



## รายงานการวิจัย

การศึกษาสภาพแวดล้อมของที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างสมัยโฮโลซีน โดย  
การวิเคราะห์นิเวศวิทยาออสตราคอดจากตะกอนเคลย์กรุงเทพ  
Paleoenvironmental reconstruction of the lower central plain  
during the Holocene by ecological analysis of benthic  
ostracods from the Bangkok clay

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว



## รายงานการวิจัย

การศึกษาสภาพแวดล้อมของที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างสมัยโฮโลซีน โดย  
การวิเคราะห์นิเวศวิทยาออสตราคอดจากตะกอนเคลย์กรุงเทพ  
Paleoenvironmental reconstruction of the lower central plain  
during the Holocene by ecological analysis of benthic  
ostracods from the Bangkok clay

ผู้วิจัย

อาจารย์ ดร.อานิสต์ จิตนารินทร์

สาขาวิชาเทคโนโลยีธรณี

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ.2560

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

สิงหาคม 2564

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 ซึ่งงานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์อุปการณ์การทดสอบและเครื่องมือ วิทยาศาสตร์ ของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ความช่วยเหลือ ในการเข้าถึงพื้นที่และเก็บตัวอย่าง จากคณะสำรวจจากกองคุ้มครองซากดึกดำบรรพ์ กรมทรัพยากรธรณี ความอนุเคราะห์ตัวอย่างตะกอนจาก ดร.วิษเฐนศ ทรงธรรม และความช่วยเหลือในการสำรวจภาคสนามโดย นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมธรณี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้วิจัย

สิงหาคม 2564



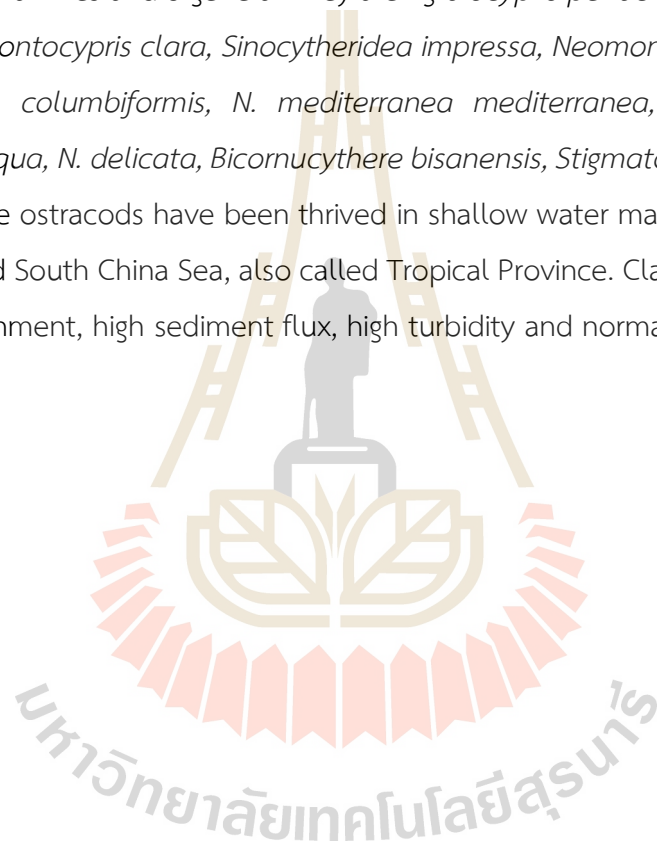
## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมของการทับถมตะกอนสมัยโฮโลซีน บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง โดยวิเคราะห์กลุ่มซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอด ตัวอย่างตะกอนจากหลุมเจาะในจังหวัดสุพรรณบุรี บ่อดินในจังหวัดปทุมธานี และบ่อดินในจังหวัดสมุทรสาคร รวม 27 ตัวอย่าง ถูกนำมาศึกษาและแยกซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอดออกมา มีเพียงตะกอนจากบ่อดินจังหวัดสมุทรสาครที่มีออสตราคอด จำแนกได้ 14 สปีชีส์ อยู่ใน 3 วงศ์ใหญ่ 5 วงศ์ และ 8 สกุล ได้แก่ *Aglaioocypris pellucida*, *Propontocypris bengalensis*, *Propontocypris clara*, *Sinocytheridea impressa*, *Neomonoceratina chena*, *N. bataviana*, *N. columbiformis*, *N. mediterranea mediterranea*, *N. mediterranea malayensis*, *N. iniqua*, *N. delicata*, *Bicornucythere bisanensis*, *Stigmatocythere bona* และ *Keijella gonia* ออสตราคอดที่พบเป็นกลุ่มที่อาศัยอยู่ในทะเลตื้น พบในเขตศูนย์สูตร ในเขตอินโดแปซิฟิกแถบทะเลจีนใต้ บ่งชี้สภาพแวดล้อมของการทับถมในเขตทะเลตื้น ที่มีปริมาณตะกอนมาก น้ำขุ่นและน้ำทะเลมีความเค็มปกติ



## Abstract

This research is aimed to understand depositional environment of Holocene sediments within the Lower Central Plain using ostracod assemblage analysis. 27 clay samples from coring and shallow pits from Suphanburi, Pathumthani and Samuthsakorn Provinces were studied, ostracods were disaggregated. Samples from the Samuthsakorn pit yielded ostracods which can be classified to 14 species belonged to three superfamilies, five families and 8 genera. They are *Aglaioocypris pellucida*, *Propontocypris bengalensis*, *Propontocypris clara*, *Sinocytheridea impressa*, *Neomonoceratina chena*, *N. bataviana*, *N. columbiformis*, *N. mediterranea mediterranea*, *N. mediterranea malayensis*, *N. iniqua*, *N. delicata*, *Bicornucythere bisanensis*, *Stigmatocythere bona* and *Keijella gonia*. The ostracods have been thrived in shallow water marine environments, in Indo-Pacific and South China Sea, also called Tropical Province. Clays were deposited in shallow environment, high sediment flux, high turbidity and normal salinity.

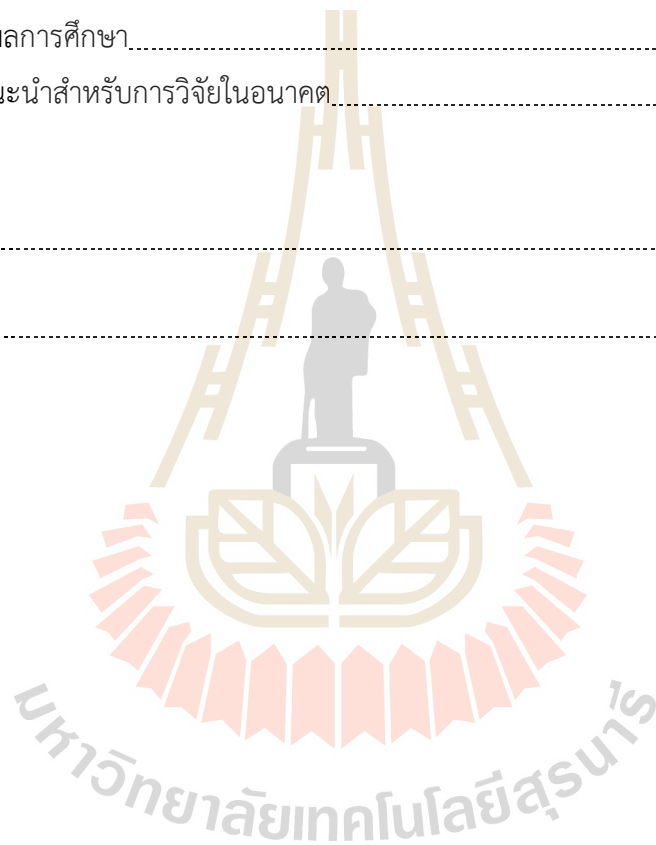


# สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ก
บทคัดย่อ.....	ข
Abstract.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	3
1.6 เนื้อหาในรายงานวิจัย.....	4
<b>บทที่ 2 วรรณกรรมวิจัย</b>	
2.1 ธรณีวิทยาบริเวณราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง.....	5
2.1.1 ธรณีวิทยาบริเวณราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง.....	5
2.1.2 การรุกและถอยถ่นของน้ำทะเลสมัยโฮโลซีน.....	9
2.1.3 การศึกษาซากดึกดำบรรพ์บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง.....	11
2.2 ออسترาคอดสมัยโฮโลซีนและปัจจุบัน.....	11
2.2.1 ชีววิทยาของออسترาคอด.....	11
2.2.2 ออسترาคอดสมัยโฮโลซีนและปัจจุบันบริเวณไหล่ทวีปซุนดาและบริเวณใกล้เคียง.....	14
<b>บทที่ 3 วิธีการศึกษา</b>	
3.1 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา.....	22
3.2 วิธีการศึกษาในห้องปฏิบัติการ.....	24

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 4 ผลการศึกษา</b>	
4.1 การจำแนกออสเตราคอด.....	26
4.2 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมการทับถมโดยใช้กลุ่มออสเตราคอด.....	29
<b>บทที่ 5 สรุปและอภิปราย</b>	
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	33
5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต.....	34
<b>เอกสารอ้างอิง.....</b>	<b>35</b>
<b>ประวัตินักวิจัย.....</b>	<b>39</b>



## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ออสตราคอดยุคปัจจุบันที่พบบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน.....	16
4.1	การปรากฏของออสตราคอดที่มีชีวิตอยู่ในปัจจุบันที่พบในการศึกษาครั้งนี้.....	30





## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 รอยเลื่อนหลัก รอยต่อและทิศทางการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก (Metcalfe, 2017).	6
2.2 ตำแหน่งและขอบเขตตะกอนยุคควอเทอร์นารีในประเทศไทย (Choowong, 2011).....	7
2.3 ธรณีสัณฐานและสภาพแวดล้อมการทับถมตะกอนยุคควอเทอร์นารีบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง (Choowong, 2011).....	9
2.4 แผนที่ภูมิศาสตร์บรรพกาลแสดงพัฒนาการของดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา (Tanabe et al., 2003).....	11
2.5 อวัยวะภายในและลักษณะการาเพศของออสตราคอด (ดัดแปลงจาก Moore, 1961; Armstrong and Brasier, 2004) .....	13
3.1 ตำแหน่งตัวอย่างตะกอนเคลย์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้: A หลุมเจาะในตำบลเจดีย์ อำเภอร่องทอง จังหวัดสุพรรณบุรี; B บ่อดินในตำบลบึงคอไห อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี; C บ่อดินในตำบลอ่าแพง อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร.....	23
3.2 ตัวอย่างจากจังหวัดสุพรรณบุรีและปทุมธานีที่ใช้ในการศึกษา (ตัวอย่าง A-D จากอำเภอร่องทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ตัวอย่าง E-H จากอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี.....	24
3.3 ลำดับชั้นตะกอนและระดับการเก็บตัวอย่างจากบ่อดินในจังหวัดสมุทรสาคร.....	25
4.1 ออสตราคอดสมัยโฮโลซีนจากบ่อดินจังหวัดสมุทรสาคร: A, <i>Aglaioocypris pellucida</i> , เปลือกขวาด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS01; B, <i>Propontocypris bengalensis</i> เปลือกขวาด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02B; C, <i>Propontocypris clara</i> เปลือกขวาด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS04B; D-I, <i>Sinocytheridea impressa</i> , D-F เพศชาย, D, เปลือกขวาด้านนอก; E, เปลือกซ้ายด้านนอก, F, เปลือกซ้ายด้านใน; G-I เพศหญิง, G เปลือกขวาด้านนอก, H, เปลือกซ้ายด้านนอก, I, เปลือกซ้ายด้านใน จากตัวอย่างหมายเลข 20SS01; J, <i>Neomonoceratina chenae</i> เปลือกขวาด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS04; K, <i>Neomonoceratina bataviana</i> เปลือกขวาด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02B; L, <i>Neomonoceratina columbiformis</i> เปลือกซ้ายด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS04A; M, <i>Neomonoceratina mediterranea mediterranea</i> เปลือกขวาด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02B;	

## สารบัญรูป

รูปที่

หน้า

	N, <i>Neomonoceratina mediterranea malayensis</i> เปลือกซ้ายด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02B; O, <i>Neomonoceratina iniqua</i> เปลือกขวาด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS04; P, <i>Neomonoceratina delicata</i> เปลือกซ้ายด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS04; Q-R, <i>Bicornucythere bisanensis</i> , Q, เพศชาย เปลือกซ้ายด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02; R, เพศหญิง เปลือกซ้ายด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS04; S, <i>Stigmatocythere bona</i> เปลือกซ้ายด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02B; T-V, <i>Keijella gonia</i> , T, เปลือกซ้ายด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02; U, เปลือกขวาด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02B; V, เปลือกซ้ายด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02.....	29
4.2	ตะกอนเคลย์และซากดึกดำบรรพ์ที่พบร่วมกับออสตราคอดสมัยโฮโลซีนจากบ่อดิน จังหวัดสมุทรสาคร: A แสดงลักษณะของก้อนตะกอนเคลย์หลังผ่านการเตรียมตัวอย่าง; B-C, การปรากฏของซากดึกดำบรรพ์ขนาดจุลภาค; D-G, ตัวอย่างฟอแรมมินิเฟอร์ ขนาดเล็ก; H-L, ตัวอย่างหอยมอลลัสขนาดเล็ก. สเกลบาร์ของ D-L เท่ากับ 0.1 มิลลิเมตร.....	32

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง (lower central plain) ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์จนถึงปากแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดสมุทรปราการ มีสภาพเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำเป็นผืนต่อเนื่อง ประกอบด้วยแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งไหลมาจากทิศเหนือ แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำสะแกกรัง ทางด้านทิศตะวันตก และแม่น้ำป่าสัก แม่น้ำลพบุรี แม่น้ำบางปะกง ซึ่งไหลมาจากทิศตะวันออก มีระดับความสูงของพื้นที่แตกต่างกัน เช่น ขอบตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยาในเขตจังหวัดนครสวรรค์ ชัยนาทและสิงห์บุรี มีความสูงประมาณ 20 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง จากนั้นพื้นที่จะลดระดับลงเรื่อย ๆ บริเวณพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีความสูงประมาณ 2.5 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างมีลักษณะภูมิสถาน อาทิ แม่น้ำโค้งวัด ทะเลสาบรูปแอก บางบริเวณ เช่น ที่จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม ในปัจจุบันยังพบลักษณะของสันดอนทราย ชายหาด ที่ลุ่มชื้นแฉะ ที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึงและดินดอนสามเหลี่ยม ซึ่งเป็นหลักฐานของการรุกเข้ามาของน้ำทะเลในอดีต

การรุกของน้ำทะเลเข้ามาในแผ่นดินบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย เป็นที่ยอมรับของนักวิชาการในหลายศาสตร์ ด้านธรณีวิทยา การรุกของน้ำทะเลเกิดขึ้นในสมัยโฮโลซีนตอนต้นราว 8-7 พันปีก่อน และเมื่อประมาณ 6,000 ปีก่อน มีระดับน้ำทะเลขึ้นสูงที่สุด ทำให้ชายฝั่งโบราณขยับเคลื่อนเข้ามาบนแผ่นดิน มีหลักฐานการพบซากดึกดำบรรพ์หอยสองฝาและละอองเรณู ที่ทำให้อนุमानขอบเขตของชายฝั่งโบราณได้ ด้านโบราณคดี การรุกและการถดถอยของน้ำทะเลสามารถสืบเสาะได้จากหลักฐานการตั้งถิ่นฐานของแหล่งวัฒนธรรมและชุมชนในอดีต ที่มีภูมิเมืองทำสำคัญบริเวณริมชายฝั่งทะเลด้านวิศวกรรม การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอดีต ทำให้กรุงเทพและปริมณฑลในปัจจุบันตั้งอยู่บนชั้นตะกอนดินเหนียวที่ยังไม่แข็งตัว ซึ่งเป็นตะกอนทะเลโบราณในช่วงที่น้ำทะเลรุกเข้าไปในแผ่นดิน ที่เรียกว่าตะกอนเคลย์กรุงเทพ (Bangkok Clay) ซึ่งมักก่อให้เกิดปัญหาด้านวิศวกรรมฐานราก

การศึกษาด้านบรรพชีวินได้ให้ข้อมูลสภาพแวดล้อมของตะกอนทะเล ที่ครั้งหนึ่งเคยทับถมบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง อาทิ การศึกษาการกระจายตัวของหอยสองฝาและละอองเรณู ในจังหวัดเพชรบุรี ทำให้สามารถสร้างแผนที่ความลึกของอ่าวไทยโบราณได้ (Negri, 2009) สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 3 (ปทุมธานี) (พ.ศ. 2557) และ Songtham et al. (2015) ศึกษาละอองเรณู สปอร์และไดอะตอม ซึ่งให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับสังคมพืชที่ขึ้นบริเวณชายฝั่ง และตะกอนเคลย์กรุงเทพทับถมบนเขตน้ำขึ้นน้ำลงสูงสุด ในสภาวะอากาศร้อนขึ้น อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาสภาพแวดล้อมของการสะสมตัวตะกอนเคลย์

กรุงเทพฯ โดยตรงจากซากดึกดำบรรพ์สัตว์ทะเลที่พบในชั้นตะกอน อาทิ ออสตราคอด (ostracods) การศึกษาออสตราคอดในชั้นตะกอนเคลย์กรุงเทพฯ จึงมีความสำคัญ เนื่องจากออสตราคอดเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นตะกอน ในสภาพแวดล้อมที่มีน้ำ ทั้งน้ำเค็ม น้ำกร่อยและน้ำจืด มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทางกายภาพ สามารถใช้บอกสภาพแวดล้อมและกำหนดขอบเขตชายฝั่งทะเลได้ดีกว่าซากดึกดำบรรพ์ชนิดอื่น

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

- 1) เพื่อศึกษาซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอดที่พบในชั้นตะกอนเคลย์กรุงเทพฯ
- 2) วิเคราะห์กลุ่มออสตราคอดและแปลความหมายสภาพแวดล้อมของการสะสมตัวของชั้นตะกอนเคลย์กรุงเทพฯ

## 1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 1) ศึกษาลักษณะตะกอนเคลย์กรุงเทพฯ ซึ่งเก็บตัวอย่างจากที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง ในจังหวัดสุพรรณบุรี ปทุมธานีและสมุทรสาคร
- 2) แยกซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอดจากตัวอย่างตะกอนและจำแนกชนิด
- 3) วิเคราะห์กลุ่มออสตราคอดและแปลความหมายสภาพแวดล้อมของการสะสมตัวของตะกอนเคลย์กรุงเทพฯ

## 1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** การค้นคว้าและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาค้นคว้าจากวารสารวิชาการ รายงานการสำรวจและสิ่งตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย โดยจัดแบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ประกอบด้วย

- 1) ธรณีวิทยาของกรุงเทพมหานครและจังหวัดโดยรอบ ที่อยู่ในบริเวณราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง การจัดแบ่งหมวดหิน การลำดับชั้นหิน และซากบรรพชีวินที่พบของพื้นที่ศึกษา
- 2) ออสตราคอดสมัยโฮโลซีนและสมัยปัจจุบัน การจำแนกและความสัมพันธ์ของซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอดกับสภาพแวดล้อมบรรพกาล

ทุกประเด็นจะนำมาศึกษาหาข้อสรุปเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิจัย และรวบรวมเป็นบรรณานุกรม

**ขั้นตอนที่ 2** การสำรวจและเก็บข้อมูลในภาคสนาม

การสำรวจพื้นที่ศึกษาและเก็บข้อมูลภาคสนามในจังหวัดสุพรรณบุรี ปทุมธานีและสมุทรสาคร บริเวณบ่อดินชุดที่ เพื่อเก็บข้อมูลตะกอน ลักษณะทางตะกอนวิทยา และการลำดับชั้นตะกอน

### ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างตะกอนที่เก็บมาจากการสำรวจขั้นต้นจะนำมาศึกษาในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

- 1) ศึกษาลักษณะเนื้อตะกอน
- 2) แยกซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอดออกจากหินตัวอย่างตะกอน ด้วยการล้างผ่านตะแกรงขนาดเล็ก และให้สารเคมีละลายหากจำเป็น
- 3) ศึกษาซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอดใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (stereomicroscope) และใช้เข็มหยิบซากดึกดำบรรพ์ออกมา เพื่อนำไปเตรียมถ่ายภาพโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM)

### ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ผล

ภาพถ่ายออสตราคอดจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด จะถูกนำมาจำแนกชนิด เพื่อวิเคราะห์กลุ่มซากดึกดำบรรพ์และความหลากหลายของออสตราคอด จากนั้น จึงสามารถวิเคราะห์ผลได้ 2 ส่วน คือ

- 1) สภาพนิเวศวิทยาของชั้นตะกอนที่ศึกษา วิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบความหลากหลายของออสตราคอด
- 2) สภาพแวดล้อมของการทับถมของตะกอนเคลย์กรุงเทพฯ โดยวิเคราะห์กลุ่มออสตราคอด

### ขั้นตอนที่ 5 การสรุปผลและเขียนรายงาน

แนวคิด ขั้นตอนโดยละเอียด การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการศึกษาทั้งหมด และข้อสรุปจะนำเสนอโดยละเอียดในรายงานฉบับสมบูรณ์ เพื่อที่จะส่งมอบเมื่อเสร็จโครงการ

### ขั้นตอนที่ 6 การถ่ายทอดองค์ความรู้

ได้แก่ การนำเสนอผลงานวิจัยในงานประชุมวิชาการระดับชาติหรือนานาชาติ หรือตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติเพื่อเผยแพร่ความรู้ในวงกว้าง

## 1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ข้อมูลซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอดให้เป็นเครื่องมือเพื่อแปลความหมายสภาพแวดล้อมของการสะสมตัวของตะกอนเคลย์กรุงเทพฯ ซึ่งยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อนในประเทศไทย และการศึกษาจะเพิ่มเติมการค้นพบและข้อมูลด้านซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอดมหายุคซีโนโซอิก ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผลการศึกษาจะเป็นข้อมูลวิชาการเชิงลึก และการเทียบสัมพันธ์แหล่งทรัพยากรธรรมชาติในภูมิภาคนี้ต่อไป

## 1.6 เนื้อหาในรายงานวิจัย

เนื้อหาในรายงานวิจัยฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึง ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ขอบเขตของโครงการวิจัย วิธีการดำเนินการวิจัย และประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

บทที่ 2 วรรณกรรมวิจัย กล่าวถึง งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในครั้งนี้

บทที่ 3 วิธีการศึกษา กล่าวถึง ตัวอย่างที่นำมาศึกษาและการศึกษาในห้องปฏิบัติการ

บทที่ 4 ผลการศึกษา กล่าวถึง การจำแนกออกสตราคอต การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของการที่บดมตะก่อนจากกลุ่มออกสตราคอต

บทที่ 5 สรุปและอภิปราย กล่าวถึง การสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต



## บทที่ 2

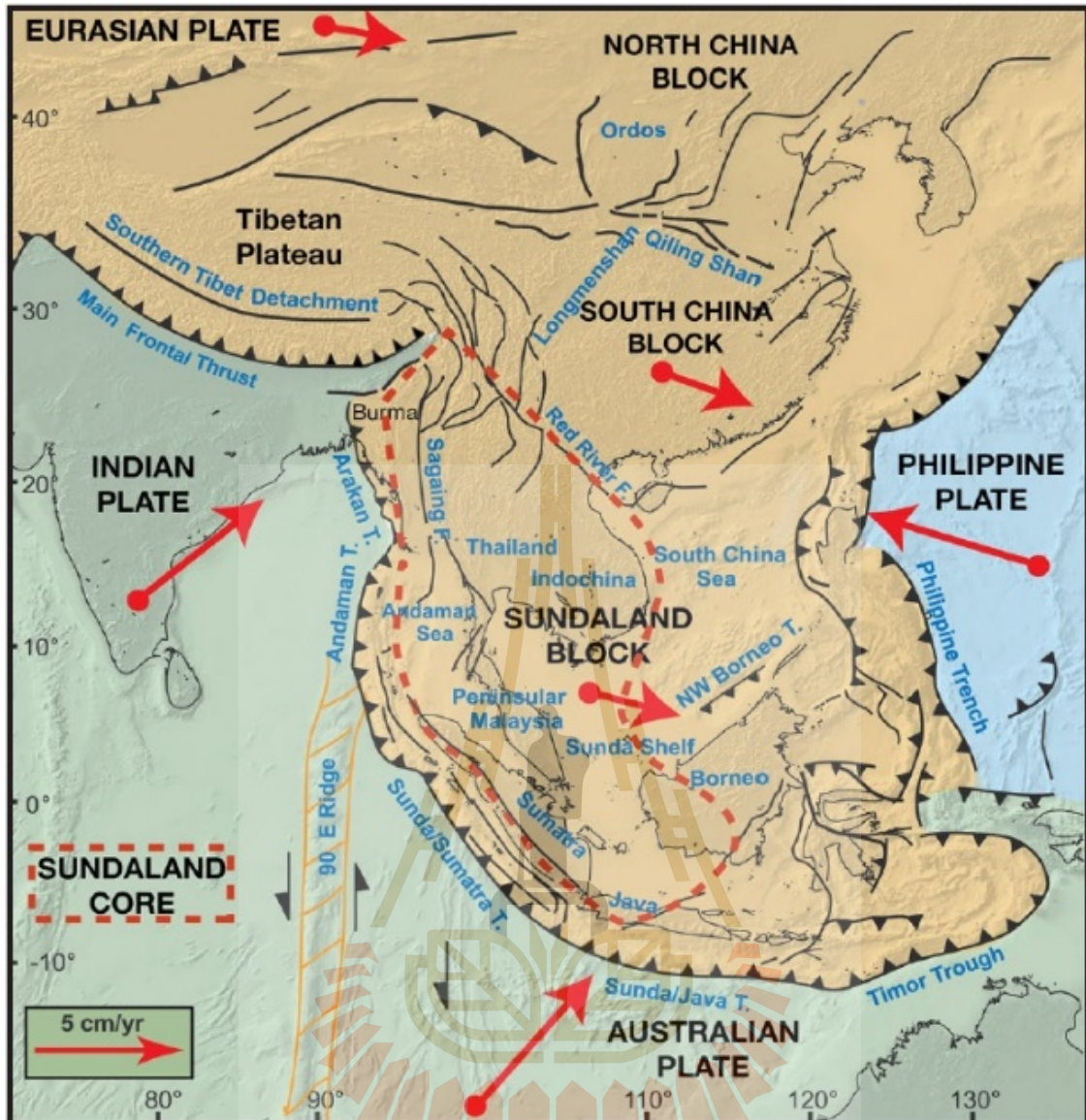
### วรรณกรรมวิจัย

งานวิจัยนี้อาศัยองค์ความรู้เกี่ยวกับ 1) ธรณีวิทยาบริเวณราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง 2) ออสตราคอดสมัยโฮโลซีนและปัจจุบัน โดยผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากบทความวิชาการ หนังสือตำรา และเอกสารเผยแพร่ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กล่าวข้างต้น และสรุปไว้ดังนี้

#### 2.1 ธรณีวิทยาบริเวณราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง

##### 2.2.1 ธรณีวิทยาบริเวณราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง

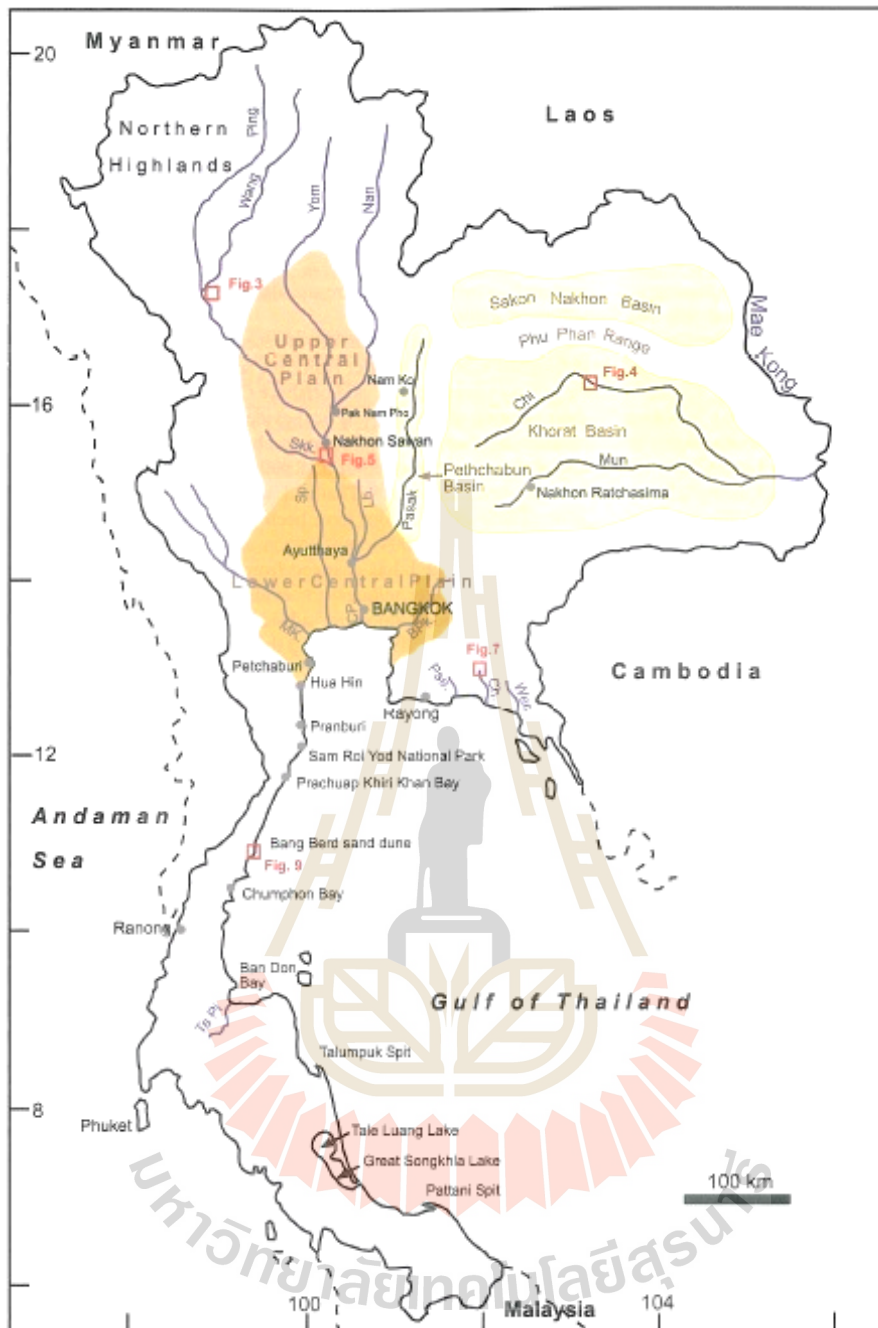
พื้นที่ของประเทศไทยและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทางธรณีวิทยาถือเป็นส่วนหนึ่งของแผ่นดินซุนดา (Sundaland หรือ Sundaland Block) ที่รวมแผ่นทวีปโบราณขนาดเล็กหลายแผ่นเข้าด้วยกัน ได้แก่ แผ่นทวีปไซบิวมาสุ ภูเขาไฟรูปีไคังสุโขทัย แผ่นทวีปอินโดไชนา แผ่นทวีปสุมาตราตะวันตก แผ่นทวีปเบอร์มาตะวันตก แผ่นทวีปบอร์เนียวตะวันตกเฉียงใต้และแผ่นทวีปเซมิเตา กระบวนการเชื่อมต่อของแผ่นทวีปสิ้นสุดในยุคครีเทเชียส (Metcalf, 2017) ซึ่งต่อมาในมหายุคซีโนโซอิก เกิดกระบวนการแปรสัณฐานของเปลือกโลกที่สัมพันธ์กับการชนกันของแผ่นทวีปยูเรเชียและแผ่นทวีปอินเดีย ส่งผลให้เกิดรอยคดโค้งของหินฐานของแผ่นดินซุนดา การยกตัวของแผ่นดิน เกิดรอยเลื่อนและแอ่งทรุดตัว (Ridd et al., 2011; Morley et al., 2011) ในปัจจุบันรอยต่อของแผ่นเปลือกโลกบริเวณนี้มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.1 กล่าวคือ แผ่นทวีปยูเรเชีย (สีส้มในรูปที่ 2.1) มีขอบเขตทางทิศตะวันตกและทิศใต้ เป็นแนวการมุดตัวของแผ่นเปลือกโลกอินเดีย (สีเขียวในรูปที่ 2.1) และขอบเขตทางทิศตะวันออก เป็นแนวการมุดตัวของแผ่นเปลือกโลกทะเลฟิลิปปินส์ (สีฟ้าในรูปที่ 2.1) โดยแผ่นทวีปยูเรเชียมีทิศทางการเคลื่อนที่หลักไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ และมีรอยเลื่อนแนวระดับขนาดใหญ่ ซึ่งมีทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ รอยเลื่อนแม่น้ำแดง (Red River Fault) ในประเทศจีน และแนวระดับขนาดใหญ่ ซึ่งมีทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางทิศใต้ ได้แก่ รอยเลื่อนสะกาย (Sagaing Fault) ในประเทศเมียนมาร์และพาดผ่านทะเลอันดามัน ซึ่งรอยเลื่อนทั้งสองถือเป็นขอบเขตของแกนแผ่นดินซุนดาทางทิศเหนือและทิศตะวันตกตามลำดับ ส่วนขอบเขตทางด้านทิศตะวันออกและทิศใต้อยู่ประมาณเส้นประสีแดงในรูปที่ 2.1 ครอบคลุมบางส่วนของทะเลจีนใต้ ฝั่งตะวันตกของเกาะบอร์เนียว และเกาะสุมาตรา ทั้งนี้ กระบวนการแปรสัณฐานช่วงมหายุคซีโนโซอิก ทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศที่ปรากฏในประเทศไทยในปัจจุบัน ซึ่งประกอบด้วย เทือกเขาและที่สูงในภาคเหนือ เทือกเขาและที่สูงในภาคตะวันตก พื้นที่ราบภาคกลาง พื้นที่ภูเขาสูงตอนกลาง ที่ราบสูงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ชายฝั่งตะวันออกเฉียงใต้และคาบสมุทรภาคใต้



รูปที่ 2.1 รอยเลื่อนหลัก รอยต่อและทิศทางการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก (Metcalf, 2017)  
คำอธิบายอยู่ในเนื้อหา

ที่ราบภาคกลาง (Central Plain) หรือที่รู้จักว่าที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา (Chao Phraya Flood Plain) เป็นพื้นที่ราบต่ำ มีขอบเขตด้านทิศตะวันตกเป็นเทือกเขาตะนาวศรี ขอบเขตทางทิศตะวันออกเป็นเทือกเขาเพชรบูรณ์ และขอบเขตทางทิศเหนือเป็นภูเขาและพื้นที่สูงบริเวณจังหวัดกำแพงเพชร กว้างประมาณ 100 กิโลเมตรและยาวประมาณ 500 กิโลเมตร แบ่งย่อยออกเป็นที่ราบลุ่มภาคกลางตอนบน (Upper Central Plain) และที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง (Lower Central Plain) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการทับถมตะกอนยุคควอเทอร์นาริขนาดใหญ่ที่สุดของประเทศ เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งตะกอนยุคควอเทอร์นารี ซึ่งกระจายตัวอยู่ในพื้นที่ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณริมแม่น้ำสายหลักและชายฝั่งทะเลดังแสดงในรูปที่ 2.2 (Choowong, 2011)





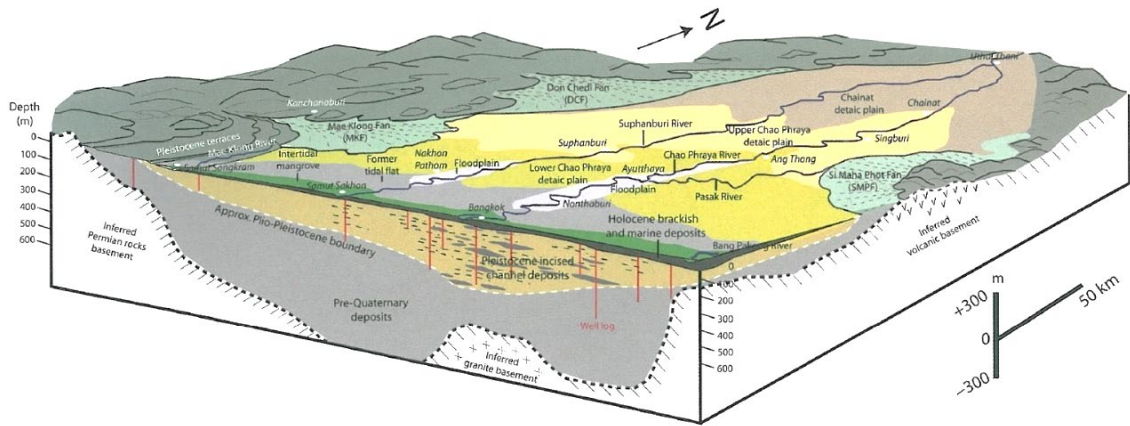
รูปที่ 2.2 ตำแหน่งและขอบเขตตะกอนยุคควอเทอร์นารีในประเทศไทย (Choowong, 2011)  
คำอธิบายอยู่ในเนื้อหา

ที่ราบลุ่มภาคกลางตอนบน ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของจังหวัดอุตรดิตถ์ สุโขทัย พิษณุโลก พิจิตร กำแพงเพชร ขนบแม่น้ำปิง วัง ยม น่าน ที่ไหลมารวมกันเป็นแม่น้ำเจ้าพระยา มีความสูงเฉลี่ย 40-60 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ประกอบด้วย ตะกอนที่เกิดจากการกร่อน ผุพังและพัดพามาที่บวม บริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง (floodplain) ตะพักกลุ่มน้ำ (terrace) และที่ลุ่มน้ำขัง (swamp) ส่วนที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง ครอบคลุมพื้นที่ตอนล่างของจังหวัดชัยนาทถึงจังหวัดสมุทรปราการ แต่ละบริเวณมี

ความสูงต่างกัน เช่น ขอบตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณนครสวรรค์ ชัยนาทและสิงห์บุรี มีความสูงประมาณ 20 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และค่อย ๆ ลดลงเหลือ 4 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลางที่จังหวัดอยุธยา ทั้งนี้ พื้นที่บริเวณจังหวัดอยุธยาและบริเวณโดยรอบ มีหลักฐานของการรุกเข้ามาของน้ำทะเลในยุคควอเตอร์นารี อาทิ การพบตะกอนทะเลโบราณ ที่ลุ่มชื้นแฉะ (marsh) ที่ราบน้ำขึ้นถึง (tidal flat) ดินดอนสามเหลี่ยม (delta) หาดทราย (beach) สันทราย (sand bar) แต่ต่อมาน้ำทะเลได้ถอยไปทางทิศใต้ และในปัจจุบันตั้งแต่จังหวัดอยุธยาลงไปทางทิศใต้ มีความสูงเฉลี่ยของพื้นที่ประมาณ 2 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง บริเวณริมแม่น้ำเจ้าพระยาพบร่องรอยการโค้งตัวของแม่น้ำ และทะเลสาบรูปแอกวัว มีการทับถมตะกอนบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง ที่ลุ่มน้ำขัง พบการทับถมตะกอนบริเวณราบน้ำขึ้นถึง ดินดอนสามเหลี่ยม หาดทราย (beach) ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาครและสมุทรสงคราม (กรมทรัพยากรธรณี, 2550; Choowong, 2011)

Choowong (2011) สรุปได้ว่าตะกอนที่ทับถมบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง เป็นตะกอนยุคควอเตอร์นารี บริเวณขอบด้านตะวันตกและตะวันออกของที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างซึ่งเป็นภูเขาสูง เป็นต้นกำเนิดของตะกอนบนฝั่ง ที่พัดพาเข้าสู่แอ่งตะกอนโดยแม่น้ำหลายสาย อาทิ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำสุพรรณบุรี แม่น้ำลพบุรี แม่น้ำป่าสัก แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำบางปะกง ทั้งนี้ ช่วงปลายสมัยไพลโอซีน (Pliocene) ถึงสมัยไพลสโตซีน (Pleistocene) เกิดรอยเลื่อนที่ทำให้หินฐานบริเวณนี้ถูกรอยเลื่อนดึงลงทำให้ทรุดต่ำเป็นแอ่ง ตะกอนที่ทับถมจึงมีความหนาแน่นมากกว่า 400 เมตร ตะกอนที่พบแสดงลักษณะการเปลี่ยนแปลงระหว่างสภาพแวดล้อมบนบก (terrestrial environment) และบริเวณรอยต่อระหว่างบกกับทะเล (transitional environment) โดยตะกอนที่ทับถมบนบก ประกอบด้วย ตะกอนเชิงเขารูปพัดและพื้นที่เกือบราบ (piedmont fans and peneplain) ตะกอนตะพักลำน้ำ (terrace) ตะกอนทางน้ำรูปพัดและที่ราบน้ำท่วมถึง (alluvial fan and floodplain) ส่วนตะกอนบริเวณรอยต่อระหว่างบกกับทะเล ประกอบด้วย ตะกอนดินดอนสามเหลี่ยมและป่าชายเลนโบราณ (former deltaic plain and brackish deposits) ดินดอนสามเหลี่ยมและที่ราบน้ำขึ้นถึง ปากแม่น้ำเจ้าพระยาถึงปัจจุบัน (active delta and tidal flat deposits) ป่าชายเลนน้ำขึ้นน้ำลง (Intertidal mangroves) ตะกอนทะเลและน้ำกร่อยสมัยโฮโลซีน (Holocene marine and brackish-water deposits) ตะกอนทะเลสมัยไพลสโตซีน (Pleistocene relict marine landforms and deposits) แสดงในรูปที่ 2.3

ตะกอนทะเลและน้ำกร่อยสมัยโฮโลซีน มีการทับถมระหว่างการรุกและการถอยล่นของน้ำทะเลสมัยโฮโลซีน (Holocene transgression and regression) ซึ่งเมื่อระดับน้ำทะเลสูง ตะกอนที่พัดพามากับแม่น้ำเจ้าพระยาจะตกทับถมกลายเป็นตะกอนปากแม่น้ำ ตะกอนที่พบมีลักษณะเป็นเคลย์ปนทราย แป้งสีเทาแกมเขียว นิ่ม มีชั้นทรายบาง ๆ สลับ เรียกว่า ตะกอนเคลย์กรุงเทพ หรือ บางกอกเคลย์ (Bangkok Clay) มีความหนาตั้งแต่ 2-15 เมตร ขึ้นกับตำแหน่งที่พบในเขตที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง



รูปที่ 2.3 ธรณีสัณฐานและสภาพแวดล้อมการทับถมตะกอนยุคควอเทอร์นารีบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง (Choowong, 2011)

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (พ.ศ. 2546) ศึกษาลักษณะทางวิศวกรรมของชั้นตะกอนเคลย์กรุงเทพ ซึ่งประกอบด้วยตะกอนปากแม่น้ำที่ทับถมระหว่างสมัยโฮโลซีน ได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีนเป็นส่วนใหญ่ พบตะกอนดังกล่าวในบางพื้นที่ของจังหวัดราชบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม กรุงเทพฯ สมุทรปราการ ชลบุรี นครปฐม นนทบุรี ปทุมธานี ฉะเชิงเทรา สุพรรณบุรี พระนครศรีอยุธยา นครนายกและปราจีนบุรี (ประมาณ 14,000 ตารางกิโลเมตร) โดยอ่าวไทยในอดีตมีความกว้างประมาณ 140 กิโลเมตร และกระจายตัวลึกขึ้นไปทางเหนือบริเวณจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ประมาณ 100 กิโลเมตร โดยอธิบายว่า ตะกอนเคลย์กรุงเทพสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชั้น แต่ละชั้นทับถมในสภาพแวดล้อมและอายุต่างกัน เรียงลำดับจากล่างขึ้นบน ได้แก่

- ตะกอนเคลย์ทะเล (marine clay) เป็นตะกอนปากแม่น้ำที่มีการทับถมบริเวณนอกชายฝั่ง ประกอบด้วย ตะกอนเคลย์ปนทรายแป้ง เนื่องจาก มีชั้นทรายละเอียดบาง ๆ แทรกอยู่ พบซากพืชและซากเปลือกหอย ตะกอนเคลย์ทะเลทับถมในช่วงที่มีระดับน้ำทะเลสูงและรุกเข้าไปในแผ่นดิน
- ตะกอนเคลย์เขตน้้าขึ้นน้ำลง (intertidal deposited clay) เป็นตะกอนปากแม่น้ำที่ทับถมบริเวณชายฝั่ง ในเขตน้้าขึ้นน้ำลง และมีน้ำกร่อยทำให้มีเกลือแร่ในตะกอนมาก มักมีสีดากว่าตะกอนเคลย์ทะเล
- ตะกอนเคลย์ผุและตะกอนน้ำท่วมยุคปัจจุบัน (weathered clay and Recent flood sediments) เป็นตะกอนบนสุดและส่วนของหน้าดิน สัมผัสกับอากาศและความร้อนมากที่สุด มีปริมาณน้ำในตะกอนน้อยและมีความหนาแน่นสูงกว่าตะกอนด้านล่าง

### 2.1.2 การรุกและถอยถ่นของน้ำทะเลสมัยโฮโลซีน

ไหล่ทวีปซุนดา (Sunda shelf) เป็นชื่อเรียกแผ่นดินซุนดาบางส่วนที่จมตัวอยู่ใต้ทะเล โดยไหล่ทวีปนี้ครอบคลุมพื้นที่หมู่เกาะซุนดา ตั้งแต่ บอร์เนียว ซาและสุมาตรา รวมถึงไหล่ทวีปน้ำตื้นของทะเล

จีนใต้ ชายฝั่งทะเลกัมพูชา คาบสมุทรมไทย-มาเลย์ สิงคโปร์ รวมถึงชายฝั่งทะเลอินโดนีเซีย ไทยและเวียดนาม (ดูรูปที่ 2.1) ไหลทวีปมีลักษณะเป็นชั้นตะกอนหนาและมีความลาดเอียงเล็กน้อย โดยโผล่ให้เห็นในช่วงยุคน้ำแข็งครั้งสุดท้าย เมื่อระดับน้ำทะเลลดลงไปต่ำกว่าระดับน้ำทะเลในปัจจุบันประมาณ 116 เมตร (Geyh et al., 1979; Hesp et al., 1995; Hanebuth et al., 2000; Hanebuth and Stattegger, 2004) แต่เมื่อสิ้นสุดยุคน้ำแข็งสุดท้าย ราว 17,000 ปีที่แล้ว ระดับทะเลได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนเมื่อประมาณ 6,000 ปีที่แล้ว ระดับน้ำทะเลได้เพิ่มขึ้นถึงระดับ 5 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลในปัจจุบัน เรียกว่า ระดับทะเลสูงสุดกลางสมัยโฮโลซีน (Mid-Holocene Highstand) และหลังจากนั้น น้ำทะเลลดลงอย่างต่อเนื่อง จนมาถึงระดับปัจจุบันเมื่อประมาณ 1,000 ปีที่แล้ว ทั้งนี้ Sathiamurthy and Voris (2006) ได้สร้างแผนที่การรุกของน้ำทะเลและตำแหน่งทะเลสาบจมนบนไหลทวีปซุนดา

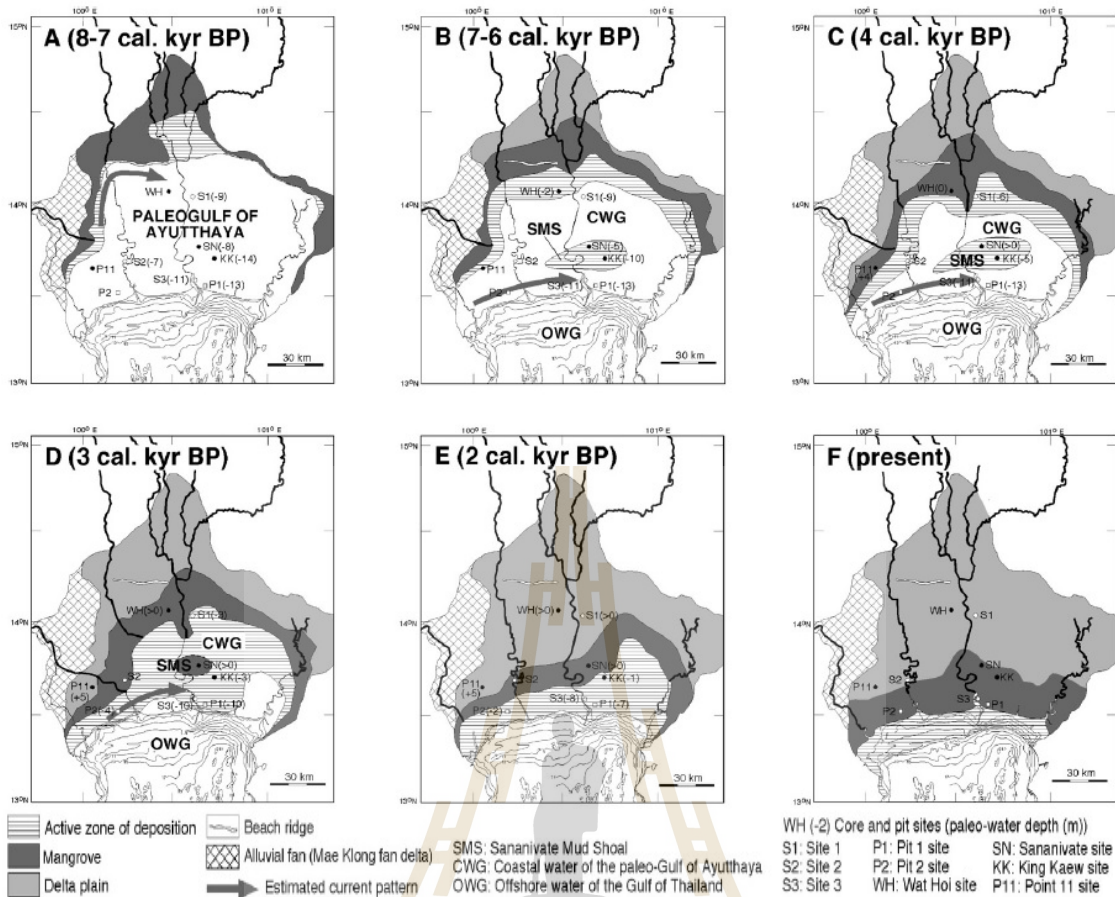
ในประเทศไทย ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการรุกของน้ำทะเลสมัยโฮโลซีนเช่นกัน (อาทิ Rau and Nutalaya, 1983; Sinsakul, 2000; Woodroffe, 2000) ผลจากการศึกษาสรุปได้ว่า เมื่อน้ำทะเลรุกขึ้นไปทางทิศเหนือ ทำให้ที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยากลายเป็นอ่าว เรียกว่าอ่าวอยุธยา โดยระดับน้ำสูงสุดเกิดขึ้นเมื่อประมาณ 8-7 พันปีก่อน หลังจากนั้นระดับทะเลถอยล่นลงทางทิศใต้ เกิดเป็นพื้นที่ราบดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำอย่างที่พบเห็นในปัจจุบัน ทั้งนี้ Tanabe et al. (2003) ศึกษาวิวัฒนาการของดินดอนสามเหลี่ยมเจ้าพระยา และสรุปไว้ว่า การสะสมตัวและทับถมตะกอน แบ่งออกได้เป็น 4 ระยะ ดังนี้ (รูปที่ 2.4)

ระยะที่ 1 ประมาณ 8-7 พันปีก่อน ระดับน้ำทะเลสูงสุด โดยมีแนวชายฝั่งอยู่ที่ประมาณ 20 กิโลเมตร ตอนเหนือของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ระดับทะเลสูงกว่าปัจจุบันประมาณ 2-4 เมตร พบสันทราย (sand split) แนวหนึ่งยาวประมาณ 30 กิโลเมตร ทางตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา (รูปที่ 2.4 A)

ระยะที่ 2 ระหว่าง 7-3 พันปีก่อน มีหาดเลนกว้างขวางจากตะกอนดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแม่กลองและแม่น้ำเจ้าพระยา ที่พัฒนายื่นออกไปจากส่วนหัวของอ่าวอยุธยาลงไปทางตอนใต้ หาดเลนนี้ยื่นยาวไปทางตะวันออก ทำให้อ่าวอยุธยาแยกตัวออกจากอ่าวไทยเห็นได้อย่างชัดเจน (รูปที่ 2.4 B, C, D)

ระยะที่ 3 ระหว่าง 3,000-2,000 ปีก่อน มีการตกทับถมตะกอนอย่างรวดเร็วในอ่าวอยุธยา โดยเป็นตะกอนทะเลตื้นและตะกอนดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ และบริเวณชายฝั่งมีป่าชายเลนปกคลุมกว้างขวาง (รูปที่ 2.4 D, E)

ระยะที่ 4 ระหว่าง 2,000 ปีก่อนถึงปัจจุบัน ตะกอนดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำตามแนวชายฝั่งอ่าวไทยทับถมอย่างรวดเร็ว หลังจากให้อ่าวอยุธยาถูกตะกอนทับถมจนเต็มแล้ว ตะกอนจากแม่น้ำสายต่าง ๆ ถูกพัดพาไปสะสมตัวตามแนวชายฝั่งทะเลอ่าวไทยอย่างรวดเร็ว เกิดที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำปัจจุบัน (รูปที่ 2.4 E, F)



รูปที่ 2.4 แผนที่ภูมิศาสตร์บรรพกาลแสดงพัฒนาการของดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา (Tanabe et al., 2003)

### 2.1.3 การศึกษาซากดึกดำบรรพ์บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง

จนถึงปัจจุบันพบว่าการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ที่พบในตะกอนทะเลบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างยังไม่แพร่หลาย อาทิ การศึกษาละอองเรณู สปอร์และไดอะตอม ดำเนินงานโดย สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 3 (ปทุมธานี) (พ.ศ. 2557) วิมเนตร ทรวงธรรมและคณะ (2560) Hutangkura (2012) Songtham et al. (2015) การศึกษาการกระจายตัวของหอยสองฝาในจังหวัดเพชรบุรี เป็นข้อมูลในการสร้างแผนที่ความลึกของอ่าวไทยโบราณ (Negri, 2009) การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ปูในพื้นที่จังหวัดนครนายก (Songtham et al., 2000) เป็นต้น ผลจากการศึกษาดังกล่าวทำให้มีข้อมูลซากดึกดำบรรพ์เพิ่มเติมและสามารถวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของการทับถมได้เฉพาะตำแหน่ง และระดับความลึกที่ทำการศึกษาเท่านั้น

## 2.2 ออสตราคอดสมัยโฮโลซีนและปัจจุบัน

### 2.2.1 ชีววิทยาของออสตราคอด

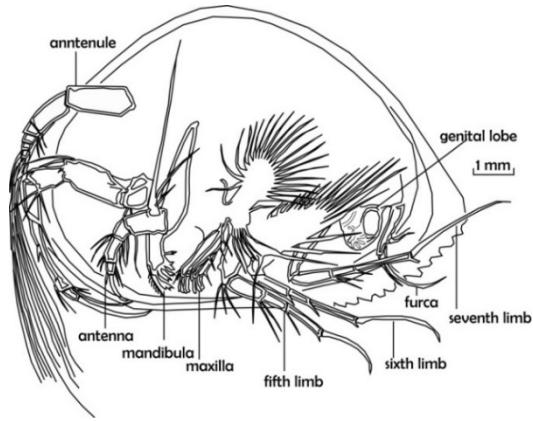
ออสตราคอด (ostracod) เป็นสิ่งมีชีวิตในไฟลัมอาร์โทรพอดา (Arthropoda) คลาสครัสเตซี (Crustacea) มีส่วนหัวและส่วนลำตัวเชื่อมติดกัน ห่อหุ้มด้วยเปลือกลักษณะสองฝาคล้ายฝายหอย เรียกว่าคาราแพซ (carapace) ซึ่งเป็นสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต ไคตินหรือผลึกเกลือแคลเซียม มีขนาดความยาวของคาราแพซ 0.15-2.0 มิลลิเมตร คาราแพซเชื่อมต่อกันด้วยบานพับที่บริเวณด้านหลังของลำตัว มีรยางค์ 5-7 คู่ รยางค์เป็นข้อปล้องเชื่อมต่อกัน เป็นสัตว์ที่มีระบบทางเดินอาหารสมบูรณ์หายใจผ่านผิวหนัง บางชนิดมีเหงือก มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ รูปที่ 2.5 (1) แสดงสัณฐานของออสตราคอดยุคปัจจุบัน ชนิด *Bairdia frequens* เมื่อเอาเปลือกซ้ายออก ความยาวของเปลือก 0.9 มิลลิเมตร และรยางค์ภายในเปลือกหุ้ม รูปที่ 2.5 (2) แสดงอวัยวะภายใน ระบบประสาทและทางเดินอาหารของออสตราคอด เมื่อเอาเปลือกซ้ายออก รูปที่ 2.5 (3) แสดงภาคตัดขวางของเปลือกออสตราคอดบริเวณขอบของฝาซึ่งแสดงร่องสำหรับเกี่ยวยึดสองฝาขณะปิดฝา (Podocopida) และ รูปที่ 2.5 (4) แสดงภาพจำลองการตัดขวางตัวออสตราคอดขณะคาราแพซปิด ฝาซ้ายและขวายึดติดกันทางด้านบนด้วยเอ็น (ligament) บริเวณบานพับ (hinge) ส่วนกลางของลำตัวยึดติดกันด้วย adductor muscles และส่วนล่างมีการล็อกเปลือกทั้งสองไว้บนร่อง (Moore, 1961; Armstrong and Brasier, 2004)

ออสตราคอดส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำและพื้นที่ชื้นแฉะ ออสตราคอดยุคปัจจุบันถูกแบ่งเป็น 4 กลุ่ม (3 biofacies) ตามระดับความเค็มของน้ำ (salinity หน่วยเป็น part per thousand, ppt) ของแหล่งที่อยู่อาศัย ได้แก่

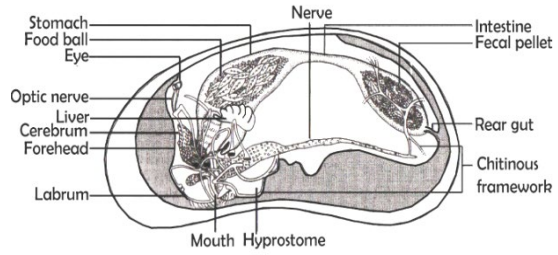
- 1) กลุ่มน้ำจืด (freshwater ostracods) อาศัยในน้ำที่มีค่าความเค็ม (salinity) ต่ำกว่า 0-3 ppt มีแหล่งอาศัยตามแหล่งน้ำหรือทะเลสาบน้ำจืด
- 2) กลุ่มน้ำกร่อย (brackish ostracods) สามารถอาศัยในน้ำที่มีค่าความเค็มแปรผันเนื่องจากได้รับอิทธิพลของน้ำจืดในบางกรณี อาจแบ่งออกเป็น ช่วงความเค็ม 3-9 ppt ได้แก่แหล่งอาศัยบริเวณใกล้ปากแม่น้ำหรืออ่าวตอนบน (upper bay) ที่มีน้ำจืดเข้ามาต่อเนื่อง ช่วงความเค็ม 9-16.5 ppt ได้แก่แหล่งอาศัยบริเวณปากแม่น้ำหรืออ่าวตอนล่าง (lower bay) หรือพื้นที่ด้านหลังสันดอนทราย ที่กั้นไม่ให้มีการไหลเวียนของน้ำทะเลเข้าถึง และช่วงความเค็ม 16.5-33 ppt ได้แก่แหล่งอาศัยบริเวณปากแม่น้ำติดกับทะเล ที่มีการไหลเวียนของน้ำทะเลเข้าถึง ทำให้มีค่าความเค็มใกล้เคียงกับน้ำทะเล
- 3) กลุ่มน้ำทะเล (marine ostracods) อาศัยในน้ำทะเลปกติ ซึ่งมีค่าความเค็มประมาณ 35 ppt นอกจากนี้

ออสตราคอดที่อาศัยในน้ำทะเลมีความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุด สามารถอยู่ได้ตั้งแต่ในเขตน้ำตื้นถึงน้ำลึก การกระจายตัวขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมทั้งทางกายภาพและชีวภาพ ได้แก่

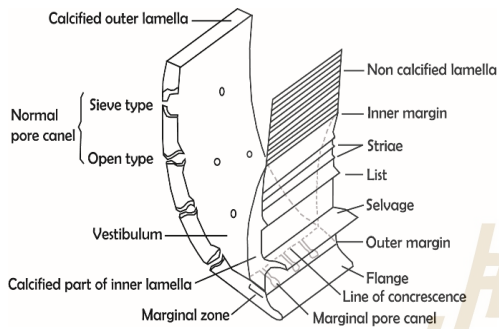
- ความลึก เป็นปัจจัยควบคุมแสง อาหารและอุณหภูมิ ทั้งนี้ ออสตราคอดสามารถปรับตัวอยู่ได้ในทุกระดับความลึก



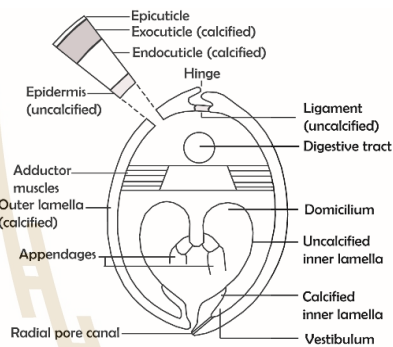
1. Bairdia frequen เพศเมีย



2. ระบบประสาทและทางเดินอาหาร



3. สันฐานของเปลือก



4. ภาคตัดขวางคาราเพซขณะปิด

รูปที่ 2.5 อวัยวะภายในและลักษณะคาราเพซของออสตราคอด (ดัดแปลงจาก Moore, 1961; Armstrong and Brasier, 2004)

- ชนิดของพื้นตะกอน โดยออสตราคอดเปลือกเรียบมักพบในตะกอนเนื้อละเอียด เปลือกหยาบหรือมีการประดับตกแต่งมากมักพบในตะกอนเนื้อหยาบหรือเนื้อปูน
- ซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอดอาจพบในหินตะกอนเนื้อเม็ดที่แทรกสลับกับหินปูน หรือมีเนื้อปูนปน
- ออสตราคอดสามารถปรับตัวกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพความเป็นกรดต่าง (pH) และปริมาณออกซิเจน
- ความสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิตผู้ผลิตเนื่องจากเป็นแหล่งอาหารโดยตรงของออสตราคอด และสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น
- ปริมาณโพแทสเซียมและไนโตรเจน เช่น ในเขตที่มีกระแสน้ำพัดเอาสารอาหารจากพื้นที่ท้องทะเลขึ้นมาจะมีประชากรออสตราคอดและสิ่งมีชีวิตอื่นหนาแน่น
- ออสตราคอดมักพบร่วมกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง อาทิ แบรคิโอพอด ไบรโอซัว หอยมอลลัส ฟอรัมมินิเฟอรัส

และเนื่องจากออสตราคอดมีขนาดเล็ก ส่วนใหญ่ไม่สามารถว่ายน้ำและไม่มีไข่หรือตัวอ่อนที่ลอยไปตามน้ำได้ ออสตราคอดจึงเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีความเฉพาะถิ่นมากกว่ากลุ่มอื่น เมื่อตายลงจึงมักถูกเก็บรักษาอยู่กับที่และกลายเป็นซากดึกดำบรรพ์ได้ง่าย

จากหลักฐานในปัจจุบันพบว่าออสตราคอดอาศัยอยู่บนโลกตั้งแต่ยุคออร์โดวิเซียนตอนต้นจนถึงปัจจุบัน แม้ว่าออสตราคอดมีวิวัฒนาการน้อย เช่นเดียวกันกับสิ่งมีชีวิตไม่มีกระดูกสันหลังชนิดอื่น แต่ลักษณะของคราเพซที่พบในแต่ละมหายุคมีความแตกต่างกัน ตามวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมบนผิวโลก ทำให้สามารถจำแนกกลุ่มและชนิดของซากดึกดำบรรพออสตราคอดได้ การจำแนกซากดึกดำบรรพออสตราคอดอาศัยลักษณะของคราเพซ (Moore, 1961) ซึ่งต่างจากการจำแนกออสตราคอดยุคปัจจุบัน ซึ่งอาศัยลักษณะอวัยวะภายใน การจำแนกออสตราคอดที่มีชีวิตอยู่และออสตราคอดยุคควอเทอร์นารี อ้างอิงการศึกษาของ Horne และคณะ (Horne et al., 2002) ประกอบด้วย 5 อันดับ (orders) 10 อันดับย่อย (suborders) 16 วงศ์ใหญ่ (superfamilies) ในระดับวงศ์ใหญ่สามารถใช้รูปแบบของรอยกล้ามเนื้อยึดฝาด้านใน (muscle scar pattern) เป็นเกณฑ์ในการจำแนก

## 2.2.2 ออสตราคอดสมัยโฮโลซีนและปัจจุบันบริเวณไหล่ทวีปซุนดาและบริเวณใกล้เคียง

ออสตราคอดมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพ อาทิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง เนื้อของพื้นตะกอน เนื่องจากเป็นสัตว์ขนาดเล็ก ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ไกล จึงต้องอาศัยในพื้นที่ที่เหมาะสม ความสัมพันธ์นี้เป็นจุดแข็งทำให้ออสตราคอดเป็นดัชนีบ่งชี้สภาพนิเวศและสภาพแวดล้อมการทับถมตะกอนได้ดี (Boomer and Eisenhauer, 2002; Frenzel and Boomer, 2005; Frenzel et al., 2017) จึงมีงานวิจัยเกี่ยวกับออสตราคอดสมัยโฮโลซีนและปัจจุบัน ที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ศึกษา ดังนี้

Quanhong and Whatley (1989) ศึกษาออสตราคอดบริเวณปากแม่น้ำเซดิลี (Sedili Estuary) และอ่าวเจสัน (Jason Bay) ฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศมาเลเซีย พบทั้งเปลือกและออสตราคอดที่มีชีวิต โดยมี 48 สปีชีส์อาศัยอยู่บริเวณไหล่ทวีปเปิด (open shelf) มี 4 สปีชีส์อาศัยในเขตน้ำกร่อย และ 2 สปีชีส์เป็นออสตราคอดน้ำจืด เปลือกออสตราคอดที่พบมีหลายสปีชีส์ที่เหมือนกับกลุ่มที่ยังมีชีวิตอยู่ แต่พบว่ามีความหลากหลายและการกระจายตัวมากกว่า

Mostafawi (2003) รายงานการจำแนกออสตราคอดยุคปัจจุบันจากตะกอนในอ่าวเปอร์เซีย ที่ระดับความลึกของน้ำทะเล 32-54 เมตร พบออสตราคอด 50 สปีชีส์ บางชนิดคล้ายกับชนิดที่พบในเขตดินโดแปซิฟิก

Alberti และคณะ (2013) ศึกษาหอยสองฝา หอยฝาเดียว ฟอแรมและออสตราคอด เพื่อสร้างแบบจำลองวิวัฒนาการสภาพแวดล้อมบรรพกาลของ ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเพิร์ล (Pearl River Delta) พบออสตราคอด 32 ชนิด มีทั้งกลุ่มที่อาศัยในน้ำจืดและน้ำทะเล และพบ *Sinocytheridea impressa* (Brady, 1869) ที่อาศัยในเขตน้ำกร่อย (Brackish water, euryhaline and eurythermal,



supralittoral to intertidal)

Hussain และคณะ (2013) ศึกษาตะกอนจากการทับถมโดยคลื่นสึนามิบริเวณชายฝั่งเวลาแกนนิ (Velanganni Coast) ประเทศอินเดียฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ พบออสตราคอดในชั้นตะกอนและพบ *Neomonoceratina iniqua*

Tanaka และคณะ (2012) ศึกษาออสตราคอดจากตัวอย่างหลุมเจาะ ในเมืองโยโกฮามะ จังหวัดคานากาวะ ประเทศญี่ปุ่น ในตะกอนที่มีอายุตั้งแต่ 9,000-2,960 ปีก่อน พบออสตราคอดจำนวนมาก ใช้การวิเคราะห์เชิงสถิติแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม พบการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม จากที่ราบน้ำขึ้นถึงบนบก เป็นอ่าวด้านใน ตะกอนทรายริมชายฝั่งหินและที่ราบขึ้นถึงเขตน้ำตื้น

Wang และคณะ (2018) ศึกษาหมวดหินฮางฮั่ว (Hang Hau Formation) สมัยโฮโลซีนบนเกาะฮ่องกงพบว่ามีออสตราคอดจำนวนมากและบ่งชี้สภาพแวดล้อมแบบทะเลตื้นน้ำอุ่น

Hong และคณะ (2019) ศึกษาการกระจายตัวของออสตราคอดและสภาพแวดล้อมแหล่งอาศัย โดยวิเคราะห์กลุ่มออสตราคอดน้ำทะเลตื้น ในเขตแปซิฟิกตะวันตกเฉียงเหนือและอินโดแปซิฟิก จากข้อมูลออสตราคอดกลุ่มอาศัยบริเวณรอยต่อระหว่างบกและทะเล พบว่ามี 18 ชนิด ที่พบมากในพื้นที่อื่นนอกประเทศฮ่องกง อาทิ *Sinocytheridea impressa* พบว่ามีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ อาทิ ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) และภาวะการขาดออกซิเจนของมวลน้ำระดับล่าง (Bottom-water hypoxia) ส่วน *Neomonoceratina delicata* สัมพันธ์กับการปนเปื้อนโลหะและความขุ่นของกระแสน้ำ และใช้การวิเคราะห์เชิงสถิติ แบ่งกลุ่มออสตราคอดเป็น 1) กลุ่มที่พบทั่วไป (widespread) ในเขตแปซิฟิกตะวันตกเฉียงเหนือและอินโดแปซิฟิก 2) กลุ่มพบในเขตอบอุ่น (temperate) เฉพาะทะเลญี่ปุ่นและประเทศญี่ปุ่น 3) กลุ่มที่พบในเขตกึ่งศูนย์สูตร (subtropical) พบในเขตอินโดแปซิฟิก แถบทะเลจีนตะวันออก และ 4) กลุ่มที่พบในเขตศูนย์สูตร (tropical) พบในเขตอินโดแปซิฟิก แถบทะเลจีนใต้ และ 5) กลุ่มที่พบทั่วโลก (globally distributed)

Khadraou และคณะ (2019) วิเคราะห์กลุ่มออสตราคอดและหอยมอลลัสต์ ลักษณะทางตะกอนวิทยาและการหาอายุทางธรณีวิทยา เพื่อศึกษาตะกอนบริเวณอ่าวแกเบ (Gabes Gulf) ของประเทศตูนิเซีย พบว่าตะกอนที่ศึกษามีอายุระหว่าง 7,500-70 ปี พบออสตราคอด ซึ่งสามารถจำแนกเป็นกลุ่มอาศัยในน้ำทะเลปกติ อาศัยบริเวณชายฝั่งและบริเวณทะเลสาบและใช้เป็นดัชนีของการเพิ่มและลดของระดับน้ำทะเลได้

ในประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาออสตราคอดในตะกอนสมัยโฮโลซีน และ/หรือ ตะกอนของมหาสมุทรในซีกอื่น แต่มีการศึกษาออสตราคอดในทะเลยุคปัจจุบัน หรือออสตราคอดที่ยังมีชีวิตอยู่เพียง 3 งาน ได้แก่ Montenegro และคณะ (2004) ศึกษาออสตราคอดยุคในเขตทะเลตื้นบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดเพชรบุรี Yamada และคณะ (2014) สำนวจออสตราคอดบริเวณปากแม่น้ำคลองท่อม จังหวัดกระบี่ และ Forel (2021) สำนวจออสตราคอดบริเวณอ่าวนุ่น จังหวัดสตูล ทั้งนี้ ออสตราคอดที่เคยพบในประเทศไทยจากการศึกษาดังกล่าว แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ออسترาคอดยุคปัจจุบันที่พบบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน

Montenegro และคณะ (2004) จังหวัดเพชรบุรี	Yamada และคณะ (2014) จังหวัดกระบี่	Forel (2021) จังหวัดสตูล
<i>Bairdia</i> sp.	<i>Actinocythereis scutigera</i>	<i>Harbansus</i> ? sp.
<i>Carinocythereis</i> sp.	(Brady)	<i>Cytherella javaseaense</i>
<i>Cistacythereis</i> sp.	<i>Alocopocythere</i>	Dewi
<i>Copytus posterosulcus</i>	<i>kendengensis</i> Kingma	<i>Cytherella semitalis</i> Brady
Wang	<i>Alocopocythere</i> sp. 1	<i>Cytherelloidea</i> sp.
<i>Cytherella hemipuncta</i>	<i>Alocopocythere</i> sp. 2	<i>Cytherelloidea</i>
Swanson	<i>Anchistrocheles</i> sp.	<i>robinwhatleyi</i> Kempf
<i>Cytherella</i> spp.	<i>Argilloecia</i> sp. 1	<i>Bairdoppilata</i> sp.
<i>Cytherois</i> sp.	<i>Argilloecia</i> sp. 2	<i>Neonesidea</i> sp.
<i>Foveoleberis cypraeoides</i>	<i>Aurila</i> sp. 1	<i>Neocyprideis</i> sp
(Brady)	<i>Bradleya</i> cf. <i>pitalia</i> (Hu)	<i>Neocyprideis spinulosa</i>
<i>Gerdocypris</i> sp.	<i>Bythoceratina multiplex</i>	(Brady)
<i>Hemicytheridea</i>	Whatley and Zhao	<i>Perissocytheridea</i> sp. in
<i>cancellate</i> (Brady)	<i>Callistocythere</i> sp.	Noraswana et al., 2017
<i>Hemicytheridea</i> sp.1	<i>Caudites scopulicola</i>	<i>Leptocythere pulchra</i>
<i>Hemikrithe peterseni</i> Jain	<i>jasonensis</i> Hartmann	Zhao & Whatley
<i>Keijella gonia</i> Zhao &	<i>Cistacythereis</i> sp. 1	<i>Leptocythere</i> sp.
Whatley	<i>Copytus posterosulcus</i>	<i>Tanella gracilis</i> Kingma
<i>Keijella multisulcus</i>	Wang	<i>Loxoconcha gramanni</i>
Whatley & Quanhong	<i>Cytherella incohata</i> Zhao	Titterton & Whatley
<i>Keijella papuensis</i> (Brady)	and Whatley	<i>Loxoconcha paiki</i> Whatley
<i>Malaycythereis trachodes</i>	<i>Cytherella</i> sp. 1	& Zhao
Zhao & Whatley	<i>Cytherelloidea excavata</i>	<i>Paradoxostoma</i> sp.
<i>Neocytheretta murilineata</i>	Mostafawi	<i>Neomonoceratina iniqua</i>
Zhao & Whatley	<i>Cytherelloidea leroyi</i> Key	(Brady)
<i>Neocytheretta</i> sp.	<i>Cytherelloidea alaccaensis</i>	<i>Neomonoceratina</i> sp.
	Whatley & Zhao	

ตารางที่ 2.1 ออสตราคอดยุคปัจจุบันที่พบบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (ต่อ)

Montenegro และคณะ (2004) จังหวัดเพชรบุรี	Yamada และคณะ (2014) จังหวัดกระบี่	Forel (2021) จังหวัดสตูล
<i>Neocyprideis</i> sp.1	<i>Cytherura</i> sp. 1	<i>Neomonoceratina</i> cf.
<i>Neomonoceratina iniqua</i> (Brady)	<i>Hemicytheridea ornata</i> Mostafawi	<i>mediterranea</i> (Ruggieri)
<i>Neosinocythere elongate</i> (Hu)	<i>Hemicytheridea reticulata</i> Kingma	<i>Hemicytheridea reticulata</i> Kingma
<i>Paracytherois</i> sp.	<i>Hemicytheridea wangi</i> Zhao and Whatley	<i>Hemicytheridea wangi</i> Zhao & Whatley
<i>Paradoxostoma</i> sp.	<i>Hemicytheridea</i> sp. 1	<i>Mutilus</i> sp. in Dewi, 2000
<i>Phlyctenophora orientalis</i> (Brady)	<i>Hemicytheridea</i> sp. 2	<i>Alocopocythere</i> <i>kendengensis</i> (Kingma)
<i>Pontocypris attenuate</i> Brady	<i>Hemikrithe peterseni</i> Jain <i>Keijia</i> sp. 1	<i>Neocytheretta murilineata</i> Zhao & Whatley
<i>Propontocypris</i> spp.	<i>Keijella apta</i> (Guan)	<i>Neocytheretta</i> sp. in Montenegro et al., 2004
<i>Pseudopsammocythere</i> sp.	<i>Keijella karwarensis</i> (Bhatia and Kumar)	<i>Stigmatocythere bona</i> Chen
<i>Sclerochilus</i> sp.	<i>Keijella kloempritensis</i> (Kingma)	<i>Stigmatocythere indica</i> (Jain)
<i>Sinocytheridea impressa</i> (Brady)	<i>Keijella multisulcus</i> Whatley and Zhao	<i>Keijella gonia</i> Whatley & Zhao
<i>Stigmatocythere bona</i> Chen	<i>Keijella</i> cf. <i>multisulcus</i> Whatley and Zhao	<i>Keijella karwarensis</i> (Bhatia & Kumar)
<i>Stigmatocythere indica</i> (Jain)	<i>Keijella reticulata</i> Whatley and Zhao	<i>Keijella multisulcus</i> Whatley & Zhao
<i>Stigmatocythere roesmani</i> (Kingma)	<i>Keijella</i> sp. 1, <i>K.</i> sp. 2, <i>K.</i> sp. 3	<i>Lankacythere coralloides</i> (Brady)
<i>Tanella gracilis</i> Kingma	<i>Keijella</i> spp.	<i>Pistocythereis bradyi</i> (Ishizaki)

ตารางที่ 2.1 ออสตราคอดยุคปัจจุบันที่พบบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (ต่อ)

Montenegro และคณะ (2004) จังหวัดเพชรบุรี	Yamada และคณะ (2014) จังหวัดกระบี่	Forel (2021) จังหวัดสตูล
	<i>Lankacythere elaborata</i> Whatley and Zhao <i>Lankacythere multifora</i> Mostafawi <i>Lankacythere</i> sp. 1 <i>Lankacythere</i> sp. 2 <i>Lankacythere</i> sp. 3 <i>Leguminocythereis</i> <i>elongatus</i> Hu <i>Loxoconcha lilljeborgii</i> (Brady) <i>Loxoconcha paiki</i> Whatley and Zhao <i>Loxoconcha</i> cf. <i>tata</i> Hu <i>Loxoconcha</i> sp. 1, <i>L.</i> sp. 2, <i>L.</i> sp. 3, <i>L.</i> sp. 4 <i>Microceratina punctata</i> Whatley and Zhao <i>Miocyprideis</i> cf. <i>spinulosa</i> (Brady) <i>Miocyprideis</i> aff. <i>spinulosa</i> (Brady) <i>Mutilus australiensis</i> Hartmann <i>Mutilus</i> cf. <i>variornatus</i> Hartmann	<i>Venericythere papuensis</i> (Brady) <i>Hemikrithe orientalis</i> van den Bold <i>Xestoleberis</i> sp.

ตารางที่ 2.1 ออสตราคอดยุคปัจจุบันที่พบบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (ต่อ)

Montenegro และคณะ (2004)	Yamada และคณะ (2014) จังหวัดกระบี่	Forel (2021)
จังหวัดเพชรบุรี -	<i>Neocytheretta murilineata</i> Zhao and Whatley <i>Neocytheretta spongiosa</i> (Brady) <i>Neocyprideis</i> sp. 1 <i>Neomonoceratina colombiformis</i> Kingma <i>Neomonoceratina delicata</i> Ishizaki and Kato <i>Neomonoceratina iniqua</i> (Brady) <i>Neomonoceratina</i> sp. 1 <i>Neonesidea</i> sp. 1, N. sp. 2 <i>Neosinocythere macropunctata</i> Zhao and Whatley <i>Neosinocythere</i> sp. 1 <i>Paijenborchellina</i> sp. 1 <i>Paracypris</i> sp. <i>Paracytherois</i> sp. 1 <i>Paracytheroma ventrosinuosa</i> Zhao and Whatley <i>Paradoxostoma</i> sp. <i>Parakrithella</i> sp. 1 <i>Perissocytheridea</i> sp. 1 <i>Polycope</i> sp. 1 <i>Pontocythere</i> sp. 1, <i>P.</i> sp. 2 <i>Propontocypris</i> sp. <i>Semicytherura</i> sp. 1, <i>S.</i> sp. 2 <i>Sinocytheridea impressa</i> (Brady) <i>Spinoceratina spinosa</i> (Zhao and Whatley) <i>Spinoceratina</i> sp. 1 <i>Stigmatocythere</i> cf. <i>bona</i> Chen	จังหวัดสตูล -

ตารางที่ 2.1 ออสตราคอดยุคปัจจุบันที่พบบริเวณอ่าวไทยและทะเลอันดามัน (ต่อ)

Montenegro และคณะ (2004)	Yamada และคณะ (2014) จังหวัดกระบี่	Forel (2021)
จังหวัดเพชรบุรี -	<i>Stigmatocythere indica</i> (Jain) <i>Stigmatocythere kingmai</i> Whatley and Zhao <i>Stigmatocythere</i> sp. 1 <i>Tanella gracilis</i> (Kingma) <i>Triberina</i> sp. 1 <i>Venericythere darwini</i> (Brady) <i>Venericythere papuensis</i> (Brady) <i>Xestoleberis</i> aff. <i>malaysiana</i> Zhao and Whatley Gen. et sp. Indet. 1 Gen. et sp. Indet. 2 Gen. et sp. Indet. 3 Gen. et sp. Indet. 4 unknown	จังหวัดสตูล -
รวม 34 สปีชีส์	รวม 96 สปีชีส์	รวม 35 สปีชีส์

Montenegro และคณะ (2004) สํารวจและเก็บตัวอย่างออสตราคอดยุคปัจจุบัน ในเขตทะเลตื้นบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดเพชรบุรี ในปี ค.ศ. 2002 โดยการเก็บตัวอย่างตะกอนแบบจ้วง (Grab sampling) ที่ระดับความลึก 1-15 เมตร ห่างจากชายฝั่งเป็นระยะทางไม่เกิน 10 กิโลเมตร รวม 12 ตัวอย่าง พบว่ามีออสตราคอดจำนวน 34 สปีชีส์ โดยพบว่าการกระจายตัวของออสตราคอดมีความสัมพันธ์กับความลึก ชนิดของตะกอน รวมถึงการปนเปื้อนสารเคมีที่พัดพามากับแม่น้ำ และบันทึกเป็นค่าพื้นฐานในการติดตามความเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อม

Yamada และคณะ (2014) สํารวจออสตราคอดบริเวณปากแม่น้ำคลองท่อม จังหวัดกระบี่ โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาเป็นบริเวณช่องแคบมะละกา ปากแม่น้ำ ชวากทะเล และจุดเชื่อมต่อระหว่างปากแม่น้ำกับชวากทะเล ทั้งนี้ได้นำตัวอย่างตะกอนจำนวน 35 ตัวอย่าง ที่เก็บตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ค.ศ. 1999 เดือนกันยายน ค.ศ. 2003 เดือนเมษายน ค.ศ. 2005 และ เดือนสิงหาคม ค.ศ. 2008 มาใช้ในการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความหลากหลายของออสตราคอด ที่อาจได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์คลื่นสึนามิในเดือนธันวาคม ค.ศ. 2004 ผลการศึกษาพบออสตราคอดทั้งสิ้น 96 สปีชีส์ และพบความแตกต่างของ

ตะกอนซึ่งคาดว่าเป็นผลมาจากคลื่นสึนามิ คือตะกอนที่มีซากพืชจากบนบกปะปนจำนวนมาก พบในตัวอย่างที่เก็บในปี ค.ศ.2005 หรือสี่เดือนหลังเหตุการณ์สึนามิ ทั้งนี้ตะกอนที่ทับถมหลังจากนั้นเป็นตะกอนเนื้อละเอียดตามปกติ และกลุ่มออสตราคอดที่พบก่อนและหลังเหตุการณ์คลื่นสึนามิ ไม่มีความแตกต่างกัน

Forel (2021) เก็บตัวอย่างตะกอนบริเวณอ่าวนุ่น อำเภอละลุ จังหวัดสตูล ที่ระดับความลึก 1.5 เมตร โดยเก็บตัวอย่างตะกอนแบบจ้วง จำนวน 8 ตัวอย่าง เพื่อศึกษาความหลากหลายของออสตราคอด พบว่ามีเปลือกออสตราคอดที่มีลักษณะแยกเป็นสองฝาจำนวนมาก สามารถจำแนกได้ 35 สปีชีส์ โดยมีทั้งสปีชีส์ที่อาศัยในเขตนํ้ากร่อยและนํ้าทะเล ซึ่งบ่งชี้ว่ามีตะกอนจากเขตนํ้ากร่อยบนฝั่ง และตะกอนจากนอกฝั่งพัดพาเข้ามาสะสมตัวในอ่าวนุ่น

ผลจากการศึกษาดังกล่าวเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาในครั้งนี้



## บทที่ 3

### วิธีการศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการศึกษา ซึ่งแบ่งออกเป็นสองหัวข้อหลัก ได้แก่ ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา และวิธีการศึกษาในห้องปฏิบัติการ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### 3.1 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้ได้กำหนดพื้นที่ศึกษาครอบคลุมที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง บริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยาในแผ่นดิน จึงได้ทำการสำรวจภาคสนามในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี ปทุมธานีและสมุทรสาครระหว่างปี พ.ศ. 2560-2561 ซึ่งพบว่าพื้นที่ราบส่วนใหญ่เป็นพื้นที่การเกษตรพืชไร่-นาข้าว บางบริเวณถูกพัฒนาเป็นบ่อเลี้ยงกุ้ง บ่อขุดดินและส่วนใหญ่ถูกน้ำท่วมจนเต็ม ทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างในภาคสนามได้ ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้รับความอนุเคราะห์ตัวอย่างตะกอนจากหลุมเจาะ DH27 บริเวณวัดม่วง ตำบลเจดีย์ อำเภอดู้อทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ตำแหน่งของหลุมเจาะอยู่ในพื้นที่ด้านทิศตะวันตกของที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง (รูปที่ 3.1) ซึ่งมีจำนวน 7 ตัวอย่าง โดยตะกอนทั้งหมดมีลักษณะคล้ายกันคือมีเนื้อละเอียด จำแนกเป็นเคลย์ สีดำถึงสีเทาเข้ม เนื้อนุ่ม มีซากอินทรีย์สารปะปน (รูปที่ 3.2) โดยตัวอย่างที่ DH27-1 เก็บมาจากระดับความลึก 2.8 เมตรจากผิวดิน และตัวอย่างลำดับต่อไปเก็บจากทุกระดับลึก 10 เซนติเมตร จนถึงระดับความลึก 3.6 เมตร (วิฆเนศ ทรงธรรม และคณะ 2556)

ตัวอย่างตะกอนจากบ่อดินตำบลบึงคอไห อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี ซึ่งอยู่ตอนกลางของราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง (รูปที่ 3.1) เป็นตัวอย่างจากบ่อดิน ซึ่งกำลังเริ่มเปิดหน้าดิน บ่อจึงมีความลึกไม่มาก เก็บตัวอย่างที่จากระดับผิวดินและลงไปทุกระยะ 20 เซนติเมตร ถึงระดับ 1.80 เมตร รวม 10 ตัวอย่าง กำหนดหมายเลข BH-1 ถึง BH-10 ตะกอนมีเนื้อละเอียด จำแนกเป็นเคลย์ และมีตะกอนทรายปนอยู่ไม่เกินร้อยละ 5 โดยตัวอย่างที่ BH-1 ถึง BH-2 มีสีน้ำตาลแกมเหลือง เนื้อแน่นแข็ง ตัวอย่างที่ BH-3 และ BH-4 มีผิวด้านนอกเป็นสีน้ำตาลแกมเทา ด้านในเป็นสีเทาเข้ม เนื้อแน่นและมีความชื้นสูงกว่าตัวอย่าง BH-1 ถึง BH-4 ส่วนตัวอย่างที่ BH-5 ถึง BH-10 เป็นตะกอนเนื้อละเอียดและแน่นขึ้น มีสีน้ำตาลเข้มด้านนอก ด้านในมีสีเทาเข้ม-ดำ แต่ไม่พบเศษซากอินทรีย์สาร (รูปที่ 3.2)

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างตะกอนจากบ่อดินซึ่งตั้งอยู่ในตำบลอำแพง อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีการขุดคันชากวาฬโบราณ ซึ่งถูกฝังอยู่ห่างจากชายฝั่งทะเลประมาณ 12 กิโลเมตร (รูปที่ 3.1) โดยปากบ่ออยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล 5 เมตร เก็บตัวอย่างทุกระยะ 25 เซนติเมตร จำนวน 10 ตัวอย่าง (20SS01A, 20SS01B, 20SS02A, 20SS02B, 20SS03A, 20SS03B, 20SS04A, 20SS04B, 20SS05, 20SS06) ตัวอย่างมีลักษณะเหมือนกัน คือเป็นตะกอนเนื้อละเอียด จำแนกเป็นเคลย์ ด้านบนใกล้ปากบ่อมีตะกอนทรายแป้งและทรายปนบ้าง พบซากหอยและเศษเปลือกสิ่งมีชีวิตจำนวนมาก ลึกลงไปตะกอนเนื้อแน่นและชื้นขึ้น ลำดับชั้นการเก็บตัวอย่างและเนื้อตะกอนแสดงในรูปที่ 3.3







A: ตัวอย่างหมายเลข DH27-2



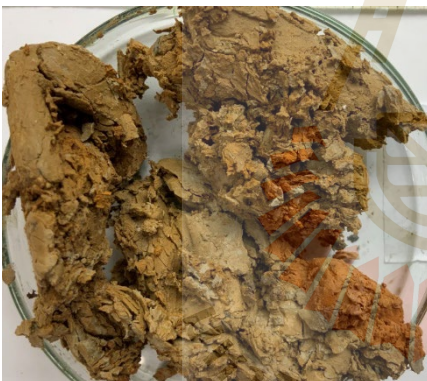
B: ตัวอย่างหมายเลข DH27-3



C: ตัวอย่างหมายเลข DH27-4



D: ตัวอย่างหมายเลข DH27-6



E: ตัวอย่างหมายเลข BH-2



F: ตัวอย่างหมายเลข BH-5

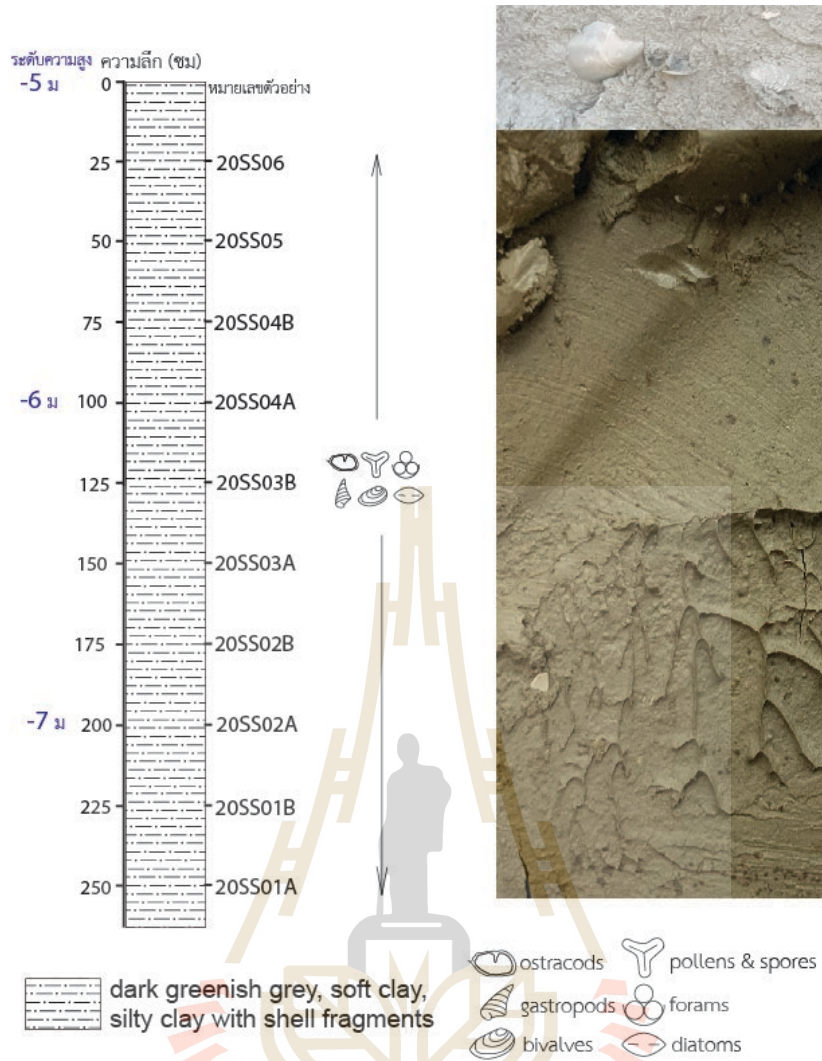


G: ตัวอย่างหมายเลข BH-8



H: ตัวอย่างหมายเลข BH-9

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างจากจังหวัดสุพรรณบุรีและปทุมธานีที่ใช้ในการศึกษา (ตัวอย่าง A-D จากอำเภออุทุมพร จังหวัดสุพรรณบุรี ตัวอย่าง E-H จากอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี)



รูปที่ 3.3 ลำดับชั้นตะกอนและระดับการเก็บตัวอย่างจากบ่อดินในจังหวัดสมุทรสาคร



## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลที่ได้จากการศึกษา ซึ่งแบ่งออกเป็น การจำแนกออสตราคอด และการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของการทับถมตะกอนจากกลุ่มออสตราคอด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### 4.1 การจำแนกออสตราคอด

ผลจากการศึกษาพบว่าตัวอย่างตะกอนเคลย์จากบ่อดินในจังหวัดสมุทรสาคร มีซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอดจำนวนมาก โดยพบร่วมกับซากฟอแรมขนาดเล็กลง (smaller foraminifers) หอยมอลลัสทั้งกลุ่ม หอยฝาเดียว (small gastropods) และหอยสองฝา (small bivalves) และพบไดอะตอม (diatoms) ที่มีลักษณะแผ่นกลม แต่ไม่พบซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอดในตัวอย่างจากหลุมเจาะ DH27 จังหวัดสุพรรณบุรี ส่วนตัวอย่างจากบ่อดินจังหวัดปทุมธานี พบชิ้นส่วนออสตราคอดจำนวน 3 ชิ้น จากตัวอย่างหมายเลข BH-9 แต่ไม่สามารถจำแนกได้ ทั้งนี้เมื่อศึกษาออสตราคอดจากบ่อดินในจังหวัดสมุทรสาคร โดยอาศัยลักษณะของคราเพซ จากภาพถ่ายกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแล้ว สามารถจำแนกได้ 14 สปีชีส์ อยู่ใน 1 อันดับ 3 วงศ์ใหญ่ 5 วงศ์ และ 8 สกุล จำแนกตามลำดับชั้นดังนี้ (รูปที่ 4.1)

Class Ostracoda Latreille, 1802

Order Podocopida Sars, 1866

Superfamily Cypridoidea Baird, 1845

Family Candonidae Kaufmann, 1900

Genus *Aglaocypris* Sylvester-Bradley, 1947

*Aglaocypris pellucida* Mostafawi, 2003

(รูปที่ 4.1A) พบในตัวอย่าง 20SS01A, 02A, 02B, 03A

Superfamily Pontocypridoidea Müller, 1894

Family Pontocyprididae Müller, 1894

Genus *Propontocypris* Sylvester-Bradley, 1947

*Propontocypris bengalensis* Maddocks, 1969

(รูปที่ 4.1B) พบในตัวอย่าง 20SS01B, 02A, 02B, 03A, 04A, 04B

*Propontocypris clara* Zhao in Wang et al., 1988

(รูปที่ 4.1C) พบในตัวอย่าง 20SS01A, 02A, 02B, 04B

Superfamily Cytheroidea Baird, 1850

Family Cytherideidae Sars, 1925

Genus *Sinocytheridea* Hou in Hou et al., 1982

*Sinocytheridea impressa* (Brady, 1869)

(รูปที่ 4.1D-I) พบใน 20SS01A, 01B, 02A, 02B, 03A, 04A, 04B

Family Schizocytheridae Howe, 1961

Genus *Neomonoceratina* Kingma, 1948

*Neomonoceratina chena* Zhao & Whatley, 1988

(รูปที่ 4.1J) พบใน 20SS01B, 02A, 02B, 03A, 04A, 04B

*Neomonoceratina bataviana* (Brady, 1868)

(รูปที่ 4.1K) พบใน 20SS01A, 02A, 02B, 04B

*Neomonoceratina columbiformis* Kingma, 1948

(รูปที่ 4.1L) พบใน 20SS04A

*Neomonoceratina mediterranea mediterranea* (Ruggieri, 1953)

(รูปที่ 4.1M) พบใน 20SS01A, 01B, 02A, 02B, 03A, 04A, 04B

*Neomonoceratina mediterranea malayensis* Zhao and Whatley, 1988

(รูปที่ 4.1N) พบใน 20SS01A, 01B, 02A, 02B, 03A, 04A, 04B

*Neomonoceratina iniqua* (Brady, 1868)

(รูปที่ 4.1O) พบใน 20SS01A, 01B, 02A, 02B, 03A, 04A, 04B

*Neomonoceratina delicata* Ishizaki & Kato, 1976

(รูปที่ 4.1P) พบใน 20SS01A, 01B, 02A, 02B, 04A, 04B

Family Trachyleberididae Sylvester-Bradley, 1948

Genus *Bicornucythere* Schornikov & Shaitarov, 1979

*Bicornucythere bisanensis* (Okubo, 1975)

(รูปที่ 4.1Q-R) พบใน 20SS01B, 02A, 02B, 03A, 04A, 04B

Genus *Stigmatocythere* Siddiqui, 1971

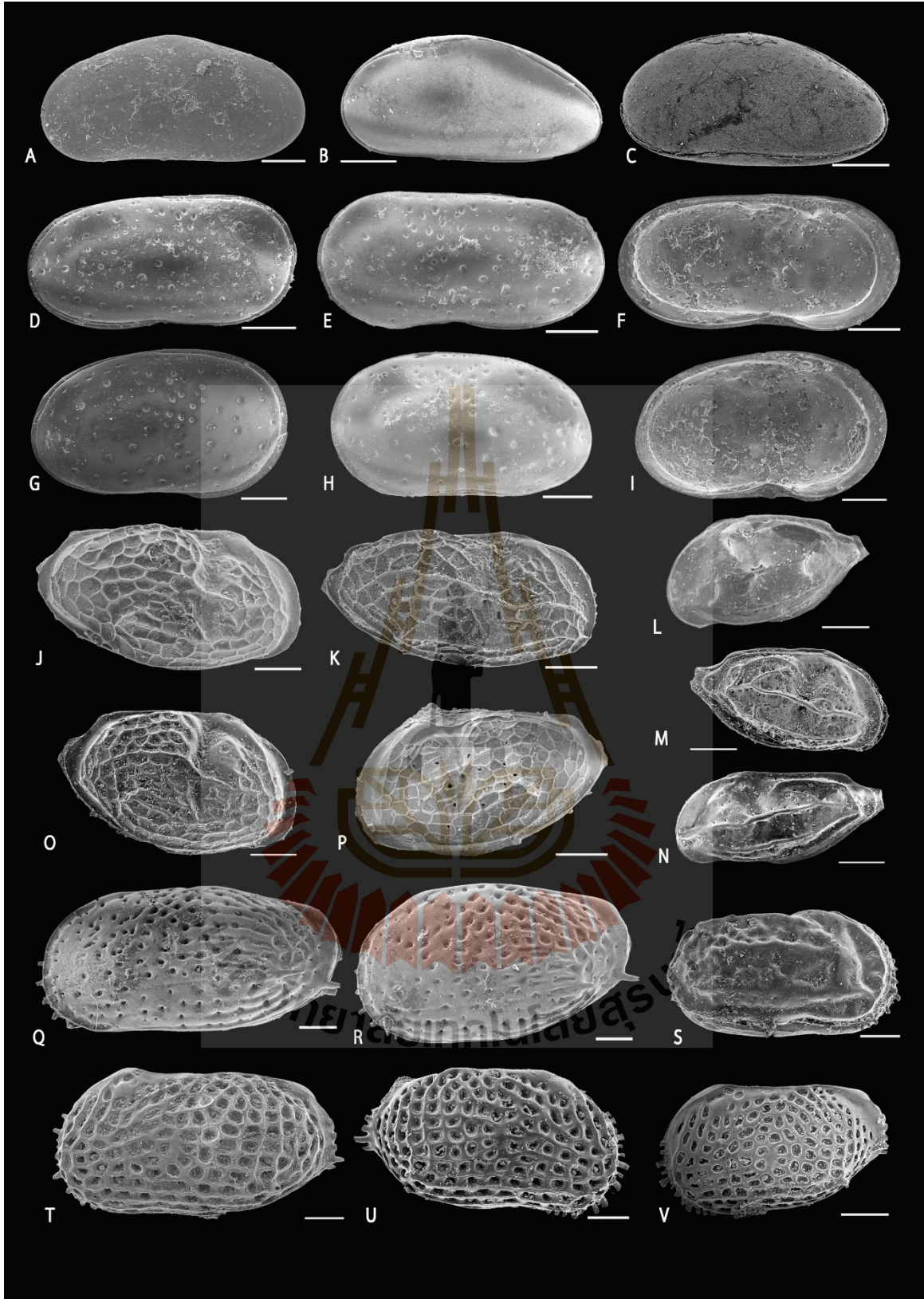
*Stigmatocythere bona* Chen in Hou, Chen, Yang, Ho, Zhou & Tian, 1982

(รูปที่ 4.1S) พบใน 20SS01A, 02B, 03A

Genus *Keijella* Ruggieri, 1967

*Keijella gonia* Zhao (Yi-Chun) & Whatley, 1989

(รูปที่ 4.1T-V) พบใน 20SS01B, 02A, 02B, 03A, 04A, 04B



**รูปที่ 4.1** ออสตราคอดสมัยโฮโลซีนจากบ่อดินจังหวัดสมุทรสาคร: A, *Aglaiocypris pellucida*, เปลือกขวาด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS01; B, *Propontocypris bengalensis* เปลือกขวาด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02B; C, *Propontocypris clara* เปลือกขวาด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS04B; D-I, *Sinocytheridea impressa*, D-F เพศชาย, D, เปลือกขวาด้านนอก; E, เปลือกซ้ายด้านนอก, F, เปลือกซ้ายด้านใน; G-I เพศหญิง, G เปลือกขวาด้านนอก, H, เปลือกซ้ายด้านนอก, I, เปลือกซ้ายด้านใน จากตัวอย่างหมายเลข 20SS01; J, *Neomonoceratina chenaе* เปลือกขวาด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS04; K, *Neomonoceratina bataviana* เปลือกขวาด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02B; L, *Neomonoceratina columbiformis* เปลือกซ้ายด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS04A; M, *Neomonoceratina mediterranea mediterranea* เปลือกขวาด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02B; N, *Neomonoceratina mediterranea malayensis* เปลือกซ้ายด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02B; O, *Neomonoceratina iniqua* เปลือกขวาด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS04; P, *Neomonoceratina delicata* เปลือกซ้ายด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS04; Q-R, *Bicornucythere bisanensis*, Q, เพศชาย เปลือกซ้ายด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02; R, เพศหญิง เปลือกซ้ายด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS04; S, *Stigmatocythere bona* เปลือกซ้ายด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02B; T-V, *Keijella gonia*, T, เปลือกซ้ายด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02; U, เปลือกขวาด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02B; V, เปลือกซ้ายด้านนอก ตัวอย่างหมายเลข 20SS02.

#### 4.2 การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมการทับถมโดยใช้กลุ่มออสตราคอด

กลุ่มซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอดจากบ่อดินจังหวัดสมุทรสาคร ประกอบด้วยสมาชิกของ 3 วงศ์ใหญ่ คือ Pontocypridoidea, Cypridoidea, Cytheroidea และ 5 วงศ์ ได้แก่ Pontocyprididae, Candonidae, Cytherideidae, Schizocytheridae และ Trachyleberididae ซึ่งเป็นกลุ่มออสตราคอดที่พบในมหายุคซีโนโซอิก ยุคควอเทอนารี และเป็นออสตราคอดที่มีชีวิตอยู่ในปัจจุบัน ที่อาศัยอยู่ในเขตทะเลตื้นและทะเลเปิด บริเวณใกล้เคียง ดังนี้

ออสตราคอดที่เคยพบในตะกอนสมัยโฮโลซีนได้แก่ *Propontocypris bengalensis*, *P. Clara* และ *Aglaiocypris pellucida* พบบนเกาะฮ่องกง (Wang et al., 2018) *Neomonoceratina iniqua* พบบนเกาะฮ่องกง (Wang et al., 2018) เกาะเกาโต ประเทศเวียดนาม (Niyama et al., 2019) จากหลุมเจาะ จังหวัดคานากาวะ ประเทศญี่ปุ่น (Tanaka et al., 2012) และ *Bicornucythere bisanensis* พบบนเกาะเกาโต ประเทศเวียดนาม (Niyama et al., 2019) และจากหลุมเจาะ ในจังหวัดคานากาวะ ประเทศญี่ปุ่น (Tanaka et al., 2012)

ออสตราคอดที่มีชีวิตอยู่ในปัจจุบันจำนวน 13 สปีชีส์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้ มีรายงานการปรากฏในเขตอินโด-แปซิฟิก ทะเลจีนใต้ ทะเลอันดามันและมหาสมุทรอินเดียมาก่อน (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 การปรากฏของออสตราคอดที่มีชีวิตอยู่ในปัจจุบันที่พบในการศึกษาครั้งนี้

สปีชีส์	การกระจายตัว								
	ไทย	มาเลเซีย	อินโดนีเซีย	เวียดนาม	ฮ่องกง	จีน	ญี่ปุ่น	อินเดีย	เปอร์เซีย
<i>Aglaioocypris pellucida</i>									<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Bicomucythere bisanensis</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<i>Keijella gonia</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
<i>Neomonoceratina bataviana</i>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
<i>Neomonoceratina chena</i>						<input checked="" type="checkbox"/>			
<i>Neomonoceratina columbiformis</i>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>						
<i>Neomonoceratina delicata</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
<i>Neomonoceratina iniqua</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<i>N. mediterranea mediterranea</i>		<input checked="" type="checkbox"/>							
<i>N. mediterranea malayensis</i>		<input checked="" type="checkbox"/>							
<i>Propontocypris bengalensis</i>									<input checked="" type="checkbox"/>
<i>Propontocypris clara</i>				<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>		
<i>Sinocytheridea impressa</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
<i>Stigmatocythere bona</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
จำนวนสปีชีส์ที่พบ	7	9	6	5	3	3	1	1	3

การศึกษาซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอดจากบ่อดินในจังหวัดสมุทรสาคร พบว่าส่วนใหญ่เป็นซากของออสตราคอดที่ยังมีชีวิตอยู่ในปัจจุบัน แต่ไม่พบอวัยวะภายใน เนื่องจากกระบวนการทับถมของตะกอนทำให้ภายในคาราเพซถูกแทนที่ด้วยตะกอนเคลย์ หรืออาจกล่าวได้ว่ากำลังอยู่ในกระบวนการทับถมและกลายเป็นซากดึกดำบรรพ์ หรืออยู่ในสภาวะกึ่งซากดึกดำบรรพ์ (subfossil) พบทั้งที่เป็นคาราเพซสมบูรณ์ (1,187 คาราเพซ) และแตกออกเป็นเปลือกซ้ายและเปลือกขวา (1,455 เปลือก) โดยมีอัตราส่วนของเปลือกต่อคาราเพซ ระหว่าง 0.88-1.74 และอัตราส่วนใกล้เคียงกันในแต่ละตัวอย่าง บ่งชี้ถึงการทับถมใน



บริเวณแหล่งที่อยู่อาศัย ไม่ใช่การพัดพาจากบริเวณอื่น ซึ่งสามารถใช้กลุ่มตัวอย่างในการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของการทับถมได้

ออสตราคอดที่พบในการศึกษาครั้งนี้ มีความอุดมสมบูรณ์ของแต่ละสปีชีส์ต่างกัน โดยสปีชีส์ที่พบมากที่สุดคือ *Bicornucythere bisaensis* (575 คาราเพซ) ลำดับรองลงมาได้แก่ *Keijella gonja*, *Sinocytheridea impressa*, *Neomonoceratina chena* (372, 321, 150 คาราเพซตามลำดับ) และพบสมาชิกของสกุล *Neomonoceratina* มีความหลากหลายมากที่สุด คือ 7 สปีชีส์ ซึ่งรวมจำนวนตัวอย่างทั้งหมดเป็น 472 คาราเพซ ซึ่งออสตราคอดที่พบจำนวนมากเหล่านี้ เป็นกลุ่มที่อาศัยในเขตทะเลตื้น ในน้ำทะเลที่มีความเค็มปกติ จากการทบทวนวรรณกรรมวิจัย (อาทิ Zhao and Whatley, 1988; Tanaka et al., 2012; Wang et al. 2018; Hong et al. 2019) พบว่า ออสตราคอดบางชนิดที่พบในการศึกษาครั้งนี้ มีลักษณะการกระจายตัวในเขตทะเลจืดและอินโดแปซิฟิก สัมพันธ์กับสภาพนิเวศของแหล่งที่อยู่อาศัย ดังนี้

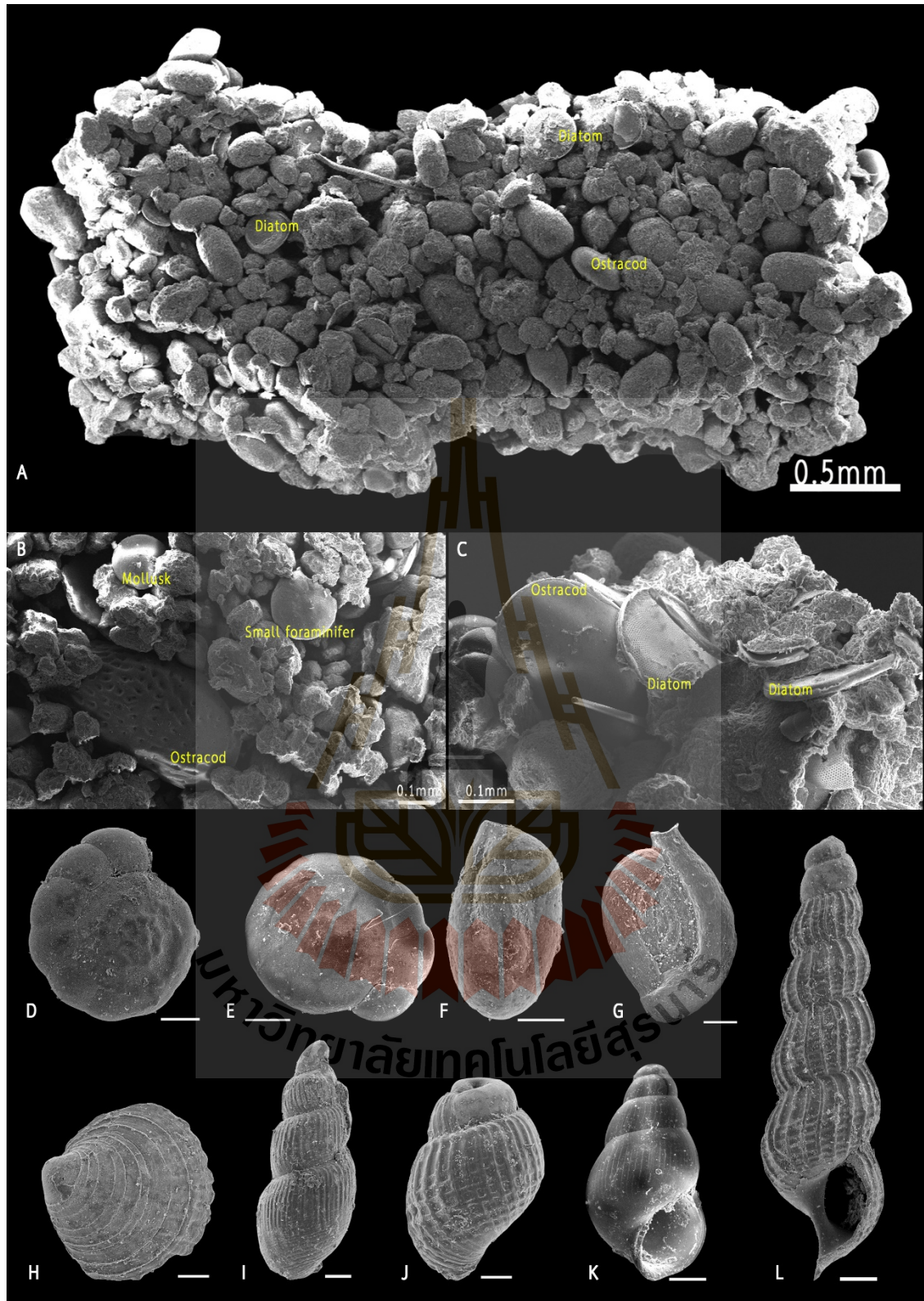
- *Bicornucythere bisanensis* เป็นสปีชีส์ที่สามารถปรับตัวกับค่าความเค็มที่เปลี่ยนแปลงได้ในช่วงกว้าง พบในบริเวณที่มีความเค็มสูงกว่า 25 ppt ในเขตไหล่ทวีปด้านใน ที่ความลึกระหว่าง 20-50 เมตร

- *Sinocythere impressa* เป็นสปีชีส์ที่สามารถปรับตัวกับค่าความเค็มที่เปลี่ยนแปลงได้ในช่วงกว้าง มักพบในเขตพื้นตะกอนละเอียด สามารถทนกับน้ำขุ่นและมีปริมาณออกซิเจนต่ำ มักพบในเขตน้ำลึกไม่เกิน 20 เมตร อาศัยในเขตไหล่ทวีปด้านใน เขตน้ำขึ้นน้ำลง ปากแม่น้ำและบริเวณน้ำกร่อย

- *Neomonoceratina delicata* มักพบในเขตที่มีความเค็มของน้ำทะเลปกติ หรือมากกว่า 30 ppt ทนกับความขุ่นและกระแสน้ำได้ มักพบในเขตน้ำตื้น หรือมีความลึกไม่เกิน 30 เมตร บริเวณใกล้ชายฝั่ง ปากแม่น้ำหรืออ่าวด้านใน

กลุ่มซากออสตราคอดที่พบจากบ่อดินในจังหวัดสมุทรสาคร บ่งชี้สภาพแวดล้อมของการทับถมในเขตทะเลตื้น ที่มีปริมาณตะกอนขนาดละเอียดมาก มีความเค็มมากกว่า 25 ppt ถึงความเค็มปกติ ในระดับความลึกประมาณ 20 เมตร บริเวณปากแม่น้ำหรือบริเวณรอยต่อระหว่างปากแม่น้ำและทะเล

นอกจากนี้ในตัวอย่างตะกอนเคลย์ที่ศึกษา พบว่ามีหอยมอลลัส ฟอแรมและไดอะตอมทับถมอยู่ร่วมกับออสตราคอด (รูปที่ 4.2) ฟอแรมขนาดเล็กที่พบ อาทิ *Asterorotalia pulchella*, *Ammonia beccarii* เป็นกลุ่มที่พบได้ทั่วไปในทะเลที่ระดับความลึกประมาณ 20 เมตร ซึ่งสนับสนุนการแปลความจากกลุ่มออสตราคอดดังที่กล่าวไปแล้ว ออสตราคอดจัดเป็นกลุ่มที่พบในเขตศูนย์สูตร ในเขตอินโดแปซิฟิก แถบทะเลจีนใต้ (Hong et al., 2019) ทั้งนี้ ซากวาฬที่พบในบ่อดินดังกล่าว และได้ทำการขุดค้นโดยกรมทรัพยากรธรณี มีอายุ 3,380 ปี จากการหาอายุไอโซโทปของคาร์บอน-14 (กรมทรัพยากรธรณี, อินเทอร์เน็ต) ระดับชั้นที่มีวาฬทับถมอยู่เทียบได้กับตัวอย่างที่ 20SS03 จึงกล่าวได้ว่า ตัวอย่างตะกอนที่ศึกษา หมายเลข 20SS01-20SS02B เป็นช่วงเวลาก่อนการทับถมวาฬ และตัวอย่างหมายเลข 20SS03B-20SS05 เป็นช่วงเวลาหลังการทับถมวาฬ ไม่มีความแตกต่างของสภาพแวดล้อมอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 4.2 ตะกอนเคลย์และซากดึกดำบรรพ์ที่พบร่วมกับออสตราคอดสมัยโฮโลซีนจากบ่อดินจังหวัดสมุทรสาคร: A แสดงลักษณะของก้อนตะกอนเคลย์หลังผ่านการเตรียมตัวอย่าง; B-C, การปรากฏของซากดึกดำบรรพ์ขนาดจุลภาค; D-G, ตัวอย่างฟอรัมมินิเฟอร์ขนาดเล็ก; H-L, ตัวอย่างหอยมอลลัสขนาดเล็ก. สเกลบาร์ของ D-L เท่ากับ 0.1 มิลลิเมตร

## บทที่ 5

### สรุปและอภิปราย

ผลที่ได้จากการศึกษาสภาพแวดล้อมของที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างสมัยโฮโลซีน โดยการวิเคราะห์นิเวศวิทยาออสตราคอดจากตะกอนเคลย์กรุงเทพ สรุปได้ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการศึกษา

1) ซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอดสมัยโฮโลซีนที่ได้จากตะกอนเคลย์สีเขียวแกมเทา จากบ่อดินจังหวัดสมุทรปราการ จำแนกได้ 14 สปีชีส์ อยู่ใน 1 อันดับ 3 วงศ์ใหญ่ 5 วงศ์ และ 8 สกุล ได้แก่ *Aglaioocypris pellucida*, *Propontocypris bengalensis*, *Propontocypris clara*, *Sinocytheridea impressa*, *Neomonoceratina chena*, *N. bataviana*, *N. columbiformis*, *N. mediterranea mediterranea*, *N. mediterranea malayensis*, *N. iniqua*, *N. delicata*, *Bicornucythere bisanensis*, *Stigmatocythere bona* และ *Keijella gonia*,

2) ออสตราคอดที่พบเป็นกลุ่มที่อาศัยอยู่ในทะเลตื้น พบในมหาสมุทรอินโดจีน จัดเป็นกลุ่มที่พบในเขตศูนย์สูตร ในเขตอินโดแปซิฟิกแถบทะเลจีนใต้

3) บ่อดินที่ทำการศึกษาในจังหวัดสมุทรสาคร มีอายุประมาณ 3,000 ปี อ้างอิงจากอายุที่ได้จากคาร์บอนไอโซโทปของซากวาฬ (3,380 ปี) ที่ฝังอยู่ที่ระดับเดียวกับตัวอย่างที่ 20SS03 ทั้งนี้สภาพแวดล้อมการทับถมของตะกอนก่อนและหลังการทับถมซากวาฬ อยู่ในเขตทะเลตื้น ระดับความลึกประมาณ 20 เมตร มีปริมาณตะกอนมาก น้ำขุ่น ความเค็มของน้ำทะเลมากกว่า 25 ppt ถึงความเค็มปกติ การทับถมเกิดในบริเวณปากแม่น้ำหรือบริเวณรอยต่อระหว่างปากแม่น้ำและทะเล

4) ตัวอย่างตะกอนจากหลุมเจาะ DH27 จังหวัดสุพรรณบุรี มีลักษณะเป็นตะกอนเนื้อหยาบสีดำและมีซากอินทรีย์สาร ไม่พบออสตราคอด

5) ตัวอย่างตะกอนจากบ่อดิน จังหวัดปทุมธานี มีลักษณะเนื้อละเอียดสีน้ำตาล ถึง น้ำตาลเข้มละสีเทา พบเศษออสตราคอดน้อย และไม่สามารถจำแนกได้

6) ตะกอนเคลย์กรุงเทพซึ่งวางตัวอยู่ลึกลงไปจากหน้าดินของที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง เป็นตะกอนทะเลที่ทับถมในสมัยโฮโลซีน ซึ่งเป็นผลเกิดจากการเพิ่มระดับน้ำทะเลปานกลาง และการรุกของน้ำทะเลเข้าไปในแผ่นดิน โดยมีหลักฐานสำคัญคือการค้นพบซากดึกดำบรรพ์ของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในทะเล ในพื้นที่ต่าง ๆ ของ

ที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง ประกอบกับหลักฐานด้านเรณูวิทยาซึ่งสามารถใช้ระบุขอบเขตชายฝั่งโบราณ และ ลักษณะสังคมพืชในอดีต ซึ่งการศึกษาสภาพแวดล้อมของการทับถมตะกอนในแต่ละพื้นที่ ทำให้ได้ข้อมูลเชิงลึก ในแต่ละตำแหน่งสำรวจเท่านั้น ยังไม่สามารถเชื่อมโยงหรือแปลความหมายทั้งแอ่งได้อย่างสมบูรณ์ ซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอดเป็นหนึ่งในเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาสภาพแวดล้อมโบราณได้

## 5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

1) จากการสำรวจภาคสนามและการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า พื้นที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างถูกปกคลุมด้วยตะกอนทางน้ำของยุคปัจจุบัน ตะกอนดังกล่าวมีความหนาในแต่ละบริเวณต่างกัน ประกอบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินหลากหลายรูปแบบอาจเป็นอุปสรรคต่อการเข้าถึงพื้นที่และการเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้ การศึกษาลำดับชั้นตะกอนสมัยโฮโลซีนมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเจาะเก็บตัวอย่างในแนวตั้งอย่างเป็นระบบ และต้องมีการหาอายุที่แท้จริงของตะกอนในแต่ละระดับ รวมทั้งต้องเก็บข้อมูลในพื้นที่โดยรอบเพื่อเทียบสัมพันธ์ด้านข้าง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลปานกลางในสมัยโฮโลซีน ทำให้มีการทับถมตะกอนระหว่างการรุกและการถอยถอย ซึ่งทำให้ลำดับชั้นตะกอนในแต่ละบริเวณแตกต่างกันออกไป

2) การศึกษาสภาพแวดล้อมของการทับถมตะกอนสมัยโฮโลซีน ควรมีการบูรณาการระหว่างการศึกษาตะกอนและซากดึกดำบรรพ์หลายชนิด ไม่ควรแยกศึกษาเฉพาะเรื่อง ข้อมูลที่ได้ควรมาจากตำแหน่งศึกษาเดียวกัน ระดับความลึกเดียวกัน ซึ่งจะช่วยให้การแปลความหมายสมบูรณ์มากขึ้น

3) จากการทบทวนวรรณกรรมวิจัยพบว่ามีเทคนิคอื่น ๆ อาทิ ด้านชีวเคมีและธรณีเคมี ที่สามารถประยุกต์กับซากดึกดำบรรพ์ออสตราคอดและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในสมัยโฮโลซีนได้

4) ซากดึกดำบรรพ์ฟอสเฟตขนาดเล็ก ไดอะตอมและหอยมอลลัส จากบ่อดินจังหวัดสมุทรปราการ มีจำนวนมากและน่าสนใจสำหรับการศึกษาด้านความหลากหลายทางชีวภาพ นิเวศวิทยา และการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม

## เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี. 2550. ธรณีวิทยาประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2 ฉบับปรับปรุง. โรงพิมพ์ดอกเบญจ  
กรุงเทพฯ. 628 หน้า.
- กรมทรัพยากรธรณี. อินเทอร์เน็ต. ไชยปริศนาอายุ“วาฬอำแพง” บ่งชี้ 3,380 ปีก่อน“บ้านแพ้ว”เป็นทะเล  
[http://www.dmr.go.th/ewtadmin/ewt/dmr\\_web/download/article/article\\_20210127154529.pdf](http://www.dmr.go.th/ewtadmin/ewt/dmr_web/download/article/article_20210127154529.pdf)
- วิมเนศ ทรงธรรม ปาริชาติ กรวยนอก และสุพรรณิ โชคคุณ. 2560. การศึกษาวิจัยธรณีวิทยาโครงการ  
ศึกษาวิจัยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตพื้นที่เมืองโบราณอู่ทอง อำเภออู่ทอง  
จังหวัดสุพรรณบุรี. กรมทรัพยากรธรณี. 33 หน้า.
- วิมเนศ ทรงธรรม นุชนารถ จันทร์พิทักษ์ และผกาภาส หลีกสกุล. 2556. รายงานการวิจัยธรณีวิทยา  
โครงการวิจัยซากดึกดำบรรพ์ในชั้นตะกอนบริเวณแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง พื้นที่โครงการแก้มลิง  
บึงลาดน้ำเตียน บ้านดอนกุ่ม ตำบลกระเจัน อำเภออู่ทอง พื้นที่บ่อดินบ้านบางกุ้ง ตำบลบางกุ้ง  
อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี และหลุมเจาะ DH27 วัดม่วง ตำบลเจดีย์ อำเภออู่ทอง จังหวัด  
สุพรรณบุรี. กรมทรัพยากรธรณี. 66 หน้า.
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. 2546. ข้อมูลสภาพดินบริเวณลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง, พิมพ์ครั้งที่ 2.  
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานทรัพยากรธรณี เขต 3 ปทุมธานี. 2557. รายงานผลการดำเนินโครงการวิจัยซากดึกดำบรรพ์ใน  
ชั้นตะกอนบริเวณแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง พื้นที่อู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี. กรมทรัพยากรธรณี.  
162 หน้า.
- Alberti, M., Hethke, M., Fürsich, F. T. and Liu, C. 2013. Macro- versus microfauna:  
resolution potential of bivalves, gastropods, foraminifera and ostracods in  
reconstructing the Holocene palaeoenvironmental evolution of the Pearl River  
delta, China. *Palaeobio Palaeoenv.* 93: 32-353. DOI 10.1007/s12549-012-0101-9
- Armstrong, W. and Brasier, M. 2005. *Microfossils*. Second edition. Blackwell Pub, Malden.
- Boomer, I. and Eisenhauer, G. 2002. Ostracod faunas as palaeoenvironmental Indicators  
in marginal marine environments. *The Ostracoda: Applications in Quaternary  
Research Geophysical Monograph* 131: 135-149.
- Boomer, I., Horne, D., and Slipper, I. J. 2003. The use of ostracods in paleoenvironmental  
studies, or what can you do with an ostracod shell? *Paleontological Society  
Papers.* 9: 153-180.

- Choowong, M. 2011. Quaternary. In M. F. Ridd, A. J. Barber, M. J. Crow (eds.) *The Geology of Thailand*. The Geological Society London.
- Frenzel, P. and Boomer, I. 2005. The use of ostracods from marginal marine, brackish waters as bioindicators of modern and Quaternary environmental change. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 225: 68– 92
- Frenzel, P., Ewald, J. and Pint, A. 2016. Salinity-dependent sieve pore variability in *Cyprideis torosa*: an experiment. *Journal of Micropalaeontology*. 36: 57-62. <https://doi.org/10.1144/jmpaleo2016-009>.
- Geyh, M. A., Kudrass, H. R., and Streif, H., 1979, Sea level changes during the Late Pleistocene and Holocene in the Strait of Malacca, *Nature*, no. 278, p. 441-443.
- Hanebuth, T. J. J. and Stattegger, K., 2004, Depositional sequences on a Late Pleistocene-Holocene tropical siliclastic shelf (Sunda Shelf, Southeast Asia), *Journal of Asian Earth Sciences*, no. 23, p. 113-126.
- Hanebuth, T. J. J., Stattegger, K., and Grootes, P. M., 2000, Rapid flooding of the Sunda Shelf: a late glacial sea level record, *Science*, no. 288, p. 1033-1035.
- Hong, Y., Yasuhara, M., Iwatani, H. and Mamo, B. 2019. Baseline for ostracod-based northwestern Pacific and Indo-Pacific shallow-marine paleoenvironmental reconstructions: ecological modeling of species distributions. *Biogeosciences*, 16, 585–604. Doi: <https://doi.org/10.5194/bg-16-585-2019>
- Horne, D., Cohen, A. and Marten, K. 2002. Taxonomy, morphology and biology of Quaternary and living ostracoda. *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research Geophysical Monograph* 131. 5-36.
- Hussain, S. M., Elakkiya, P., Elumalai, K., Jonathan, M. J. and Nagarajan, R. 2013. Evidences for Extreme Wave Events in Velanganni Coast, Southeast of India. *Boletin de la Sociedad Geologica Mexicana*. 65 (1): 201-205.
- Hutangkura T. 2012. Pollen Analysis of the Holocene Sedimentary Sequences from the Lower Central Plain of Thailand and Its Implications for Understanding Palaeo-environmental and Phytogeographical Changes. Thesis (Ph.D.), Ecole Doctorale 86, Lettres, Arts et Sciences Humaines, Université de Nice Sophie Antipolis.
- Khadraoui, A., Zaïbi, C., Carbonel, P., Bonnin, J. and Kamoun, F. 2019. Ostracods and mollusks in northern Sfax coast: reconstruction of Holocene paleoenvironmental

- changes and associated forcing. *Geo-Marine Letters*. 39:313–336.  
<https://doi.org/10.1007/s00367-019-00576-0>
- Metcalfe, I. 2017. Tectonic Evolution of Sundaland. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*. 63: 27-60.
- Montenegro, M. E., Puglises, N. and Sciuto, F. 2004. Shallow water ostracods near the Mae Khlong river mouth (NW Gulf of Thailand). *Bollettino della Societa Paleontologica Italiana*. 43(1-2): 225-234.
- Moore, T. A. and Shearer, J. C. 2003. Peat/coal type and depositional environment-are they related? *International Journal of Coal Geology*. 56: 233-252.
- Morley, C. K., Chausiri, P. and Watkinson, I. M. 2011. Structural geology of Thailand during the Cenozoic. In M. F. Ridd, A. J. Barber, M. J. Crow (eds.) *The Geology of Thailand*. The Geological Society London.
- Negri, M. P. 2009. An experimental mapping method by means of fossil mollusk faunas: the Holocene Thaigulf. *Bollettino della Societa Paleontologica Italiana*, 48(1): 41-50.
- Niyama, S., Tanaka, G., Komatsu, T., Doan, H.G., Nguyen, H.B., Trinh, H.T., Nguyen, T.M., 2019. Holocene ostracod assemblages from the Co To Islands, northeastern Vietnam. *Journal of Micropalaeontology* 38, 97–111.
- Quanhong, Z. and Whatley, R. 1989. Recent Podocopid Ostracoda of the Sedili River and Jason Bay, Southeastern Malay Peninsula. *Micropaleontology*. 35(2): 168-187
- Rau, J. L. and Nutalaya, P. 1983. Geology of the Bangkok Clay, *Geological Society of Malaysia Bulletin*, no. 16, p. 99-116.
- Ridd, M F., Barber, A. J. and Crow, M. J. 2011. Introduction to the geology of Thailand. In M. F. Ridd, A. J. Barber, M. J. Crow (eds.) *The Geology of Thailand*. The Geological Society London.
- Robba, E., Chaimanee, N., Dheeradilok, P., Jongkanjanasontorn, Y., Piccoli, G, and Boyd, A. P. 1993. Late Quaternary Mollusca communities from the Bangkok Clay, Thailand. In international Symposium on Biostratigraphy of mainland Southeast Asia: Facies and Paleontology. 31 Jan-5 Feb 1993, Chiangmai Thailand. 427 - 437.
- Sathiamurthy, E. and Voris, H. K. 2006. Maps of Holocene sea level transgression and submerged lakes on the Sunda sheft, *The National History Journal of Chulalongkorn University*, supplement 2, p. 1-44.

- Sinsakul, S. 2000. Late Quaternary geology of the lower central plain, Thailand, *Journal of Asian Earth Sciences*. 18: 415-426.
- Songtham, W., Watanasak, M., Insai, P., 2000. Holocene marine crabs and further evidence of a sea-level peak at 6,000 years BP in Thailand. In: *The Comprehensive Assessments on Impacts of Sea-Level Rise. Proceedings of the Thai-Japanese Geological Meeting, Department of Mineral and Resources, Thailand*, pp. 89–97.
- Songtham, W., Musika, S., Mildenhall, D. C., Cochran, U. A. and Kojevnikova, D. 2015. Development of the lower central plain of Thailand with history of human settlements: evidence from pollen, spore and diatoms. *Journal of Geological Resources and Engineering*, 2: 98-107.
- Supajanya, T. 1981. Delineation of the regression shorelines in the lower Chao Phraya Plain. *Proceedings of the Seventeenth Session, Committee for Coordination of Joint Prospecting for Mineral Resources*, 232-237.
- Tanabe, S., Saito, Y., Sato, Y., Suzuki, Y., Sinsakul, S., Tiypairach, S., and Chaimanee, N., 2003. Stratigraphy and Holocene evolution of the mud-dominated Chao Phraya delta, Thailand. *Quaternary Science Reviews* 22: 789-807.
- Wang, H., Zhang, H., Cao, M. and Horne, D. J. 2018. Holocene Ostracods from the Hang Hau Formation in Lei Yue Mun, Hong Kong, and their palaeoenvironmental implications. *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology*. 43:2, 320-333, DOI: 10.1080/03115518.2018.1511830
- Yamada, K., Terakura, M., Tsukawaki, S., 2014. The impact on bottom sediments and ostracods in the Khlong Thom River mouth following the 2004 Indian Ocean tsunami. *Paleontological Research* 18(2), 104–117.
- Zangger, E. and Malz, H. 1989. Late Pliocene, Holocene, and Recent ostracod from the Gulf of Argos, Greece. *Cour. Forsch-Int. Senckenberg*, 113: 159-175.



## ประวัตินักวิจัย

นางสาวอานิสงส์ จิตนารินทร์ เกิดเมื่อวันที่ 11 กรกฎาคม พ.ศ.2521 ที่จังหวัดเชียงใหม่ จบการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ธรณีวิทยา) จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในปี พ.ศ.2542 เริ่มต้นทำงานในตำแหน่งนักวิชาการสิ่งแวดล้อม (เหมืองแร่) และตำแหน่งนักวิจัยระหว่าง พ.ศ. 2542-2545 จากนั้นจึงศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา และสำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยาสิ่งแวดล้อม) จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในปี พ.ศ. 2548 ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (ชีววิทยาสิ่งแวดล้อม) จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในปี พ.ศ. 2553 และ Docteur de l'Université Paris VI (Geosciences et Ressources Naturelles) จาก University Pierre & Marie Curie ประเทศฝรั่งเศส ในปี พ.ศ. 2553 ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมธรณี สาขาวิชาเทคโนโลยีธรณี สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีความสนใจด้านตะกอนวิทยา บรรพชีวินวิทยาและการลำดับชั้นหิน

