



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ ความหลากหลายของซากช้างดีกดำบรรพ์
“วงศ์สเตรโกดอนทีดี” และเหตุการณ์ในยุคนีโอจีน
ในจังหวัดนครราชสีมา

โดย

ดร. ยุพา ทาโสด และ รศ.ดร. เบญจวรรณ รัตนเสถียร

มีนาคม พ.ศ. 2554

สัญญาเลขที่ MRG5280080

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ: ความหลากหลายของซากช้างดึกดำบรรพ์

“วงศ์สเตโกดอนทิดี” และเหตุการณ์ในยุคนีโอจีน

ในจังหวัดนครราชสีมา

The Diversity of Proboscidean Fossils

“Family Stegodontidae” and Neogene Events

in Nakhon Ratchasima Province

คณะผู้วิจัย

ดร. ยุพา ทาโสด

สถาบันวิจัยไม้กลายเป็นหินฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

รศ. ดร. เบญจวรรณ รัตนเสถียร

ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการ
อุดมศึกษา (สกอ.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 ถึง
2554

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ประเทือง จินตสกุล ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยไม้กลายเป็นหินฯ
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ที่ให้การสนับสนุนการศึกษาวิจัยนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณพิริยะ วัชจิตพันธ์ ที่ให้ตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์มาศึกษาวิจัยในครั้งนี้
รวมถึงเจ้าหน้าที่ของสถาบันวิจัยไม้กลายเป็นหินฯ ทุกท่าน

นอกจากนี้กำลังใจจากครอบครัวส่งเสริมให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ

คณะผู้วิจัย

มีนาคม 2554

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG5280080
ชื่อโครงการ: ความหลากหลายของซากช้างดึกดำบรรพ์ “วงศ์สเตโกดอนทิดี” และเหตุการณ์ในยุคนีโอจีน ในจังหวัดนครราชสีมา
ชื่อนักวิจัย: ดร. ยุพา ทาโส
 สถาบันวิจัยไม่กลายเป็นหินฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
นักวิจัยที่ปรึกษา: รศ.ดร. เบญจวรรณ รัตนเสถียร
 ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
E-mail address: thasod@yahoo.com

ระยะเวลาโครงการ: 16 มีนาคม 2552 ถึง 15 มีนาคม 2554

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลักอยู่ 4 ประการ คือ เพื่อศึกษาความหลากหลายของซากช้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดี เพื่อจัดจำแนกชนิด เพื่อแปลความหมายด้านวิวัฒนาการของช้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดีและเพื่อแปลความหมายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในยุคนีโอจีนในจังหวัดนครราชสีมา ตัวอย่างซากช้างดึกดำบรรพ์ที่นำมาศึกษาเป็นตัวอย่างจากบ่อทรายท่าช้างอำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา ที่ถูกรวบรวมไว้ที่สถาบันวิจัยไม่กลายเป็นหินฯ ซึ่งอาจไม่ทราบตำแหน่งที่พบที่แน่นอนในชั้นตะกอน เนื่องจากกระบวนการดูดทราย แต่โครงสร้างและลักษณะของฟันกราม มีความสำคัญและสามารถใช้ในการจำแนกชนิด ใช้แปลความหมายด้านวิวัฒนาการและสิ่งแวดล้อมโบราณได้ จึงได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพที่ปรากฏของฟันกรามนั้น เช่น การนับจำนวนสันฟัน วัดขนาด และบันทึกลักษณะปรากฏบนฟัน แล้วเปรียบเทียบกับฟันช้างดึกดำบรรพ์สเตโกดอนทิดีชนิดต้นแบบ ที่ได้ศึกษาจากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษาซากช้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดี จำนวน 59 ตัวอย่าง/ชิ้น พบว่าช้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดี ที่แบ่งออกเป็น 2 สกุล คือ ช้างสเตโกโลไฟดอน และช้างสเตโกดอน สามารถจำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม 12 ชนิด ตามลักษณะความแตกต่างของโครงสร้างฟันกราม กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มสเตโกโลไฟดอน สเตโกดอนทอยเดส มี 3 ชนิดย่อย คือ ช้างสเตโกโลไฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 1 ช้างสเตโกโลไฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 2 และ ช้างสเตโกโลไฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 3 กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มช้างสเตโกโลไฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง มี 3 ชนิด คือ ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 และชนิดใหม่ กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มช้างสเตโกดอนดั้งเดิม มี 3 ชนิด คือ ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 และชนิดที่ 3 และกลุ่มที่ 4 คือ กลุ่ม

ช้างสเตโกดอนที่มีวิวัฒนาการสูง มี 3 ชนิด คือ ช้างสเตโกดอน เอลิฟานทอยเดส ช้างสเตโกดอน อินซิกนิส และช้างสเตโกดอน cf. ออเรียนทาลิส

ช้างวงศ์สเตโกดอนที่ดีที่พบในจังหวัดนครราชสีมา มีอายุตั้งแต่สมัยไมโอซีนตอนปลาย ถึงสมัยไพลสโตซีน โดยช้างดีกดำบรรพศ์เตโกโลโฟดอนกลุ่มที่ 1 มีความใกล้ชิดกับชนิดที่พบในประเทศอินเดีย-ปากีสถาน และพม่า มีอายุประมาณสมัยไมโอซีนตอนปลาย และเป็นชนิดที่มีวิวัฒนาการสูงกว่าชนิดที่พบในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่งมีอายุประมาณสมัยไมโอซีนตอนต้นถึงตอนกลาง ช่วงปลายสมัยไมโอซีนตอนปลายถึงสมัยไพลสโตซีน ช้างดีกดำบรรพศ์สเตโกดอนที่ดี มีความรุ่งเรืองอย่างมาก และมีความหลากหลายทางด้านชนิด อาจมีวิวัฒนาการเริ่มจากช้างสเตโกโลโฟดอนกลุ่มที่ 1 แล้วพัฒนาเป็นช้างดีกดำบรรพศ์กลุ่มที่ 2 (ช้างสเตโกโลโฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง) โดยการพัฒนาต่อเนื่องกันหรือคู่ขนานกัน จนเริ่มปรากฏลักษณะของช้างสเตโกดอนขึ้น ช้างสเตโกดอนอาจอพยพย้ายถิ่นหรือมีการแลกเปลี่ยนกับประเทศใกล้เคียง เช่น ประเทศจีนและพม่า เนื่องจากมีหลักฐานของช้างสเตโกดอนดั้งเดิมด้วยเช่นกัน วิวัฒนาการของช้างดีกดำบรรพศ์สกุลสเตโกดอนยังดำเนินต่อมาอย่างต่อเนื่อง และอาจเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป ตั้งแต่สมัยไมโอซีน โดยการปรับลักษณะฟันให้เหมาะสมกับอาหารที่เปลี่ยนแปลง จนทำให้เกิดเป็นชนิดใหม่ขึ้น ปุ่มฟันที่มีขนาดใหญ่ในช้างดีกดำบรรพศ์ชนิดที่มีชีวิตอยู่ในสมัยไมโอซีนตอนปลายถึงไพลสโตซีน บ่งบอกถึงชนิดอาหารที่เป็นไม้ยืนต้นหรือไม้พุ่มมากกว่าพวกหญ้า การพัฒนาปุ่มฟันให้มีความเล็กลง ตัวฟันสูงขึ้น และรอยหยักของอีนามेलเพิ่มขึ้นในช้างที่มีชีวิตอยู่ในสมัยไพลสโตซีนถึงไพลสโตซีน บ่งบอกว่าชนิดอาหารส่วนใหญ่เป็นพวกหญ้าที่มีความสาากมากขึ้น อาจสัมพันธ์กับภูมิอากาศที่แห้งแล้งมากกว่าเดิม การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในภูมิภาคนี้ สอดคล้องกับการยกตัวขึ้นของเทือกเขาหิมาลัย ซึ่งเป็นผลจากการชนกันของแผ่นเปลือกโลกอินเดียและยูเรเชีย

คำหลัก ช้างดีกดำบรรพศ์ วงศ์สเตโกดอนที่ดี วิวัฒนาการของช้าง ยุคนีโอจีน นครราชสีมา

Abstract

Project Code: MRG5280080

Project Title: The Diversity of Proboscidean Fossils “Family Stegodontidae” and Neogene Events in Nakhon Ratchasima Province

Investigator: Dr. Yupa Thasod
Northeastern Research Institute of Petrified Wood and Mineral Resources, Nakhon Ratchasima Rajabhat University

Mentor: Assoc. Prof. Dr. Benjavun Ratanasthien
Department of Geological Sciences, Faculty of Science, Chiang Mai University

E-mail Address: thasod@yahoo.com

Project Period: March 16, 2009 – March 15, 2011

There are four purposes of this study 1) to study the diversity of proboscidean fossil Family Stegodontidae 2) to classify the Stegodontidae species 3) to interpret the evolution of of proboscidean fossil Family Stegodontidae and 4) to interpret events that occurred during the Neogene period in Nakhon Ratchasima Province. The proboscidean fossils were collected and housed at Northeastern Research Institute of Petrified Wood and Mineral Resources. They were not found *in situ* in sediment due to sand mining processed; however, molar teeth structures are useful for classification and interpretation of evolution and environment. There are 59 specimens were studied. The methods are count number of loph(id), number of mamillae, measure length, width, enamel thickness, plate or loph(id) frequency of each specimen, record the character of each specimen, and compare the specimen with type specimens. The results are Stegodontidae fossils in this locality were subdivided into 2 genera, *Stegolophodon* and *Stegodon*. They were classified into 12 species in four groups by the difference of teeth structures. Group 1 is *Stegolophodon stegodontoides* group, composes of 3 subspecies, *Stegolophodon stegodontoides* ssp. 1, *Stegolophodon stegodontoides* ssp. 2, and *Stegolophodon stegodontoides* ssp.3. Group 2 is

advanced *Stegolophodon* group, contains 2 unnamed species and a new species. Group 3 is primitive *Stegodon*, comprises 3 unnamed species. The last group is advanced *Stegodon* group. This group composes of *Stegodon elephantoides*, *Stegodon insignis*, and *Stegodon cf. orientalis*.

The Stegodontidae fossil from Nakhon Ratchasima Province contains the age range from late Miocene to Pleistocene. Group 1: *Stegolophodon stegodontoides* group is close related to the species that found from India-Pakistan and Myanmar. They were the fossils from the late Miocene. This group is more advanced than the species from the Early Miocene to Middle Miocene in Northern Thailand. During the latest Miocene to Pliocene, Stegodontidae Family was abundant and divers of species. The evolution of Stegodontidae in Nakhon Ratchasima province may begin from the Group 1 *Stegolophodon stegodontoides* then developed to advanced *Stegolophodon* and primitive *Stegodon*. They probably migrate or inter change in the main land such China, Myanmar, and Thailand because fossil evidences. The evolutions of Stegodontidae were continued and gradual changed since the Miocene. A new species may occur by the adaptation of teeth structures for food changing. Strong conules that found in the late Miocene and Pliocene species indicate the trees or bushes consume more than grass. The developing to fine conules, high crown and strong enamel folding that found in the Pliocene and Pleistocene species indicate harder foods (such as grass) had been consume, may related with dried condition. Climate changes may an effect from the uplifting of Himalayan range result from the collision of Indian and Eurasian plates.

Keywords: Proboscidean fossil, Family Stegodontidae, Proboscidean evolution, Neogene, Nakhon Ratchasima

Executive Summary

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เนื่องจากสถาบันวิจัยไม้กลายเป็นหินฯ เป็นสถาบันที่ทำการวิจัย ศึกษา รวบรวม และ บำรุงรักษาซากดึกดำบรรพ์ ทั้งไม้กลายเป็นหิน ไดโนเสาร์ ซ้างดึกดำบรรพ์และซากดึกดำบรรพ์ อื่น ๆ เพื่อให้ให้นักวิชาการทั้งในและต่างประเทศได้มาทำการศึกษาร่วมกัน

จากการรวบรวมซากช้างดึกดำบรรพ์ในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งพบเป็นจำนวนมาก ทำให้เห็นว่าช้างดึกดำบรรพ์ในจังหวัดนครราชสีมา มีความหลากหลายทางด้านชนิดเป็นอย่างมาก และมีความโดดเด่นมากกว่าที่เคยมีการรายงานจากทั่วโลก แต่ยังไม่มีการศึกษาในรายละเอียด ซึ่งคาดว่าจะมีช้างดึกดำบรรพ์ชนิดใหม่ของโลกเพิ่มขึ้นอีกหลายชนิด ผลการศึกษาที่ได้อาจใช้ในการแปลความหมายด้านวิวัฒนาการของช้างดึกดำบรรพ์ซึ่งจะมีรายละเอียดเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากตัวอย่างที่มีจำนวนมาก และอาจใช้แปลผลด้านภูมิศาสตร์บรรพกาลได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความหลากหลายของซากช้างดึกดำบรรพ์ วงศ์สเตโกดอนทิดี โดยใช้ ลักษณะโครงสร้างของฟันกรามเป็นหลัก
2. เพื่อจัดจำแนกชนิดของช้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดี
3. เพื่อแปลความหมายด้านวิวัฒนาการของช้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดี
4. เพื่อแปลความหมายสภาพแวดล้อมหรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในยุคนี้โอจีน

ระเบียบวิธีวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลวรรณกรรมหรือผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. เลือกตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ฟันกรามช้างสกุลสเตโกโลโฟดอนและช้างสกุลสเตโกดอน ที่พบจากแหล่งบ่อทรายท่าช้าง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา โดยเลือก ตัวอย่างฟันกรามซี่ที่ 2 และ 3 ที่ค่อนข้างสมบูรณ์ เนื่องจากมีความสำคัญในการจำแนกในระดับ สกุลและชนิดได้
3. ศึกษารูปร่างของฟัน ลักษณะโครงสร้างปุ่มฟันที่ปรากฏ วัดขนาดความกว้าง ความ ยาว ความสูงของฟัน การวางตัวของปุ่มฟัน แนวเส้นแบ่งครึ่งฟัน การรองรับของรากฟันหน้า ใน

พืชน้ำที่ 3 จำนวนพันธุ์ในพืชน้ำที่ 1 ซึ่งที่ 2 และที่ 3 จำนวนพันธุ์พืชน้ำและรอยหยักของอินามะ แล้วเปรียบเทียบกับชนิดต้นแบบ ชนิดที่เคยมีการศึกษาไว้แล้วและเปรียบเทียบกับซากดึกดำบรรพ์ที่พบในแหล่งเดียวกันด้วย

4. ศึกษาข้อมูลและแปลความหมายด้านวิวัฒนาการของช้างดึกดำบรรพ์และสภาพแวดล้อมบรรพกาลในช่วงเวลาที่ช้างดึกดำบรรพ์เหล่านี้มีชีวิตอยู่ โดยอาศัยข้อมูลจากงานวิจัยหรือวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผลการศึกษา

ช้างวงศ์สเตโกดอนที่ดีในจังหวัดนครราชสีมา มีอายุตั้งแต่สมัยไมโอซีนตอนปลายถึงสมัยไพลสโตซีน สามารถแบ่งออกเป็น 2 สกุล คือ ช้างสเตโกโลโฟดอน และช้างสเตโกดอน จำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม 12 ชนิด ตามลักษณะความแตกต่างของโครงสร้างพืชน้ำ กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส มี 3 ชนิดย่อย คือ ช้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 1 ช้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 2 และ ช้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 3 กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มช้างสเตโกโลโฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง มี 3 ชนิด คือ ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 และชนิดใหม่ กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มช้างสเตโกดอนดั้งเดิม มี 3 ชนิด คือ ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 และชนิดที่ 3 และกลุ่มที่ 4 คือกลุ่มช้างสเตโกดอนที่มีวิวัฒนาการสูง มี 3 ชนิด คือ ช้างสเตโกดอน เอลิฟานทอยเดส ช้างสเตโกดอน อินซิกนิส และช้างสเตโกดอน cf. ออเรียนทาลิส

วิวัฒนาการของช้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนที่ดี ยังดำเนินมาอย่างต่อเนื่อง เป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป ตั้งแต่สมัยไมโอซีนตอนต้น โดยการปรับลักษณะพืชน้ำให้เหมาะสมกับอาหารที่เปลี่ยนแปลงทำให้เกิดเป็นชนิดใหม่ขึ้น พืชน้ำที่มีขนาดใหญ่บ่งบอกถึงอาหารที่เป็นไม้ยืนต้นหรือไม้พุ่มที่อ่อนนุ่มมากกว่าพวกหญ้า การพัฒนาพืชน้ำให้มีขนาดเล็กลง ตัวพืชน้ำสูงขึ้น และรอยหยักของอินามะที่เพิ่มขึ้น บ่งบอกว่าอาหารส่วนใหญ่เป็นพวกหญ้าซึ่งสัมพันธ์กับภูมิอากาศที่อาจแห้งแล้งมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศในภูมิภาคนี้ สอดคล้องกับการยกตัวสูงขึ้นของเทือกเขาหิมาลัย ซึ่งเป็นผลจากการชนกันของแผ่นเปลือกโลกอินเดียและยูเรเชีย

สรุปผลการศึกษา

ความหลากหลายของช้างศึกดำบรรพวงศ์เตโถดอนทิดี ในจังหวัดนครราชสีมา นั้นมีมากถึง 4 กลุ่ม 12 ชนิด และมีอายุต่อเนื่องมาตั้งแต่สมัยไมโอซีนตอนปลายถึงสมัยไพลสโตซีน เป็นสิ่งที่บ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งที่อยู่อาศัยและอาหารในบริเวณลุ่มแม่น้ำมูลโบราณ เมื่อประมาณ 9 ล้านปีก่อน ถึงเมื่อประมาณ 2 ล้านปีก่อน ได้เป็นอย่างดี ความแตกต่างในลักษณะของปุ่มฟันช้างศึกดำบรรพวงศ์เตโถดอนทิดี อาจเกิดขึ้นจากการปรับตัวให้เหมาะสมกับอาหารที่บริโภค เมื่อภูมิอากาศแห้งแล้งมากขึ้น จะส่งผลให้หญ้าแพร่กระจายมากขึ้น ความแข็งของหญ้าทำให้ช้างศึกดำบรรพปรับลักษณะฟันให้มีปุ่มมากขึ้น มีรอยหยักของอินาเมลมากขึ้น ตัวฟันสูงขึ้น และมีสารเชื่อมประสานหนามากขึ้น เพื่อประสิทธิภาพในการย่อยและความคงทนในการใช้งานตลอดอายุขัยของช้างศึกดำบรรพ

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	iii
บทคัดย่อ	iv
Abstract	vi
Executive Summary	viii
สารบัญตาราง	xii
สารบัญรูป	xiii
เนื้อหางานวิจัย	1
วัตถุประสงค์	1
วิธีการศึกษา	1
ผลการศึกษา	2
1. การจัดจำแนกชนิดและความหลากหลายของช้างศึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดี	2
2. วิวัฒนาการของช้างศึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดีในประเทศไทย	18
3. การแปลความหมายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในยุคนีโอจีน ในจังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ลักษณะของฟันช้างศึกดำบรรพ์	23
สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา	24
ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต	27
เอกสารอ้างอิง	28
Output จากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนจาก สกว.	31
ภาคผนวก	32

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงจำนวนสันพื้น ขนาด ความหนาของอิनाเมล และจำนวนปุ่มพื้น ของซากดึกดำบรรพ์ข้างสเตโกโลไฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิด ย่อยที่ 1	4
ตารางที่ 2 แสดงจำนวนสันพื้น ขนาด ความหนาของอินาเมล และจำนวนปุ่มพื้น ของซากดึกดำบรรพ์ข้างสเตโกโลไฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิด ย่อยที่ 2 และชนิดย่อยที่ 3	7
ตารางที่ 3 แสดงจำนวนสันพื้น ขนาด ความหนาของอินาเมล และจำนวนปุ่มพื้น ของซากดึกดำบรรพ์ข้างสเตโกโลไฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 และชนิดใหม่	9
ตารางที่ 4 แสดงจำนวนสันพื้น ขนาด ความหนาของอินาเมล และจำนวนปุ่มพื้น ของซากดึกดำบรรพ์ข้างสเตโกดอนดั้งเดิม	12
ตารางที่ 5 แสดงจำนวนสันพื้น ขนาด ความหนาของอินาเมล และจำนวนปุ่มพื้น ของซากดึกดำบรรพ์ข้างสเตโกดอนที่มีวิวัฒนาการสูง	17
ตารางที่ 6 สรุปเปรียบเทียบลักษณะปรากฏของฟันกรามของข้างสกุลสเตโกโล ไฟดอนดั้งเดิม ข้างสเตโกโลไฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง ข้างสเตโกดอน ดั้งเดิม และข้างสเตโกดอนที่มีวิวัฒนาการสูง	26

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างฟันข้างดึกดำบรรพ์ กลุ่มที่ 1 ชนิดสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 1	3
รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างฟันข้างดึกดำบรรพ์ กลุ่มที่ 1 ชนิดสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 2	6
รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างฟันข้างดึกดำบรรพ์ ชนิดสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 3 และข้างสเตโกโลโฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 และชนิดใหม่	8
รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างฟันข้างดึกดำบรรพ์ กลุ่มที่ 3 ข้างสเตโกดอนดั้งเดิม ชนิดที่ 1	11
รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างฟันข้างดึกดำบรรพ์ กลุ่มที่ 3 ข้างสเตโกดอนดั้งเดิม ชนิดที่ 2 และชนิดที่ 3	13
รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างฟันข้างดึกดำบรรพ์ กลุ่มที่ 4 ข้างสเตโกดอนที่มีวิวัฒนาการสูง ชนิดสเตโกดอน เอลิฟานทอยเดส และชนิดสเตโกดอน cf. ออเรียนทาลิส	15
รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างฟันข้างดึกดำบรรพ์ กลุ่มที่ 4 ข้างสเตโกดอนที่มีวิวัฒนาการสูง ชนิดสเตโกดอน อินซิกนิส	16
รูปที่ 8 แสดงลักษณะของปุ่ม posterior central conule ในข้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 ที่อาจ วิวัฒนาการเป็นไป ข้างสเตโกดอนชนิดดั้งเดิม	19
รูปที่ 9 แสดงขนาดที่แตกต่างกันไม่มากของข้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดี ที่มีอายุตั้งแต่สมัยไมโอซีนตอนปลาย	21
รูปที่ 10 แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนสันฟัน จำนวนปุ่มฟัน และรอยหยักของ ฟัน	21
รูปที่ 11 แสดงปริมาณของสารเชื่อมประสานที่แตกต่างกันในข้างดึกดำบรรพ์ วงศ์สเตโกดอนทิดี	22
รูปที่ 12 แสดงอายุและชนิดของข้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดีที่พบในประเทศ ปากีสถาน จีน พม่า และไทย	25

เนื้อหางานวิจัย

วัตถุประสงค์

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์อยู่ 4 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาความหลากหลายของซากช้างดึกดำบรรพ์วงศ์เตโกดอนทิดี โดยใช้ลักษณะโครงสร้างของฟันกรามเป็นหลัก 2) เพื่อจัดจำแนกชนิดของช้างดึกดำบรรพ์ 3) เพื่อแปลความหมายด้านวิวัฒนาการของช้างดึกดำบรรพ์ และ 4) เพื่อแปลความหมายสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นในยุคนีโอจีน

วิธีการศึกษา

1. เลือกตัวอย่างซากดึกดำบรรพ์ฟันกรามช้างสกุลสเตโกโลโฟดอนและช้างสเตโกดอนที่พบจากแหล่งบ่อทรายท่าช้าง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา โดยตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ส่วนใหญ่เป็นฟันกรามซี่ที่ 2 และ 3 จำนวนทั้งหมด 59 ตัวอย่าง/ชิ้น
2. ศึกษารูปร่างของฟัน ลักษณะโครงสร้างปุ่มฟันที่ปรากฏ วัดขนาดความกว้าง ความยาว ความสูง การวางตัวของปุ่มฟัน แนวเส้นแบ่งครึ่งฟัน ดูรายละเอียดใน Tassy (1996) ลักษณะการรองรับของรากฟันหน้าในฟันกรามซี่ที่ 3 จำนวนสันฟันในฟันกรามซี่ที่ 1 ซี่ที่ 2 และซี่ที่ 3 จำนวนปุ่มฟันและรอยหยักของอีนามेल ลักษณะที่ปรากฏเหล่านี้ล้วนเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ (Tobien, 1973, 1975; Saegusa, 1996; Saegusa et al., 2005) ลักษณะฟันที่ใช้ในการจำแนกช้างดึกดำบรรพ์สกุลสเตโกโลโฟดอนและสกุลสเตโกดอนมีอยู่หลายประการ แต่อาจใช้เพียงบางลักษณะ ก็สามารถจำแนกเบื้องต้นได้ เช่น จำนวนสันฟันในฟันกรามซี่ที่ 2 ความชัดเจนของแนวเส้นแบ่งครึ่งฟัน และการปรากฏของปุ่ม posterior central conule บนสันที่ 2 ในฟันกรามล่างซี่ที่ 3 รูปร่างของฟันและรอยหยักของอีนามेल (Saegusa, 1996; Saegusa et al., 2005)
3. ทำการจำแนกช้างดึกดำบรรพ์วงศ์เตโกดอนทิดี ถึงระดับสกุลได้เป็นอย่างน้อย โดยเปรียบเทียบกับชนิดต้นแบบหรือชนิดที่มีการศึกษามาก่อนแล้ว และวิเคราะห์ความหลากหลายทางด้านชนิดของช้างดึกดำบรรพ์นี้
4. แปลความหมายด้านวิวัฒนาการของช้างดึกดำบรรพ์และสภาพแวดล้อมบรรพกาลในช่วงเวลาที่ช้างดึกดำบรรพ์เหล่านี้มีชีวิตอยู่ โดยอาศัยลักษณะที่ปรากฏของฟันกรามเป็นหลัก

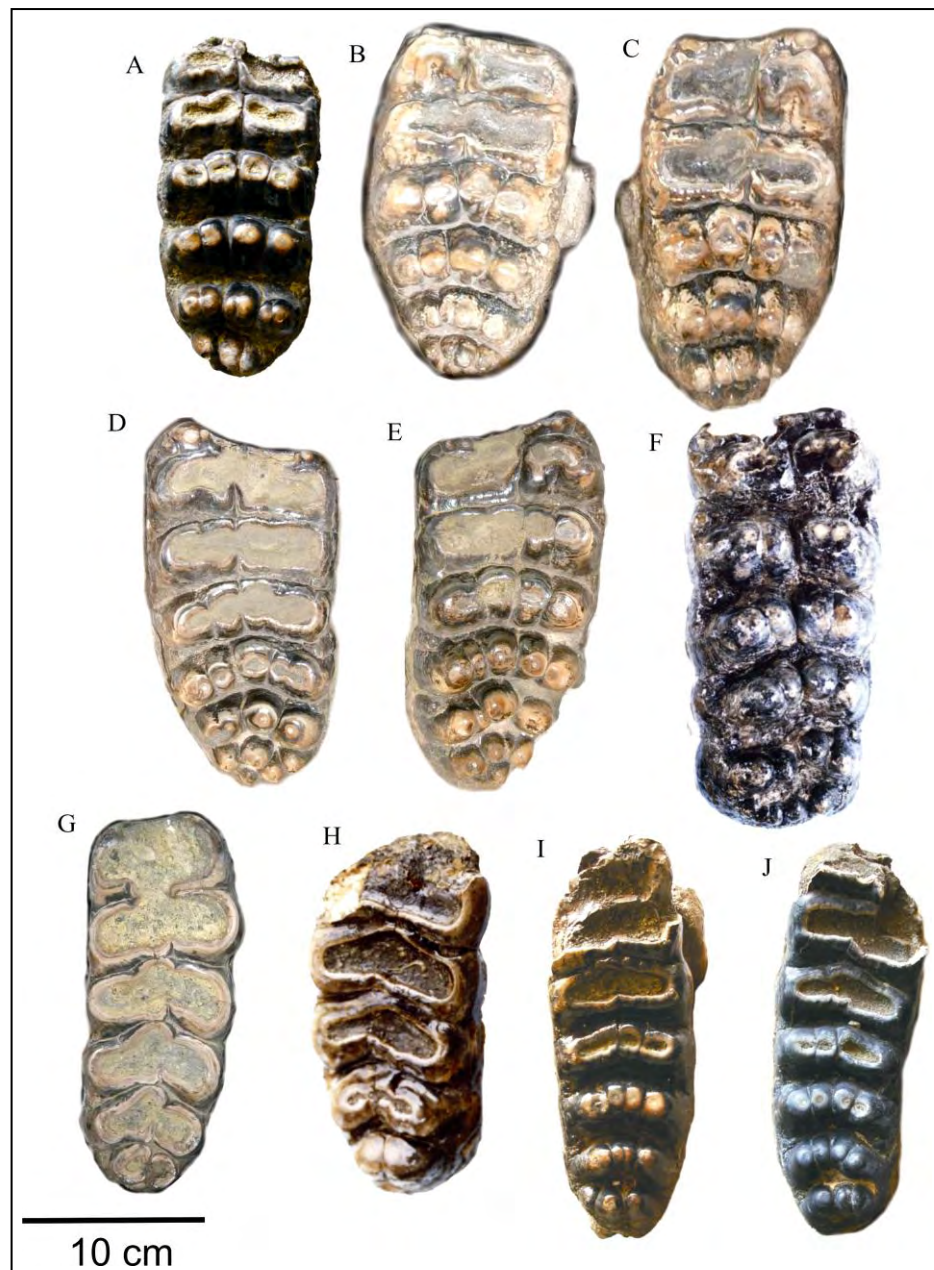
ผลการศึกษา

1. การจัดจำแนกชนิดและความหลากหลายของช้างศึกดำบรรพวิงศ์สเตโกดอนที่ดี

ซากช้างศึกดำบรรพวิงศ์สเตโกดอนที่ดี ที่พบในจังหวัดนครราชสีมา ถูกจำแนกออกเป็น 4 กลุ่ม โดยใช้ลักษณะโครงสร้างฟันเป็นเกณฑ์ ได้แก่ กลุ่มที่ 1 กลุ่มช้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส (*Stegolophodon stegodontoides* group) กลุ่มที่ 2 กลุ่มช้างสเตโกโลโฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง (*Advanced Stegolophodon*) กลุ่มที่ 3 กลุ่มช้างสเตโกดอนดั้งเดิม (*Primitive Stegodon*) และ กลุ่มที่ 4 กลุ่มช้างสเตโกดอนที่มีวิวัฒนาการสูง (*Advanced Stegodon*)

1.1 กลุ่มที่ 1 กลุ่มช้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ซากช้างศึกดำบรรพใน กลุ่มนี้แบ่งได้เป็น 3 ชนิดย่อย คือ ช้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 1 (*Stegolophodon stegodontoides* ssp. 1) ช้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อย ที่ 2 (*Stegolophodon stegodontoides* ssp. 2) และช้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 3 (*Stegolophodon stegodontoides* ssp.3)

1.1.1 ช้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 1 เป็นช้างศึกดำ บรรพที่มีขนาดเล็กกว่าช้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 2 และช้างสเตโกโล โฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 3 เพียงเล็กน้อย ลักษณะเด่น คือ มีปุ่มฟันที่ไม่ซับซ้อน สูตรฟันเป็น X5X ในฟันกรามบนซี่ที่ 3 (M3) และไม่มีปุ่ม posterior central conule ซึ่งเป็นลักษณะที่แตกต่างจากอีก 2 ชนิดในกลุ่มเดียวกัน ในฟันกรามล่างซี่ที่ 3 (m3) มีสูตรฟันเป็น X5X ถึง X6X เมื่อฟันสึกปานกลางจะมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีเส้นแบ่งครึ่งฟันชัดเจน ปุ่ม mesoconelet มีขนาดใหญ่พอๆ กับปุ่มหลัก จำนวนปุ่มฟันในแต่ละแถวมีจำนวน 4 ถึง 6 ปุ่ม (รูปที่ 1 และตารางที่ 1) ตัวอย่าง RIN 804 มีลักษณะและขนาดใกล้เคียงกับตัวอย่างของช้าง สเตโกโลโฟดอน พรีลาติเดนส์ (*Stegolophodon praelatidens*) ที่พบที่เหมืองแม่เมาะ จังหวัด ลำปาง (Chavasseau et al., 2009) แต่มีความแตกต่างจากช้างสเตโกโลโฟดอน พรีลาติเดนส์ ขึ้นต้นแบบเป็นอย่างมาก และมีความใกล้เคียงกับช้างสเตโกโลโฟดอน cf. สเตโกดอนทอยเดส ที่ พบที่อินเดีย-ปากีสถานมากกว่า (Tassy, 1983) คณะผู้วิจัยจึงสันนิษฐานว่าช้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส นั้นอาจมีมากกว่า 1 ชนิด และซากช้างศึกดำบรรพที่พบที่จังหวัดนครราชสีมา เป็นหลักฐานได้เป็นอย่างดีว่าช้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส นั้นมีลักษณะแตกต่างกัน ถึง 3 แบบ



รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างฟอสซิลปีกดำบรรพ์ กลุ่มที่ 1 ชนิดสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 1 A: RM3 RIN804; B: RM3 PRY4; C: LM3 PRY3; D: LM3 PRY5; E: RM3 PRY5; F: LM3 RIN7; G: Lm3 PRY15; H: Rm3 RIN3; I: Lm3 RIN805; J: Rm3 RIN534.

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนสันฟัน ขนาด ความหนาของอีนาเมล และจำนวนปุ่มฟันของซากดีกดำ
บรรพ์ช้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 1

Species/specimen	N	L	W	WI	H	ET	N-mam
<i>Stegolophodon stegodontoides</i> ssp.1							
RM3 RIN804	X5X	187	94	50.27	worn	5-6	4
LM3 □RIN7	X5X	223	108.72	48.75	55.33	6-9	4
LM3 PR□3	X5X	191.8	99.75	52.01	worn	8	4
RM3 PRY4	X5X	188	100.56	53.49	worn	7	4
LM3 PRY5	X5X	204	98.49	48.28	worn	5.3	4
RM3 PRY5	X5X	198.2	94.15	47.50	worn	5-6	4
Lm3 PRY15	X5X	206.8	80.84	39.09	worn	5-6	worn
Rm3 RIN3	-4X	200-	97.45	-	worn	6-7	worn
Lm3 RIN805	X6X	221.82	80.20	36.16	worn	5-6	4
Rm3 RIN534	X6X	213.92	79.58	37.20	worn	5-6	4

หมายเหตุ N = จำนวนสันฟัน (Number of loph(id); L= ความยาวมากที่สุดของตัวฟัน
(Maximum Length); W=ความกว้างมากที่สุดของตัวฟัน (Maximum Width); WI=ดัชนีความ
กว้าง (Width Index $W/L \times 100$); H= ความสูงของตัวฟัน (Height); ET = ความหนาของอีนา
เมล (Enamel thickness); N-mam= จำนวนปุ่มฟัน (Number of mammillae)

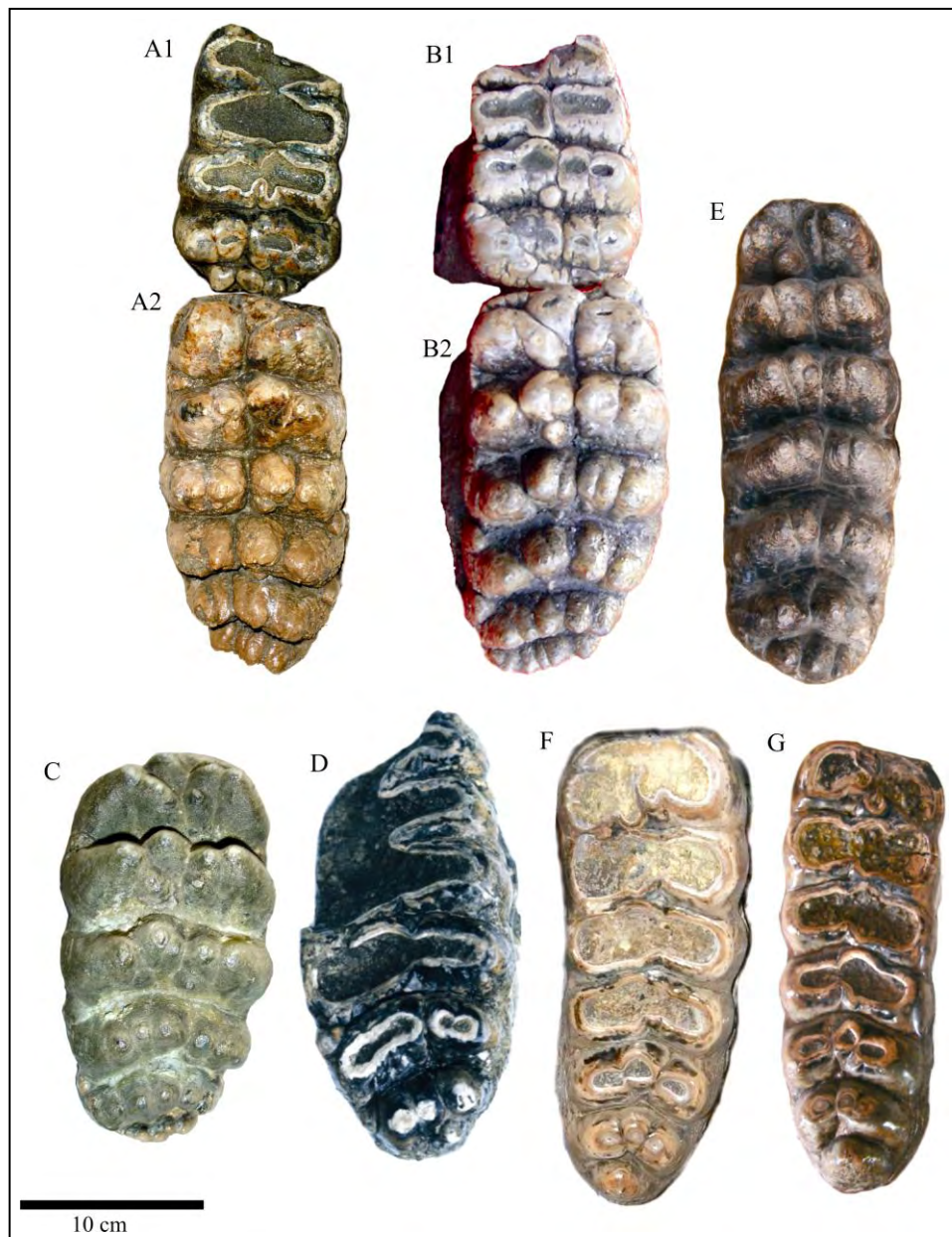
1.1.2 ข้างสเตรโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 2 มีสูตรฟันของฟันกรามซี่ที่ 2 (M2) เป็น X4X ฟันกรามบนซี่ที่ 3 เป็น X5X และฟันกรامل่างซี่ที่ 3 เป็น X6X ปุ่มฟันมีขนาดใหญ่และมีจำนวนปุ่มฟันไม่เกิน 6 ปุ่ม มีอินามาเลหนาและไม่มีรอยหยักของอินามาเล มีลักษณะเหมือนกับ ข้างสเตรโกโลโฟดอน cf. สเตโกดอนทอยเดส ที่พบที่อินเดีย-ปากีสถาน (Tassy, 1983) มีขนาดใหญ่พอๆ กับข้างสเตรโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 3 และชนิดต้นแบบที่พบที่ประเทศพม่า แต่ลักษณะปุ่มฟันของข้างสเตรโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 2 มีความดั้งเดิมมากกว่า โดยมีปุ่ม posterior central conule ที่ใหญ่กว่า และแตกต่างจากข้างสเตรโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 1 ตรงที่มีปุ่ม posterior central conule ชัดเจน จำนวนตัวอย่างที่พบในแหล่งท่าช้างนี้ น่าจะเพียงพอในการตั้งชื่อชนิดใหม่หรือชนิดย่อยขึ้นได้ (รูปที่ 2 และตารางที่ 2)

1.1.3 ข้างสเตรโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 3 มีลักษณะของฟันที่มีการพัฒนามากกว่าที่พบในข้างสเตรโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 1 และ 2 เป็นข้างดึกดำบรรพ์ที่มีขนาดใหญ่ปานกลาง ปุ่มฟันถูกแบ่งย่อยออกโดยร่องตื้นๆ ทำให้เห็นว่าผิวฟันนั้นหยาบมากกว่าด้วย ฟันกรามบนซี่ที่ 3 มีสูตรฟันเป็น X6X มากกว่าที่พบในข้างสเตรโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 1 แต่เท่ากับชนิดย่อยที่ 2 (รูปที่ 3 และตารางที่ 2)

1.2 กลุ่มที่ 2 ข้างสเตรโกโลโฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง ข้างดึกดำบรรพ์กลุ่มนี้มีความแตกต่างจากกลุ่มที่ 1 เนื่องจากมีจำนวนของสันฟันในฟันกรามซี่ที่ 3 มากขึ้นเป็น 7 สัน แต่อาจแสดงลักษณะดั้งเดิมร่วมด้วย แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 และชนิดใหม่

1.2.1 ข้างสเตรโกโลโฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง ชนิดที่ 1 เป็นข้างสเตรโกโลโฟดอนที่มีขนาดใหญ่ปานกลางหรือเล็กเมื่อเทียบกับข้างสเตรโกโลโฟดอนในกลุ่มเดียวกัน แต่มีขนาดเล็กเคียงกับข้างสเตรโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 1 ฟันเรียวยาวมีปุ่ม posterior central conule เด่นชัด มีแนวเส้นแบ่งครึ่งฟันชัดเจน (รูปที่ 3 และตารางที่ 3)

1.2.2 ข้างสเตรโกโลโฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง ชนิดที่ 2 เป็นข้างสเตรโกโลโฟดอนที่มีขนาดใหญ่กว่าชนิดที่ 1 ทั้งความกว้างและความยาว มีปุ่ม posterior central conule และเส้นแบ่งครึ่งฟันชัดเจน ปุ่มฟันมีการแบ่งย่อยเป็น 4 ถึง 6 ปุ่ม แสดงถึงการพัฒนาที่มากกว่าชนิดที่ 1 (รูปที่ 3 และตารางที่ 3)



รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างฟันช้างดีกดำบรรพ์ กลุ่มที่ 1 ชนิดสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 2 A1: RM2 RIN6; A2: RM3 RIN6; B1: LM2 RIN33; B2: LM3 RIN33 C: LM3 RIN348; D: LM3 RIN61; E: Lm3 PRY17; F: Lm3 PRY2; G: Rm3 PRY1.

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนสันฟัน ขนาด ความหนาของอีนาเมล และจำนวนปุ่มฟันของซากดึกดำบรรพ์ช้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 2 และชนิดย่อยที่ 3

Species/specimen	N	L	W	WI	H	ET	N-mam
<i>Stegolophodon stegodontoides</i> ssp.2							
LM2 RIN33	X4X	136.26	83.48	61.26	worn	6-7	worn
LM3 RIN33	X6X	211	101.80	48.25	55.16	-	4-6
RM2 RIN6	X4X	146	90.82	62.20	worn	6-7	worn
RM3 RIN6	X6X	207.5	106.3	51.23	58.8	6-7	4-6
LM3 RIN348	X5X	212	111.97	52.82	55.73	-	4-6
LM3 RIN61	X6X	204.5	98	47.92	worn	6-7	worn
Rm3 PRY1	X6X	241	89.81	37.27	worn	6-7	worn
Lm3 PRY2	X6X	239	91.25	38.18	worn	6-7	worn
Lm3 PRY17	X6X	245.8	98.69	40.15	-	-	4-5
<i>Stegolophodon stegodontoides</i> ssp.3							
LM3 RIN351	X6X	246.05	109.94	44.68	54	5-6	4-6
RM3 RIN351	X6X	237	110.83	46.76	47	6	4-6
LM3 PRY6	X6X	211.72	101.58	47.98	worn	5	4-6
LM3 PRY18	X6X	226.8	98.84	43.58	-	-	4-6



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างฟอสซิลดึกดำบรรพ์ ชนิดสเตโกโลไฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 3 (A-D) และซังสเตโกโลไฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง ชนิดที่ 1 (K) ชนิดที่ 2 (L) และชนิดใหม่ (E-J) A: RM3 RIN351; B: LM3 RIN351 C: LM3 PRY18; D: LM3 PRY6; E: RM3 PRY97; F: LM3 PRY97; G: Lm3 PRY97; H: Rm3 PRY97; I: Lm2 NRRU1002-63; J: Lm3: NRRU1002-01; K: Rm3 PRY103; L: Lm3 NRRU-PRY98.

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนสันฟัน ขนาด ความหนาของอีนาเมล และจำนวนปุ่มฟันของซากดึกดำบรรพ์ข้างสเตโกโลโฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 และชนิดใหม่

Species/specimen	N	L	W	WI	H	ET	N-mam
Advanced <i>Stegolophodon</i> sp.1							
Rm3 PRY 103	X7X	254.85	90.36	35.46	51.07	-	4
Advanced <i>Stegolophodon</i> sp. 2							
Lm3 NRRU-PRY 98	X7X	287.16	110.44	38.46	57.25	-	4-6
Advanced <i>Stegolophodon</i> sp. 3 (new species)							
LM3 NRRU-PRY97	X6X	278	129.00	46.4	worn	5-6	6-8
RM3 NRRU-PRY97	X6X	272	127.61	46.92	worn	5-6	6-8
Lm2 NRRU1002-63	X6	184.62	86.96	47.10	worn	5-6	4
Lm3 NRRU1002-01	-6X	211.94	105.78	49.91	worn	5-6	4-6
Lm3 NRRU-PRY97	X7X	312.00	117.03	37.51	worn	5-6	4-6
Rm3 NRRU-PRY97	X7X	305.6	115.54	37.81	worn	5-6	4-6

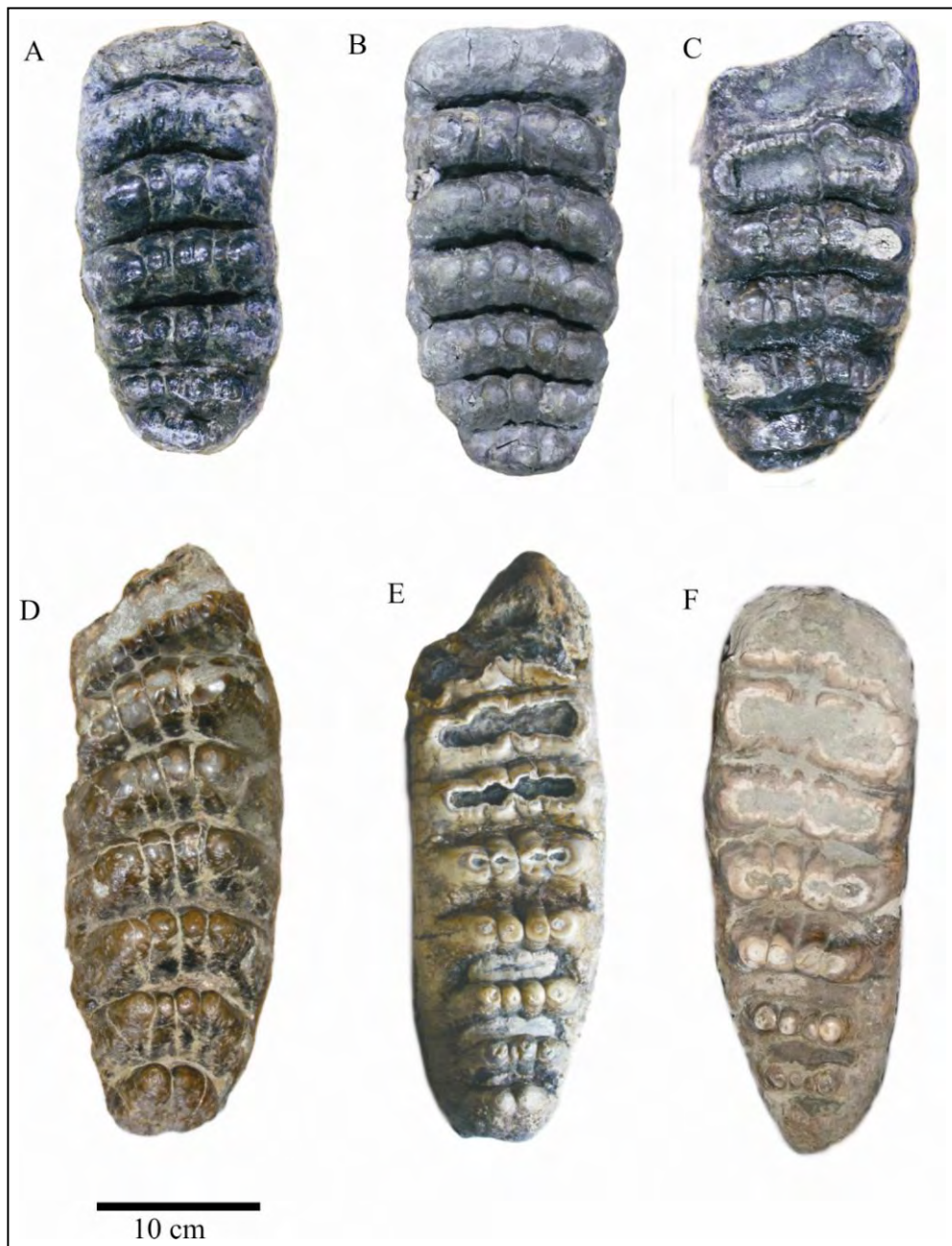
1.2.3 ช้างสเตรโกโลโฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง ชนิดใหม่ เป็นช้างสเตรโกโลโฟดอนที่มีขนาดใหญ่มาก ฟันกรามล่างซี่ที่ 2 มีสูตรฟันเป็น X6 ฟันกรามบนซี่ที่ 3 มีสูตรฟันเป็น X6X และฟันกรามล่างซี่ที่ 3 เป็น X7X สูตรฟันในฟันกรามบนซี่ที่ 3 เหมือนกับช้างสเตรโกโลโฟดอนสเตรโกดอนทอยเดส แต่ในฟันล่างทั้งฟันกรามซี่ที่ 2 และ 3 มีจำนวนสันฟันมากกว่า ไม่มีรอยหยักของอินามเมล มีเส้นแบ่งครึ่งฟันชัดเจนเฉพาะส่วนหน้า และแสดง secondary trefoil ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของช้างสเตรโกโลโฟดอน ชนิดใหม่นี้ (รูปที่ 3 และตารางที่ 3)

1.3. กลุ่มที่ 3 ช้างสเตรโกดอนดั้งเดิม จำแนกออกเป็น 3 ชนิด คือ ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 และชนิดที่ 3 มีจำนวนสันฟันคล้ายกับชนิดที่พบในประเทศจีน (Teilhard and Trassaert, 1937; Zong, 1992) โดยมีรายละเอียดของแต่ละชนิดดังนี้

1.3.1 ช้างสเตรโกดอนดั้งเดิม ชนิดที่ 1 เป็นช้างสเตรโกดอนที่มีสูตรฟันกรามบนซี่ที่ 3 เป็น X6X ฟันกรามล่างซี่ที่ 3 เป็น X7X ในฟันบนปุ่มฟันถูกแบ่งด้วยร่องฟันตื้นๆ ทำให้เห็นเป็น 6 ปุ่มแต่ไม่แยกจากกันดี มีแนวเส้นแบ่งครึ่งฟันตื้น ในฟันกรามล่างซี่ที่ 3 มีปุ่มฟัน 4 ปุ่ม ร่องฟันลึก และมีสารเชื่อมประสานหรือร่องรอยของสารเชื่อมประสานแทรกอยู่ระหว่างร่องฟัน แสดงรอยหยักของอินามเมลหยาบถึงเรียบ มีขนาดใหญ่เท่ากับช้างสเตรโกโลโฟดอน สเตรโกดอนทอยเดส กลุ่มที่ 1 (รูปที่ 4 และตารางที่ 4)

1.3.2 ช้างสเตรโกดอนดั้งเดิม ชนิดที่ 2 พบเฉพาะฟันกรามล่างซี่ที่ 3 เท่านั้น มีสูตรฟันเป็น X7X ฟันด้านหน้ากว้างและเรียวแหลมในส่วนท้าย มีรอยหยักของอินามเมลละเอียดมากกว่าชนิดที่ 1 ไม่มีปุ่ม posterior central conule (รูปที่ 5 และตารางที่ 4)

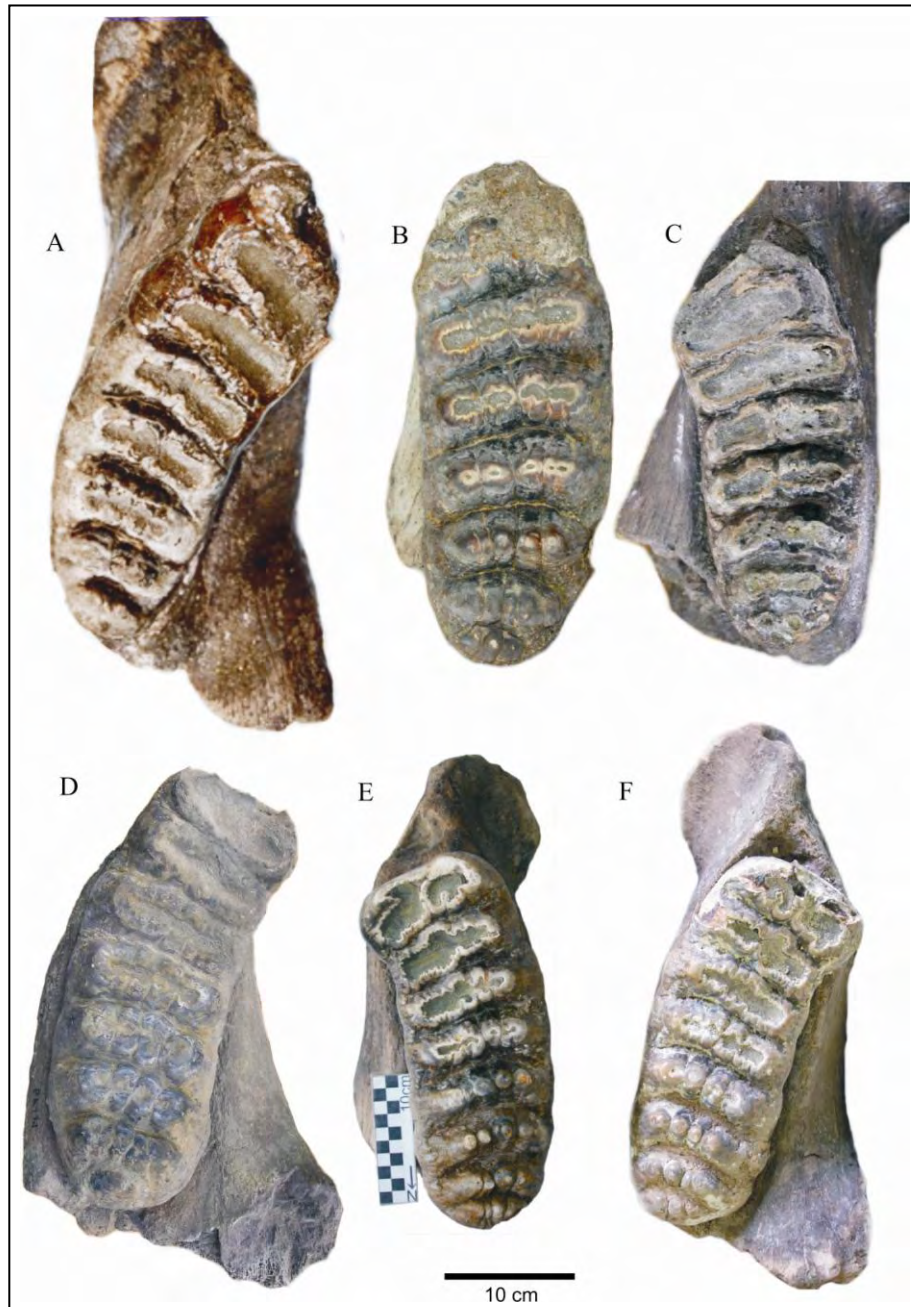
1.3.3 ช้างสเตรโกดอนดั้งเดิม ชนิดที่ 3 พบเฉพาะฟันกรามล่างซี่ที่ 3 เช่นกัน รูปร่างฟันเป็นแบบท่ายป้าน ความกว้างของฟันมีขนาดพอๆ กันตลอดทั้งตัวฟัน แสดงรอยหยักของอินามเมลแบบละเอียด มีสารเชื่อมประสานอยู่ในร่องฟันเล็กน้อย มีขนาดฟันใหญ่ (รูปที่ 5 และตารางที่ 4)



รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างฟอสซิลหางดีกดำบรรพ์ กลุ่มที่ 3 ซ้างสเตโกดอนดั้งเดิม ชนิดที่ 1 A: RM3 RIN50; B: LM3 RIN352 C: RM3 NRRU-PRY62; D: Lm3 RIN46; E: Lm3 PRY14; F: Rm3 PRY14.

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนสันฟัน ขนาด ความหนาของอีนาเมล และจำนวนปุ่มฟันของซากดึกดำบรรพ์ช้างสเตโกดอนดั้งเดิม

Species/specimen	N	L	W	WI	H	PF	ET	N-mam
Primitive <i>Stegodon</i> sp. 1								
RM3 RIN50	X6X	265.60	123.16	46.37	61.45	2.53	8-9	6
RM3 NRRU- PRY62	X6X	270.49	124.38	45.98	worn	2.42	6-7	6
LM3 RIN352	X6X	254.4	124.55	48.96	54.57	2.73	6-8	6
Lm3 RIN46	X7X	299.80	115.30	38.46	59.88	2.42	5-6	4
Rm3 PRY 14	X7X	293.71	101.83	34.67	worn	2.42	6-8	4
Lm3 PRY 14	X7X	293.2	102.64	35.01	worn	2.47	5-7	4
Primitive <i>Stegodon</i> sp. 2								
Rm3 RIN9	X7X	298.12-	106.17	35.61+	worn	2-3	5.6	worn
Lm3 PRY138	-6X	290.39-	115.81	39.88+	worn	2-2.5	6	6
Lm3 PRY 16	-6X	247.11	105.40	42.65	worn	2.75	5.2	6
Primitive <i>Stegodon</i> sp. 3								
Rm3 PRY61	X7X	294.90	116.46	39.49	worn	2.5	5.7	4
Rm3 NRRU1002- 27	X7X	282.40	112.63	39.88	worn	2.5-3	5.5	4-5
Lm3 NRRU1002- 27	X7X	286.66	113.05	39.43	worn	2.5-3	5.6	4-5



รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างฟอสซิลปีกดำบรรพ์ กลุ่มที่ 3 ช้างสเตรโกดอนดั้งเดิม ชนิดที่ 2 (A-C) และ ชนิดที่ 3 (D-F) A: Rm3 RIN9; B: Lm3 PRY138 C: Rm3 PRY16; D: Rm3 PRY138; E: Lm3 NRRU1002-27; F: Rm3 NRRU1002-27.

1.4 กลุ่มที่ 4 ช้างสเตโกดอนที่มีวิวัฒนาการสูง จำแนกได้เป็น 3 ชนิด คือ ช้างสเตโกดอน เอลิฟานทอยเดส ช้างสเตโกดอน cf. ออเรียนทาลิส และช้างสเตโกดอน อินซิกนิส

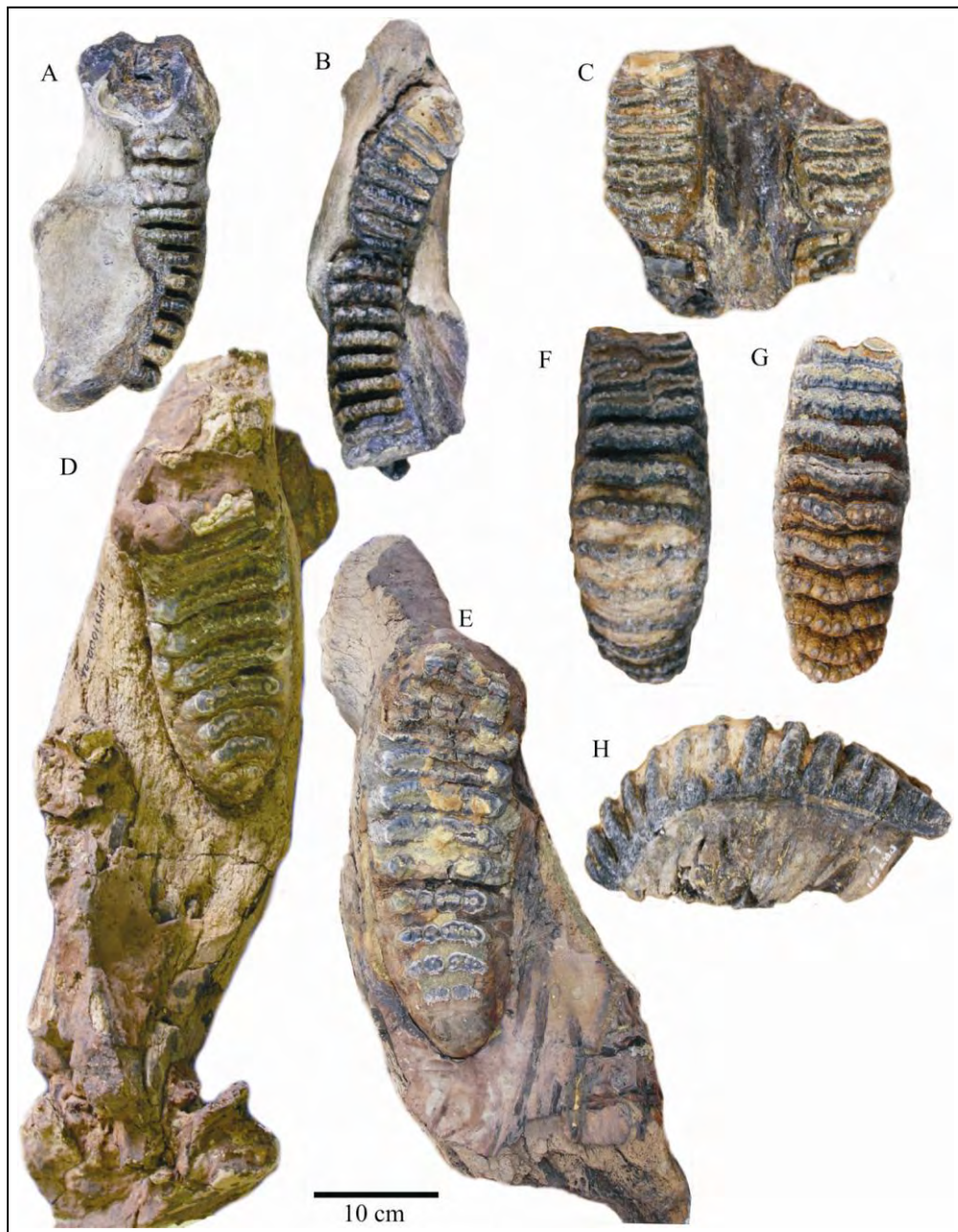
1.4.1 ช้างสเตโกดอน เอลิฟานทอยเดส พบฟันกรามล่างซี่ที่ 2 (หรืออาจเป็นซี่ที่ 3 เนื่องจากส่วนท้ายไม่แหลมเหมือนซี่ที่ 3 แต่จำนวนสันฟันเป็น X9X) และซี่ที่ 3 มีจำนวนสูตรฟันเป็น X9X ปุ่มฟันถูกแบ่งย่อยเป็น 6 ถึง 8 ปุ่ม มีรอยหยักของอีนามะลหยาบ มีสารเชื่อมประสานในร่องฟัน มีลักษณะคล้ายคลึงกับตัวอย่างที่พบในประเทศพม่า (Cobert, 1938; Takai et al., 2006) (รูปที่ 6 และ ตารางที่ 5)

1.4.2 ช้างสเตโกดอน cf. ออเรียนทาลิส พบฟันกรามบนซี่ที่ 3 ทั้ง 2 ซี่ มีสูตรฟันเป็น X10X และฟันกรามล่างซี่ที่ 3 แต่ส่วนท้ายได้ขาดหายไป ตัวฟันออกโค้งออกด้านนอกมาก มีปุ่มฟันจำนวนมาก และมีรอยหยักของอีนามะลละเอียดมาก ตัวฟันกว้างและสูง มีสารเชื่อมประสานในร่องฟันหรือมีร่องรอยของสารเชื่อมประสาน ลักษณะดังกล่าวคล้ายกับลักษณะของช้างสเตโกดอน ออเรียนทาลิส ที่พบในประเทศจีน (Teilhard and Trassaret, 1937) (รูปที่ 6 และตารางที่ 5)

1.4.3 ช้างสเตโกดอน อินซิกนิส พบฟันกรามบนซี่ที่ 1 มีสูตรฟันเป็น X8X และในฟันกรามล่างซี่ที่ 1 มีสูตรฟันเป็น X7X ฟันกรามล่างซี่ที่ 2 มีสูตรฟันเป็น X11X ถึง X12X ในฟันกรามบนซี่ที่ 3 มีสูตรฟันเป็น X11X ถึง X12X และฟันกรามล่างซี่ที่ 3 มีสูตรฟันเป็น X11X ถึง X12X เช่นกัน ลักษณะโดยทั่วไป คือ มีปุ่มฟันจำนวนมาก แสดงรอยหยักของอีนามะลแบบละเอียด มีสารเชื่อมประสานอยู่เต็มร่องฟัน ในฟันกรามล่าง มีความโค้งของตัวฟันมาก รูปร่างฟันเป็นแบบเรียวมาด้านท้าย ทั้งหมดเป็นลักษณะของช้างที่มีวิวัฒนาการสูง และเป็นลักษณะเหมือนกับช้างสเตโกดอน อินซิกนิส ที่พบในประเทศพม่า (Colbert, 1938) (รูปที่ 7 และตารางที่ 5)



รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างฟอสซิลปีกดำบรรพ์ กลุ่มที่ 4 ซ้างสเดโกดอนที่มีวิวัฒนาการสูง
ชนิดสเดโกดอน เอลิฟานทอยเดส (A-C) และชนิดสเดโกดอน cf. ออเรียนทาลิส (D-
E) A: Lm2 PRY69; B: Rm3 PRY144 C: Rm3 PRY32; D: LM3 and RM3
NRRU1002-02; E: Rm3 RIN14.



รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างฟอสซิลปีกดำบรรพ์ กลุ่มที่ 4 ซังสเตรโกดอนที่มีวิวัฒนาการสูง ชนิดสเตรโกดอน อินซิกนิส A: Ldm3 PRY55; B: Rdm3 PRY88 C: RDM1 and LDM1 RIN28; D: Lm3 NRRU1002-26; E: Rm3 PRY201; F: LM3 PRY201; G: RM3 PRY202 H: LM3 PRY201 Lateral view.

ตารางที่ 5 แสดงจำนวนสันฟัน ขนาด ความหนาของอีนาเมล และจำนวนปุ่มฟันของซากดึกดำบรรพ์ช้างสเตโกดอนที่มีวิวัฒนาการสูง

Species/specimen	N	L	W	WI	H	PF	ET	N-mam
<i>Stegodon elephantoides</i>								
Rm2 PRY144	X9X	306.38	89.31	29.15	50.67	4	4.5	7-10
Lm2 PRY69	X9X	284.03	88.60	31.19	50.79	4	4.5	7-10
Rm3 PRY32	X9X	295.82	100.41	33.94	55	3.5	4.8g	6-7
<i>Stegodon cf. orientalis</i>								
LM3 NRRU1002-02	X10X	281.92	102.27	36.27	60.12	4	4-5.5	8-11
RM3 NRRU1002-02	X10X	285.46	101.32	35.49	60.51	4	4-5.5	8-11
Rm3 RIN14	X8-	267-	115.7	-	worn	2.5	3.8	7-8
<i>Stegodon insignis</i>								
RDM1 RIN28	X8X	147.91	70.74	47.82	worn	7	3.5	worn
RM3 PRY201	X12X	268.5	97.28	36.23	57	4.5	4-5.5	10-11
LM3 PRY201	X12X	270.47	101.16	37.40	64.62	4.5	3.5-5	10-11
RM3 PRY202	X11X	206.69	93.21	45.09	51.70	4.5	4-5.5	10-12
Rm3 PRY201	X12X	271.17	97.30	35.88	worn	4	3-4.5	8
Lm3 PRY201	-8X	240-	93.18	-	worn	4	3.5-4	8
Lm3 NRRU1002-26	-8X	242.38-	94.76+	39.09	worn	4	3.7-4	8
Rm2? PRY88	X7X	134.7	60	44.54	worn	5	3-4	worn
Rm3? PRY88	X8-	171-	63.29	-	51.35	5	-	9-10
Lm3? PRY55	X11X	215.61	53.94?	?	42.47	5	-	10-11

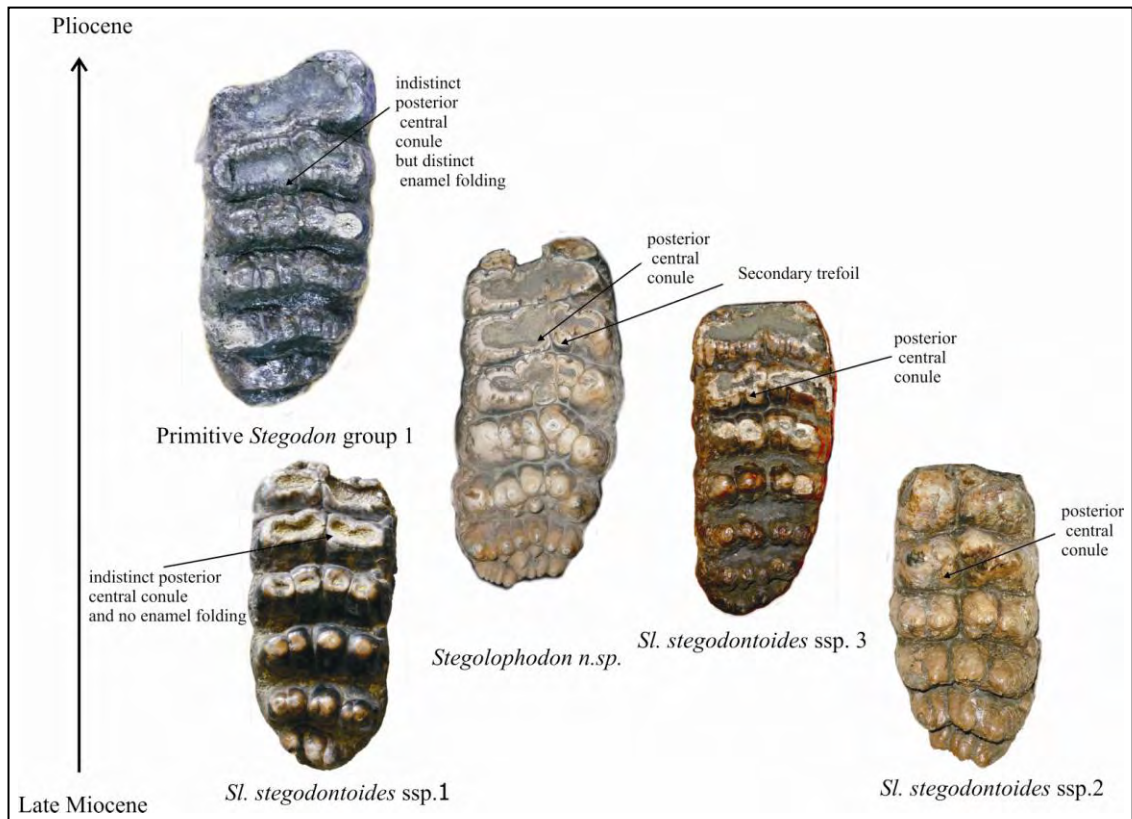
2. วิวัฒนาการของข้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดในประเทศไทย

ข้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิด นั้นมีวิวัฒนาการต่อเนื่องมาจากข้างสิ่งากอมโฟธิเรียมและข้างสิ่งาเตตระโลโฟดอน (Tobien, 1973; Saegusa et al., 2005) แต่ข้างสเตโกโลโฟดอนชนิดที่เก่าแก่ที่สุดนั้นพบในประเทศไทย คือ ข้างสเตโกโลโฟดอน นาทรายเอนซิส พบที่เหมืองถ่านหินนาทราย อำเภอลี้ จังหวัดลำพูน เป็นข้างดึกดำบรรพ์ขนาดเล็ก และปุ่ม mesoconelet ขนาดใหญ่ไม่เท่ากับปุ่มหลัก (main cone) ฟันกรามซี่ที่สองมีจำนวน 4 สัน ส่วนฟันกรามซี่ที่ 3 มีจำนวน 5 สัน อายุเปรียบเทียบจากวิวัฒนาการของข้างดึกดำบรรพ์อยู่ที่ประมาณ 17-18 ล้านปีก่อน (Tassy et al., 1992; Saegusa, 1996) นอกจากนั้นยังพบข้างสเตโกโลโฟดอน ฟรีลาทิดเอนส์ ที่เหมืองถ่านหินแม่เมาะ จังหวัดลำปาง อายุเปรียบเทียบอยู่ที่ประมาณ 13 ล้านปีก่อน ฟันกรามของข้างสเตโกโลโฟดอน ฟรีลาทิดเอนส์ (Von Koenigswald, 1959; Chavasseau et al., 2009) และข้างสเตโกโลโฟดอนที่มิงาล่าง ที่เหมืองแม่ตึบ อำเภองาว จังหวัดลำปาง อายุไมโอซีนตอนกลาง (Buffetaut et al., 1988)

ถึงแม้ว่าซากดึกดำบรรพ์ ที่ทำการศึกษาจะไม่ทราบตำแหน่งที่พบทั้งหมด แต่จากการสำรวจพบว่าข้างสเตโกดอนที่มีวิวัฒนาการสูงจะพบอยู่ในชั้นบนของลำดับชั้นหิน บ่งบอกว่ามีอายุอ่อน และมีข้อสังเกตว่า ซากดึกดำบรรพ์มีการถูกทำลายจากการพัดพาน้อยมาก ซึ่งอาจจะแสดงว่าไม่ได้มีการถูกกัดเซาะ และพัดพามาที่บดใหม่ และเมื่อศึกษาถึงแนวโน้มของวิวัฒนาการ พบว่ามีลักษณะหลายประการที่แสดงถึงการวิวัฒนาการที่ต่อเนื่องของข้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 การปรากฏของปุ่ม posterior central conule และ secondary trefoil

จากการเปรียบเทียบลักษณะของปุ่ม posterior central conule พบว่าข้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 2 และ ที่ 3 จะแสดงลักษณะนี้ แต่ในชนิดย่อยที่ 1 นั้นไม่ปรากฏลักษณะนี้เลย และในข้างสเตโกโลโฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง ชนิดใหม่ ยังคงมีปุ่มดังกล่าว นอกจากนั้นยังได้พัฒนาปุ่ม secondary trefoil ขึ้นมาอีกด้วย แต่ในกลุ่มข้างสเตโกดอน ดังเดิมนั้นปุ่ม posterior central conule ได้หายไป ดังนั้น อาจแยกสายวิวัฒนาการได้เป็น 2 สาย จากลักษณะปุ่ม posterior central conule คือสายของข้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 1 ที่ไม่แสดงปุ่ม posterior central conule ซึ่งอาจวิวัฒนาการไปเป็นข้างสเตโกดอนชนิดดั้งเดิมโดยตรง และอีกสายหนึ่ง คือสายของข้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดที่ 2 ที่มีการพัฒนาหรือลดขนาดของปุ่มนี้ลงเรื่อยๆ จนเกิดเป็นข้างสเตโกดอน (รูปที่ 8)



รูปที่ 8 แสดงลักษณะของปุ่ม posterior central conule ในช้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดที่ 1 และชนิดที่ 2 ที่อาจวิวัฒนาการเป็นไป ช้างสเตโกดอนชนิดดั้งเดิม

2.2 แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของขนาดฟัน

ขนาดฟันของช้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งแต่สมัยไมโอซีนตอนต้น เป็นต้นมา ตัวอย่างเช่น ช้างสเตโกโลโฟดอน นาทรายเอนซิส อายุไมโอซีนตอนต้นนั้น มีขนาดเล็กมาก และขนาดของช้างสกุลนี้ได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนอาจถึงสมัยไมโอซีนตอนปลาย ซึ่งเป็นสมัยของช้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส กลุ่มที่ 1 แต่แนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของขนาดหลังจากสมัยไมโอซีนตอนปลาย มีทิศทางไม่ชัดเจน ที่แหล่งท่าช้างแห่งนี้ พบทั้งช้างสเตโกโลโฟดอน ขนาดเล็ก ขนาดใหญ่ และช้างสเตโกดอนขนาดใหญ่ ซึ่งอาจอยู่ร่วมสมัยกัน แนวโน้มในการเพิ่มขนาดอาจใช้ไม่ได้ ในกลุ่มของช้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดี ตั้งแต่หลังสมัยไมโอซีนตอนปลาย เป็นต้นมา (รูปที่ 9)

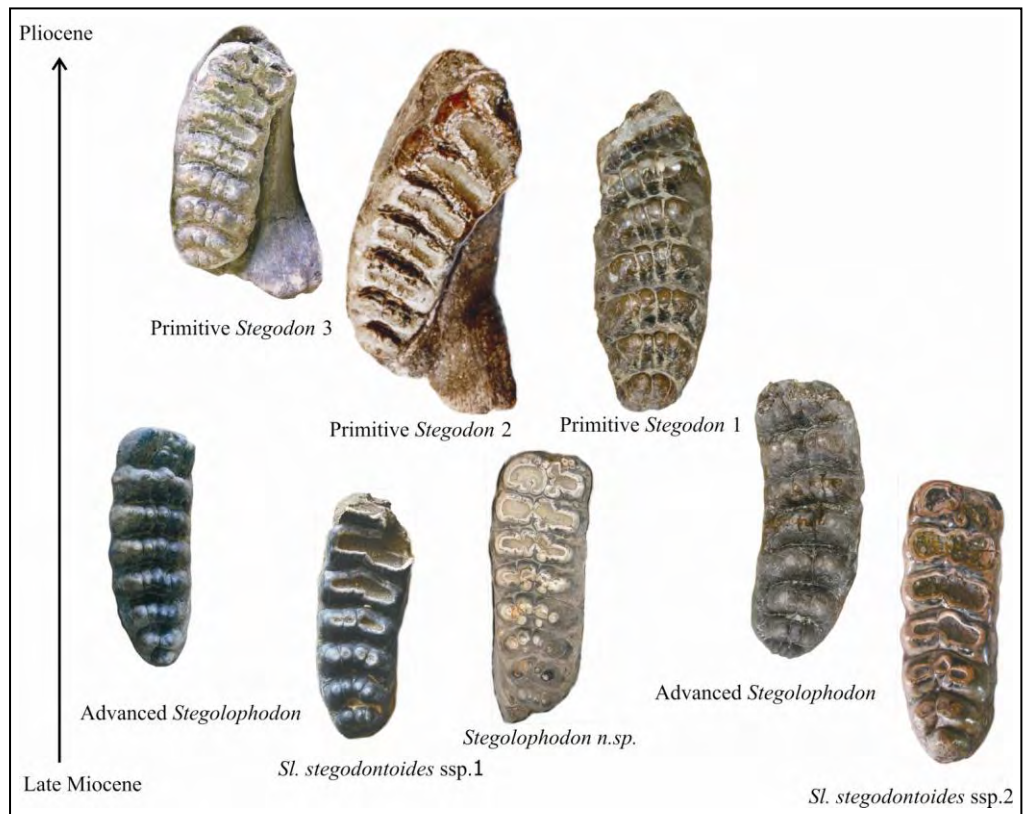
2.3 จำนวนสันฟัน จำนวนปุ่มฟัน รอยหยักของฟัน และความสูงของตัวฟัน

จำนวนสันฟันที่เพิ่มขึ้นนั้นได้มีการพัฒนามาตั้งแต่บรรพบุรุษในกลุ่มช้างสิ่งากอมโพธิ์ريمไปเป็นช้างสิ่งาเตตระโลโฟดอน โดยจะเกิดขึ้นชัดเจนในฟันกรามซี่ที่ 1 หรือ 2 หรือที่เรียกว่า intermediate molars โดยเพิ่มจาก 3 สันเป็น 4 สัน (Tobien, 1973) และในช้างสเตโกโลโฟดอน นั้นก็ยังคงมีจำนวนสันฟันใน intermediate molar เป็น 4 สัน มาจนถึงในชนิดสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส กลุ่มที่ 1 (ตารางที่ 1) แต่ในช้างสเตโกโลโฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง ชนิดใหม่มีจำนวนสันฟันในฟันกรามล่างซี่ที่ 3 ถึง 6 สันแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก

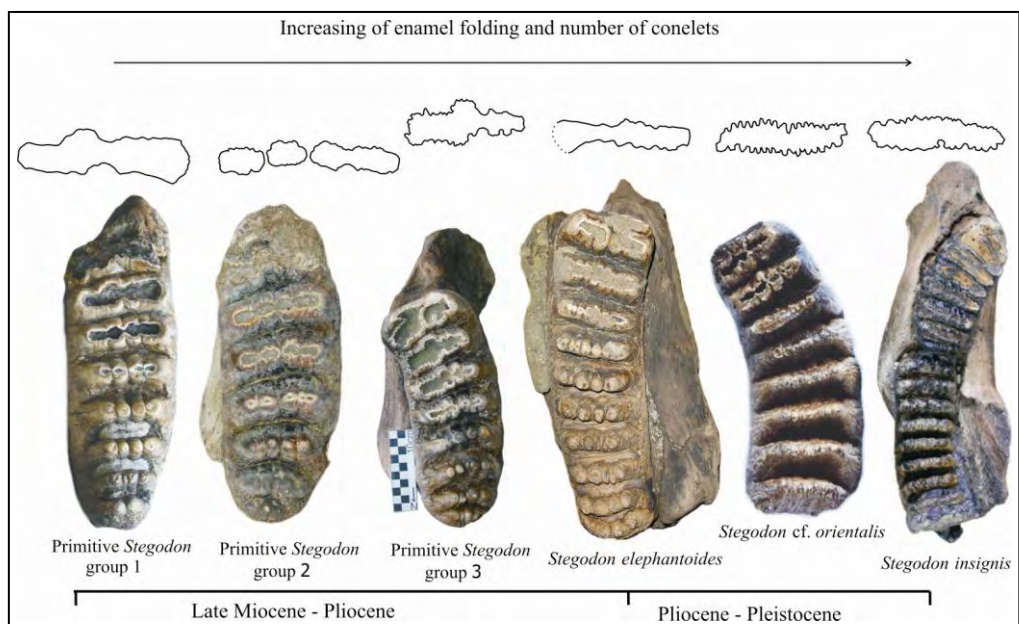
ในช้างดึกดำบรรพ์ชนิดเดียวกัน พบว่าฟันกรามบนซี่ที่ 3 จะมีจำนวนสันฟันน้อยกว่าในฟันกรามล่างซี่ที่ 3 อย่างน้อย 1 สัน (Tobien, 1973) และในชนิดที่แตกต่างกันอาจมีจำนวนสันฟันในฟันกรามล่างซี่ที่ 3 เหมือนกันได้ ดังนั้นจึงต้องพิจารณาลักษณะอื่นๆ ร่วมด้วย

จำนวนปุ่มฟันที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นลักษณะของวิวัฒนาการที่พัฒนาต่อเนื่องมาจากบรรพบุรุษจำนวนปุ่มฟันที่เพิ่มมากขึ้น แสดงว่าเป็นชนิดที่มีวิวัฒนาการสูงขึ้น เกิดจากการแยกของปุ่มฟัน โดยร่องฟันอาจตื้นหรือลึกแตกต่างกัน และส่งผลให้แนวเส้นแบ่งครึ่งฟันหายไป จำนวนปุ่มฟันในช้างสเตโกดอนชนิดดั้งเดิมนั้น ยังคงมีปุ่มฟันเท่ากับในช้างสเตโกโลโฟดอน ดังนั้นจึงต้องพิจารณาลักษณะของจำนวนสันฟัน ปุ่ม posterior central conule แนวแบ่งครึ่งฟัน และปริมาณของสารเชื่อมประสานอีกด้วย

รอยหยักของอินามะลจะชัดเจนมากในกลุ่มช้างสเตโกดอนที่มีวิวัฒนาการสูงขึ้น ซึ่งสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปุ่มฟันที่เพิ่มมากขึ้นและตัวฟันที่สูงขึ้นด้วย (รูปที่ 10)



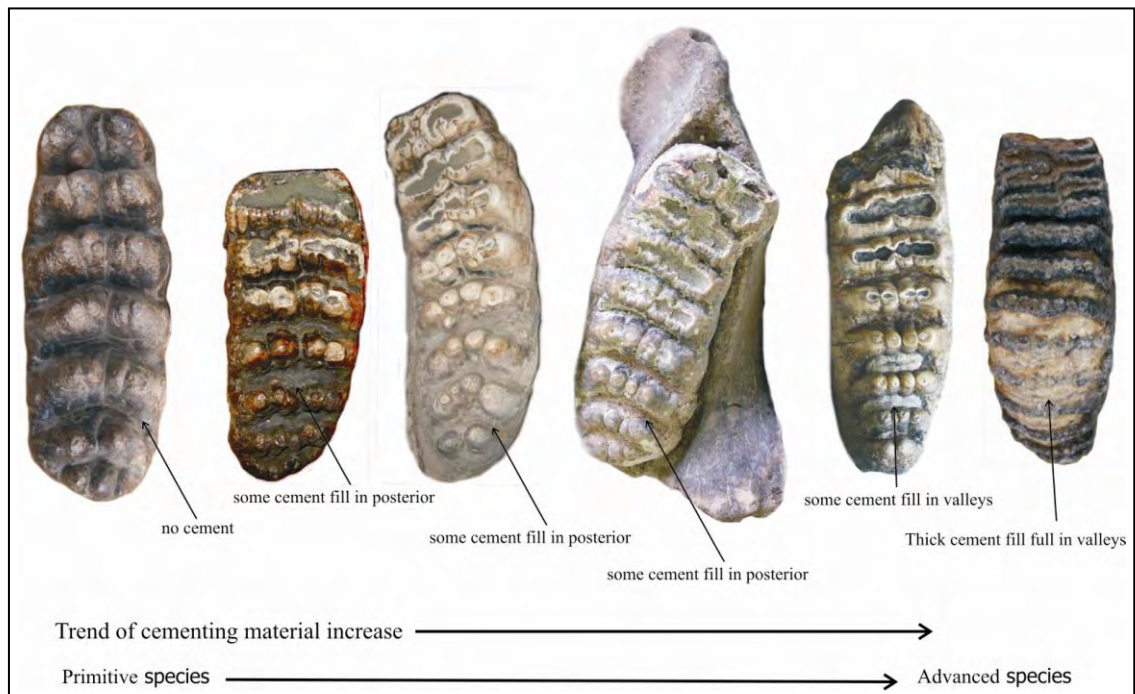
รูปที่ 9 แสดงขนาดที่แตกต่างกันไม่มากของข้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเติร์โกดอนทิดี ที่มีอายุตั้งแต่สมัยไมโอซีนตอนปลายเป็นต้นไป



รูปที่ 10 แสดงแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนสันฟัน จำนวนปุ่มฟัน และรอยหยักของฟัน

2.4 การปรากฏของสารเชื่อมประสานในร่องฟัน

ในช้างสเตโกโลโฟดอน พบว่ามีปริมาณของสารเชื่อมประสานเพียงเล็กน้อย และพบในส่วนท้ายของตัวฟัน ปริมาณของสารเชื่อมประสานจะมากขึ้นในช้างสเตโกดอน โดยเฉพาะชนิดที่มีวิวัฒนาการสูง (รูปที่ 11) ปริมาณเพียงเล็กน้อยของสารเชื่อมประสานอาจไม่มีหน้าที่ชัดเจนนัก แต่ปริมาณสารเชื่อมประสานที่มากในบางชนิด เป็นลักษณะพิเศษที่เกิดจากการพัฒนาให้เหมาะสมกับอาหารและนิเวศวิทยา (Tobien, 1973)



รูปที่ 11 แสดงปริมาณของสารเชื่อมประสานที่แตกต่างกันในช้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทีดี

3. การแปลความหมายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในยุคนีโอจีน ในจังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ลักษณะของฟันช้างดึกดำบรรพ์

การพบช้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนที่มีความหลากหลายทั้งทางด้านชนิดและมีความต่อเนื่องด้านอายุนั้น เป็นสิ่งที่บ่งบอกได้ชัดเจนว่า บริเวณแถบลุ่มแม่น้ำมูลโบราณเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตมากกว่า 9 ล้านปี (Chaimanee et al., 2004; Hanta et al., 2008) จากการศึกษาช้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนที่ดีซึ่งเป็นชนิดพันธุ์ช้างที่กำลังเกิดขึ้นในประเทศไทยและมีการกระจายพันธุ์ไปทั่วทวีปเอเชีย พบว่าฟันช้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนที่ดีในจังหวัดนครราชสีมา มีลักษณะของวิวัฒนาการที่ต่อเนื่องจากชนิดที่พบในภาคเหนือของประเทศไทย แล้วมีวิวัฒนาการสูงขึ้น อย่างค่อยเป็นค่อยไป โดยดูได้ความเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างของฟันกราม รวมทั้งลักษณะรอยหยักของอินาเมลที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ บ่งบอกถึงการพัฒนาหรือปรับตัวของสัตว์เหล่านี้ให้สัมพันธ์กับอาหารที่เปลี่ยนแปลง

ในสมัยไมโอซีนตอนปลายถึงสมัยพาลีโอซีน ภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงเกิดความแห้งแล้งมากขึ้นทำให้พืชจำพวกหญ้ามีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและกินพื้นที่ป่าเข้าไปมากขึ้น ช้างดึกดำบรรพ์ก็เหมือนกับช้างปัจจุบันที่สามารถกินพืชได้ทุกชนิด จากอาหารที่เป็นไม้ยืนต้นหรือไม้พุ่มก็เปลี่ยนเป็นอาหารพวกหญ้าที่มีกากใยและความแข็งมากขึ้น อาจเกิดขึ้นเมื่อประมาณ 8 ถึง 6 ล้านปีก่อน (Cerling et al., 1997) ทำให้ช้างปรับสรีระให้เข้ากับพืชที่เปลี่ยนแปลง โดยการเพิ่มพื้นที่บดเคี้ยวด้วยการเพิ่มรอยหยักของอินาเมลเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ การเพิ่มความสูงของตัวฟันเป็นการปรับตัวให้สัมพันธ์กับอัตราการสึกของฟันให้สัมพันธ์กับการพัฒนาของพืชที่มีกากใยมากหรือพืชที่เสียดสีมาก ส่วนใหญ่เป็นพืชที่อยู่ในป่าเปิดหรือแห้งแล้ง (Fortelius et al., 2002) และอาจเกี่ยวข้องกับสารเชื่อมประสานที่หนามากขึ้นด้วย

ความแห้งแล้งที่เกิดขึ้นในภูมิภาคเอเชียและยุโรปตะวันตก สัมพันธ์กับการยกตัวของเทือกเขาหิมาลัย (Amano and Taira, 1992; Fortelius et al., 2003) และที่ราบสูงทิเบตเมื่อ

ประมาณ 10 ล้านปีก่อน และเป็นช่วงเวลาเดียวกันที่สภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลง ในสมัยไมโอซีนตอนปลาย (8 ถึง 5 ล้านปีก่อน) (An et al., 2001, Tanaka, 1997) และยังมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

จากการศึกษาลักษณะของฟันกรามข้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดี ที่พบในจังหวัดนครราชสีมา สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ข้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดี ในจังหวัดนครราชสีมา มีอายุตั้งแต่สมัยไมโอซีนตอนปลายถึงสมัยไพลสโตซีน และมีความหลากหลายทางด้านชนิดเป็นอย่างมาก โดยสามารถจำแนกได้เป็น 4 กลุ่ม 12 ชนิด คือ

กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส จำแนกได้เป็น 3 ชนิด คือ ข้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 1 ข้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 2 และ ข้างสเตโกโลโฟดอน สเตโกดอนทอยเดส ชนิดย่อยที่ 3 มีอายุอยู่ในสมัยไมโอซีนตอนปลาย

กลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มข้างสเตโกโลโฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง จำแนกได้เป็น 3 ชนิด คือ ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 และชนิดใหม่ มีอายุอยู่ในปลายสมัยไมโอซีนตอนปลายถึงสมัยไพลโอซีน

กลุ่มที่ 3 คือ กลุ่มข้างสเตโกดอนดั้งเดิม จำแนกได้เป็น 3 ชนิด คือ ชนิดที่ 1 ชนิดที่ 2 และชนิดที่ 3 มีอายุอยู่ในปลายสมัยไมโอซีนตอนปลายถึงสมัยไพลโอซีน และ

กลุ่มที่ 4 คือกลุ่มสเตโกดอนที่มีวิวัฒนาการสูง มี 3 ชนิด คือ ข้างสเตโกดอน เอลิฟานทอยเดส ข้างสเตโกดอน cf. ออเรียนทาลิส และข้างสเตโกดอน อินซิกนิส มีอายุอยู่ในปลายสมัยไพลโอซีนถึงสมัยไพลสโตซีน ดังสรุปไว้ในรูปที่ 12

2. ลักษณะของฟันข้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดี ได้แสดงลักษณะของวิวัฒนาการอย่างต่อเนื่อง โดยสังเกตได้จากการปรากฏของปุ่ม posterior central conule และ secondary trefoil แนวโน้มการเพิ่มขึ้นของขนาดของฟัน การเพิ่มขึ้นของจำนวนสันฟัน จำนวนปุ่มฟัน รอยหยักของฟัน และความสูงของตัวฟัน และการปรากฏของสารเชื่อมประสานในร่องฟัน ดังสรุปเปรียบเทียบไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปเปรียบเทียบลักษณะปรากฏของฟันกรามของช้างสกุลสเตโกโลไฟดอนดั้งเดิม
ช้างสเตโกโลไฟดอนที่มีวิวัฒนาการสูง ช้างสเตโกดอนดั้งเดิม และช้างสเตโกดอนที่มี
วิวัฒนาการสูง (ปรับปรุงจาก Taruno, 1985; Saegusa et al., 2005, Sander
et.al. 2010)

Characters	Primitive <i>Stegolophodon</i>	Advance <i>Stegolophodon</i>	Primitive <i>Stegodon</i>	Advanced <i>Stegodon</i>
Number of loph(id) on third molars	M3=X5X-X6X M3= X5X-X6X	M3=X6X m3=X7X	M3=X6X m3=X7X	M3 >X6X m3 >X7X
Median sulcus	Distinct	Distinct in mesial part	Distinct in mesial part	Indistinct
Enamel folding	No	No	No	Strong
Number of conelet	4-6	4-6	4-6	> 6
Conule of the 2 nd loph of M3	Distinct or absent	Exists	Absent	Absent
Mesial root of m3	Supported the 1 st lophid only	Supported the 1 st lophid only	Supported 1 st and 2 nd lophids	Supported 1 st and 2 nd lophids
Intermediate molars	X4X	X4X	X5X or more	>6
Cementum	No or few	Slightly developed	Slightly developed	Abundant
Secondary trefoil	No	Yes	No	no
Lower tusk	Yes	No	No	no

3. บริเวณลุ่มแม่น้ำมูลเมื่อประมาณ 9 ล้านปีก่อนจนถึงเมื่อประมาณ 2 ล้านปีก่อน น่าจะเป็นแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยที่สำคัญของช้างดึกดำบรรพ์ ทำให้เกิดความหลากหลายทางชนิดพันธุ์เป็นอย่างมาก และในช่วงเวลาเดียวกันนี้ จังหวัดนครราชสีมา อาจเกิดความแห้งแล้งอย่างต่อเนื่องแบบค่อยเป็นค่อยไป จากป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์กลายเป็นทุ่งหญ้าขนาดใหญ่ ซึ่งสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในภูมิภาคนี้

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

1. ผลการศึกษานี้พบว่าช้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดีที่พบในจังหวัดนครราชสีมา มีความหลากหลายของชนิดเป็นอย่างมาก และมีความต่อเนื่องทางวิวัฒนาการ ซึ่งจะส่งผลดีและเป็นข้อมูลทางด้านวิชาการใหม่ๆ เนื่องจากมีข้อมูลค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับช้างดึกดำบรรพ์วงศ์อื่นๆ ทั่วโลก นอกจากนั้นช้างดึกดำบรรพ์วงศ์สเตโกดอนทิดี ยังมีต้นกำเนิดในประเทศไทยอีกด้วย
2. ถ้ามีการเก็บข้อมูลทางด้านธรณีวิทยาและการลำดับชั้นหินที่พบช้างดึกดำบรรพ์อย่างต่อเนื่อง อาจจะทำให้มีความชัดเจนและเป็นที่น่าสนใจในระดับนานาชาติ แต่อาจใช้งบประมาณที่สูง
3. ในแหล่งบ่อทรายท่าช้าง อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครราชสีมา มีการพบซากดึกดำบรรพ์อื่นๆ ร่วมกับช้างดึกดำบรรพ์อีกมาก แต่ยังไม่มีการศึกษาในรายละเอียด ถ้ามีการส่งเสริมให้ศึกษาร่วมกันจะทำให้ข้อมูลและแปลความหมายได้ถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น

คำหลัก: ช้างดึกดำบรรพ์ วงศ์สเตโกดอนทิดี วิวัฒนาการของช้าง ยุคนีโอจีน นครราชสีมา

Keywords: Proboscidean fossil, Family Stegodontidae, Proboscidean evolution, Neogene, Nakhon Ratchasima

เอกสารอ้างอิง

- Amano, K., and A. Taira. 1992. Two-phase uplift of Higher Himalaya since 17 Ma. *Geology*, 20: 391-394.
- An, Z., J.E. Kutzbach, W.L.Prell, and S. C. Porter, 2001. Evolution of Asian monsoons and phased uplift of the Himalaya-Tibetan plateau since Late Miocene times. *Nature*, 411:62-66.
- Buffetaut, E., R. H. Ingavat, J.J. Jaeger, Y. Jongkanjanasoonorn, and V. Suteethorn. 1988. Mastodon Remains from the Mae Teep Basin (Northern Thailand) and their biostratigraphic significance. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 306 (II):249-254.
- Cerling, A.J., J.M. Harris, B.J. MacFadden, M.G. Leakey, J. Quade, V. Eisenmann, and J.R. Ehleringer. 1997. Global vegetation change through the Miocene/Pliocene boundary. *Nature*, 389:153-158.
- Chaimanee, Y., V. Suteethorn, P. Jintasakul, C. Vidthayanon, B. Marandat, and J.J. Jaeger. 2004. A New Uran-Utan Relative from the Late Miocene of Thailand. *Nature* 427 (29): 439-441.
- Chavasseau, O., Y. Chaimanee, C. Yamee, P. Tian, M. Rugbumrung, B. Marandat, and J.J. Jaeger. 2009. New Proboscideans (Mammalia) from the middle Miocene of Thailand. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 155: 703-721.
- Fortelius, M., J. Eronen, J. Jernvall, L. Lui, D. Pushkina, J. Rinne, A. Tesakov, I. Vislobokova, Z. Zhang, and L. Zhou. 2002. Fossil mammals resolve regional patterns of Eurasian climate change over 20 million years. *Evolutionary Ecology Research*, 4:1005-1016.
- Fortelius, M., J. Eronen, L. Lui, D. Pushkina, A. Tesakov, I. Vislobokova, and Z. Zhang. 2003. Continental-scale hypsodonty patterns, climatic paleobiogeography and dispersal of Eurasian Neogene large mammal herbivores. *DEINSEA*, 10: 1-10.

- Hanta R., B. Ratanasthien, Y. Kanimatsu, H. Saegusa, H. Nakaya, S. Nagaoka, and P. Jintasakul. 2008. A New of Bothriodontinae, *Merycopotamus thachangensis* (Cetartiodactyla, Anthracotheriidae) from the Late Miocene of Nakhon Ratchasima, Northeastern Thailand. *Journal of Vertebrate Paleontology* 28(4):1182-1188.
- Osborn, H. F. 1942. Proboscidea: a monograph of the discovery, evolution, migration and extinction of the mastodonts and elephants of the world. Vol. II: Stegodontoidea, Elephantoidea. The American Museum Press, New York.
- Saegusa, H., 1996. Stegodontidae: evolutionary relationships. In: Shoshani J. and Tassy P. (Eds.). *The Proboscidea Evolution and Paleoecology of Elephants and Their Relatives*. Oxford Science Publications, 178-189.
- Saegusa, H., Thasod, Y., and Ratanasthien, B., 2005. Notes on Asian Stegodontids. *Quaternary International*, 126-128:31-48.
- Sander W. J., E. Gheerbrant, J.M. Harris, H. Saegusa, and C. Delmer. 2010. Proboscidea. In: Werdelin L. and W.J. Sander. (Eds.) *Cenozoic Mammals of Africa*. University of California Press, 161-251.
- Takai, M., Saegusa, H., Htike, T., and Maung-Thein, Z.M. 2006. Neogene mammalian fauna in Myanmar. *Asian Paleoprimateology*, 4: 143-172.
- Tanaka, S. 1997. Uplift of the Himalaya and Climatic change at 10 Ma – evidence from records of carbon stable isotopes and fluvial sediments in the Churia Group, central Nepal, *Journal of Geological Society of Japan*, 103: 253-264.
- Taruno, H. 1985. Genus *Stegodon* and genus *Stegolophodon*—their criteria and phylogenetic relation—(Mammalia: Proboscidea). *Bulletin of the Osaka Museum of Natural History* 38, 23-36 (in Japanese).
- Tassy, P., P. Anupandhanant, L. Ginsburg, P. Mein, B. Ratanasthien, and V. Sutteethorn. 1992. A new *Stegolophodon* (Proboscidea, mammalia) from the Early Miocene of Northern Thailand. *Geobio*, 25(4):511-523.
- Tassy, P. 1983. Les Elephantoidea Miocènes du Plateau du Potwar, Groupe de Siwalik, Pakistan. III Partie: Stégodontidés, Éléphantoides indéterminés,

- Restes Postcrâniens, Conclusion. *Annales de Paléontologie (Vert.-Invert.)*, 69:317-354.
- Tassy, P. 1996. Dental homologies and nomenclature in the Proboscidea. In: Shoshani J. and Tassy P. (Eds.), *The Proboscidea Evolution and Palaeoecology of Elephants and Their Relatives*. Oxford University Press, Oxford: 21-25.
- Teilhard de C. P., and M. Trassaert. 1937. The Proboscidiens of South-Eastern Shansi. *Palaeontologia Sinica*, Series C, XIII (1):84 (13 plates).
- Tobien, H., 1973. On the Evolution of Mastodonts (Proboscidea, Mammalia). Part 1: The bunodont trilophodont Groups. *Notizbl. Hess. Landesamt Bodenforsch*, 101: 202-276.
- Tobien, H. 1975. The Structure of the Mastodont Molar (Proboscidea, Mammalia); Part 2: The Zygodont and Zygolophodont Patterns. *Mainzer Geowissenschaftliche Mitteilungen* 4:195-233.
- Von Koenigswald, G.H.R. 1959. A mastodon and other fossil mammals from Thailand. *Report of Investigation of Royal Department of Mines*, 2:25-28.
- Zong, G. 1992. Occurrence of Proboscidean Genus *Stegolophodon* in China. *Vertebrata Palasiatica* 30:287-294 (in Chinese with English abstract).

Output จากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนจาก สกว.

1. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ

1.1 Manuscript เรื่อง *Stegolophodon sirindhornae*, a new species of Stegodontidae (Mammalia, Proboscidea) from Nakhon Ratchasima, Thailand อยู่ระหว่างการ Submission ของวารสารนานาชาติ ชื่อ Journal of Vertebrate Paleontology

1.2 Manuscript เรื่อง Proboscidean fossil from the Tha Chang Sand pits, Nakhon Ratchasima Province, Thailand อยู่ระหว่างการ Submission ของวารสารนานาชาติ ชื่อ Mahasarakham University Journal

2. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

เชิงพาณิชย์	ไม่มี
เชิงนโยบาย	เกิดความตระหนักเรื่องสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อ วิวัฒนาการและการสูญพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่อาจเกิดขึ้นในอดีต และอาจเกิดขึ้นได้ในปัจจุบันหรืออนาคต
เชิงสาธารณะ	นำผลการวิจัย ซึ่งเป็นองค์ความรู้ใหม่ เกี่ยวกับช้างดึกดำบรรพ์ ที่เป็นบรรพบุรุษของช้างปัจจุบัน ซึ่งเป็นสัตว์ประจำชาติของไทย ไปจัดแสดงข้อมูลในพิพิธภัณฑ์ด้านซากดึกดำบรรพ์และ ธรณีวิทยาเพื่อให้ประชาชนเกิดความรู้ความเข้าใจมากขึ้น
เชิงวิชาการ	ทำให้เกิดแนวทางการศึกษาวิจัยในประเทศมากขึ้น ทั้งเรื่องช้าง ดึกดำบรรพ์และเรื่องช้างปัจจุบัน รวมไปถึงสภาพแวดล้อม บรรพกาล ที่มีผลกระทบต่อวิวัฒนาการมาอย่างต่อเนื่อง
อื่นๆ	นำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ ICPSEA2010 ณ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ภาคผนวก

เอกสารฉบับที่ 1: Manuscript เรื่อง *Stegolophodon sirindhornae*, a new species of Stegodontidae (Mammalia, Proboscidea) from Nakhon Ratchasima, Thailand อยู่ระหว่างการ Submission ของวารสาร นานาชาติ ชื่อ Journal of Vertebrate Paleontology

เอกสารฉบับที่ 2: Manuscript เรื่อง Proboscidean fossil from the Tha Chang Sand pits, Nakhon Ratchasima Province, Thailand อยู่ระหว่างการ Submission ของวารสารนานาชาติ ชื่อ Mahasarakham University Journal

Stegolophodon sirindhornae, a new species of Stegodontidae (Mammalia,
Proboscidea) from Nakhon Ratchasima, Thailand

YUPA THASOD,^{*,1} HARUO SAEGUSA,² BENJAVUN RATANASTHIEN,³ and
PRATUENG JINTASAKUL¹; ¹Northeastern Research Institute of Petrified Wood and
Mineral Resources, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, 184 Moo7, Suranaree
subdistrict, Muaeng district, Nakhon Ratchasima province, 30000, Thailand.,
thasod@yahoo.com ; ²Institute of Natural and Environmental Science, University of
Hyogo, Sanda 669-1546, Japan; ³Department of Geological Sciences, Faculty of
Science, Chiang Mai University

*Corresponding author

Stegolophodon is a proboscidean which is common and highly divers during
the Miocene to Pliocene of India, Pakistan, Japan, China, Myanmar, and Thailand.
The evolutionary trends of this animal are recognized by the increasing size, tooth
complexity, increase of the number of loph(id), and brachyodonty. In Thailand,
Stegolophodon was found in the northern and northeastern parts. The most
primitive *Stegolophodon*, *Sl. nasaiensis* was discovered from the early Miocene of
Ban Na Sai coal mine, Lamphun province (Tassy et al., 1992), *Stegolophodon*
praelatidens was found at the middle Miocene of Mae Moh coal mine, Lampang
province (von Koenigswald, 1959; Chavasseau et al., 2009), and *Stegolophodon* sp.
was unearthed in Mae Teep coal mine (Buffetaut et al., 1988). Size of the
Stegolophodon found in northern of Thailand was small to medium.

The plentiful of *Stegolophodont* specimens were discovered in Tha Chang sand pits, Nakhon Ratchasima province, northeastern Thailand (15°05' N and 102°20' E). The sand pits are situated near the Mun River (Figure 1). Nine sand pits were operated and yielded not only *Stegolophodont* but also a numerous animal fossils.

There are including species of *Khoratpithecus piriya*, *Merycopotamus thachangensis*, *Gomphotherium*, *Amebelodontidae*, *Prodeinotherium*, *Sinomastodon*, *Stegodon*, *Gaundatherium*, Suids, Rhinocerotids, bovids., *Cervus* sp., and *Hipparian* sp., (Suteethorn et al., 1997; Sato, 2002; Nakaya et al., 2002c, 2003, Chaimanee et al., 2004; Thasod and Rattanasthien, 2005; Hanta et al., 2008). These fossil assemblages provide a wide range age from middle Miocene to Pleistocene. Additional, the assemblage of proboscidea fossils can provide at least three assemblages. The middle Miocene assemblage contains *Prodeinotherium*, *Amebelodontidae* (possibly *Protanancus*), and *Gomphotherium*. The late Miocene assemblage contains tetralophodont gomphotheres, *Stegolophodon* cf. *stegodontoides*, and a new species of primitive *Stegodon*, and a Pleistocene assemblage consists of derived *Stegodon* and *Elephas* (Nakaya et al., 2003, 2003a, b). Almost fossils were collected by the workers. Luckily, we have known the exact stratigraphic position of *Merycopotamus thachangensis* and *Stegolophodon* cf. *stegodontoides* of the sand pit no. 8 or Somsak sand pit (Figure 2) (Saegusa et al., 2005; Hanta et al., 2008). The *stegolophodont* molars in this locality are distinguished advance than those from northern Thailand, such as larger size and increase of loph(id)'s

number. This finding may provide a new knowledge of proboscidean evolution. However, the purpose of this paper is to provide description and taxonomic of a new species of *Stegolophodon sirindhornae* from Tha Chang sand pit no. 8, Chaloem Phra Kiat district, Nakhon Ratchasima Province. These fossils are housed in Northeastern Research Institute of Petrified Wood and Mineral Resources, Nakhon Ratchasima, Thailand.

Abbreviations

Institutional Abbreviations —NRRU, Nakhon Ratchasima Rajabhat University; **RIN**, Rajabhat Institute Nakhon Ratchasima (Former name of Nakhon Ratchasima Rajabhat University); **NRRU-PRY**, Fossil is donated by Mr. Piriya Watchajitpan and housed in Northeastern Research Institute of Petrified Wood and Mineral Resources, Nakhon Ratchasima Rajabhat University.

SYSTEMATIC PALEONTOLOGY

Order PROBOSCIDEA Illiger, 1811

Family STEGODONTIDAE Osborn, 1918

Genus *STEGOLOPHODON* Schlesinger, 1917

STEGOLOPHODON SIRINDHORNAE, sp. nov.

(Figures 3-4)

Holotype—NRRU-PRY 97, a set of the third molars, upper and lower left and right (M3s and m3s).

Referred specimen—NRRU1002-01- left m3

Type Locality—Tha Chang sand pit No. 8, Tha Chang subdistrict, Chaloem Phra Kiat district, Nakhon Ratchasima province, Thailand.

Age—Probably late Miocene and Pliocene.

Etymology—*sirindhornae*, in reference to Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn, Princess of Thailand, for her interesting on paleontological resources conservation.

Diagnosis—Large size *Stegolophodon* has loph(id) formula as X6X on M3 and X7X on m3. Mandible is round and may have not lower tusk. The distinct character is the present of anterior and posterior central conules on both pretrite and posttrite halfloph(id) through the molars, but variable distinct or indistinct in the posttrite half lophid, There are few number of conelets, bundodont, low crown and show distinct median sulcus in the anterior part.

Stegolophodon sirindhornae differ from the Middle Miocene species *Sl. nasaiensis*, *Sl. praelatidens*, *Sl. latidens*, *Sl. cautleyi*, and *Sl. stegodontoides* by increasing of loph(id)'s number on third molars, distinct posterior central conule and contain secondary trefoil, rounded mandibular symphysis. The loph's number on M3 of *Sl. sirindhornae* is comparable to *Stegodon* (*Stegolophodon*) *licenti* (Teilhard et Trassaert, 1937), some specimen of *Sl. stegodontoides* and *Sl. lydekkeri* but the latter is slightly smaller size. The M3 of *Sl. sirindhornae* is as wide as *Sl. stegodontoides* (Type), *Sl. cf. stegodontoides* (Tassy, 1983), *Sl. cautleyi* (Lydekker, 1886) and *Sl. banguoensis* (Liu et al., 1974) but much longer size.

DESCRIPTION

The descriptions of dental terminology are follows Tassy, 1996 (Figure 4).

Measurements of each specimen are in Table 1.

Dentition

NRRU-PRY97 is the holotype containing the upper and lower left and right of the third molars. The upper molars are isolated but the lower molars are in mandible. There is not intermediate molar discovered. The upper third molar has X6X loph formula and the lower third molar has X7X lophid formula. The upper molars are heavily worn on the first three lophs, moderately worn on the fourth loph, and slightly worn on the fifth loph. The pretrite side is more worn than the posttrite side. The worn surface has a coarse enamel surface but no folding on the enamel-dentine junction. The median sulcus is distinct throughout the tooth. Each loph has four to six conules. The anterior and posterior central conules are distinct and connected with all mesoconelets in both the pretrite and posttrite from the first to the fifth lophs. Where heavily worn, such as in the second pretrite loph, the anterior central conule probably is not visible. However, the posterior central conule is visible because of the small groove between the mesoconelet and the main cusp. The pretrite side is in line but the posttrite side is oriented posteriorly. Dimensions are 272 millimeters long and 127.61 millimeters wide. The left M3 show the same tooth structure as the right one. However, it has no anterior central conule on both the pretrite and posttrite on the fourth loph probably

cause by the variation of tooth structure. Dimensions are 278 millimeters long and 129 millimeters wide at the fourth loph.

Lower Dentition

The holotype, the lower third molars with X7X lophid formula of the left and right sides were describing. The teeth are heavily worn of the first three lophids and slightly worn on the fourth and fifth lophids. A distinction between the anterior and posterior central conules is seen on the first three lophids. From the fourth to the sixth lophids, there is an anterior central conule. However, the posterior central conules are still large and distinct. The teeth surfaces are smooth and there is no folding on the enamel-dentine junction. The pretrite and posttrite are nearly in line on the first three lophids but are slightly posterior on other lophids. Left m3 is 312 millimeters long and 117 millimeters wide at the third lophid. Right m3 is 305.6 millimeters long and 115.54 millimeters wide at the third lophid.

NRRU1002-01 is a left lower third molar. The anterior part was broken, contain -5X lophids. The posterior part including root is well preserved. We can estimate the number of lophid by using the roots. In *Stegolophodon*, the anterior root should support the first lophid only; therefore, the number of lophid in this specimen should be X 7X. Dimensions of this specimen are 211 mm long (on the broken specimen) and 105.78 mm wide at the base of the 5th lophid. Median sulcus is clear except the last two lophids. It has very small talonid. The molar

structures are as same as the lower molar of holotype. This specimen confirms that we have more than one individual of this species.

COMPARISON AND DISCUSSION

Stegolophodon sirindhornae is similar to that of primitive Asian *Stegodon* and African species *Stegotetrabelodon* of African species in many character including number of loph(id), size, distinction of median sulcus, figure of enamel folding, and number of conelets. However, posterior pretrite central conule at the first lophid is distinct on both *Sl. sirindhornae* and *Stegotetrabelodon* but indistinct in primitive *Stegodon*. The present of posterior conule on the second loph on M3 can be recognized on *Sl. sirindhornae* and *Stegotetrabelodon*, but absent on primitive *Stegodon*. The mesial root of lower third molar supporting the first lophid is found only in *Sl. sirindhornae*. This is a character of primitive proboscidea and *Stegolophodon*. *Stegodon* genus has mesial root supports in both the first and second lophids (Saegusa et al., 2005), however, this character is not report on *Stegotetrabelodon*. Cementum is slightly deposited in the posterior part of *Sl. sirindhornae* and primitive *Stegodon*, but plentiful in *Stegotetrabelodon*. The mandible symphysis *Sl. sirindhornae* and primitive *Stegodon* is round that differ from *Stegotetrabelodon* which has elongate and down turn mandible symphysis, this character indicate *Sl. sirindhornae* should have no lower tusk. Secondary trefoils are present on the worn surface of *Sl. sirindhornae* but absent on *Stegotetrabelodon* and primitive *Stegodon* (Table 2). All above characters indicate

that *Stegolophodon sirindhornae* is not belong to primitive *Stegodon* or *Stegotetrabelodon* but share some characters that must be an advanced *Stegolophodon* species.

Among *Stegolophodon* species, *Stegolophodon sirindhornae* is advance than than the Middle to early Late Miocene species such as *Sl. nasaiensis*, *Sl. prelatidens*, *Sl. psuedolatidens*, and *Sl. latidens*. *Stegolophodon sirindhornae* evaluated to a large species (Fig. 5) and more complex of dental characters. Moreover, the increasing of the loph(id)'s number with complexity of dental structures and the deposits of cementum in intervalleys indicated the difference of the paleoclimate and vegetation. The tooth morphology and evolution pattern of *Sl. sirindhornae* indicated that it is not older than late Miocene concur with the estimate age of *Khoratpitacus piriya*, indicated the age of 7.4 to 5.9 Ma (Chaimanee et al., 2006) and *Merycopotamus thachangensis* also indicated a late Miocene (Hanta et al., 2008).

ACKNOWLEDGMENTS

We are greatly thanks for Office of the Higher Education Commission and The Thailand Research Fund for financial support, grant no. MRG528008. Thanks for Northeastern Research Institute of Petrified Wood and Mineral Resources, Nakhon Ratchasima Rajabhat University. Thanks for Mr. Piriya Watchajitpan giving us study the specimens.

LITERATURE CITED

- Buffetaut, E., R. H. Ingavat, J.J. Jaeger, Y. Jongkanjanasontorn, and V. Suteethorn. 1988. Mastodon Remains from the Mae Teep Basin (Northern Thailand) and their biostratigraphic significance. *C.R. Acad. Sci. Paris* 306 (II):249-254.
- Chaimanee, Y., V. Suteethorn, P. Jintasakul, C. Vidthayanon, B. Marandat, and J.J. Jaeger. 2004. A New *Uran-Utan* Relative from the Late Miocene of Thailand. *Nature* 427 (29): 439-441.
- Chaimanee, Y., C. Yamee, P. Tian, K. Khaowiset, B. Marandat, P. Tafforeau, C. Nemoz, and J.J. Jaeger. 2006. *Khoratpithecus piriyai*, a Late Miocene Hominoid of Thailand. *American Journal of Physical Anthropology* 131:311-323.
- Chavasseau, O., Y. Chaimanee, C. Yamee, P. Tian, M. Rugbumrung, B. Marandat, and J.J. Jaeger. 2009. New Proboscideans (Mammalia) from the middle Miocene of Thailand. *Zoological Journal of the Linnean Society* 155: 703-721.
- Hanta R., B. Ratanasthien, Y. Kanimatsu, H. Saegusa, H. Nakaya, S. Nagaoka, and P. Jintasakul. 2008. A New of Bothriodontinae, *Merycopotamus thachangensis* (Cetartiodactyla, Anthracotheriidae) from the Late Miocene of Nakhon Ratchasima, Northeastern Thailand. *Journal of Vertebrate Paleontology* 28(4):1182-1188.

- Lydekker, R. 1884. Additional Siwalik Perrissodactyla and Proboscidea. *Memoirs of the Geological Survey of India Palaeontologia Indica*, series 10, 3 (1):1-34+ 5 pl.
- Lydekker, R. 1886. Catalogue of the fossil Mammalia in the British Museum. Pt. IV, containing the order Ungulata, suborder Proboscidea, xxiv+235 p., London.
- Nakaya, H., H. Saegusa, B. Ratanasthien, Y. Kanimatsu, and A. Gentry. 2001. New Late Miocene Mammalian Fauna from Thailand. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 21(3): 83A (abstract).
- Nakaya H., H. Saegusa, Y. Kanimatsu, B. Ratanasthien, P. Chintaskul, and S. Nagaoka. 2002a. Late Cenozoic Mammalian Biostratigraphy and age of hominoids from Thailand. COE International Symposium " Evolution of the Apes and the Origin of the Human Beings" 14-17 November 2002, Inuyama International Sightseeing Center "Freude", Japan, 99 (abstract).
- Nakaya H., H. Saegusa, Y. Kanimatsu, B. Ratanasthien, P. Chintaskul, and S. Nagaoka. 2002b. Late Cenozoic Mammalian Faunas of Thailand-Miocene Mammalian Interchange between Sub-Saharan Africa and South East Asia. International Workshop at Bogorio 10 (abstract).
- Nakaya, H., H. Saegusa, B. Ratanasthien, Y. Kanimatsu, S. Nagaoka, and Y. Suganuma. 2002c. Neogene Mammalian Biostratigraphy of Thailand. *Journal of Vertebrate Paleontology* 22 (3):91A (abstract).
- Nakaya H., H. Saegusa, B. Ratanasthien, Y. Kanimatsu, S. Nagaoka, P. Chintaskul, Y. Suganuma and A. Fukuchi. 2003. Neogene mammalian biostratigraphy

and age of fossil ape from Thailand. *Asian Paleoprimatology* 3: 66-67
(Abstract).

Pilgrim, G. E. 1913. The correlation of the Siwaliks with Mammal Horizons of Europe. *Rec. Geol. Surv. India* 43:264-326.

Osborn, H. F. 1942. Proboscidea: a monograph of the discovery, evolution, migration and extinction of the mastodonts and elephants of the world. Vol. II: Stegodontoidea, Elephantoidea. The American Museum Press, New York.

Saegusa, H. 1996. Stegodontidae: evolutionary relationships. In: Shoshani J. and Tassy P. (Eds.). *The Proboscidea Evolution and Paleoecology of Elephants and Their Relatives*. Oxford Science Publications:178-189.

Saegusa, H., Y. Thasod, and B. Ratanasthien. 2005. Notes on Asian Stegodontids. *Quaternary International*, 126-128: 31-48.

Sander W. J., E. Gheerbrant, J.M. Harris, H. Saegusa, and C. Delmer. 2010. Proboscidea. In: Werdelin L. and W.J. Sander. (Eds.) *Cenozoic Mammals of Africa*. University of California Press:161-251.

Sato, Y. 2002. Preliminary Report on the Occurrence of Fossil Mammals in Nakhon Ratchasima, Northeast Thailand. In: Mantajit N. and Potisat S. (Eds.), *The Proceedings of the Symposium on Geology of Thailand 26-31 August 2002, Bangkok, Thailand*, 230-232.

Schlesinger, G. 1917. Die Mastodonten des K. K. Naturhistorischen Hof Museums. *Denkschriften der K. K. Naturhistorischen Hof Museums* 1, Geologisch-Palaontologische Reihe 1:1-230.

- Suteethorn, V., Y. Chaimanee, and S. Khansupa. 1997. Preliminary Report on the Tertiary Vertebrate Fossil of Khorat Basin, Thailand. Annual Meeting and Presentation of Geological Survey Division, 111-113 (in Thai).
- Taruno, H. 1985. Genus *Stegodon* and genus *Stegolophodon*—their criteria and phylogenetic relation—(Mammalia: Proboscidea). Bulletin of the Osaka Museum of Natural History 38, 23-36 (in Japanese).
- Tassy, P., P. Anupandhanant, L. Ginsburg, P. Mein, B. Ratanasthien, and V. Suteethorn. 1992. A new *Stegolophodon* (Proboscidea, mammalia) from the Early Miocene of Northern Thailand. Geobio 25(4):511-523.
- Tassy, P. 1983b. Les Elephantoidea Miocènes du Plateau du Potwar, Groupe de Siwalik, Pakistan. III Partie: Stégodontidés, Éléphantoïdes indéterminés, Restes Postcrâniens, Conclusion. Annales de Paléontologie (Vert.-Invert.) 69:317-354.
- Tassy, P. 1996. Dental homologies and nomenclature in the Proboscidea. In: Shoshani J. and Tassy P. (Eds.), The Proboscidea Evolution and Palaeoecology of Elephants and Their Relatives. Oxford University Press, Oxford: 21-25.
- Teilhard de C. P., and M. Trassaert. 1937. The Proboscidiens of South-Eastern Shansi. *Palaeontologia Sinica*, Series C, XIII (1):84 (13 plates).
- Thasod, Y., and B. Ratanasthien. 2005. New Proboscideans, *Sinomastodon* (Proboscidea, Mammalia) from Thailand. In: Wannakao L., Srisuk K., Youngme W., and Lertsirivorakul R. (Eds.), The Proceeding of the

International Conference on Geology, Geotechnology and Mineral Resources of Indochina (GEOINDO 2005) 28-30 November 2005:594-599.

Tobien, H. 1975. The Structure of the Mastodont Molar (Proboscidea, Mammalia);

Part 2: The Zygodont and Zygolophodont Patterns. Mainzer Geowissenschaftliche Mitteilungen 4:195-233.

Von Koenigswald, G.H.R. 1959. A mastodon and other fossil mammals from Thailand. Report of Investigation of Royal Department of Mines 2:25-28.

Zong, G. 1992. Occurrence of Proboscidean Genus *Stegolophodon* in China.

Vertebrata Palasiatica 30:287-294 (in Chinese with English abstract).

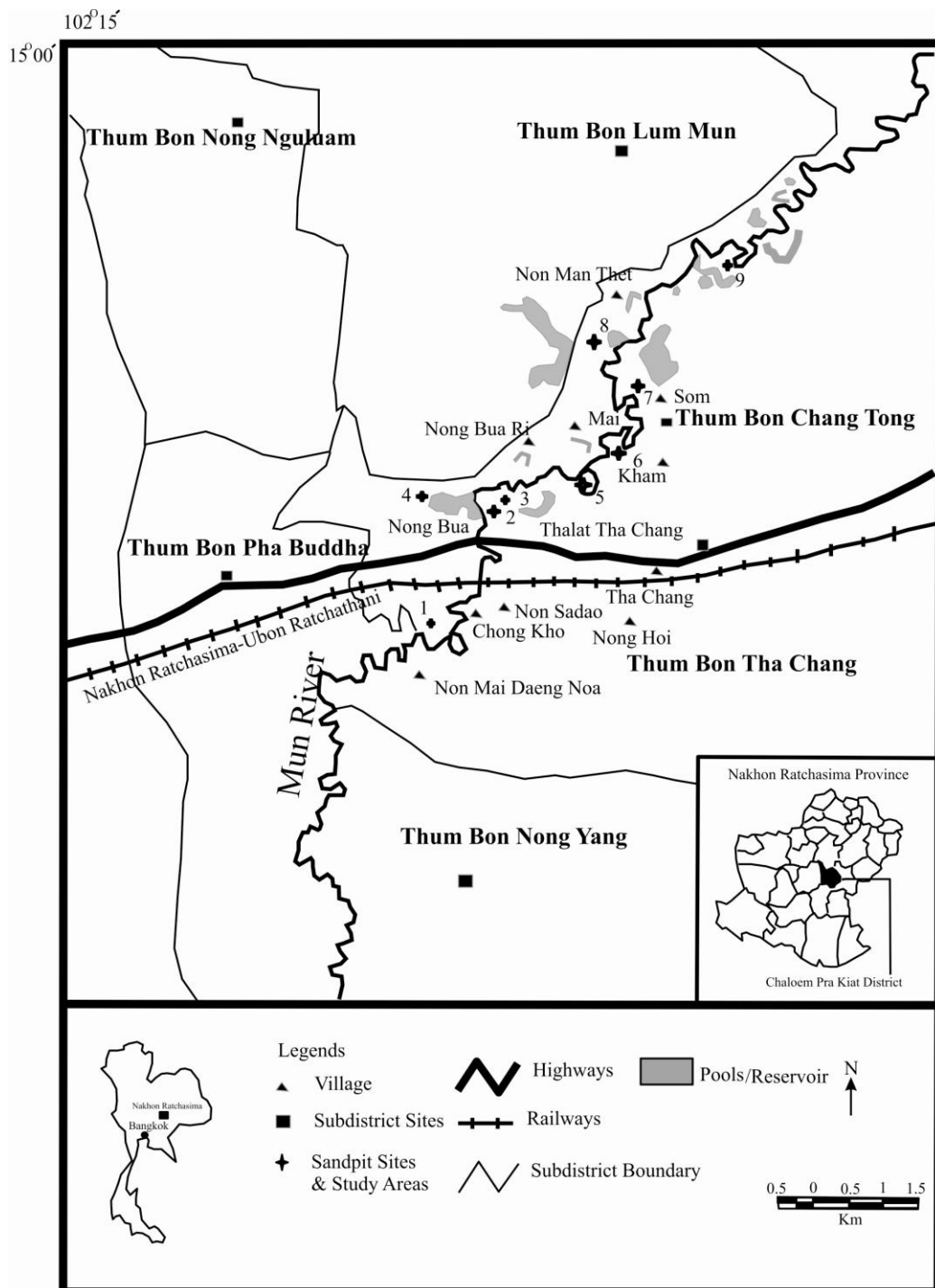


Figure 1. Map of Tha Chang sand pits, located at the Tha Chang Subdistrict, Chaloem Phra Kiat District, Nakhon Ratchasima Province

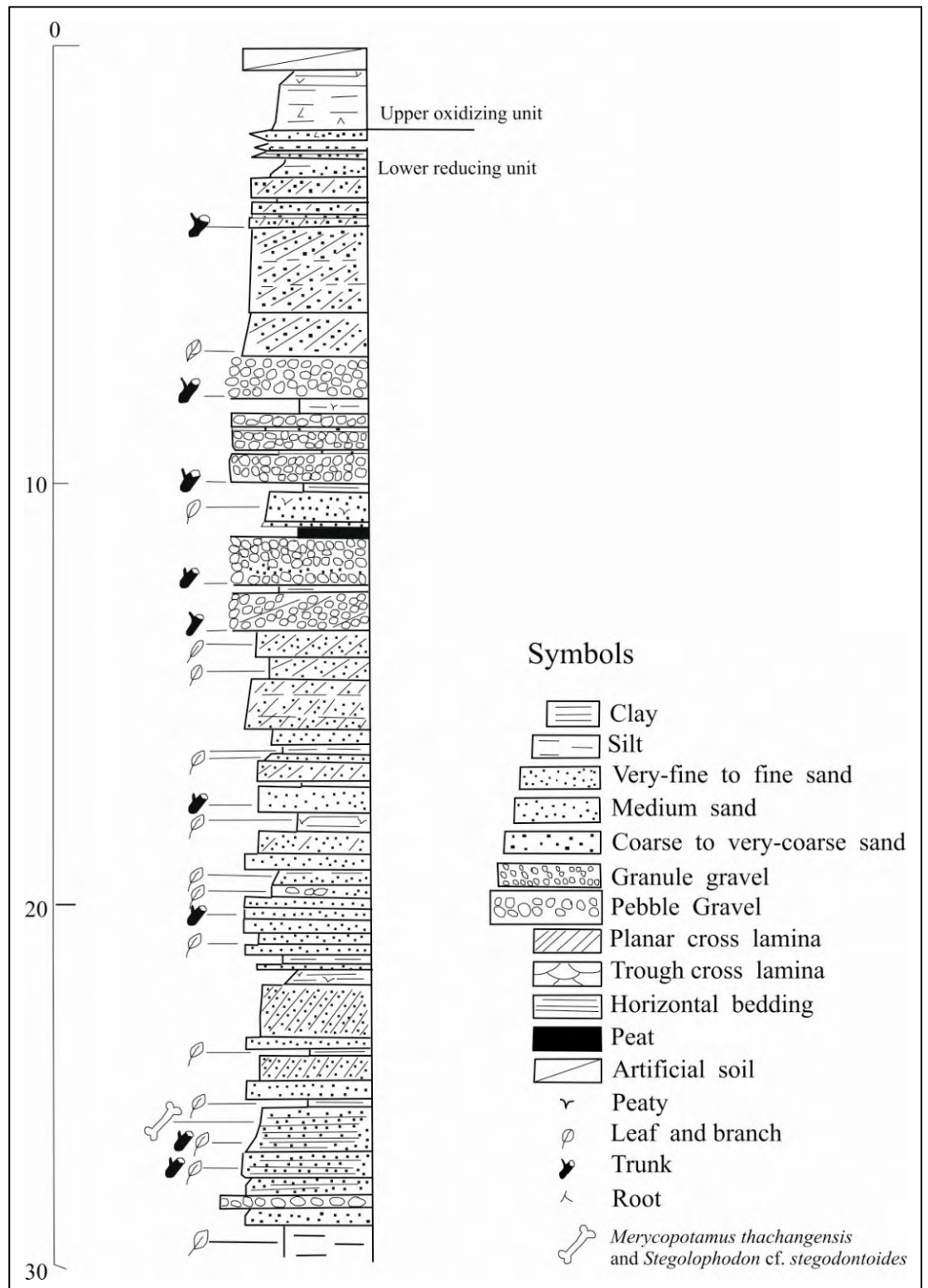


Figure 2. Stratigraphic succession of the Tha Chang sand pit no. 8.

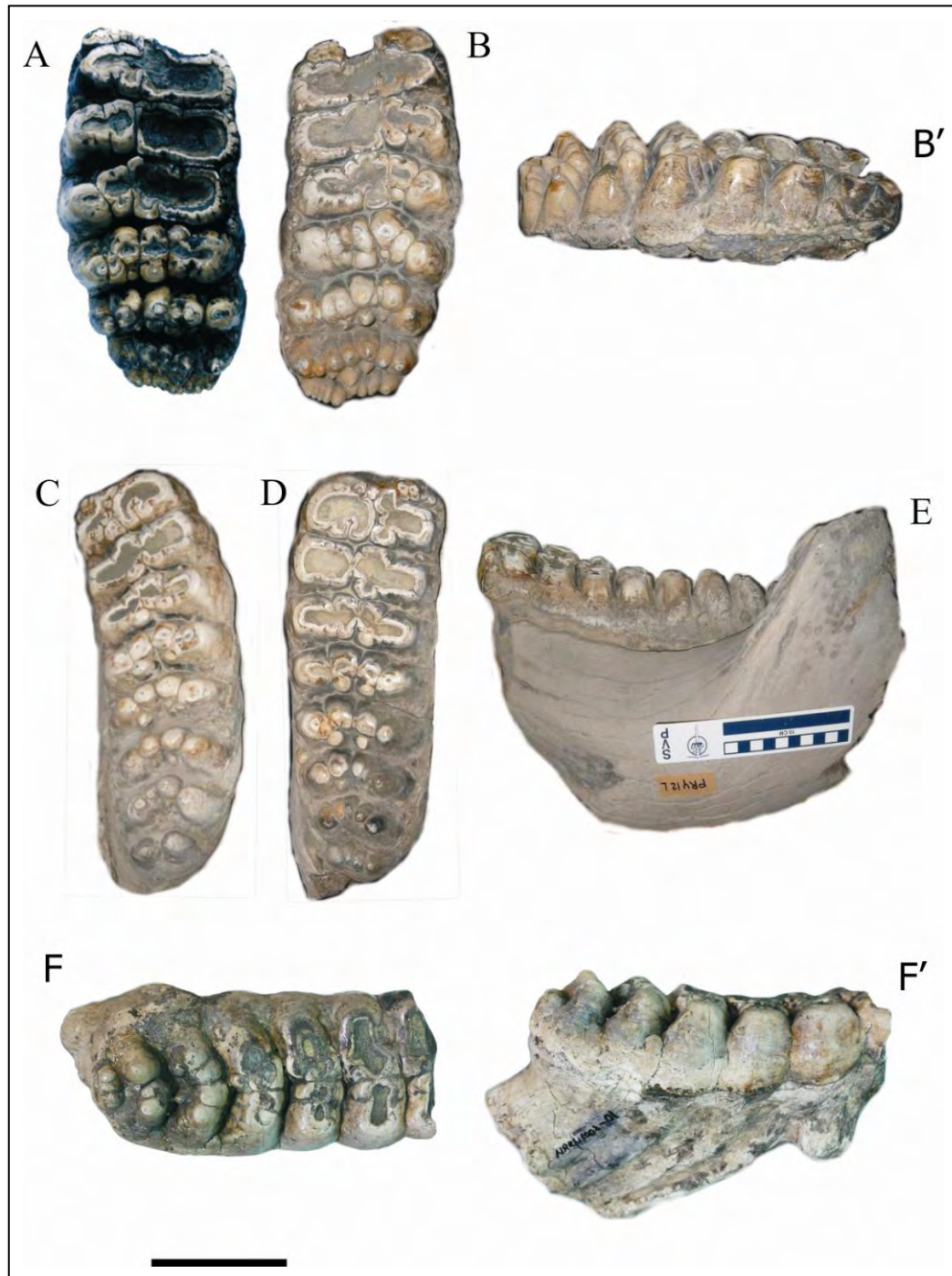


Figure 3. *Stegolophodon sirindhornae* sp. nov. NRRU-PRY97: A: occlusal view of LM3, B: occlusal view of RM3, B': lateral view of RM3, C: occlusal view of Lm3, D: occlusal view of Rm3, E: lateral view of Lm3 and round shape of mandible, F: occlusal view of NRRU1002-01, F': lateral view of NRRU1002-01. Scale bar 10 cm.

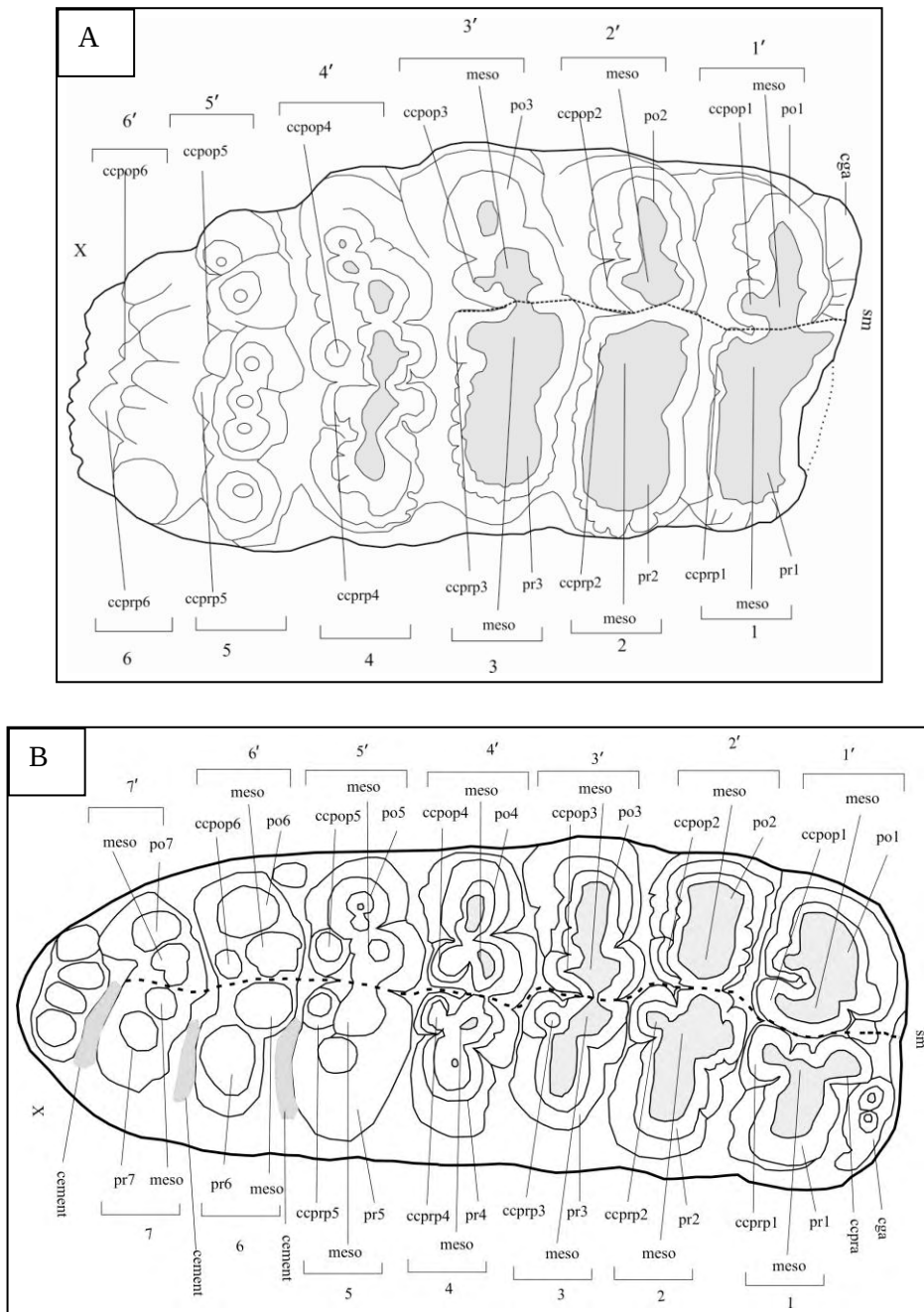


Figure 4. Dental structure of *Stegolophodon sirindhonae* sp. nov. A: LM3, B: Lm3.

Terminology is follows Tassy, 1996. Key: 1, 2, 3, 4, 5, 7, pretrite halves of first to seventh loph(id)s; 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', posttrite halves of first to seventh loph(id)s, cccpop: posterior posttrite central conule; ccprp: posterior pretrite central conule; pr: pretrite main cone; po: posttrite main cone; cga: anterior cingulam; meso: mesoconelet; sm: median sulcus (dot line); X: talon(id).

Table 1 Dental measurements of *Stegolophodon sirindhornae* sp. nov.

Specimen no.									
NRRU-PRY97	rM3	N	NF	L	LF	WI			
		X6x	X6	272	231	46.92			
		1St	2nd	3rd	4th	5th	6th		
	W	116.13	123.96	126.70	127.61	121.83	106.61		
	B-MDTH	24.74	36.94	41.75	44.69	38.81	28.69		
	L-MDTH	33.82	39.37	31.84	43.24	45.82	34.57		
	H								
NRRU-PRY97	IM3	N	NF	L	LF	WI			
		X6X	X5	278	206	46.4			
		1St	2nd	3rd	4th	5th	6th		
	W	120.58	125.94	127.60	129.00	121.74	103.26		
	B-MDTH	45.38	35.43	30.30	44.42	39.89	38.08		
	L-MDTH	29.34	37.27	45.32	45.00	35.17	34.00		
	H								
NRRU-PRY97	rm3	N	NF	L	LF	WI			
		X7X or X8	X6	305.6	215	37.81			
		1St	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	
	W	100.20	108.52	115.54	112.73	110.13	106.83	83.38	
	B-MDTH	30.88	38.54	39.35	38.16	42.67	34.33	27.73	
	L-MDTH	43.37	45.18	44.69	40.17	39.32	37.28	28.18	
	H								
NRRU-PRY97	Im3	N	NF	L	LF	WI			
		X7X or X8	X6	312	191	37.51			
		1St	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	X
	W	103.70	111.46	117.03	112.11	108.23	104.73	83.76	54.32
	B-MDTH	43.44	30.06	33.34	33.96	27.41	23.89	26.56	
	L-MDTH	32.74	42.17	47.35	39.21	42.69	36.01	30.97	
	H								
NRRU1002-01	Im3	N	NF	L	LF	L/W			
		-6x	-5	211.94-	113.43-	-			
		1St	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	X
	W	-	93.70	100.55	101.33	105.78	103.26	85.16	28.67
	B-MDTH	-	-	28.56	34.64	37.78	39.21		
	L-MDTH	-	-	42.73	34.12	36.49	27.88		
	H	-	worn	worn	worn	worn	54.82	46	

Table 2 Comparison on the characters of *Stegolophodon sirindhornae*, Primitive *Stegodon* and *Stegotetrabelodon* (After Taruno, 1985; Saegusa et al., 2005, Sander et.al. 2010)

Characters	<i>Stegolophodon sirindhornae</i>	Primitive <i>Stegodon</i>	<i>Stegotetrabelodon</i>
Number of loph(id) on third molars	M3=X6X, m3=X7X	M3=X6X, m3=X7X	M3=X6X, m3=X7X
Median sulcus of M3	Distinct in mesial part	Distinct in mesial part	Distinct in mesial part
Enamel folding	No	No	No
Number of conelet	4-6	4-6	4-6
Central conule on 1 st pretrite lophid	Distinct	Indistinct	Distinct
Conule of the 2 nd loph of M3	Exists	Absent	Exists
Mesial root of m3	Supported the 1 st lophid only	Supported 1st and 2nd lophids	-
Number of loph(id) on intermediate molars	-	X5X or more	X4X
Cementum	Slightly developed	Slightly developed	well developed
Mandibular symphysis	Round	Round	Elongate and downturned
Secondary trefoil	Yes	No	No
Lower tusk	No	No	Yes

PROBOSCIDEAN FOSSIL FROM THE THA CHANG SAND PITS,
NAKHON RATCHASIMA PROVINCE, THAILAND

¹Y. Thasod, ¹P. Jintasakul, and ²B. Ratanasthien

¹Northeastern Research Institute of Petrified Wood and Mineral Resources,
Nakhon Ratchasima Rajabhat University

²Geological Department, Chiang Mai University, Thailand

*corresponding author

e-mail address: thasod@yahoo.com

ABSTRACT

Proboscidean fossils were found in sand pits Nakhon Ratchasima province, northeastern Thailand. The important materials used for classification in this study were teeth. The structures, size, and character of teeth were recognized in details. They were classified into eight genera in four families. Family *Dienotheriidae* includes *Prodeinotherium pentapotamiae*, Family *Gomphotheriidae* includes *Gomphotherium* sp., *Tetralophodon* sp., *Sinomastodon* sp., and cf. *Protanancus macinnesi*, Family *Stegodontidae* includes *Stegolophodon* sp., and *Stegodon* sp., and Family *Elephantidae* includes *Elephas* sp. The age of these fossils ranges from Middle Miocene to Pleistocene.

Introduction

In the Northeastern Thailand, Proboscidean fossils have been found in Tha Chang sand pits in Chaloem Phra Kiat District of Nakhon Ratchasima Province since 1985. The fossils have been uncovered during sand mining operations near the Mun River (Fig. 1). A private enterprise opened an area of 80 to 160 square kilometers and mined sand to depths of 20 to 40 meters. Animal fossils and wood remains were found at depths below about 5 meters. A large number of mammalian fossils, especially proboscidean fossils, were collected by Mr. Somsak Srihataphadungkid, the sand pit's owner. Some of these fossils were later given, upon request, to the Department of Mineral Resources. One of us, Dr. Pratueng Jintasakul, a lecturer of the Nakhon Ratchasima Rajabhat University (NRRU), has collected fossil skeletons and keeps them in an exhibition room of the university (previous name is Rajabhat Institute Nakhon Ratchasima (RIN)). As the sand pit operations have gone deeper, more and more fossils have been uncovered and collected by amateurs. At present, almost fossil specimens are housed and exhibited in the Northeastern Research Institute of Petrified Wood and Mineral Resources, which honors His Majesty the King, Nakhon Ratchasima Rajabhat University, 1999 A.D and Sirindhorn Museum, Kalasin Province.

Nakaya *et al.*, (2002, 2003) divided the mammalian fossils from Tha Chang sand pits into three ages: Middle Miocene, Late Miocene to Early Pliocene, and Early Pleistocene. The Middle Miocene mammalian fauna consists of amebelodontid gomphothere, *Gomphotherium*, and *Prodeinotherium*. The Late

Miocene to Early Pliocene fauna includes *Hipparion*, primitive *Stegodon*, *Stegolophodon*, and primitive *Merycopotamus*. The Early Pleistocene fauna includes advanced *Stegodon*. Additionally, a new species of Uran-utang, *Khoratpitacus piriyai* (Chaimanee et al., 2004; 2006) and a new species, *Merycopothemus thachangensis* Hanta et al., (2005; 2008) were reported. Thasod and Ratanasthien (2005) reported a new species of *Sinomastodon*. They proposed that this *Sinomastodon* in this locality is more advanced than *Sinomastodon intermedius* from China. This fossil indicates the age during Late Pliocene to Pleistocene. Saegusa et al., (2005) was grouped Stegodontids in Asain including the Stegodontid from Tha Chang sand pits into many group by using the tooth morphology, however, the details of any genus are not included.

This paper will provide a preliminary classification the proboscidean fossils from the locality named “Tha Chang sand pits”, in Chaloem Phra Kiat District, Nakhon Ratchasima Province, Thailand.

Abbreviation

NRRU, Nakhon Ratchasima Rajabhat University; **RIN**, Rajabhat Institute Nakhon Ratchasima (former name of Nakhon Ratchasima Rajabhat University); **NRRU-PRY**, Fossil is donated by Mr. Piriya Watchajitpan and housed in Northeastern Research Institute of Petrified Wood and Mineral Resources, Nakhon Ratchasima Rajabhat University.

Dental Terminology Abbreviation

M and **m**, Molars, capital letters indicate upper molars and lower case letters indicate lower molars; **R**, Right side; **L**, Left side.

Systematic Paleontology

Order Proboscidea Illiger, 1811

Family Deinotheriidae Bonaparte, 1845

Genus *Prodeinotherium* Ehik, 1930

Prodeinotherium pentapotamiae (Lydekker, 1876)

Two mandibles of *Prodeinotherium* were found from the sand pit. RIN15 is a partial right mandible with the first molar (m1), second molar (m2), and third molar (m3) (Fig. 2A) and a right mandible with the fourth premolar to third molar (p4-m3) (Fig. 2B) is now housed in Sirindhorn Museum, Kalasin Province. The molar structures of these specimens can be classified to *Prodeinotherium*, the genus is significant smaller than *Deinotherium*. *Prodeinotherium* is recognized in three species in different geographic locations, *P. bavaricum* in Europe, *P. hobleyi* in Africa, and *P. pentapotamiae* and, perhaps, *P. orlovii*, in Asia (Shoshani et al., 1996).

Prodeinotherium pentapotamiae specimens from Tha Chang sand pits are more complete than previously reported from the Pong basin in Thailand (Sickenburg, 1971). The size and character of teeth are comparable with *P. hobleyi* from Africa

(Harris, 1973), *P. pentapotamiae* from India (Lydekker, 1884), and *P. bavaricum* from Europe (Huttunen and Göhlich, 2002). Identification of this genus can be made by using the structure on the third premolar. Unfortunately, none is preserved in Thai's specimens. Therefore, these specimens possibly place in the same species with the Indian species, *Prodeinotherium pentapotamiae*.

Family Gomphotheriidae Hay, 1922

Genus *Gomphotherium* Burmeister, 1837

Gomphotherium was widespread in Asia and Europe during the early Miocene to late Miocene. Its characters are three loph(id) on the intermediate molars, the last molars may have four loph(id) or more, mesoconelets are smaller than the main cone, present anterior and posterior central conule on the pretrite, and show trefoil figures on worn surface (Tobien, 1973). The specimen number RIN2 belongs to a *Gomphotherium* because it has three lophids on m2 (Fig. 2C) and five lophid on m3 (Fig. 2D) and contains the above characters. RIN353 is a lower m3 (Fig. 2E), has molar structure similar to those found in RIN2. These two specimens should belong to a same species. The large sizes of RIN2 and RIN353 and tapering of molar shape indicate that they may belong to a new species (Thasod et al., 2011 in prep.). There are many isolated specimens of third molar found from the sand pit, but have no intermediate molar. So, those specimens can be classified into *Gomphotherium* sp

Family Uncertain

Genus *Tetralophodon* Falconer, 1857

Specimen of *Tetralophodon* in this locality is quite rare. This genus is characterized by the intermediate molar contain X4X loph(id) formula which is corresponding to those of *Stegolophodon*, however, mesoconelet in *Tetralophodon* is smaller than the main cone. The character on the third molar is contain gomphotherid character, mesoconelet smaller than the main cone, preserve anterior and posterior central conule, present trefoil figure on worn surface. PRY 19 (Fig. 3A) is representing a *Tetralophodon* specimen in this locality.

Tetralophodon was found in Chaing Muan coal mine, Phayao Province and was identified as *Tetralophodon* cf. *xiaolongtanensis*, the species of Yunnan, China. The fossil indicates the age of late Miocene (Kunimatsu et al., 2004). However, the character of PRY 18 is not similar to the Chiang Muan *Tetralophodon*. Therefore, Thailand had had at least two *Tetralophodon* species.

Genus *Sinomastodon* Tobien et al., 1986

There are several molars of *Sinomastodon* were found from the sand pit. They contain the following characters: bunodont molars, brachyodont, with trilophodont intermediates, elephantiod mandible, without lower incisors (Tobien, 1973a; Zong et al., 1989).

Generally, the number of loph(id) of the intermediate molar is same in this genus. So, the number of the last molar is useful of classified and suggested the

evolutionary progress. The specimen number PRY8 contain X5X on m3 (Fig. 3B) but PRY29 has X7X on m3 (Fig. 3C). The difference of the number of lophid indicates the difference species, suggesting there are at least two species *Sinomastodon* were found. *Sinomastodon* cf. *yangziensis* (Chow, 1959) and the most advanced species is *Sinomastodon* sp. B as described Thasod and Ratanasthien (2005) as *Sinomastodon* sp. A and *Sinomastodon* sp. B, respectively. The presence of these two species indicate the age of a latest Pliocene to Pleistocene (Thasod and Ratanasthien, 2005).

Subfamily Amebelodontinae Barbour, 1927

Genus *Protanancus* Arambourg, 1945

A mandible with molars and several isolated teeth of Amebelodontinae were found. Small size, slim and high shape of crown, and trilophodont on the intermediate molar indicated the characters of Amebelodontinae. RIN 25 is a right mandible with m1-m3 (Fig. 3D), contains the above characters. The tooth structures and tooth size on the third molars from Tha Chang sand pits (NM1-9 is M3 (Fig. 3E); NM1-17 is m3 (Fig. 3F)) are comparable to *Protanancus macinnesi* (MacInnes, 1942, pl.5, fig. 1, 2; Tassy, 1986, pl.6, fig. 2) from Makobo, Kenya. This species was in Africa during the Middle Miocene. However, there is no any evidence of lower tusk preserved in the mandible. A genus in Amebelodontinae

must have flat or shovel lower tusks. Thus, the generic name, cf. *Protanancus macinnesi*, of this species is tentative.

Family Stegodontidae Osbron, 1918

Genus *Stegolophodon* Schlesinger, 1917

The most plentiful of proboscidean fossils from Tha Chang sand pits are belong to primitive genus *Stegolophodon* and advance genus *Stegodon*. *Stegolophodon* is characterized by compose of four loph(id)s on the intermediate molars, distinct median sulcus, mesoconelet as large as the main cone, contain four to six conules in each loph(id), in primitive *Stegolophodon* had lower tusks. The *Stegolophodon* found from Tha Chang sand pit is larger size than the northern Thailand species such as *Stegolophodon nasaiensis* and *Sl. praelatidens* from the Early Miocene and Middle Miocene, repectively. The numerous specimens from Tha Chang are comparable to *Stegolophodon stegodontoides* (and its relate form) because of their size, even though there are different details of teeth morphology. However, some specimens have more primitive and simple characters, such as the number of lower m3 being X5X in PRY15 (Fig. 4A) and RIN 3 (Fig. 4B). Even so, the number of lophs corresponds to *S. stegodontoides*. These were probably caused by individual variations or by differences in evolutionary stages. In my opinion, this species may be a subspecies or new species.

Additional, there is an intermediate morphological form between advanced *Stegolophodon* and primitive *Stegodon* was found (Fig. 4C). One of them will be a

new species of *Stegolophodon* (Fig. 4D). The number of loph(id) of the intermediate forms are close related to the species found from China.

Genus *Stegodon* Falconer, 1857

Stegodont is a group of elephant-like proboscideans that flourished during the Pliocene and Pleistocene in East and South Asia. The generic definition of *Stegodon* was revised by Saegusa *et al.* (2005), based on the synapomorphy of a monophyletic taxon as follows: intermediate molars carry five loph(id)s or more, no distinct central conule on lower third molar, no lower tusk, and mesial root of lower third molar supports two lophids. Several specimens of *Stegodon* were discovered from the sand pits. *Stegodon elephantoides* (Clift, 1828), *S. insignis* (Falconer, 1846) and *S. orientalis* (Owen, 1870), were classified.

***Stegodon elephantoides* (Clift, 1828)**

The specimen number PRY 69 (Fig. 4E) is a lower m3 contain nine complete ridge and talonid, with subdivided conule into five to eight small conelets, thin cement deposit in the posterior valleys. The character and number of lophid of PRY 69 is comparable to the lectotype of *Stegodon elephantoides*. This species first found from the Irrawaddy sediment, estimate age about in lower Pliocene (Osborn, 1942). More research by Takai *et al.* (2006), *Stegodon elephantoides* (primitive) was found in the Lower Irrawaddy Fauna; provide the age from late Miocene to late Pliocene.

***Stegodon insignis* Falconer, 1846**

The specimen number PRY 201 is comprise left and right upper M3 and a mandible with right m3. The upper M3s have X10X ridge formula (Fig. 4F); the lower m3 has X11X ridge formula (Fig. 4G). Conules were subdivided into fine conelets, plentiful cement in valleys, fine and strong enamel folding. These characters comparable to *Stegodon insignis*, especially the lower m3 similar to specimen number Amur. Mus.19859 (Osborn, 1942: Fig. 753). *Stegodon insignis* was first found at Siwalik hill. It was Upper Pliocene to Lower Pleistocene in age (Osborn, 1942). In Myanmar, a related form, *Stegodon insignis birmanicus*, was found from the Upper Irrawaddy, indicated the age of late Pliocene to early Pleistocene (Takai et al., 2006).

***Stegodon* cf. *orientalis* Owen, 1870**

A part of skull with left and right upper M3 (NRRU1002-02) (Fig. 4H) and an incomplete left m3, RIN 14, (Fig. 4I) of *Stegodon* cf. *orientalis* were collected from the sand pit. The number of loph(id), shape of teeth, fine and asymmetry enamel folding are characterized. *S. orientalis* differ from *S. insignis* by has less cement developed, ridges are wider. *S. insignis* has greater degree of hypsodonty and the curvature of the crowns of both the upper and lower teeth is more pronounced. This species was widespread during Pleistocene in China and Japan.

Family Elephantidae Gray, 1821

Genus *Elephas* Linnaeus, 1758

Elephas sp. indet.

Isolated incomplete tooth specimens of *Elephas* was found (RIN 10) (Fig. 4J). There are 13 plates on the tooth, may not be the last molar. They were recognized by advanced tooth characters. The tooth is increase in lamellae or plate, packed more densely; valleys are covered by cement and high crown. These characters are differs from the advanced *Stegodon*. Enamel thickness in *Elephas* is about three millimeter, thinner than *Loxodonta* but thicker than *Mammuthus*.

Throughout its evolutionary history, *Loxodonta* has remained in Africa. *Elephas* apparently dispersed twice out of Africa, in the mid-Pliocene into Asia where it evolved as a lineage terminating in *Elephas maximus*, and in the late Pliocene into Asia and Europe as lineages now extinct (Maglio, 1973, 114, 115). *Mammuthus* migrated out of Africa in the late Pliocene and subsequently spread rapidly throughout Europe, Asia, and North America (Todd and Roth, 1996). The last glaciation in the northern hemisphere coincided with the disappearance of *Elephas* from Africa and the extinction of *Elephas antiquus* and *Elephas falconeri* in Europe. The extinction of all remaining taxa of the Elephantidae, except for *Loxodonta africana* and *Elephas maximus*, occurred early in the Holocene (Maglio, 1972, 1973; Todd and Roth, 1996).

Discussion

The proboscidean fossils in this locality are include *Prodeinotherium* (*P. pentapotamiae*), Amebelodontinae (cf. *Protanancus macinnensi*), *Gomphotherium* (*Gomphotherium* sp. and a new species), *Tetralophodon* sp., *Sinomastodon* (*Sinomastodon* cf. *yangziensis* and *Sinomastodon* n. sp.), *Stegolophodon* (*Stegolophodon stegodontoides* (and related forms), *Stegolophodon* n.sp., and *Stegolophodon* intermediate forms), *Stegodon* (*Stegodon elephantoides*, *Stegodon insignis*, *Stegodon* cf. *orientalis* and primitive form *Stegodon*) and *Elephas* sp. The ages of these fossils are wide ranges from the Middle Miocene to the Pleistocene.

The founding of proboscidean fossils is useful for correlation of global biostratigraphy. The most primitive Deinotheriidae, *Chilgatherium harrisi* Sanders *et al.*, (2004), was originated from Africa, Ethiopia since 28 to 27 million years ago, Late Oligocene. If so, they migrated to Asia during, and after, the Oligocene. This migration occurrence is supported by the discovery of a fragment of an upper incisor of an elephantoid from the Late Oligocene of the Bugti Hills about 20.5 to 20.7 million years ago (Steininger *et al.*, 1996; Welcomme *et al.*, 2001; Antoine *et al.*, 2003). It indicates a terrestrial connection between Africa and Asia likely occurred before the Early Miocene. The collision of the African and Arabian plates provided a land bridge between Africa and Eurasia. This land bridge is known as the “*Gomphotherium* land bridge” and permitted the first migrations between both continents since the early Paleogene (Rögl, 1999). Among the first mammals that migrated were the gomphotheres and the deinotheres. Therefore, Gomphotheriidae

and Deinotheriidae should originate from Africa and may migrate to Thailand during the early Oligocene and early Miocene.

Stegodontidae was probably originated in Thailand, Asia (Saegusa et al., 1996). The most primitive Stegodontiidae, *Stegolophodon nasaiensis*, was discovered from Ban Na Sai locality, Lamphun province. The discovery of Stegodontiidae in Thailand that close relationship with the species of Myanmar and China indicate they may migrated to a prefer environment during late Miocene to Pleistocene, and evolve into many species of subspecies.

Even, the proboscidean fossils in Tha Chang sand pits have wide range in age. The surfaces of fossils and fossil fragments show cracked and abraded that indicate reworked deposit, but many specimens are in complete condition suggesting they were transported in a short distance (Sato, 2002; Duangkrayom *et al.*, 2001). The primitive forms were found in the lower part and the advanced forms were found in the upper parts of a fluvial deposit in channel and floodplain system of mobile channels. These indicated that the fossils were limited in transportation in a channel in a geological age. The sediments in the sand pits were not compacted as in others Neogene sediment and were not cemented, these may result from less sedimentary load for compaction process.

References

- Antoine, P.O., Welcomme, J.L., Marivaux, L., Baloch, I., Benammi, M., and Tassy, P., 2003. First Record of Paleogene Elephantoidea (Mammalia, Proboscidea) from the Bugti Hills of Pakistan. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 23 (4): 977-980.
- Arambourg, C., 1945. *Anancus osiris*. Un Mastodonte nouveau du Pliocene inferieur d'Egypte. *Bulletin de la Socite Geologique de France*. 5th Series, 15: 479-495 + pl. IX.
- Barbour, E. H., 1927. Preliminary notice of a new proboscidean, *Amebelodon fricki* gen. et sp. nov. Bull. Neb. State Mus, I 131-134, figs. 89-91.
- Bonaparte, C. L.J.L., 1845. Catalogo metodico dei mammiferi Europei. Coi tipi di L. di Giacomo Pirola, Milan.
- Burmeister, H., 1837. Handbuch der Naturgeschichte. Zum Gebrauch bei Vorlesungen entworfen. Zweite Abteilung, *Zoologie*, T. C. F. Enslin, Berlin.
- Chaimanee, Y., Suteethorn, V., Jintasakul, P., Vidthayanon, C., Maradat, B., and Jaeger, J.J., 2004. A New Uran-Utan Relative from the Late Miocene of Thailand. *Nature*, 427 (29): 439-441.
- Chaimanee, Y., Yamee, C., Tian, P., Khaowiset, K., Marandat, B., Tafforeau, P., Nemoz, C., and Jaeger, J.J., 2006. Khoratpithecus piriyai, a Late Miocene Hominoid of Thailand. *American Journal of Physical Anthropology*, 131:311-323.

- Chow, M., 1959. New Species of Fossil Proboscidea from South China. *Acta Palaeont. Sinica*, 7: 251-258.
- Clift, W., 1828. On the fossil remains of two new species of Mastodon, and of other vertebrated animals, found on the left bank of the Irrawadi. *Transactions of the Geological Society of London*, 2 (II), Part III, 369-375.
- Duangkrayom, J., Taweessap, W., and Pongkhan, A., 2001. The study of sediment properties and provenance of sediment section in the sandpits that found proboscidean fossil, Tha Chang Sub-district, Chaloem Phra Kiat District, Nakhon Ratchasima Province, Nakhon Ratchasima Rajabhat Institute, Thailand, 79 p.
- Ehik, J., 1930. *Prodeinotherium hungaricum* n. g., n. sp. *Geologica Hungarica, Series Palaeontologica*, 6: 1-21.
- Falconer, H., 1857. On the Species of Mastodon and Elephant occurring in the fossil state in Great Britain. Part I. Mastodon. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 13: 307-360.
- Gray, J.E. 1821. On the natural arrangements of vertebrate animals. London Medical Repository, 15(88), 296-310.
- Hanta, R., Ratanasthien, B., Kunimatsu, Y., Saegusa, H., Nakaya, H., and Chintasakul, P., 2005. Description of the Tha Chang *Merycopotamus* and its preserved condition. In: Wannakao L., Srisuk K., Youngme W., and Lertsirivorakul R. (Eds.), The Proceeding of the International Conference on

- Geology, Geotechnology and Mineral Resources of Indochina (GEOINDO 2005) 28-30 November 2005, Khon Kaen, Thailand, 600-605.
- Hanta, R., Ratanasthien, B., Kanimatsu, Y., Saegusa, H., Nakaya, H., Nagaoka, S., and Chintasakul, P., 2008. A New species of Bothriodontinae, *Merycopotamus thachangensis* (Cetartiodactyla, Anthracotheriidae) from the Late Miocene of Nakhon Ratchasima, Northeastern Thailand. *Journal of Vertebrate Paleontology* 28(4):1182-1188.
- Harris J.M., 1973. *Prodeinotherium* from Gebel Zelten, Libya. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology*, 23 (5): 283-348.
- Hay, O. P., 1922. Further observations on some extinct elephants. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 35: 97-101.
- Huttunen, K., and Göhlich, U.B., 2002. A partial skeleton of *Prodeinotherium bavaricum* (Proboscidea, Mammalia) from the Middle Miocene of Unterzolling (Upper Freshwater Molasse, Germany). *Geobios*, 35: 489-514.
- Illiger, C.D. 1811. *Prodromus systematis mammalium et avium additis terminis zoographicis utriusque classis*. Salfeld, Berlin.
- Linnaeus, C. 1758. *Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*, Editio decimal, reformata, Vol. I. Laurentii Salvii, Holmiae.
- Lydekker, R., 1876. Molar teeth and other remains of Mammalia. *Memoirs of the Geological Survey of India Palaeontologica Indica*, series 10, 1(2), 19-87+ 7 pls, 1 page appendix.

- Lydekker, R. 1884. Additional Siwalik Perrissodactyla and Proboscidea. *Memoirs of the Geological Survey of India Palaeontologia Indica*, series 10, 3 (1): 1-34+ 5 pl.
- MacInnes, D.G., 1942. Miocene and Post-Miocene Proboscidea from East Africa. *Trans. Zool. Soc. London*, 25 (2): 33-106.
- Maglio, V.J., 1972. Evolution of mastication in the Elephantidae. *Evolution*, 26 (4): 638-658.
- Maglio, V. J., 1973. Origin and evolution of the Elephantidae. *Transactions of The American Philosophical Society of Philadelphia, New Series*, 63 (3): 1-149.
- Nakaya, H., Saegusa, H., Ratanasthien, B., Kunimatsu, Y., Nagaoka, S., and Suganuma, Y., 2002. Neogene Mammalian Biostratigraphy of Thailand. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 22 (3): 91A (abstract).
- Nakaya H., Saegusa H., Ratanasthien B., Kunimatsu Y., Nagaoka S., Chintaskul P., Suganuma Y., and Fukuchi A., 2003. Neogene mammalian biostratigraphy and age of fossil ape from Thailand. *Asian Paleoprimateology*, 3: 66-67. (Abstract)
- Osborn H.F., 1918. Equidae of the Oligocene, Miocene, and Pliocene of North America, iconographic type revision, *Memoirs of the American Museum of Natural History, New Series*, 2(1), 1-330.
- Osborn, H. F., 1942. Proboscidea: a monograph of the discovery, evolution, migration and extinction of the mastodonts and elephants of the world. Vol. II: Stegodontoidea, Elephantoida. The American Museum Press, New York.

- Owen, R. 1870. On fossil remains of mammals found in China. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 26: 417-33.
- Rögl, F., 1999. Mediterranean and Paratethys palaeogeography during the Oligocene and Miocene. In: Agustí J., Rook L., and Andrews P. (Eds.), *Hominoid Evolution and Climate Changes in Europe*. Cambridge University Press, Cambridge, 8-22.
- Saegusa, H., 1996b. Stegodontidae: evolutionary relationships. In: Shoshani J. and Tassy P. (Eds.), *The Proboscidea Evolution and Paleoecology of Elephants and Their Relatives*. Oxford Science Publications, 178-189.
- Saegusa, H., Thasod, Y., and Ratanasthien, B., 2005. Notes on Asian Stegodontids. *Quaternary International*, 126-128: 31-48.
- Sanders, W. L., Kappelman, J., and Rasmussen, D. T., 2004. New large-bodied mammals from the late Oligocene site of Chiga, Ethiopia. *Acta Palaeontol. Pol.* 49 (3): 365-392.
- Sato, Y., 2002. Preliminary Report on the Occurrence of Fossil Mammals in Nakhon Ratchasima, Northeast Thailand. In: Mantajit N. and Potisat S. (Eds.), *The Proceedings of the Symposium on Geology of Thailand 26-31 August 2002, Bangkok, Thailand*, 230-232.
- Schlesinger, G., 1917. Die Mastodonten des K. K. Naturhistorischen Hof Museums. *Denkschriften der K. K. Naturhistorischen Hof Museums 1, Geologisch-Palaontologische Reihe*, 1: 1-230.

- Shoshani J., West, R.M., Court, N., Savage, R.J., and Harris, J.M., 1996. The earliest proboscideans: general plan, taxonomy, and palaeoecology. In: Shoshani J. and Tassy P. (Eds.), *The Proboscidea Evolution and Palaeoecology of Elephants and Their Relatives*. Oxford University Press, Oxford, 57-75.
- Sickenburg, O., 1971. *Deinotherium* im Tertiär Nordthailands. *Geol. Jb.*, Hannover, 89: 461-471.
- Steininger, F. F., Berggren, W. A., Kent, D. V., Bernor, R.L., Sen, S., and Agusti, J., 1996. Circum-Mediterranean Neogene (Miocene and Pliocene) marine-continental chronologic correlations of European mammal units. In: Bernor R. L., Fahlbusch V., and Mittman H.-W. (Eds.), *The Evolution of Western Eurasian Neogene Mammal Faunas*. Columbia University Press, New York, 7-46.
- Takai, M., Saegusa, H., Htike, T., and Maung-Thein, Z.M. 2006. Neogene mammalian fauna in Myanmar. *Asian Paleoprimateology*, 4: 143-172.
- Thasod, Y., and Ratanasthien, B., 2005. New Proboscideans, *Sinomastodon* (Proboscidea, Mammalia) from Thailand. In: Wannakao L., Srisuk K., Youngme W., and Lertsirivorakul R. (Eds.), *The Proceeding of the International Conference on Geology, Geotechnology and Mineral Resources of Indochina (GEOINDO 2005) 28-30 November 2005*, 594-599.

- Tobien, H., 1973a. On the Evolution of Mastodonts (Proboscidea, Mammalia). Part 1: The bunodont trilophodont Groups. *Notizbl. Hess. Landesamt Bodenforsch*, 101: 202-276.
- Tobien, H., Chen, G. F., and Li, Y. Q., 1986. Mastodonts (Proboscidea, Mammalia) from the late Neogene and early Pleistocene of the People's Republic of China. Part 1. Historical account; the genera *Gomphotherium*, *Choerolophodon*, *Synconolophus*, *Amebelodon*, *Platybelodon*, *Sinomastodon*. *Mainzer Geowissenschaftliche Mitteilungen*, 15:119-181.
- Todd, N. E., and Roth, v. L., 1996. Origin and Radiation of the Elephantidae. In: Shoshani J. and Tassy P. (Eds.), *The Proboscidea Evolution and Palaeoecology of Elephants and Their Relatives*. Oxford University Press, Oxford.193-202.
- Welcomme, M., Benammi, J-Y., Crochet, L., Marivaux, G., Métais, P.-O. Antoine, and Baloch I., 2001. Himalayan Forelands: palaeontological evidence for Oligocene detrital deposits in the Bugti Hills (Balochistan, Pakistan). *Geological Magazine*, 138: 397-405.
- Zong, G., Tang, Y., Lei, Y., and Li, S., 1989. Hanjiang Zhongguoruchixiang [= The Hanjiang Mastodont (*Sinomastodon hanjiangensis* nov. sp.)], Academic Press, Beijing (in Chinese with English Summary).

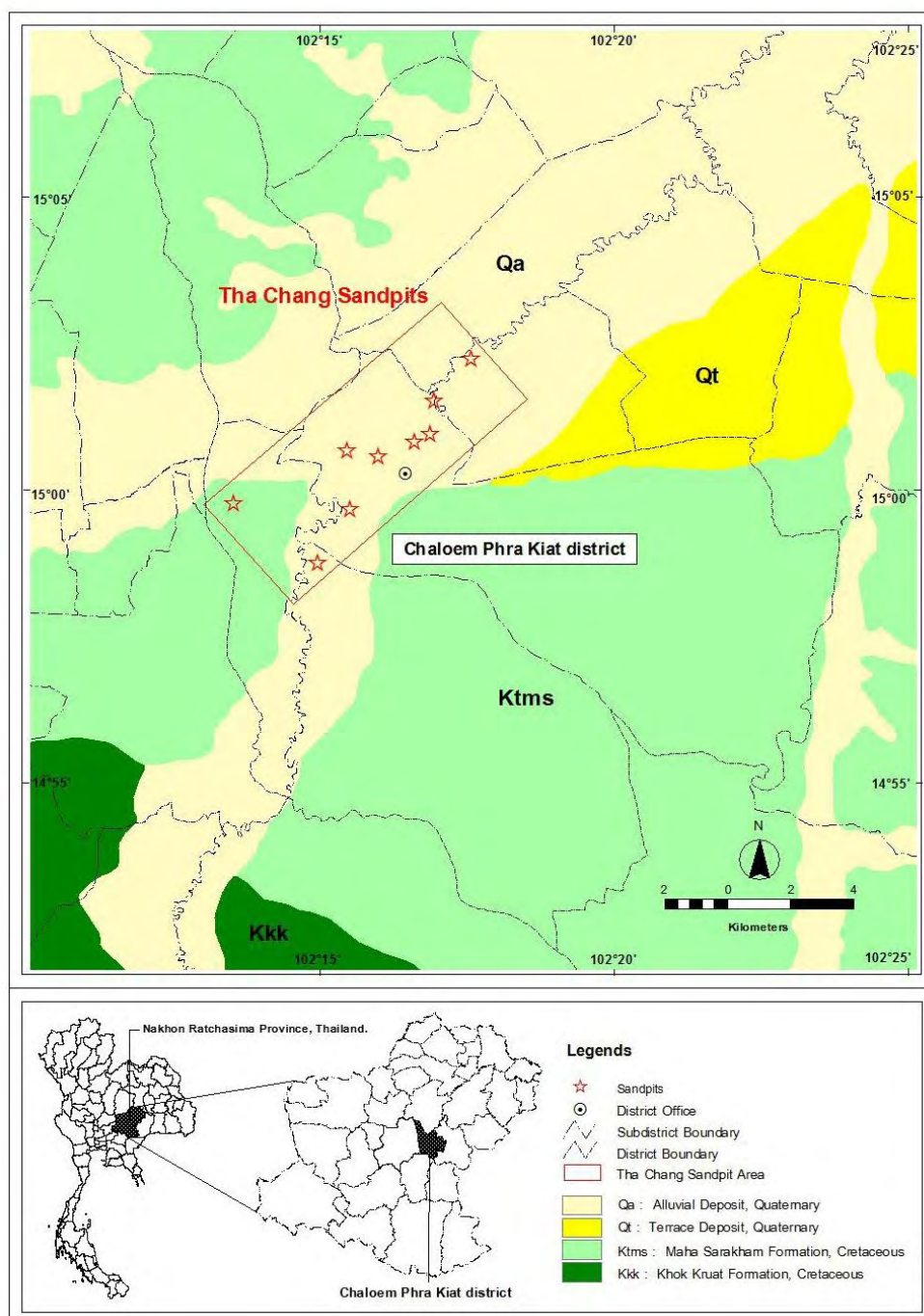


Figure 1. Map of Fossil locality at Tha Chang sand pit, Chaloem Phra Kiat district, Nakhon Ratchasima Province.

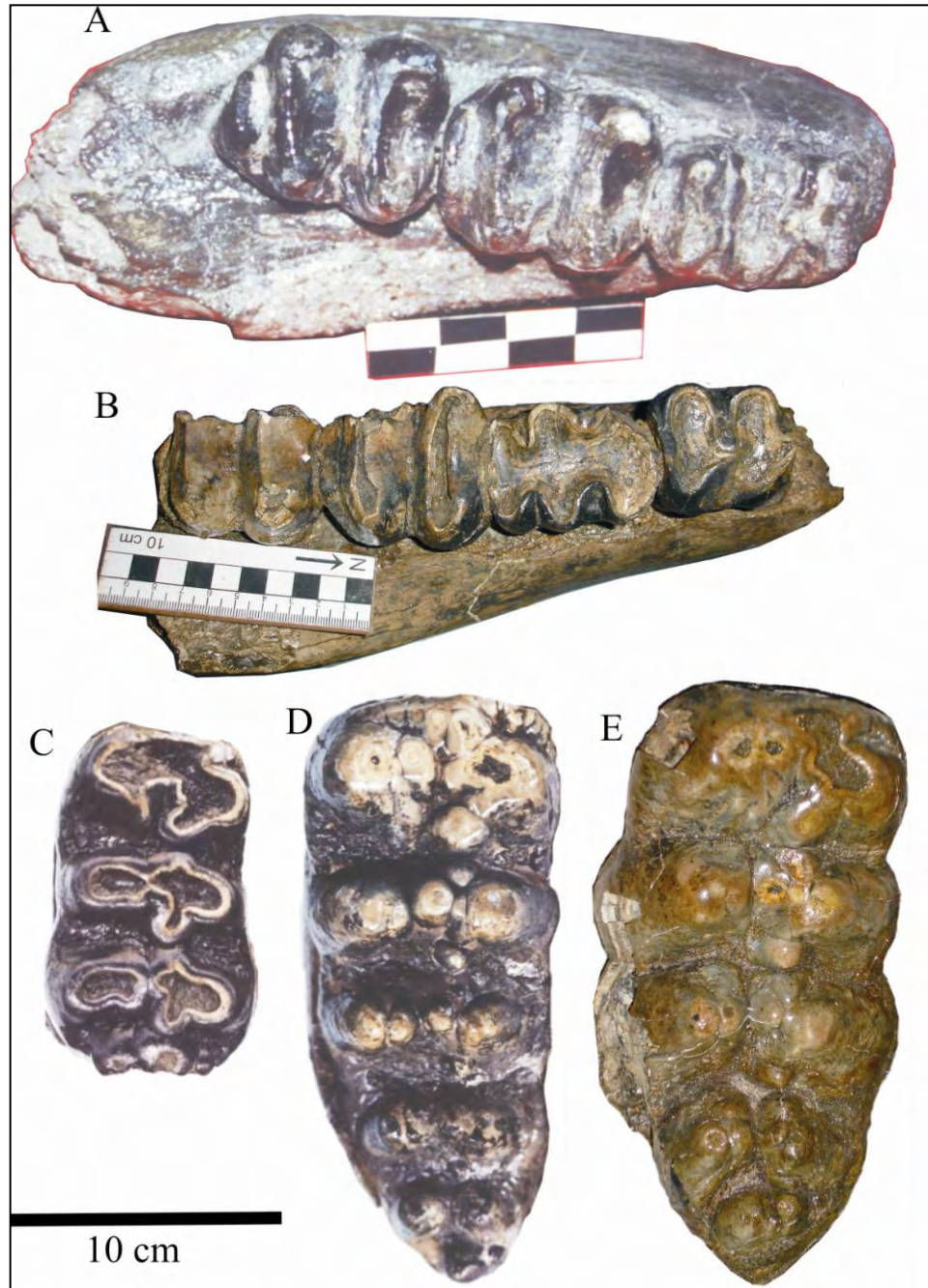


Figure 2. *Prodeinotherium* cf. *pentapotamiae*, A and B; *Gomphotherium* n.sp. (C, D, E).

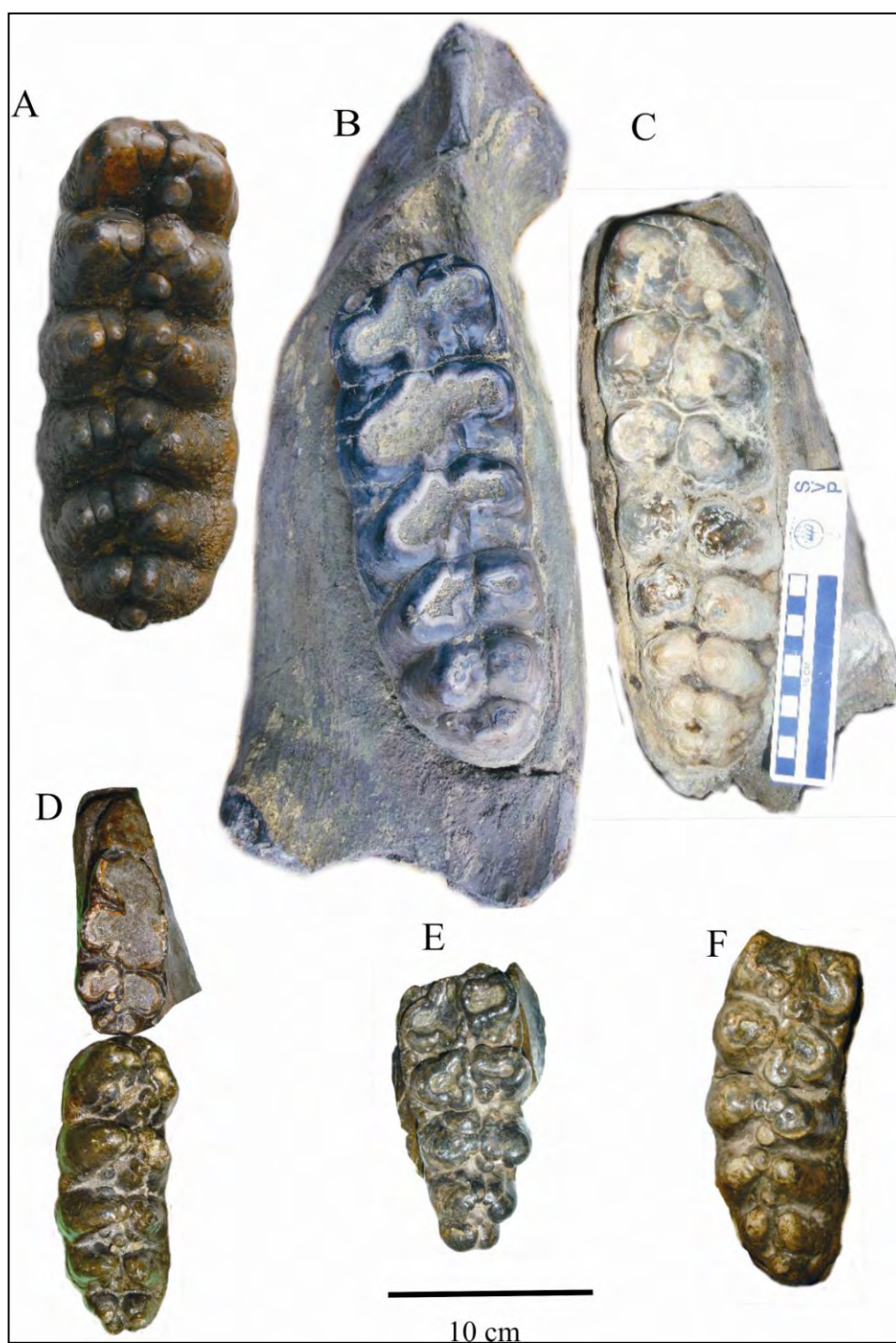


Figure 3. *Tetralophodon* sp. (A); *Sinomastodon* cf. *yanziensis* (B);
Sinomastodon n.sp. (C); cf. *Protanancus macinnesi* (D, E, F)

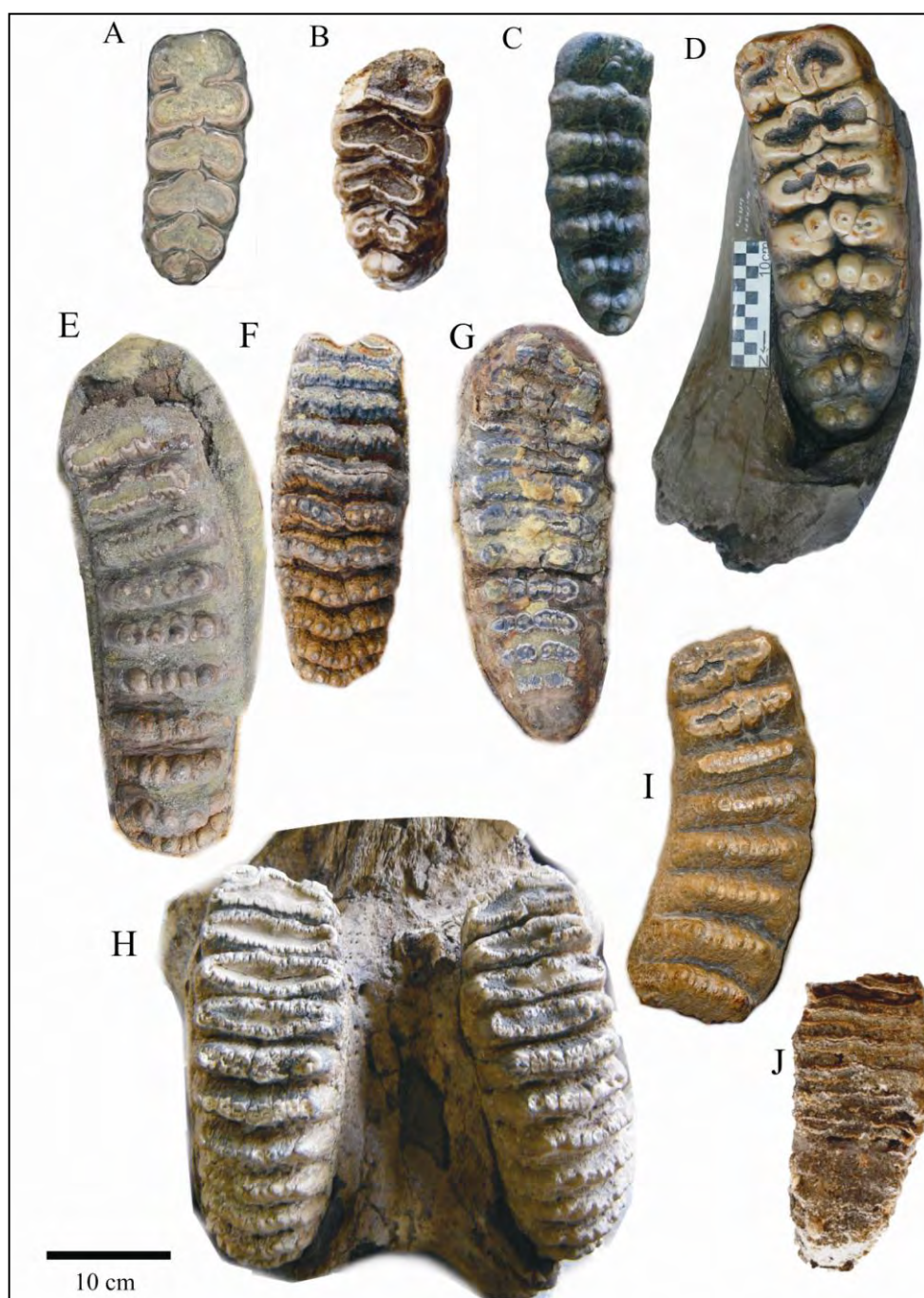


Figure 4. *Stegolophodon* cf. *stegodontoides* (A, B); *Stegolophodon* intermediate form (C); *Stegolophodon* n.sp. (D); *Stegodon elephantoides* (E); *Stegodon insignis* (F, G); *Stegodon* cf. *orientalis* (H, I); *Elephas* sp. (J).