เทคนิคการศึกษาช้างป่า: ส่วนที่ 2. ประมาณประชากรจากกองมูล

Technique for studying Elephant: Part II Dung Cout

ไสว วังหงษา (Sawai Wanghongsa)
กัลยาณี บุญเกิด (Kalyanee Boonkird)

คำนำ

ในเทคนิคการศึกษาช้างป่า ส่วนที่ 1 ได้กล่าวถึงการศึกษาโครงสร้างทางประชากรของช้างป่า (ไสว และกัลยาณี, 2548) ที่สามารถทำการศึกษาได้ 3 วิธี คือ ศึกษาจากการพบตัวโดยตรง ศึกษาจากรอยเท้า และศึกษาจากกองมูล รูปแบบโครงสร้างทางประชากรที่ได้สามารถที่จะทำนายแนวโน้มทางประชากรของช้างป่าในพื้นที่นั้นไดเป็นอย่างดี ในส่วนที่ 2 จะกล่าวถึงเทคนิคการประมาณประชากรช้างป่าจากการนับกองมูล ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน เป็นวิธีการที่ใช้คนไม่มาก และเป็นวิธีการที่ประหยัดงบประมาณ สามารถทำซ้ำในพื้นที่ได้ ดังนั้นจำนวนประชากรที่ได้จากการสำรวจซ้ำในพื้นที่เดียวกัน จึงเป็นข้อมูลแนวโน้มประชากรที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะช่วยสนับสนุนรูปแบบโครงสร้างทางประชากรที่ได้จากการศึกษาในส่วนที่ 1.

การประมาณประชากรช้างป่าจากกองมูลเป็นวิธีการที่ได้มีการพัฒนามาจากการศึกษาประชากรกวางในทวีปอเมริกาเหนือ โดยการศึกษาจากความหนาแน่นของมูลที่พบในพื้นที่สำรวจ ซึ่งมีหลักการอยู่ว่าความหนาแน่นของกองมูลที่พบในพื้นที่สัมพันธ์กับจำนวนประชากรกวางป่า สำหรับการพัฒนาวิธีการสำรวจเพื่อใช้กับช้างป่านั้น ได้ทดลองดำเนินการในทวีปแอฟริกาในช่วงปลายทศวรรษที่ 1970 โดย Wing and Buss (1970) และได้มีข้อเสนอว่าเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่จะใช้กับพื้นที่ป่าที่มีขนาดไม่เกิน 3,000 ตารางกิโลเมตร (Jachmann and Bell, 1979) ต่อมาได้มีการนำมาทดลองใช้ในเอเชีย โดยเฉพาะในอินเดีย จนกระทั่งได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการคำนวณหาประชากรโดย Dawson and Dekker (1992) การสำรวจช้างป่าทางอ้อมด้วยการศึกษาจากกองมูลนั้นมี parameter อยู่ 3 ตัวที่จำเป็นในการคำนวณประชากร parameter ทั้ง 3 ได้แก่

1. ความหนาแน่นของกองมูล

ความหนาแน่นกองมูล สามารถศึกษาได้จากวิธีการ Line Transect Method, Strip method และ Quadrant Method คู่มือนี้จะขอกล่าวถึงการศึกษาด้วยวิธี Line Transect Method ที่ได้มีการใช้กันในประเทศไทยที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง (Srikrachang and Sukmasuang, 1996) และในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, ข้อมูลไม่ได้เผยแพร่; ไสว, 2547ก, 2547ข)

ฐานคิด (Assumptions)

การสำรวจกองมูลช้างป่าโดยวิธี Line Transect นั้นมีฐานคิดเบื้องต้นดังนี้

1. เส้นสำรวจต้องเป็นเส้นตรง (ห้ามเดินตามทางด่านสัตว์)
2. ต้องบันทึกกองมูลทุกกองที่มองเห็นเมื่ออยู่บนเส้นสำรวจ (ห้ามเลือกบันทึกกองมูลที่พบ)
3. การเห็นกองมูลต้องเป็นอิสระจากกัน (ห้ามเดินออกนอกเส้นสำรวจเพื่อค้นหากองมูล)
4. การวัดระยะต้องแน่นอน (ห้ามประมาณหรือคาดคะเน)

การวางแผนการสำรวจ

1. จำนวนเส้นสำรวจต้องไม่น้อยกว่า 10 เส้น (ดูข้อ 3) แต่ละเส้นยาวไม่น้อยกว่า 2 กิโลเมตร และควรเป็นเส้นสำรวจถาวร เพื่อการติดตามการเปลี่ยนแปลงประชากรช้างป่า

2. เส้นสำรวจแต่ละเส้นต้องไม่ตัดขวางกัน

3. เส้นสำรวจต้องผ่านพื้นที่ป่าประเภทต่างๆที่พบในพื้นที่ โดยมีสัดส่วนที่สัมพันธ์กัน คือป่าประเภทใดมีมากเส้นสำรวจและระยะสำรวจต้องมากตามไปด้วย จำนวนเส้นสำรวจในแต่สภาพป่าต้องสัมพันธ์กับหลักการวางแผนการทดลอง ตาม จรัญ (2534) ดังนี้

$$t(r-1) > 9$$

t คือ treatment ในที่นี้คือสภาพป่า

r คือ replicate ในที่นี้คือจำนวนเส้นสำรวจ

เมื่อนำค่า parameter ต่างๆที่เก็บรวบรวมได้จากเส้นสำรวจมาคำนวณทางสถิติ จะทำให้ได้ค่าองศาอิสระ (degree of freedom, df) มากกว่า 9 จะส่งผลให้การแปลความหมายผลลัพย์ที่ได้ถูกต้องแม่นยำตามหลักการทางสถิติ

ตัวอย่างเช่น สมมุติว่าป่าแห่งหนึ่ง มีสภาพป่า 3 ประเภทคือ ป่าดิบแล้ง ป่าดิบชื้น และป่าเบญจพรรณ ในอัตราส่วน 30 30 และ 40% ดังนั้นในป่าแต่ละประเภทควรมีเส้นสำรวจไม่น้อยกว่า 4 เส้นๆละไม่ต่ำกว่า 2 กิโลเมตร ระยะทางรวมกันในแต่ละสภาพป่าคิดเป็น 30 30 และ 40% ของระยะทางเส้นสำรวจรวมกันทั้งหมด ซึ่งจากตัวอย่างนี้เส้นสำรวจทั้งหมดจะยาวรวมกันไม่ต่ำกว่า 24 กิโลเมตร ส่วนความยาวของเส้นสำรวจสุทธิจะเป็นเท่าไรนั้นต้องดูจากค่าความแปรปรวนร่วม (Covariance) ซึ่งได้เสนอวิธีคิดไว้แล้วในภาคผนวกที่ 2

4. ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการสำรวจคือช่วงเวลาที่มูลช้างป่ามีอัตราการย่อยสลายที่น้อยมาก ซึ่งตรงกับช่วงปลายฤดูแล้ง

5. กองมูลที่พบจากการสำรวจแต่ละครั้งต้องไม่ต่ำกว่า 200 กอง เพื่อให้ผลลัพย์ที่ได้จากการคำนวณประชากรมีค่าความแปรปรวนร่วม (Covariance) น้อย ส่งผลให้การคำนวณประชากรถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น

การสำรวจ

1. ในขณะเดินสำรวจตามเส้นสำรวจต้องบันทึกมูลช้างป่าทุกกองที่มองเห็นจากเส้นสำรวจ และวัดระยะตั้งฉากจากศูนย์กลางของมูลมายังแนวเส้นสำรวจ โดยวัดให้ละเอียดมากที่สุด ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้เทปวัดระยะทาง

2. นับจำนวนก้อนในกองมูลที่พบเท่าที่จะนับได้หรือเท่าที่สามารถระบุได้ เนื่องจากบางครั้งมูลที่พบเก่ามาก การระบุจำนวนก้อนอาจมีปัญหา

3. บันทึกสภาพของมูลที่พบ โดยแบ่งสภาพของมูลออกเป็น 5 ระดับ ตาม Dawson and Dekker (1992) คือ A, B, C1, C2 และ D ดังนี้

A คือลักษณะของกองมูลใหม่ สด มีกลิ่น เป็นเมือก และมูลแต่ละก้อนอยู่ในสภาพสมบูรณ์ไม่แตกออกจากกัน

B คือเป็นลักษณะของกองมูลที่แต่ละก้อนมีสภาพสมบูรณ์ไม่แตกจากกัน แต่มีลักษณะแห้งและไม่มีกลิ่น

C1 คือลักษณะของกองมูลที่กว่าร้อยละ 50 ของมูลแต่ละก้อนยังคงมีสภาพสมบูรณ์ไม่แตกออกออกจากกัน ไม่ว่ากองมูลนั้นจะใหม่หรือเก่า

C2 คือลักษณะของกองมูลที่มูลแต่ละก้อนแตกออกจากกันมากกว่าร้อยละ 50 ไม่ว่ากองมูลนั้นจะใหม่หรือเก่า

D คือลักษณะของกองมูลที่มูลทุกก้อนแตกออกจากกัน และ/หรือกองมูลนั้นยุบตัว ไม่ว่ากองมูลนั้นจะใหม่หรือเก่า

4. เนื่องจากช้างเป็นสัตว์ที่กินไป เดินไป ถ่ายไป บางครั้งมูลที่ถ่ายมีลักษณะกระจาย มูลที่พบเพียงก้อนเดียวหากอยู่ในรัศมี 10 เมตร ให้ถือว่ามูลก้อนนั้นเป็นของกองมูลที่อยู่ในรัศมีนั้น

5. บันทึกระยะทางบนเส้นสำรวจที่พบกองมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ระยะทางที่เพียงพอแก่ความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ในขณะที่ทำการสำรวจควรมีการตรวจสอบความแปรปรวนร่วม (covariance, CV) ของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในแต่ละเส้น เพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยทางทฤษฎีแล้ว CV จะต้องมีค่าไม่เกิน 10% แต่สามารถขยายได้ถึงและเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปที่ 20% หากค่า CV สูงกว่านี้ ควรทำการเพิ่มระยะทางสำรวจ การเพิ่มระยะทางสำรวจควรเพิ่มโดยการเพิ่มเส้นสำรวจใหม่ มากกว่าการที่จะเพิ่มระยะทางจากเส้นสำรวจที่มีอยู่แล้ว หรือการเพิ่มด้วยการเดินสำรวจซ้ำในเส้นสำรวจเดิม อย่างไรก็ตามหาก เส้นสำรวจมีความยาวมาก สามารถลดค่า CV ได้ โดยการแบ่งเส้นสำรวจที่ยาวออกเป็นช่วงๆ ก็จะทำให้ค่า CV ต่ำได้เช่นกัน และการตัดระยะที่พบกองมูลไกลสุดทิ้ง 5% ก็จะช่วยให้ค่า CV ต่ำลงได้ การคำนวณค่า CV สามารถกระทำได้โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เฉพาะกิจที่พัฒนาเพื่อการศึกษาช้างป่าโดยเฉพาะ อันได้แก่โปรแกรม ELEPHANT (Dawson and Dekker, 1992) หรือกระทำโดยการใช้เครื่องคิดเลข ตามตัวอย่างในตารางที่ 3.

2. ความหนาแน่นกองมูล เมื่อได้ค่า Covariance ที่ต่ำกว่า 20% แล้วให้นำข้อมูลระยะตั้งฉากจากศูนย์กลางกองมูล มายังจุดกึ่งกลางเส้นสำรวจของมูลทุกกอง มาคำนวนหาความหนาแน่นกองมูล ซึ่งสามารถกระทำได้โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ELEPHANT (Dawson and Dekker, 1992) ที่ได้นำเสนอวิธีการใช้โปรแกรมพื่อคำนวณความหนาแน่นไว้แล้วในตารางที่ 1

3. ระยะต่างๆของมูลที่พบ ให้นำสภาพของมูลทุกกองที่พบมารวมกลุ่มกันโดยมูลที่มีสภาพเดียวกันจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ก็จะได้สัดส่วนสภาพของมูลที่พบทั้งหมด โดยมีฐานคิดอยู่ที่ว่าถ้าพื้นที่นั้นมีช้างมาก หรือพื้นที่นั้นเป็นพื้นที่ที่ช้างใช้ประโยชน์มาก สภาพของมูลในระยะ A และ B จะพบมากตามไปด้วย เพราะระยะ A

คือมูลที่ช้างถ่ายออกมาไม่เกิน 1.42 วัน และระยะ B เป็นมูลช้างที่ถ่ายออกมาไม่เกิน 41.66 วัน สำหรับมูลช้างป่าที่ถ่ายในช่วงฤดูแล้ง และระยะ A คือมูลที่ช้างถ่ายอออกมาไม่เกิน0.76 วัน และระยะ B เป็นมูลช้างที่ถ่ายออกมาไม่เกิน 2.03 วัน สำหรับมูลช้างป่าที่ถ่ายในช่วงฤดูฝน (ไสว, 2547ก, 2547ข)

2. อัตราการย่อยสลาย

Parameter ตัวที่ 2 ที่ใช้ประกอบในการศึกษาประชากรช้างป่าด้วยวิธีการศึกษากองมูลนั้นได้แก่อัตราการย่อยสลายของมูลช้างป่า การย่อยสลายมูลเป็นขบวนการที่ทำให้มูลช้างป่าที่ถ่ายออกมาหายไปจากถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่า ระยะเวลาที่มูลจะหายไปจากระบบขึ้นอยู่กับฤดูกาล และสถานที่ ซึ่งมีปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีชีวิต เช่นแมลง เชื้อรา สัตว์กินแมลง และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ไม่มีชีวิต เช่น แสง น้ำฝน ความชื้น แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ รวมถึงการรบกวนจากมนุษย์ ดังนั้นการศึกษาอัตราการย่อยสลายจึงควรดำเนินการในพื้นที่ที่ทำการศึกษาประชากรช้างป่าด้วยการศึกษาจากกองมูล โดยมีวิธีการศึกษาอัตราการย่อยสลายดังนี้

วิธีการเก็บข้อมูล

1. ค้นหากองมูลช้างป่าที่ถ่ายใหม่ โดยอาศัยข้อมูลการพบเห็นช้างป่าในพื้นที่เป็นหลัก โดยเมื่อช้างเดินหรือเข้ามาหากินในบริเวณพื้นที่ศึกษา ให้ทำการเก็บข้อมูลทันที ด้วยการบันทึกจำนวนมูลแต่ละกองที่พบ วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของมูลทุกก้อนที่อยู่ในสภาพสมบูรณ์ของมูลทุกกอง โดยการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวของมูลแต่ละก้อน จะวัดบริเวณที่กว้างหรือยาวที่สุด แล้วติดหมายเลขมูลแต่ละกองที่ทำการศึกษาเพื่อป้องกันความสับสน ในขณะทำการวัดห้ามมีการเคลื่อนย้ายมูลโดยเด็ดขาด เพราะการเคลื่อนย้ายเป็นการเปลี่ยนถิ่นอาศัยในระดับจุลภาค (Micro-habitats) ของมูลช้างป่า ที่จะส่งผลให้อัตราการย่อยสลาย คลาดเคลื่อนไปจากความจริง การศึกษาอัตราการย่อยสลายให้ถือว่าข้อมูลที่เกียวกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของมูลและความยาว เป็นเพียงข้อมูลเสริม ที่จะทำการศึกษาหรือไม่ก็ได้เท่านั้น แต่การย่อยสลายเป็นหัวใจสำคัญของการศึกษาการย่อยสลาย ดังนั้นการกระทำใดๆก็ตามที่เกิดจากนักวิจัยที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของมูลจึงควรหลีกเลี่ยง เพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นไปตามธรรมชาติจริงๆ จะทำให้ เมื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาประชากรแล้วได้ตัวเลขที่เป็นไปตามธรรมชาติ

2. เนื่องจากช้างเป็นสัตว์ที่กินไป เดินไป และถ่ายไป บางครั้งมูลที่พบอาจเรี่ยราด หากมูลก้อนใดที่อยู่ในรัศมี 10 เมตร ให้ถือว่ามูลก้อนนั้นเป็นสมาชิกของมูลกองนั้น

3. ทำการติดตามตรวจเช็คการย่อยสลายของมูลทุกกองที่มีหมายเลขเป็นช่วงๆอย่างต่อเนื่องเช่นทุก 3 วัน และ 4 วันสลับกัน หรือทุกๆ 7 วัน ถ้าช่วงติดตามตรวจเช็คยิ่งสั้นข้อมูลก็จะละเอียดมาก และเพื่อความสะดวกในการนับอายุของมูลแต่ระยะ (stage) การติดตามในแต่ละครั้งควรเป็นเลขคี่ เช่นทุกๆ 3 วัน หรือ 7 วัน เป็นต้น ในการติดตามแต่ละครั้ง ให้บันทึกลักษณะของมูลแต่ละกอง ที่ทำการศึกษาเหมือนเช่นที่ Dawson and Dekker (1992) แนะนำไว้ดังนี้

ตารางที่ 1. วิธีการคำนวณค่าความแปรปรวนร่วม

เส้นสำรวจที่	n_i	l_i	$\frac{n_i}{l_i}$	$\frac{N}{L}$	$\left(\frac{n_i}{l_i}-\frac{N}{L}\right)^2$	$r-1$	$\frac{(r-1)}{l_i}$	$\frac{\left(\frac{n_i}{l_i}-\frac{N}{L}\right)^2}{\frac{(r-1)}{l_i}}$
1	22	4.45	4.9438	4.21	0.5435	9	2.0225	0.2687
2	21	6.2	3.3871	4.21	0.6716	9	1.4516	0.4626
3	40	6.8	5.8824	4.21	2.8082	9	1.3235	2.1217
4	108	27.7	3.8989	4.21	0.0947	9	0.3249	0.2914
5	26	5.65	4.6018	4.21	0.1562	9	1.5929	0.0980
6	47	6	7.8333	4.21	13.1532	9	1.5000	8.7688
7	7	6.2	1.1290	4.21	9.4714	9	1.4516	6.5247
8	51	5.6	9.1071	4.21	24.0154	9	1.6071	14.9429
9	0	6.55	0.0000	4.21	17.6955	9	1.3740	12.8784
10	16	5.2	3.0769	4.21	1.2762	9	1.7308	0.7373
$r=10$	$N=338$	$L=80.35$					รวม	47.0946

<u>ตัวอย่าง</u> ในการสำรวจประชากรช้างป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ด้วยการศึกษาความหนาแน่นกองมูล ตามเส้นสำรวจจำนวน (r) 10 เส้น ระยะทางรวมกันทั้งสิ้น (L) 80.35 กิโลเมตร พบกองมูลทั้งสิ้น (N) 338 กอง รายละเอียดความยาวเส้นสำรวจแต่ละเส้น และจำนวนกองมูลที่พบในแต่ละเส้นแสดงไว้ในตาราง ซึ่งคำนวณค่าความแปรปรวนร่วมจากวิธีของ Dawson and Dekker (1992) ได้ดังนี้

$$Var(n) = L \sum \frac{\left(\frac{n_i}{l_i}-\frac{N}{L}\right)^2}{\frac{(r-1)}{l_i}}$$

$$Var(n) = 80.35 \times 47.0946$$

$$Var(n) = 3784.0511$$

$$CV(n) = \frac{\sqrt{Var(n)}}{N}$$

$$CV(n) = \frac{\sqrt{3784.0511}}{338}$$

$$CV(n) = 0.1820$$

$$\%CV(n) = 18.20$$

∴ การศึกษาครั้งนี้มีค่าความแปรปรวนร่วมเท่ากับ 18.20%

Stage A คือลักษณะของกองมูลใหม่ สด มีกลิ่น เป็นเมือก และมูลแต่ละก้อนอยู่ในสภาพสมบูรณ์ไม่แตกออกจากกัน

Stage B คือเป็นลักษณะของกองมูลที่แต่ละก้อนมีสภาพสมบูรณ์ไม่แตกจากกัน แต่มีลักษณะแห้ง และไม่มีกลิ่น

Stage C1 คือลักษณะของกองมูลที่กว่าร้อยละ 50 ของมูลแต่ละก้อนยังคงมีสภาพสมบูรณ์ไม่แตกออกออกจากกัน ไม่ว่ากองมูลนั้นจะใหม่หรือเก่า

Stage C2 คือลักษณะของกองมูลที่มูลแต่ละก้อนแตกออกจากกันมากกว่าร้อยละ 50 ไม่ว่ากองมูลนั้นจะใหม่หรือเก่า

Stage D คือลักษณะของกองมูลที่มูลทุกก้อนแตกออกจากกัน และ/หรือกองมูลนั้นยุบตัว ไม่ว่ากองมูลนั้นจะใหม่หรือเก่า

Stage E คือลักษณะของกองมูลที่ไม่มีร่องรอยของมูลหลงเหลืออยู่

4. มูลช้างป่าที่ทำการศึกษาอัตราการย่อยสลายต้องไม่น้อยกว่า 50 กอง (Dawson and Dekker, 1992) โดยทั่วไปแล้วอัตราการย่อยสลายของมูลช้างป่ามีความแปรปรวนสูงมาก ดังนั้นจำนวนมูลที่ทำการศึกษายิ่งมากยิ่งใกล้เคียงกับธรรมชาติ จากการศึกษาและติดตามมูลช้างป่าในฤดูแล้งจำนวน 121 กอง และฤดูฝนจำนวน 120 กอง พบว่ามีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of variation, CV) ที่สูงมาก กล่าวคือฤดูแล้งมีค่า 25.34% และฤดูฝนมีค่า 40.34% (ไสว, 2547ก:18, 2547ค:70) ในทางปฏิบัติค่า CV ควรจะต่ำกว่า 20% ซึ่งสามารถทำได้โดยการเพิ่มจำนวนกองมูลให้มากขึ้น ฤดูแล้งต้องไม่น้อยกว่า 150 กอง และฤดูฝนต้องไม่น้อยกว่า 200 กอง

5. ทำการศึกษา ติดตามและตรวจสอบมูลแต่ละกองไปจนกระทั่งถึงระยะ หรือ Stage E ซึ่งเป็นระยะสิ้นสุดการย่อยสลายของมูลกองนั้น

6. ในการศึกษาการย่อยสลายของมูลช้างป่าควรดำเนินการ บันทึกอุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝนทุกวันตั้งแต่เริ่มทำการศึกษาอัตราการย่อยสลายมูลช้างป่าไปพร้อมๆกัน หากไม่สามารถดำเนินการได้ให้ใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ใกล้ที่สุด

<u>การนำเสนอข้อมูล</u>

1. ช่วงเวลาที่มูลเปลี่ยนระยะ เนื่องจากการติดตามตรวจสอบมูลทุกกองไม่สามารถกระทำได้ทุกวัน ดังนั้นวันที่มูลเปลี่ยนระยะจึงอยู่กึ่งกลางระหว่างวันที่ตรวจเช็คครั้งที่แล้วกับวันที่ตรวจเช็คค่าสุด เช่นจากวันที่ 2 มกราคม มูลอยู่ในระยะ C1 แต่พอตรวจเช็คครั้งต่อไปวันที่ 9 มกราคม ที่เป็นการตรวจเช็คตามปกติทุกๆ 7 วัน มูลเปลี่ยนสภาพไปเป็นระยะ C2 แล้ว ดังนี้ให้ถือว่าวันที่มูลเปลี่ยนระยะเกิดขึ้นตรงช่วงกึ่งกลางของช่วงเวลาแห่งการตรวจเช็คทั้ง 2 ครั้ง (MacIvor, *et al*., 1990; Steenhof and Kochert, 1982; Barnes *et al*. 1997) ซึ่งในที่นี้ให้ถือว่ามูลมีการเปลี่ยนสภาพจากระยะ C1 ไปเป็น ระยะ C2 ในวันที่ 5 มกราคม จะทำให้สามารถคำนวณเวลาของมูลที่อยู่ในระยะ C1 ได้ง่ายขึ้นเป็นต้น จากหลักการดังกล่าวทำให้สามารถคำนวณช่วงเวลาที่มูลช้างป่าทุกกองอยู่ในระยะต่างๆได้ ซึ่งหลังจากเสร็จสิ้นโครงการแล้ว เมื่อพบมูลช้างป่าจะสามารถบอกอายุของมูลได้ทันที ตัวอย่างอายุของมูลช้างป่าในระยะต่างๆที่ทำการศึกษาในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนแสดงไว้ในตารางที่ 2 (ไสว, 2547ก, 2547ค).

ตารางที่ 2. จำนวนวันเฉลี่ยที่มูลช้างป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนอยู่ในช่วงระยะเวลาต่างๆ ในฤดูฝน (120 กอง) และฤดูแล้ง (121 กอง)

ระยะ	ฤดูแล้ง (วัน)	ฤดูฝน (วัน)
A ถึง B	1.42	0.76
B ถึง C1	41.66	2.03
C1 ถึง C2	44.97	13.39
C2 ถึง D	43.31	24.40
D ถึง E	57.20	38.72

จากตารางที่ 2. สามารถนำไปใช้ระบุอายุของมูลช้างป่าที่พบในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนได้ โดยสมมุติว่าในขณะที่ทำการสำรวจสัตว์ป่าแล้วเดินไปพบกองมูลช้างป่าที่อยู่ในระยะ D สามารถระบุได้ว่ามูลช้างป่ากองนี้เป็นมูลของช้างที่ถ่ายออกมาในช่วง 131-170 วัน หากเป็นการสำรวจในช่วงฤดูแล้ง หรือมูลช้างป่ากองนี้เป็นมูลของช้างป่าที่ถ่ายออกมาในช่วง 40-79 วันที่ผ่านมา หากการสำรวจสัตว์ป่านั้นกระทำในช่วงฤดูฝน เป็นต้น หรือตัวอย่างเช่น พื้นที่บริเวณใดที่มีมูลช้างป่าในระยะ B มาก แสดงว่าช้างได้เข้ามาใช้ในพื้นที่นั้นในช่วงไม่เกิน 3 วันสำหรับการสำรวจในฤดูฝน หรือไม่เกิน 42 วัน สำหรับการสำรวจในฤดูแล้ง เหล่านี้เป็นต้น

2. อัตราการย่อยสลายมูลในแต่ละวัน การหาอัตราการย่อยสลายมูลในแต่ละวันสามารถดำเนินการโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปที่พัฒนามาเพื่อการศึกษาด้านนี้โดยเฉพาะอันได้แก่ โปรแกรม ELEPHANT (Dawson and Dekker, 1992) ที่ได้นำเสนอวิธีการใช้โปรแกรมเพื่อคำนวณหาอัตราการย่อยสลายไว้แล้วในภาคผนวกที่ 4. หรือสามารถดำเนินการ โดยใช้เครื่องคิดเลขซึ่งได้แสดงไว้ให้ดูแล้วในภาคผนวกที่ 5. หากต้องการความรวดเร็วก็สามารถกระทำได้โดยการคำนวณดังนี้

$$MDR = \frac{1}{D}$$

MDR = อัตราการย่อยสลายต่อวัน (Mean Decay Rate)

D = ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาที่มูลทุกกองสลายหมด

ตัวอย่างเช่น จากการศึกษาอัตราการย่อยสลายของมูลช้างป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ช่วงฤดูแล้งจำนวน 121 กอง พบว่าโดยเฉลี่ยมูลช้างป่าย่อยสลายหมดภายในระยะเวลา 169.54 วัน ดังนั้นอัตราการย่อสลายต่อวันเท่ากับ $\frac{1}{169.54}$ หรือ 0.006 กองต่อวัน

3. หากมีการวัดขนาดของมูลทุกก้อนที่สามารถวัดได้ ก็จะทำให้ทราบว่ามูลที่ศึกษาเป็นมูลของช้างป่าในกลุ่มใดบ้าง โดยขนาดของมูลช้างป่าสัมพันธ์กับอายุ (Jachman and Bell, 1984) ดังตารางที่ 3.

ตารางที่ 3. ความสัมพันธุ์ระหว่างอายุของช้างและเส้นผ่าศูนย์กลางของมูล

ชั้นอายุ	อายุ	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของมูล (ซม.)
ลูกช้างเล็ก (calves)	< 1 ปี	<6.65

ลูกช้างโต (juveniles)	1-5 ปี	6.65 - 10.04
ช้างวัยรุ่น (Sub-adults)	5-15 ปี	10.04 - 13.29
ช้างวัยเจริญพันธุ์ (Adults)	> 15 ปี	>13.29

เนื่องจากธรรมชาติของมูลที่ช้างที่ถ่ายออกมานั้น มูลก้อนแรกจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ใหญ่สุดแล้ว จะค่อยๆเล็กลง จนถึงมูลก้อนสุดท้ายจะมีขนาดเล็กสุด (Benedict, 1936) ดังนั้น ในการที่จะระบุอายุของช้างจากมูลนั้น ให้นำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของมูลในแต่ละกองมาเรียงลำดับจากน้อยไปหามากหรือจากมากไปหาน้อยก็ได้ แล้วใช้ค่ามัธยฐาน (Median) ในการกำหนดอายุของช้างที่ถ่ายมูลออกมานั้น ตัวอย่างเช่น มูลช้างป่ากองหนึ่งมีจำนวน 6 ก้อน สามารถวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางได้เพียง 5 ก้อน อีกหนึ่งก้อนแตกเมื่อหล่นลงมา เส้นผ่าศูนย์กลางของมูลทั้ง 5 ก้อนมีขนาดดังนี้ 10.5, 12.3, 15.1, 17.8 และ 17.9 ดังนี้ ค่ามัธยฐานของมูลกองนี้มีค่าเท่ากับ 15.1 ดังนั้น มูลกองนี้จึงเป็นมูลของช้างในกลุ่มช้างวัยเจริญพันธุ์ เหล่านี้เป็นต้น

ฉะนั้นการศึกษาอัตราการย่อยสลายของมูลช้างป่าจึงควรดำเนินการกับมูลของช้างป่าที่หลากหลายชั้นอายุ และให้ครอบคลุมทุกช่วงฤดูกาล เพื่อให้การประเมินประชากรช้างป่าแม่นยำยิ่งขึ้น เนื่องจากช้างป่าในแต่ละชั้นอายุ มีความแตกต่างกันทั้งทางสรีระและขบวนการภายในร่างกาย ที่ส่งผลถึงลักษณะและความต้องการของด้านอาหารที่แตกต่างกัน ทั้งทางด้านอายุและฤดูกาล ทำให้เกิดความแตกต่างในอัตราการย่อยสลายมูล การศึกษาอัตราการย่อยสลายกองมูลช้างป่าที่ครอบคลุมมูลของช้างในทุกชั้นอายุและฤดูกาล เมื่อนำผลที่ได้มาประเมินประชากร จะทำให้ได้จำนวนประชากรที่ถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้นกว่าการที่เลือกศึกษาอัตราการย่อยสลายเฉพาะมูลของช้างป่ากลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะ ที่ย่อมส่งผลให้การคำนวณประชากรคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง

3. อัตราการถ่ายมูล

อัตราการถ่ายมูลช้างป่าเป็น parameter ตัวหนึ่งที่มีความแปรปรวนมาก ทั้งระหว่างชั้นอายุ เพศ สถานที่ และฤดูกาล นอกจากนี้การศึกษาและติดตามกระทำได้ได้ค่อนข้างลำบากกว่า parameter ตัวอื่น โดยเฉพาะการศึกษาติดตามกับช้างป่า เนื่องจากความสับสนและยุ่งยากลำบากหากการติดตามนั้นกระทำกับฝูงช้างป่า แต่จะลดปัญหาลง หากทำการศึกษาติดตามกับช้างโทน แต่ข้อมูลกับสัตว์ในช่วงอายุอื่นจะขาดหายไป ทางแก้ทางหนึ่งที่นิยมนำมาใช้กันคือการศึกษากับช้างเลี้ยงที่ปล่อยให้กินอาหารตามธรรมชาติ ที่สามารถทำการศึกษาและติดตามได้ทั้งช้างเล็กและช้างโต และสามารถทำการติดตามได้ตลอดทั้ง 24 ชั่วโมง เป็นเวลาต่อเนื่องกันได้หลายวัน การศึกษาอัตราการถ่ายมูลของช้างสามารถดำเนินการได้ดังนี้

1. เลือกช้างที่จะทำการศึกษาโดยต้องเป็นช้างที่อยู่ในสภาพกึ่งเลี้ยงกึ่งปล่อยให้กินอาหารในธรรมชาติ ที่มีสภาพใกล้เคียงพื้นที่ที่จะนำข้อมูลไปใช้ เช่นหากเป็นการศึกษาประชากรช้างป่าในพื้นที่ป่าดิบแล้ง ช้างเลี้ยงที่ทำการศึกษาอัตราการถ่ายมูลก็ควรที่จะเลี้ยงให้หากินอยู่ในพื้นที่ป่าดิบแล้งด้วยเช่นกัน เพื่อลดความแตกต่างระหว่างอาหารที่ช้างเลี้ยงและช้างป่ากิน ช้างที่ทำการศึกษาต้องหลากหลายทั้งอายุ และเพศ

2. วางแผนช่วงระยะเวลาในการเก็บข้อมูลโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่าง Treatment และ Replicate เพื่อการเปรียบเทียบและสรุปผลในเชิงสถิติดังนี้

$$t(r-1) > 9$$

t คือ treatment ในที่นี้คือจำนวนตัวของช้าง

r คือ replicate ในที่นี้คือจำนวนวันที่ทำการศึกษา

จากความสัมพันธ์ดังกล่าว สมมุติว่าทำการศึกษาอัตราการถ่ายมูลของช้างเลี้ยง จำนวน 2 เชือก เพศผู้และเพศเมีย ระยะเวลาในการติดตามควรไม่น้อยกว่าเชือกละ 6 วัน

3. ควรแบ่งช่วงเวลาในการศึกษาติดตามออกเป็น 2 ช่วงคือช่วงเวลากลางวันระหว่าง 06.00-18.00น และช่วงเวลากลางคืนระหว่าง 18.00-06.00น.

4. ช่วงเวลากลางวันเมื่อช้างถ่ายมูลออกมาให้บันทึกเวลา นับจำนวนก้อน วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และความยาว ของมูลที่ช้างแต่ละตัวถ่ายมูลออกมาทุกครั้ง แล้วนำมูลแต่ละก้อนไปชั่งน้ำหนัก เมื่อนำมารวมกันจะได้น้ำหนักของมูลที่ช้างถ่ายออกมาในแต่ละครั้ง มูลที่ผ่านกระบวนการวัดแล้ว ให้ทำเครื่องหมายไว้เพื่อป้องกันความสับสน

5. ช่วงเวลากลางคืน หากเป็นไปได้ควรดำเนินการเฝ้าเช่นเดียวกันกับช่วงเวลา 06.00-18.00น หากไม่สามารถดำเนินการในช่วงเวลาดังกล่าวได้ ให้ดำเนินการวัดและนับจำนวนก้อน ของมูลทุกกองที่ถ่าย ในตอนกลางวัน ซึ่งในช่วงนี้ข้อมูลที่จะขาดหายไปคือเวลาที่ช้างถ่ายมูลออกมาเท่านั้น

6. นำมูลที่ได้ในแต่ละวันมาหาค่าเฉลี่ยอัตราการถ่ายมูล น้ำหนักเฉลี่ยที่ช้างถ่ายมูลออกมาในแต่ละครั้ง จำนวนก้อนที่ช้างถ่ายมูลออกมาในแต่ละครั้ง และขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของมูลที่ช้างถ่ายออกมา ซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบโดยอาศัยหลักการทางสถิติขั้นพื้นฐานช่วยในการอธิบายได้เช่นกัน

4. การคำนวณหาความหนาแน่นประชากรช้างป่า

หลังจากที่ได้ค่า parameter ทั้ง 3 ค่าตามวิธีการดังกล่าวข้างต้นแล้ว สามารถนำค่าเหล่านี้มาคำนวณหาความหนาแน่นของช้างป่าได้โดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนามาเพื่อการศึกษาช้างป่าโดยเฉพาะ ได้แก่โปรแกรม ELEPHANT (Dawson and Dekker, 1992) หรือสามารถดำเนินการโดยใช้เครื่องคิดเลขได้จากสูตรดังนี้

$$E = \frac{DxR}{Y}$$

E = ความหนาแน่นของประชากรช้างป่า (ตัวต่อตารางกิโลเมตร)

D = ความหนาแน่นกองมูล (กองต่อตารางกิโลเมตร)

R = อัตราการย่อยสลาย

Y = อัตราการถ่ายมูล

5. ตัวอย่างการสำรวจช้างป่าจากกองมูล

5.1 SriKrachang and Sukmasuang (1996) สำรวจประชากรช้างป่าจากกองมูล ตลอดลำห้วยขาแข้ง ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ระยะทาง 151.75 กิโลเมตร จากเส้นสำรวจ 76 เส้น พบมูลช้างป่าทั้งสิ้น 1259 กอง คำนวณความหนาแน่นของช้างป่าได้เท่ากับ 0.61 ตัวต่อตารางกิโลเมตร (ตารางที่ 4)

5.2 ไสว (2547ก, 2547ข) สำรวจประชากรช้างป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน ระยะทาง 80.35 กิโลเมตร จากเส้นสำรวจ 10 เส้น พบมูลช้างป่าทั้งสิ้น 338 กอง คำนวณความหนาแน่นของช้างป่าได้เท่ากับ 0.623 ตัวต่อตารางกิโลเมตร (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4. เปรียบเทียบการศึกษาประชากรช้างป่า ด้วยวิธีการสำรวจจากกองมูลในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน

รายการ	เขตฯ ห้วยขาแข้ง	เขตฯเขาอ่างฤาไน
จำนวนกองมูล (กอง)	1259	338 กอง
ระยะทางที่สำรวจ (กิโลเมตร)	151.76	80.35
ความหนาแน่นกองมูล (กองต่อตารางกิโลเมตร)	982.99	667.508
95%Confidence Limits	±189.75	±297.563
95% Confidence Interval	793.239-1172.746	369.945-965.070
CV	9.85%	19.71%
อัตราการถ่ายมูล (กองต่อวัน)	12.5	13.5
อัตราการย่อยสลาย (กองต่อวัน)	0.0078	0.0126
ความหนาแน่นประชากรช้างป่า (ตัวต่อตารางกิโลเมตร)	0.61	0.623
95% Confidence Interval (ตัวต่อตารางกิโลเมตร)	0.45-0.78	0.345-0.901

จะเห็นได้ว่า กองมูลของช้างป่าสามารถใช้เป็นตัวคำนวณประชากรช้างป่าที่อาศัยอยู่ในพื้นที่นั้นได้ และหากมีการสำรวจซ้ำในพื้นที่ ก็จะทำให้ทราบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงประชากรช้างป่าในพื้นที่นั้นได้ เหมือนเช่นการศึกษาที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไนที่สำรวจประชากรช้างป่าจากกองมูลเมื่อปี 2537 และสำรวจซ้ำในปี 2544 พบว่ามีประชากรเพิ่มขึ้น จาก 0.247 ตัวต่อตารางกิโลเมตรในปี 2537 เป็น0.417 ตัวต่อตารางกิโลเมตร หรือเพิ่มขึ้น 68.83% หรือเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยปีละ 9.83% ดังนั้น ในพื้นที่ป่าที่เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของช้างป่าจึงควรทำการสำรวจประชากรช้างป่าจากกองมูล เพื่อประโยชน์ในการวางแผนการจัดการในพื้นที่ต่อไป โดยเฉพาะการการสำรวจซ้ำจะทำให้ทราบแนวโน้มประชากร เพื่อใช้เป็นฐานความรู้สำหรับการวางแผนการจัดการช้างป่าที่ถูกต้อง

เอกสารอ้างอิง (References)

จรัญ จันทลักขณา. 2534. สถิติ: วิธีการวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. บริษัทสำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด. กรุงเทพฯ.

ไสว วังหงษา. 2547ก. ประชากร และโครงสร้างทางประชากรของช้างป่าในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน. ฟักทอง กราฟฟิค & สกรีน. ปราจีนบุรี.

..... 2547ข. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรช้างป่า ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤาไน. ผลงานวิจัยและรายงานความก้าวหน้าของงานวิจัย ประจำปี 2546 หน้า 35-53.

.....2547ค. อัตราการย่อยสลายของมูลช้างป่า. ผลงานวิจัยและรายงานความก้าวหน้าของงานวิจัย ประจำปี 2546 หน้า 55-72.

..... และกัลยาณีบุญเกิด. 2548. เทคนิคการศึกษาช้างป่า: ส่วนที่ 1 โครงสร้างประชากร. ผลงานวิจัยและรายงานความก้าวหน้าของงานวิจัย ประจำปี 2547 (ฉบับนี้).

Barnes R.F.W.; B. Asanmoa-Boateng; J. Naada-Majam and J. Agyei-Ohemeng. 1997. Rainfall and the population dynamics of elephant dung-piles in the forests of southern Ghana. Afr. J. Ecol. 35, 39-52.

Benedict, F.G. 1936. The Physiology of the Elephant. Carnegie Institution of Washington Publication No. 474.

Dawson, S. and A.J.F.M. Dekker. 1992. Counting Asian Elephants in Forests. A Techniques Manual for Methods Endorsed at the International Workshop on Censusing Elephants in Forest. Mudumalai Wildlife Sanctuary, South India.

Jachmann, H. and R.H.V. Bell. 1979. The assessment of elephant numbers and occupance by means of droppings count in the Kasunga National Park, Malawi. Afr. J. Eco. 17, 231-239.

..... 1984. The use of elephant droppings in assessing numbers, occupance and age structure: a refinement of the method. Afr. J. Ecol. 22, 127-141.

MacIvor, L.H.; S.M. Melvin and C.R. Griffin. 1990. Effects of research activity on piping plover nest predation. J. Wildl. Manage. 54(3), 443-447.

Srikrachang, M. and R. Sukmasuang. 1996. Population structure and number of the Asian elephant in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand. Paper Presented to the 6th Meeting of he IUCN/SSC Asian Elephant Specialist Group. Bangkok, Thailand.

Steenhof, K. and M.N. Kochert. 1982. An evaluation of methods used to estimate raptor nesting success. J. Wildl. Manage. 46(4), 885-893.

Wing, L.D. and I.O. Buss. 1970. Elephants and forest. Wild. Monogr. 19