข้นนี้ได้แนะนำทั้งแบบการสำรวจประเมินจากการย่อยสลายของกองมูล และการประเมินประชากรจาก DNA ในมูลช้าง โดยมีการยกตัวอย่างประกอบ พร้อมทั้งแนะนำอุปกรณ์ และการแบ่งกลุ่มกองมูลช้างเพื่อคำนวณอัตราการย่อยสลาย

**บทที่ 4 การจำแนกลักษณะของกองมูล** เป็นบทที่มีรายละเอียดสำคัญในเรื่องการเก็บข้อมูลจากกองมูลช้าง ทำให้ผู้สำรวจสามารถตัดสินใจจัดลำดับการย่อยสลายของกองมูลช้างได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยมีภาพตัวอย่างจากภาคสนามประกอบ

**บทที่ 5 การติดตามตรวจสอบการย่อยสลายของกองมูล** เป็นขั้นตอนสำคัญในการประเมินประชากรช้างป่า ซึ่งได้แนะนำรายละเอียดจากประสบการณ์จริงของนักวิจัยด้านนี้ พร้อมทั้งแนะนำข้อมูลที่สำคัญที่ต้องบันทึก แบบฟอร์มบันทึกข้อมูล อุปกรณ์จำเป็น และแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการย่อยสลาย

**บทที่ 6 อัตราการขับถ่าย** ในบทนี้ได้แนะนำเรื่องการวางแผนการเก็บข้อมูลอัตราการขับถ่าย ซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ และยังได้แนะนำถึงแนวทางการเก็บข้อมูลอัตราการขับถ่ายเฉพาะในแต่ละพื้นที่ เพื่อให้การประเมินประชากรช้างในพื้นที่นั้นๆ แม่นยำมากขึ้น



**บทที่ 7 การประมาณอัตราการพบเห็นกองมูลโดยการสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (Recce survey)** ได้แนะนำถึงรายละเอียดข้อมูลที่จำเป็น และแบบฟอร์มการเก็บข้อมูล ทั้งข้อมูลเกี่ยวกับช้าง และปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ และอุปกรณ์ที่จำเป็น

**บทที่ 8 การประมาณความหนาแน่นของกองมูลด้วยเส้นสำรวจ (Line transect)** กล่าวถึงแผนการศึกษา การแบ่งพื้นที่ศึกษา การวางแนวเส้นสำรวจ และการออกแบบการสำรวจสำหรับวิธีเห็นตัวโดยตรง และวิธีนับกองมูล รายละเอียดในการดำเนินงานในภาคสนาม และแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลโดยสังเขป

**บทที่ 9 การประมาณความหนาแน่นของช้างด้วยเทคนิคการจับซ้ำ (Capture - recapture technique)** กล่าวถึงการออกแบบการสำรวจเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ DNA จากมูลช้างในภาคสนาม วิธีการเลือกเก็บมูลช้าง และอุปกรณ์ที่จำเป็นพร้อมทั้งแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล โดยมิได้กล่าวถึงขั้นตอนในห้องทดลองซึ่งมีรายละเอียดเฉพาะและซับซ้อน

**บทที่ 10 การระบุอายุของช้างจากกองมูล** แนะนำโดยสังเขปจากประสบการณ์ของนักวิจัยถึงการระบุอายุช้างจากกองมูลที่พบเห็น โดยกล่าวถึงการวัดกองมูลช้าง และเส้นรอบวงของมูลช้าง

**บทที่ 11 การจัดการฐานข้อมูลและประมวลผลในระดับพื้นที่** แนะนำโครงสร้างของแฟ้มบันทึกข้อมูล การเก็บสำรองข้อมูล และการเขียนรายงานการสำรวจ

**ภาคผนวก** ได้เปรียบเทียบเทคนิคการจำแนกประเภทของกองมูลช้างทั้งในระบบเก่าและระบบใหม่ พร้อมทั้งยังได้แนะนำถึงวารสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้วย

คณะผู้จัดทำคู่มือฉบับนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือการสำรวจประชากรช้างป่าโดยกองมูลนี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ปฏิบัติงาน และผู้สนใจในการศึกษา และอนุรักษ์ประชากรช้างป่า เพื่อให้มีข้อมูลที่ใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพในการจัดการพื้นที่ต่อไป

อนรรฆ พัฒนวิบูลย์
ผู้อำนวยการ สมาคมอนุรักษ์สัตว์ป่า (WCS) ประเทศไทย
ธันวาคม 2552

# สารบัญ (Contents)

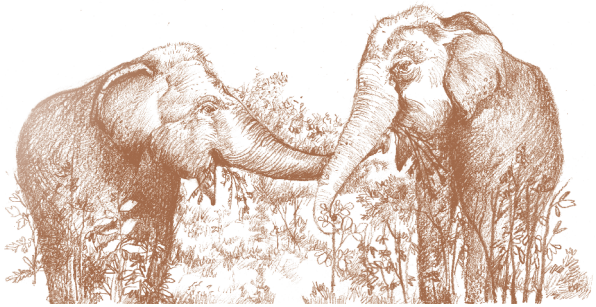
หน้า

หน้า



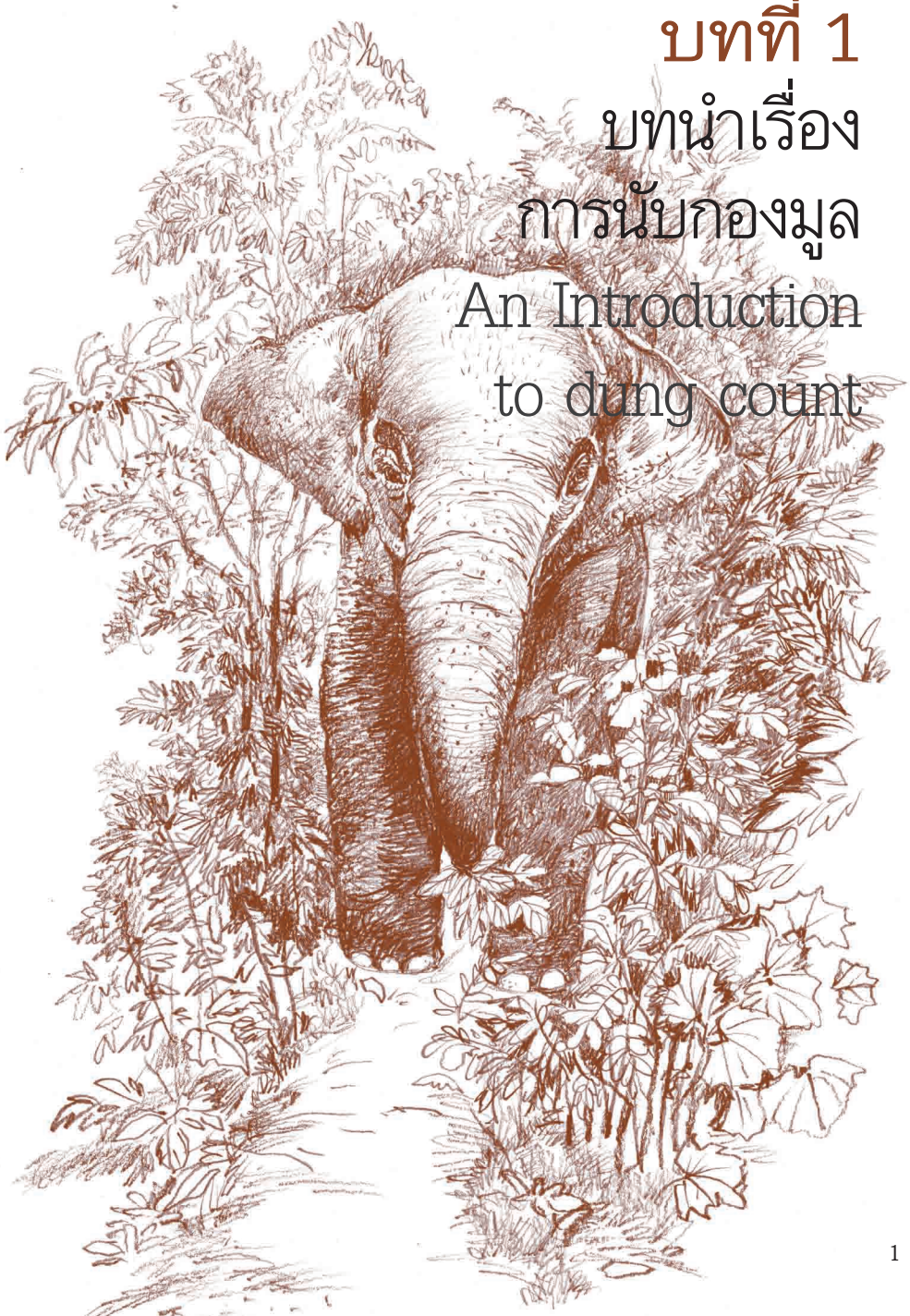


หน้า









# บทที่ 1
# บทนำเรื่อง การนับกองมูล
# An Introduction to dung count

# บทที่ 1
# บทนำเรื่องการนับกองมูล
# An introduction to dung count

## ทฤษฎีพื้นฐาน (Theoretical basis)

วิธีการสำรวจทางอ้อม เช่น การนับกองมูล มีประโยชน์มาก โดยเฉพาะเมื่อร่องรอยที่สัตว์ทำขึ้นนั้นมีความเหมาะสมมากกว่าการนับสัตว์ชนิดนั้นๆโดยตรง เพราะสัตว์ดังกล่าวอาจอาศัยในพื้นที่ป่ารกทึบ

### วิธีการนับกองมูลมีสองแบบ

1. การนับกองมูลโดยตรง (Fecal standing crop: FSC)
2. การนับเพื่อหาอัตราการสะสมของมูล (Fecal accumulation rate: FAR)

วิธีการนับมูลแบบ FAR นั้นเป็นการคำนวณเพื่อหาอัตราการสะสมของกองมูลระหว่างจุด 2 จุด วิธีการนี้จะต้องกลับไปที่แปลงหรือเส้นสำรวจเดิม และนับจำนวนของกองมูลที่พบตั้งแต่การสำรวจครั้งแรก โดยการกลับไปเพื่อนับกองมูลจะต้องเข้าไปก่อนที่จะมีการย่อยสลายของกองมูลเกิดขึ้น ความชุกชุมของสัตว์สามารถคำนวณได้จากอัตราสะสมของมูล และค่าเฉลี่ยของอัตราการขับถ่ายต่อช่วงเวลาในหนึ่งหน่วยพื้นที่ ในทางกลับกันวิธี FSC นั้น ใช้ประเมินความหนาแน่นของกองมูล (โดยที่ไม่มีการกลับไปติดตามดูพื้นที่เดิม) และมีความสัมพันธ์กับอัตราการย่อยสลายของกองมูลและค่าเฉลี่ยของอัตราการขับถ่าย (Neff 1968; Putman 1984; McClanahan 1986; Laing et al. 2003; Campbell et al. 2004)

อย่างไรก็ตามการนับกองมูลแบบ FAR นั้นยังไม่เป็นที่ยอมรับจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ทั้งนี้เนื่องด้วยเหตุผลหลายประการ ปัญหาที่สำคัญที่สุด คือการที่ต้องใช้เวลาในการสำรวจมาก ต้องใช้งบประมาณ และแรงงานมากกว่าการนับกองมูลแบบ FSC ซึ่งไม่ต้องกลับไปสำรวจจุดเดิมซ้ำ วิธี FAR นั้นจะครอบคลุมพื้นที่ได้น้อยกว่า เพราะแทนที่จะใช้เวลาในการสำรวจพื้นที่ใหม่ แต่ต้องกลับมาสำรวจซ้ำในพื้นที่เดิมแทน และการใช้เส้นสำรวจถาวรนั้นอาจเป็นปัญหาในพื้นที่ที่มีพืชขึ้นหนาแน่น เพราะช้างมักจะใช้พื้นที่เส้นสำรวจที่ตัดไว้แล้วมากกว่า ฉะนั้นการประเมินจำนวนมูลช้างตามเส้นสำรวจนั้นอาจจะทำให้ข้อมูลเกิดความเบี่ยงเบนได้ (Barnes 1996; Buckland et al. 2001; Nchanji & Plumptre 2001; Hedges & Tyson 2002)





*ภาพที่ 1.1 เจ้าหน้าที่พิทักษ์ป่าอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน กำลังวางแผนเพื่อเตรียมออกสำรวจประชากรช้างจากกองมูล*

วิธี FSC ที่ใช้ในงานวิจัยทั่วไปนั้น อันดับแรกต้องมีการประมาณหาความหนาแน่นของกองมูลก่อน จากนั้นก็นำค่าจำนวนกองมูลโดยเฉลี่ยต่อช้างหนึ่งตัวมาคำนวณกลับเพื่อให้ได้ค่าความหนาแน่นของช้างตามวิธีของ Buckland et al. (2001) หากค่า *R* คือ ค่าประมาณความหนาแน่นของจำนวนกองมูล (จำนวนของกองมูลต่อพื้นที่หนึ่งหน่วย) และ *c* คือ ค่าประมาณของจำนวนกองมูลเฉลี่ยต่อช้างหนึ่งตัวในช่วงเวลาที่ทำการสำรวจ ความหนาแน่นช้างสามารถประมาณได้จาก *R/c* ในการที่จะได้มาซึ่งจำนวนของกองมูลเฉลี่ยต่อช้างหนึ่งตัวในช่วงเวลาการสำรวจหนึ่งๆ เราต้องหาอัตราการเกิดกองมูลหรืออัตราการขับถ่ายเฉลี่ย (Mean dung-pile defecation rate) ของช้างในช่วงเวลานั้นๆ และประมาณระยะเวลาในการย่อยสลายของกองมูล (Decay rate)

การหาความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของประชากรสัตว์และความชุกชุมของร่องรอยสัตว์ป่า (เช่น จากกองมูล) โดยอาศัยข้อมูลการเกิดของร่องรอยและโอกาสที่ร่องรอยนั้นจะคงอยู่หรือหายไป ได้อธิบายไว้ใน Buckland et al. (2004) ทฤษฎีและวิธีปฏิบัติในการประมาณความหนาแน่นของกองมูลโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างจากเส้นสำรวจกับโอกาสที่จะพบกองมูล (Distance based sampling methods) รวมถึงการสำรวจบนแนวเส้นสำรวจที่จะกล่าวถึงในคู่มือเล่มนี้ ได้อธิบายไว้อย่างละเอียด

ใน Buckland et al. (2001) และนอกจากนี้ยังมีเพิ่มเติมอื่นๆ โดยเฉพาะในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายของกองมูลสามารถดูได้ใน Hiby & Lovell (1991), Barnes et al. (1997a), Plumptre (2000), Marques et al. (2001), Nchanji & Plumptre (2001), Hedges & Tyson (2002), Laing et al. (2003), and Campbell et al. (2004)

## การประยุกต์ใช้ (Application)

การนำวิธีการสำรวจด้วยการนับกองมูลมาใช้ในการหาขนาดของประชากรและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประชากรนั้น มีการศึกษารวบรวมไว้ค่อนข้างสมบูรณ์ (ดูจากเอกสารของ Neff 1968; Putman 1984; Barnes 2001; Buckland et al. 2001:183–189) และสามารถใช้กับการศึกษาประชากรช้างอย่างมีประสิทธิภาพ (Barnes & Jensen 1987; Dawson & Dekker 1992; Barnes 1993, 1996; Barnes et al. 1997b; Hedges et al. 2005)

### การนับกองมูลนั้นช่วยประเมินความชุกชุมของประชากรได้อย่างแม่นยำจริงหรือไม่?

ในทางปฏิบัติ การนับจำนวนกองมูลนั้นแสดงให้เห็นว่าสามารถประมาณประชากรได้อย่างแม่นยำ ดังเช่นวิธีที่ใช้ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่นๆทั่วไป ซึ่งรวมถึงช้าง หรือแม้กระทั่งสัตว์เลื้อยคลานจำพวกจิ้งจกตุ๊กแก (Barnes 2001) นอกจากนี้วิธีการนับกองมูลมีข้อดีในเรื่องของความแม่นยำในการประมาณที่สูงกว่าค่าที่ได้จากการสำรวจทางอากาศของช้างและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่นๆ (Jachmann 1991; Barnes 2002) ซึ่งวิธีการนับกองมูลนั้นเป็นการบันทึกข้อมูลต่อเนื่องกันเป็นสัปดาห์หรือเป็นเดือน ความผันแปรระหว่างเส้นสำรวจจึงมีค่าต่ำ แม้ค่าความผันแปรอาจมากับการคำนวณหาอัตราการขับถ่ายและอัตราการย่อยสลายของกองมูล แต่ท้ายสุดเมื่อนำค่าทั้งหมดมาหาความหนาแน่นของประชากรช้าง ค่าที่ได้ก็ยังมีความผันแปรที่ไม่สูงมากเมื่อเทียบกับ

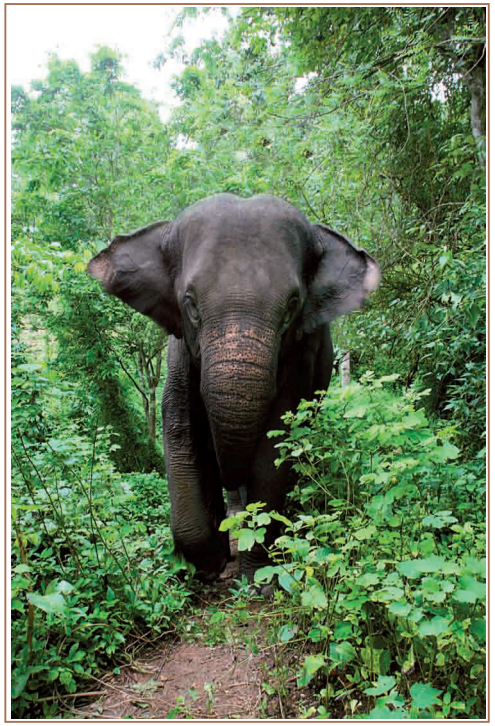




ค่าที่ได้จากการนับตัวโดยตรง ในทางกลับกัน การสำรวจด้วยการนับตรงทั้งทางบกและทางอากาศนั้นเป็นการบันทึกการกระจายของสัตว์ในช่วงเวลาสั้นๆ ค่าความผันแปรระหว่างเส้นสำรวจจะมีค่าสูง และให้ค่าที่อยู่ในช่วงความเชื่อมั่น (Confidence limits) ที่กว้างกว่า หรือมีความแม่นยำน้อยกว่าการสำรวจด้วยการนับกองมูล (Jachmann 1991; Barnes 2002)

อย่างไรก็ตาม เช่นเดียวกับวิธีการอื่นๆ วิธีการสำรวจด้วยการนับกองมูลนั้นจะให้ค่าประมาณที่ใกล้เคียงและน่าเชื่อถือก็ต่อเมื่อได้เก็บข้อมูลอย่างละเอียดถูกต้องตามหลักการ มีประเด็นบางอย่างที่ต้องพิจารณาในการวางแผนการนับกองมูล ได้แก่

(1) การออกแบบการสำรวจที่เหมาะสมเพื่อการประเมินความหนาแน่นของกองมูล
(2) ความสม่ำเสมอของการจำแนกกองมูลในแต่ละระยะเพื่อใช้ในการติดตามอัตราการย่อยสลาย
(3) วิธีการที่เหมาะสมสำหรับการประมาณอัตราการย่อยสลายของกองมูล
(4) อัตราการขับถ่าย
(5) ปัญหาที่เกิดขึ้นกับจำนวนประชากรขนาดเล็ก
(6) การประเมินอายุของช้างจากขนาดของกองมูล



# บทที่ 2

# ความเหมาะสม ของสภาพพื้นที่และเวลา ในการประเมินประชากรช้าง ด้วยการนับกองมูล

# Where and when are dung count based surveys appropriate for elephant?

# บทที่ 2
# ความเหมาะสมของสภาพพื้นที่และเวลาในการประเมินประชากรช้างด้วยการนับกองมูล
# Where and when are dung count based surveys appropriate for elephant?

## สภาพพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการสำรวจประชากรช้างด้วยการนับกองมูล (Where are dung counts appropriate?)

**1. ประชากรขนาดเล็กและปัญหาเกี่ยวกับความแม่นยำในการประเมินประชากร (Small populations and the problem of precision)**

การประเมินประชากรด้วยการนับกองมูล โดยทั่วไปจะใช้ในกรณีที่เราสามารถพบเห็นและนับกองมูลได้ง่ายกว่าการนับจำนวนตัวสัตว์โดยตรง ตัวอย่างเช่น กรณีที่สำรวจในป่าทึบ นอกจากนี้ผลจากการประเมินประชากรด้วยวิธีนี้ยังสามารถให้ค่าที่แม่นยำมากกว่าการประเมินจากการนับตรง เช่นการสำรวจทางอากาศ (Jachmann 1991; Barnes 2002) อย่างไรก็ตาม ขนาดของประชากรเองก็มีผลอย่างมากต่อความแม่นยำในการประเมิน ประชากรขนาดเล็กมักจะทำให้ค่าที่ประเมินมีความแม่นยำต่ำหรือมีค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (Coefficient of Variation: CV) สูง (Taylor & Gerrodette 1993; Barnes 2002) ดังนั้นการประเมินในพื้นที่ที่มีช้างอยู่ไม่มากจึงมักจะไม่สามารถบอกถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรได้อย่างชัดเจน

การที่จะกำหนดออกมาเป็นตัวเลขว่าประชากรขนาดใดจัดว่าเป็นประชากรขนาดเล็กนั้นเป็นเรื่องยาก เพราะมีอีกหลายปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้อง อาทิเช่น ความหนาแน่นของกองมูลนอกจากจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของช้างแล้วยังขึ้นอยู่กับอัตราการย่อยสลายของกองมูลด้วย ในพื้นที่ที่มีอัตราการย่อยสลายต่ำจะทำให้มีกองมูลเหลือค้างอยู่ในพื้นที่เป็นเวลานาน ทำให้ความหนาแน่นของกองมูลมีมากกว่าในพื้นที่ที่มีอัตราการย่อยสลายสูง และในกรณีนี้อาจเป็นข้อดีที่ทำให้มีจำนวนตัวอย่างมากขึ้น การประเมินก็จะมีความแม่นยำมากขึ้น

ความลาดชันและความยากง่ายในการเข้าถึงพื้นที่ก็มีผลต่อเวลาที่ใช้ในการ





สำรวจ พื้นที่ที่เข้าถึงยากต้องใช้เวลาในการสำรวจนาน ภายใต้เวลาที่จำกัดมักจะทำให้มีจำนวนตัวอย่างน้อยและมีความแม่นยำต่ำกว่าพื้นที่ที่เข้าถึงได้ง่ายกว่า

ความแม่นยำในการประเมินประชากรช้างด้วยการนับกองมูลนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับความแม่นยำในการคำนวณหาค่าความหนาแน่นของกองมูลเพียงอย่างเดียว เพราะในการคำนวณเพื่อหาค่าความหนาแน่นของช้างจำต้องนำค่าตัวแปรสำคัญอื่นๆ มาเกี่ยวด้วย ได้แก่อัตราการถ่ายมูลของช้างในแต่ละวันและอัตราการย่อยสลายของกองมูล ซึ่งถ้าเราสามารถหาค่าของทั้งสองตัวนี้ได้อย่างแม่นยำ (CV < 5%) เมื่อนำไปใช้ร่วมกับความหนาแน่นของกองมูลก็อาจจะไม่มีผลต่อความแม่นยำของการประเมินประชากรช้างมากนัก

การประเมินประชากรช้างป่าในปัจจุบันอาจจะดีกว่าการคาดเดาไม่มากนัก (Blake & Hedges 2004) และมักได้ค่าที่ต่ำกว่าความเป็นจริง (Blouch & Haryanto 1984:9; Blake & Hedges 2004:1197; Hedges et al. 2005:43 – 44) ดังนั้นจึงหมดข้อสงสัยที่ว่าการสำรวจประชากรช้างป่าด้วยการนับกองมูลนั้นเหมาะสมหรือไม่ เพราะเมื่อพิจารณาจากข้อมูลที่มีในปัจจุบันแล้วก็จะเห็นชัดเจนว่าการสำรวจด้วยการนับกองมูลเป็นทางเลือกที่เหมาะสม

ในกรณีที่ยังไม่มีข้อมูลเบื้องต้นที่ดี ควรมีการสำรวจเบื้องต้นเพื่อประเมินอัตราการพบกองมูลเพื่อนำเอาข้อมูลมาประกอบการตัดสินใจว่าการประเมินประชากรด้วยการนับกองมูลนั้นเหมาะสมหรือไม่ ความเหมาะสมในที่นี้คือจะต้องพิจารณาว่าระยะทางที่จะต้องสำรวจเพื่อที่จะได้มาซึ่งข้อมูลที่เพียงพอนั้น สามารถให้ผลที่มีความแม่นยำและสามารถทำได้ภายใต้ระยะเวลาที่กำหนดหรือไม่ โดยรายละเอียดการสำรวจขั้นต้นได้อธิบายไว้ใน*บทที่ 3*

การประมาณระยะทางอย่างน้อยที่ต้องสำรวจ เพื่อที่จะได้มาซึ่งผลที่มีความแม่นยำตามที่ต้องการ (มีค่า CV ตามที่กำหนด) โดยอาศัยข้อมูลจากการสำรวจเบื้องต้น (Buckland et al. 2001) สามารถคำนวณได้จากสมการที่เกี่ยวข้อง คือ

$$L = (b/\{cv_t(\hat{E})\}^2).(L_o/n_o)$$

โดยที่ $L$ = ระยะทางอย่างน้อยที่จะต้องสำรวจ (Estimate of total line length to be surveyed to achieve target coefficient of variation)

$b$ = ตัวแปรที่กำหนดค่าการกระจาย (Variance inflation factor)

$cv_t$ = ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) ของค่าความหนาแน่นของกองมูลที่ต้องการ (Target coefficient of variation)

$\hat{E}$ = ค่าประมาณความหนาแน่นของกองมูลจากการศึกษาเบื้องต้น (Density estimate)

$L_o$ = ระยะทางรวมจากการสำรวจเบื้องต้นทั้งหมด (Total length of all pilot transects combined)

$n_o$ = จำนวนกองมูลรวมในการศึกษาเบื้องต้นทั้งหมด (Total number of dung-piles found on all pilot transect combined)

ในการประมาณค่าการกระจาย *(b)* อาจเป็นเรื่องยากสำหรับการสำรวจเบื้องต้นที่มีระยะเวลาสั้น แต่อย่างไรก็ตาม Eberhardt (1978) ได้เสนอว่าค่า *b* ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 2-4 จากนั้น Burnham et al. (1980) เสนอว่าน่าจะเป็นค่าสัดส่วนที่อยู่ระหว่าง 1.5-3 และทั้ง Burnham et al. (1980) และ Buckland et al. (2001) แนะนำว่าควรกำหนดค่า *b* = 3 สำหรับการวางแผน และค่า *b* จะมากขึ้นในพื้นที่ที่มีโอกาสการพบกองมูลลดลงอย่างรวดเร็วในระยะทางที่ไม่ห่างจากกึ่งกลางเส้นสำรวจ

***ตัวอย่าง***

การคำนวณในกรณีที่เป็นการสำรวจเบื้องต้นในระยะสั้น โดยมี $L_o$ = 40 กิโลเมตร $n_o$ = 160 กองมูล (อัตราการพบเห็นกองมูลมีค่าเป็น 4 กอง/กิโลเมตร) ใช้ค่า *b* = 3 และมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของการประมาณความหนาแน่นที่ต้องการ (ค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูล $cv_t(\hat{E})$ = 0.10 หรือ 10%) ระยะทางโดยประมาณที่เราต้องสำรวจทั้งหมดเพื่อให้ได้มาซึ่งความหนาแน่นของกองมูลที่มีความแม่นยำตามต้องการคือ

$$L = (3/(0.1)^2) \times (40/160) = 75.0 \text{ กิโลเมตร}$$

จากนั้นเราก็จะพิจารณาว่าระยะทาง 75 กิโลเมตร ภายใต้เงื่อนไขของระยะเวลาที่มี จะสามารถทำได้อย่างไร และในทางกลับกัน การสำรวจเบื้องต้นสามารถบอกได้ว่าเราต้องการระยะเวลาเท่าไรเพื่อให้ครอบคลุมระยะทางที่ต้องการ

เป็นที่แน่ชัดว่าก่อนอื่นเราต้องกำหนดค่า *CV* ที่เราต้องการก่อน ซึ่งในการกำหนดนี้ควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและนักสถิติด้วย ตัวอย่างเช่นว่าในกรณีที่เราสามารถประมาณอัตราการถ่ายมูลของช้างได้ค่อนข้างแม่นยำ (*CV* of ≤ 5%) เราอาจจะตั้งค่า *CV* ของ





การคำนวณความหนาแน่นของกองมูลไว้ได้ที่ 20 – 25% แต่ในกรณีที่การประมาณอัตราการถ่ายมูลมีความคลาดเคลื่อนสูง (CV > 5%) เราควรตั้งเป้าไปที่การประเมินที่มีความแม่นยำสูงมากขึ้น เช่น CV ของการคำนวณความหนาแน่นของกองมูลอาจจะต้องลดลงมาที่ 10%

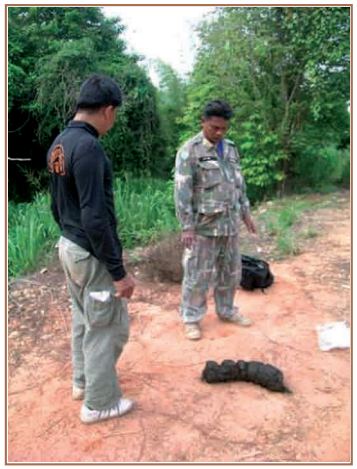
ในกรณีที่ผู้ศึกษาคาดว่าการประเมินประชากรด้วยการนับกองมูลนี้อาจจะไม่สามารถให้ค่าที่แม่นยำในระดับที่ต้องการได้ หรือในกรณีที่ไม่สามารถหากองมูลสดมาศึกษาอัตราการย่อยสลายได้ *(ดูบทที่ 5)* การประเมินประชากรด้วยเทคนิคการจับซ้ำโดยอาศัยลักษณะทางพันธุกรรมที่ได้จากกองมูล (DNA-based capture-recapture techniques) อาจจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถทำได้ (Eggert, et al. 2003; *ดูบทที่ 3 และบทที่ 9)*

**2. พื้นที่ชื้นแฉะและมีน้ำขัง (Swamps and other inundated areas)**

ในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังในบางฤดูอาจจะสามารถวางแผนการสำรวจที่เหมาะสมได้ในบริเวณที่ไม่มีน้ำท่วม ส่วนในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังตลอดปีไม่สามารถทำการสำรวจกองมูลได้ และในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังอยู่มาก (> 5%) อาจส่งผลให้ค่าจากการประมาณต่ำกว่าความเป็นจริง

## ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการสำรวจประชากรช้างด้วยการนับกองมูล (What is the best time to conduct dung counts?)

การสำรวจเบื้องต้นและการสำรวจจริงในภายหลังควรอยู่ในช่วงเวลาหรือฤดูกาลเดียวกันในทุกๆ ปี เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงในเชิงประชากรของช้าง เช่นการย้ายพื้นที่หากินระหว่างฤดู ซึ่งมีผลให้ความหนาแน่นของช้างในแต่ละพื้นที่เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย อัตราการย่อยสลายในแต่ละฤดูก็อาจจะไม่เท่ากัน พยายามหลีกเลี่ยงการสำรวจในช่วงเวลาที่มีน้ำท่วมขัง *(ดูหัวข้อด้านบน)* หรือในช่วงเวลาที่ช้างมีการกินผลไม้มากเกินปกติ เพราะการที่ช้างกินผลไม้จำนวนมากอาจเป็นปัญหาต่อการประมาณอัตราการย่อยสลายของกองมูลได้ *(ดูบทที่ 6)*



*ภาพที่ 2.1 กองมูลที่พบระหว่างการสำรวจประชากรช้างป่า ในอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน*

# บทที่ 3

# แผนและวิธีการสำรวจกองมูล สำหรับการสำรวจเบื้องต้น และการสำรวจจริง

# Planning and conducting dung count surveys: pilot surveys and formal surveys

# บทที่ 3
# แผนและวิธีการสำรวจกองมูล สำหรับการสำรวจเบื้องต้น และการสำรวจจริง
# Planning and conducting dung count survey: pilot surveys and formal surveys

การตัดสินใจเลือกวิธีการสำรวจประชากรสัตว์ป่าให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่นั้นเป็นเรื่องยาก จำเป็นต้องมีข้อมูลเบื้องต้นมาสนับสนุน เพราะนอกจากจะช่วยในการตัดสินใจเลือกวิธีศึกษาที่เหมาะสมแล้ว การสำรวจเบื้องต้นยังช่วยให้เราได้มองเห็นปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในขณะทำการสำรวจจริง เป็นการทดสอบขั้นตอนในการปฏิบัติงาน ทั้งยังเป็นการฝึกและเตรียมความพร้อมให้กับทีมสำรวจและผู้ที่เกี่ยวข้องไปในตัว

เนื้อหาในบทนี้จะช่วยในการตัดสินใจว่าก่อนการสำรวจจริงในพื้นที่ที่เลือกศึกษานั้น มีความจำเป็นที่จะต้องทำการสำรวจเบื้องต้นหรือไม่ และถ้าหากว่าจำเป็นต้องมีการสำรวจในเบื้องต้นจริง วิธีการใดจะเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด

*ภาพที่ 3.1 การวัดระยะทาง เพื่อวางแผนการสำรวจ*

## วิธีการและขั้นตอนการสำรวจ
## (What to do and what order to do it in)

**1. ระยะรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น (Preliminary data - gathering phase)**

1.1 กำหนดขอบเขตของพื้นที่ที่จะทำการสำรวจ พิจารณาว่ามีลักษณะเป็นพื้นที่ปิดหรือเปิด ถ้าพื้นที่ศึกษาของเราครอบคลุมพื้นที่ที่ช้างใช้ทั้งหมด ไม่มีช้างออกไปใช้พื้นที่ด้านนอก พื้นที่ของเราก็จะจัดได้ว่าเป็นพื้นที่ปิด ประชากรช้างที่ศึกษาก็เป็นประชากรปิด แต่ในทางกลับกัน ถ้าช้างมีการออกไปนอกพื้นที่ศึกษา พื้นที่ศึกษาก็จัดว่าเป็นพื้นที่เปิด ประชากรช้างที่ศึกษาเป็นประชากรเปิด

- ถ้าเป็นพื้นที่เปิด ให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและนักสถิติ
- ถ้าเป็นพื้นที่ปิด ให้ดูข้อถัดไป

1.2 จัดหาแผนที่ภูมิศาสตร์ (Topographic maps) และแผนที่ภาพถ่ายจากดาวเทียม (ถ้าเป็นไปได้) ภาพถ่ายทางอากาศก็สามารถใช้ได้แต่ไม่ใช่สิ่งที่จำเป็นต้องมี

1.3 จัดเตรียมข้อมูลแผนที่โดยใช้ระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศ (Global Information System: GIS)

1.4 รวบรวมรายงานทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการกระจายและความชุกชุมของช้างในพื้นที่ศึกษา

1.5 ออกสัมภาษณ์ชาวบ้านในพื้นที่เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

**2. ระยะของการตัดสินใจขั้นต้นภายใต้คำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ (First decision-making phase)**

2.1 พิจารณาว่ามีพื้นที่ที่มีน้ำในสัดส่วนที่สูง (>5%) หรือไม่

- ถ้าใช่ ให้ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและนักสถิติ
- ถ้าไม่ใช่ ให้ดูข้อถัดไป

2.2 ถ้าหากเคยมีการสำรวจกองมูลในพื้นที่ ให้ลองคำนวณหาอัตราการพบกองมูล (Detection rate) และพิจารณาว่าค่าดังกล่าว (1) มีค่าสูงพอที่จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) ลดต่ำลงจนอยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ ถ้ากำหนดระยะทางที่สามารถสำรวจได้ภายในระยะเวลาที่กำหนด (โดยปกติคือไม่เกิน 3 เดือน) และ (2) จะสามารถหาตัวอย่างกองมูลสดที่จะนำมาศึกษาอัตราการย่อยสลาย (Decay rate) ได้เพียงพอหรือไม่ ซึ่งขั้นต่ำแล้วในแต่ละพื้นที่ควรมีตัวอย่างกองมูลสดอย่างน้อย 120 ตัวอย่าง *(ดูวิธีการในบทที่ 5)*

- ถ้าเคยมีการสำรวจเบื้องต้นที่ยืนยันว่าในพื้นที่มีอัตราการพบกองมูลที่สูงและจากระยะทางโดยประมาณที่ต้องทำการสำรวจสามารถทำได้ภายใต้ระยะเวลาที่กำหนด และมีแนวโน้มที่จะพบกองมูลสดมากกว่า 120 กองในแต่ละพื้นที่สำรวจ ในกรณีนี้อาจไม่จำเป็นต้องสำรวจเบื้องต้นอีก สามารถทำการสำรวจจริงโดยการวางเส้นสำรวจได้เลย

- ถ้าอัตราการพบกองมูลจากการสำรวจที่ผ่านมามีแนวโน้มว่าภายใต้ระยะเวลาที่กำหนดจะไม่สามารถครอบคลุมระยะทางได้มากพอที่จะทำให้ได้ค่า CV ที่ต้องการ หรือมีแนวโน้มว่าจะไม่สามารถหากองมูลสดได้พอสำหรับการศึกษาอัตราการย่อยสลายของกองมูล เราอาจต้องนำเทคนิคการจับซ้ำโดยใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ทางพันธุกรรมที่ได้จากกองมูล (DNA based capture–recapture survey) มาใช้ โดยการตัดสินใจดังกล่าวควรขอคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ และถ้าหากสุดท้ายตัดสินใจว่าจำเป็นที่จะต้องใช้วิธีดังกล่าว จะต้องใช้การมุ่งสำรวจกองมูลอย่างเข้มข้น (Fecal concentration survey: FC)
- ถ้าไม่เคยมีการสำรวจกองมูลในพื้นที่เลย ซึ่งเป็นกรณีที่น่าจะพบมากที่สุด เราจำเป็นต้องเริ่มจากการสำรวจเบื้องต้น

## 3. แผนการสำรวจเบื้องต้น (Planning a pilot survey)

3.1 ถ้าหากจำเป็นต้องมีการศึกษาเบื้องต้นก่อนทำการศึกษาจริง ต้องตัดสินใจว่าควรจะใช้วิธีไหนในการสำรวจ ซึ่งต้องสัมพันธ์กับวิธีที่จะใช้สำรวจจริง จะใช้การนับกองมูลตามเส้นสำรวจหรือจะใช้การมุ่งเก็บตัวอย่าง DNA จากกองมูลอย่างเข้มข้น โดยการตัดสินใจดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลทั้งหมดที่มีเพื่อให้สามารถประมาณจำนวนและการกระจายของช้างในพื้นที่อย่างคร่าวๆได้ ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลจากกล้องดักถ่ายภาพอัตโนมัติ การสำรวจร่องรอย จากรายงานการลาดตระเวนหรืออื่นๆ

ในกรณีที่เราไม่มีข้อมูลอะไรก่อนหน้าเลย หรืออาจจะมีแต่ขาดความน่าเชื่อถือไม่สามารถมั่นใจได้ว่าการใช้เส้นสำรวจจะเหมาะสมหรือไม่ เป้าหมายหลักของการสำรวจเบื้องต้นจะมีอยู่ 2 เรื่อง คือเพื่อทราบถึงอัตราการพบกองมูลซึ่งจะช่วยให้เราสามารถประเมินความเหมาะสมของการสำรวจ และเพื่อทำการแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อยตามความหนาแน่นของช้างที่ได้จากการประมาณอย่างคร่าวๆ (โดยการแบ่งพื้นที่ย่อยนี้เป็นการลดความแปรปรวนที่เกิดจากความแตกต่างของแต่ละพื้นที่ย่อย) ซึ่งการสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (Recce-survey transects: RSTs) เป็นวิธีที่นำมาใช้ตามวัตถุประสงค์ดังกล่าว *(ดูข้อที่ 4 ด้านล่างและบทที่ 7)*

- เราควรพิจารณาความเป็นไปได้ที่จะพบกองมูลสดที่เพียงพอต่อการศึกษาอัตราการย่อยสลายไปพร้อมกัน ซึ่งจำเป็นต้องมีตัวอย่างกองมูลสดอย่างน้อย 120 กอง เพื่อเป็นตัวแทนในแต่ละสังคมพืชและแต่ละสภาพภูมิประเทศ





จากการสำรวจอย่างน้อย 6 ช่วง แต่ละช่วงมีการเว้นเวลาห่างเท่าๆกัน ดังนั้นถ้ามีการสำรวจ 6 ช่วง ก็ต้องพบกองมูลสดอย่างน้อย 20 ตัวอย่างต่อหนึ่งช่วงสำรวจ *(ดูบทที่ 5)*

- ถ้าไม่สามารถหาตัวอย่างได้เพียงพอที่จะศึกษาอัตราการย่อยสลาย หรือไม่เพียงพอที่จะหาอัตราการพบกองมูล (สำหรับทุกช่วงอายุ) จากการสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (RST) ก็จะสรุปได้ว่าไม่สามารถใช้การเดินเส้นสำรวจเพื่อนับจำนวนกองมูลแบบทั่วไปได้ ต้องอาศัยการวิเคราะห์ DNA จากกองมูลและใช้เทคนิคการจับซ้ำในการสำรวจแทน *(ดูข้อที่ 5 ด้านล่างและบทที่ 9)* โดยปกติแล้วการมุ่งสำรวจกองมูลอย่างเข้มข้นจะทำก็ต่อเมื่อทราบแล้วว่าผลจากการสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติไม่สามารถทำได้ *(ดูข้อที่ 4)* แต่ถ้าหากมีงบประมาณและแรงงานคนที่เพียงพอ ที่จะสามารถทำการสำรวจทั้งสองแบบไปพร้อมกันได้ก็ควรจะเลือกสำรวจทั้งสองแบบไปพร้อมกัน

ถ้าหากว่าข้อมูลก่อนหน้า ชี้ให้เห็นว่าอัตราการพบกองมูลมีค่าต่ำมาก ไม่สามารถใช้เส้นสำรวจในการสำรวจจริงได้ การสำรวจเบื้องต้นควรตั้งเป้าไปที่การสำรวจกองมูลและใช้การสำรวจที่เข้มข้นมากขึ้น *(ดูข้อที่ 5 และบทที่ 9)*

3.2 ในการสำรวจเบื้องต้น อาจจะต้องตัดสินใจอีกว่า ต้องการเพียงรวบรวมข้อมูลเพื่อหาวิธีที่เหมาะสมสำหรับการสำรวจจริงหรือว่าในการสำรวจเบื้องต้นนี้จะรวมไปถึงการสำรวจการกระจายของช้าง การกระจายตัวของปัจจัยคุกคามที่เกิดจากมนุษย์ หลักฐานการล่า หรือสิ่งที่น่าสนใจอื่นๆไปพร้อมกันด้วย ซึ่งถ้าหากว่าเราต้องการรวบรวมข้อมูลต่างๆนี้ไปพร้อมกัน เราอาจจะต้องวางแผนให้ครอบคลุมพื้นที่ที่กว้างมากขึ้น ใช้กำลังคนมากขึ้นและ/หรือใช้เวลามากขึ้น

แม้จะต้องลงทุนสูงแต่การสำรวจเบื้องต้นที่ครอบคลุมบริเวณกว้างก็นับว่าเป็นประโยชน์มาก เช่นข้อมูลจากการสำรวจในหลายพื้นที่ของแอฟริกากลางใน Minkébé ซากช้างทั้งหมดที่พบมาจากการสำรวจที่เรียกว่า “Travel recce” *(ดูภาคผนวกที่ 4)* และใน Blake (2002) อธิบายนิเวศวิทยาขั้นพื้นฐานของช้างด้วยวิธีเดียวกัน การอธิบายการกระจายของช้างและการใช้พื้นที่ของมนุษย์มีความสำคัญ แต่เนื่องจากคู่มือฉบับนี้ครอบคลุมเพียงการสำรวจจากกองมูลเท่านั้น หากต้องการทราบรายละเอียดอื่นเพิ่มเติมควรขอคำแนะนำจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการสำรวจสัตว์ป่า

**4. การสำรวจเบื้องต้น ทางเลือกที่ 1:** การประเมินความเหมาะสมของการสำรวจกองมูลตามแนวเส้นสำรวจโดยอาศัยการเดินสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (RST) เพื่อหาอัตราการพบกองมูล (Pilot survey option 1: evaluation of a site's potential suitability for line transect based dung surveys using recce-survey transects to determine dung-pile encounter rates)

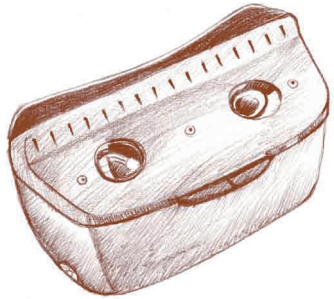
4.1 การสำรวจแบบ RST เป็นวิธีสำรวจที่ค่อนข้างสะดวกและรวดเร็ว *(ดูบทที่ 7)* ในการนำมาใช้เพื่อหาอัตราการพบกองมูลและเพื่อระบุพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของช้างมากและพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของช้างต่ำ โดยพิจารณาจากอัตราการพบกองมูล ดังต่อไปนี้

- ในการสำรวจแบบ RST ชุดสำรวจจะทำการเดินตามเส้นทางที่สะดวกหรือมีอุปสรรคน้อยที่สุด แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องพยายามรักษาเส้นทางให้เป็นเส้นตรงมากที่สุด และบันทึกกองมูลทุกกองที่พบ ในการวัดระยะทางที่เดินอาจใช้ตลับวัดระยะ[1] (Topofil) ส่วนการบันทึกสภาพป่าและร่องรอยกิจกรรมของมนุษย์ ควรยึดตามระบบมาตรฐานที่เคยมีการใช้ในพื้นที่ข้างเคียงหรือในภูมิภาคเดียวกัน กองมูลที่พบควรมีการระบุว่ามีการย่อยสลายอยู่ในระยะใด *(ดูบทที่ 4)* ในการสำรวจแบบ RST ไม่จำเป็นต้องทำการบันทึกระยะตั้งฉากจากกองมูลถึงกึ่งกลางเส้นสำรวจ แต่ควรมีการบันทึกว่ากองมูลที่พบอยู่ห่างจากกึ่งกลางเส้นสำรวจเกิน 2 เมตรหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อเป็นการจำกัดพื้นที่ที่นำไปวิเคราะห์เพื่อให้สามารถทำการเปรียบเทียบผลระหว่างพื้นที่ที่มีชนิดสังคมพืชและความสามารถในการมองเห็นกองมูลแตกต่างกันได้ เส้นสำรวจของ RST ควรมีความยาวประมาณ 1 - 2 กิโลเมตร ระยะทางในการเดินขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่อาจจะอยู่ในช่วง 1 - 6 กิโลเมตร/วัน ซึ่งทั้งนี้ควรระบุไว้ตั้งแต่การวางแผนสำรวจ

[1] Topofil เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระยะทาง มีลักษณะเป็นกล่องที่ภายในบรรจุม้วนด้ายพร้อมกับตัววัดระยะที่จะคอยบอกว่ามีด้ายที่ถูกดึงออกไปแล้วกี่เมตร เวลาใช้ให้นำด้ายไปผูกไว้กับวัตถุที่มั่นคงที่ตรงจุดเริ่มต้น ตั้งค่าเริ่มต้นให้เป็นศูนย์ก่อนที่เริ่มออกเดิน ตัววัดระยะทางก็จะเริ่มวัดระยะ อุปกรณ์นี้ควรติดไว้ที่เข็มขัดหรือถือเอาไว้ในมือ ดังนั้นด้ายก็จะตึงอยู่ตลอดเวลาที่เดิน และเมื่อถึงจุดสิ้นสุดการเดินหรือจุดพัก ก็เพียงแค่ดึงหรือตัดด้ายให้ขาดและปล่อยทิ้งไว้ได้ทันที เพราะด้ายมีคุณสมบัติไวต่อแสง สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ







*ภาพที่ 3.2 ตลับวัดระยะเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการวัดระยะทางในการทำเส้นสำรวจ และใช้ระหว่างการสำรวจ*

4.2 ในการสำรวจประชากรสัตว์ป่ามักมีการแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อยเพื่อเป็นการลดความแปรปรวนของข้อมูล ซึ่งในการสำรวจประชากรช้างก็ควรมีการแบ่งพื้นที่ย่อยตามความหนาแน่นของช้าง (อย่างคร่าวๆ จากการศึกษาเบื้องต้น) โดยอาจแบ่งเป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูง กลาง และต่ำ ซึ่งทั้งนี้อาจทำได้ก่อนที่จะเริ่มงานในภาคสนามถ้าหากมีข้อมูลอื่นๆ มาสนับสนุน ซึ่งหากทำได้การสำรวจเบื้องต้นควรแยกตามพื้นที่ย่อยดังกล่าวเพื่อยืนยันความเหมาะสมของการแบ่งพื้นที่ดังกล่าว ก่อนที่จะเริ่มมีการสำรวจจริง

4.3 ในกรณีที่มีข้อมูลการกระจายและความชุกชุมของช้างไม่เพียงพอต่อการแบ่งพื้นที่ย่อย เราอาจต้องพิจารณาแบ่งพื้นที่ย่อยตามระยะห่างจากชุมชนและ/หรือสังคมพืชที่สนใจ (ดูตัวอย่างจาก Barnes et al. 1997b; White & Edwards 2000; and Buckland et al. 2001) ซึ่งควรทำการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการสำรวจสัตว์ป่าและนักสถิติ

4.4 ดังที่ได้กล่าวไว้ก่อนหน้านี้ ก่อนที่จะเริ่มการสำรวจเบื้องต้นจำเป็นต้องตัดสินใจก่อนว่าต้องการเพียงสำรวจความเหมาะสมของวิธีที่จะใช้สำรวจจริงหรืออยากจะครอบคลุมในเรื่องการกระจายของช้างและภัยคุกคามอื่นๆ ไปพร้อมกัน ซึ่งถ้าใช่ก็ควรเริ่มตั้งแต่การวางแผนซึ่งต้องครอบคลุมพื้นที่กว้างขึ้นกว่าการสำรวจปกติมาก

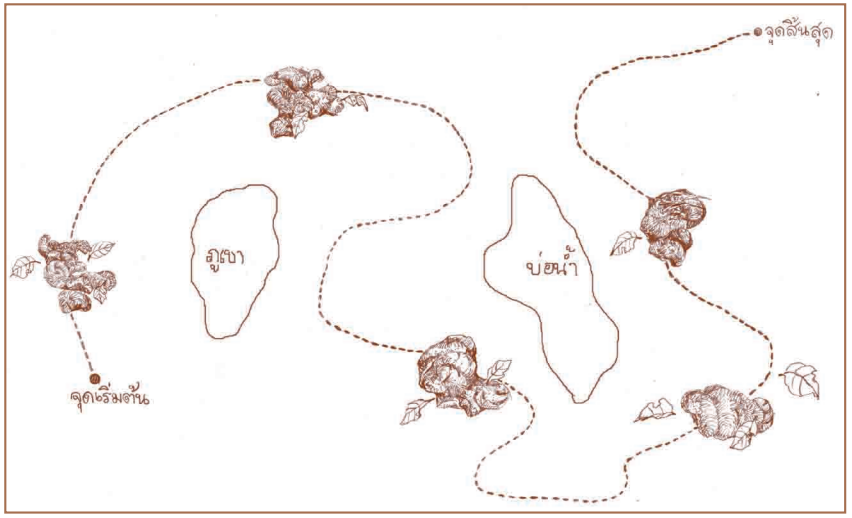
4.5 ถ้ามีเวลาพอ สามารถใช้คำสั่งสำเร็จรูปของโปรแกรม DISTANCE 5.0 (Thomas et al. 2006) ช่วยในการออกแบบการวางเส้นสำรวจได้ แต่ถ้าหากไม่มีเวลาพอจะต้องใช้การสุ่มจุดเริ่มต้นและวางเส้นสำรวจอย่างเป็นระบบ โดยทั้งนี้ควรปรึกษาทีมผู้เชี่ยวชาญด้านการสำรวจสัตว์ป่า

4.6 ในทางทฤษฎีแล้วเส้นสำรวจควรวางไปในแนวเดียวกันกับทิศการเปลี่ยนแปลง

ความหนาแน่นของช้าง หรือให้มีความแปรปรวนของอัตราการพบเห็นกองมูลภายในเส้นสำรวจเดียวกันมากที่สุด และให้ความแปรปรวนระหว่างเส้นสำรวจน้อยที่สุด เช่นเราคาดว่าความหนาแน่นของช้างน่าจะลดน้อยลงเมื่อห่างจากแหล่งน้ำออกไป เราก็ควรทำการวางเส้นสำรวจตั้งฉากกับแหล่งน้ำ เป็นต้น

4.7 ชุดสำรวจควรมีพิกัดเริ่มต้นของแต่ละเส้นบันทึกลงในเครื่อง GPS เพื่อให้สามารถช่วยนำทางไปยังจุดต่าง ๆ ได้ประกอบกับแผนที่

4.8 ในการสำรวจเบื้องต้นอาจสิ้นสุดก่อนกำหนดเมื่อมีข้อมูลพอที่จะบอกได้ว่าอัตราการพบกองมูลสูงพอที่จะทำการสำรวจจริงโดยใช้เส้นสำรวจและสามารถจำแนกพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อยตามระดับความหนาแน่นของช้างอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามควรทำการปรึกษาทีมผู้เชี่ยวชาญการสำรวจสัตว์ป่าก่อนตัดสินใจ แน่นอนว่าคงเป็นไปได้ยากถ้าหากว่าตัดสินใจที่จะรวบรวมข้อมูลอื่น ๆ เช่น การสำรวจซากช้าง และการใช้พื้นที่ของมนุษย์ไปพร้อมกันกับการสำรวจเบื้องต้น *(ดูข้อที่ 3)*




***ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างเส้นสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติในการสำรวจกองมูล***

4.9 การศึกษาเบื้องต้นและการศึกษาจริงควรอยู่ในช่วงเวลาหรือฤดูกาลเดียวกัน เพื่อลดผลที่อาจจะเกิดจากการเคลื่อนย้ายของประชากรช้างในพื้นที่ ซึ่งส่งผลทำให้ขนาดและความหนาแน่นของประชากรช้างเปลี่ยนไป เช่นจากเดิมในพื้นที่ย่อยที่ระบุว่ามีความหนาแน่นของช้างต่ำในช่วงที่ทำการสำรวจเบื้องต้นในฤดูฝน อาจจะมีความหนาแน่นเพิ่มมากขึ้นในการสำรวจจริงในฤดูแล้ง เพราะมีช้างเคลื่อนที่เข้ามาใช้แหล่งน้ำในบริเวณนั้นมากขึ้น





4.10 ในระหว่างการสำรวจเบื้องต้นนี้ ดังที่กล่าวไว้นอกจากจะทำการนับกองมูลทั่ว ๆ ไปแล้ว ควรทำการประเมินว่าจะสามารถหากองมูลสดได้เพียงพอหรือไม่ โดยขั้นต่ำคือ 120 กอง เพื่อให้เป็นตัวแทนของกองมูลทั้งหมดในพื้นที่ ไม่ใช่เพียงแต่บริเวณใดบริเวณหนึ่ง ซึ่งถ้าวางแผนสำรวจทั้งหมด 6 ครั้งก็ต้องหากองมูลอย่างน้อย 20 กอง/ครั้ง

4.11 เมื่อการเดินสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติเสร็จสิ้นต้องทำการวิเคราะห์ดังที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 2 เพื่อหาระยะทางที่ต้องเดินสำรวจจริงโดยกำหนดให้ความแปรปรวนที่ต้องการมีค่าเป็น 10% และ 20 - 25% โดยต้องประเมินระยะทางที่เดินเพื่อให้ได้จำนวนตัวอย่างกองมูลสดอย่างน้อย 120 กอง เพื่อการศึกษาหาอัตราการย่อยสลาย การคำนวณดังกล่าวอาจต้องอาศัยทีมผู้ชำนาญการสำรวจสัตว์ป่าและนักสถิติในการที่จะตัดสินใจเลือก

(1) ค่า CV ที่เหมาะสมสำหรับการศึกษาภายในระยะเวลาที่จะทำการศึกษาส่วนใหญ่คือ 3 เดือน และ

(2) ความเป็นไปได้ในการหากองมูลสดให้เพียงพอที่จะเป็นตัวแทนของกองมูลที่พบในพื้นที่ทั้งหมด

- ถ้าทั้ง 2 เงื่อนไขมีความเป็นไปได้ ก็สามารถใช้เส้นสำรวจในการสำรวจจริงได้ *(ดูข้อ 6)*
- ถ้าทั้ง 2 กรณีไม่สามารถเป็นไปได้ ก็จำต้องพิจารณาต่อไปว่าการศึกษา DNA ด้วยวิธี Capture - recapture มีความเป็นไปได้หรือไม่ *(ดูข้อที่ 5)* ซึ่งก็สามารถทำต่อไปได้เลยไม่มีความจำเป็นต้องรอ และที่จริงแล้วหากว่าทุกอย่างอำนวยก็สามารถสำรวจทั้งด้วยวิธี RST และการสำรวจหากองมูลอย่างเข้มข้นไปพร้อมกันทีเดียวได้เลยหากมีงบประมาณและจำนวนคนเพียงพอ

4.12 เขียนรายงานผลจากการสำรวจเบื้องต้นด้วยการเดินตามเส้นทางธรรมชาติพร้อมแนบข้อมูลทั้งหมดรวมถึงที่เป็นไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ด้วย โดยจัดส่งถึงเจ้าหน้าที่ส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง *(ดูบทที่ 11)*

**5. การสำรวจเบื้องต้น ทางเลือกที่ 2:** การประเมินความเหมาะสมของการสำรวจประชากรช้างโดยอาศัยผลการวิเคราะห์สารพันธุกรรม (DNA) ในมูลช้างมาประยุกต์ใช้กับเทคนิคการจับซ้ำ: Capture-recapture (Pilot survey option 2: evaluation of a site's potential suitability for fecal DNA based capture–recapture population survey methods using fecal concentration surveys)

5.1 การศึกษาตามวิธีนี้จะประสบผลสำเร็จหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับการออกแบบการศึกษา หลักสำคัญคือต้องพยายามเพิ่มโอกาสที่จะพบกองมูลให้มากที่สุด หรืออีกนัยหนึ่งคือต้องพยายามหากองมูลในที่ที่มีโอกาสพบมากที่สุด ซึ่งแน่นอนว่าไม่ได้เป็นไปแบบสุ่ม การศึกษาจึงมุ่งที่จะพิสูจน์ด้วยการค้นหาอย่างเข้มข้นในจุดที่คาดว่ามีช้างชุกชุมมากที่สุด (Hotspots) จะสามารถช่วยให้ได้จำนวนตัวอย่าง "กองมูลสด (Fresh)" หรือ "กองมูลที่ยังคงสภาพสด (Reasonably fresh)" ที่มากพอสำหรับการวิเคราะห์หรือไม่ เรียกวิธีนี้ว่า "การสำรวจกองมูลอย่างเข้มข้น (FC)" และก็เป็นไปได้ที่จะประยุกต์เทคนิคการจับซ้ำทันทีเมื่อการเก็บข้อมูลเสร็จสิ้นลง *(ดูบทที่ 9)*

ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา กองมูลสดในที่นี้หมายถึงกองมูลที่มีอายุไม่เกิน 48 ชั่วโมง *(ดูเพิ่มเติมในหัวข้อที่ 2 ของบทที่ 5)* ส่วนกองมูลที่ยังคงสภาพสด ในที่นี้หมายถึงกองมูลที่มูลยังคงกองรวมกันและยังไม่มีการเสื่อมสภาพไปมาก ยังไม่มีราขึ้น ไม่มีปลวกเข้ามาอาศัย และโดยทั่วไปกองมูลที่ยังคงสภาพสดนี้จะมีอายุไม่เกิน 2 สัปดาห์ (Eggert et al. 2003) แต่ถึงอย่างไรการที่จะระบุอายุของกองมูลที่แน่นอนในสภาพธรรมชาตินั้นไม่สามารถทำได้อย่างแม่นยำ

5.2 ควรมีการวางแผนสำรวจเบื้องต้นด้วยการสำรวจกองมูลอย่างเข้มข้น ให้อยู่ในช่วงเวลาหรือฤดูเดียวกันกับการสำรวจจริงด้วยวิธีเทคนิคการจับซ้ำ เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดอันเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของประชากรช้างในแต่ละช่วงของปี

5.3 ใช้วิธีสอบถามพราน นักวิจัย หรือคนที่ชำนาญพื้นที่ถึงจุดที่มีช้างชุกชุม เช่น พื้นที่โป่ง แหล่งน้ำ ด่านช้าง ถนน หรือแม้กระทั่งพื้นที่ที่เกิดความขัดแย้งระหว่างคนกับช้าง เป็นต้น

5.4 หลังจากรวบรวมข้อมูลแล้วควรมีการติดตามเก็บข้อมูลในจุดที่มีช้างชุกชุมและจุดอื่นๆ ที่น่าสนใจอย่างละเอียด





- จำนวนกองมูลสดและกองมูลที่ยังคงสภาพสดที่พบในจุดต่างๆ ควรมีการจดบันทึกและระบุตำแหน่งด้วยเครื่อง GPS ทั้งนี้รวมถึงกองมูลที่พบนอกจุดสำรวจในพื้นที่ศึกษาระหว่างการสำรวจด้วย นอกจากนั้นกองมูลสดและกองมูลที่ยังคงสภาพสดควรมีการจำแนกตามระบบที่ระบุไว้ใน*บทที่ 4* ด้วย
- ตำแหน่งที่พบกองมูลสดหรือกองมูลที่ยังคงสภาพสดควรมีการจัดเก็บในฐานข้อมูล GIS เพื่อเป็นประโยชน์ในการวางแผนต่อไป

5.5 เมื่อการมุ่งสำรวจกองมูลอย่างเข้มข้นเสร็จสิ้นลงควรมีการเตรียมรายงานที่แสดงถึงตำแหน่งของกองมูลต่างๆ พร้อมกับวันที่พบโดยทีมผู้ชำนาญการด้านสำรวจสัตว์ป่าและนักสถิติสามารถช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านี้ ซึ่งจะช่วยตัดสินใจว่าจะสามารถใช้เทคนิคการจับซ้ำในการสำรวจจริงได้หรือไม่ แต่จำไว้ว่าการประยุกต์ใช้เทคนิคการจับซ้ำดังกล่าวอาจทำได้ทันทีหลังจากการสำรวจกองมูลอย่างเข้มข้นหรือไม่ก็ได้ ดูเงื่อนไขการปฏิบัติใน*บทที่ 9*

**6. การสำรวจจริง ทางเลือกที่ 1:** การประเมินความหนาแน่นของกองมูลช้างด้วยการวางแนวเส้นสำรวจและการนำอัตราการถ่ายมูลและอัตราการย่อยสลายของกองมูลมาใช้ประมาณค่าความหนาแน่นของช้าง (Formal survey option 1: using line transects to estimate dung-pile density, and converting this estimate to elephant density using appropriate dung production rate data and dung-pile disappearance rate data collected at the site in the period before the line transect survey)

6.1 การใช้เส้นสำรวจมาตรฐานเพื่อประเมินความหนาแน่นของกองมูลช้าง *(บทที่ 8)*

- ความยาวหรือระยะทางที่ต้องทำการสำรวจทั้งหมดนั้น ขึ้นอยู่กับว่าเราต้องการให้ค่าที่ประเมินได้มีความแม่นยำในระดับใด (ตามค่า CV เป้าหมายที่กำหนดขึ้นโดยทีมนักสถิติ *ดูรายละเอียดในข้อ 1 ของบทที่ 2 และวิธีการในบทที่ 8)* จำนวน ความยาว และตำแหน่งของแต่ละเส้นสำรวจอาจกำหนดได้จากคำสั่งสำเร็จรูปในโปรแกรม DISTANCE 5.0 (Thomas et al. 2006; *ดูวิธีการในบทที่ 8)*
- การสำรวจส่วนใหญ่จะกำหนดระยะเวลาไว้ที่ 3 เดือน
- กองมูลทั้งหมดที่พบตามเส้นสำรวจต้องมีการจำแนกตามระยะการย่อยสลายในระบบมาตรฐานของระบบ S *(ดูบทที่ 4)*

- สำหรับกองมูลทั้งหมดที่พบภายในระยะ 1 เมตรและยังมีมูลที่คงสภาพเป็นก้อน *(ดูเพิ่มเติมในส่วนที่อธิบายการจำแนกกองมูล)* ควรทำการเลือกวัดเส้นรอบวงของก้อนมูลก้อนที่ใหญ่ที่สุด 3 ก้อน หรือทุกก้อนที่พบในกรณีที่มีน้อยกว่า 3 ก้อนในหนึ่งกอง *(ดูบทที่ 10)*

6.2 การประมาณอัตราการย่อยสลาย ผู้ศึกษาต้องทำการทดลองหาการย่อยสลายของกองมูลในพื้นที่ก่อนการศึกษาจริง ซึ่งเรียกวิธีนี้ว่า "Retrospective approach" (sensu Laing et al. 2003) รายละเอียดการปฏิบัติอธิบายไว้*ในบทที่ 5* ส่วนนี้จะเป็นเพียงการสรุปเท่านั้น

- หากทำได้ควรทำการประมาณอัตราการย่อยสลายของกองมูล อาจจะด้วยประสบการณ์หรืออาจจะด้วยการอ้างอิงตามการศึกษาก่อนหน้า โดยในที่นี้จะเรียกว่าค่า *"t"* การติดตามสังเกตการย่อยสลายของกองมูลควรเสร็จสิ้นในขณะที่การเดินสำรวจดำเนินไปแล้วประมาณครึ่งโครงการ นั่นคือหากวางแผนที่จะเดินสำรวจ 3 เดือนตั้งแต่มิถุนายนไปจนถึงสิงหาคมและ $t$ = 4 เดือน การติดตามดูการย่อยสลายของกองมูลควรเริ่มในเดือนมีนาคม แต่ถ้าหากไม่สามารถประมาณค่า $t$ ได้ การติดตามดูการย่อยสลายของกองมูลควรเริ่มอย่างน้อย 12 เดือนก่อนถึงระยะครึ่งโครงการที่สำรวจจริง
- ในการติดตามดูการย่อยสลายควรแบ่งช่วงการลงพื้นที่ออกเป็นอย่างน้อย 6 ช่วงเว้นระยะห่างแต่ละช่วงเท่า ๆ กันและพยายามจัดให้ครั้งสุดท้ายตรงกับระยะครึ่งโครงการในการเดินสำรวจ
- ในการลงพื้นที่แต่ละครั้งควรหาและทำเครื่องหมายกองมูลให้ได้อย่างน้อย 20 กอง *(ดูการจำแนกประเภทของกองมูลสดในบทที่ 5)*
- บันทึกจำนวนก้อนที่พบในมูลข้างแต่ละกองทุกครั้ง
- กองมูลสดทุกกองที่พบและทำการติดตามต้องมีการทำเครื่องหมายอย่างเป็นระบบ
- รูปแบบที่ใช้ในการค้นหากองมูลจำเป็นต้องครอบคลุมทุกลักษณะพื้นที่ทั้งในแง่ของสังคมพืช ปริมาณน้ำฝน และความชัน เป็นต้น
- เครื่องหมายที่กองมูลเป็นสิ่งสำคัญ ในการกลับไปตรวจดูการเปลี่ยนแปลงสภาพแต่ละครั้งควรตรวจสอบด้วยว่า (1) ทีมยังสามารถหากองมูลได้เจออยู่หรือไม่ (2) เครื่องหมายยังอยู่หรือไม่ ถ้าหากมีการสูญหายหรือเสื่อมสภาพควรทำการแก้ไข





- การจำแนกระยะการย่อยสลายของกองมูลแต่ละกองควรทำในการลงภาคสนามครั้งสุดท้ายเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อให้มีผลกระทบต่อการย่อยสลายของกองมูลน้อยที่สุด
- หากเป็นไปได้ควรมอบหน้าที่ให้คนที่เดินเส้นสำรวจคนเดิมเป็นคนติดตามดูการย่อยสลายของกองมูล ทั้งนี้เพื่อเป็นการควบคุมมาตรฐานในการจำแนกให้คงที่ตลอดเวลา
- ทำการตัดสินใจว่าระยะการย่อยสลายในแต่ละระยะ ระยะใดแบ่งเป็นระยะที่กองมูล "ยังสามารถสังเกตเห็นได้" และในระยะใดที่เป็นระยะที่เรียกว่า "หายไป" โดยปกติแล้วในระบบ S (S system) ที่ใช้จะกำหนดว่า ระยะ S1 S2 และ S3 เป็นระยะที่กองมูลยังคงอยู่ ส่วนระยะ S4 และ S5 เป็นระยะที่กองมูลหายไปแล้ว *(ดูบทที่ 4)*

*ภาพที่ 3.4 กองมูลของช้างป่าในระยะ S1 (มูลทุกก้อนยังไม่มีการย่อยสลาย)*

- คำนวณหาอัตราการย่อยสลายของกองมูล *(ดูรายละเอียดในบทที่ 5* หรืออ่านจาก Laing et al. (2003) และทำการปรึกษาทีมผู้เชี่ยวชาญการสำรวจสัตว์ป่าและนักสถิติ)

6.3 การตัดสินใจว่าจะทำการทดลองหาอัตราการถ่ายมูล (Defecation or Production rate) หรือไม่

- ถ้าตัดสินใจว่าจะทำการทดลองหาอัตราการขับถ่าย ก็ควรทำในช่วงเดียวกันกับการติดตามดูการย่อยสลายของกองมูล *(ดูวิธีปฏิบัติในบทที่ 6)*
- ถ้าตัดสินใจว่าจะไม่หาอัตราการขับถ่าย ก็ต้องอ้างอิงค่าที่น่าเชื่อถือเหมาะสมกับพื้นที่ที่เราศึกษา

6.4 หลังจากการเดินสำรวจและการติดตามดูการย่อยสลายของกองมูล (รวมถึงการหาอัตราการขับถ่ายด้วย ในกรณีที่ตัดสินใจทดลองหา) เสร็จสิ้นลง ทำการคำนวณหาความหนาแน่นของกองมูลโดยใช้โปรแกรม DISTANCE 5.0 (Thomas et al. 2006 *ดูบทที่ 8*) ทำการตรวจสอบดูว่าเราระบุระยะที่บอกว่ากองมูลยังคงอยู่หรือหายไปไว้ถูกต้องแล้วหรือไม่ *(ดูข้อที่ 6 ด้านบน)*

6.5 เมื่อได้ค่าความหนาแน่นของกองมูลเป็นที่น่าเชื่อถือแล้วก็สามารถทำการคำนวณหาความหนาแน่นของช้างได้โดยระบุอัตราการถ่ายมูลและอัตราการย่อยสลายที่ได้ลงไปในโปรแกรม DISTANCE 5.0 ซึ่งเราสามารถระบุค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard error) ของค่าประมาณทั้งสองลงไปได้ด้วย

6.6 สร้างกราฟแท่งความถี่ (Histogram) ของกองมูลแต่ละขนาดโดยใช้ขนาดของเส้นรอบวงที่วัดได้ขณะทำการเดินสำรวจ ข้อมูลนี้สามารถบอกถึงโครงสร้างอายุของช้างได้ซึ่งมีประโยชน์มากต่อชุดสำรวจ ในการติดตามดูการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างอายุได้เมื่อมีการสำรวจซ้ำ

6.7 จัดทำรายงานเป็นรูปเล่ม แนบเอกสารข้อมูลและไฟล์คอมพิวเตอร์ทั้งหมดส่งไปยังหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง *(ดูบทที่ 11)*

7. **การสำรวจจริง ทางเลือกที่ 2:** ประเมินความหนาแน่นของช้างด้วยเทคนิคการจับซ้ำโดยใช้ลักษณะทางพันธุกรรมที่ได้จากกองมูล (Formal survey option 2: Using fecal DNA based capture-recapture survey methods to estimate elephant population size) *ทำตามวิธีที่ระบุไว้บทที่ 9*





# บทที่ 4
# การจำแนกลักษณะของกองมูล
# Dung-pile classification

# บทที่ 4
# การจำแนกลักษณะของกองมูล
# Dung-pile classification

## การจำแนกประเภทกองมูลด้วยระบบมาตรฐาน (ระบบ S)
## (The new-standard dung-pile classification system: the S system)

เมื่อใดก็ตามที่เราต้องการทราบความหนาแน่นของข้างด้วยการหาความหนาแน่นของกองมูล เราจำเป็นต้องคำนวณหาอัตราการถ่ายมูลและอัตราการย่อยสลาย ซึ่งเป็นการติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพของกองมูลตั้งแต่ถ่ายออกมาจนกองมูลนั้นหายไป ดังนั้นการศึกษานี้จึงขึ้นอยู่กับ (1) ความรับผิดชอบของผู้เก็บข้อมูล และ (2) มาตรฐานของเกณฑ์การจำแนกประเภทกองมูลว่ามีความชัดเจนสามารถจำแนกกองมูลที่พบได้อย่างเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ดังนั้นลักษณะที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ต้องสามารถเข้าใจได้ง่ายและใช้จำแนกได้อย่างถูกต้อง ระบบ S ที่จะได้อธิบายถัดจากนี้ พัฒนาขึ้นโดยทีมวิจัยของ WCS ที่ทำงานบนเกาะสุมาตราและในประเทศลาว ซึ่งก็เป็นระบบที่มีการยอมรับและเคยนำมาใช้กับระบบ MIKE (หากมีความสนใจในปัญหาของระบบเดิมที่เคยใช้ก่อนหน้านี้ สามารถดูได้ที่*ภาคผนวก 1)*

**ตารางที่ 4.1 การจำแนกประเภทกองมูลด้วยระบบ S** *(ดังแสดงในภาพที่ 4.1)*

| ระยะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| S1 | มูลข้างทุกก้อนยังคงสภาพเป็นก้อนสมบูรณ์ |
| S2 | มูลข้างอย่างน้อยหนึ่งก้อน (แต่ไม่ใช่ทั้งหมด) ยังคงสภาพเป็นก้อนสมบูรณ์ |
| S3 | มูลข้างทุกก้อนมีการสลายตัวแต่ว่าแต่ละส่วนยังคงยึดติดกันอยู่ (เส้นใยต่าง ๆ ยังมีการยึดรวมกัน) |
| S4 | มูลข้างทั้งหมดสลายเป็นเศษเส้นใยปนกันไม่สามารถแยกแยะที่มาได้ |
| S5 | ไม่เหลือเศษของมูลข้างหรือเส้นใยใด ๆ |





**หมายเหตุ**

มูลข้างที่จัดว่ายังคงสภาพเป็นก้อน หมายถึงมูลก้อนที่ (1) ยังคงรูปร่างและปริมาตรคงเดิมและ (2) เมื่อหยิบขึ้นมาแล้วไม่แตกร่วนออกจากกัน

ชิ้นส่วนของมูลที่แยกออกจากก้อนมูลเดียวกัน (Coherent fragment) โดยชิ้นส่วนจะหมายถึงมูลที่แยกออกมาจากมูลแต่ละก้อน ประกอบไปด้วยเส้นใยและวัสดุอื่น ๆ ที่ยังคงยึดติดกัน เมื่อหยิบขึ้นมาแล้วไม่มีการแตกร่วนออกจากกัน เส้นใยหรือส่วนของพืชที่ยังยึดติดกันด้วยเศษดินหรือโคลนไม่จัดว่าเป็นชิ้นส่วนของมูลที่แยกตัวออก

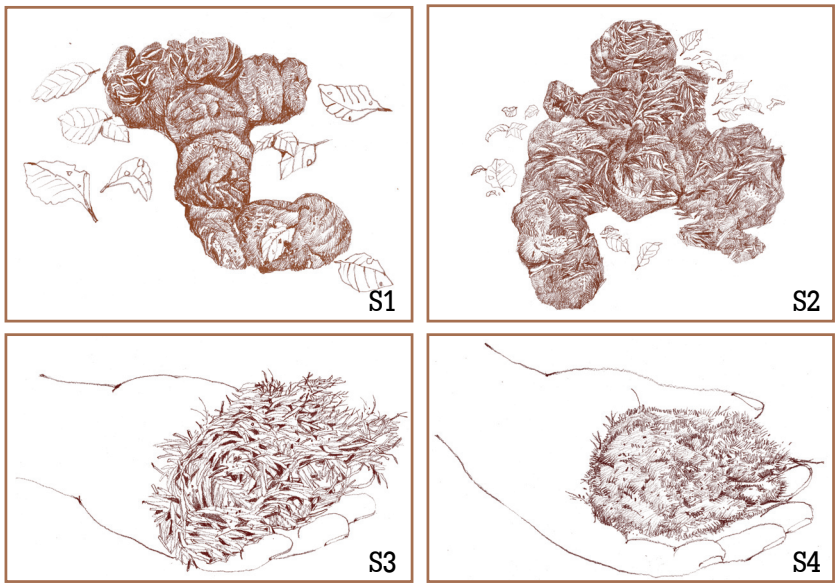
ชิ้นส่วนต่าง ๆ ควรต้องมีการหยิบขึ้นมาทดสอบดูก่อนจึงจะสามารถระบุประเภทได้

เพื่อยืนยันว่าเศษชิ้นส่วนของมูลที่ยังยึดติดกันอยู่นั้นเป็นก้อนเดียวกันหรือไม่ ต้องลองแยกดูก่อนว่าที่ติดกันนั้นเกิดจากโคลนหรือเศษวัสดุในมูลจริง ๆ

ในการทดสอบชิ้นส่วนที่แยกขาดออกเป็นชิ้นแล้ว ว่ายังรวมกันเป็นชิ้นอยู่หรือไม่ ทำได้ด้วยการกลิ้งบนฝ่ามือทั้งสองข้างสลับไปมาและใช้นิ้วสัมผัสดูเบา ๆ ว่าชิ้นส่วนนั้นยังยึดติดกันอยู่จริง แต่ไม่ควรพยายามดึงแยกชิ้นส่วนออกจากกัน

ควรจำไว้ว่าแม้จะเป็นมูลที่เพิ่งถ่ายออกมาก็ไม่จำเป็นที่จะมีสภาพตามที่บรรยายไว้ใน S1 อาจจะจำแนกว่าเป็น S2 หรือ S3 ก็ได้

ผู้ควบคุมการสำรวจควรมีการทำเอกสารประกอบคำอธิบายเพื่อช่วยในการจำแนกได้อย่างถูกต้อง




*ภาพที่ 4.1 ลักษณะกองมูลแต่ละระยะตามระบบ S*

## สิ่งที่ควรคำนึงถึงเมื่อนำระบบ S ไปใช้ (Using the S system)

- ในการบันทึกในภาคสนามควรมีการบันทึกแยกตามระบบ S เป็น S1 ถึง S5 ไม่ควรบันทึกเพียงแต่ว่ากองมูลนั้นยังคงอยู่ สามารถมองเห็นได้หรือว่าหายไป การที่จะระบุว่าระยะไหนที่เรียกว่ายังคงอยู่หรือว่าหายไปนั้นเป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ในภายหลัง
- ในการทดสอบว่ามูลของช้างยังยึดติดกันอยู่หรือไม่สามารถทำได้โดยการเขย่าด้วยฝ่ามือเบา ๆ
- พยายามตรวจดูว่ามีปลวกหรือมดเข้าไปสร้างโพรงภายในหรือไม่
- ในกรณีที่ไม่สามารถนับจำนวนก้อนของมูลช้างในหนึ่งกองที่พบได้ให้ระบุมาเป็นช่วง เช่น 5-7 ก้อน หรือมากกว่า 4 ก้อน เป็นต้น
- ในการระบุตามระบบ S ไม่จำเป็นต้องทราบว่ามูลทั้งหมดมีกี่ก้อน เพียงแต่ดูว่ามีการสลายตัวแล้วหรือยัง เช่นพบว่ามีมูลบางก้อนยังคงสภาพเป็นก้อนสมบูรณ์ ในขณะที่บางก้อนเริ่มแยกตัวออกจากกันเป็นชิ้น สามารถระบุได้ทันทีว่าอยู่ในระยะ S2 ไม่จำเป็นต้องนับว่าที่สลายไปแล้วมีกี่ก้อน
- อย่างไรก็ตามเราอาจต้องใช้เวลาในการหามูลในกองให้ครบทุกก้อน เพื่อยืนยันว่ามูลทุกก้อนมีการสลายตัวออกเป็นชิ้น ๆ แล้วหรือไม่ หากไม่สามารถแน่ใจได้ เช่นมีมูลช้างช้างทั้งหมด 5 ก้อน เรามั่นใจ 4 ก้อนแรกนั้นได้ผุไปเรียบร้อยแล้ว แต่ว่าก้อนที่ 5 ยังไม่สามารถบอกได้ชัด ไม่แน่ใจว่าจะจัดอยู่ในระยะ S2 หรือ S3 ในกรณีนี้ควรมีการระบุระดับความเชื่อมั่นหรือลงหมายเหตุไว้
- กรณีมีการถ่ายกองมูลซ้อนทับกันซึ่งอาจจะมากกว่าสองกอง อาจต้องพิจารณาในเรื่องของขนาดและลักษณะภายนอกอื่น ๆ เช่น สีและรูปร่างของมูลแต่ละก้อน และพยายามแยกตามอายุ ความเก่าใหม่ เช่น ดูว่ามีเห็ดหรือราขึ้นหรือยัง ระยะห่างระหว่างมูลแต่ละก้อนและจำนวนก้อนทั้งหมดก็อาจจะมีส่วนช่วยในการระบุจำนวนกองมูลได้ด้วยเช่นกัน โดยปกติแล้วมูลช้างหนึ่งกองจะประกอบด้วยมูลช้างทั้งหมด 3-8 ก้อน ดังนั้นในกรณีที่พบมูลทั้งหมด 15 ก้อนอาจจะคาดได้ว่ามีมูลช้าง 2 กองซ้อนทับกัน แต่อย่างไรก็ตามบางครั้งก็อาจไม่มีหลักฐานที่จะทำให้มั่นใจได้ ดังนั้นควรมีการลงหมายเหตุด้วยทุกครั้ง
- ในการสำรวจในแต่ละพื้นที่ด้วยระบบดังกล่าว หากเห็นว่าควรมีการปรับปรุงหรือเสนอแนะเพื่อให้มีการปรับปรุง ควรแจ้งผู้ที่เกี่ยวข้องในระดับพื้นที่ผ่านมายังทีมผู้เชี่ยวชาญด้านการสำรวจสัตว์ป่าตามความเหมาะสม





*ภาพที่ 4.2 การวัดขนาดก้อนมูลหลังจากจำแนกลักษณะกองมูลโดยใช้ระบบ S*

## ความจำเป็นในการระบุระยะการย่อยสลายออกเป็นหลายช่วง (Multi-stage classification)

**ทำไมจึงจำเป็นต้องมีการแยกออกเป็นหลายระยะ?**

เหตุผลคือการบันทึกแบบนี้มีความยืดหยุ่นในการวิเคราะห์มากกว่าการระบุเพียงแค่ว่า “ยังคงอยู่ (Still presented)” หรือว่า “หายไปแล้ว (Disappeared)” ดังตัวอย่างเช่นว่า ในการศึกษาหนึ่งตลอดการศึกษาพบแต่เพียงกองมูลในระยะ S1-S3 ไม่พบกองมูลในระยะ S4-S5 เลย และถ้าหากนำข้อมูลที่ได้ไปหาความหนาแน่นของกองมูล และความหนาแน่นของช้างตามลำดับ ก็จะได้ค่าประมาณความหนาแน่นของช้างที่คลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง ซึ่งที่จริงแล้วในการติดตามการย่อยสลายของกองมูลส่วนใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ระยะ S3 ก่อนที่จะมีการสำรวจ ดังนั้นเพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงความเป็นจริงเราสามารถแยกเอาเฉพาะข้อมูลในระยะ S1 และ S2 มาคำนวณได้ ซึ่งถ้าหากเพียงบันทึกการพบและการหายไปจะไม่สามารถจัดการกับข้อมูลในลักษณะนี้ได้

# บทที่ 5
# การติดตามตรวจสอบการย่อยสลายของกองมูล
# Monitoring dung-pile decay rates

# บทที่ 5
# การติดตามตรวจสอบการย่อยสลายของกองมูล
# Monitoring dung-pile decay rates

หากต้องการที่จะประเมินความหนาแน่นของช้างโดยใช้ข้อมูลจากการนับกองมูล จำเป็นที่จะต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการขับถ่ายและอัตราการการย่อยสลายของกองมูล โดยในส่วนของการประมาณอัตราการย่อยสลายของกองมูลเป็นส่วนที่ซับซ้อนมากที่สุด ซึ่งก็เป็นเนื้อหาหลักของบทนี้

ก่อนอื่นต้องทำความเข้าใจก่อนว่าในเนื้อหาของบทนี้ทั้งหมดใช้คำว่า "การย่อยสลาย (Decay)" แทนการเสื่อมสภาพของกองมูลในทุก ๆ สาเหตุ ไม่ว่าจะทั้งด้วยการย่อยสลายตามธรรมชาติหรือไม่ว่าจะด้วยสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์หรือสัตว์อื่น ๆ

เป็นที่น่าประหลาดใจว่างานวิจัยส่วนใหญ่ ที่ทำการประเมินประชากรของช้างด้วยการนับกองมูล ไม่ได้ให้ความสำคัญกับการทดลองหาอัตราการย่อยสลายของกองมูลในพื้นที่ศึกษาด้วยตัวเอง แต่กลับอาศัยอ้างอิงข้อมูลจากการศึกษาอื่นซึ่งบางครั้งก็อยู่คนละสภาพพื้นที่ ห่างกันเป็นระยะทางหลายพันกิโลเมตร (Hedges & Tyson 2002) ทั้งนี้ไม่ได้เป็นการตำหนิผู้ที่ทำการศึกษา แต่เพียงต้องการชี้ให้เห็นปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น

อัตราการย่อยสลายผันแปรสูงมากตามลักษณะของพื้นที่ ตัวอย่างเช่น ปริมาณน้ำฝนซึ่งมีความสัมพันธ์กันสามารถนำมาคำนวณหาอัตราการย่อยสลายของกองมูลได้ (Dawson 1990; Barnes & Barnes 1992) และเป็นที่แน่นอนว่าในแต่ละพื้นที่นั้นแตกต่างกันอย่างชัดเจน การศึกษาของ Barnes & Barnes ในพื้นที่ตะวันออกเฉียงเหนือของ Gabon ระบุว่าอัตราการย่อยสลายของกองมูล คือ 0.022 - 0.026 การศึกษาของ White (1995) ในพื้นที่อนุรักษ์ที่ชื่อ Lopé อยู่ตอนกลางของ Gabon พบว่าอัตราการย่อยสลายของกองมูลมีค่าเป็น 0.018 ในขณะที่ Nchanji & Plumptre (2001) พบว่าอัตราการย่อยสลายของกองมูลในทางตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศ Camaroon มีค่าเป็น 0.013 - 0.007 หรือคิดเป็น 38.8 - 72.2% ของค่าที่พบใน Gabon โดย Nchanji & Plumptre ได้อภิปรายว่าความคลาดเคลื่อนนี้เกิดจากการตัดสินใจของผู้ทำการเก็บข้อมูลว่ากองมูลนั้นหายไปเมื่อไหร่ *(ดูบทที่ 4 และภาคผนวก 1)* แต่อย่างไรก็ตามเพียงแค่นี้ยังไม่พอที่จะอธิบายความคลาดเคลื่อนทั้งหมดที่เกิดขึ้นได้





White (1995) พบว่าอัตราการย่อยสลายสัมพันธ์กับสัดส่วนของอาหารที่ช้างกิน นอกจากนี้ Barnes et al. (1997a) และ Nchanji & Plumptre (2001) พบว่าสภาพภูมิอากาศโดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนส่งผลสำคัญต่ออัตราการย่อยสลายของกองมูล จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดจะสรุปได้ว่า ควรใช้ความระมัดระวังในการอ้างตัวเลขที่ไม่ได้มาจากพื้นที่เดียวกันหรือใกล้เคียงกัน

อีกประเด็นที่สำคัญมากคือการวางแผนการศึกษา การศึกษาส่วนใหญ่ยังทำการศึกษาการย่อยสลายของกองมูลไปพร้อมกับการศึกษาจริง (Prospective approach) ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำให้ผลมีความคลาดเคลื่อนสูงมาก (Hedges & Tyson 2002) ปัจจุบันจึงมีการศึกษาการย่อยสลายของกองมูลก่อนที่จะมีการศึกษาจริง (Retrospective approach) กันมากขึ้น (Laing et al. 2003; Hiby & Lovell 1991; Marques et al. 2001; Buckland et al. 2001:186-187) ในการศึกษาแบบ Retrospective ผู้ศึกษาต้องทำการหากองมูลสดเพื่อทำเครื่องหมายไว้ และกลับเข้าไปตรวจสอบสภาพการเปลี่ยนแปลงอย่างน้อย 6 ครั้ง ผลจากการวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติก[1] (Logistic regression) จะแสดงค่าความน่าจะเป็น หรือโอกาสที่กองมูลจะหายไปตามเวลาที่ผ่านไปหรือตามการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอื่น ๆ ที่สนใจ และสามารถนำมาหาจำนวนวันที่กองมูลจะหายไปจนหมดได้ (Buckland et al. 2001; Laing et al. 2003)

ในทุกพื้นที่ที่มีการศึกษาประชากรของช้างด้วยการนับกองมูล จำต้องมีการคำนวณหาอัตราการย่อยสลายของกองมูลโดยใช้การศึกษาการย่อยสลายของกองมูล (sensu Laing et al. 2003) เนื้อหาถัดจากนี้เป็นเพียงการสรุปแนวทางในการปฏิบัติซึ่งรวบรวมจากการศึกษาต่าง ๆในจำนวนที่ไม่มาก อาจยังต้องมีการปรับปรุงเพิ่มเติม แต่อย่างไรก็ดีการนำการศึกษาแบบ Retrospective ไปใช้ที่ผ่านมาก็ยังไม่พบปัญหาแต่อย่างใด

## วิธีการศึกษา (Methods to be used)

### 1. การออกแบบและการกำหนดเวลาสำหรับการทดลอง (Design and timing of decay rate monitoring experiments)

- ในทุกพื้นที่ที่มีการศึกษาประชากรของช้างด้วยการนับกองมูลจะต้องมีการคำนวณ

[1] การวิเคราะห์ความถดถอยโลจิสติก (Logistic regression) เป็นการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตาม โดยตัวแปรตามไม่ใช่ค่าต่อเนื่อง ความสัมพันธ์ดังกล่าวจึงไม่ได้เป็นเส้นตรง ผลจากการวิเคราะห์จะออกมาในรูปของความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่แต่ละเหตุการณ์จะเกิดขึ้น เช่น โอกาสที่กองมูลจะยังคงอยู่หรือหายไป

หาอัตราการย่อยสลายของกองมูลโดยใช้ Retrospective approach ตามการศึกษาของ sensu Laing et al. (2003) เท่านั้น

- ในการศึกษาอัตราการถ่ายมูลแบบ Retrospective ต้องมีการสำรวจทุกๆ พื้นที่ก่อนการสำรวจกองมูล
- หากทำได้ควรทำการประมาณอัตราการย่อยสลายของกองมูล ด้วยประสบการณ์หรือด้วยการอ้างตามการศึกษาก่อนหน้า โดยในที่นี่จะเรียกว่าค่า "*t*" การติดตามดูการย่อยสลายของกองมูลควรเสร็จสิ้นในขณะที่การเดินสำรวจดำเนินไปประมาณครึ่งโครงการ นั่นคือ หากวางแผนที่จะเดินสำรวจ 3 เดือนตั้งแต่มิถุนายนไปจนถึงสิงหาคมและ *t* = 4 เดือน การติดตามดูการย่อยสลายของกองมูลควรเริ่มในเดือนมีนาคม แต่ถ้าหากไม่สามารถประมาณค่า *t* ได้ การติดตามดูการย่อยสลายของกองมูลควรเริ่มอย่างน้อย 12 เดือนก่อนช่วงกลางโครงการของการสำรวจจริง
- ระยะเวลาที่สำรวจจริง ควรมีการลงพื้นที่สำรวจ 6 ครั้งเป็นอย่างน้อย โดยแต่ละครั้งควรมีการเว้นระยะห่างเป็นเวลาเท่าๆ กัน เช่นจากตัวอย่างด้านบนที่ใช้เวลาสำรวจทั้งสิ้น 3 เดือนเราอาจต้องวางแผนกลับไปลงพื้นที่ทุกๆ 20 วัน เป็นต้น
- ในการลงพื้นที่แต่ละครั้งควรมีการบันทึกตำแหน่งกองมูลสดและทำเครื่องหมายไว้อย่างน้อย 20 กอง แต่ทั้งนี้จำนวนที่กำหนดไว้อาจจะมากหรือน้อยเกินไป 10 กองอาจจะมากพอในบางพื้นที่ แต่เพื่อลดความเสี่ยงต่อการที่จะมีตัวอย่างน้อยเกินไปซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองเวลาและงบประมาณโดยสูญเปล่าในกรณีที่มีตัวอย่างไม่พอ ณ ที่นี้จึงได้ระบุจำนวนไว้ที่ 20 กองต่อการสำรวจหนึ่งครั้ง
- ในการวางแผนต้องพยายามให้การสำรวจครอบคลุมพื้นที่ให้ครบทั้งหมดทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นสภาพป่า เขตต่างๆ ที่มีปริมาณน้ำฝนต่างกัน หรือตามสภาพภูมิศาสตร์ต่างๆ ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการวางเส้นสำรวจอาจจะแบบสุ่ม หรือแบบที่เป็นระบบในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง โดยจำนวนเส้นที่วางในแต่ละสภาพป่าอาจจะไม่เท่ากัน โดยพิจารณาจากสัดส่วนที่แต่ละสภาพป่าปกคลุมอยู่ (Buckland et al. 2001; Laing et al. 2003) เป็นต้น ต้องปล่อยกองมูลที่จะทำการติดตามดูไว้ในสภาพธรรมชาติ ต้องไม่มีอะไรปกปิด ไม่มีการทำรั้วรอบ
- ในการปฏิบัติจริง อาจจำเป็นต้องมีการลองสำรวจในบางพื้นที่ก่อน เพื่อหาว่ามีปัจจัยอะไรบ้างที่ส่งผลถึงการย่อยสลายของมูลก่อนที่จะนำผลนั้นมาประกอบการวางแผน โดยทั้งนี้อาจต้องการปรึกษาทีมผู้ชำนาญการก่อน
- หากว่าการที่จะหากองมูลสดที่จะเป็นตัวแทนในแต่ละพื้นที่ไม่สามารถทำได้เพราะในบางพื้นที่นั้นมีจำนวนกองมูลไม่เพียงพอ การแก้ปัญหาวิธีนี้อาจทำได้





ด้วยการหากองมูลมาจากที่ที่มีช้างชุกชุม เช่นตามโป่งหรือแหล่งน้ำ ทำการย้ายมาทดลองในพื้นที่ที่ต้องการ แต่การแก้ปัญหาด้วยวิธีการนี้มีข้อจำกัดหลายอย่าง การย้ายที่อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพของกองมูล และท้ายที่สุดอัตราการย่อยสลายที่ได้ก็ไม่อาจเป็นตัวแทนของพื้นที่นั้นๆได้ ความหนาแน่นของกองมูลมีผลต่อระดับการดึงดูดแมลงหรือผู้ย่อยสลายให้เข้ามาที่กองมูลแตกต่างกัน ถ้าเราวางกองมูลใกล้กันหรือหนาแน่นมาก แมลงเช่นด้วงมูลสัตว์ ก็อาจเข้ามามากขึ้นทำให้อัตราการย่อยสลายเป็นไปเร็วขึ้นด้วย ท้ายสุดตำแหน่งที่ไปวางใหม่เองก็มีผลเช่นกันส่วนใหญ่เพื่อไม่ให้กองมูลถูกชะไปหมดในบริเวณใกล้แหล่งน้ำ ในบางครั้งอาจมีการเลี่ยงจุดดังกล่าว ซึ่งจริงๆแล้วก็เป็นจุดที่สามารถพบกองมูลในธรรมชาติได้ ดังนั้นหากพิจารณาแล้วว่าจำเป็นต้องใช้วิธีดังกล่าว ควรทำการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญก่อนตัดสินใจ

- อีกสิ่งหนึ่งที่ควรระวังคือค่าที่เกินความเป็นจริงในจุดที่มีช้างชุกชุม เช่นที่แหล่งน้ำโป่ง ทางชักลากไม้หรือด่านช้าง ทั้งนี้เพราะว่าพื้นที่ดังกล่าวมีปริมาณแสงส่องถึงมากกว่าที่อื่นๆ จนอาจทำให้กองมูลเกิดการแข็งตัว การย่อยสลายช้ากว่าปกติ (White 1995) หรืออาจตรงกันข้าม การย่อยสลายอาจจะเร็วขึ้น เพราะมีสัตว์อื่นเดินย่ำผ่านไปมา (Hedges & Meijaard in prep.) ชุดสำรวจจึงควรพยายามเลี่ยงจุดดังกล่าว

## 2. การหาอัตราการย่อยสลายของกองมูลในภาคสนาม (Field methods for dung-pile decay rate experiments)

- ทำการค้นหาและทำเครื่องหมายเฉพาะมูลที่สดเท่านั้น โดยในที่นี้หมายถึงมูลที่ช้างถ่ายออกมาไม่เกิน 48 ชั่วโมง และต้องไม่ลืมว่ามูลใหม่ไม่จำเป็นต้องมีสภาพเป็นก้อนสมบูรณ์เสมอไป มูลใหม่อาจจะมีลักษณะตรงกับที่อธิบายในระยะ S2 หรือ S3 ก็ได้ มูลที่สดดูได้จากลักษณะภายนอก มักจะมีความชื้นสูงมองดูแล้วมีน้ำหนัก เวลาสัมผัสจะรู้สึกแฉะ มีแมลงวันตอม กลิ่นฉุนเหมือนกลิ่นของช้าง สีของมูลสดมักมีสีเขียวสด และในบางครั้งอาจใช้การสังเกตหลักฐานอื่นประกอบ เช่น รอยเท้าหรือรอยกิ่งไม้หักใหม่ๆใกล้ๆ บริเวณกองมูลที่พบ
- ลักษณะของกองมูลสดที่แนะนำในข้างต้นนั้น ควรนำมาใช้เฉพาะกรณีที่ทางผู้สำรวจมีข้อจำกัดไม่สามารถทำการทดลองหาเกณฑ์ที่เหมาะสมด้วยตัวเองได้ ถ้าหากว่าทางผู้สำรวจมีความพร้อมสามารถทำการทดลองเองได้ หรือเมื่อนำเกณฑ์ด้านบนมาใช้แล้วพบว่ามีความคลาดเคลื่อนมาก เช่น แม้กองมูลนั้นจะมีอายุมากกว่า

4 วันแล้วยังมีลักษณะหลายอย่างบ่งชี้ว่าเป็นกองมูลสดอยู่ ในกรณีนี้ควรทำการทดลองหาเกณฑ์ขึ้นมาใหม่เอง เพราะตามนิยามแล้วกองมูลสดควรมีอายุไม่เกิน 48 ชั่วโมง (Laing et al. 2003)

- ไม่ควรมีการกั้นรั้วหรือวางวัสดุอะไรเพื่อกีดขวางเส้นทางรอบ ๆ กองมูลที่ศึกษา ควรปล่อยให้คงสภาพเดิมมากที่สุด
- ผู้ที่ทำการเก็บข้อมูลควรนำแบบบันทึกและสมุดบันทึกติดตัวตลอดเวลาขณะทำการเก็บข้อมูล ทั้งนี้สมุดบันทึกจะมีประโยชน์มากเวลาที่จดข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะและตำแหน่งของกองมูล
- ต้องทำการบันทึกว่าในกองมูลที่พบมีมูลกี่ก้อน
- ไม่มีความจำเป็นที่จะทำการจำแนกประเภทของกองมูลด้วยระบบ S เมื่อพบครั้งแรก จะทำการจำแนกก็ต่อเมื่อเป็นการตรวจเช็คข้อมูลครั้งสุดท้ายเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อปล่อยให้การย่อยสลายเป็นไปตามธรรมชาติมากที่สุด
- กองมูลทั้งหมดที่ทำการติดตามดู ควรมีการกำหนดหมายเลขอ้างอิงเฉพาะลงในแบบบันทึกในสมุดบันทึก และบนหลักโลหะหรือพลาสติกที่ปักไว้ข้าง ๆ แต่ละกองมูลโดยใช้ปากกาเคมี พยายามเลี่ยงการใช้กิ่งไม้หรือลำไม้ไผ่เพราะอาจจะย่อยสลายไประหว่างการสำรวจ

*ภาพที่ 5.1 แสดงการเก็บข้อมูลและทำเครื่องหมายกองมูลของนักวิจัย ระหว่างการสำรวจบริเวณพื้นที่อุทยานฯ*





- เขียนหมายเลขอ้างอิงลงบนต้นไม้ใกล้ ๆ ด้วยสีแดง พร้อมทั้งระบุระยะก้าว (หรือใช้ตลับเมตรวัดระยะที่แน่นอน) และวัดมุมจากต้นไม้นั้นไปยังกองมูลลงไว้ในสมุดบันทึก สุดท้ายให้ทำสัญลักษณ์ข้างกองมูลด้วยเทปสีที่มีการเขียนเลขอ้างอิงไว้แล้วผูกไว้กับกิ่งไม้ที่ใกล้ที่สุด แล้วทำการบันทึกระยะและมุมจากกิ่งที่ผูกไปยังกองมูลลงไว้ในสมุดบันทึกเช่นเดิม *(ภาพที่ 5.1)* การทำสัญลักษณ์ทั้งหมดนี้อาจฟังดูซับซ้อน แต่ทั้งนี้เพื่อป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในหลายกรณี เช่น หลักที่ปักไว้อาจจะถูกช้างเตะหรือถูกกลบด้วยกองมูล เทปสีอาจจะถูกมดกัดขาด สีบนต้นไม้ก็อาจจะจางลงและไม่สามารถมองเห็นได้ชัดในสภาพป่าที่ทึบ และที่สำคัญเพราะเรามีจำนวนตัวอย่างที่จำกัด หากเราไม่สามารถย้อนกลับไปตรวจดูสภาพกองมูลได้ เพราะเครื่องหมายที่ทำไว้หายไปอาจจะทำให้เกิดปัญหาใหญ่ในการวิเคราะห์ได้
- เพิ่มเติมจากตำแหน่งที่มีการบันทึกลงในสมุดไว้แล้วต้องมีการบันทึกลงเครื่อง GPS ด้วย
- ควรมีการบันทึกข้อมูลทั่วไปลงในสมุดบันทึกด้วย เช่น ข้าง ๆ เส้นทางศึกษาธรรมชาติเส้นที่ 2 เดินตามทางเข้าไปประมาณ 200 เมตร กองมูลจะอยู่ทางซ้ายห่างจากถนนประมาณ 10 เมตร เป็นต้น
- ในแบบบันทึกควรมีการตรวจสอบทั้งในเรื่องของหมายเลขอ้างอิง เครื่องหมายที่ทำและข้อมูลเรื่องระยะและทิศทางต่าง ๆให้ถูกต้องเข้าใจง่ายและละเอียดพอที่ช่วยนำทางกลับไปตรวจดูในครั้งต่อ ๆไปได้
- ต้องมีการทำสำเนาแบบบันทึกไว้อย่างน้อยอีกชุดเก็บไว้ที่ตั้งหรือสำนักงาน


*ภาพที่ 5.2 เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน กำลังเก็บข้อมูลและทำเครื่องหมายกองมูล*

## ตารางที่ 5.1 ข้อมูลที่ทำการบันทึกในการติดตามดูการย่อยสลายของกองมูล

| ก) ข้อมูลที่เกี่ยวกับตำแหน่งของกองมูล | |
|---|---|
| ข้อมูลที่ทำการบันทึก | ตำแหน่งที่ทำการบันทึก |
| หมายเลขอ้างอิง | เขียนบนต้นไม้ใกล้เคียง (ทาด้วยสีแดง) บนเทปสี (ใช้ปากกาเคมีสีดำ) และบันทึกลงในแบบบันทึก (ด้วยหมึกที่ไม่ละลายน้ำ) เช่นเดียวกันกับในสมุดบันทึก |
| ตำแหน่งหรือพิกัดจาก GPS (UTM) | ในแบบบันทึกข้อมูลและสมุดบันทึก |
| ระยะทางและมุมจากต้นไม้ที่ทาสีแดงไปยังกองมูล | ในแบบบันทึกข้อมูลและสมุดบันทึก |
| ระยะทางและมุมจากกิ่งไม้ที่ติดเทปสีไปยังกองมูล | ในแบบบันทึกข้อมูลและสมุดบันทึก |
| หากจำเป็น อาจจะใช้การวาดภาพประกอบเพื่ออธิบายตำแหน่งและลักษณะการกระจายของกองมูล | ในสมุดบันทึก |
| เขียนอธิบายข้อมูลทั่วไปถึงตำแหน่งของกองมูล | ในสมุดบันทึก |
| ข) ข้อมูลอื่นๆ | |
| นอกเหนือจากหมายเลขอ้างอิงและข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวกับตำแหน่งของกองมูลแล้ว ควรมีการบันทึกข้อมูลอื่นๆ ดังต่อไปนี้:<br>วันที่พบ.....<br>จำนวนมูลที่พบในหนึ่งกอง (มีกี่ก้อน).....<br>กองมูลที่พบอยู่บนเส้นสำรวจหรือไม่.....<br>มีการเคลื่อนย้ายหรือไม่ (เช่น อาจจะมีการย้ายไปที่ป่าข้างทาง).....<br>สังคมพืชหรือสภาพป่า ณ จุดที่พบ.....<br>ระดับความชัน.....<br>ความสูงจากระดับน้ำทะเล..... | |





## 3. การจำแนกประเภทกองมูลระหว่างการติดตามดูการย่อยสลาย (Classification of dung-piles during decay rate monitoring experiments)

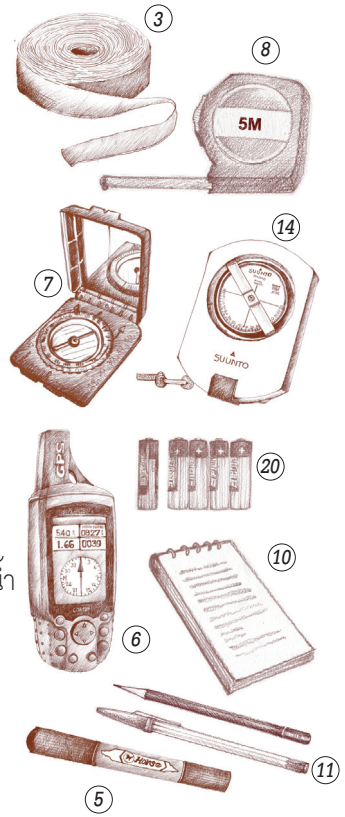
- สามารถใช้สมการการถดถอย "โลจิสติก" ในการประมาณหาความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่กองมูลนั้นจะหายไปตามจำนวนวันที่เปลี่ยนไป (Laing et al. 2003) อันที่จริงแล้ววิธีนี้จำเป็นที่จะต้องกลับไปตรวจดูการเปลี่ยนแปลงเพียงครั้งเดียว คือเมื่อประมาณระยะเวลาครึ่งโครงการของการเดินสำรวจ เพื่อจะดูว่ากองมูลนั้นยังอยู่หรือว่าหายไปแล้ว
- อย่างไรก็ตาม เพื่อให้มั่นใจว่าสามารถกลับไปหากองมูลที่ทำเครื่องหมายไว้ได้และเครื่องหมายยังคงอยู่ไม่หายไปไหน จึงควรมีการตรวจสอบทุกครั้งที่กลับลงไปในพื้นที่เพื่อที่จะ (1) เพื่อให้แน่ใจว่ายังสามารถหากองมูลเจอและ (2) เพื่อทำการซ่อมแซมหรือทำเครื่องหมายใหม่ในกรณีที่จำเป็น
- ในการเรียงลำดับความสำคัญของงานสำหรับการลงพื้นที่แต่ละครั้ง ควรให้ความสำคัญกับการหากองมูลสดเพิ่มเติมมากกว่าการกลับเข้าไปตรวจดูกองมูลเก่า
- การจำแนกระยะการย่อยสลายของกองมูลแต่ละกองควรทำในการลงภาคสนามครั้งสุดท้ายเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อให้มีผลกระทบต่อการย่อยสลายของกองมูลน้อยที่สุด ซึ่งควรเป็นช่วงเดียวกันกับที่การเดินสำรวจอยู่ในช่วงครึ่งโครงการพอดี
- สิ่งสำคัญยิ่ง คือเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกกองมูลในการทดลองการย่อยสลายของกองมูลต้องเป็นเกณฑ์เดียวกันกับที่ใช้ในการจำแนกประเภทกองมูลระหว่างการเดินสำรวจ *(ดูบทที่ 4)*
- หากเป็นไปได้ควรมอบหน้าที่ให้คนที่เดินเส้นสำรวจ เป็นคนติดตามดูการย่อยสลายของกองมูล ทั้งนี้เพื่อเป็นการควบคุมมาตรฐานในการจำแนกให้คงที่ตลอดเวลา
- ไม่ว่ากรณีใดๆ ควรมีการทดสอบการจำแนกของผู้ที่เก็บข้อมูลว่าสามารถรักษามาตรฐานให้คงที่อยู่ตลอดเวลาหรือไม่ โดยอาจจะตรวจสอบข้อมูลที่เก็บมาในแต่ละครั้ง

## 4. อุปกรณ์สำหรับการติดตามดูการย่อยสลายของกองมูล (Equipment needed for dung decay rate monitoring)

**อุปกรณ์ประจำชุดสำรวจ**
(Each dung decay monitoring team will require)

**อุปกรณ์สำหรับการติดตามดูการย่อยสลายของกองมูล**

1. ท่อเหล็กหรือพลาสติก (PVC) สำหรับปักไว้ใกล้ๆกองมูล
2. ฆ้อน
3. เทปสี (ทำสัญลักษณ์บอกตำแหน่งกองมูล)
4. สีน้ำมันพร้อมแปรง (สีแดง)
5. ปากกาที่ใช้ทำเครื่องหมาย (จำนวนมาก)
6. เครื่อง GPS 2 เครื่อง
7. เข็มทิศชนิดเล็ง 2 อัน (Sighting compass)
8. ตลับเมตร (5 เมตร) จำนวน 2 ตลับ
9. แบบบันทึกและกระดานรองเขียน
10. สมุดบันทึกแบบกันน้ำ
11. ดินสอและปากกาที่เขียนแล้วหมึกไม่ละลายน้ำ
12. เอกสารที่มีคำบรรยายเกณฑ์และรูปภาพที่ใช้ในการจำแนกประเภทกองมูล
13. เอกสารที่ใช้จำแนกประเภทป่าในพื้นที่ศึกษา
14. อุปกรณ์วัดความชัน (Clinometer)




**อุปกรณ์พักแรม**

15. มุ้ง
16. เปล (ถ้าจำเป็น)
17. เต็นท์ และ/หรือผ้าใบปูนอน
18. เครื่องครัวและขวดใส่น้ำ
19. เป้สนาม
20. ไฟฉายพร้อมแบตเตอรี
21. ชุดปฐมพยาบาล

*ภาพที่ 5.3 อุปกรณ์ที่จำเป็นบางชิ้นที่ใช้ในการสำรวจช้าง*





## 5. การวิเคราะห์อัตราการย่อยสลายของกองมูล (Analysis of decay rate data)

ข้อมูลที่จำเป็นต่อการหาค่าเวลาเฉลี่ยของการย่อยสลายของกองมูลที่เราทำเครื่องหมายไว้ คือวันและสภาพของกองมูลที่เราเข้าไปตรวจดูครั้งสุดท้าย "ถ้ายังสามารถสังเกตเห็นได้" ให้แทนค่าเป็น 1 ถ้า "หายไปแล้ว" ให้แทนค่าเป็น 0 ในที่นี้สมมติว่าไม่มีตัวแปรอื่นเข้ามาเกี่ยว

เตรียมกรอกข้อมูลลงในโปรแกรม Excel โดยกำหนดหัวตารางเป็น "อายุ" สำหรับจำนวนวันนับจากวันแรกที่พบกองมูล และ "สถานภาพของกองมูล" ดังแสดงในตัวอย่างด้านล่าง

**ตารางที่ 5.2 ตัวอย่างการเตรียมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์อัตราการย่อยสลาย**

| อายุ (วัน) | สถานภาพ |
|---|---|
| 50 | 0 |
| 50 | 0 |
| 50 | 1 |
| 50 | 0 |
| 42 | 0 |
| 42 | 1 |
| ... | ... |
| อื่นๆ | อื่นๆ |

หลักในการคำนวณโดยละเอียดได้มีการอธิบายไว้โดย Laing et al. (2003) ซึ่งในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ซับซ้อน ไม่สามารถลงรายละเอียดทั้งหมดในหนังสือคู่มือนี้ได้ ควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านการสำรวจสัตว์ป่าและนักสถิติ

**ตารางที่ 5.3 แบบบันทึกการย่อยสลายของกองมูลช้าง**

เลขประจำแบบบันทึก..... วันที่..... พิกัดของกองมูล.....

ผู้บันทึก / ผู้รับผิดชอบ..... การลงข้อมูลในคอมพิวเตอร์ (เรียบร้อย/ยังไม่เรียบร้อย) ชื่อไฟล์.....

| เลขอ้างอิง | ว/ด/ป ที่พบ | จำนวนก้อน | การเคลื่อนย้าย (มี/ไม่มี) | พิกัด | ประเภทป่า ความชัน, ความสูง จากระดับน้ำทะเล | ข้อมูลจากการลงพื้นที่ในแต่ละครั้ง ลงจำนวนวันนับตั้งแต่วันแรกที่พบลงวัน เดือน ปี ที่เข้าตรวจสอบ การพบหรือไม่พบ และประเภทของกองมูล ในวันแรกและวันสุดท้ายที่พบ | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | ครั้งที่ 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Ex1 (ตัวอย่าง) | 12/03/08 | 5 | ไม่มี | 18534500 12040000 | ทุ่งโล่ง 10° 800 เมตร | มูลสด 12/03 | พบ 31 วัน 12/04 | พบ 61 วัน 12/05 | พบ 93 วัน 13/06 | พบ 121 วัน 11/07 | S5 150วัน 9/08 | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

**หมายเหตุ:** จากตัวอย่างมีการลงพื้นที่ติดตามดูการเปลี่ยนแปลงสภาพของกองมูลทั้งสิ้น 6 ครั้งซึ่งตรงกับช่วงครึ่งระยะเวลาของการเดินสำรวจพอดี



# บทที่ 6
# อัตราการขับถ่าย
# Defecation rates

# บทที่ 6
# อัตราการขับถ่าย
# Defecation rates

## ความเป็นมาและเหตุผลสำหรับการเก็บข้อมูลอัตราการขับถ่าย (Background and justification for defecation rate data recommendations)

ในการที่จะประเมินความหนาแน่นของประชากรช้างจากความหนาแน่นของกองมูลนั้น ต้องทราบอัตราการขับถ่าย (Defecation rate) และอัตราการย่อยสลายของกองมูล (Decay rate) ซึ่งข้อมูลของอัตราการขับถ่ายสำหรับช้างนั้นมีน้อยมาก

การหาค่าอัตราการขับถ่ายจากช้างป่าในธรรมชาตินั้นทำได้ยากและอันตราย ในทางทฤษฎีสามารถใช้ช้างเลี้ยงในการเก็บข้อมูลได้ แต่ในทางปฏิบัตินั้นต้องตระหนักว่าอาหารที่ช้างบ้านบริโภคนั้นมีผลต่ออัตราการขับถ่าย

การศึกษาช้างป่าในแอฟริกาพบว่า ภายในเวลา 1 วันช้างมีการขับถ่ายเฉลี่ยตั้งแต่ 16.2 ถึง 19.77 กอง และไม่มีหลักฐานว่าแต่ละฤดูกาลจะมีความแตกต่างกัน (Merz 1986; Tchamba 1992; Theuerkauf & Ellenberg 2000, *ดูภาคผนวก 2*)

สอดคล้องกันกับการศึกษาของ Tyson และคณะ (in review) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าอัตราการถ่ายมูลของช้างในเอเชียที่ไม่มีความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมมากนัก มีค่าอยู่ในช่วงเดียวกันกับค่าอัตราการขับถ่ายของช้างป่าในแอฟริกา Tyson และคณะใช้ช้างฝึกที่จับมาจากป่าจำนวนสิบเชือกในการศึกษาอัตราการขับถ่ายภายในแต่ละวัน (24 ชั่วโมง) โดยทำการศึกษาในอุทยานแห่งชาติ Way Kambas บนเกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย ระหว่างฤดูแล้งปี 2543 และทั้งฤดูแล้งและฤดูฝนปี 2544 ในช่วงกลางวันมีการปล่อยช้างให้หาอาหารกินตามธรรมชาติ ส่วนในตอนกลางคืนนั้นล่ามช้างให้หากินในพื้นที่ธรรมชาติ ในการทดลองรอบแรก หลังจากกำจัดข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งเกิดขึ้นจากสาเหตุน้ำท่วม เหลือวันที่มีข้อมูลที่สมบูรณ์จากช้างทุกตัวครบตลอด 24 ชั่วโมงทั้งสิ้น 33 วัน และรอบที่ 2 และ 3 มีวันที่เก็บข้อมูลสมบูรณ์ทั้งสิ้น 55 และ 54 วัน ตามลำดับ การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาที่มีตัวอย่างมากที่สุดเท่าที่เคยมีการศึกษาเรื่องนี้มาทั้งในแอฟริกาและเอเชีย *(ภาคผนวก 2)* ค่ามัธยฐาน (Median) ของอัตราการขับถ่ายที่ได้จากการศึกษาช้าง 10 ตัวในแต่ละรอบมีค่าเป็น 18 กอง/วัน มีค่าเฉลี่ยทั้งหมดเป็น





18.07 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีค่าอยู่ในช่วง 17.93 และ 18.20 กอง/วัน มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.0689 และไม่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดู

*ภาพที่ 6.1 ช้างป่าขณะกินอาหาร*

นอกจากนี้ Vancuylenberg (1977) และ Watve (1992) ศึกษาในบริเวณตะวันออกของประเทศศรีลังกาและตอนใต้ของประเทศอินเดีย พบว่าอัตราการขับถ่ายของช้างป่าในเอเชียอยู่ระหว่าง 16-18 กอง/วัน *(ภาคผนวก 2)* Reilly (2002a) รายงานว่าอัตราการขับถ่ายของช้างเอเชียในอุทยานแห่งชาติ Way Kambas National Park ในหมู่เกาะสุมาตราช่วงฤดูฝนของปี 1998 มีค่า 17.93 และในฤดูแล้งของปี 1994 และ 1997 มีอัตราการขับถ่ายต่ำกว่า (11.83 กอง/วัน ในปี 1994, 13.04 กอง/วัน ในปี 1997) อย่างไรก็ตามในปี 1994 และ 1997 เป็นปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนิลโย (El Niño Southern Oscillation: ENSO) ที่หมู่เกาะสุมาตรา และทำให้เกิดภาวะแห้งแล้งที่รุนแรงมีไฟป่าที่ขยายตัวออกไปอย่างกว้างขวาง

**ค่าอัตราการขับถ่ายที่ได้เอาไปใช้ในการประเมินขนาดของประชากรช้างจากการนับกองมูลอย่างไร?**

เราสามารถทำการทดลองกับช้างบ้านได้ ด้วยการนำไปปล่อยให้หากินเอง ในพื้นที่ที่เป็นแหล่งอาศัยของช้างในธรรมชาติ แต่การศึกษาแบบนี้ต้องใช้ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง และดูเหมือนว่าจะยังไม่มีใครที่คิดจะทำในอนาคตอันใกล้นี้ ดังนั้นในการศึกษาจะต้องพิจารณาว่าผลการศึกษาบนเกาะสุมาตราและอินเดีย จะสามารถนำมาใช้กับพื้นที่อื่นๆ ในเอเชียได้หรือไม่

**ปัญหาที่มักพบมี 2 ประการ ดังนี้**

1. ในพื้นที่ป่าที่มีความแปรปรวนของฤดูกาลน้อย อาจเป็นไปได้ว่า
   (1) อัตราการขับถ่ายมูลของช้างไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (Merz 1986; Tchamba 1992; Theuerkauf & Ellenberg 2000; Tyson et al. in review) และ
   (2) สามารถใช้อัตราการขับถ่ายเป็น 18 กอง/วันได้ ทั้งในเอเชียและแอฟริกา
2. ในพื้นที่ที่แต่ละฤดูมีความแตกต่างกันมาก และในพื้นที่อื่นๆที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กล่าวด้านบน ไม่มีข้อมูลที่ชี้ว่ามีพื้นที่ใดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีความแตกต่างกันของฤดูกาลอย่างชัดเจนนอกจากในอินเดียตอนใต้ และข้อมูลนี้ (เมื่อรวมกับข้อมูลที่พบในแอฟริกา) แสดงให้เห็นอัตราการขับถ่ายของช้างแปรผันตามฤดูและมีความสัมพันธ์กับโปรตีน ไฟเบอร์ และความชื้นในอาหารของช้าง โดยในแต่ละฤดูมีความแตกต่างกันมาก (Guy 1975; Barnes 1982; Dawson 1990) พื้นที่ลักษณะเช่นนี้แนะนำให้ศึกษาอัตราการย่อยสลายของกองมูลให้ถูกต้อง มากกว่าการหาอัตราการขับถ่ายมูลที่ทำได้ยาก และหาค่าดัชนีของความหนาแน่นในการติดตามตรวจสอบแนวโน้มของประชากร ถ้าจะให้เหมาะสม การสำรวจในแต่ละครั้งควรอยู่ในช่วงเวลาเดียวกันหรือฤดูเดียวกัน และอัตราการขับถ่ายของช้างต้องไม่มีค่าความแปรผันภายในฤดู หากทุกอย่างเป็นไปตามเงื่อนไขดังกล่าวก็จะสามารถหาค่าดัชนีความหนาแน่นของประชากรที่ใกล้เคียงกับค่าของความหนาแน่นของประชากรจริงได้ (Hedges & Tyson 2002; Tyson et al. in review)

   แม้ว่าในภูมิภาคที่ไม่ค่อยมีความแตกต่างของฤดูมาก การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่รุนแรง เช่นการเกิดปรากฏการณ์เอลนิลโย อาจมีผลต่ออัตราการขับถ่ายของช้างในป่า จึงมีข้อเสนอแนะว่าผู้สำรวจประชากรช้างป่าจากกองมูล ควรทำการสำรวจประชากรช้างป่าเฉพาะในช่วงที่สภาพอากาศอยู่ในสภาวะปกติเท่านั้น ถ้าหากต้องการกำหนดอัตราการขับถ่ายที่ค่า 18 กอง/วัน





## อัตราการขับถ่าย (Defecation rates)

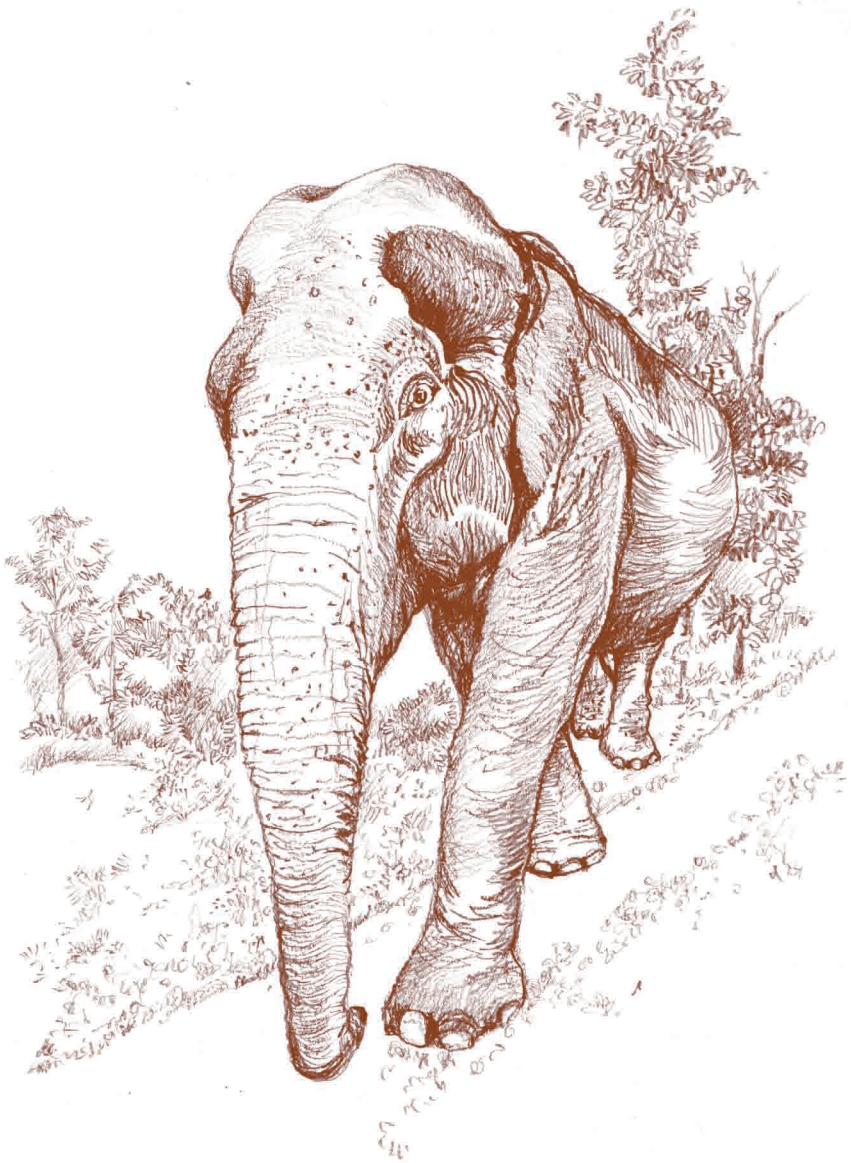
1. ในพื้นที่ที่สภาพอากาศไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน (เช่น ช่วงฝนและแล้ง) สามารถใช้อัตราการขับถ่ายมูลเฉลี่ยที่ 18.07 กอง/วัน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.0698 (Hedges et al. 2003; Tyson et al. in review, *ภาคผนวก 2*) ไปก่อนได้ นอกจากจะมีการทดลองอื่นที่สมบูรณ์มากกว่า
2. ในพื้นที่ที่พบว่าช้างมีการกินผลไม้ในปริมาณที่มากเป็นพิเศษในบางช่วงของปี การสำรวจการนับกองมูลควรจะทำนอกช่วงฤดูที่มีผลไม้มาก เพราะการที่ช้างกินผลไม้มากขึ้นจะทำให้ช้างถ่ายบ่อยขึ้น

*ภาพที่ 5.2 กองมูลของช้างในบางฤดู มีลักษณะเหลวซึ่งขึ้นกับอาหารที่กิน*

3. การสำรวจกองมูลซ้ำๆในพื้นที่หนึ่งๆ ควรกระทำในช่วงเวลาเดียวกันของปี (ในฤดูกาลเดียวกัน) ที่การสำรวจกองมูลในครั้งแรก

## ความต้องการสำหรับการศึกษาเพิ่มเติมและแนวทางที่แนะนำสำหรับการศึกษานั้นๆ (The need for additional studies and recommended methods for such studies)

1. การศึกษาเพิ่มเติมควรทำทั้งในพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันของฤดูที่ชัดเจนและพื้นที่ที่มีสภาพอากาศคงที่ ควรมีการศึกษาอัตราการขับถ่ายเพิ่มมากขึ้นในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และเอเชียใต้ซึ่งเป็นพื้นที่ได้เปรียบ
2. ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกันชัดเจนในแต่ละฤดู ซึ่งมีอย่างน้อยหนึ่งพื้นที่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (พม่าหรือไทย) หรือพื้นที่ป่าในเอเชียใต้ (อินเดียหรือศรีลังกา) ควรมีการศึกษาการหาอัตราการขับถ่ายเพิ่มเติมต่อไป
3. พื้นที่ที่เป็นป่าที่สภาวะแวดล้อมไม่มีการเปลี่ยนแปลง เช่นในบริเวณชายแดนของอินโดนีเซีย เหมาะแก่การศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต (Tyson et al. 2003)
4. ป่าของแอฟริกากลางเป็นพื้นที่น่าสนใจ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม
5. สำหรับพื้นที่ทั้งหมดจะใช้วิธีการดังนี้
   - ช้างเลี้ยงที่เชื่องแล้ว อาจจะมาจากปางช้างที่มีช้างไว้ชักลากซุง สามารถนำมาศึกษาอัตราการขับถ่ายได้ แต่จะต้องนำไปปล่อยให้หาอาหารเองอย่างมีอิสระในธรรมชาติเหมือนกับช้างป่าทั่วไป
   - อัตราการขับถ่ายควรจะเก็บข้อมูลหลังจากวันที่สามของการศึกษา เพื่อให้แน่ใจว่าช้างถ่ายมูลของอาหารที่กินก่อนการเริ่มศึกษาออกมาจนหมด และเพื่อให้แน่ใจว่าอาหารในธรรมชาติที่กินเข้าไปได้ผ่านระบบย่อยแล้ว (Karesh pers. comm.)
   - การติดตามตรวจสอบค่าที่ได้ควรกระทำมากกว่าช่วง 24 ชั่วโมงต่อเนื่องกัน เพื่อศึกษาผลทั้งกลางวันและกลางคืน (Ananthasubramaniam 1992; Tyson et al. in review) และช่วงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยไม่คาดคิด
   - ควรหลีกเลี่ยงการใช้ค่าที่ได้จากการศึกษาช่วงเวลาสั้นๆ (น้อยกว่า 1 สัปดาห์) เพราะไม่มีความน่าเชื่อถือ
   - ข้อมูลควรเก็บจากทั้งช้างเพศผู้และเพศเมีย และถ้าเป็นไปได้ควรเก็บข้อมูลในช้างที่ไม่โตเต็มวัยและช้างโตเต็มวัย (แนะนำว่าให้เก็บข้อมูลจากช้างเต็มวัย 2 ตัว และช้างที่ยังไม่โตเต็มวัย 2 ตัว เป็นอย่างน้อย)
   - การย้ายช้างบ้านที่เชื่องเข้าไปในป่าเพื่อศึกษาอัตราการขับถ่าย อาจมีผลเสียอย่างมากต่อสุขภาพของช้างในป่า เพราะโรคและพยาธิจากช้างเลี้ยงสามารถถ่ายทอดเข้าสู่ช้างป่าได้ ต้องมีสัตวแพทย์ที่มีความชำนาญทำการตรวจสุขภาพของช้างบ้านก่อนนำเข้าไปในพื้นที่ป่า
   - ไม่แนะนำให้ทำการติดตามเก็บข้อมูลจากช้างป่า เว้นแต่ในบริเวณที่เหมาะสมที่ไม่มีทางเลือกอื่น (เช่นในป่าแอฟริกา) เฉพาะผู้ที่มีประสบการณ์ในการติดตามช้างเท่านั้นที่จะสามารถทำได้ และในบางครั้งผู้มีประสบการณ์ในภาคสนาม ก็ยังพลาดมองข้ามกองมูลที่ถ่ายออกมาโดยกลุ่มช้างเป้าหมาย หรืออาจเกิดการสับสนกับกองมูลเก่าหรือกองมูลที่มาจากช้างกลุ่มอื่นได้เช่นกัน
   - การสังเกตประชากรช้างตามแหล่งน้ำและโป่งนั้นอาจได้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อนได้ จึงไม่ควรใช้วิธีนี้ ดังตัวอย่างเช่น Watve (1992) พบว่าอัตราการขับถ่ายของช้างบริเวณแหล่งน้ำมีค่าเท่ากับ 1.15 กอง/ชั่วโมง ในขณะที่อัตราการขับถ่ายที่พบในป่ามีค่าเพียง 0.66 กอง/ชั่วโมง ในป่า Mudumalai Wildlife Sanctuary ในตอนใต้ของอินเดีย
6. สำหรับทุกการศึกษาประชากรช้างป่าและช้างบ้านที่เกี่ยวข้อง มีความจำเป็นที่จะต้องได้รับความช่วยเหลือจากผู้มีประสบการณ์ในเรื่องของการติดตาม ตรวจสอบอัตราการขับถ่ายของช้างระหว่างที่วางแผนการทำงาน







# บทที่ 7

# การประมาณอัตราการพบเห็นกองมูล โดยใช้การเดินสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ: วิธีปฏิบัติในภาคสนาม

# Estimating dung-pile encounter rates using recce-survey transects: field methods

# บทที่ 7
# การประมาณอัตราการพบเห็นกองมูลโดยใช้การเดินสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ: วิธีปฏิบัติในภาคสนาม
# Estimating dung-pile encounter rates using recce-survey transects: field methods

ในพื้นที่ที่ไม่มีข้อมูลประชากรของช้างหรือมีอยู่น้อย จำเป็นต้องใช้การสำรวจกองมูลด้วยการเดินตามเส้นทางธรรมชาติซึ่งทำได้ใน 2 ขั้นตอน *(ดูบทที่ 3)* ขั้นตอนแรกคือ การสำรวจเบื้องต้นโดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ในการเก็บข้อมูลการกระจายและความชุกชุมของช้างป่า (จากการหาอัตราการพบเห็นกองมูล) จะช่วยให้การออกแบบเส้นสำรวจในระยะที่ 2 เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
2. เพื่อให้ชุดสำรวจมีความคุ้นเคยกับพื้นที่
3. เพื่อให้ชุดสำรวจมีความคุ้นเคยกับอุปกรณ์ (GPS และ เข็มทิศ) และเคยชินการพักแรมในป่า
4. การประเมินปัญหาทั่วไป เช่น ความเป็นไปได้ในการเข้าพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยาก

จากนั้นขั้นตอนที่สองคือการสำรวจจริง โดยสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (Recce - survey transect: RST) เป็นวิธีหลักที่ใช้ในการศึกษาเบื้องต้น เพราะเป็นวิธีที่รวดเร็วและง่ายต่อการศึกษาการกระจายของช้าง วิธีการคือใช้ชุดสำรวจที่มีจำนวนสมาชิกไม่มากเดินในป่าและนับกองมูลที่พบ ใช้เข็มทิศระบุทิศทางและสามารถที่จะเดินหลบหลีกสิ่งกีดขวางเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยไม่จำเป็นต้องเดินเป็นเส้นตรง หรือวัดระยะห่างระหว่างเส้นสำรวจกับกองมูล วิธีนี้จะทำให้เดินสำรวจได้เร็วขึ้นกว่าการวางแนวสำรวจมาตรฐาน





## วิธีการสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (Recce - survey transect methods)

### 1. วิธีการทั่วไป (General methods)

- ชุดสำรวจควรจะมีอย่างน้อย 3 คน
  (1) คนตัดควรถางทางที่ใช้ในการสำรวจในป่าเท่าที่จำเป็น
  (2) คนถือเข็มทิศระบุทิศทางซึ่งจะเป็นผู้ที่กำหนดทิศทางให้กับคนถางทาง
  (3) คนสังเกตกองมูลและบันทึกผล

*ภาพที่ 7.1 การสำรวจประชากรช้างป่าด้วยการเดินตามเส้นทางธรรมชาติ*

- คนบันทึกผลจะต้องถือตลับวัดระยะ (Topofil) เพื่อบันทึกระยะทางจากจุดเริ่มต้นและบันทึกข้อมูลจาก GPS

*ภาพที่ 7.2 คนที่ทำหน้าที่บันทึกผลจะต้องจดตั้งแต่เริ่มสำรวจพร้อมทั้งบันทึกข้อมูลจาก GPS*

- ข้อมูลจาก GPS จะต้องบันทึกจากจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของเส้นสำรวจ โดยบันทึกทุกๆ 500 เมตร ตามแนวเส้นสำรวจ
- เส้นสำรวจควรจะมีความยาวประมาณ 1-2 กิโลเมตร แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลจากการสำรวจเบื้องต้น
- เวลาในการสำรวจขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ ชนิดของป่ารวมถึงจำนวนของกองมูลที่พบ
- การสำรวจในป่าจะต้องเดินสำรวจด้วยความเร็วไม่เกิน 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สำหรับทุ่งหญ้าควรสำรวจด้วยความเร็วสูงสุด 45 นาทีต่อ 1 กิโลเมตร ทั้งนี้เนื่องจากยิ่งใช้ความเร็วสูงโอกาสที่ทีมสำรวจจะมองไม่เห็นกองมูลบางกองก็ยิ่งสูงตามไปด้วย
- การเก็บข้อมูลจากการสำรวจจะต้องหลีกเลี่ยงช่วงที่ฝนตกหนัก สภาพอากาศที่ไม่อำนวย หรือทำให้มองเห็นไม่ชัด ไม่ควรทำการสำรวจก่อน 7.00 น. หรือหลังจาก 16.30 น. เพราะเป็นช่วงที่ความสามารถในการมองเห็นต่ำ
- เมื่อเดินบนเส้นสำรวจเรียบร้อยแล้ว ชุดสำรวจอาจจะย้ายไปสำรวจเส้นใหม่ได้ หรืออาจจะกลับไปที่พักตามแต่ความเหมาะสม





## 2. การตัดเส้นทางสำหรับการสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (Cutting recce-survey transect lines)

พยายามให้มีการตัดถางน้อยที่สุดเพียงแค่พอให้ชุดสำรวจสามารถเดินผ่านไปได้โดยตลอด ไม่ควรตัดเส้นทางกว้างหรือตัดมากเกินไปเนื่องจาก

- เป็นการทำลายป่า
- ทำให้ผู้ลักลอบเดินสามารถเข้าถึงได้ง่ายขึ้น
- สิ้นเปลืองเวลาและพลังงาน
- กิ่งไม้หรือใบไม้ที่ถูกตัดอาจจะปิดกองมูลทำให้เห็นได้ไม่ชัดเจน

*ภาพที่ 7.3 เส้นทางสำรวจไม่ควรถางเปิดทางมากเกินไป ควรถางให้เป็นเพียงช่องที่สามารถเดินผ่านได้*

## 3. การแก้ปัญหากรณีที่พบอุปสรรคระหว่างการเดินสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (Dealing with obstacles along recce-survey transect routes)

3.1 ให้จำไว้ว่าการสำรวจด้วยวิธีนี้ ไม่จำเป็นต้องรักษาแนวการเดินให้เป็นเส้นตรงตลอดการสำรวจ สามารถหลีกเลี่ยงสิ่งกีดขวาง เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและพลังงาน อย่างไรก็ตามผู้สำรวจจะต้องไม่ออกนอกแนวสำรวจตามทิศของเข็มทิศมากกว่า 45 องศา และจะต้องกลับมาในเส้นเดิม

3.2 คำแนะนำในกรณีที่พบสิ่งกีดขวาง อาจทำได้ดังนี้

- แนวรกทึบ ไม้ล้ม ไม่ควรเสียเวลาในการตัดสิ่งกีดขวางดังกล่าว ควรใช้เข็มทิศหาจุดสังเกตเมื่อออกนอกเส้นทางที่มีสิ่งกีดขวาง และเดินอ้อมกลับมาโดยผ่านสิ่งกีดขวางที่อยากหลีกเลี่ยงและกลับเข้าเส้นเดิมเท่าที่จะเป็นไปได้ หากไม่สามารถเดินผ่านสิ่งกีดขวางในขณะที่มี Topofil ได้ ให้เดินอ้อมไปโดยติด Topofil ไว้ ความแม่นยำที่เกิดขึ้นในการเดินสำรวจตามเส้นทางธรรมชาตินั้น บางครั้งอาจมีการเบี่ยงเบนบ้างแต่ไม่สำคัญนัก
- ที่ที่มีน้ำขัง เช่นแหล่งที่เกิดจากน้ำท่วมขังในทุ่งหญ้าสามารถเดินข้ามไปได้ ให้เดินตามแนวเส้นทางตามธรรมชาติ แต่บันทึกระยะทางที่ได้จาก topofil ในจุดที่เริ่มเดินหลีกเลี่ยงไปและจุดที่หยุดเดิน
- แหล่งน้ำที่เป็นสระลึกและลำธารใหญ่นั้นไม่ควรเดินข้าม ให้บันทึกพิกัด GPS จากขอบของแหล่งน้ำ กำหนดจุดสังเกตจากจุดเริ่มต้นที่ได้จาก Topofil และให้เดินรอบ ๆ ขอบของสระน้ำไปยังบริเวณจุดสังเกตและบันทึกพิกัด GPS ในบริเวณที่ทำเป็นจุดสังเกตไว้ ประมาณระยะทางจากแหล่งน้ำและระยะทางที่เดินต่อไป
- ลำธารสายหลัก ช่องเขา หน้าผาที่ไม่สามารถเข้าถึงหรืออ้อมผ่านได้ ให้บันทึกระยะทางและตำแหน่ง GPS เมื่อเสร็จแล้วกลับที่พัก

## 4. สิ่งที่ควรปฏิบัติเมื่อเดินสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (Things to record along recce-survey transects)

- บันทึกรายละเอียด เช่นระยะทางจากจุดเริ่มต้นโดยใช้ Topofil และสิ่งต่าง ๆ ตามที่ระบุใน*ตารางที่ 7.1* รวมถึงพิกัดที่ได้จาก GPS
- เมื่อกลับไปถึงที่พักหลังจากเสร็จสิ้นการเดินสำรวจแล้วให้นับกองมูลและบันทึกร่องรอยของช้างที่เห็นและที่ได้ยิน รวมทั้งกิจกรรมของมนุษย์ทุกประเภทที่พบ





**ตารางที่ 7.1 ตัวอย่างรายละเอียดที่ทำการบันทึกระหว่างการเดินสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ**

| | บันทึกระยะทางจากจุดเริ่มต้นโดยใช้ Topofil | บันทึกพิกัด GPS |
|---|---|---|
| เก็บข้อมูลกองมูลที่พบทุกกอง (ดูจากรายละเอียดข้างล่าง) | ใช่ | ไม่ใช่ |
| ทุกอย่างที่เห็นเกี่ยวกับช้าง | ใช่ | ใช่ |
| ทุกอย่างที่ได้ยินเกี่ยวกับช้าง | ใช่ | ใช่ |
| ทุกอย่างที่เป็นซากช้างที่พบระหว่างทาง | ใช่ | ใช่ |
| ทุกอย่างที่เป็นเส้นทางของช้างเมื่อพาดผ่านแนวเส้นสำรวจ | ใช่ | ไม่ใช่ |
| ถนนที่มีการตัดผ่านเส้นสำรวจ ผู้สำรวจควรบันทึกหากพบเห็นรอยเท้าช้าง | ใช่ | ไม่ใช่ |
| กิจกรรมทางการเกษตรที่พบระหว่างสำรวจ | ใช่ | ใช่ |
| ร่องรอยต่าง ๆที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (เช่น แร้วของผู้ลักลอบ หรือป่างพักของผู้ลักลอบ) | ใช่ | ไม่ใช่ |
| โป่ง | ใช่ | ใช่ |
| ลำธารหรือแหล่งน้ำขนาดเล็ก | ใช่ | ไม่ใช่ |
| แหล่งน้ำหรือลำธาร | ใช่ | ใช่ |
| ทางแยกที่เกิดขึ้นจากชนิดของป่า | ใช่ | ไม่ใช่ |

**ทำไมจึงบันทึกพิกัด GPS ในบางกรณีเท่านั้น?**

การบันทึกพิกัดกองมูลทุกกองที่พบจะใช้เวลานาน ซึ่งไม่จำเป็นในการวิเคราะห์ และหากต้องการทราบตำแหน่งของกองมูล เราสามารถใช้ระยะห่างจากจุดเริ่มต้นที่บันทึกด้วย Topofil ได้ และด้วยเหตุผลเดียวกัน เราจึงไม่จำเป็นต้องบันทึกพิกัดของด่านสัตว์ กิจกรรมการบุกรุกป่า ลำธาร และตำแหน่งรอยต่อระหว่างชนิดป่า

## 5. การบันทึกข้อมูลเมื่อพบกองมูลระหว่างการสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (Finding and recording elephant dung-piles along recce-survey transects)

- ควรบันทึกกองมูลทุกกองที่พบบนเส้นสำรวจตั้งแต่จุดเริ่มต้น และใช้ Topofil ในการบันทึกระยะทางจากจุดเริ่มต้น
- กองมูลทุกกองที่มองเห็นจากเส้นสำรวจจะต้องแยกประเภทระยะของการย่อยสลาย *(บทที่ 4)*
- ไม่จำเป็นต้องวัดระยะทางจากเส้นสำรวจถึงกองมูลหรือขนาดของกองมูล แต่ให้บันทึกไว้ว่ากองมูลที่พบอยู่ในระยะ 2 เมตรจากเส้นสำรวจหรือไม่ (วิธีนี้จะช่วยตัดปัญหาที่แต่ละพื้นที่มีขีดจำกัดในการมองเห็นแตกต่างกัน ทำให้สามารถเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างพื้นที่ได้อย่างถูกต้อง โดยเลือกวิเคราะห์ข้อมูลเฉพาะกองมูลที่มีอยู่ห่างน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 เมตรจากเส้นสำรวจเท่านั้น)
- ชุดสำรวจจะต้องศึกษาจำนวนและขนาดของก้อน (โดยเฉพาะอย่างยิ่งขนาดของเส้นรอบวง) สีและสิ่งที่มองเห็นในมูลข้าง รวมถึงระยะทางจากจุดเริ่มต้น

## 6. การจัดเก็บและการจัดการข้อมูลสำหรับการเดินสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (Data collection and management for recce-survey transect teams)

- บันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล ซึ่งเก็บไว้ในถุงที่ปิดมิดชิดกันน้ำ
- ชุดสำรวจกลับเข้าที่พักหรือสำนักงาน หลังจากสำรวจแต่ละครั้งจะต้องกรอกข้อมูลในคอมพิวเตอร์และทำสำเนาเก็บไว้
- แบบฟอร์มต้นฉบับจะต้องเก็บไว้ในที่ที่เหมาะสมและสำเนาเก็บไว้อีกที่หนึ่ง
- แบบฟอร์มต้นฉบับสามารถทำได้ดังนี้





**ตารางที่ 7.2 ตัวอย่างแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลทั่วไปในการเดินทาง**

| | | |
|---|---|---|
| วันที่ (วัน/เดือน/ปี ) | | หมายเลขเส้นสำรวจ |
| บรรยายสถานที่: | | |
| จุดเริ่มต้น (UTM): | | |
| จุดสิ้นสุด (UTM): | | |
| ทิศทางเข็มทิศ: | | ระยะทางสิ้นสุด (เมตร): |
| เวลาเริ่มต้น: | | เวลาสิ้นสุด : |
| ชื่อของสมาชิกในทีมสำรวจ: | | |
| ระยะทางจากจุดเริ่มต้น (เมตร) | จำนวนกองมูลที่พบในระยะ 2 เมตรจากเส้นสำรวจ | บันทึกอื่นๆ |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| จำนวนกองมูลที่พบระหว่างการเดินทางกลับ: | | |

แบบฟอร์มส่วนใหญ่สามารถออกแบบได้ตามความเหมาะสม มีบางจุดที่จะต้องระบุรวมลงไป เช่น

- จำนวนเส้นสำรวจที่ใช้ในการสำรวจจะต้องระบุตำแหน่งในแผนที่และ GPS
- ข้อมูลบรรยายลักษณะพื้นที่ ตัวอย่างเช่นประมาณ 2 กิโลเมตรจากหน่วยพะเนินทุ่ง
- จำนวนของกองมูลปกติพบเพียง 1 กอง แต่ในบางครั้งก็พบ 2 กองหรือมากกว่าได้ในพื้นที่เดียวกันให้พิจารณาดูจำนวนที่เหมาะสมที่จะใส่ลงไปในแบบฟอร์ม ในบางกรณีจำนวนของกองมูลไม่ชัดเจน จึงให้ใส่ว่า “1 หรือ 2” ตามความเหมาะสม *(ดูตัวอย่างตารางที่ 7.3 และ 7.4)*

- คำอธิบายอื่นๆ ควรระบุเช่นข้อมูลแหล่งน้ำ โป่ง การพบเห็นตัว เป็นต้น
- การหยุด (พักเที่ยง หยุดพัก) ควรระบุเช่นกัน
- ควรทำความเข้าใจกับแบบฟอร์มให้ชัดเจน

**ตารางที่ 7.3 ข้อมูลภัยคุกคามต่อช้างป่าที่บันทึกได้ระหว่างการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนกรกฎาคม – กันยายน 2549 จากอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน**

| พื้นที่ | ปางหัวแรน | ถางป่า | ร่องรอยมนุษย์ | ตัดไม้ | เก็บของป่า | การล่า | รวมทั้งหมด | ระยะทางสำรวจ(กม.) | ภัยคุกคาม/กม. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| บางกลอย | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8.35 | 0.120 |
| แม่โดน | 2 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 6 | 15.42 | 0.389 |
| แม่น้ำเพชร | 1 | 0 | 1 | 4 | 0 | 6 | 12 | 17.73 | 0.677 |
| ส่วนกลาง | 8 | 0 | 9 | 2 | 2 | 3 | 25 | 84.33 | 0.296 |
| ใต้ | 4 | 2 | 4 | 0 | 3 | 2 | 15 | 43.45 | 0.345 |
| รวม | 15 | 3 | 14 | 7 | 8 | 11 | 58 | 169.28 | 0.343 |

**ตารางที่ 7.4 ตัวอย่างแบบฟอร์มการเดินสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติในพื้นที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน**

| | |
|---|---|
| วันที่ (วัน/เดือน/ปี): 09/12/2004 | หมายเลขเส้นสำรวจ: ตัวอย่าง 1 |
| บรรยายสถานที่ : 2 กิโลเมตรจากหน่วยพะเนินทุ่ง | |
| จุดเริ่มต้น(UTM): 18534500, 12040000 | |
| จุดสิ้นสุด(UTM): 12345678, 12345678 | |
| ทิศทางเข็มทิศ: 45 องศา | ระยะทางสิ้นสุด: 2 กิโลเมตร |
| เวลาเริ่มต้น: 07.15 น. | เวลาสิ้นสุด: 15.30 น. |





| ชื่อของสมาชิกในทีมสำรวจ: สิทธิศักดิ์, กัญญา, ติ๋ว | | |
|---|---|---|
| ระยะทางจากจุดเริ่มต้น (เมตร) | จำนวนกองมูลที่มีระยะของการย่อยสลายน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 เมตรจากเส้นสำรวจ<br>ระยะของการย่อยสลาย | บันทึกอื่นๆ |
| 0 | | ป่าทึบ |
| 126 | 1 ( > 2 เมตร; S3 ) | |
| 145 | 1 อาจเป็น 2<br>( > 2 เมตร; S2? ) | 8 ก้อน 4 ก้อนดูใหม่ 4 ก้อนเก่า อยู่ใกล้เคียงกันและขนาดเท่ากัน |
| 148 | | ลำธาร |
| 345 | | รอยเท้าช้างที่เห็นบนด่านสัตว์ |
| 456 | | ด่านสัตว์ |
| 459 | | ช่วงเชื่อมต่อระหว่างป่าทึบถึงป่ารุ่นสอง |
| 654 | 2 ( ≤ 2 เมตร; S3 ) | |
| 789-1120 | | เดินเบี่ยงจากทุ่งหญ้าที่เกิดน้ำท่วม (789 -1120 เมตร) แล้วเดินเข้าป่าทึบใหม่เมื่ออยู่ระยะทาง 1120 เมตร |
| 1123 | 1 ( ≤ 2 เมตร; S2 ) | |
| 1345 | 1 ( ≤ 2 เมตร; S1 ) | |
| 1356 | 1 ( ≤ 2 เมตร; S3 ) | |
| 1380 | | ด่านสัตว์ |
| 1401 | | แร้ว |
| 1467 | 1 ( ≤ 2 เมตร; S3 ) | |

**ตารางที่ 7.4 (ต่อ)**

| ระยะทางจากจุดเริ่มต้น (เมตร) | จำนวนกองมูลที่มีระยะของการย่อยสลายน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 เมตรจากเส้นสำรวจ<br>ระยะของการย่อยสลาย | บันทึกอื่นๆ |
|---|---|---|
| 1524 | | ช่วงเชื่อมต่อระหว่างป่าทึบถึงป่ารุ่นสอง |
| 1609 | 2 ( ≤ 2 เมตร; S3 ) | กองมูล 12 ก้อน ที่อยู่ติดกัน แต่มีขนาดต่างกัน 2 ขนาด (ตัวเมีย+ลูก) |
| 1678 | | ฝูงช้าง, พิกัด GPS = 12345678, 12345678 |
| 1702 | | ลำธาร |
| 1756 | | ช่วงเชื่อมต่อระหว่างป่าทึบถึงป่ารุ่นสอง |
| 1799 | | โป่ง และรอยเท้าสัตว์อื่นๆ รวมทั้งรอยเท้าช้าง พิกัด GPS = 12345678, 12345678 |
| 1843 | | ด่านสัตว์ |
| 1976 | 1 ( ≤ 2 เมตร; S1 ) | |
| 2000 | | จุดสุดท้าย (ยังคงอยู่ใกล้กับป่าทึบ) |
| | | |
| จำนวนกองมูล 14 กอง ที่พบระหว่างการเดินทางกลับจากจุดสิ้นสุดของเส้นสำรวจถึงที่พัก | | |





**ตารางที่ 7.5 ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลภัยคุกคามจากการสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติของชุดสำรวจจากอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน**

| Date/ วันที่ | Survey trail/ เส้นทาง | Time/ เวลา | UTM_E | UTM_N | Threat type/ ประเภทภัยคุกคาม | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9/2/49 | จากแคมป์ที่ 1 ไปเส้น F3 | 10:37 | 535662 | 1437576 | ร่องรอยมนุษย์ | รอยคนตัดไม้ มีน้ำในห้วย |
| 21/2/49 | จากจุดจอดรถบ้านบางกลอย ไปเส้น F4 | 10:15 | 541607 | 1435519 | ถางป่า | ตัดถางไร่ใหม่ เป็นที่จัดสรรให้ทำกิน |
| 21/2/49 | จากจุดจอดรถบ้านบางกลอย ไปเส้น F4 | 10:25 | 541462 | 1435841 | ร่องรอยมนุษย์ | |
| 21/2/49 | จากจุดจอดรถบ้านบางกลอย ไปเส้น F4 | 11:32 | 540686 | 1437276 | การล่า | พบรอยเลือดและขี้เก้ง อยู่บริเวณห้วย |
| 21/2/49 | จากจุดจอดรถบ้านบางกลอย ไปเส้น F4 | 17:19 | 541297 | 1436788 | เก็บของป่า | มีการค้นไม้เก่า และมีการตอกถอยขึ้นไปตีผึ้ง |
| 8/2/49 | จากน่วยห้วยแม่เสลียง ถึงเส้น F3 | 10:02 | 539797 | 1434935 | ร่องรอยมนุษย์ | ป่าสัมปทานเก่า ป่ารุ่น 2 มีรอยคนใช้เส้นทางบ่อย |
| 8/2/49 | จากน่วยห้วยแม่เสลียง ถึงเส้น F3 | 10:08 | 539402 | 1435108 | ร่องรอยมนุษย์ | ห้วยกระทุ่มกรอง จุดนี้ไม่มีน้ำ มีรอยเท้ามนุษย์ |
| 8/2/49 | จากน่วยห้วยแม่เสลียง ถึงเส้น F3 | 10:29 | 539393 | 1435259 | ร่องรอยมนุษย์ | ห้วยมีน้ำ มีต้นไทร มีร่องรอยผู้บุกรุก |

ตารางที่ 7.5 (ต่อ)

| Date/ วันที่ | Survey trail/ เส้นทาง | Time/ เวลา | UTM_E | UTM_N | Threat type/ ประเภทภัยคุกคาม | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8/2/49 | จากห่วยห้วยแม่เสียง ถึงเส้น F3 | 10:38 | 539395 | 1435416 | ร่องรอยมนุษย์ | พบกองไฟเก่าประมาณ 7 วันแล้ว มีน้ำ มีต้นไทร |
| 8/2/49 | จากห่วยห้วยแม่เสียง ถึงเส้น F3 | 10:50 | 539368 | 1435819 | เก็บของป่า | รอยพังงพอนกินปู มีรอยตีผึ้งบนต้นญาวแก่ มีต้นไทร |
| 8/2/49 | จากห่วยห้วยแม่เสียง ถึงเส้น F3 | 12:04 | 538995 | 1436426 | ร่องรอยมนุษย์ | ก่อนถึงจุดนี้พบรอยคนก่อไฟ ต้นไทรมีผล มีน้ำ |
| 8/2/49 | จากห่วยห้วยแม่เสียง ถึงเส้น F3 | 13:45 | 537944 | 1437120 | แคมป์ | พบแคมป์เก่า ไม่มีน้ำ |
| 8/2/49 | จากห่วยห้วยแม่เสียง ถึงเส้น F3 | 15:01 | 537180 | 1437421 | ร่องรอยมนุษย์ | พบรอยกองไฟเก่า ไม่มีน้ำ |
| 9/3/49 | จากแคมป์ไป J4 และกลับสู่ถนน กม.16.5 | 8:27 | 546831 | 1417562 | แคมป์ | รอยกระทิงนอน/แคมป์เก่า |





**ตารางที่ 7.6 ตัวอย่างตารางสรุปจำนวนกองมูลช้างป่าที่พบ และระยะทางรวม ที่สำรวจโดยชุดสำรวจประชากรช้างป่าอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน**

| พื้นที่ | จำนวนกองมูลช้างที่พบ | ระยะทางที่สำรวจ (Km) |
|---|---|---|
| บางกลอย | 0 | 18.77 |
| แม่ประโดน | 0 | 164.2 |
| ต้นน้ำเพชร | 0 | 38.79 |
| กลาง | 90 | 32.93 |
| ใต้ | 757 | 78.1 |
| รวม | 847 | 332.79 |

## 7. เครื่องมือที่จำเป็นสำหรับการสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (Equipment needed for recce-survey transects)


*ภาพที่ 7.4 อุปกรณ์สำหรับระบุทิศทางและเก็บข้อมูล*

**อุปกรณ์สำหรับระบุทิศทางและบันทึกข้อมูล**

ชุดสำรวจแต่ละทีมจะต้องมี

1. แผนที่ (หากเป็นไปได้ให้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม และ/หรือภาพถ่ายทางอากาศ)
2. เข็มทิศ 2 อัน
3. GPS 2 ชุด (เช่น GPS Garmin 60CSx) และแบตเตอรี่
4. ตลับวัดระยะ (Topofil) 2 ชุด และบอกระยะที่มีความยาวเหมาะสมกับระยะทางที่สำรวจ
5. ตลับเมตร (5 เมตร) 1 ตลับ
6. แบบฟอร์มเก็บข้อมูลและแฟ้มพลาสติก
7. สมุดบันทึกกันน้ำสำหรับการเก็บข้อมูล
8. ถุงพลาสติกซิปล็อคเพื่อป้องกันแบบฟอร์มเก็บข้อมูลไม่ให้เปียกน้ำ
9. ถุงกันน้ำใส่อุปกรณ์ภาคสนาม
10. แบบฟอร์มการจำแนกกองมูลในภาคสนาม (สามารถใช้ได้ทั้งภาพถ่ายและภาพวาด)
11. เอกสารสรุปวิธีการสำรวจภาคสนามตามเส้นทางศึกษาธรรมชาติ
12. เอกสารหรืออุปกรณ์อ้างอิงเพื่อใช้ในการจำแนกชนิดของป่า (ที่เหมาะสมกับพื้นที่)
13. กล้องถ่ายภาพดิจิตอลแบบง่ายเพื่อใช้เก็บข้อมูลซากสัตว์หรือสิ่งที่สนใจ



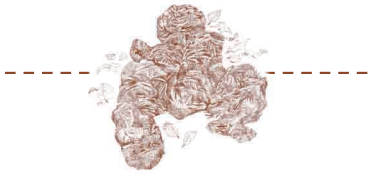


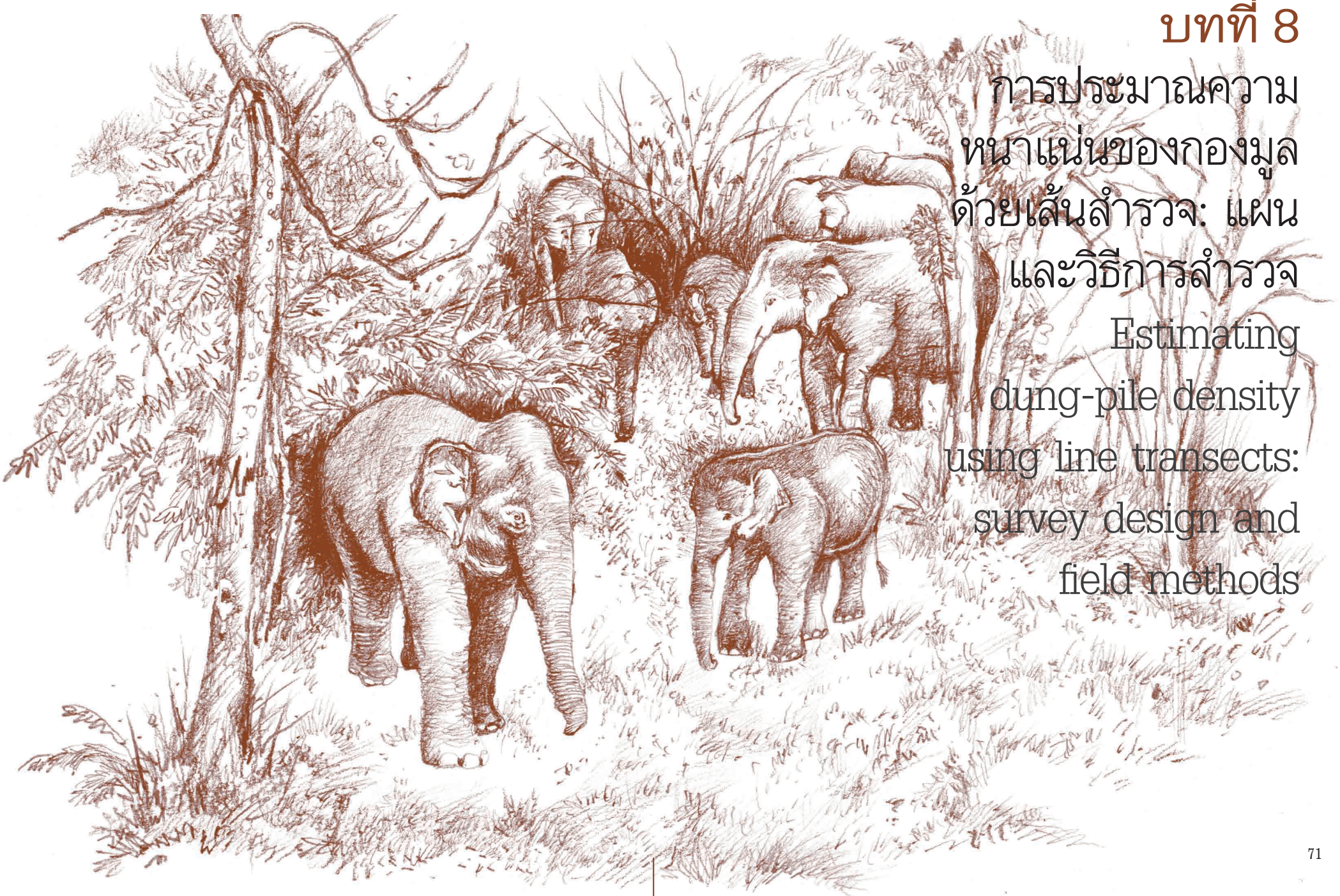
**อุปกรณ์ในการตัดเส้นสำรวจ**

14. มีดถางป่า
15. กรรไกรตัดกิ่ง

**อุปกรณ์ในการพักแรม**

16. มุ้ง
17. เปล
18. เต็นท์ และ/หรือ ผ้าใบกันน้ำ
19. แผ่นรองนอน
20. ขวดน้ำ
21. ถุงนอน





# บทที่ 8

# การประมาณความหนาแน่นของกองมูลด้วยเส้นสำรวจ: แผนและวิธีการสำรวจ

# Estimating dung-pile density using line transects: survey design and field methods

# บทที่ 8
# การประเมินความหนาแน่นของกองมูลด้วยเส้นสำรวจ: แผนและวิธีการสำรวจ
# Estimating dung-pile density using line transects: survey design and field methods

การประเมินความหนาแน่นของสัตว์ป่าหรือร่องรอยของสัตว์ป่าได้มีการศึกษาไว้ค่อนข้างสมบูรณ์ (Burnham et al. 1980; Buckland et al. 2001, 2004) ในการศึกษาโดยการวางแนวสำรวจ (Line transect) ผู้สำรวจต้องเดินไปตามแนวเส้นสำรวจที่เป็นเส้นตรงและทำการบันทึกการพบเห็นวัตถุ (ตัวสัตว์หรือร่องรอยที่สนใจ) วิธีนี้ต่างจากการสำรวจที่มีการกำหนดความกว้างของเส้นสำรวจไว้ตายตัวล่วงหน้า (Belt หรือ Fixed-width transect) ซึ่งจำเป็นต้องนับวัตถุทั้งหมดในกรอบพื้นที่ที่กำหนด เส้นสำรวจในที่นี้ผู้สำรวจต้องทำการบันทึกระยะห่างจากวัตถุถึงกึ่งกลางเส้นสำรวจ การวิเคราะห์มาตรฐานนี้ยังคงต้องนับวัตถุทั้งหมด ณ กึ่งกลางเส้นสำรวจ แต่เมื่อห่างจากกึ่งกลางเส้นสำรวจออกไปจะยอมให้มีวัตถุบางส่วนที่ตกสำรวจได้ โดยจำนวนวัตถุที่ตกสำรวจจะค่อยๆ มากขึ้นตามระยะห่างจากเส้นสำรวจ ด้วยเหตุนี้การสำรวจวิธีนี้จึงสามารถครอบคลุมพื้นที่ที่กว้างมากกว่า จึงมีประสิทธิภาพมากกว่าเมื่อระยะทางที่ทำการเดินเท่ากันเพราะจะได้จำนวนตัวอย่างที่มากกว่า โดยเฉพาะการสำรวจวัตถุที่มีความหนาแน่นต่ำ หรือกระจายกันอยู่ห่างๆ รายละเอียดของการสำรวจด้วยการวางแนวสำรวจนี้ได้มีการอธิบายไว้เป็นอย่างดีแล้วในเอกสารที่อ้างถึงในตอนต้นของบทนี้ จึงไม่ลงรายละเอียดในส่วนนี้มากนัก

## วิธีการศึกษา (Methods)

### 1. แบบแผนการศึกษา (Survey design)

การที่จะประสบผลสำเร็จในการสำรวจสัตว์ป่านั้นจำเป็นต้องมีการวางแผนที่ดีสอดคล้องกับการวิเคราะห์ทางสถิติที่ถูกต้องเหมาะสม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญร่วมวางแผนเพื่อให้ได้มาซึ่งแผนการสำรวจที่มีประสิทธิภาพ





#### 1.1 จำนวนของเส้นสำรวจที่ต้องการ (Number of line transects required)

ตามวิธีการใน*หัวข้อที่ 1 ของบทที่ 2* หากสามารถประมาณอัตราการพบกองมูลในพื้นที่ที่ศึกษาได้เราก็จะสามารถคำนวณหาระยะทางที่สั้นที่สุดที่ต้องสำรวจแล้วได้จำนวนตัวอย่างที่พอต่อการสรุปผลได้อย่างน่าเชื่อถือ โดยกำหนดให้ค่าปัจจัยการกระจาย *(b)* มีค่าเป็น 3 และกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนที่ต้องการ โดยอาจจะกำหนดที่ 25% หรือ 10% *(ดูตารางที่ 8.1)* ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่เราประมาณว่าอัตราการพบกองมูลเป็น 1 กอง/กิโลเมตร จะต้องทำการสำรวจอย่างน้อย 300 กิโลเมตร เพื่อที่จะให้ได้ตัวอย่างเพียงพอที่จะสามารถประเมินความหนาแน่นของกองมูลได้ และจะมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนเป็น 10%

**ตารางที่ 8.1 ระยะทางที่ต้องทำการสำรวจเพื่อให้ได้ผลการประเมินความหนาแน่นของกองมูลที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (CV) ที่ต้องการ ในกรณีที่สามารถประมาณอัตราการพบกองมูลได้**

| CV | อัตราการพบกองมูล (จำนวนกองมูล/กิโลเมตร) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 10.0 |
| 25% | 48.0 | 24.0 | 16.0 | 12.0 | 9.6 | 8.0 | 6.9 | 6.0 | 5.3 | 4.8 |
| 10% | 300.0 กม. | 150.0 กม. | 100.0 กม. | 75.0 กม. | 60.0 กม. | 50.0 กม. | 42.9 กม. | 37.5 กม. | 33.3 กม. | 30.0 กม. |

#### 1.2 การแบ่งพื้นที่ย่อย (Stratification)

ในการสำรวจอาจมีการแบ่งพื้นที่ศึกษาทั้งหมดออกเป็นพื้นที่ย่อยเพื่อเป็นการลดความแปรปรวนที่เกิดจากความแตกต่างของแต่ละพื้นที่หรือเพื่อแยกย่อยออกตามความยากง่ายต่อการเข้าถึง ซึ่งในกรณีหลังนั้นไม่ได้เป็นการลดความแปรปรวนหรือเพิ่มความแม่นยำของการประเมิน แต่ในบางกรณีก็เป็นสิ่งที่ต้องทำเพราะสภาพพื้นที่บังคับ

โดยหลักการแล้ว เพื่อเป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการสำรวจเราควรจำแนกพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อยตามระดับความหนาแน่นของช้างที่เราประมาณได้จากการสำรวจเบื้องต้น โดยอาจแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ประเภท คือพื้นที่ที่มีช้างอยู่อย่างหนาแน่นและพื้นที่ที่มีช้างอยู่อย่างเบาบาง หรืออาจจะ 3 ประเภท คือพื้นที่ที่มีช้างอยู่อย่างหนาแน่น

มาก พื้นที่ที่มีช้างอยู่อย่างเบาบาง และพื้นที่ที่มีช้างอยู่พอประมาณ ไม่มากหรือน้อย *(บทที่ 3)*

การแบ่งพื้นที่ย่อยโดยอิงตามระยะห่างจากกิจกรรมของมนุษย์ในบางกรณีก็เป็นทางเลือกที่เหมาะสม ดังเช่นกรณีที่ไม่สามารถประมาณการกระจายตัวของประชากรช้างได้ ทั้งนี้เพราะความหนาแน่นของช้างในหลายกรณีมีความสัมพันธ์กับระยะห่างจากกิจกรรมของมนุษย์ (Barnes et al. 1997b) ประเภทป่าหรือสภาพพื้นที่ก็เป็นอีกเกณฑ์ที่สามารถนำมาใช้ในการจำแนกพื้นที่ย่อยได้ เพราะทั้งความหนาแน่นของช้างและความเป็นไปได้ในการพบกองมูลนั้นสัมพันธ์และแตกต่างกันในแต่ละสภาพพื้นที่ นอกจากนั้นการแบ่งพื้นที่ย่อยตามสภาพพื้นที่ยังมีประโยชน์ในกรณีที่จำเป็นต้องมีการย้ายกองมูลข้ามพื้นที่เพื่อทำการศึกษาการย่อยสลายของกองมูล (Find and move approach) ซึ่งจำเป็นต้องรู้ลักษณะของพื้นที่ก่อนจะทำการย้าย *(ดูเพิ่มเติมในหัวข้อที่ 1 ของบทที่ 5)*

อย่างไรก็ตาม การจำแนกพื้นที่ย่อยตามสภาพพื้นที่นั้นสามารถทำได้ก็ต่อเมื่อมีข้อมูลชี้ชัดว่าแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เช่นอาจจะอ้างอิงตามแผนที่หรือภาพถ่ายทางอากาศ และต้องพิจารณาด้วยอีกว่าพื้นที่ต่าง ๆ นั้นไม่มีการแตกย่อยออกเป็นหย่อมพื้นที่ขนาดเล็ก (Fragment) อยู่อย่างกระจัดกระจายในพื้นที่ ซึ่งในกรณีนี้อาจใช้การบันทึกสภาพพื้นที่ต่าง ๆ ตามแนวเส้นสำรวจเพื่อนำมาแบ่งหาระยะทางที่สำรวจในแต่ละสภาพพื้นที่ภายหลังในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งขั้นตอนนี้อาจจะต้องอาศัยผู้ที่มีความชำนาญ

### 1.3 การกำหนดการสำรวจในแต่ละพื้นที่ย่อย (Allocation of survey effort to strata)

ถ้าเราตัดสินใจแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อยออกตามความหนาแน่นของช้างอย่างคร่าว ๆ ดังอธิบายไว้ด้านบน เราจำเป็นต้องมีการกำหนดระยะทางที่สำรวจในแต่ละพื้นที่ย่อยให้เป็นสัดส่วนที่สัมพันธ์กับสัดส่วนของประชากรช้างในแต่ละพื้นที่ย่อยนั้นด้วย แต่ในกรณีที่มีการจำแนกพื้นที่ย่อยตามตัวแปรอื่นที่ไม่ใช่ความหนาแน่นของช้าง (เช่น ความยากง่ายในการเข้าถึง) อาจจะต้องกำหนดสัดส่วนการสำรวจให้ตามขนาดพื้นที่ย่อยนั้น ๆ แทน *(ดูข้อ 1.5 เพิ่มเติม)*

### 1.4 การจัดวางเส้นสำรวจในพื้นที่ (Arrangement and spacing of line transects in a site)

เส้นสำรวจควรมีความยาว 1 กิโลเมตร แต่ว่าทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของพื้นที่ด้วย ในกรณีที่ต้องตัดสินใจระหว่างการวางเส้นสำรวจยาว ๆ จำนวนไม่กี่เส้น





กับการวางเส้นสำรวจสั้น ๆ หลายเส้น เพื่อให้ได้ความยาวรวมที่เท่า ๆ กัน การวางเส้นสำรวจสั้น ๆ หลายเส้นจะดีกว่า เพราะในทางสถิติจำนวนเส้นที่มากขึ้นหมายถึงจำนวนตัวอย่างที่มากขึ้น ประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือในการเปรียบเทียบหรือการติดตามดูการเปลี่ยนแปลงประชากรของช้างก็จะมีมากขึ้นไปด้วย

ในทางทฤษฎีแล้ว ทิศของเส้นสำรวจควรขนานไปกับทิศการลดหรือเพิ่มของประชากรช้าง ดังนั้นความแปรปรวนของประชากรช้างภายในแต่ละเส้นสำรวจ จะมีมากกว่าความแปรปรวนภายนอกหรือระหว่างเส้นสำรวจ ตัวอย่างเช่น เราทราบว่ามีช้างอยู่ชุกชุมใกล้แหล่งน้ำ และจำนวนช้างจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อออกห่างจากแหล่งน้ำ การวางเส้นสำรวจในกรณีนี้ก็ควรวางให้ตั้งฉากกับแหล่งน้ำ เป็นต้น

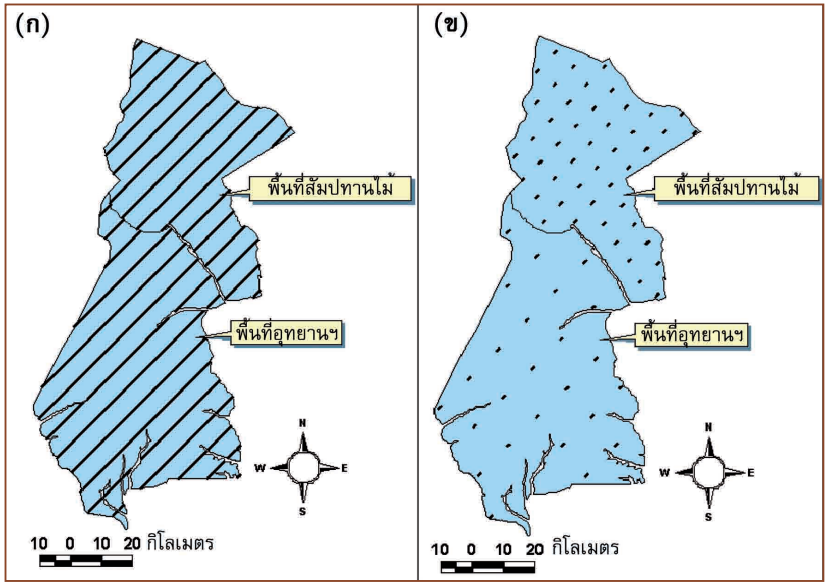
เพื่อให้การวางแผนมีประสิทธิภาพ อาจอาศัยชุดคำสั่งสำเร็จรูปในโปรแกรม DISTANCE 5.0 (Thomas et al. 2006) ซึ่งสามารถใช้งานร่วมกับข้อมูลทางภูมิศาสตร์ได้ อาจใช้ควบคู่กับโปรแกรม GIS เช่น ESRI ArcView ในการสร้างข้อมูลเชิงพื้นที่ต่าง ๆ (Shapefile) ภายใต้ชุดคำสั่งของโปรแกรมนี้เราสามารถที่จะเลือกดูรูปแบบการวางเส้นสำรวจในแบบต่าง ๆที่เป็นไปได้ ไม่ว่าจะเป็นการวางเส้นสำรวจแบบเป็นระบบ (Systematic) หรือแบบสุ่ม (Random)

รูปแบบการวางเส้นสำรวจที่นิยมใช้ในการสำรวจช้าง คือการสุ่มจุดเริ่มต้นของเส้นสำรวจบนแนวที่กำหนดขึ้นมาอย่างเป็นระบบ จากนั้นก็กำหนดความยาวตามแนวนี้จนได้ระยะทางรวมตามต้องการ ซึ่งเรียกว่า “Systematic segmented line transect design” โดยความยาวเส้นสำรวจควรไม่ยาวมาก โดยอาจจะกำหนดที่ 1 กิโลเมตร *(ดูคำอธิบายใต้ภาพที่ 8.1)*

แม้ว่าการวางเส้นสำรวจแบบนี้จะเป็นระบบน้อยกว่าการวางเส้นสำรวจอย่างเป็นระบบภายในช่องตาราง แต่ว่าการวางเส้นสำรวจแบบนี้จะสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้มากกว่า เป็นตัวแทนของพื้นที่ได้ดีมากกว่า และท้ายที่สุดก็ช่วยให้ได้ค่าที่มีความแม่นยำน่าเชื่อถือมากกว่า แม้ว่าเส้นสำรวจจะมีการวางอย่างเป็นระบบ (ไม่ใช่แบบสุ่ม) แต่การที่เราสุ่มเลือกจุดเริ่มต้นของเส้นสำรวจช่วยให้เราสามารถวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐาน เพราะแม้ในทางทฤษฎีจะสนับสนุนให้ใช้วิธีการสุ่มแต่การสุ่มนั้นในบางสถานการณ์อาจไม่สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้อย่างทั่วถึง ซึ่งต่างจากการวางเส้นสำรวจอย่างเป็นระบบที่ครอบคลุมมากกว่าและทำให้การประเมินความหนาแน่นมีความถูกต้องมากกว่า

### 1.5 การระบุจำนวนตัวอย่าง (Sampling units)

การทำความเข้าใจเรื่องจำนวนตัวอย่างเป็นสิ่งสำคัญมากเวลาที่จะทำการวิเคราะห์ อาจเกิดการสับสนว่าจำนวนตัวอย่าง คือจำนวนเส้นสำรวจทั้งหมดหรือว่าต้องนับเส้นสำรวจที่อยู่ในแนวเดียวกันรวมเป็นหนึ่งเส้น การพิจารณาว่าจำนวนตัวอย่างเป็นเท่าไร โดยหลักการแล้วต้องพิจารณาดูความเป็นอิสระ (Independence) ของแต่ละเส้นสำรวจ ซึ่งความเป็นอิสระของแต่ละเส้นสำรวจนั้นจะสัมพันธ์กับระยะห่างรวมของเส้นสำรวจแต่ละเส้น และระยะห่างของเส้นสำรวจก็โยงไปถึงจำนวนและความยาวรวมของเส้นสำรวจที่ต้องการ หรือระดับความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ต้องการ อย่างไรก็ดีการจะตัดสินว่าระยะทางเท่าใดที่เรียกว่าเป็นอิสระหรือไม่นั้น หากพิจารณาถึงธรรมชาติของช้างแล้ว จะพบว่ายังคงเป็นปัญหาที่ซับซ้อนและยังไม่มีทางออกที่เหมาะสม เพราะช้างอาจเคลื่อนที่ได้ไกลถึงวันละ 25 กิโลเมตร (Blake 2002) แต่เพื่อให้ได้ค่าประมาณที่น่าเชื่อถือควรมีจำนวนตัวอย่าง 15-20 ตัวอย่างต่อหนึ่งพื้นที่ย่อย




*ภาพที่ 8.1 แสดงตัวอย่างการประยุกต์ใช้ชุดคำสั่งสำเร็จรูปของโปรแกรม DISTANCE 5.0 (Thomas et al. 2006) เพื่อออกแบบการวางเส้นสำรวจ*

ในตัวอย่างนี้กำหนดให้พื้นที่ศึกษาประกอบไปด้วย 2 พื้นที่ย่อย คือพื้นที่ที่เป็นอุทยานแห่งชาติและพื้นที่ที่เคยมีการสัมปทานไม้และปัจจุบันมีการรบกวนอย่างหนักจากกิจกรรมของมนุษย์ เส้นสำรวจวางตัวในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งคาดว่าสัมพันธ์กับทิศทางการเปลี่ยนแปลงของประชากรช้าง





**การออกแบบที่เหมาะต่อการสำรวจด้วยวิธีนับตรง** *(ภาพ 8.1ก)*

ในกรณีที่พื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่โล่ง สามารถพบเห็นตัวสัตว์ได้ค่อนข้างง่าย อาจใช้การเดินสำรวจหรือใช้การสำรวจทางอากาศตามแนวเส้นขนานที่มีการกำหนดจุดเริ่มต้นแบบสุ่มได้ โดยในกรณีนี้กำหนดระยะห่างแต่ละเส้นเป็น 6.5 กิโลเมตร ในพื้นที่อุทยานฯ และ 6 กิโลเมตรในพื้นที่ที่เคยมีสัมปทานไม้เพื่อให้จำนวนตัวอย่างในแต่ละพื้นที่ย่อยมากกว่า 15 เส้นสำรวจ

**การออกแบบที่เหมาะต่อการสำรวจด้วยวิธีนับกองมูล** *(ภาพ 8.1ข)*

ในกรณีที่เป็นป่าทึบต้องใช้การสำรวจร่องรอยปรากฏของช้างแทนการนับตรง ในตัวอย่างแสดงแต่ละเส้นสำรวจมีความยาว 1 กิโลเมตร เรียงตัวตามแนวอย่างเป็นระบบ โดยมีจุดเริ่มต้นที่กำหนดจากการสุ่ม จากการเว้นระยะห่างของแนวสำรวจ 12 กิโลเมตรในพื้นที่อุทยานฯ และ 7 กิโลเมตรในพื้นที่ที่เคยมีการสัมปทานไม้ ทำให้มีเส้นสำรวจ 25 เส้นในพื้นที่อุทยานฯและ 47 เส้นในพื้นที่ที่เคยมีการสัมปทานไม้ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีการสำรวจในพื้นที่มีการรบกวนเข้มข้นมากกว่าพื้นที่อุทยานฯ ทั้งนี้เพราะว่าในพื้นที่ที่มีการรบกวนสามารถเข้าถึงได้ง่ายมากกว่า แต่ที่ถูกต้องแล้วควรกำหนดความเข้มข้นหรือสัดส่วนของการสำรวจให้สอดคล้องกับความชุกชุมของช้าง ในพื้นที่ที่มีช้างมากกว่าควรมีการสำรวจที่เข้มข้นมากกว่า

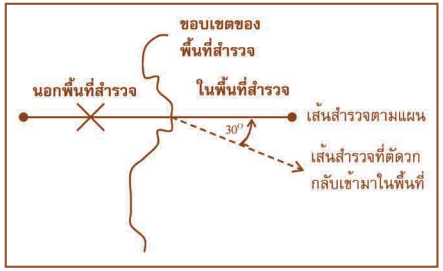
## 2. การวางแผนสำรวจในกรณีที่มีความคลาดเคลื่อนของแผนที่ (Survey design implementation problems related to map inaccuracies)

ปัญหาของการเกิดความผิดพลาดของการใช้แผนที่อาจเกิดขึ้นได้ เพราะ

1. ความไม่สมบูรณ์ของแผนที่ ซึ่งทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งภาคพื้นดิน
2. ความชันของพื้นที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน
3. ความไม่ถูกต้องของข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินรวมถึงถนนและหมู่บ้าน

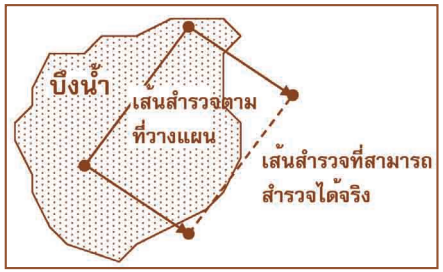
ในกรณีข้อ 1 และ 2 อาจทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของการสำรวจ จะสามารถทราบความเปลี่ยนแปลงที่เบี่ยงเบนจากความเป็นจริงได้ก็ต่อเมื่อชุดสำรวจได้ทำการสำรวจในพื้นที่จริง ซึ่งปัญหาดังกล่าวไม่สามารถที่จะเลี่ยงได้เมื่อลงมือสำรวจแล้ว จึงมีคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ดังนี้

### 2.1 กรณีที่เส้นสำรวจออกนอกพื้นที่ศึกษา




ถ้าหากว่าจุดเริ่มต้นของเส้นสำรวจนั้นอยู่ในพื้นที่ศึกษาบางส่วน โดยเส้นสำรวจตัดผ่านแนวขอบของพื้นที่ศึกษา ให้หักเส้นสำรวจออกสะท้อนกลับทำมุม 30 องศาดังภาพ

### 2.2 เส้นสำรวจอยู่นอกพื้นที่ศึกษาทั้งหมดและอยู่ในพื้นที่น้ำขัง




ในกรณีนี้ สามารถย้ายเส้นสำรวจไปในจุดที่ใกล้ที่สุดในทิศทางเดียวกันดังภาพ

### 2.3 เส้นสำรวจอยู่ในพื้นที่อันตราย

สามารถหลีกเลี่ยงจุดอันตรายได้ในทิศทางของเส้นสำรวจเดิม และพยายามเข้าสำรวจในเส้นสำรวจเดิมทันทีที่เจอพื้นที่เหมาะสม บันทึกพิกัดจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายด้วย GPS เพื่อใช้ในการประมาณระยะทางที่ไม่สามารถเข้าถึงได้

**หมายเหตุ** ในกรณีที่อยู่ในพื้นที่อันตรายสามารถหลีกเลี่ยงบริเวณนั้นได้ แต่มีรูปแบบการหลบหลีกที่เหมาะสมและเป็นระบบ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการเบี่ยงเบนของข้อมูลได้

## 3. วิธีปฏิบัติในภาคสนาม (Field methods)

### 3.1 การกำหนดแนวและเส้นสำรวจ (Locating survey tracklines and line transect)

- ชุดสำรวจจะต้องมีพิกัดเริ่มต้นและพิกัดสุดท้ายของแนวสำรวจ (เส้นที่ลากเชื่อมระหว่างเส้นสำรวจที่อยู่ในแนวเดียวกัน *ดูในหัวข้อที่ 2*) มีจุดเริ่มและจุดสิ้นสุดของแต่ละเส้นสำรวจในแต่ละแนวสำรวจด้วย ซึ่งได้มาจากโปรแกรม DISTANCE 5.0 ทำการโหลดลงในเครื่อง GPS (เช่น Garmin 60CSx) เพื่อจะนำไปใช้ร่วมกับแผนที่ที่มี
- แต่ละทีมควรมี GPS สำรองรวมเป็น 2 ตัว และใช้แบตเตอรี่พิเศษที่ใช้งานได้นาน (Long - life batteries) อาจมีราคาแพงแต่ก็คุ้มค่า





### 3.2 วิธีการทั่วไป (General methods)

- สมาชิกในทีมควรมีอย่างน้อย 4 คน ประกอบด้วย
  1) คนตัดทาง ทำหน้าที่ตัดทางเป็นเส้นตรงไปตามทิศที่กำหนดโดยคนเล็งเข็มทิศ
  2) คนเล็งเข็มทิศ เป็นคนที่คอยควบคุมการตัดเส้นทาง
  3) คนตรวจหากองมูลและ
  4) คนบันทึกข้อมูล

  ในขณะที่สำรวจ ผู้ที่พบกองมูลจะต้องส่งสัญญาณให้ผู้บันทึกข้อมูลรับทราบ (ในกรณีที่มีการสำรวจสัตว์อื่นไปพร้อมกัน จำต้องมีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบเฉพาะซึ่งจำนวนคนที่มองหากองมูลก็จะน้อยลง) อย่างไรก็ตาม ทุกคนในชุดสำรวจควรรู้วิธีใช้เข็มทิศแบบเล็ง เพื่อให้สามารถสับเปลี่ยนตำแหน่งกันได้และในบางกรณีที่เป็นป่ารกทึบอาจจำเป็นต้องใช้คนตัดทาง 2 คน เพื่อไม่ให้เกิดการเมื่อยล้าจนเกินไป
- อาจจะมีการเพิ่มจำนวนสมาชิกในทีม 1-2 คนได้หากมีความจำเป็น เช่น ในกรณีที่ต้องการคนแบกอุปกรณ์หรือคนที่รับผิดชอบเรื่องการวัดค่าต่างๆ ในขณะที่มีการตัดเส้นทางและสำรวจ คนที่เหลือที่มีหน้าที่เพียงแบกอุปกรณ์ควรรออยู่ที่จุดเริ่มต้นและค่อยเดินตามไปทีหลัง คนที่ทำหน้าที่บันทึกข้อมูลต้องถือ Topofil และ GPS ไปด้วยเพื่อบันทึกระยะทางที่เดินและพิกัดจุดที่สำคัญ
- ควรมีการบันทึกพิกัดเริ่มต้น พิกัดสุดท้าย และพิกัดทุกๆ 500 เมตรในแต่ละเส้นสำรวจด้วยเครื่อง GPS เส้นสำรวจควรมีความยาว 1 กิโลเมตร แต่อาจจะมีการปรับเปลี่ยนได้ตามแผนการสำรวจ *(ดูบทที่ 3 และหัวข้อที่ 1 ด้านบน)*
- เวลาที่ใช้ในการสำรวจขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ ความลาดชัน ความรกทึบและจำนวนกองมูลที่พบ แต่ในขณะเดินสำรวจตามมาตรฐานแล้วควรควบคุมความเร็วไม่ให้เกิน 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

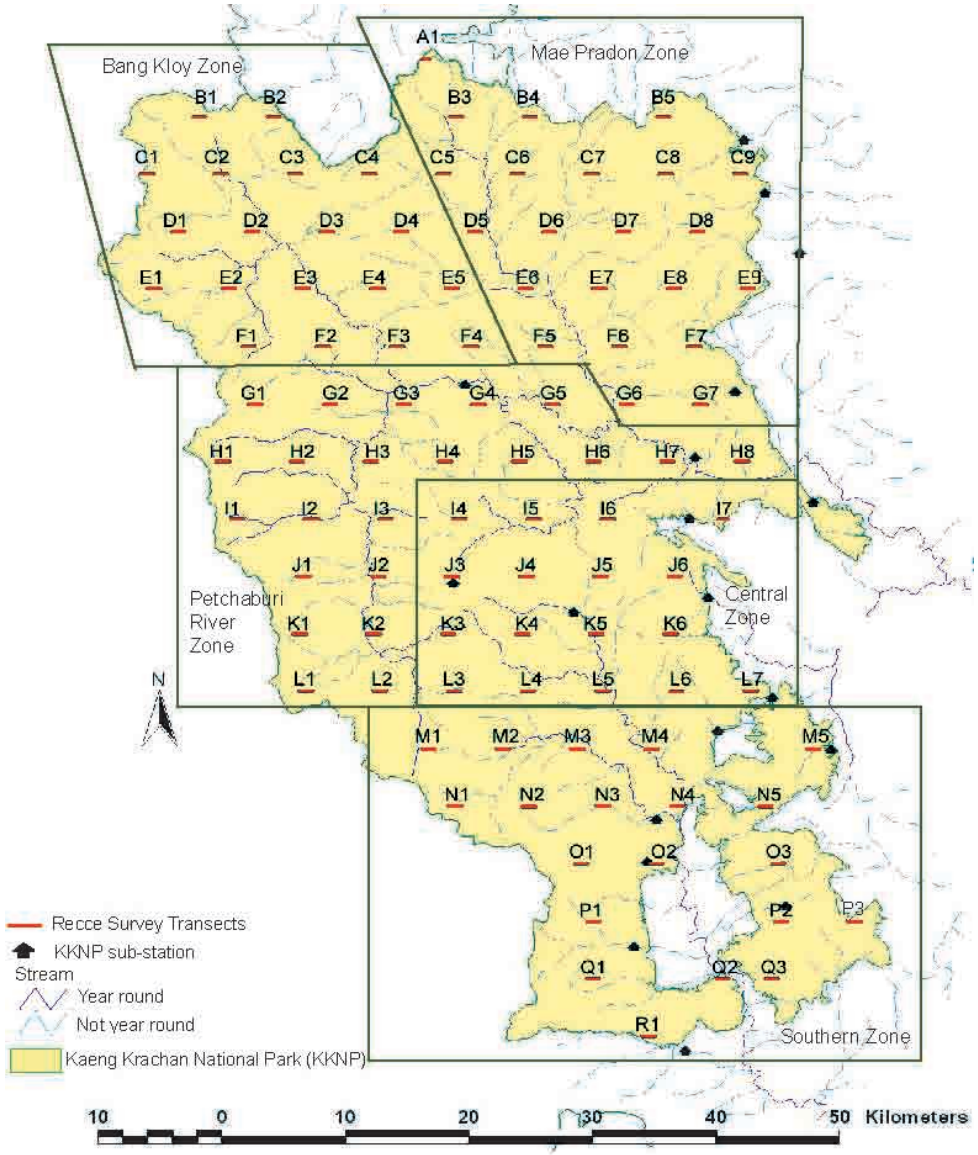
- สำหรับทุ่งหญ้าหรือที่โล่งควรใช้เวลาเดินสำรวจไม่น้อยกว่า 45 นาทีต่อ 1 กิโลเมตร เพราะยิ่งเดินเร็วขึ้นโอกาสในการที่จะพบกองมูลก็ยิ่งลดลง
- ในกรณีที่มีฝนตกหรือมีหมอกหนาทึบจนเป็นอุปสรรคต่อการมองเห็นระหว่างการเดินสำรวจควรหยุดพัก และด้วยเหตุผลเดียวกันไม่ควรสำรวจในช่วงเช้ามืด ตอนพลบค่ำ หรือเวลาที่มีแสงน้อยจนเกินไป

### 3.3 การตัดเส้นสำรวจ (Cutting line transect)

ในการตัดจำเป็นต้องใช้คนตัดและคนเล็งเข็มทิศ ตามวิธีการที่ระบุไว้ใน White & Edwards (2000) คนเล็งเข็มทิศควรหาหลักปักที่สามารถวางเข็มทิศไว้ที่ระดับสายตาได้ โดยหลักนี้จะช่วยให้เราเล็งและปรับเข็มทิศได้โดยไม่ต้องสัมผัสตัวเข็มทิศ เมื่อได้ทิศแล้ว คนตัดทางก็จะเริ่มตัดไปในทิศที่เข็มทิศเล็งไป โดยคนเล็งเข็มทิศยังประจำอยู่ที่เข็มทิศเพื่อกำกับไม่ให้เกิดการเบี่ยงออกนอกทิศ เพราะคนตัดทางอาจพยายามเลี่ยงพื้นที่ที่รกทึบไปตามด่านสัตว์ เมื่อพบว่าคนตัดทางเบี่ยงออกจากทิศที่ถูกต้อง คนเล็งเข็มทิศอาจใช้การตะโกนบอกทิศที่ถูกต้องว่าซ้ายหรือขวาเท่าไร ในกรณีที่คนตัดทางพ้นสายตาไม่สามารถมองเห็นได้ ควรบอกให้คนตัดทางหยุดรอ และทำการย้ายจากจุดเล็งเดิมไปข้างหน้าเพื่อเริ่มเล็งในจุดถัดไป ความตรงของเส้นสำรวจเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยลดความลำเอียงของการเก็บข้อมูล และในการตัดควรระวังว่าให้มีการตัดที่น้อยที่สุดเพียงเพื่อให้ทีมสามารถเดินผ่านได้ ทั้งนี้เพราะการที่เราตัดมากเกินไปอาจเกิดผลในทางไม่ดี คือเป็นการทำลายป่าโดยตรง เป็นการเปิดทางให้พรานล่าสัตว์หรือคนหาของป่าเสียเวลาและแรงงานไปโดยเปล่าประโยชน์ นอกจากนี้เศษกิ่งไม้ ใบไม้ และเถาวัลย์อาจหล่นมาปกคลุมกองมูลจนมองไม่เห็น เมื่อคนเล็งเข็มทิศเคลื่อนไปหาคนตัดทางที่รออยู่ข้างหน้า ให้คนอื่นๆ ในทีมค่อยๆ เคลื่อนตามไปพร้อมกับมองหากองมูลตามเส้นที่ตัดไปอย่างระมัดระวัง โดยปกติแล้วการเดินสำรวจจะต้องมีการสำรวจซ้ำ ดังนั้นควรระมัดระวังในการเล็งทิศและบันทึกจุดเริ่มและจุดสิ้นสุดของแต่ละเส้นสำรวจให้ถูกต้องชัดเจน








*ภาพที่ 8.2 ภาพตัวอย่างเส้นสำรวจประชากรช้างป่าที่ดำเนินงานโดยอุทยานแห่งชาติแก่งกระจานและชุดสำรวจจาก WCS เมื่อปี 2549*

### 3.4 แนวทางในการแก้ปัญหาเมื่อเจอสิ่งกีดขวางระหว่างทางที่สำรวจ (Dealing with obstacle along line transect routes)

จำไว้ว่าการตัดเส้นสำรวจนี้ต่างจากการตัดเส้นสำหรับการสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (RST) กรณีนี้จำเป็นต้องตัดเส้นให้ตรงที่สุด แต่เมื่อมีสิ่งกีดขวางควรปฏิบัติตามแนวทางด้านล่าง *(ดูข้อที่ 2 ด้านบนประกอบ)*

หากเป็นพุ่มรกทึบ ให้ตัดทะลุตรงไป พื้นที่แฉะหรือมีน้ำขังที่สามารถลุยข้ามได้ ให้ลุยไปตามปกติแต่ให้บันทึกระยะที่เริ่มลุยและระยะสุดท้ายโดยค่าจาก Topofil เพื่อให้ทราบระยะเส้นสำรวจที่อยู่ใต้น้ำ ส่วนแหล่งน้ำอื่นที่ไม่สามารถลุยข้ามไปได้ให้บันทึกพิกัดที่ขอบของแหล่งน้ำนั้น มองหาวัตถุที่เด่น (Landmark) ที่อยู่ฝั่งตรงกันข้ามในทิศตรงหน้า ตัดเส้นบอกระยะของ Topofil แล้วเดินอ้อมไปยังจุดที่เล็งไว้อีกฝั่งก่อนที่จะบันทึกพิกัดและประมาณระยะทางที่หายไป กอไผ่ที่รกทึบไม่สามารถตัดทะลุไปได้ ให้ใช้วิธีเดียวกันกับที่อธิบายไว้สำหรับแหล่งน้ำที่เดินข้ามไม่ได้ในด้านบน แม่น้ำใหญ่ ช่องแคบ หน้าผาและอุปสรรคอื่นๆที่ทำให้เดินต่อไปไม่ได้ ให้บันทึกระยะทางที่เดินมาทั้งหมด บันทึกพิกัด หยุดการสำรวจและย้ายไปสำรวจในเส้นถัดไปถ้ายังมีเวลาหรือเดินทางกลับที่พักหากไม่มีเวลาพอ

### 3.5 สิ่งที่ต้องทำการบันทึกระหว่างการสำรวจ (Things to record along line transect)

ตามที่ระบุในตาราง ทำการบันทึกระยะทางจากจุดเริ่มต้นด้วย Topofil พิกัดต่างๆ ด้วยเครื่อง GPS และรายละเอียดต่างๆ





**ตารางที่ 8.2 ตัวอย่างรายละเอียดที่ต้องทำการบันทึกขณะเดินสำรวจ**

| | บันทึกระยะทางจากจุดเริ่มต้นด้วย Topofil | บันทึกพิกัดด้วยเครื่อง GPS |
|---|---|---|
| กองมูลทั้งหมดที่พบ (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมด้านล่าง) | ใช่ | ไม่ |
| พบเห็นช้าง | ใช่ | ใช่ |
| ได้ยินเสียงช้าง | ใช่ | ใช่ |
| พบซากช้างตาย | ใช่ | ใช่ |
| ด่านช้างที่ตัดผ่านเส้นสำรวจ | ใช่ | ไม่ |
| ทางชักลากที่ตัดผ่านเส้นสำรวจ | ใช่ | ไม่ |
| พื้นที่เพาะปลูกหรืออื่นๆที่เกี่ยวกับการเกษตร | ใช่ | ใช่ |
| หลักฐานต่างๆที่สัมพันธ์กับกิจกรรมของมนุษย์ เช่น บ่วงหรือห้างดักสัตว์ หลักฐานการพักแรม | ใช่ | ไม่ |
| โป่ง | ใช่ | ใช่ |
| ทางน้ำหรือแหล่งน้ำขนาดเล็ก | ใช่ | ไม่ |
| แหล่งน้ำขนาดใหญ่ | ใช่ | ใช่ |
| เขตรอยต่อระหว่างสังคมพืชเด่น | ใช่ | ไม่ |
| ดูคำอธิบายเพิ่มเติมใน*หัวข้อที่ 5 ของบทที่ 7* ประกอบสำหรับการเลือกบันทึกพิกัด | | |

### 3.6 การมองหาและการบันทึกข้อมูลของกองมูลที่พบระหว่างสำรวจ (Finding and recording elephant dung-pile data during line transect surveys)

ทุกคนในทีมควรช่วยกันมองหากองมูลและต้องแจ้งให้คนบันทึกข้อมูลทราบทุกครั้งเว้นแต่ในกรณีที่มีการสำรวจสัตว์ป่าอย่างอื่นไปพร้อมกัน อาจมีการแบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ

สำหรับทุกกองมูลที่พบควรมีการบันทึกระยะทางจากจุดเริ่มต้น (เป็นเมตร) โดยอ่านค่าจาก Topofil

สำหรับกองมูลที่พบ คนที่ทำหน้าที่มองหากองมูลและผู้บันทึกข้อมูลต้องช่วยกันระบุว่ากองมูลที่พบนั้นจริงๆแล้วมีกี่กอง โดยอาจจะดูได้จากจำนวนและขนาดของมูล สีลักษณะภายนอกอื่นๆ และระยะห่างหรือการกระจายของมูลแต่ละก้อน *(ดูบทที่ 4 เพิ่มเติม)* ใช้ตลับเมตรในการวัดระยะตั้งฉากจากจุดกึ่งกลางของกองมูลมายังกึ่งกลางเส้นสำรวจ

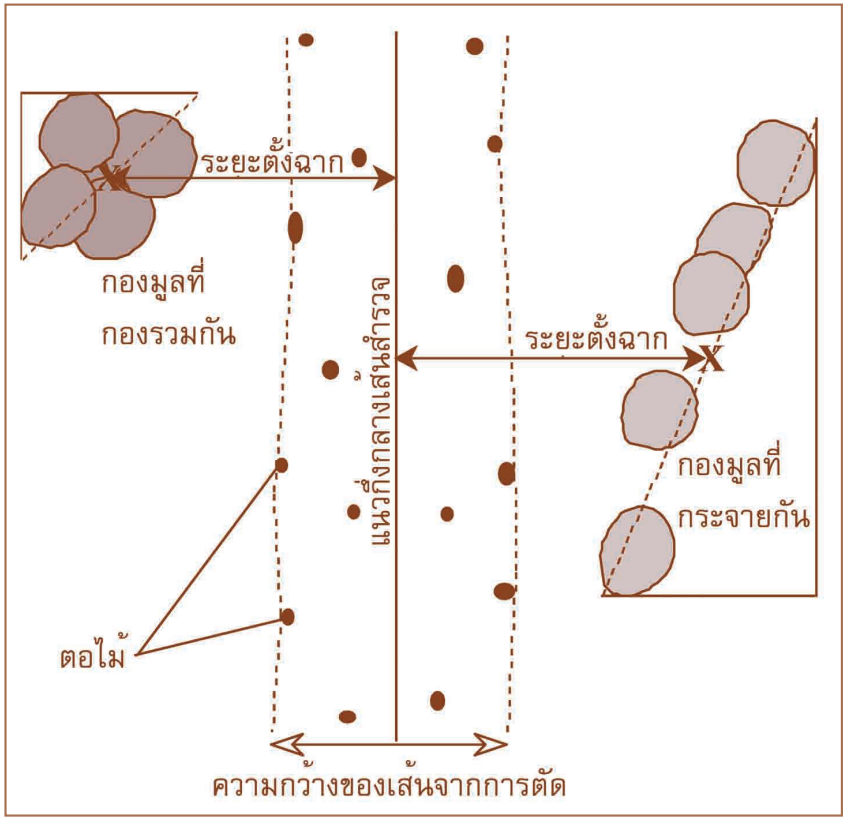
ตามคำแนะนำของ White & Edwards (2000) อันดับแรกต้องมองหาแนวกึ่งกลางเส้นสำรวจก่อน ใช้สายตาประเมินกึ่งกลางของเส้นสำรวจและใช้เชือกของ Topofil วางทับลงไป ข้อที่ผิดบ่อยมากที่สุด คือการประมาณว่ากองมูลทุกกองที่พบภายในพื้นที่ที่ตัดถางออก มีระยะตั้งฉากจากกึ่งกลางเส้นสำรวจเป็น "ศูนย์" การประมาณค่าตัวเลขนี้มีผลอย่างมากต่อคุณภาพของข้อมูลที่ได้ "จำไว้ว่าต้องวัดระยะจริงๆทุกครั้งที่พบกองมูล"

- คำแนะนำต่อมา คือการกำหนดจุดกึ่งกลางของกองมูล วิธีที่ง่ายที่สุดคือการร่างกรอบสี่เหลี่ยมให้พอดีที่สามารถครอบกองมูลได้ ลากเส้นทแยงมุมเพื่อหาจุดตัด และใช้จุดตัดนั้นเป็นจุดกึ่งกลางกองมูล *ดังที่แสดงในภาพที่ 8.4* แต่ต้องพึงระวังว่า ช้างบางครั้งถ่ายมูลออกมาขณะที่เดิน จึงทำให้กองมูลอาจจะกระจายห่างกันได้หลายสิบเมตร ต้องพิจารณาสีและองค์ประกอบอื่นๆให้ดีในการตัดสินใจว่ากองมูลไหนเป็นกองเดียวกัน
- การหามุมตั้งฉากระหว่างกองมูลกับเส้นสำรวจสามารถทำได้โดยใช้เข็มทิศตั้งมุม 90° กับเส้นสำรวจ จากนั้นก็เดินตามเส้นสำรวจไปเรื่อยๆ จนถึงจุดหนึ่งที่ทิศของเข็มทิศทับจุดกึ่งกลางของกองมูลพอดี
- เมื่อได้เส้นตั้งฉากระหว่างจุดทั้งสองแล้ว ให้ทำการวัดระยะห่างนี้ด้วยตลับเมตรให้ละเอียดเป็นหน่วยเซนติเมตร

หลังจากวัดระยะตั้งฉากแล้ว ให้วัดเส้นรอบวงของมูลก้อนที่ใหญ่ที่สุดที่ยังอยู่ในสภาพสมบูรณ์และอยู่ห่างจากเส้นสำรวจไม่เกิน 1 เมตร จำนวน 3 ก้อนหรือถ้ามีไม่ถึงก็ให้วัดเท่าที่มีทุกก้อน *(ดูเพิ่มเติมในบทที่ 10)* ที่สำคัญควรวัดขนาดหรือเส้นรอบวงของมูลข้างหลังจากที่มีการวัดระยะตั้งฉากแล้วเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนจากการหยิบหรือย้ายกองมูลขึ้นมาวัด ให้ทำการประเมินว่ากองมูลที่พบอยู่ในระยะการย่อยสลายใด โดยใช้เกณฑ์ในระบบ S *(ดูในบทที่ 4)*








*ภาพที่ 8.3 การวัดระยะตั้งฉากระหว่างจุดกึ่งกลางของกองมูลถึงกลางเส้นสำรวจ โดยจุด X แสดงตำแหน่งจุดกึ่งกลางของกองมูล*

### 3.7 ข้อปฏิบัติในการจัดเก็บและการจัดการข้อมูลที่ได้จากการสำรวจสำหรับทีมสำรวจ (Data collection and management for line transect survey teams)

เมื่อบันทึกข้อมูลบนแบบบันทึกที่มีการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว เก็บลงในซองที่สามารถกันน้ำได้ เมื่อกลับจากการสำรวจแต่ละครั้งเมื่อถึงที่พักหรือหน่วยให้รีบจัดการกรอกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์และทำการถ่ายเอกสารแบบบันทึกข้อมูลเก็บไว้ทุกครั้ง

แบบบันทึกตัวจริงควรเก็บไว้ที่ที่ทำการหรือหน่วย ส่วนตัวสำเนานั้นควรแยกเก็บไว้ต่างหากในที่ที่เห็นว่าเหมาะสม

**ตารางที่ 8.3 แบบบันทึกข้อมูลจากการเดินสำรวจ ตัวอย่างข้อมูลทั่วไปที่ใช้บ่อยๆ**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| วัน เดือน ปี: 19 ก.พ. 2552 | | | | รหัสเส้นสำรวจ: ตัวอย่างที่ 1 | |
| คำอธิบายเกี่ยวกับตำแหน่ง: ตามเส้นทางที่ทำการฯ-หน่วยบ้านกร่าง ระยะทาง 2 กม. | | | | | |
| พิกัดเริ่มต้น (UTM): 18534500 1204000 | | | | | |
| พิกัดสุดท้าย (UTM) 12345678 12345678 | | | | | |
| มุม/ทิศทาง: 45° | | | | ระยะทางที่สำรวจ (เมตร): 1,000 ม. | |
| เวลาเริ่มต้น: 07:25 | | | | เวลาสิ้นสุด: 10:30 | |
| ทีมสำรวจ: สิทธิศักดิ์, ประทีป, สุรเชษฐ์, ไพศาล | | | | | |
| ระยะทาง | ข้อมูลที่เกี่ยวกับกองมูล | | | | หมายเหตุ |
| จากจุดเริ่มต้น (ม.) | จำนวนมูล (ก้อน) | ระยะตั้งฉากจากเส้นสำรวจ (ซม.) | ระยะการสลายตัว (S1-S5) | เส้นรอบวง (ซม.) | |
| 0 | | | | | ป่าทึบ เรือนยอดปิด |
| 26 | 6 | 348 | S2 | ไม่ทราบค่า | |
| 48 | | | | | ทางน้ำ |
| 145 | 5 | 29 | S1 | 42,44,44 | ไม่มีการเก็บตัวอย่าง DNA พิกัด 87654321 87654321 |
| 256 | | | | | |
| 259 | | | | | |
| 265 | 6 | 79 | S3 | ไม่ทราบค่า | |
| 276 | 5 | 223 | S2 | ไม่ทราบค่า | |
| 335 | 4 | 65 | S2 | 35,36,- | มีมูลที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์เพียง 2 ก้อน พิกัด 87654321 87654321 |
| 489 | 6 | 243 | S2 | ไม่ทราบค่า | |
| 491 | | | | | ด่านสัตว์ |
| 656 | | | | | บ่วงดักสัตว์เก่า 2 บ่วง |
| 899 | 5 | 3 | S2 | 29,31,28 | ไม่มีการเก็บตัวอย่าง DNA พิกัด 87654321 87654321 |
| 924 | | | | | เปลี่ยนสภาพจากป่ารุ่นสองเป็นป่าทึบ |
| 999 | | | | | ซากช้างป่าสภาพเก่ามาก มีการบันทึกภาพ Ex#1, #2, #3 พิกัด 87654321 87654321 |
| 1000 | | | | | สิ้นสุดการสำรวจ ยังอยู่ในป่าทึบ |





แบบบันทึกควรมีความสมบูรณ์ในตัว บันทึกทุกรายละเอียดครบถ้วน ในที่นี้มีจุดที่ต้องทำความเข้าใจดังนี้

- ช่อง "รหัสเส้นสำรวจ" เป็นรหัสที่กำหนดตอนที่ทำการวางแผนสำรวจบนแผนที่หรือในฐานข้อมูล GIS
- ช่อง "คำอธิบายเกี่ยวกับตำแหน่ง" เป็นการอธิบายภาพรวมทั่วๆ ไปถึงตำแหน่งของเส้นสำรวจ ดังที่แสดงในตัวอย่าง
- ช่อง "หมายเหตุ" มีไว้เพื่อลงบันทึกเพิ่มเติม ไม่ว่าจะเป็นรอยต่อของสังคมพืช ด่านสัตว์ ซากช้างตาย หรืออื่นๆ เป็นต้น

## 4. การวิเคราะห์ข้อมูลและการรายงานผล (Data analysis and reporting)

เมื่อการสำรวจกองมูล การทดลองหาอัตราการย่อยสลายของกองมูล และการทดลองหาอัตราการขับถ่าย (ในกรณีที่ตัดสินใจทำการทดลอง) เสร็จสิ้น ก็สามารถคำนวณหาความหนาแน่นของกองมูลได้ด้วยโปรแกรม DISTANCE 5.0 (Thomas et al. (2006)) ตรวจสอบให้ตรงกันว่าเกณฑ์ที่ใช้ระบุว่ากองมูล "ยังคงอยู่" (โดยปกติ คือ S1-S3) หรือ "หายไป" (ปกติ คือ S4-S5) นั้นตรงกัน

เมื่อได้ค่าประมาณความหนาแน่นของกองมูลแล้ว โปรแกรม DISTANCE 5.0 จะสามารถช่วยให้เราประเมินความหนาแน่นของช้างได้ด้วยการนำค่าอัตราการถ่ายมูล และอัตราการย่อยสลายของมูลพร้อมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard error) เข้ามาคำนวณร่วมกัน

เขียนรายงานแนบข้อมูลดิบทั้งหมดและรวบรวมสรุปออกมาเป็นรูปเล่ม

**5. อุปกรณ์ที่จำเป็นในการสำรวจ** ในแต่ละทีมสำรวจควรมีอุปกรณ์ดังต่อไปนี้


*ภาพที่ 8.4 อุปกรณ์ที่จำเป็นในการสำรวจ*

**อุปกรณ์นำทางและบันทึกข้อมูล**

1. แผนที่ (ถ้าเป็นไปได้ควรมีภาพถ่ายดาวเทียมหรือภาพถ่ายทางอากาศด้วย)
2. เข็มทิศชนิดเล็ง 2 อัน
3. เครื่อง GPS พร้อมแบตเตอรี่ 2 ชุด
4. Topofil 2 ชุดพร้อมด้ายบอกระยะที่มีความยาวเหมาะสมกับระยะทางที่สำรวจ
5. ตลับเมตร (5 เมตร) 2 ตลับ
6. สายวัด สำหรับวัดเส้นรอบวงของมูลช้าง 2 เส้น
7. อุปกรณ์วัดความชัน/ความสูง (Clinometer)
8. แบบบันทึกข้อมูลและแฟ้มเก็บ
9. สมุดบันทึกที่กันน้ำได้
10. ถุงซิปล็อคหรือถุงกันน้ำ
11. ดินสอและปากกาที่หมึกไม่ละลายน้ำ
12. คู่มือการจำแนกกองมูล (คำบรรยายพร้อมรูปวาดหรือรูปถ่าย)
13. คำแนะนำการสำรวจเบื้องต้น (อาจใช้บางส่วนจากคู่มือเล่มนี้)
14. คู่มือการจำแนกสังคมพืชในพื้นที่ศึกษา
15. กล้องถ่ายภาพดิจิตอล สำหรับกรณีที่พบซากช้างตายหรืออื่นๆ ที่สำคัญ (ถ้าต้องการ)

**อุปกรณ์ในการตัดเส้นสำรวจและพักแรม**

16. มีดสำหรับตัดทาง
17. กรรไกรตัดกิ่ง (ถ้าต้องการ)
18. หลักที่ปักลงพื้นแล้วสามารถวางเข็มทิศแบบเล็งได้ในระดับสายตา

**อุปกรณ์พักแรมทั่วไป**

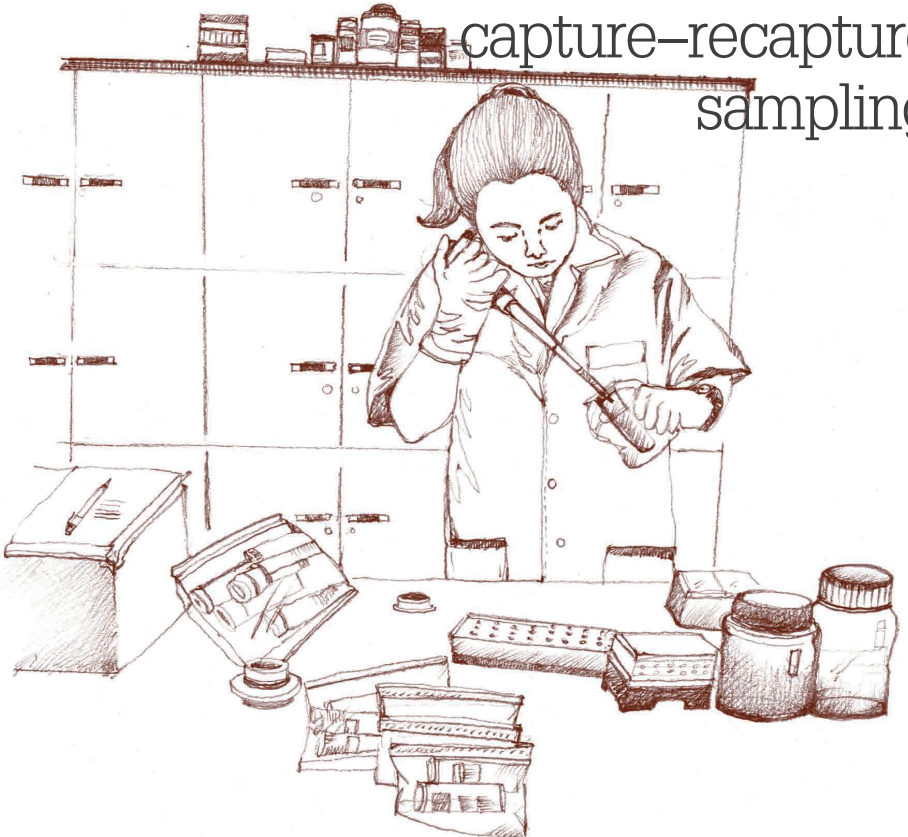
19. เปล (ถ้าต้องการ)
20. เต็นท์หรือผ้าใบ
21. มุ้ง
22. ผ้าใบสำหรับปูที่พื้น
25. ไฟฉายพร้อมแบตเตอรี่
24. เป้สนาม
26. อุปกรณ์ปฐมพยาบาล





# บทที่ 9

# การประมาณความหนาแน่นของช้างป่าด้วยเทคนิคการจับซ้ำโดยอาศัยข้อมูลทางพันธุกรรมที่ได้จากมูล Estimating elephant population densities using fecal DNA-based capture–recapture sampling



# บทที่ 9
# การประมาณความหนาแน่นของช้างป่าด้วยเทคนิคการจับซ้ำ โดยอาศัยข้อมูลทางพันธุกรรมที่ได้จากมูล
## Estimating elephant population densities using fecal DNA-based capture–recapture sampling)

การศึกษาประชากรสัตว์ป่าด้วยเทคนิคการจับซ้ำ (Capture-recapture techniques) เป็นวิธีที่ใช้ในการประมาณขนาดประชากร (Population size) โดยอาศัยข้อมูลจำนวนตัวสัตว์ที่จับได้หรือที่มีการพบเห็น และข้อมูลรูปแบบการจับหรือพบซ้ำของสัตว์แต่ละตัวที่เราสามารถจำแนกได้ โดยความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเทคนิคการจับซ้ำได้ตีพิมพ์ในงานวิจัยของ Wilson et al. (1996) และ Karanth & Nichols (2002)

ถึงแม้ว่าเทคนิคการจับซ้ำ จะพัฒนามาจากการศึกษาที่ต้องมีการจับสัตว์จริงเพื่อทำสัญลักษณ์ให้สามารถจำสัตว์แต่ละตัวได้ แต่โดยหลักการของเทคนิคนี้แล้ว เราไม่จำเป็นที่จะต้องจับสัตว์มาเพื่อติดเครื่องหมายเสมอไป เราสามารถใช้ลักษณะหรือลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของสัตว์ในธรรมชาติแทนเครื่องหมายได้ ตัวอย่างเช่น ลายบนตัวของเสือโคร่ง ในปัจจุบันการใช้สารพันธุกรรม (DNA) ที่สกัดจากขนหรือมูลของสัตว์มาจำแนกสัตว์แต่ละตัวเพื่อหาขนาดของประชากรด้วยเทคนิคการจับซ้ำนี้ได้รับความสนใจมากขึ้นทุกขณะ (สามารถดูเพิ่มเติมได้จาก Mills et al. (2000); Waits (2004), and Lukacs & Burnham (2005) และการนำข้อมูลทางพันธุกรรมมาประยุกต์กับเทคนิคการจับซ้ำในการสำรวจประชากรช้าง สามารถได้ดูจาก Eggert et at. (2003)

ด้วยหลักการเดียวกันกับเทคนิคการจับซ้ำทั่วๆไป การนำข้อมูลทางพันธุกรรมที่สกัดจากมูลช้างมาใช้กับเทคนิคการจับซ้ำในขั้นแรกต้องมีการเก็บรวบรวมตัวอย่าง ซึ่งอาจจะเป็นกองมูลหรือขนของสัตว์ จากนั้นก็ทำการสกัดสารพันธุกรรม (DNA extraction) จากแต่ละตัวอย่างก่อนที่จะนำมาทำการเพิ่มจำนวน (DNA amplification) ในตำแหน่งที่มีคู่เบสเรียงซ้ำกัน (Microsatellite) หลายๆตำแหน่ง เพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบ (Marker)





ซึ่งในกรณีที่เราทราบว่ามีลำดับเบสใดที่มีความผันแปรจำเพาะในสัตว์แต่ละตัวสามารถนำมาเป็นสิ่งบ่งบอก (เครื่องหมาย) ถึงสัตว์แต่ละตัวได้ แม้จะมีเพียงตำแหน่งเดียวไม่ได้เรียงซ้ำกันเป็นชุด (Single Nucleotide Polymorphisms) ก็สามารถนำมาเป็นตัวเปรียบเทียบได้เช่นกัน การเปรียบเทียบความเหมือนของชุดลำดับเบส ณ ตำแหน่งต่างๆ ที่เราเลือกบนสารพันธุกรรมที่มาจากคนละตัวอย่างจะทำให้เราบอกได้ว่าสารพันธุกรรมจากตัวอย่างใดบ้างที่มาจากสัตว์ตัวเดียวกัน และตัวอย่างใดบ้างที่เป็นการพบซ้ำ (Re-captured) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำไปวิเคราะห์หาจำนวนประชากรต่อไปโดยอาศัยเทคนิคการจับซ้ำ (Lukacs & Burnham 2005)

การคำนึงถึงข้อผิดพลาดในการประมาณขนาดประชากรโดยวิธีการจับซ้ำเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะจะเป็นการช่วยลดความคลาดเคลื่อนของการประเมินประชากรโดยรวม ผู้ปฏิบัติควรปฏิบัติตามวิธีมาตรฐานต่อไปนี้ทั้งในระหว่างที่วางแผน ระหว่างเก็บตัวอย่างในภาคสนาม และระหว่างที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ

ออกแบบการศึกษาให้มั่นใจว่าครอบคลุมพื้นที่ที่มีช้างชุกชุมหรือพื้นที่ที่มีความเป็นไปได้สูงที่จะพบช้าง (Hotspots) ดังนั้นการกำหนดจุดสำรวจจึงไม่เป็นแบบสุ่ม ซึ่งต่างจากการวางเส้นสำรวจ (Line transect survey) ที่อธิบายไว้ใน*บทที่ 8* อย่างสิ้นเชิง ซึ่งจุดนี้ควรมีการอธิบายเน้นให้เจ้าหน้าที่ต่างๆได้เข้าใจในขณะที่ทำการอบรม

***ภาพที่ 9.1 การอบรมเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน โดยเจ้าหน้าที่ WCS ก่อนการเริ่มทำสำรวจจริง***

เพื่อลดโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดในการเปรียบเทียบลักษณะทางพันธุกรรม ควรทำการปรับปรุงมาตรฐานของวิธีปฏิบัติทั้งในขั้นตอนการเก็บตัวอย่างจากภาคสนามและขั้นตอนภายในห้องปฏิบัติการ ไม่ควรทำการเก็บตัวอย่างหรือสกัด DNA จากตัวอย่างที่ไม่มั่นใจเกี่ยวกับรายละเอียดของกองมูลที่พบหรือตัวอย่าง DNA ที่ได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการตัดปัญหาความไม่มั่นใจหรือความสับสนออกไปจากชุดตัวอย่าง ค่าความคลาดเคลื่อนจะสูงขึ้นเมื่ออัตราส่วนระหว่างจำนวนตัวอย่างที่ไม่มีการพบซ้ำและจำนวนตัวอย่างที่มีการพบซ้ำ (Re-captured) มีค่าสูงขึ้น ดังนั้นเพื่อให้ได้ค่าที่น่าเชื่อถือ ในการสำรวจครั้งถัดไปควรมุ่งที่จะเพิ่มจำนวนตัวอย่างที่เป็นการพบซ้ำให้มากขึ้น

วิธีการสำรวจกองมูลเพื่อเก็บตัวอย่างและนำข้อมูลทางพันธุกรรมมาใช้กับเทคนิคการจับซ้ำได้อธิบายไว้ด้านล่าง แต่ทั้งนี้ต้องทำความเข้าใจว่าขั้นตอนนี้อาจต้องมีการพัฒนาปรับเปลี่ยนเมื่อผู้ศึกษามีประสบการณ์มากขึ้น ขั้นตอนดังกล่าวจึงยังไม่ถึงขั้นที่เรียกได้ว่าเป็นระเบียบปฏิบัติที่เป็นมาตรฐาน

## การออกแบบเพื่อสำรวจและเก็บตัวอย่าง DNA จากมูลช้าง (Survey design and field methods)

อันดับแรกให้สร้างแผนที่ที่แสดงจุดสำคัญ (Hotspots) ที่สามารถพบมูลช้างสด (Fresh) หรือมูลที่ยังอยู่ในสภาพสด (Reasonably fresh) ได้ง่ายและเป็นจำนวนมาก เช่น บริเวณโป่ง แหล่งน้ำ ด่านช้าง หรือพื้นที่ที่ช้างบุกเข้าทำลายผลผลิตบ่อยๆ *(ดูบทที่ 3 หัวข้อที่ 5)*

เมื่อเตรียมแผนที่แสดงจุดสำคัญทั้งหมดแล้ว การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง DNA ควรเลือกจากจุดสำคัญเหล่านี้ แต่ต้องมีการพิจารณาความเหมาะสมของระยะห่างระหว่างแต่ละจุดด้วย ซึ่งรายละเอียดปลีกย่อยในการกำหนดนั้นแตกต่างกันตามแต่ละสภาพพื้นที่ แต่อาศัยหลักการที่เหมือนกัน คือต้องครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดที่ช้างใช้ ไม่ให้มีพื้นที่ว่าง โดยในแต่ละพื้นที่ที่ช้างแต่ละฝูงใช้ (Home range) ควรมีจุดที่เก็บตัวอย่างไม่น้อยกว่า 2-3 จุด

ถ้าพื้นที่ที่ช้างใช้มีขนาดเล็ก ระยะห่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุดก็ควรสั้นลงตามไปด้วย และในทางกลับกันถ้าคาดว่าพื้นที่ที่ช้างใช้มีขนาดใหญ่ ระยะห่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างก็ควรขยายตามไปด้วย ในการศึกษาประชากรเสือโคร่งด้วยกล้องดักถ่ายภาพอัตโนมัติ (Camera trap) ซึ่งคาดว่าเสือใช้พื้นที่หากินประมาณ 200 – 500 ตารางกิโลเมตร จึงทำการติดตั้งกล้องแต่ละตัวให้ห่างกันประมาณ 5-10





กิโลเมตร ซึ่งอาจจะนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างมูลช้างได้ แต่อาจจะได้จำนวนจุดที่มากเกินพอดี เพราะว่าช้างโดยปกติแล้วใช้พื้นที่กว้างกว่าเสือ

ในกรณีที่หลังจากลองใช้แผนที่แล้วพบว่ายังไม่ครอบคลุมหรือยังมีช่องว่างในพื้นที่ที่ช้างใช้ ให้แก้ปัญหานี้ด้วยการแบ่งพื้นที่บริเวณนั้นออกเป็นช่อง (Block) หรือเป็นตารางเล็กๆ ที่สามารถเก็บตัวอย่างได้หมดภายในวันเดียว โดยทั่วไปแล้วควรมีการกำหนดขนาดของช่องให้มีขนาดเท่าๆ กัน แต่ในสภาพพื้นที่จริงอาจจะมีอุปสรรค เช่น ความลาดชันของพื้นที่ ทั้งนี้ในการวางแผนควรพิจารณาถึงเรื่องนี้ด้วย

เมื่อพร้อมที่จะทำการเก็บตัวอย่างแล้ว ทีมสำรวจควรกลับไปที่จุดสำคัญต่างๆ ที่เราเลือกไว้เป็นจุดเก็บตัวอย่าง เพื่อทำการเก็บตัวอย่างจากกองมูลสดและกองมูลที่ยังคงสภาพสดพร้อมทำการบันทึกพิกัดในทุกจุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง และแม้จะพบหรือไม่พบกองมูลสดหรือกองมูลที่ยังคงสภาพสดก็ตาม ทีมสำรวจควรพยายามค้นหาตามด่านสัตว์และบริเวณรอบๆ ภายในรัศมี 2 กิโลเมตรอย่างละเอียดด้วยทุกครั้ง

ในพื้นที่ที่ไม่มีจุดสำคัญตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ในแต่ละช่องพื้นที่ควรมีการสำรวจให้ครอบคลุมภายในเวลา 1 วัน โดยอาศัยการเดินสำรวจตามด่านช้างและต้องทำการเก็บตัวอย่างให้ได้มากที่สุด การเดินตามด่านสัตว์จะช่วยให้สามารถครอบคลุมพื้นที่สำรวจได้ง่ายขึ้นและถ้าเป็นหากเป็นไปได้ควรเลือกตามด่านที่ใหม่ๆ ก่อน อีกประการหนึ่งที่สำคัญคือไม่ว่าจะมีด่านสัตว์มากหรือน้อยก็ตาม ทีมสำรวจต้องพยายามเดินให้ครอบคลุมพื้นที่ให้ได้มากที่สุด

ทำลายกองมูลที่เหลือหลังจากเก็บตัวอย่างแล้วเพื่อป้องกันการเก็บตัวอย่างซ้ำจากกองมูลเดิมในการเก็บครั้งต่อๆ ไป

ควรกำหนดให้การเก็บตัวอย่างในรอบแรกเสร็จสิ้นเร็วที่สุด (ภายใน 14 วัน)

เมื่อการเก็บตัวอย่างในรอบแรกเสร็จสิ้นลง ต้องมีการวางแผนในการเก็บครั้งต่อไป ควรลงพื้นที่เพื่อเก็บตัวอย่างอย่างน้อยสองครั้ง เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ทางสถิติได้

ในการลงพื้นที่แต่ละครั้ง ต้องแน่ใจว่าไม่สับสนกับกองมูลที่เก็บข้อมูลไปแล้วจากการลงพื้นที่รอบที่ผ่านมา ควรเว้นระยะเวลาในการลงพื้นที่อย่างน้อย 2 สัปดาห์ แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงว่าไม่ให้นานเกินไป การสำรวจทั้งหมดควรอยู่ในฤดูเดียวกันเพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดจากการที่ช้างเปลี่ยนเส้นทางการเดินหรืออพยพไปใช้พื้นที่อื่น

## การเก็บตัวอย่างมูลช้างเพื่อนำมาสกัด DNA (Collecting fecal DNA samples)

เลือกเก็บเฉพาะมูลช้างที่ "สด (fresh)" หรือ "มูลที่ยังคงสภาพสด (reasonably fresh) " เท่านั้น *(ดูคำอธิบายลักษณะในหัวข้อถัดไป)*

มูลช้าง "สด" คือ มูลที่มีอายุน้อยกว่า 48 ชั่วโมง โดยมูลสดนั้นอาจจะไม่อยู่ในสภาพที่เป็นก้อนมูลสมบูรณ์ (intact) ก็ได้ ซึ่งอาจจะจัดว่าเป็นมูลในระยะ S2 หรือ S3 ก็ได้ *(ดูรายละเอียดในบทที่ 4)* การที่จะระบุว่าเป็นกองมูลสดนั้นจะต้องดูลักษณะภายนอกอื่นๆประกอบด้วย เช่น ความชื้นและความมีน้ำหนัก มีเมือกติด มีแมลงตอม และมีกลิ่นของมูลไม่ใช่กลิ่นของเชื้อราหรือดิน มูลที่สดมากจะมีสีเขียวสด นอกจากนี้ยังสามารถดูปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ เช่น รอยเท้าช้าง ร่องรอยการกิน การเหยียบย่ำหรือเกิดความเสียหายต่อพืชพันธุ์ต่างๆที่เพิ่งเกิดขึ้นในบริเวณใกล้ๆ

กองมูลที่ยังคงสภาพสดในที่นี้หมายถึงกองมูลที่มูลยังคงกองรวมกันและยังไม่มีการเสื่อมสภาพไปมาก ยังไม่มีราขึ้น ไม่มีปลวกเข้ามาอาศัย และโดยทั่วไปกองมูลที่ยังคงสภาพสดนี้จะมีอายุไม่เกิน 2 สัปดาห์ แต่ถ้าเราสามารถเลือกเก็บเฉพาะมูลที่สด ได้จะเป็นการดี

จดลงบนแผ่นบันทึกข้อมูล ว่ากองมูลนั้น "สด" หรือเป็นเพียง "กองมูลที่ยังคงสภาพสด"

ใส่ถุงมือยางขณะเก็บตัวอย่าง อย่าสัมผัสกองมูลหรือผิวด้านนอกของถุงมือด้วยมือเปล่าขณะเก็บ เพราะจะทำให้ตัวอย่างเกิดการปนเปื้อนได้

ในมูลหนึ่งกองให้เก็บตัวอย่างจากมูลก้อนที่สดที่สุดเพียงก้อนเดียวเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้มี DNA จากช้างตัวอื่นเข้ามาปนอยู่ในตัวอย่างเดียวกัน

ในกรณีที่มูลสดมาก ให้ใช้ส้อมพลาสติกเก็บตัวอย่างจากผิวด้านนอกของมูลได้เลย แต่ในกรณีที่มูลไม่สดมากให้เก็บตัวอย่างจากด้านล่างแทน เก็บตัวอย่างประมาณ 10 กรัม (ราวๆหนึ่งถึงสองส้อมเต็มๆ) อย่าอัดก้อนมูลขณะเก็บลงหลอด ควรใส่ก้อนมูลให้มีช่องว่างเพื่อเติมสารละลายบัฟเฟอร์





*ภาพที่ 9.2 การเก็บตัวอย่างมูลช้างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ DNA ต้องทำด้วยความระมัดระวังเพื่อป้องกันการปนเปื้อน*

ต้องเปลี่ยนส้อมใหม่ทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างมูลก้อนใหม่และใช้ปากกาที่หมึกไม่ละลายน้ำเขียนชื่อหรือรหัส วันที่เก็บ ลงบนตัวหลอดและฝาหลอดทดลอง

หลังจากเก็บตัวอย่างมูลแล้ว ใช้สายวัดพลาสติกวัดเส้นรอบวงของมูลที่ยังคงสภาพเป็นก้อนอยู่ จำนวน 3 ก้อนต่อกองมูลหนึ่งกอง โดยวัดบริเวณที่กว้างที่สุด หากมีมูลที่อยู่ในสภาพดีมากกว่า 3 ก้อน ให้เลือกก้อนที่มีเส้นรอบวงกว้างที่สุดก่อน แต่ถ้าหากมีมูลที่อยู่ในสภาพดีไม่ถึง 3 ก้อนก็ให้วัดทั้งหมด

*ภาพที่ 9.3 เจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานทำการวัดขนาดก้อนมูลช้างป่า*

ทำลายกองมูลที่ทำการเก็บตัวอย่างหลังวัดเส้นรอบวงแล้ว เพื่อป้องกันการเก็บซ้ำจากกองเดิมในการสำรวจครั้งต่อไป

ในแบบบันทึก มีสิ่งจำเป็นที่ต้องบันทึก คือรหัสเฉพาะของแต่ละตัวอย่าง ตำแหน่งจาก GPS เส้นรอบวงมูล และรายละเอียดอื่นๆที่เป็นประโยชน์ เช่น จำนวนช้างในฝูงโดยดูจากสภาพแวดล้อม สภาพกองมูล เมล็ดพืชต่างๆ บนมูลช้าง นำหลอดทดลองที่มีตัวอย่างอยู่ภายใน บรรจุในถุงพลาสติกซิปล็อค (Ziplock) และเขียนรหัสของตัวอย่างอีกครั้งบนถุง

เมื่อกลับถึงที่พักแรมในตอนเย็น ให้ต้มหลอดทดลองที่มีตัวอย่างมูลช้างอยู่ภายในอย่างน้อย 15 นาที (คลายฝาหลอดเล็กน้อยแต่ยังคงต้องปิดไว้เพื่อป้องกันการกระเด็นและการปนเปื้อน) จากนั้นเติมสารละลายบัฟเฟอร์ควีนส์คอลเลจ (Queen's College Buffer) ให้ท่วมตัวอย่าง เขย่าให้บัฟเฟอร์เข้าทำปฏิกิริยาได้อย่างทั่วถึงเพื่อเก็บรักษา DNA ให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ อย่าเติมบัฟเฟอร์จนเต็มหลอดเพราะตัวอย่างมูลจะขยายขนาดเมื่อดูดซึมบัฟเฟอร์เข้าไป เมื่อต้มเสร็จใส่หลอดลงถุงซิปล็อค ดังเดิม

เก็บหลอดทดลองในกล่องพลาสติกสีเข้มเพื่อป้องกันแสง UV ทำลาย DNA

เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง แต่ถ้ามีตู้เย็นให้เก็บไว้ที่ 4°C เพื่อให้สามารถเก็บไว้ได้นานมากขึ้น

สำหรับการเก็บตัวอย่างในระยะยาวหรือเพื่อการขนส่ง ให้ใส่สารละลายบัฟเฟอร์จนเต็มหลอดทดลอง ปิดฝาหลอดให้แน่นแล้วพันรอบฝาด้วยแผ่นพาราฟิล์ม

ทำการติดต่อและส่งชุดตัวอย่างไปยังห้องปฏิบัติการที่สามารถทำการวิเคราะห์ลักษณะทางพันธุกรรมเพื่อนำมาสรุปรูปแบบการพบหรือจับซ้ำของแต่ละตัวอย่างได้ โดยทั้งนี้ต้องศึกษาและปฏิบัติตามข้อตกลงที่ทางห้องปฏิบัติการกำหนด

*ภาพที่ 9.4 เครื่องมือสำคัญบางชิ้นที่ใช้ในการวิเคราะห์ DNA ในห้องปฏิบัติการ*





## การจัดการข้อมูลสำหรับทีมเก็บตัวอย่างมูลช้าง (Data management for the fecal DNA collection teams)

บันทึกข้อมูลจากตัวอย่างทั้งหมดลงในแผ่นบันทึกข้อมูล

ใส่แผ่นบันทึกข้อมูลลงในถุงซิปล็อคกันน้ำ

เมื่อกลับมาที่หน่วยงาน หัวหน้าทีมเก็บตัวอย่างควรกรอกข้อมูลจากแผ่นบันทึกข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์ทันทีหลังจากกลับมาจากการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง

เก็บแผ่นบันทึกข้อมูลฉบับจริงไว้ที่สำนักงาน ทำฉบับสำเนาเก็บไว้ที่หน่วยงานย่อยและใช้แผ่นบันทึกข้อมูลแผ่นใหม่ทุกครั้งในการสำรวจ

### อุปกรณ์ที่จำเป็น (Equipment needed)

นอกเหนือจากอุปกรณ์นำทางมาตรฐานและอุปกรณ์สำหรับการเดินป่า *(ภาคผนวก 3)* ทีมสำรวจจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีอุปกรณ์เหล่านี้

- หลอดทดลองโพลีโพรพิลีน (Polypropylene) ขนาด 30 - 50 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิดโพลีโพรพิลีน
- ที่วางหลอดทดลอง
- หม้อขนาดพอเหมาะกับที่วางหลอดทดลอง ใช้ในการต้มหลอดพร้อมตัวอย่าง
- ส้อมพลาสติก
- บัฟเฟอร์ควีนส์คอลเลจ (Queen's College buffer) มีส่วนประกอบคือ 20% DMSO, 0.25 M EDTA, 100 mM Tris, pH 7.5, saturated with NaCl พยายามหลีกเลี่ยงแสงแดด ให้ห่อขวดตัวอย่างด้วยถุงดำเพราะถ้าถูกแสงสารละลายบัฟเฟอร์จะเสื่อมสภาพได้
- แผ่นพาราฟิล์ม (Parafilm)
- ปากกาหมึกกันน้ำ
- แผ่นบันทึกข้อมูลและแฟ้มข้อมูล
- แผ่นพลาสติกกันน้ำสำหรับใส่แผ่นบันทึกข้อมูลและแฟ้มข้อมูล
- ถุงมือยาง (Latex gloves)
- ถุงพลาสติกซิปล็อค

ตารางที่ 9.1 ตัวอย่างแบบบันทึกข้อมูลสำหรับการเก็บตัวอย่าง DNA จากมูลช้าง ที่ใช้เก็บข้อมูลจริง ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน

| เดือน | รหัสตัวอย่าง | ชื่อเส้นทาง | พิกัด X | พิกัด Y | ระยะทางถ่อย | สด/คงสภาพสด | เส้นรอบวง (ซม.) | หมายเหตุ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |





# บทที่ 10
# การระบุอายุของช้างป่าจากกองมูล
# Elephant age determination from dung

# บทที่ 10
# การระบุอายุของช้างป่าจากมูล
# Elephant age determination from dung

การสำรวจกองมูลของสัตว์ป่านอกจากจะช่วยให้สามารถประมาณขนาดประชากรได้ แล้วยังสามารถบอกถึงโครงสร้างอายุของประชากรของสัตว์นั้นๆได้ด้วย ซึ่งทั้งนี้เป็นประโยชน์อย่างมากที่จะทำให้เราเข้าใจแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของประชากร

วิธีการทางอ้อมในการระบุอายุของประชากรช้าง มีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี ได้แก่การใช้มวลของมูล (Dung mass) (Coe 1972) เส้นรอบวงของมูล (Jachmann & Bell 1979, 1984; Tyson et al. 2002, in prep.) และเส้นผ่านศูนย์กลางของมูล (Morgan & Lee 2002; Reilly 2002b) โดยมวลเส้นรอบวงหรือเส้นผ่านศูนย์กลางที่วัดจากมูลช้างป่าจะนำมาเปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์กับค่าที่วัดได้จากช้างเลี้ยง

ในทางปฏิบัติ การประมาณอายุของช้างจากกองมูลตามวิธีเดิมของ Coe (Coe's method) นั้นไม่เหมาะสมเพราะใช้เฉพาะมูลที่สด (Fresh) แต่มูลที่พบระหว่างการสำรวจจากการนับกองมูล (Dung-count based surveys) ส่วนมากจะมีอายุเป็นสัปดาห์หรือเป็นเดือน ในทางกลับกัน เส้นรอบวงหรือเส้นผ่านศูนย์กลางสามารถวัดได้ง่ายกว่าและมีค่าที่ค่อนข้างคงที่ในขณะที่มูลยังคงสภาพเป็นก้อนอยู่ในสภาพธรรมชาติ (Reilly 2002b; Tyson et al. 2002, in prep.)

Reilly (2002b) เสนอว่า การใช้เส้นผ่านศูนย์กลาง ณ ตำแหน่งที่กว้างที่สุดนั้นเป็นวิธีที่ง่ายและแม่นยำ การศึกษาของ Tyson และคณะ (2002, in prep) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of variation: CV) ของเส้นรอบวงนั้นมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากเส้นผ่านศูนย์กลางเสมอ

**ข้อจำกัดในการใช้เส้นรอบวงหรือเส้นผ่านศูนย์กลางเพื่อคำนวณหาโครงสร้างอายุของประชากร ได้แก่**

- แม้ว่าค่าเฉลี่ยเส้นรอบวงของมูลช้างที่วัดได้ทั้งหมดสามารถใช้เป็นเกณฑ์ประมาณความสูงที่ระดับไหล่ของช้าง (Shoulder height) ได้ดี แต่จากการวัดขนาดของมูลช้างซ้ำๆตลอดเวลา 2 เดือน แสดงให้เห็นว่าเส้นรอบวงและเส้นผ่านศูนย์กลางมูลในช้างแต่ละตัวมีความผันแปรสูง (Tyson et al. 2002, in prep)
- ในความเป็นจริงแล้ว การที่ไม่สามารถระบุเพศของช้างเจ้าของมูลได้อาจทำให้การระบุช่วงอายุของช้างโดยคำนวณจากขนาดมูลเกิดความคลาดเคลื่อน โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ช้างเพศเมียและช้างเพศผู้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เช่น กองมูลที่มีเส้นรอบวงเฉลี่ย 45 ซม. อาจเป็นมูลของช้างเพศเมียที่โตเต็มวัย หรือช้างเพศผู้ช่วงก่อนโตเต็มวัย (Sub - adult) ได้ แต่ปัญหาเหล่านี้สามารถแก้ไขได้ ถ้าสามารถยืนยันเพศของช้างได้จากการวิเคราะห์ DNA
- คณะสำรวจอาจไม่เห็นกองมูลขนาดเล็กหรือกองมูลขนาดเล็กนั้นมีอัตราการย่อยสลายสูง ดังนั้นอาจมีการประเมินจำนวนช้างวัยรุ่นต่ำกว่าความเป็นจริง (Jachman & Bell, 1984)
- การเปรียบเทียบโครงสร้างอายุระหว่างปีโดยใช้ขนาดของกองมูล ควรใช้ข้อมูลที่เก็บมาจากฤดูเดียวกันเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อลดผลกระทบที่เกิดจากความแตกต่างของฤดู เช่นการเปลี่ยนอาหารที่อาจจะมีผลต่อขนาดของมูล

## วิธีการเก็บข้อมูล (Methods to use)

### 1. การวัดเส้นรอบวงของมูลช้าง (Collection of dung circumference data)

- ควรกำหนดให้การวัดเส้นรอบวงของมูลเป็นสิ่งที่ต้องปฏิบัติเป็นประจำเมื่อพบกองมูลระหว่างการเดินสำรวจตามแนวเส้นตรง (Line transect surveys)
- หากพบกองมูลที่อยู่ไม่ห่างจากแกนกลางเส้นสำรวจ (น้อยกว่า 1 เมตร) ให้ทำการวัดเส้นรอบวง ณ ตำแหน่งที่กว้างที่สุดของมูลสดจำนวน 3 ก้อน โดยเลือกก้อนที่ยังคงลักษณะเป็นก้อนสมบูรณ์และมีขนาดใหญ่ที่สุด หรือหากมีไม่ถึง 3 ก้อนให้วัดทุกก้อน *(ดูในส่วนการจำแนกลักษณะกองมูล บทที่ 4 และดูภาพประกอบที่ 9.1)* ถ้าปัจจัย (จำนวนคน อุปกรณ์ และเวลา) เอื้อให้สามารถทำได้ ควรเก็บตัวอย่าง DNA จากมูลทุกก้อนที่ทำการวัด
- ใช้ GPS เพื่อระบุตำแหน่งของทุกกองมูลที่ทำการวัด

(รูปภาพ: พัฒนพิพา พัฒนแก้ว/WCS)

*ภาพที่ 10.1 แสดงการวัดเส้นรอบวงมูลช้างร่วมกับการเก็บตัวอย่าง DNA จึงจำเป็นต้องสวมถุงมือยาง*

## 2. การบันทึกขนาดของมูลช้าง (Recording dimension data)

ข้อมูลขนาดเส้นรอบวงของมูลควรมีการจดบันทึกไปพร้อม ๆ กับข้อมูลที่ได้จากการเดินสำรวจตามแนวเส้นตรง





## 3. การบันทึกข้อมูลเส้นรอบวงของมูลช้าง (Presentation of dung bolus circumferences)

คำนวณหาค่าเฉลี่ยของเส้นรอบวงในกองมูลแต่ละกอง แยกข้อมูลตามเพศ (หากมีผลจากการวิเคราะห์ DNA ที่ใช้อ้างอิงได้ และทำตารางข้อมูลของเส้นรอบวงทั้งหมดดังตัวอย่างข้างล่างนี้

ชื่อแหล่งสำรวจ: อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี
ตำแหน่งที่สำรวจ (UTM): 47P 12345678 12345678
วันเริ่มสำรวจ (ว/ด/ป): 1 กรกฎาคม 2550
วันสิ้นสุดการสำรวจ (ว/ด/ป): 2 กรกฎาคม 2550

| รหัสกองมูล | ชื่อเส้นสำรวจ | ตำแหน่งที่พบ | เพศ (ถ้าระบุได้) | เส้นรอบวงก้อนที่ 1,2 และ 3 (ซม.) | ค่าเฉลี่ยเส้นรอบวง (ซม.) |
|---|---|---|---|---|---|
| ตย.1-1 | Ex1 | พิกัด GPS | ไม่ทราบ | 42, 44, 44 | 43.33 |
| ตย.1-2 | Ex1 | พิกัด GPS | ไม่ทราบ | 35, 36, - | 35.5 |
| ตย.1-3 | Ex1 | พิกัด GPS | ไม่ทราบ | 29, 31, 28 | 29.33 |
| อื่น ๆ | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |

- ใช้ค่าเฉลี่ยของเส้นรอบวงสร้างกราฟแท่งความถี่ (Histogram) เพื่อแสดงการกระจายของขนาดกองมูล ถ้าสามารถจำแนกข้อมูลในแต่ละเพศได้ก็ควรแสดงแยกกันเป็น 2 แท่ง โดยลักษณะการกระจายของขนาดกองมูลนี้จะมีประโยชน์ในการติดตามดูการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรของช้างในกรณีที่มีการสำรวจซ้ำ กราฟแท่งหนึ่งสำหรับเพศผู้ อีกแท่งหนึ่งสำหรับเพศเมีย
- รวบรวมข้อมูลทั้งหมดพร้อมกราฟแท่งความถี่ลงไปในรายงานให้เป็นรูปเล่ม *(ดูบทที่ 11)*

บันทึก





# บทที่ 11
# การจัดการฐานข้อมูลและประมวลผลในระดับพื้นที่
# Data management and data analysis at the site level

# บทที่ 11
# การจัดการฐานข้อมูลและประมวลผลในระดับพื้นที่
# Data management and data analysis at the site level

## ระบบการจัดเก็บไฟล์ข้อมูล (File management system)

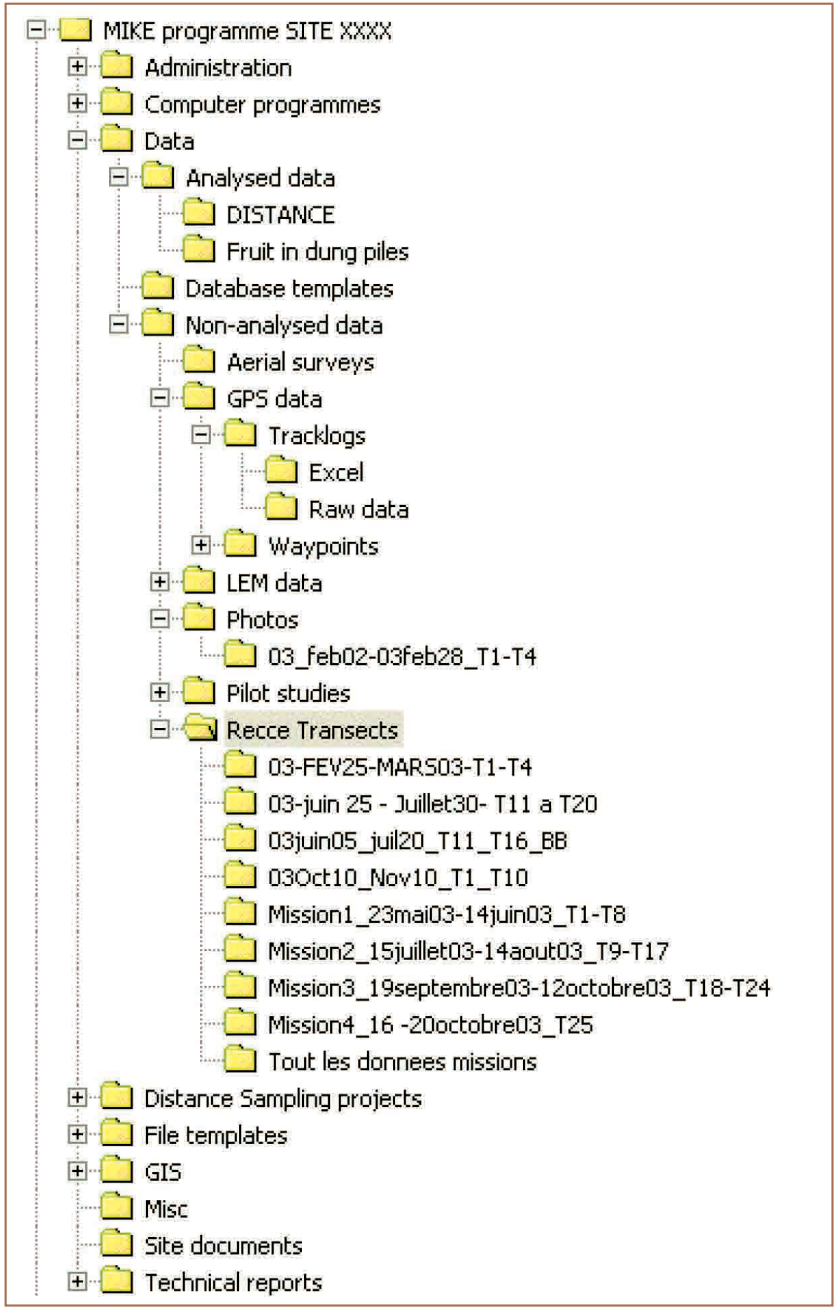
- เพื่อให้เหมาะสมกับผู้ใช้ทุกกลุ่ม ข้อมูลต้องมีการจัดเก็บอย่างมีระเบียบและสามารถเข้าถึงได้ง่าย
- ในการสำรวจประชากรช้างด้วยการนับกองมูลอาจใช้ระบบการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ตามรูปแบบ (*ภาพที่ 11.1*)

ตำแหน่งที่จัดเก็บข้อมูลควรเป็นไปอย่างเหมาะสม สมเหตุสมผล หากต้องการจัดเก็บในแฟ้มย่อยก็ควรสร้างและจัดวางไว้ภายใต้แฟ้มหลักที่เหมาะสมตามระบบเดียวกัน ชื่อเอกสารควรสื่อถึงเนื้อหาในไฟล์นั้นๆอย่างชัดเจน มิฉะนั้นอาจทำให้เกิดความสับสนหรือสูญหายได้ เช่นกรณีที่มีเอกสารชื่อ "ผลการสำรวจ.xls" ไม่สามารถทราบได้ว่าเป็นผลจากการศึกษาอะไร ทางที่ดีควรมีการตั้งชื่อไฟล์ดังตัวอย่างด้านล่าง

> ตัวอย่างรูปแบบการตั้งชื่อไฟล์ที่ดี: ชื่อพื้นที่ / ประเภทของข้อมูล / วันเริ่มต้น / วันสิ้นสุด.xls
>
> รูปแบบวันที่ควรระบุเป็นตัวเลข เริ่มต้นด้วย ปี เดือน และตามด้วย วัน เช่น
>
> - Minkeba_transectdata_20030725_20030921.xls
> - Minkeba_progressreport_LEM_20030921.doc








*ภาพที่ 11.1 แสดงรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลในระดับแฟ้มข้อมูล (Directories) และแฟ้มข้อมูลย่อย (Sub-directories)*

## การเก็บสำรองข้อมูล (Backing up data)

การทำข้อมูลสูญหายไม่เพียงแต่จะทำให้สิ่งที่ลงทุนไปทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นแรงงาน งบประมาณหรือเวลาที่ทุ่มเทไปหลายเดือนนั้นสูญเปล่ายังจะมีผลต่อการสำรวจในอนาคต อาจจะส่งผลต่อโอกาสที่จะได้รับทุนสนับสนุนได้ เพื่อเป็นการป้องกันปัญหานี้ควรมีการสำเนาหรือสำรองข้อมูลทั้งหมดไว้และทำการแยกเก็บไว้อย่างน้อยสองแห่ง โดยมีวิธีการทั่วไป ดังนี้

- ถ่ายเอกสารแบบบันทึกข้อมูลอย่างน้อย 3 ชุด เพื่อส่งไปยังเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้รับผิดชอบโครงการวิจัย ผู้บริหารในระดับพื้นที่ และเก็บไว้ที่หัวหน้าทีมสำรวจ ทั้งนี้แม้ข้อมูลจะมีการบันทึกในฐานข้อมูลในเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว ข้อมูลเหล่านี้ยังมีความสำคัญในเวลาที่ต้องการตรวจสอบความถูกต้อง
- เก็บสำเนาไว้คนละที่กับข้อมูลต้นฉบับเพื่อป้องกันการสูญหาย
- หากเป็นไปได้ ควรแปลงข้อมูลในสมุดบันทึกต่างๆเป็นรูปแบบดิจิตอลเพื่อความสะดวกในการใช้ ข้อความที่จดบันทึกในบางครั้งอาจไม่สัมพันธ์กับข้อมูลตัวเลข และมักจะถูกมองข้ามไปถ้าไม่มีการตรวจสอบระหว่างที่กรอกลงในฐานข้อมูล หลังจากการกรอกข้อมูลควรมีการกำหนด “คำค้น (Key words)” ในช่องบันทึกเพื่อช่วยให้ง่ายต่อการค้นหา ในช่องบันทึกนี้ควรระบุวันและเวลาที่บันทึกไว้ด้วย
- สำรองข้อมูลไว้ทุกครั้งก่อนเลิกงานอย่างน้อย 3 ไฟล์ โดยเก็บไว้ในเครื่อง 1 ไฟล์ และแยกเก็บไว้นอกเครื่องอีก 2 ที่ที่ละ 1 ไฟล์
- ข้อมูลทุกอย่างควรทำสำเนาหรือสำรองในรูปแบบ CD หรือฮาร์ดไดร์ฟแบบพกพาทุกๆ สัปดาห์
- จัดทำ CD ที่รวบรวมข้อมูลทุกประเภทจากการสำรวจ เพื่อจัดส่งไปยังเจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหาร และผู้รับผิดชอบด้านการรวบรวมข้อมูลทุกๆ เดือน

## การเขียนรายงานการสำรวจ (Writing survey reports)

1. **ที่มา** (Background)

   การสำรวจแต่ละครั้งต้องมีการทำรายงานที่เป็นวิทยาศาสตร์ โดยรายงานนั้นควรมีหัวข้อและเนื้อหาดังนี้
   - ตำแหน่ง วันที่ และเนื้อหาบรรยายลักษณะทั่วไปของสถานที่ที่สำรวจ
   - ข้อมูลจากการสำรวจครั้งก่อน





   - เป้าหมายของการสำรวจ
   - แบบแผนการทดลอง, การแบ่งพื้นที่ย่อย, และความเข้มข้นในการเก็บตัวอย่าง

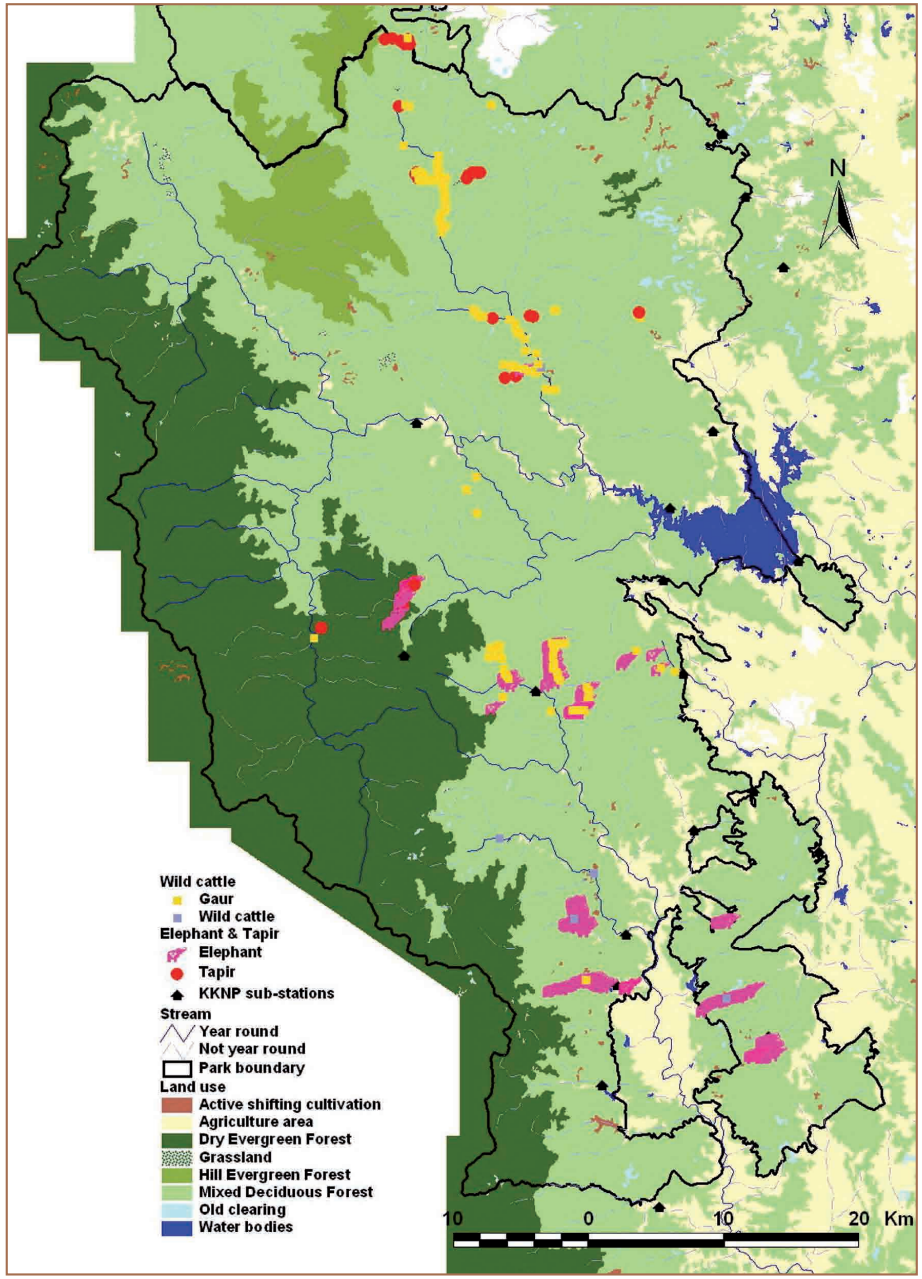
2. **ผลของการสำรวจ** (Survey results)
   - สร้างตารางแสดงตำแหน่งของกองมูลที่พบระหว่างการเดินสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (Recce-survey transect: RST) และระยะตั้งฉากระหว่างกองมูลที่พบถึงกึ่งกลางของเส้นสำรวจ
   - ผลลัพธ์ที่พิมพ์ออกมาจากโปรแกรม DISTANCE 5.0
   - รายละเอียดของการคำนวณหาความหนาแน่นของช้าง
   - เหตุการณ์สำคัญอื่นๆที่พบระหว่างการสำรวจ เช่น การกระทำผิดกฎหมาย หรือพบเห็นช้าง *(ภาพที่ 11.2 และ 11.3)*

3. **การวิจารณ์ผล** (Discussion)

   เปรียบเทียบผลที่ได้กับข้อมูลจากการสำรวจครั้งก่อนและอธิบายถึงสภาพปัญหาที่พบ

4. **เอกสารอ้างอิง** (References)
   - อ้างอิงแหล่งข้อมูลที่เคยมีการศึกษาก่อนหน้าในพื้นที่สำรวจ
   - อ้างอิงแหล่งที่มาของการออกแบบและวิธีการสำรวจที่นำมาใช้

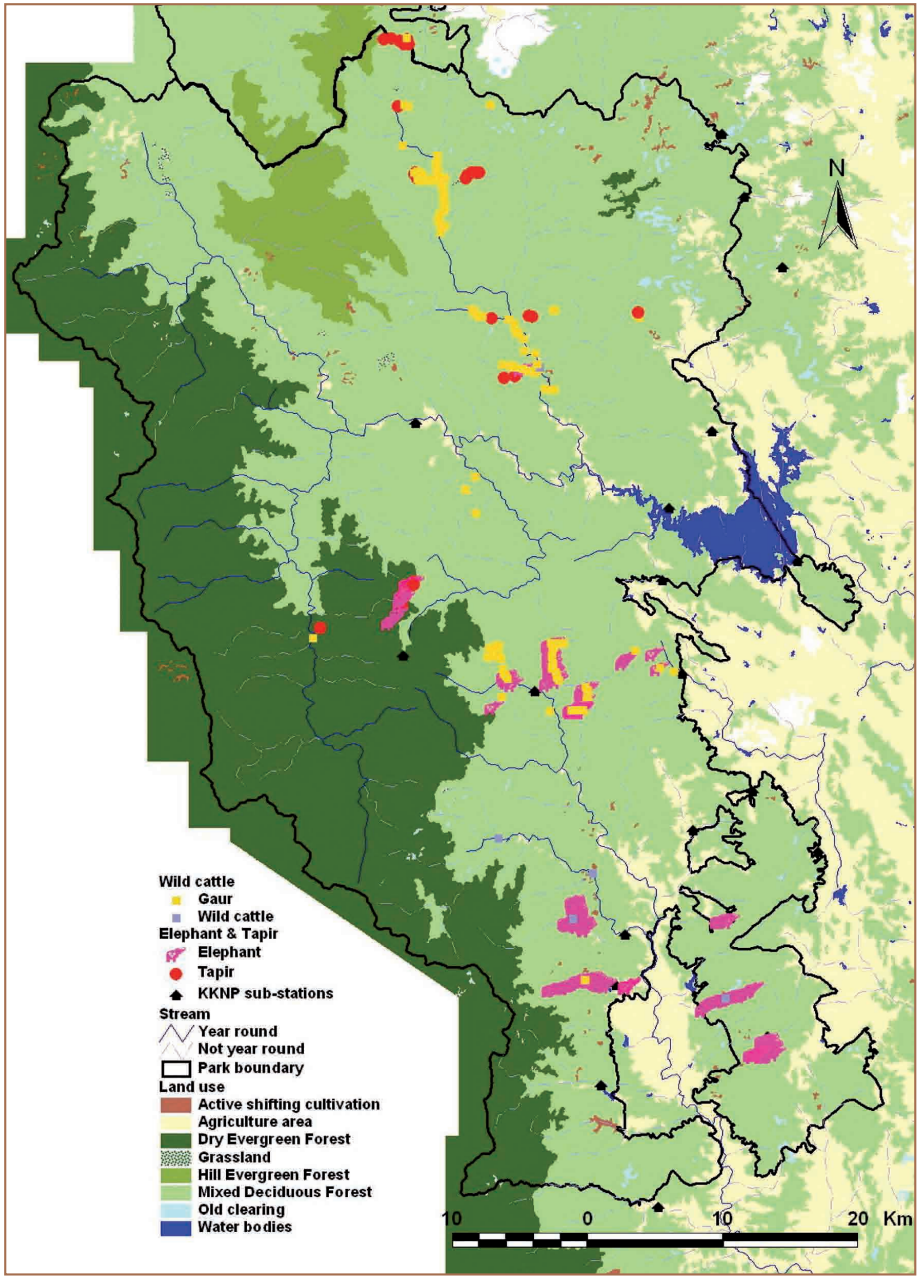
5. **ภาคผนวก** (Appendices)
   - รายละเอียดของวิธีการสำรวจ
   - รายชื่อผู้ร่วมสำรวจ
   - วันและเวลาที่เข้าสำรวจ
   - แผนที่แสดงขอบเขตของแต่ละพื้นที่ย่อยและตำแหน่งของเส้นสำรวจ
   - สำเนาของแบบสำรวจต้นฉบับ (ข้อมูลทุกอย่างเช่นรายงานและวิธีการสำรวจต้องบันทึกลง CD พร้อมอธิบายเกณฑ์ในการจัดข้อมูล)
   - รายชื่อไฟล์ รูปแบบของไฟล์ที่บันทึกลง CD และรายละเอียดย่อๆของแต่ละไฟล์




*ภาพที่ 11.2 การกระจายของสัตว์กีบขนาดใหญ่ในอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน (ช่วงการสำรวจระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2547 ถึง 30 มี.ค. 2549)*








*ภาพที่ 11.3 ปัจจัยคุกคามสัตว์ป่าที่บันทึกระหว่างการสำรวจภาคสนาม (ช่วงการสำรวจระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2547 ถึง 30 มี.ค. 2549)*

## เอกสารอ้างอิง (References)


Ananthasubramaniam, C.R. (1992) Some aspects of elephant nutrition. In: The Asian Elephant (Ed. Silas, E.G., Krishnan Nair, M. & Nirmalan, G.). Kerala Agricultural University, Trichur, India.

Barnes, R.F.W. (1982) Elephant feeding behaviour in Ruaha National Park, Tanzania. African Journal of Ecology 20: 123–136.

Barnes, R.F.W. (1989) The Poor Man's Guide to Counting Elephants. Unpublished report.

Barnes, R.F.W. (1993) Indirect methods for counting elephants in forest. Pachyderm 16: 24–30.

Barnes, R.F.W. (1996) Estimating forest elephant abundance by dung counts. In: Studying Elephants (Ed. Kangwana, K.). African Wildlife Foundation, Nairobi, Kenya.

Barnes, R.F.W. (2001) How reliable are dung counts for estimating elephant numbers? African Journal of Ecology 39: 1–9.

Barnes, R.F.W. (2002) The problem of precision and trend detection posed by small elephant populations in West Africa. African Journal of Ecology 40: 179–185.

Barnes, R.F.W., Asamoah-Boateng, B., Naada Majam, J., Agyei-Ohemeng, J. (1997a) Rainfall and the population dynamics of elephant dung-piles in the forests of southern Ghana. African Journal of Ecology 35: 39–52.

Barnes, R.F.W., Barnes, K.L. (1992) Estimating decay rates of elephant dung-piles in forest. African Journal of Ecology 30: 316–321.

Barnes, R.F.W., Beardsley, K., Michelmore, F., Barnes, K.L., Alers, M.P.T., Blom, A. (1997b) Estimating forest elephant numbers with dung counts and a geographic information system. Journal of Wildlife Management, 61: 1384–1393.

Barnes, R.F.W., Jensen, K.L. (1987) How to count elephants in forests. IUCN/SSC African Elephant and Rhino Specialist Group Technical Bulletin Number 1.

Beyers, R., Thomas, L., Hart, J., Buckland, S. (2001) Recommendations for Ground-based Survey Methods for Elephants in the Central African Forest Region. Monitoring the Illegal Killing of Elephants (MIKE) Central African Pilot Project, Technical Report No. 2, 21 August 2001.

Blake, S., (2002) The Ecology of Forest Elephant Distribution and its Implications for Conservation. Ph.D. dissertation, University of Edinburgh, UK.

Blake, S., Hedges, S. (2004) Sinking the Flagship: the Case of Forest Elephants in Asia and Africa. Conservation Biology 18: 1191–1202.

Blanc, J.J., Thouless, C.R., Hart, J.A., Dublin, H.T., Douglas-Hamilton, I., Craig, C.G., Barnes, R.F.W. (2003) African Elephant Status Report 2002: An Update from the African Elephant Database. IUCN/SSC African Elephant Specialist Group, Gland, Switzerland, and Cambridge, UK.

Blouch, R.A., Haryanto (1984) Elephants in southern Sumatra. IUCN/WWF Project 3033, Bogor, Indonesia.

Buckland, S.T., Andersen, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L., Thomas, L. (2001) Introduction to Distance Sampling: Estimating abundance of biological populations. Oxford University Press, UK.

Buckland, S.T., Andersen, D.R., Burnham, K.P., Laake, J.L., Borchers, D.L., Thomas, L. (2004) Advanced Distance Sampling. Oxford University Press, UK.

Burnham, K.P., Andersen, D.R., Laake, J.L. (1980) Estimation of density from line transect sampling of biological populations. Wildlife Monographs 72: 1–202.







Campbell, D., Swanson, G.M., Sales, J. (2004). Comparing the precision and cost-effectiveness of fecal pellet group count methods. Journal of Applied Ecology 41: 1185–1196.

Coe, M.J. (1972). Defecation by African elephants (Loxodonta africana africana (Blumenbach)). East African Wildlife Journal 10: 165–174.

Dawson, S. (1990) A model to estimate the density of Asian elephants (Elephas maximus) in forest habitats. MSc thesis, University of Oxford, UK.

Dawson, S., Dekker, A.J.F.M. (1992) Counting Asian Elephants in Forests. RAPA Publication: 1992/11, FAO, Bangkok Thailand.

Duckworth, J.W., Hedges, S. (1998) Tracking Tigers: A review of the Status of Tiger, Asian Elephant, Gaur, and Banteng in Vietnam, Lao, Cambodia, and Yunnan (China), with Recommendations for Future Conservation Action. WWF Indochina Programme, Hanoi, Vietnam.

Eberhardt, L.L. (1978) Appraising variability in population studies. Journal of Wildlife Management 42: 207–238.

Eggert, L.S., Eggert, J.A., Woodruff, D.S. (2003) Estimating population sizes for elusive animals: the forest elephants of Kakum National Park, Ghana. Molecular Ecology 12: 1389–1402.

Guy, P.R. (1975) The daily food intake of the African elephant, Loxodonta africana Blumenbach, in Rhodesia. Arnoldia 7: 1–8.

Hall, J.S., White, L.J.T., Inogwabini, B.I., Ilambu, O., Morland, H.S., Williamson, E.A., Saltonstall, K., Walsh, P., Sikubabwo, C., Dumbo, B., Kaleme, P.K., Vedder, A., Freeman, K., 1998. A survey of Grauers gorillas (*Gorilla gorilla graueri*) and chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurthi*) in the Kahuzi Biega National Park lowland sector and adjacent forest in eastern Congo. International Journal of Primatology, 19: 207–235.

Hedges, S. (1993) Large mammal surveys in Baluran and Alas Purwo National Parks, East Java: problems and possible solutions. Interim Report to Dept. of Biology, University of Southampton, UK and Dept. of Terrestrial Ecology and Nature Conservation, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.

Hedges, S., Johnson, A. (2004) Conservation of Asian Elephants on the Nakai Plateau, Khammouane Province, Lao PDR: Mid-term Performance Report, December 2004. A report to USFWS and WCS. Wildlife Conservation Society, Bronx, New York, USA.

Hedges, S., Meijaard, E. (in prep.) Fallacies from faeces, or how not to count ungulates.

Hedges, S. Tyson, M.J. (2002) Some thoughts on counting elephants in SE Asian forests, with particular reference to the CITES Monitoring the Illegal Killing of Elephants Program. Wildlife Conservation Society, New York, USA.

Hedges, S., Tyson, M.J., Sitompul, A.F., Kinnaird, M.F., Gunaryadi, D., Aslan (2005) Distribution, status, and conservation needs of Asian elephants (Elephas maximus) in Lampung Province, Sumatra, Indonesia. Biological Conservation 124: 35–48.

Hedges, S., Tyson, M.J., Sitompul, A.F., Kinnaird, M.F., O'Brien, T.G. (2003) WCS Sumatran Elephant Project: Final Report on Year 3 to USFWS/AsECF, 21 July 2003. Wildlife Conservation Society, New York, USA.

Hiby, L., Lovell, P. (1991) DUNGSURV – a Program for estimating elephant density from dung density without assuming steady state. In: Censusing Elephants in Forests: Proceedings of an International Workshop (Eds Ramakrishnan, U., Santosh, J. & Sukumar, R.). Asian Elephant Conservation Centre, Bangalore, India.

Jachmann, H. (1991) Evaluation of four survey methods for estimating elephant densities. African Journal of Ecology 29: 188–195.

Jachmann, H. (2001) Estimating abundance of African wildlife: an aid to adaptive management. Kluwer, Boston.

Jachmann, H., Bell, R.H.V. (1984) The use of elephant droppings in assessing numbers, occupance, and age structure: a refinement of the method. African Journal of Ecology 22: 127–141.

Karanth, K.U., Nichols, J.D. (Eds) (2002) Monitoring tigers and their prey: A manual for researchers, managers and conservationists in tropical Asia. Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India.

Laing, S.E., Buckland, S.T., Burn, R.W., Lambie, D., Amphlett, A. (2003) Dung and nest surveys: estimating decay rates. Journal of Applied Ecology 40: 1102–1111.

Lukacs, P.M., Burnham, K.P. (2005) Review of capture–recapture methods applicable to non-invasive genetic sampling. Molecular Ecology 14: 3909–3919.

Marques, F.F.C., Buckland, S.T., Goffin, D., Dixon, C.E., Borchers, D.L., Mayle, B.A., Peace, A.J. (2001) Estimating deer abundance from line transect surveys of dung: sika deer in southern Scotland. Journal of Applied Ecology 38: 349–363.

McClanahan, T.R. (1986) Quick population survey method using fecal droppings and a steady state assumption. African Journal of Ecology 24: 37–39.

McNeilage, A., Plumptre, A., Brock-Doyle, A., Vedder, A., 1998. Bwindi Impenetrable National Park, Uganda. Gorilla and large mammal census 1997. Working paper 14. Wildlife Conservation Society, New York, USA.

Merz, G. (1986) Counting elephants (Loxodonta africana cyclotis) in tropical rain forests with particular reference to the Tai National Park, Ivory Coast. African Journal of Ecology 24: 61–68.

Mills L.S., Citta J.J., Lair K.P., Schwartz M.K., Tallmon D.A. (2000) Estimating animal abundance using non-invasive DNA sampling: promise and pitfalls. Ecological Applications 10: 238–294.

Morgan, B.J., Lee, P.C. (2003) Forest elephant stature in the Reserve de Faune du Petit Loango, Gabon. Journal of Zoology 259: 337–344.

Nchanji, A.C., Plumptre, A.J. (2001) Seasonality in elephant dung decay and implications for censusing and population monitoring in southwestern Cameroon. African Journal of Ecology 39: 24–32.

Neff, D.J. (1968) A pellet group count technique for big game trend, census and distribution: a review. Journal of Wildlife Management 32: 597–614.

Plumptre, A.J. (2000). Monitoring mammal populations with line transect techniques in African forests. Journal of Applied Ecology 37: 356–368.

Putman, R.J. (1984) Fact from faeces. Mammal Review 14: 79–97.

Reilly, J. (2002a) The biology, ecology and conservation of the Sumatran elephant Elephas maximus sumatranus in Way Kambas National Park, Sumatra. PhD thesis, Manchester Metropolitan University, UK.

Reilly, J. (2002b) Growth in the Sumatran elephant (Elephas maximus sumatranus) and age estimation based on dung diameter. Journal of Zoology 258: 205–213.





Taylor, B.L., Gerrodette, T. (1993) The uses of statistical power in conservation biology: the vaquita and the northern spotted owl. Conservation Biology 7: 489–500.

Tchamba, M. (1992) Defecation by the African forest elephant (Loxodonta africana cyclotis) in the Santchou reserve, Cameroon. Mammalia 56: 155–159.

Theuerkauf, J., Ellenberg, H. (2000). Movements and defecation of forest elephants in the moist semi-deciduous Bossematié Forest Reserve, Ivory Coast. African Journal of Ecology 38: 258–261.

Thomas, L., Laake, J.L., Strindberg, S., Marques, F.F.C., Buckland, S.T., Borchers, D.L., Anderson, D.R., Burnham, K.P., Hedley, S.L., Pollard, J.H. (2006) DISTANCE 5.0. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St. Andrews, UK. http://www.ruwpa.st- and.ac.uk/distance/.

Tyson, M.J., Hedges, S., Sitompul, A.F. (2002) WCS Sumatran Elephant Project: Six-month report: January–June 2002. Wildlife Conservation Society, Bogor, Indonesia.

Tyson, M.J., Hedges, S., Sitompul, A.F., Sukatmoko, Gunaryadi, D. (in review) Defecation rates of Asian Elephants in Sumatra, and implications for elephant surveys in Southeast Asia. Journal of Wildlife Management.

Tyson, M.J., Hedges, S., Sitompul, A.F., Sukatmoko, Gunaryadi, D. (in prep.) Elephant age determination from dung dimensions. To be submitted to Journal of Wildlife Management.

Vancuylenberg, B.W.B. (1977) Feeding behaviour of the Asiatic elephant in southeast Sri Lanka in relation to conservation. Biological Conservation 12: 33–54.

Waits L.P. (2004) Using non-invasive genetic sampling to detect and estimate abundance of rare wildlife species. In: Sampling Rare or Elusive Species: Concepts, Designs, and Techniques for Estimating Population Parameters (Ed. Thompson W.L.), pp. 211–228. Island Press, Washington, D.C., USA.

Walsh, P.D. (1999) Some Thoughts on a Statistical Framework for Monitoring Forest Elephants in Central Africa. Wildlife Conservation Society, New York, USA.

Walsh, P.D., White, L.J.T. (1999) What It Will Take to Monitor Forest Elephant Populations. Conservation Biology 13: 1194–1202.

Walsh, P.D., White, L.J.T, Mbina, C., Idiata, D., Mihindou, Y., Maisels, F., Thibault, M. (2001) Estimates of forest elephant abundance: projecting the relationship between precision and effort. Journal of Applied Ecology 38: 217–228.

Watve, M. (1992) Ecology of host-parasite interactions in a wild mammalian host community in Mudumalai, southern India. PhD thesis, Indian Institute of Science, Bangalore, India.

White, L.J.T. (1995) Factors affecting the duration of elephant dung-piles in rain forest in the Lopé Reserve, Gabon. African Journal of Ecology 33: 142–150.

White, L., Edwards, A. (editors) (2000) Conservation research in the African rain forests: a technical handbook. Wildlife Conservation Society, New York, USA.

Wiles, G.J. (1980) Faeces deterioration rates of four wild ungulates in Thailand. Natural History Bulletin of the Siam Society 28: 121–134.

Wilson, D.E., Cole, F.R., Nichols, J.D., Rudran, R., Foster, M.S. (Eds) (1996) Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals. Smithsonian Institution Press, Washington, USA and London, UK.

Wing, L.D., Buss, I.O. (1970) Elephants and Forests. Wildlife Monographs no.19.

WWF (2002) Saving a Future for Asia's Wild Rhinos & Elephants. WWF's Asian Rhino and Elephant Action Strategy. WWF-International, Gland, Switzerland.

บันทึก





# ภาคผนวก

# Appendices

## ภาคผนวก 1 ระบบจำแนกประเภทของกองมูล: บทวิจารณ์ระบบเก่าที่เคยใช้มาก่อน (Dung-pile classification systems: some comments on previously-used systems)

A-E system เป็นระบบการจำแนกกองมูลที่พัฒนาโดย Barnes & Jensen (1987) ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในการสำรวจประชากรช้างด้วยการนับกองมูล แต่ก็ยังมีการนำเทคนิคสำรวจระบบอีกแบบที่ใช้การเปลี่ยนแปลงกลิ่นของมูลเป็นหลักมาใช้ในโครงการนำร่องของแอฟริกากลาง (White & Edwards 2000; Bayers et al. 2001) มีระบบอย่างน้อยหนึ่งระบบของ Wing & Buss (1970) ที่ภายหลังได้รับการปรับปรุงและนำมาใช้เช่นกัน โดย Wiles (1980)

### The Wing & Buss / Wiles system

ระบบนี้ไม่เหมาะสมกับการใช้ทีมสำรวจหลาย ๆ ทีม ปัญหาหลักของวิธีนี้ คือการขาดการอธิบายคำจำกัดความที่สำคัญ และข้อเสียอีกประการคือเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกกองมูลขาดความชัดเจนที่เป็นมาตรฐานต้องให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตัดสินใจ ดังนั้นจึงเป็นปัญหาในกรณีที่มีชุดสำรวจหลายชุด (Hedges & Tyson 2002)

| The Wing & Buss / Wiles system | |
|---|---|
| จำแนกได้โดยง่าย (Easily Recognized) | กองมูลที่ยังมีสภาพสมบูรณ์อาจสามารถระบุได้โดยง่าย มีการย่อยสลายหรือเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย |
| จำแนกได้ (Recognizable) | มีการย่อยสลายเกิดขึ้นทั่วไป แต่แม้ว่าเนื้อมูลจะถูกกัดกร่อนหรือยุบตัว เนื้อมูลบางส่วนยังเหลือให้เห็น ซึ่งสามารถระบุได้โดยผู้ชำนาญในทีมสำรวจ |
| แทบจะจำแนกไม่ได้ (Barely Recognizable) | ก้อนมูลอยู่อย่างกระจัดกระจาย เกิดการย่อยสลายไปมาก จนต้องอาศัยหลักฐานอื่น ๆ รอบพื้นที่ เพื่อจะช่วยระบุว่าเป็นกองมูลช้าง แม้แต่ผู้เชี่ยวชาญในทีมสำรวจก็อาจจะไม่สามารถยืนยันได้ |
| ไม่สามารถจำแนกได้ (Not Recognizable, Gone) | ไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นมูลช้างเนื่องจากย่อยสลายไปจนหมด |





### โครงการนำร่องในแอฟริกากลาง และระบบของ White & Edwards

ระบบที่ใช้ในแอฟริกากลาง (White & Edwards 2000; Beyers et al. 2001) มีปัญหาหลัก คือการที่จะต้องระบุว่ายังมีกลิ่นของมูลช้างเหลืออยู่หรือไม่ ซึ่งทั้งเป็นการยากที่จะบอกและเนื่องจากเป็นการใช้ความรู้สึกเป็นเกณฑ์จึงอาจเกิดความผันแปรได้ง่ายเพราะเป็นการยากที่จะรักษาระดับมาตรฐานได้ตลอดเวลา การมีเจ้าหน้าที่สำรวจหลายคนก็จะยิ่งเป็นเรื่องยาก ปัญหาต่อมาคือการที่ต้องทำลายมูลให้แตกออกเพื่อทดสอบดูว่ายังมีกลิ่นเหลืออยู่หรือไม่ ฉะนั้นจึงมีความเป็นไปได้สูงที่อัตราการย่อยสลายของกองมูลที่ทดสอบจะสูงเพิ่มขึ้นและอาจส่งผลให้มีความคลาดเคลื่อนในการระบุอัตราการย่อยสลายของกองมูล (Hedges & Tyson 2002)

| ระบบของ White & Edwards | |
|---|---|
| สด (Fresh) | บางครั้งสัมผัสแล้วรู้สึกอุ่น มีคราบของกรดไขมันปรากฏบนผิวนอกและมีกลิ่นแรง |
| สภาพใหม่ (Recent) | ยังคงได้กลิ่น (แต่ต้องทำให้กองมูลแตกก่อนจึงได้กลิ่น) อาจยังมีแมลงตอม แต่ไม่พบคราบของกรดไขมันแล้ว |
| เก่า (Old) | รูปร่างของมูลยังคงสังเกตเห็นได้แม้ว่ามูลบางส่วนจะถูกทำลายจนไม่เหลือรูปเดิม ไม่มีกลิ่น |
| เก่ามาก (Very Old) | มูลเกิดการยุบตัวจนแบนราบไปกับพื้น กระจัดกระจาย มีแนวโน้มที่จะถูกย่อยสลายเกือบหมด |

### ระบบ A–E Barnes & Jensen

ผู้สำรวจจำเป็นต้องจำแนกกองมูลออกเป็นห้าประเภท ได้แก่ A, B, C1, C2, D และ E ตามระยะของการย่อยสลาย (ดู Barnes & Jensen (1987: 3 – 4) หรือ Dawson & Dekker (1992: 25 – 28) แต่การจำแนกระบบนี้ก็ยังคงมีข้อจำกัดอยู่ ข้อแรกคือการจำแนกกองมูลตามประเภทนั้นยังคงใช้ความรู้สึก ไม่ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า “มีสภาพสมบูรณ์ (intact)” ดังนั้นจึงยังเกิดความคลาดเคลื่อนในการจำแนกได้ง่าย (Barnes 1996; Nchanji & Plumptre 2001; Hedges & Tyson 2002) ข้อจำกัดที่สองคือการที่จะจำแนกกองมูลแต่ละกองได้นั้นขึ้นอยู่กับว่ายังเหลือมูลให้เห็นมากกว่า

ครึ่งหนึ่งของทั้งกองหรือไม่ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วแทบจะเป็นไปไม่ได้เลยที่จะทราบว่าแต่เดิมมีมูลอยู่กี่ก้อนในกองมูลกองนั้น กรณีเดียวกัน หากผู้สำรวจใช้จำนวนของกองมูลที่เหลืออยู่ในพื้นที่ (แทนที่จะใช้จำนวนของกองมูลเดิมที่ช้างถ่ายออกมาตามหลักการ) กองมูลนั้นจะ "ไม่ย่อยสลาย (undecay)" จากระยะ C2 ถึง C1 (Hedges 1993; Hedges & Tyson 2002) ได้

| The A–E system of Barnes & Jensen | |
|---|---|
| A | กองมูลมีสภาพสมบูรณ์ สดมาก ชื้น และมีกลิ่น |
| B | กองมูลมีสภาพสมบูรณ์ สด แต่ค่อนข้างแห้งไม่มีคราบเมือกบนผิวนอก ไม่มีกลิ่น |
| C1 | กองมูลบางส่วนไม่คงรูป แต่จำนวนมากกว่าครึ่งหนึ่งยังสามารถแยกแยะออกได้ว่าเป็นกองมูล |
| C2 | น้อยกว่า 50% ของกองมูลยังสามารถแยกแยะออกว่าเป็นกองมูล ส่วนที่เหลือได้ย่อยสลายไปแล้ว |
| D | กองมูลทั้งหมดถูกย่อยสลายไปแล้ว กองมีสภาพแบนราบ ไม่มีรูปทรง |
| E | กองมูลถูกย่อยสลายมากจนเป็นไปไม่ได้ที่จะสังเกตเห็นในระยะ 2 เมตร หรือไม่เห็นขณะเดินสำรวจแม้จะอยู่ใกล้มากก็ตาม |

อย่างไรก็ตาม The Barnes & Jensen A–E system สามารถนำมาปรับปรุงและประยุกต์ใช้กับการสำรวจ MIKE (Hedges & Tyson 2002) การปรับปรุงที่สำคัญที่ถูกรวบรวมเข้าสู่ระบบใหม่ของ MIKE (the S system) ได้แก่

1) กำหนดนิยามของกองมูลว่า "มีสภาพสมบูรณ์" ชัดเจน
2) จำแนกประเภทกองมูลตามสัดส่วนของกองมูลที่มีสภาพสมบูรณ์ที่ยังคงเหลืออยู่ในจุดสำรวจ *(รายละเอียดของระบบใหม่สามารถอ่านเพิ่มเติมได้ในบทที่ 4)*





**ภาคผนวก 2 วารสารและงานวิจัยที่ตีพิมพ์เรื่องอัตราการย่อยสลายของกองมูลของช้างเอเชียและช้างแอฟริกา**
(Published defecation rates for Asian and African elephants)

| สถานที่ | ฤดูกาล | ประเภทป่า | วิธีการ | จำนวนช้าง/จำนวนตัวอย่าง | อัตราการย่อยสลายใน 24 ชม. | CV(%) | งานวิจัย/เอกสารอ้างอิง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ช้างเอเชีย** | | | | | | | |
| ประเทศศรีลังกาทางตะวันออกเฉียงใต้ | ? | N/A | O/C | 37/129.2 elephant-hrs | 15.0 | 74.2 | Vancuylenberg (1977) |
| Parambikulam Wildlife Sanctuary ประเทศอินเดียทางใต้ | ปลายฤดูมรสุม | ป่าเขตร้อน | C | 4/288 elephant-hrs | 15.1 | 12.5 | Dawson (1990) |
| Parambikulam Wildlife Sanctuary ประเทศอินเดียทางใต้ | ต้นฤดูแล้ง | ป่าเขตร้อน | C | 3/260 elephant-hrs | 13.2 | 15.3 | Dawson (1990) |
| Mudumalai Wildlife Sanctuary ประเทศอินเดียทางใต้ | ฤดูแล้งตอนกลาง | ป่าเบญจพรรณ | C | 7/492 elephant-hrs | 9.3 | 17.83 | Dawson (1990) |
| Mudumalai Wildlife Sanctuary ประเทศอินเดียทางใต้ | ต้นฤดูมรสุม | ป่าเบญจพรรณ | C | 6/156 elephant-hrs | 13.3 | 32.0 | Dawson (1990) |
| Mudumalai Wildlife Sanctuary ประเทศอินเดียทางใต้ | ฤดูมรสุม | ป่าเบญจพรรณ | C | 6/115.5 elephant-hrs | 14.6 | 13.9 | Dawson (1990) |
| Mudumalai Wildlife Sanctuary ประเทศอินเดียทางใต้ | ปลายฤดูมรสุม | ป่าเบญจพรรณ | C | 7/148 elephant-hrs | 15.9 | 20.7 | Dawson (1990) |
| Mudumalai Wildlife Sanctuary ประเทศอินเดียทางใต้ | ? | ป่าเบญจพรรณ | O? | ?/88 hrs | 16.33 | ? | Watve (1992) |

## ภาคผนวก 2 วารสารและงานวิจัยที่ตีพิมพ์เรื่องอัตราการย่อยสลายของกองมูลของช้างเอเชียและช้างแอฟริกา (Published defecation rates for Asian and African elephants) (ต่อ)

| สถานที่ | ฤดูกาล | ประเภทป่า | วิธีการ | จำนวนช้าง/ จำนวนตัวอย่าง | อัตราการย่อยสลายใน 24 ชม. | CV(%) | งานวิจัย/ เอกสารอ้างอิง |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Way Kambas National Park เกาะสุมาตราทางตะวันออกเฉียงใต้ ปี 1994 | ฤดูแล้ง | ป่าเขตร้อน | C | 50/20 elephant-days | 11.83 | 10.99 | Reilly (2002a) |
| Way Kambas National Park เกาะสุมาตราทางตะวันออกเฉียงใต้ ปี 1997 | ฤดูแล้ง | ป่าเขตร้อน | C | 12/50 elephant-days | 13.04 | 15.84 | Reilly (2002a) |
| Way Kambas National Park เกาะสุมาตราทางตะวันออกเฉียงใต้ ปี 1998 | ฤดูฝน | ป่าเขตร้อน | C | 4/28 elephant-days | 17.93 | 22.87 | Reilly (2002a) |
| Way Kambas National Park เกาะสุมาตราทางตะวันออกเฉียงใต้ ปี 2000 & 2001 | ฤดูฝนและฤดูแล้ง | ป่าเขตร้อน | C | 12/1420 elephant -days | 18.1 | 14.4 | Tyson et al. (in review) |
| **ช้างแอฟริกา (African Elephants)** | | | | | | | |
| Kibale ประเทศยูกันดา | ? | ป่าเขตร้อน/ ป่าดิบชื้น | O | 132/400 elephant-hrs | 17.0 | 3.4 | Wing & Buss (1970) |
| Tsavo East National Park ประเทศเคนย่า | ? | ป่าสะวันนา | C | 4/308 elephant-hrs | 17.1 | 33.0 | Coe (1972) |
| Sengwa Wildlife Research Area ประเทศโรดีเซีย | ฤดูฝนและฤดูแล้ง | ป่าสะวันนา | T/O | 48/ ? | 14 males, ? 10 females | | Guy (1975) |
| Ruaha National Park ประเทศแทนซาเนีย | ฤดูแล้ง | ป่าสะวันนา | O | ? | 9.6 | ? | Barnes (1982) |
| Ruaha National Park ประเทศแทนซาเนีย | ฤดูฝน | ป่าสะวันนา | O | ? | 32 | ? | Barnes (1982) |
| Tai National Park ประเทศไอเวอรี่โคส | ? | ป่าเขตร้อน/ ป่าดิบชื้น | T | ? | 18.0 | 1.2 | Merz (1986) |
| Kasunga National Park ประเทศมาลาวี | ฤดูแล้ง | ป่าสะวันนา | T | 147 elephant-hrs | 15.7 | ? | Jachmann & Bell (1984) |
| Nazinga Game Ranch ประเทศเบอริน่า ฟาโซ่ | ฤดูแล้ง | ป่าสะวันนา | T | ?/ 88.2 elephant รวมทั้งสองฤดู | 14.1 | ? | Jachmann (1991) |
| | ฤดฝน | ป่าสะวันนา | T | | 27.2 | ? | Jachmann (1991) |
| Santchou Reserve ประเทศแคมเมอรูน | ฤดูฝนและฤดูแล้ง | ป่าเขตร้อน/ ป่าดิบชื้น | T | ?/3091 elephant-hrs | 19.77 | 4.2 | Tchamba (1992) |
| Parc National des Volcans ประเทศรวันดา | ? | ป่าเขตร้อน/ ป่าดิบชื้น | T | น้อยมาก | 16.2 | 2.8 | Plumptre (2000) |
| Bossematié Forest Reserve ประเทศไอเวอรี่โคส | ฤดูแล้ง | ป่าเขตร้อน/ ป่าดิบชื้น | T | 33/88.5 elephant-hrs | 16.6 | 106.6 | Theuerkauf & Ellenberg (2000) |
| Bossematié Forest Reserve ประเทศไอเวอรี่โคส | ฤดูฝน | ป่าเขตร้อน/ ป่าดิบชื้น | T | 59/137.5 elephant-hrs | 18.1 | 79.6 | Theuerkauf & Ellenberg (2000) |

O = ศึกษาจากช้างในป่า
T = ข้อมูลจากการติดตามเพื่อนับกองมูลช้างในป่า
C = ศึกษาจากช้างเลี้ยง
CV = สัมประสิทธิ์ความผันแปร (Coefficient of Variation).

## ภาคผนวก 3 สรุปอุปกรณ์ที่จำเป็น (Summary of equipment needs)

### อุปกรณ์จำเป็นสำหรับการเดินสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (Each recce-survey transect (RST) team will require)

**อุปกรณ์นำทางและอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูล (Navigation and data collection)**

- แผนที่ (แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม และ/หรือ ภาพถ่ายทางอากาศ ถ้ามี)
- เข็มทิศ 2 อัน
- GPS 2 เครื่อง (เช่น GPS: Garmin 60CSx) พร้อมแบตเตอรี่สำรอง
- ตลับวัดระยะ (Topofil) 2 ตลับ และด้ายบอกระยะที่มีความยาวที่เหมาะสมกับระยะทางที่สำรวจ
- แผ่นบันทึกข้อมูลมาตรฐาน แฟ้ม และสมุดโน๊ต
- ถุงพลาสติกซิปล็อคกันน้ำ สำหรับใส่แผ่นบันทึกข้อมูลและสมุดโน๊ต
- ถุงกันน้ำ
- ดินสอและปากกาที่หมึกสามารถกันน้ำได้
- แผ่นอ้างอิงการจำแนกลักษณะมูลช้าง (มีรูปภาพ ภาพวาด และคำอธิบายชัดเจน)
- แผ่นอ้างอิงวิธีการสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (เช่น ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจ)
- แผ่นอ้างอิงการจำแนกชนิดป่า (เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่)
- กล้องดิจิตอลที่ใช้ง่ายและราคาไม่แพง สำหรับถ่ายรูปซากสัตว์หรือสิ่งที่น่าสนใจขณะสำรวจ (ถ้ามี)

**อุปกรณ์เพื่อตัดเส้นทางสำรวจ (Cutting transects)**

- มีดสั้น มีดถางป่า
- กรรไกรตัดกิ่ง (ถ้ามี)

**อุปกรณ์พักแรม (Camping equipment)**

- มุ้งกันยุง
- เปลสนาม (ถ้ามี)
- เต็นท์ และ/หรือ ผ้าใบกันน้ำ
- แผ่นปูพื้น (Ground sheets)
- เครื่องครัว
- ขวดน้ำ
- เป้สนาม
- ไฟฉายและแบตเตอรี่
- อุปกรณ์ปฐมพยาบาล





### อุปกรณ์จำเป็นสำหรับการสำรวจด้วยแนวเส้นสำรวจ (Line transect survey team)

**อุปกรณ์นำทางและอุปกรณ์สำหรับการเก็บข้อมูล**

- แผนที่ (แผนที่ภาพผ่านดาวเทียม และ/หรือ ภาพถ่ายทางอากาศ ถ้ามี)
- เข็มทิศ 2 อัน
- GPS 2 เครื่อง (เช่น GPS: Garmin 60CSx ) พร้อมแบตเตอรี่สำรอง
- ตลับวัดระยะ (Topofil) 2 ตลับ และด้ายบอกระยะที่มีความยาวที่เหมาะสมกับระยะทางที่สำรวจ
- ตลับเมตร (5 เมตร) 3 ตลับ
- สายวัดพลาสติกยืดหยุ่นสำหรับวัดเส้นรอบวงของมูลช้าง 2 เส้น
- แผ่นบันทึกข้อมูลมาตรฐาน แฟ้ม และสมุดโน๊ต
- ถุงพลาสติกซิปล็อคกันน้ำ สำหรับใส่แผ่นบันทึกข้อมูลและสมุดโน๊ต
- ถุงกันน้ำ
- ดินสอและปากกาหมึกกันน้ำ
- แผ่นอ้างอิงการจำแนกลักษณะมูลช้าง (มีรูปภาพ ภาพวาด และคำอธิบายชัดเจน)
- แผ่นอ้างอิงวิธีการสำรวจแบบเส้นตรง (Line transect) (เช่น ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจ)
- แผ่นอ้างอิงการจำแนกชนิดป่า (เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่)
- กล้องดิจิตอลที่ใช้ง่ายและราคาไม่แพง สำหรับถ่ายรูปซากสัตว์หรือสิ่งที่น่าสนใจขณะสำรวจ (ถ้ามี)

**อุปกรณ์เพื่อตัดเส้นทางสำรวจ (Cutting transects)**

- มีดสั้น มีดถางป่า
- กรรไกรตัดกิ่ง (ถ้ามี)
- หลักที่เมื่อปักลงดินแล้วมีความสูงในระดับสายตาและมีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่พอที่จะสามารถรับน้ำหนักเข็มทิศ

**อุปกรณ์พักแรม (Camping equipment)**

- เช่นเดียวกับที่กล่าวข้างต้น

**อุปกรณ์สำหรับสังเกตการย่อยสลายของมูลช้าง**

ทีมสังเกตการย่อยสลายของมูลช้างต้องมี:

- เสาโลหะหรือเสาพลาสติก PVC สำหรับทำเครื่องหมายกองมูล

- ฆ้อน
- เทปทำเครื่องหมาย เพื่อระบุตำแหน่งกองมูล
- ดินสอหรือแปรงทาสี และสีแดง
- ดินสอและปากกาหมึกกันน้ำจำนวนมาก
- GPS 2 เครื่อง (เช่น GPS: Garmin 60CSx) พร้อมแบตเตอรี่สำรอง
- เข็มทิศ 2 อัน
- แผ่นกรอกข้อมูลมาตรฐานและแฟ้มข้อมูล
- สมุดบันทึกกันน้ำ
- ถุงกันน้ำ
- ถุงพลาสติก ซิปล็อค กันน้ำ สำหรับใส่แผ่นบันทึกข้อมูลและสมุดโน๊ต
- แผ่นอ้างอิงการจำแนกลักษณะมูลช้าง (มีรูปภาพพร้อมคำอธิบาย)
- แผ่นอ้างอิงการจำแนกชนิดป่า (เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่)
- เครื่องมือวัดความลาดชัน (Clinometer)

**อุปกรณ์พักแรม**

- เช่นเดียวกับที่กล่าวข้างต้น

## ทีมสำรวจกองมูลอย่างเข้มข้นเพื่อเก็บตัวอย่าง DNA ต้องมี (Fecal concentration survey team)

**อุปกรณ์นำทางและอุปกรณ์สำหรับการเก็บข้อมูล**

- แผนที่ (แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม และ/หรือ ภาพถ่ายทางอากาศ ถ้ามี)
- เข็มทิศ 2 อัน
- GPS 2 เครื่อง (เช่น GPS: Garmin 60CSx) พร้อมแบตเตอรี่สำรอง
- ตลับวัดระยะ (Topofil) 2 ตลับ และด้ายบอกระยะที่มีความยาวเหมาะสม
- เครื่องมือวัดความลาดชัน (Clinometer)
- แผ่นบันทึกข้อมูลมาตรฐาน แฟ้ม และสมุดโน๊ตกันน้ำ
- ถุงพลาสติกซิปล็อคกันน้ำ สำหรับใส่แผ่นบันทึกข้อมูลและสมุดโน๊ต
- ดินสอและปากกาหมึกกันน้ำ
- แผ่นอ้างอิงการจำแนกลักษณะมูลช้าง (มีรูปภาพ ภาพวาด และคำอธิบายชัดเจน)
- แผ่นอ้างอิงวิธีการสำรวจกองมูลอย่างเข้มข้น (เช่น ส่วนที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย)
- แผ่นอ้างอิงการจำแนกชนิดป่า (เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่)





- กล้องดิจิตอลที่ใช้ง่ายและราคาไม่แพง สำหรับถ่ายรูปซากสัตว์หรือสิ่งที่น่าสนใจขณะสำรวจ (ถ้ามี)

**อุปกรณ์เพื่อตัดเส้นทางสำรวจ (Cutting transects)**

- มีดสั้น มีดถางป่า
- กรรไกรตัดกิ่ง (ถ้ามี)

**อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง**

- หลอดทดลองโพลีโพรพิลีน (Polypropylene) ขนาด 30 – 50 มิลลิลิตร พร้อมฝาปิด
- โพลีโพรพิลีน
- ที่วางหลอดทดลอง
- กระทะขนาดพอเหมาะกับที่วางหลอดทดลอง เพื่อใช้ในการต้มหลอดพร้อมตัวอย่าง
- ส้อมพลาสติก
- บัฟเฟอร์ควีนส์คอลเลจ (Queen's College buffer) มีส่วนประกอบคือ 20% DMSO, 0.25 M EDTA, 100 mM Tris, pH 7.5, saturated with NaCl
- แผ่นพาราฟิล์ม (Parafilm)
- ปากกาหมึกกันน้ำ
- ถุงมือยาง (Latex gloves)
- ถุงพลาสติกซิปล็อค

**อุปกรณ์พักแรม**

- เช่นเดียวกับที่กล่าวข้างต้น

## ภาคผนวก 4 ส่วนเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (Additional notes about 'recce' methods)

วิธีการมาตรฐานที่ใช้ในการประมาณความหนาแน่นของกองมูล คือการวางแนวสำรวจ (Line transect) (Buckland et al. 2001) แต่ไม่นานมานี้วิธีการสำรวจแบบใหม่ถูกพัฒนาโดย Richard Barnes, Jefferson Hall, Peter Walsh, Lee White, Steve Blake, Rene Beyers และคณะในแอฟริกา (Barnes 1989; Hall et al. 1998; McNeilage et al. 1998; Walsh & White 1999; Beyers et al. 2001; Blake 2002) เพื่อเพิ่มความแม่นยำของวิธีการสำรวจแบบนับกองมูล วิธีนี้ชื่อว่า "การสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติ (Reconnaissance survey transect: Recce)" ซึ่งถูกนำมาใช้ควบคู่ไปกับการวางแนวสำรวจ

การเดินสำรวจตามเส้นทางธรรมชาตินั้นเริ่มที่ทีมสำรวจเดินตามทางด่านหรือทางที่มีอุปสรรคน้อยที่สุด นับจำนวนกองมูลที่พบ แต่ไม่ต้องวัดระยะห่างในแนวตั้งฉากระหว่างเส้นสำรวจกับกองมูล การศึกษายืนยันว่าอัตราการพบกองมูลในวิธีการสำรวจแบบลาดตระเวนนี้มีความสัมพันธ์กับอัตราการพบกองมูลที่ได้จากการวางแนวสำรวจ (Line transect) เป็นอย่างมาก เมื่อทราบความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองวิธีนี้แล้วก็สามารถทำการสำรวจทั้งสองควบคู่กันได้ ซึ่งจะทำให้ได้ผลการประมาณความหนาแน่นของกองมูลที่แม่นยำกว่าการใช้เส้นสำรวจแบบเดิมเพียงอย่างเดียว เนื่องจากการเดินสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้มากกว่า เมื่อมีสมาชิกทีมสำรวจเท่ากัน (Walsh & White 1999; Walsh et al. 2001)

การเดินสำรวจตามเส้นทางธรรมชาติอีกแบบคือ travel recce ซึ่งถูกใช้อย่างแพร่หลายในประเทศแถบแอฟริกากลางเพื่อเก็บข้อมูลขณะทีมสำรวจเดินจากปลายเส้นสำรวจหนึ่งไปสู่จุดเริ่มต้นของเส้นสำรวจต่อไป ข้อมูลที่เก็บได้แก่ อัตราการพบกองมูล ร่องรอยช้างป่า ซากช้าง การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่า และร่องรอยมนุษย์ ทิศทางเส้นสำรวจของ travel recce นั้นไม่เคร่งครัด สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามเส้นสำรวจแหล่งน้ำและภัยคุกคามจากมนุษย์ต่อช้างและสัตว์ป่าอื่นๆ อย่างไรก็ตามวิธีนี้ไม่สามารถนำมาใช้ในการสำรวจกองมูลช้างได้





บันทึก

บันทึก





บันทึก

## บันทึก