

**ปริมาณมูลค้างคาวปากย่น (*Tadarida plicata*) ที่สะสมอยู่ในถ้ำพระราม
เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าถ้ำเจ้าราม จังหวัดสุโขทัย**
(Guano accumulations at Tham Praran in Tham Chaoram Wildlife Sanctuary, Sokhothai province)

ไสว วังหงษา (Sawai Wanghongsas), กัลยาณี บุญเกิด (Kalyanee Boonkird),
พงษ์ศักดิ์ โคตรชมภู (Pongsak Khotchompoo), นราศักดิ์ บุญใหญ่ (Narasak Boonyai),
กิตติวรา ศิริภัทรนุกูล (Kitiwara Siripattaranukul), เจริญ พรหมมา (Chareon Phomma)*

บทคัดย่อ

ไสว วังหงษา, กัลยาณี บุญเกิด, พงษ์ศักดิ์ โคตรชมภู, นราศักดิ์ บุญใหญ่, กิตติวรา ศิริภัทรนุกูล และ เจริญ พรหมมา, 2552. ปริมาณมูลค้างคาวปากย่น (*Tadarida plicata*) ที่สะสมอยู่ในถ้ำพระราม เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าถ้ำเจ้าราม จังหวัดสุโขทัย. หน้า 125-136. ใน *ผลงานวิจัย และรายงานความก้าวหน้างานวิจัยประจำปี 2552*. กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ

ถ้ำพระราม ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าถ้ำเจ้าราม จังหวัดสุโขทัย เป็นถ้ำ 1 ใน 18 แห่งที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและเคยแหล่งเก็บมูลค้างคาวปากย่น (*Tadarida plicata*) ในประเทศไทย ซึ่งสัมปทานเก็บมูลค้างคาวสิ้นสุดลงเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม 2549 การสำรวจปริมาณมูลค้างคาวในเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2552 พบว่า 64.06% ของพื้นถ้ำถูกปกคลุมไปด้วยมูลค้างคาวในระดับความสูงตั้งแต่ 0.02-2.45 เมตร และมีมูลค้างคาวตกค้างอยู่ในถ้ำจำนวน 1,090.443 ลบม. หรือ 231.83 ตัน มูลบางส่วนได้เริ่มไหลไปอุดช่องเชื่อมต่อระหว่างโถงถ้ำ และเริ่มทับถมให้ช่องเชื่อมต่อแคบขึ้น จึงควรมีการนำมูลค้างคาวออกจากถ้ำ หรือนำมากองไว้ในถ้ำบริเวณที่เป็นแอ่งเพื่อลดก๊าซแอมโมเนียไฮดรอกไซด์ และเปิดช่องเชื่อมต่อระหว่างโถงถ้ำ

Abstract

Wanghongsas, S., K. Boonkird, P. Khotchompoo, N. Boonyai, K. Siripattaranukul and C. Phomma. 2009. Guano accumulations at Tham Praran in Tham Chaoram Wildlife Sanctuary, Sokhothai province. *Wildlife Yearbook* 11, 125-136.

Tham Praram in Than Chaoram Wildlife Sanctuary was once licensed for guano collections. The tenure terminated on 30 December 2006 onwards. Surveys conducted between February and May 2009 disclosed that 64.06% of cave floors were carpeted with guano, amounted to 1,090.443 cubic meter or 231.83 metric tons. Some portions of cave were clogged by guano making bats difficult to pass through. We recommended that bat's guano be periodically extracted to widen cave corridors and to reduce concentrations of ammonium hydroxide.

คำนำ (Introduction)

ค้างคาวปากย่น (*Tadarida plicata*) เป็นค้างคาวที่มีการแพร่กระจายตั้งแต่ ศรีลังกา อินเดีย บังคลาเทศ พม่า ไทย มาเลเซีย อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ (Lekagul and McNeely 1988) อาศัยเกาะนอนอยู่รวมกันในถ้ำ ปัจจุบันในประเทศไทยพบถ้ำที่มีค้างคาวปากย่นแล้ว 18 ถ้ำ ประชากรรวมกันประมาณ 8 ล้านตัว (กัลยาณี และไสว 2544ก) หลายพื้นที่เป็นที่เก็บมูลค้างคาวเพื่อนำไปทำปุ๋ยในภาคการเกษตร เช่น ถ้ำเขาช่องพราน จังหวัดราชบุรี ถ้ำเขาฉกรรจ์ จังหวัดสระแก้ว ถ้ำเขาหน่อ จังหวัดนครสวรรค์ เป็นต้น

* หัวหน้าเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าถ้ำเจ้าราม

มูลคือกากอาหารที่ร่างกายขับถ่ายออกมา ดังนั้นมูลจึงเป็นสิ่งของที่ร่างกายไม่ต้องการ แต่มูลอาจเป็นแหล่งอาหารสำคัญของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศนั้น แม้ว่าจะมีการดูดซึมสารอาหารไปใช้บางส่วนแล้ว แต่กากอาหารที่ถ่ายออกมานั้นก็ยังคงมีคุณค่าทางอาหารสำหรับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น เช่นพืชอาหารที่ช้างกินเข้าไป สารอาหารจะถูกดูดซึมไปใช้เพียง 22.4-44 % (Benedict 1936, Rees 1982) จึงมีแมลงหลายชนิดได้ใช้ประโยชน์จากมูลของช้างป่า (ไสว และคณะ 2547)

ในอดีตมูลค้างคาวถูกนำไปต้มแล้วปล่อยให้ตกผลึกจะได้เกล็ดที่นำไปใช้เป็นส่วนประกอบในการทำดินประสิว Carl Bock นักธรรมชาติวิทยาชาวเยอรมัน เดินทางสำรวจดินแดนไทยด้านภูมิศาสตร์ในสมัยพระพุทธเจ้าหลวงราวปี พ.ศ. 2424 บันทึกไว้ว่า “ทางใต้ (ของบ้านหมุดกา เมืองฮอด) ลงไปมีหมู่บ้านเล็ก ๆ ชื่อ บ้านเขา ผู้คนในหมู่บ้านทำมาหากินด้วยการเก็บมูลค้างคาวตามถ้ำต่าง ๆ ที่มีอยู่ใกล้กับตำบลที่ตนอยู่เอามาใช้ในอุตสาหกรรมทำดินปืน” (เสฐียร และ อัมพร 2543) แสดงนัยว่าแม้แต่ชาวบ้านธรรมดาก็ยังรู้จักการใช้ประโยชน์จากมูลค้างคาวในการทำดินประสิว ถ้ำค้างคาวจึงเป็นที่แหวะเวียนของชาวบ้านผู้มีอาชีพเก็บมูลค้างคาวขาย การใช้ประโยชน์จากมูลค้างคาวจึงมีมานานแล้ว ในปัจจุบัน มูลค้างคาวใช้ในภาคการเกษตรซึ่งในมูลของค้างคาวโดยเฉพาะค้างคาวกินแมลงมีคุณค่าทางสารอาหารสูงมาก เนื่องจากแมลงที่เป็นเหยื่อของค้างคาวมีคุณค่าทางอาหารสูง เช่น ในน้ำหนักแห้ง 1 กรัม เพลี้ยจะประกอบไปด้วยแคลเซียม 2.271 มก. ในขณะที่แมลงปีกแข็งมีแคลเซียม 1.050 มก. และ ผีเสื้อ ต่อ แตน จะให้แคลเซียม 0.759 มก. ตามลำดับ (Studier et al. 1992) มูลของค้างคาวจึงมีธาตุอาหารมากกว่ามูลของสัตว์ชนิดอื่นที่นำมาทำปุ๋ยคอก เช่น ควาย เป็ด ไก่ หมู วัว ฯลฯ (กัลยาณี และไสว 2544ก)

ถ้ำพระราม เป็น 1 ใน 18 ถ้ำ ที่มีค้างคาวปากย่นอาศัยอยู่ ถ้ำนี้ตั้งอยู่ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าถ้ำเจ้าราม จังหวัดสุโขทัย คาดว่ามีประชากรประมาณ 0.53-1.0 ล้านตัว (สุชาติ 2543, กัลยาณี และไสว 2544ก, ไสว และ คณะ 2552) ถ้ำพระรามเป็นถ้ำที่มีความสำคัญทางด้านประวัติศาสตร์ เนื่องจากมีการค้นพบศิลาจารึก และเป็นที่ประดิษฐานของหลวงพ่อดิลก พระพุทธรูปสำคัญของประเทศ ในขณะเดียวกันถ้ำพระรามก็เคยเป็นสถานที่เก็บมูลค้างคาวเพื่อนำมาทำปุ๋ยใช้ในภาคการเกษตร สัมปทานเก็บมูลค้างคาวครั้งสุดท้ายสิ้นสุดลงเมื่อ 30 ธันวาคม 2549 และได้มีการเสนอเพื่อขอเก็บมูลค้างคาวจากถ้ำแห่งนี้ออกมาใช้ประโยชน์ การสำรวจปริมาณมูลที่ตกค้างอยู่ในถ้ำ ภายหลังสิ้นสุดสัมปทานเก็บมูลค้างคาว จะช่วยให้มาตรการจัดการถ้ำและสัตว์ป่าตั้งอยู่บนพื้นฐานของเท็จจริงทางวิชาการที่เป็นปัจจุบัน

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปริมาณมูลค้างคาวที่สะสมอยู่ในถ้ำพระราม

ระยะเวลาดำเนินการ

กุมภาพันธ์ พฤษภาคม 2552

สถานที่ดำเนินการ ถ้ำพระราม เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าถ้ำเจ้าราม จังหวัดสุโขทัย

ถ้ำพระราม (17°12.43'N, 99° 28.09'E) เป็นถ้ำต้นยาวประมาณ 1,091 เมตร (สุชาติ 2543) อยู่ในเขาหินปูน ปากถ้ำมี 2 ทาง หันไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ (ภาพที่ 1) โถงถ้ำหลัก (หมายเลข 2) มีขนาดใหญ่และลาดเทจากกลางโถงถ้ำไปทางปากถ้ำ และทางกันถ้ำ มีปล่องด้านบนโถงถ้ำใหญ่อยู่สูงประมาณ

72 เมตร ปล่องนี้เกิดจากการยุบตัวของเพดานถ้ำ ภายในถ้ำมีก้อนหินที่เกิดจากการพังทลายของเพดาน โถงถ้ำบางแห่งต่ำบางแห่งสูง ผนังถ้ำเป็นห้องเล็กๆ มีอุโมงค์เชื่อมต่อกับโถงถ้ำใหญ่ มีพระพุทธรูปสลัติดอยู่บนเนินของโถงถ้ำใหญ่ ซึ่งมีแสงสว่างจากปล่องถ้ำสอดเข้ามาในบางเวลา ถ้ำพระรามเคยเป็นที่สถิตของหลวงพ่อดิลก พระพุทธรูปหินทรายศิลปะเขมร ปัจจุบันอยู่ที่วัดทุ่งเสลี่ยม อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย ด้านในสุดของถ้ำเป็นโถงถ้ำเล็กๆ ยาวคดเคี้ยวและลาดเทลง บริเวณนี้มีดสนิท มีหุบเหวเป็นช่วง ๆ เป็นที่อยู่ของค้างคาวปีกกว้างในกลุ่มค้างคาวหน้ายักษ์ (*Hipposideros* spp.)

ถ้ำพระรามเป็นที่อยู่ของค้างคาวหลายชนิดทั้งค้างคาวปีกกว้างและค้างคาวปีกแคบในกลุ่มค้างคาวปีกถุง (*Taphozous* spp.) ที่อาศัยอยู่บริเวณเพดานถ้ำที่มีแสงรำไร โดยเฉพาะบริเวณปากถ้ำ ถัดเข้าไปเป็นที่เกาะนอนของค้างคาวปากย่น (*Tadarida plicata*) โดยมีค้างคาวเล็บงู (*Eonycteris spelaea*) เกาะนอนอยู่ใกล้ปล่องถ้ำข้างองค์พระ อุโมงค์ถ้ำที่ต่ำและทางเข้าซับซ้อนเป็นที่อยู่ของค้างคาวปีกกว้าง

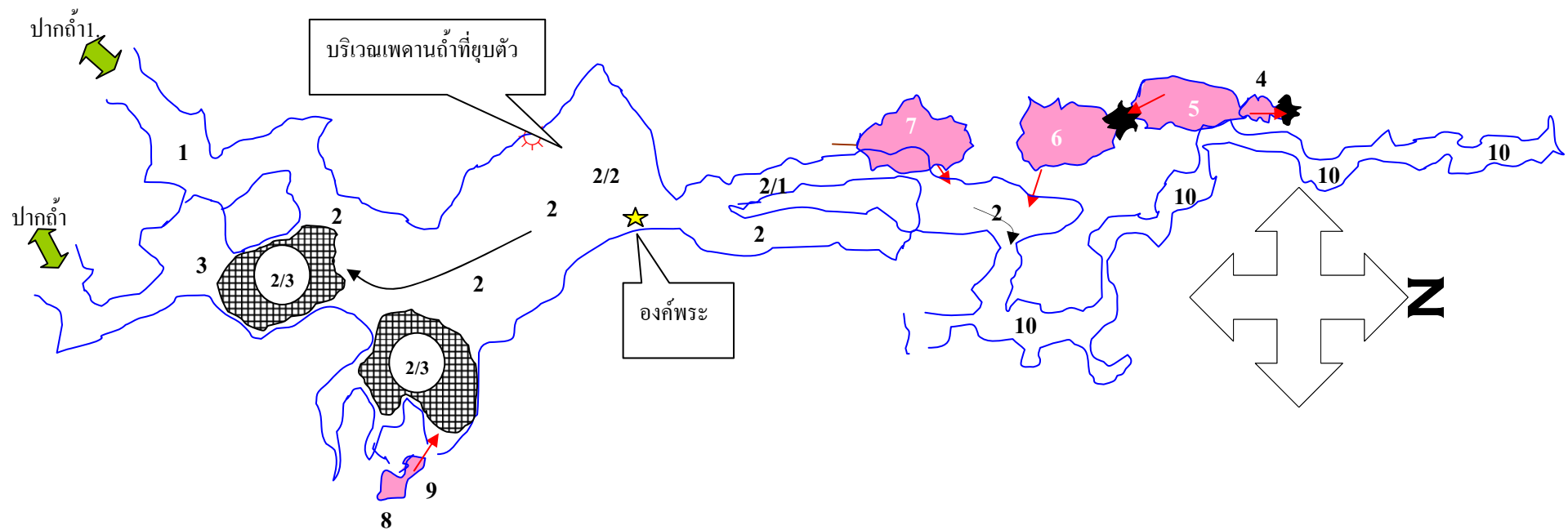
วิธีดำเนินการศึกษาวิจัย (Materials and Methods)

พื้นที่ภายในถ้ำเจ้ารามสามารถแบ่งออกได้เป็น 10 โถงถ้ำ (ภาพที่ 1) จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่า โถงที่ 1 และโถงที่ 10 มีค้างคาวอาศัยอยู่น้อยมาก โดยโถงที่ 1 อยู่ใกล้ปากถ้ำ มีแสงรำไร ค้างคาวที่พบส่วนมากเป็นค้างคาวปีกแคบในกลุ่มค้างคาวปีกถุง (*Taphozous* spp.) ส่วนโถงถ้ำที่ 10 เป็นส่วนที่มีดสนิท ค้างคาวที่พบเป็นค้างคาวในกลุ่มค้างคาวหน้ายักษ์ (*Hipposideros* spp.) พื้นที่ทั้ง 2 ส่วนนี้มีมูลค้างคาวอยู่น้อยมากจึงไม่ได้ทำการสำรวจ พื้นที่ที่เหลืออีก 8 ส่วน มีปริมาณมูลค้างคาวอยู่เป็นจำนวนมากจึงได้ทำการศึกษาปริมาณมูลที่ตกค้างนับตั้งแต่สิ้นสุดสัมปทานเก็บมูลค้างคาว เมื่อ 30 ธันวาคม 2549 โดยวิธีการสำรวจมูลที่ตกค้างในพื้นที่ทั้ง 8 ส่วนมีวิธีการที่เหมือนกันดังนี้

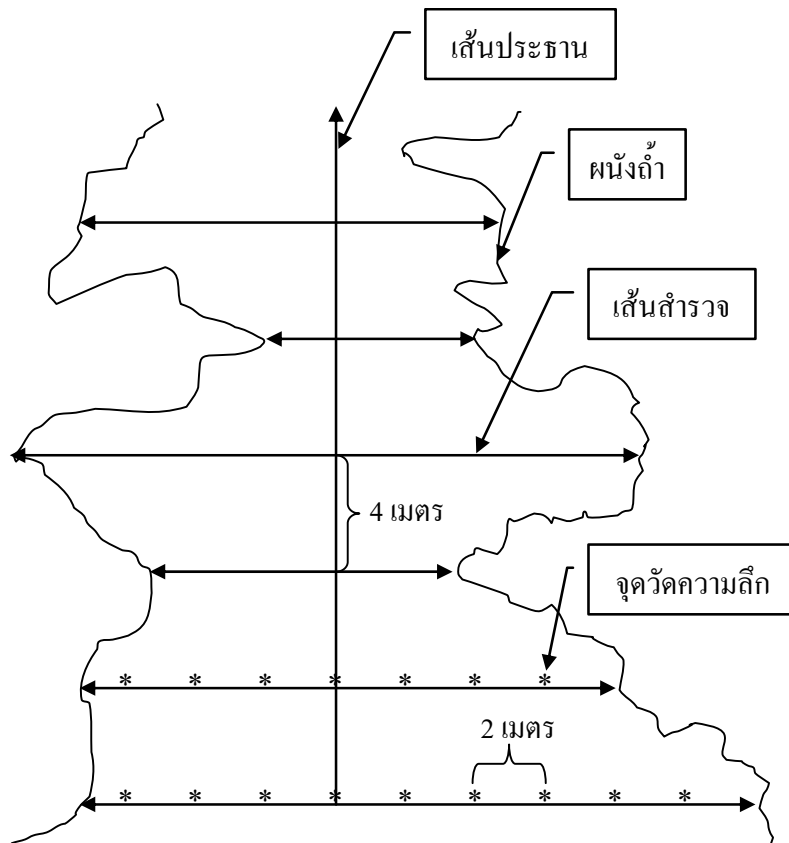
1. สร้างแนวเส้นประธาน (Baselines) ในแนวราบ โดยใช้เชือกไนลอนลากผ่านพื้นที่ของแต่ละโถงถ้ำจากจุดเริ่มต้นไปจรดสิ้นสุดโถงถ้ำ โถงถ้ำใดที่ยาวคดเคี้ยว แบ่งเส้นประธานออกเป็นตอนๆ ตามลักษณะโถงถ้ำ

2. แบ่งเส้นประธานออกเป็นช่วงๆ ละ 4 เมตร

3. ที่ระยะทุกๆ 4 เมตร บนเส้นประธานใช้เชือกฟางซึ่งในแนวขวางหรือตั้งฉากกับเชือกเส้นประธาน โดยดึงปลายเชือกทั้ง 2 ด้านไปจรดผนังถ้ำ โดยเรียกเชือกเส้นที่ซึ่งขวางนี้ว่า เส้นสำรวจ ดังนั้นทุกๆ ระยะ 4 เมตร จะเกิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าในแนวระนาบ 1 รูป โดยมีความสูงเท่ากับ 4 เมตร มีด้านคู่ขนานเท่ากับความยาวของผนังถ้ำจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่งที่ทุกๆ ระยะ 4 เมตรบนเส้นประธาน (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 1. ภาพหน้าตัดของถ้ำเจ้ารามที่แบ่งออกเป็น 10 โถงถ้ำ โดยมีหมายเลขกำกับ และทิศทางการไหลของมูลค้างคาว (ศรชี้) เพดานถ้ำบริเวณ 2/1 เป็นโถงถ้ำที่มีค้างคาวสามหลีบเกาะนอน และมีมูลค้างคาวปากยื่นไหลมาจากโถงถ้ำที่ 7 เพดานถ้ำบริเวณ 2/2 เป็นที่เกาะนอนของค้างคาวเล็บกุด บริเวณ 2/3 คือจุดที่น่าจะนำมูลมากองไว้



ภาพที่ 2. แสดงรูปแบบการวางเส้นประธานและเส้นสำรวจในโฉงถ้ำ

4. วัดความลึกของมูลค้างคาว ตามเส้นสำรวจ โดยวัดความลึกที่ทุก ๆ ระยะ 2 เมตร จากเชือกเส้นประธาน และเพื่อหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่ถูกเหยียบย่ำบนเส้นสำรวจ จากการซึ่งเชือก จึงได้ทำการวัดความลึกของมูลที่ระยะ 50 เซนติเมตร ทางด้านบนของเส้นสำรวจ

5. คำนวณหาปริมาตรมูลค้างคาวบนพื้นที่แต่ละส่วนโดยใช้คณิตศาสตร์พื้นฐานรูปสี่เหลี่ยมคางหมู คูณกับความลึกโดยเฉลี่ย โดยเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\text{ปริมาตร} = \left[\frac{\sum_{i=1}^n d_i i + d_{(i+1)} i}{Nd_i + Nd_{(i+1)}} \right] * \left[\frac{(L_i + L_{(i+1)})}{2} h \right]$$

d_i = ความลึกของมูลค้างคาวที่เส้นสำรวจ i

Nd_i = จำนวนครั้งที่วัดความลึกบนเส้นสำรวจ i

h = ระยะห่างระหว่างเส้นสำรวจ ในการศึกษาครั้งนี้เท่ากับ 4 เมตร

L_i = ความยาวของเส้นสำรวจ i

6. รวมปริมาตรมูลที่ได้จากการคำนวณในพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมูทั้งหมดเข้าด้วยกัน จะได้ปริมาตรมูลในพื้นที่โฉงถ้ำนั้น

7. ตวงมูลค้างคาวตามพื้นถ้ำแล้วนำมาชั่งด้วยตาชั่งดิจิตอล ที่สามารถชั่งได้ละเอียดในระดับไมโครกรัม เพื่อแปลงหน่วยจากปริมาตรเป็นน้ำหนัก

ผลการศึกษา (Results)

จากการสุ่มวัดความสูงของมูลค้างคาวที่สะสมอยู่ตามพื้นถ้ำจำนวนทั้งสิ้น 487 จุด แล้วคำนวณหาปริมาตรมูลที่อยู่บนพื้นถ้ำ พบว่ามีมูลค้างคาวสะสมอยู่ในถ้ำ 1,090.433 ลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 1) ในจำนวนนี้เป็นมูลที่อยู่ในบริเวณโถงถ้ำใหญ่ที่เป็นที่ตั้งพระพุทธรูปจำนวนมากที่สุด 749.787 ลูกบาศก์เมตร และจากการชั่งมูลที่ตกอยู่ที่พื้นถ้ำจำนวน 39 ครั้ง ๆ ละ 130 ลูกบาศก์เซ็นติเมตร พบว่า มูลค้างคาว 1 ลูกบาศก์เซ็นติเมตรหนัก $0.2126 \pm 0.013SD$ (N=39) กรัม ดังนั้น ในถ้ำพระรามจึงมีมูลค้างคาวอยู่ 231.83 ตัน จากโถงถ้ำ 8 แห่ง โดยโถงถ้ำที่ 5 มีความหนาแน่นของมูลค้างคาวมากที่สุด 132.24 กิโลกรัมต่อตารางเมตร รองลงไปได้แก่โถงถ้ำที่ 7 มีความหนาแน่น 132.11 กิโลกรัมต่อตารางเมตร โถงถ้ำที่ 3 ซึ่งอยู่ใกล้ปากถ้ำมีความหนาแน่นของมูลค้างคาวน้อยสุด 34.62 กิโลกรัมต่อตารางเมตร โถงถ้ำที่ 10 ที่มีลักษณะคดเคี้ยว เพดานถ้ำต่ำ มีตสนิพ อากาศชื้น และมีทางเข้าออกแคบ ๆ มีมูลค้างคาวน้อยมาก ยกเว้นบริเวณทางลอดผ่านสู่โถงถ้ำที่ 2 ซึ่งมีมูลค้างคาวไหลเข้ามา

จากจุดที่วัดความสูงของมูลค้างคาวบนพื้นถ้ำจำนวน 487 จุด พบว่าโดยเฉลี่ยพื้นถ้ำอยู่ลึก $0.2251 \pm 38.59SD$ เมตร โดยจุดที่ลึกที่สุดอยู่บริเวณท้ายโถงถ้ำที่ 2 มีความลึก 2.45 เมตร และมีจุดวัดความสูงของมูลสะสมบนเส้นสำรวจอยู่ 175 จุด (64.06%) ที่มีระยะเป็น 0.0 เมตร คือไม่มีมูลค้างคาวแสดงว่ามูลค้างคาวมีการกระจุกตัวในบริเวณใดบริเวณหนึ่งของถ้ำเท่านั้น โดยเฉพาะโถงถ้ำที่มีมืดและลึกเข้าไปตามผนังถ้ำ แต่ไม่พบว่ามีค้างคาวปากย่นอาศัยอยู่บริเวณหน้าถ้ำในระยะ 0-50 เมตร ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นที่อยู่อาศัยของค้างคาวปีกถุง บริเวณนี้มีมูลค้างคาวอยู่น้อยมาก และค่อนข้างแห้งเนื่องจากเป็นทางผ่านของกระแสลม

วิจารณ์ผลการศึกษา (Discussions)

การสัมปทานเก็บมูลค้างคาวที่ถ้ำพระรามสิ้นสุดครั้งสุดท้ายเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม 2549 ซึ่งจนถึงเวลาที่สำรวจมูลตกค้างในถ้ำช่วงระหว่างวันที่ 22-28 กุมภาพันธ์ 2552 นับจำนวนวันได้ 785-791 วัน มีมูลตกค้างอยู่ 231,829 กิโลกรัม หรือโดยเฉลี่ยมีมูลตกค้างวันละ 293-295 กิโลกรัม ซึ่งมีความแตกต่างจากการปริมาณมูลที่ค้างคาวถ่ายในถ้ำของแต่ละวัน ที่มีค่าเท่ากับ วันละ 199.64 กิโลกรัม (ไสว และคณะ 2552) นั้น อาจเป็นเพราะว่า การศึกษาดำเนินการในช่วงระยะเวลาสั้นๆ การถ่ายมูลจึงเป็นของช่วงเวลาที่ทำการศึกษาเท่านั้น ซึ่งในวงรอบของปีค้างคาวมีการกินอาหารในปริมาณที่แตกต่างกันตามพฤติกรรมการสืบพันธุ์ กล่าวคือในช่วงปกติค้างคาวกินอาหารวันละ 20-50% ของน้ำหนักตัว แต่ในช่วงสืบพันธุ์อาจเพิ่มเป็น 120% ดังนั้นมูลที่ถ่ายออกมาก็มีปริมาณที่แตกต่างกันด้วย นอกจากนี้อัตราการถ่ายมูลในแต่ละช่วงฤดูกาลก็น่าจะมีความแตกต่างกันเหมือนเช่นที่มีการรายงานในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่น หากใช้ปริมาณมูลต่อวันที่สะสมอยู่ในช่วงหลังหมดสัมปทานมาคำนวณหาประชากรโดยใช้อัตราการถ่ายมูลในช่วงที่ทำการศึกษาก็พบว่าค้างคาวในถ้ำพระรามมีประชากรประมาณ 1.07-1.08 ล้านตัว ดังนั้นจึงควรศึกษาประชากรค้างคาวในถ้ำพระรามเป็นระยะๆ ให้ครอบคลุมวงรอบของปีเพื่อให้ได้ข้อมูลประชากรที่แท้จริง

ตารางที่ 1. ปริมาณมูลที่ตกค้าง จำนวนประชากร และอัตราการเพิ่มสะสมของมูลในถ้ำเจ้าราม

โถงที่	พื้นที่โถงถ้ำ (ตรม.)	พื้นที่ สุ่มเก็บข้อมูล (ตรม.)	มูลทั้งหมด ¹			หมายเหตุ
			ลบม.	กก.	ความ หนาแน่น (กก/ตร.ม.)	
1	956.32	-	-	-		ปากถ้ำที่ 1. แสงรำไรเป็นที่อยู่ของค้างคาวปีกถุง มูลค้างคาวมีน้อยมาก
2	2,987.68	123.504	749.787	159,405.680	53.35	มีปล่องสูง 72.10 ม. ที่เกิดจากการยุบตัวของเพดานถ้ำ เพดานใกล้ปล่องเป็นที่อยู่ของค้างคาวปากย่นและค้างคาวเล็บกุด พื้นที่มีความลาดเทสู่ปากถ้ำ
3	625.16	25.296	101.790	21,640.387	34.62	ปากถ้ำที่ 2. มีทั้งค้างคาวปีกถุงและค้างคาวปากย่น
4	34.80	1.488	16.124	3,427.960	98.50	มีตสนิท มีมูลค้างคาวปากย่นไหลลงในโถงถ้ำโถง 10
5	71.10	2.976	44.224	9,402.060	132.24	มีตสนิท มีมูลค้างคาวปากย่นไหลลงในโถงถ้ำโถง 6
6	129.06	5.952	62.983	13,390.260	103.75	มีตสนิท มีมูลค้างคาวปากย่นไหลลงในโถงถ้ำโถง 2
7	163.33	7.44	101.495	21,577.910	132.11	มีตสนิท มีมูลค้างคาวปากย่นไหลลงในโถงถ้ำโถง 2
8	24.40	1.488	9.960	2,117.500	86.78	แสงรำไร มีมูลค้างคาวปากย่นไหลลงในโถงถ้ำโถง 2
9	20.75	1.488	4.080	867.410	41.80	แสงรำไร มีมูลค้างคาวปากย่นไหลลงในโถงถ้ำโถง 2
10	-	-	-	-		โถงถ้ำมีตสนิทเชื่อมต่อกับโถงใหญ่ด้วยอุโมงค์แคบๆ อากาศชื้นไม่มีการถ่ายเท มีเฉพาะค้างคาวปีกกว้าง มีมูลค้างคาวปากย่นไหลมาจากโถง 2 และโถง 6-7
รวม	5,012.75	169.176	1,090.443	231,829.167	46.25	

หมายเหตุ ¹ มูลสะสมคำนวณ ณ วันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ 2552

ค้างคาวกินแมลงเป็นสัตว์ที่มีลำไส้สั้นประมาณ 1.3-1.5 เท่าของความยาวลำตัว (Kulzer 1990) เพื่อให้อาหารที่กินเข้าไปถูกขับถ่ายออกมาอย่างรวดเร็ว อันเป็นการลดน้ำหนักส่วนเกิน เนื่องจากการบินแต่ละครั้งค้างคาวจะใช้พลังงานมากเพราะเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ที่มีกระดูกทึบและตัน ซึ่งแตกต่างจากสัตว์ที่บินได้ในกลุ่มนกที่มีกระดูกกลวง โดยมีรายงานว่าการบินแต่ละครั้งค้างคาวจะใช้พลังงานสูงถึง 14-21 เท่าของพลังงานในช่วงหลับลึกหรือที่เรียกกันว่า Basal Metabolic Rates (Jones 1990, Altringham 1996) ค้างคาวจึงเป็นสัตว์ที่กินอาหารมากในช่วง 20-50% ของน้ำหนักตัว (Audet 1990) ในขณะที่ค้างคาวบางกลุ่มเช่น *Tadarida* อาจกินได้มากถึง 50-70% และเพิ่มขึ้นเป็น 120% ในช่วงให้นมลูก (Fenton 1992, Pierson 1999) โดย 80% ของอาหารจะในแต่ละวันจะถูกกินในช่วง 2 ชั่วโมงแรก หลังจากค้างคาวออกจากที่หลบนอนในตอนกลางวัน (Kunz 1974) ดังนั้น จึงพบว่ามูลค้างคาวเริ่มมีการสะสมในถ้ำตั้งแต่วเวลา 20.00น. เป็นต้นไป (กัลยาณี และไสว 2544ข) แสดงว่าค้างคาวมีการบินเข้าบินออกระหว่างถ้ำและพื้นที่หากิน ซึ่งค้างคาว *Tadarida* เป็นค้างคาวที่บินด้วยความเร็วประมาณ 14-17 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (Miller et al. 1988) ดังนั้น พื้นที่ในรัศมี 34 กิโลเมตรจากปากถ้ำพระรามจึงเป็นแหล่งที่มีค้างคาวปากย่นหากินอยู่อย่างชุกชุม พื้นที่ดังกล่าวครอบคลุมทั้งพื้นที่ป่า พื้นที่เกษตรและแหล่งชุมชนของอำเภอด่านลานหอย อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย เขี้ยวที่เป็นอาหารของค้างคาวจึงสะท้อนสภาพสังคมของแมลงในบริเวณนั้นได้เป็นอย่างดี

ในประเทศไทยพบค้างคาวปากย่นอาศัยอยู่ในถ้ำจำนวน 18 ถ้ำ ประชากรรวมกันประมาณ 8 ล้านตัว กินแมลงเป็นอาหารวันละ 22-55 ตัน (กัลยาณี และไสว 2544ก) หากใช้สัดส่วนแมลงที่เป็นอาหารจากการศึกษาครั้งจะพบว่า ในแต่ละคืนจะมีแมลงศัตรูพืชจำพวกเพลี้ยและด้วงถูกค้างคาวปากย่นจับกินไม่ต่ำกว่า 8-17 ตัน ค้างคาวจึงเป็นตัวทำที่สำคัญของแมลงศัตรูทางการเกษตรในประเทศไทย การจัดการเพื่อให้ค้างคาวได้คงอยู่ในพื้นที่เป็นการช่วยเหลือเกษตรกรทางอ้อมอีกวิธีหนึ่ง นอกจากนี้เนื่องจากค้างคาวเป็นสัตว์ที่มีลำไส้สั้น จึงเป็นสัตว์ที่กินไปถ่ายมูลไป จึงเป็นการเพิ่มปุ๋ยให้กับพื้นที่ที่ค้างคาวออกหากิน โดยมีการประมาณว่าอาหารที่ค้างคาวกินเข้าไปจะถูกถ่ายออกมาในช่วง 1-2 ชั่วโมง (กัลยาณี และคณะ 2542) และหากค้างคาวปากย่นกินอาหารโดยเฉลี่ยวันละ 50-70% ของน้ำหนักตัวที่โดยเฉลี่ยหนัก 12.77 กรัม (ไสว และคณะ 2552) จึงต้องกินแมลงประมาณ 6.39-8.94 กรัมต่อตัว และหากพิจารณาสัดส่วนแมลงที่เป็นอาหารของค้างคาวปากย่นที่ได้จากการศึกษาโดย กัลยาณีและคณะ (2552) รวมทั้งส่วนประกอบของ chitin ในร่างกายของแมลงแต่ละกลุ่มตามที่ Kaspari and Joern (1993) ได้รายงานไว้ จะพบว่ามีกากอาหารที่ค้างคาวแต่ละตัวจะถ่ายออกมาเป็นมูลประมาณ 2.00-2.80 กรัม หรือประมาณ 15.66-21.93% ของน้ำหนักตัว จากการศึกษามีมูลที่ค้างคาวปากย่นถ่ายในถ้ำเพียง 0.273 กรัมต่อตัว (ไสว และคณะ 2552) ดังนั้น จึงมีมูลอีก 1.73-2.53 กรัม ที่ค้างคาวแต่ละตัวถ่ายออกมาในขณะที่หากินอยู่นอกถ้ำ ด้วยเหตุนี้ในแต่ละคืนค้างคาวปากย่นที่อาศัยอยู่ที่ถ้ำพระรามที่มีประชากร 760,215 ตัว (ไสว และคณะ 2552) ใส่ปุ๋ยให้พืชในพื้นที่หากินจำนวน 1.31-1.92 ตัน โดยไม่มีวันหยุด มูลค้างคาวนั้นมีคุณค่าทางสารอาหารมากกว่ามูลของเป็ด ไก่ ม้า วัว ควาย หมู และนกแอ่น (กัลยาณี และไสว 2544ก) บทบาททางนิเวศของค้างคาวปากย่น จึงมีสูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากค้างคาวปากย่นเองก็ใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศในรูปของอาหารมากด้วยเช่นกัน การใช้และการถูกใช้เป็นทรัพยากร เป็นกลไกในการจรรโลงระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิต

ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

1. การสะสมของมูลค้างคาวในถ้ำประมาณ 1,090 ลบม. หรือ 231.83 ตัน ตั้งแต่ เดือน มกราคม 2550- มีนาคม 2552 แสดงว่าปริมาณมูลที่ค้างคาวถ่ายในถ้ำมีอัตราส่วนที่มากกว่าการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในถ้ำ จึงเกิดการสะสมของมูลค้างคาว ที่บางพื้นที่มีการไหลลงมาอุดตามซอก หลืบของถ้ำ พื้นที่ถ้ำที่ลึกที่สุดที่วัดได้ลึก 2.45 เมตร นั่นคือเพดานถ้ำต่ำลงมา 2.45 เมตร ด้วยเช่นกัน ในช่วงฤดูฝนจะมีน้ำซึมลงสู่พื้นถ้ำ จึงมีการพัดพามูลบางส่วนลงสู่ที่ต่ำโดยเฉพาะการไหลลงสู่โถงถ้ำหมายเลข 10 (ภาพที่ 1) ซึ่งมีปริมาณที่ไม่มากนักเนื่องจากถ้ำพระรามไม่มีลำธารไหลผ่านพื้นที่ถ้ำ ดังนั้น มูลที่ค้างคาวถ่ายออกมาจึงไม่มีการระบายออกสู่ภายนอกถ้ำ ทำให้เกิดการสะสมของมูลค้างคาวดังกล่าว ในอดีตก็เคยมีการสะสมของมูลที่ถ้ำแห่งนี้จำนวน 1,846.777 ลูกบาศก์เมตร (สุชาติ 2543) การสะสมของมูลค้างคาวจะทำให้เกิดก๊าซแอมโมเนียไฮโดรอกไซด์ ที่เป็นก๊าซพิษต่อสิ่งมีชีวิตที่สูดดมเข้าไป โดยก๊าซชนิดนี้หากมีปริมาณเกินกว่า 250 ppm จะส่งผลต่อมนุษย์ สำหรับตัวค้างคาวปากย่นเองนั้น เนื่องจากเป็นสัตว์ที่เกาะนอนรวมกันเป็นกลุ่มย่อมเกิดการสะสมของก๊าซชนิดนี้ ค้างคาวจึงวิวัฒนาการตัวเองให้จมูกมีเมือกที่สามารถรองก๊าซแอมโมเนียไฮโดรอกไซด์ได้ร้อยละ 93-97 ค้างคาวปากย่นจึงสามารถอาศัยอยู่ในถ้ำได้ แม้ว่าจะมีการฟุ้งกระจายของก๊าซชนิดนี้ในแหล่งที่อยู่อาศัย อย่างไรก็ตาม ถ้ำพระรามเป็นถ้ำที่มีปล่องถ้ำที่เกิดจากการยุบตัวของเพดานถ้ำ ปล่องนี้ช่วยให้เกิดการระบายของมวลอากาศภายในถ้ำ โดยในขณะทำการสำรวจ พบว่าในช่วงเช้ามีอากาศจะไหลเข้าทางปากถ้ำ ในขณะที่ช่วงกลางวันอากาศจะไหลออก การไหลเข้า-ออกของมวลอากาศช่วยให้ปริมาณของก๊าซแอมโมเนียไฮโดรอกไซด์ลดปริมาณลง แต่ลักษณะดังกล่าวเกิดขึ้นในบริเวณตั้งแต่หน้าองค์พระถึงปากถ้ำเท่านั้น พื้นที่ตั้งแต่หลังองค์พระเข้าไปเป็นพื้นที่ที่ไม่มีการถ่ายเทของอากาศ โดยเฉพาะโถงถ้ำที่ 4-7, 10 และ ด้านในของโถง 2 นับว่ามีก๊าซแอมโมเนียไฮโดรอกไซด์สูงมาก จนในขณะทำการสำรวจต้องยุติการทำงานเป็นระยะๆ เนื่องจากอากาศไม่เพียงพอต่อการหายใจผ่านผ้าคลุมปากและจมูกอนามัยที่มีขายในท้องตลาด หากปริมาณก๊าซแอมโมเนียไฮโดรอกไซด์มีมากกว่านี้ย่อมส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในถ้ำแห่งนี้

การสะสมของมูลค้างคาวในถ้ำ เริ่มทำให้พื้นที่บางส่วนของพื้นถ้ำเกิดการอุดตัน โดยเฉพาะโถงที่มีการไหลตามแรงโน้มถ่วงของโลกคือจากโถง 4-7 ไปยังโถงที่ 2 และ 10 หรืออุโมงค์ที่เชื่อมต่อกันระหว่างโถงที่ 2 และโถงที่ 10 เกิดมูลไหลมาทับถมกันอุดช่องอุโมงค์ไปครั้งหนึ่ง ซึ่งโถงถ้ำที่ 10 นี้เป็นที่อยู่ของค้างคาวปีกกว้างกลุ่มค้างคาวหน้ายักษ์

จากสภาพปัญหาของอากาศในถ้ำและปัญหาการสะสมของมูลค้างคาวในพื้นที่บางส่วนของถ้ำ จึงควรดำเนินการดังนี้

1.1 นำมูลออกไปใช้ประโยชน์ เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่ามูลค้างคาวมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชสูงกว่ามูลสัตว์ชนิดอื่นๆ การนำมูลไปใช้ประโยชน์จะเป็นการลดการใช้ปุ๋ยเคมี ในภาคการเกษตรของประเทศ หากมีการนำมูลออกไปใช้ประโยชน์ต้องเหลือมูลค้างคาวไว้ในถ้ำบ้างเพื่อรักษาระบบนิเวศของถ้ำที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยพึ่งพิงมูลค้างคาวอยู่หลากหลายชนิด ซึ่งจากการสุ่มนับแมลงในมูลค้างคาวที่ระดับความลึก 0-10 ซม พบแมลง 5 ชนิด/กลุ่มประชากรรวมกัน 197.69 ตัวต่อตารางเมตร ปัจจุบัน

พื้นถ้ำมีมูลค้างคาวปกคลุมอยู่ประมาณ 64.06% คาดว่ามีประชากรแมลงทั้ง 5 ชนิด/กลุ่มประมาณ 513,778 ตัว มวลชีวภาพประมาณ 75.52 กิโลกรัม จึงควรมีมูลเหลืออยู่ในถ้ำเพื่อรักษานิเวศของแมลงที่อยู่ในมูลค้างคาวทั้ง 5 ชนิด/กลุ่ม จำนวน 5-10 ตัน และควรรักษาปริมาณมูลให้อยู่ในระดับ 5-10 ตันนี้ไว้ตลอดเวลา มูลที่เหลือควรนำไปใช้ประโยชน์ในทางเกษตรต่อไป วิธีการนี้นอกจากจะเป็นการแก้ปัญหาการอุดตันของอุโมงค์ถ้ำแล้ว ยังเป็นการลดสิ่งที่เป็นต้นทุนของการเกิดก๊าซแอมโมเนียไฮดรอกไซด์ แต่ในขณะนำมูลออกไปใช้ประโยชน์อาจมีการรบกวนค้างคาว และสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆที่อาศัยอยู่ในถ้ำได้ ปัจจุบันมูลค้างคาวซื้อขายกันในราคากิโลกรัมละ 15-20 บาท ดังนั้น มูลค้างคาวในถ้ำพระรามจึงมีมูลค่า ประมาณ 3.5-4.5 ล้านบาท



ถ่ายเมื่อ 10 เมษายน 2543



ถ่ายเมื่อ 18 มีนาคม 2550



ถ่ายเมื่อ 23 กุมภาพันธ์ 2552

1.2 ขนมูลมากองรวมกันบริเวณ 2/3 (ภาพที่ 1) โถงถ้ำ หรืออุโมงค์เชื่อมต่อระหว่างโถงถ้ำใต้ที่เกิดการสะสมของมูลค้างคาว จนเกิดการอุดตัน หรือมีปริมาณมาก ควรมีการขนย้ายเพื่อเปิดช่องหรืออุโมงค์เชื่อมต่อนั้นให้เป็นที่ธรรมชาติ โดยเฉพาะอุโมงค์เชื่อมต่อระหว่างโถงที่ 2 กับโถงที่ 10 เพื่อให้ค้างคาวปีกกว้างได้ใช้เพดานถ้ำของโถงที่ 10 เป็นที่เกาะนอน และควรมีการขนลำเลียงมูลออกจากโถงถ้ำที่ 4-8 ซึ่งโถงถ้ำเหล่านี้มีความหนาแน่นของมูลมากกว่าโถงอื่นๆ โดยนำมากองรวมกันไว้ที่บริเวณ 2/3 ซึ่งเป็นพื้นที่แอ่งภายในถ้ำ วิธีการนี้จะช่วยลดการสะสมและอุดตันของอุโมงค์เชื่อมต่อระหว่างโถงถ้ำ และช่วยลดความหนาแน่นของมูลที่พื้นโถงถ้ำ นอกจากนี้บริเวณดังกล่าวยังเป็นจุดทางผ่านของลมที่พัดเข้าออกโถงถ้ำใหญ่ (หมายเลข 2) ซึ่งจะช่วยลดความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียไฮดรอกไซด์ได้ แต่วิธีการนี้มิได้ช่วยลดปริมาณก๊าซแอมโมเนียไฮดรอกไซด์ในพื้นที่อับลมตั้งแต่หลังองค์พระเข้าไป

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

การสำรวจปริมาณมูลค้างคาวที่ตกค้างในถ้ำพระราม เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าถ้ำเจ้ารามครั้งนี้จะไม่สำเร็จล่วงไปได้ถ้าปราศจากเจ้าหน้าที่ของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าถ้ำเจ้าราม ผู้มีรายชื่อต่อไปนี้ นายนิคม

สนิทกุล นายมนัส ก้อนสะท้อน นายประวัติน อินปาน นายวิชาญ ต่ายมี นายรณชัย ชัดสี และเจ้าหน้าที่
สถานีวิจัยสัตว์ป่าจะเข้เทรา ผู้มีรายชื่อดังนี้ นายสีนวล พิมพ์สำโรง และนายบุญยงค์ ประกอบบุญ คณะ
ผู้สำรวจจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง (References)

- กัลยาณี บุญเกิด, ไสว วังหงษา และ A.H. Hillman. 2542. การศึกษาผลกระทบต่อดังคาวที่เกิดจากการ
วางแผนทอส่งก๊าซธรรมชาติจากแหล่งยาดานา (สหภาพพม่า). ส่วนวิจัยสัตว์ป่า กรมป่าไม้
กรุงเทพฯ.
- กัลยาณี บุญเกิด และไสว วังหงษา. 2544ก. การจัดการถ้ำค้างคาว. หน้า 33-45. ใน ผลงานวิจัยและ
รายงานความก้าวหน้าของงานวิจัย ประจำปี 2544, ส่วนวิจัยอุทยานแห่งชาติ และสัตว์ป่า สำนัก
อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ
- กัลยาณี บุญเกิด และไสว วังหงษา. 2544ข. การศึกษาค้างคาวปากย่น (*Tadarida plicata*) ในถ้ำเจ้าราม
เขตห้ามล่าสัตว์ป่าถ้ำเจ้าราม จังหวัดสุโขทัย-ลำปาง. วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย 8(1), 42-49.
- กัลยาณี บุญเกิด, นราศักดิ์ บุญใหญ่, กิตติวรา ศิริภทรนกุล, พงษ์ศักดิ์ โคตรชมภู, เจริญ พรหมมา, ไสว วัง
หงษา. 2552. นิสัยการกินอาหารของค้างคาวปากย่น (*Tadarida plicata*) ที่ถ้ำพระราม เขตรักษา
พันธุ์สัตว์ป่าถ้ำเจ้าราม จังหวัดสุโขทัย. หน้า 137-147. ใน ผลงานวิจัย และรายงาน
ความก้าวหน้างานวิจัยประจำปี พ.ศ. 2552. กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรม
อุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ
- เสฐียร พันธรัณสี และอำพร ทีชะระ (ผู้แปล) 2543. ท้องถิ่นสยามยุคพระพุทธเจ้าหลวง. สำนักพิมพ์มติ
ชน กรุงเทพฯ
- สุชาติ โกษณงค์ 2543. การสำรวจประชากรค้างคาวปากย่น ปริมาณมูล และความสัมพันธ์กับระบบนิเวศ
ภายในถ้ำเจ้าราม จังหวัดสุโขทัย เอกสารการประเมินบุคคลเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิชาการป่าไม้ 6 ว ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ
- ไสว วังหงษา, กัลยาณี บุญเกิด, เดชชาติ แสงเส้น และศุภชาติ บังงาม. 2547. องค์ประกอบมูลช้างป่า
และแมลงที่ใช้ประโยชน์จากมูลช้างป่า ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาอ่างฤๅไน. หน้า 101-
112. ใน ผลงานวิจัยและรายงานความก้าวหน้าของงานวิจัย ประจำปี 2546. กลุ่มวิจัยสัตว์ป่า
สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช กรุงเทพฯ
- ไสว วังหงษา, กัลยาณี บุญเกิด, พงษ์ศักดิ์ โคตรชมภู, นราศักดิ์ บุญใหญ่, กิตติวรา ศิริภทรนกุล และ
เจริญ พรหมมา. 2552. ประชากรค้างคาวปากย่น (*Tadarida plicata*) ที่ถ้ำพระราม เขตรักษาพันธุ์สัตว์
ป่าถ้ำเจ้าราม จังหวัดสุโขทัย. หน้า 118-124. ใน ผลงานวิจัย และรายงานความก้าวหน้างานวิจัย
ประจำปี 2552. กลุ่มงานวิจัยสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.
กรุงเทพฯ

Altringham, J.D. 1996. Bats: Biology and Behaviour. Oxford University Press. Oxford UK.

- Audet, D. 1990. Foraging behavior and habitat use by a gleaning bat *Myotis myotis* (Chiroptera: Vespertilidae). J. Mammal. 71(3), 420–427.
- Benedict, F.G. 1936. The Physiology of the Elephant. Carnegie Institution of Washington Publication. No. 474.
- Fenton, M. B. 1992. Bats. Fact on File Inc. New York.
- Jones, G. 1990. Prey selection by the greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*): optimal foraging by echolocation? J. Animal. Ecol. 59, 587–602.
- Kaspari, M. and Joern, A. 1993. Play choice by three insectivorous grassland birds: reevaluating opportunism. OIKOS 68, 414–430.
- Kulzer, E. 1990. Bats: Introduction. Pp. 536–551. Grzimek's Encyclopedia of Mammals Vol 1. McGraw–Hill Publication Company. New York.
- Lekagul, B. and McNeely, J.A. 1988. Mammals of Thailand: 2nd Edition. Saha Karn Bhaet Co. Bangkok, Thailand.
- Miller, L.A.; Brockenman, W.Y.; Anderson, B.B. Chistenson–Dalsgaard, J.; Jørgensen, B. and Surlykke, A. 1988. Fly–count of bat, *Tadarida plicata*, using a video recording. Nat. Hist. Bull. Siam Soc. 36, 135–141.
- Pierson, E.D. 1999. Tall trees, deep holes, and scarred landscapes: conservation biology of north American bats. pp 309–325. In Bat Biology and Conservation. (Kunz, H and Racey, A. ed). Smithsonian Institution Press. Washington.
- Rees, P. A. 1982. Gross assimilation efficiency and food passage time in the elephant. Afr. J. Ecol. 20, 193–198.
- Studier, E.H.; Sevcik, S.T.; Ridley, D.M.; Wilson, D.E. and Brooke, A.P. 1994. Mineral and nitrogen concentrations in feces of some Neotropical bats. J. Mamm. 75(3), 674–680.
-