



พัฒนาการของที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของระดับทะเลที่เกี่ยวข้องกับการตั้งถิ่นฐานของชุมชนทวารวดีในช่วงสมัยโฮโลซีน

วิชนเศ ทรงธรรม¹ สุมาลี มุลิกา¹ คเชนทร์ เหนียวสุภาพ² Dallas C. Mildenhall³, Ursula A. Cochran³ และ Darya Kojevnikova⁴

¹สถาบันวิจัยไม้กลายเป็นหินและทรัพยากรธรณีภาคตะวันออกเฉียงเหนือฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

²สำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 3 (ปทุมธานี) กรมทรัพยากรธรณี

³GNS Science, Lower Hutt, New Zealand

⁴Azerbaijan National Academy of Sciences, Institute of Geology, Azerbaijan

E-mail: wickanet@gmail.com

ความย่อ

ที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างของประเทศไทย มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบลุ่มต่ำในเขตภาคกลางที่ถูกล้อมรอบด้วยแนวเทือกเขาทางด้านตะวันตก ด้านเหนือ และด้านตะวันออก ส่วนทางด้านใต้เป็นแนวชายฝั่งทะเลอ่าวไทย มีลักษณะเป็นแอ่งสะสมตะกอนที่มีตะกอนยุคควอเทอร์นารีสะสมตัวเป็นชั้นหนามากกว่า 2,000 เมตร อย่างไรก็ตามในการศึกษาในที่นี้จะจำกัดเฉพาะชั้นตะกอนดินเคลย์กรุงเทพที่เป็นดินเคลย์ทะเลเนื้ออ่อนสีเทาเข้มถึงสีดำ ที่ถูกขนาบด้วยชั้นพีทบาง ๆ และชั้นตะกอนธารน้ำไหล ชั้นดินเคลย์กรุงเทพนี้มีความหนาประมาณ 25 เมตรบริเวณส่วนกลางของแนวชายฝั่งทะเลปัจจุบันและสืบลงไปหาขอบแอ่งทางด้านตะวันตก ด้านเหนือ และด้านตะวันออก ก่อให้เกิดชั้นดินเคลย์สีเทาเข้มที่มีรูปร่างคล้ายครึ่งหนึ่งของรูปเลนส์

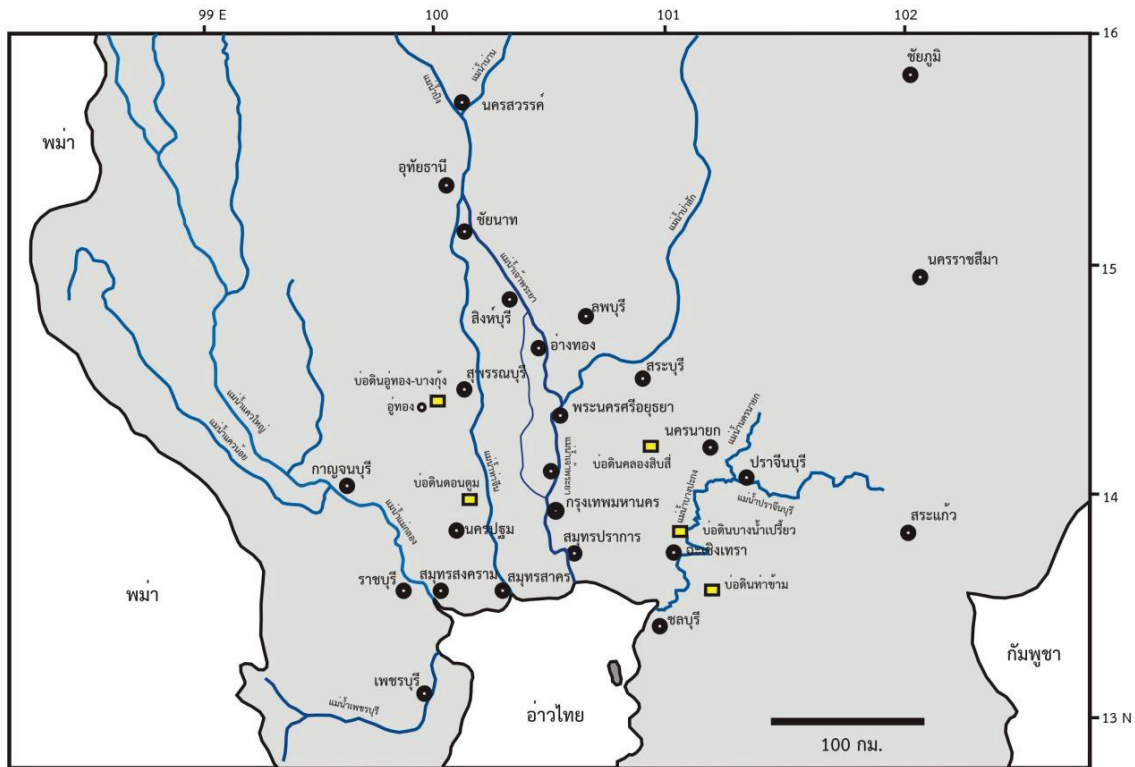
ในชั้นดินเคลย์กรุงเทพพบเศษซากอินทรีย์ที่หลากหลายทั้งซากสัตว์มีกระดูกสันหลัง ซากสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ซากพืช และซากสาหร่ายจุลภาค ในการศึกษาในที่นี้ได้ประยุกต์ใช้เรณูวิทยาซึ่งได้พบทั้งซากละอองเรณู สปอร์ และรวมถึงไดอะตอมด้วย ละอองเรณูและสปอร์ที่พบเป็นของพืชหลากหลายกลุ่ม เช่น แสม ชะคราม วงศ์หูกวาง วงศ์กวก วงศ์ขมิพู่ สนไพน์ วงศ์หญ้า วงศ์โกกงาง ลำพู-ลำแพน ตะบูน-ตะบัน พรงทะเล เฟินวงศ์โซน และ ลำเท็ง นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ทางเรณูวิทยายังได้พบซากของไดอะตอมชายฝั่งทะเลด้วย ได้แก่ *Diploneis elliptica*, *Tryblionella cocconeiformis*, *Coscinodiscus radiatus*, *Nitzschia* sp., *Tryblionella* cf. *compressa*, *Coscinodiscus* sp., *Paralia sulcata*, *Actinocyclus* sp., *Triceratium reticulum*, *Surirella* sp., *Cocconeis costata*, และ *Thalassiosira* sp. ดังนั้นตะกอนดินเคลย์กรุงเทพจึงเกิดจากการตกสะสมตัวบริเวณเขตระหว่างน้ำขึ้นสูงสุดกับน้ำลงต่ำสุด และบริเวณใต้ระดับน้ำลงต่ำสุดที่เป็นส่วนของแนวน้ำตื้น ภายใต้สภาพแวดล้อมแบบเขตร้อนชื้น ชั้นดินเคลย์กรุงเทพถูกขนาบด้วยชั้นพีทบาง ๆ ทั้งทางด้านล่างและทางด้านบนซึ่งพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่องจากการสะสมตัวของเศษซากอินทรีย์ตามแนวชายฝั่ง ชั้นพีทด้านล่างเกิดขึ้นในขณะที่เกิดการหนุนของน้ำทะเลในช่วงปลาย

ของสมัยไพลสโตซีนจนถึงช่วงต้นของสมัยโฮโลซีน (ประมาณ 8,000-7,000 ปีที่แล้วมา) ส่วนชั้นพีทด้านบนเกิดขึ้นในเวลาที่น้ำทะเลถอยร่นระหว่างช่วงต้นสมัยโฮโลซีนจนมาถึงปัจจุบัน การขยับของแนวป่าชายเลนทั้งในช่วงน้ำทะเลหนุนและในช่วงน้ำทะเลถอยร่นนั้นถูกบันทึกไว้ในรูปของชั้นพีททั้งสองชั้นตามการเปลี่ยนแปลงของระดับทะเล ชั้นดินเคลย์เนื้อแน่นมีเนื้อเป็นจุดประสีน้ำตาลแดงที่รองรับชั้นพีทด้านล่างนั้นไม่พบหลักฐานทางธรณีวิทยาใดๆ ขณะที่ชั้นดินเคลย์เนื้อทรายแป้งสีเทาที่วางตัวปิดทับชั้นพีทด้านบนนั้นเกิดจากการตกสะสมตัวในระบบธารน้ำไหลและทะเลสาบตามการถอยร่นของน้ำทะเลโดยมีการพบซากเรณูสัณฐานของพืชบก รวมถึงพืชในหนองน้ำจืด ละอองเรณูและสปอร์ที่พบได้แก่ กูดเขากวาง มะพร้าว กก ผักบัว เทียนน้ำ แพงพวย ตะแบก-อินทนิล หล้า ผักแพว ฐุภาชี บัวสาย และ กระผดทงู

แม้ว่าที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างจะพัฒนาขึ้นมาภายหลัง 8,000-7,000 ปีที่แล้ว แต่ก็ยังไม่พบหลักฐานการตั้งถิ่นฐานของชุมชนมนุษย์เลยจนกระทั่งประมาณ 2,000 ปีที่แล้วที่พบหลักฐานของชุมชนทวารวดีจากตามแนวชายฝั่งทะเลที่มีอายุประมาณ 8,000-7,000 ปีขึ้นไปบนผืนแผ่นดิน โดยในช่วงเวลาดังกล่าวน้ำทะเลได้ถอยร่นไปอยู่ใกล้ระดับปัจจุบันแล้ว และได้ทิ้งไว้เป็นผืนแผ่นดินที่มีสภาพเป็นพื้นที่ป่าพุ่มที่หนาแน่นไปด้วยพืชล้มลุกจำพวกกกและธูปฤาษีโดยไม่พบหลักฐานการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์เลย งานวิจัยชิ้นนี้พบว่าหลักฐานจากซากละอองเรณูและสปอร์รวมถึงไดอะตอมด้วยนั้นเป็นหลักฐานที่มีความสำคัญที่สามารถใช้ในการแยกแยะตะกอนธารน้ำไหลออกจากตะกอนทะเลได้ ทำให้สามารถศึกษาประวัติการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลที่มีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับการตั้งถิ่นฐานชุมชนมนุษย์ อย่างไรก็ตาม การศึกษาอายุของชั้นพีททั้งสองอย่างละเอียดถือเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งและอายุของแนวชายฝั่งทะเลเพื่อให้เข้าใจถึงการพัฒนาของพื้นที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างและประวัติการตั้งถิ่นฐานของผู้คนในอดีต

1. บทนำ

พื้นที่ที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง (Sinsakul, 2000) เป็นพื้นที่ราบกว้างใหญ่มีขนาดพื้นที่ประมาณ 10,400 ตารางกิโลเมตร กว้างที่สุดในแนวตะวันตก-ตะวันออกผ่านจังหวัดนครปฐมและจังหวัดฉะเชิงเทราเป็นระยะทางประมาณ 180 กิโลเมตร ในแนวเหนือใต้มีความลาดประมาณน้อยกว่า 4 เมตรต่อระยะทาง 100 กิโลเมตร (Tanabe *et al.*, 2003) จากจังหวัดชัยนาทซึ่งมีระดับพื้นที่ประมาณ 15 เมตรเหนือระดับทะเล ลาดเอียงเทลงไปทางใต้จนมีระดับ 2.5 เมตรที่จังหวัดอยุธยา และลาดต่ำลงเหลือระดับ 1.5 เมตรที่กรุงเทพมหานครต่อเนื่องลงไปสู่ทะเลที่อ่าวไทยมีระยะทางทั้งสิ้นประมาณ 200 กิโลเมตร รวมพื้นที่ราบประมาณ 36,000 ตารางกิโลเมตรที่มีแนวเทือกเขาล้อมรอบทางด้านตะวันตกและด้านตะวันออก ด้านเหนือมีลักษณะของภูเขาลูกโดดๆเรียงเป็นแนว ส่วนทางด้านใต้ติดทะเลอ่าวไทย จึงมีลักษณะเป็นแอ่งที่ต่อเนื่องกับทะเล



รูปที่ 1 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งเมืองหลัก แม่น้ำสายหลัก และตำแหน่งบ่อดินที่ใช้เก็บตัวอย่างดินในการศึกษาทางเรณูวิทยา

พื้นที่มีระบบระบายน้ำด้วยแม่น้ำสายหลัก 4 สาย มีแม่น้ำเจ้าพระยาที่รวบรวมน้ำจากแม่น้ำปิงและแม่น้ำน่านที่ไหลมาบรรจบกันที่จังหวัดนครสวรรค์ แล้วไหลลงใต้ผากกลางพื้นที่ผ่านจังหวัดอยุธยาและกรุงเทพมหานครและไหลลงทะเลอ่าวไทยที่ปากน้ำสมุทรปราการ ด้านตะวันตกมีแม่น้ำแม่กลองที่รับน้ำจากแม่น้ำแควใหญ่และแม่น้ำแควน้อยที่จังหวัดกาญจนบุรี ไหลผ่านจังหวัดราชบุรี และไหลลงทะเลอ่าวไทยที่จังหวัดสมุทรสงคราม ระหว่างแม่น้ำแม่กลองกับแม่น้ำเจ้าพระยา มีแม่น้ำท่าจีนที่ไหลแยกออกจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดอุทัยธานี ไหลผ่านจังหวัดชัยนาท จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม แล้วไหลลงทะเลอ่าวไทยที่จังหวัดสมุทรสาคร ส่วนทางด้านตะวันออกมีแม่น้ำบางปะกงซึ่งมีต้นกำเนิดจากแม่น้ำนครนายกกับแม่น้ำปราจีนบุรีที่ไหลมาบรรจบกันที่จังหวัดปราจีนบุรี ไหลผ่านจังหวัดฉะเชิงเทราแล้วไหลลงทะเลอ่าวไทยที่อำเภอบางปะกงของจังหวัดฉะเชิงเทรา (รูปที่ 1) นอกจากนี้แม่น้ำสายหลักทั้งสี่ดังกล่าวแล้วยังมีแม่น้ำสายย่อย ๆ อีกหลายสายประกอบกันเป็นระบบทางน้ำของพื้นที่ที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างที่ก่อให้เกิดน้ำเอ่อล้นฝั่งท่วมพื้นที่กว้างในช่วงฤดูมรสุมของทุกปีก่อให้เกิดตะกอนน้ำท่วมพอกพูนหนาขึ้นทุกปีอย่างต่อเนื่องกว่า 1,000 ปีมาแล้ว

พื้นที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างนี้มีประวัติการกำเนิดย้อนหลังไปหลายพันปี โดยมีประวัติเคยอยู่ใต้น้ำทะเลมาก่อนและเมื่อน้ำทะเลได้ถอยร่นออกไปผืนแผ่นดินก็โผล่พื้นน้ำทะเลขึ้นมาเป็นพื้นที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างที่กว้างใหญ่ที่มนุษย์ได้เข้าไปตั้งถิ่นฐาน ทั้งนี้ การปรากฏของผืนแผ่นดินกับการเข้าครอบครองตั้งถิ่นฐานชุมชน มีบริบทต่างวาระต่างสถานที่ที่น่าสนใจ โดยงานวิจัยชิ้นนี้ได้ตั้งศาสตร์ทางเรณูวิทยาเข้ามาประยุกต์เพื่อตอบประเด็นปัญหาต่างๆ อย่างเป็นวิทยาศาสตร์

2. ผลงานวิจัยที่มีผู้ศึกษามาก่อน

พื้นที่ที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างมีลักษณะเป็นแอ่งสะสมตะกอน เรียกว่า แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง ถือเป็นส่วนหนึ่งของไหล่ทวีปซุนดา (Sunda shelf) ซึ่งเป็นผืนแผ่นดินที่จมตัวอยู่ใต้ทะเลต่อเนื่องมาจากผืนแผ่นดินใหญ่ของทวีปเอเชียทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ ไหล่ทวีปนี้แผ่กระจายตัวกว้างขวางครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของหมู่เกาะซุนดาตั้งแต่บอร์เนียว ชวา และสุมาตรา รวมไปถึงไหล่ทวีปน้ำตื้นของทะเลจีนใต้ ชายฝั่งทะเลกัมพูชา คาบสมุทไทย-มาเลเซีย สิงคโปร์ บอร์เนียว ชายฝั่งทะเลอินโดนีเซีย ไทย และเวียดนาม ไหล่ทวีปนี้มีลักษณะเป็นชั้นตะกอนหนาและมีความลาดเอียงน้อย (Hanebuth and Stattegger, 2004) โดยได้โผล่ให้เห็นในช่วงยุคน้ำแข็งครั้งสุดท้ายเมื่อระดับทะเลลดต่ำลงไปอยู่ที่ระดับต่ำกว่าระดับทะเลปัจจุบันประมาณ 116 เมตร (Geyh *et al.*, 1979; Hanebuth *et al.*, 2000; Hesp *et al.*, 1995) ไหล่ทวีปที่โผล่พ้นระดับทะเลนี้เกิดเป็นผืนแผ่นดินกว้างใหญ่ (Sunda Land) ต่อเนื่องมาจากผืนแผ่นดินใหญ่เอเชียลงไปจนถึงบอร์เนียว ชวา และสุมาตรา (Sathiamurthy and Voris, 2006)

ช่วงยุคน้ำแข็งครั้งสุดท้าย (last glacial maximum) มาสิ้นสุดลงเมื่อประมาณ 21,000 ปีที่แล้ว หลังจากนั้นระดับทะเลได้เริ่มเพิ่มระดับอย่างช้าๆจากระดับ 116 เมตรใต้ระดับทะเลปัจจุบัน ด้วยอัตราการเพิ่มขึ้น 0.1 เมตร/100 ปี และขึ้นมาที่ระดับ 114 เมตรใต้ระดับทะเลปัจจุบันเมื่อ 19,000 ปีที่แล้ว การเพิ่มขึ้นดำเนินไปอย่างต่อเนื่องโดยมีอัตราที่แปรเปลี่ยนไปบ้าง จาก 10,000 ปีที่แล้วที่ระดับทะเลอยู่ที่ 51 เมตรใต้ระดับทะเลปัจจุบันไปยืนอยู่ที่ระดับปัจจุบันเมื่อ 6,000 ปีที่แล้ว และได้เพิ่มขึ้นไปอยู่ที่ 5 เมตรเหนือระดับทะเลปัจจุบันที่รู้จักกันว่า ระดับทะเลสูงสุดกลางสมัยโฮโลซีน (mid-Holocene highstand) หลังจากนั้นระดับทะเลได้ลดลงอย่างต่อเนื่องจนมาถึงระดับปัจจุบันเมื่อประมาณ 1,000 ปีที่แล้ว (Sathiamurthy and Voris, 2006)

สำหรับในพื้นที่แอ่งเจ้าพระยาตอนล่างนั้น ระดับทะเลสูงสุดกลางสมัยโฮโลซีนทำให้พื้นที่มีสภาพเป็นทะเลตื้นเป็นลักษณะของอ่าวอูยูยาเมื่อประมาณ 8,000 ถึง 7,000 ปีที่ผ่านมา หลังจากนั้นระดับทะเลได้ถอยร่นลงใต้จนเกิดเป็นพื้นที่ราบดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำที่พบเห็นในปัจจุบัน (Rau and Nutalaya, 1983; Sinsakul, 2000; Woodroffe, 2000) ทั้งนี้ Tanabe *et al.* (2003) ได้ศึกษาวิวัฒนาการของดินดอนสามเหลี่ยมเจ้าพระยาแล้วพบว่าสามารถแบ่งช่วงการสะสมตัวของตะกอนออกได้เป็น 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะระดับทะเลสูงสุดกลางสมัยโฮโลซีน แนวชายฝั่งอยู่ที่ประมาณ 20 กิโลเมตรทางตอนเหนือของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ระดับทะเลอยู่ที่ประมาณ 2 – 4 เมตรเหนือระดับทะเลปัจจุบัน พบสันทรายแนวหนึ่งยาวประมาณ 30 กิโลเมตรทางตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่เกิดจากกระแสน้ำเลียบชายฝั่งที่นำตะกอนทรายจากดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแม่กลองไปสะสมตัวเกิดเป็นสันทรายนี้

ระยะที่ 2 ระยะนี้อยู่ในช่วงระยะเวลาระหว่าง 7,000 – 3,000 ปีมาแล้ว เกิดเป็นหาดเลนกว้างขวางจากตะกอนดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำแม่กลองและแม่น้ำเจ้าพระยาที่พัฒนารื่นออกไปจากส่วนหัวของอ่าวอูยูยาลงไปทางตอนใต้ หาดเลนนี้ยื่นยาวไปทางตะวันออก ทำให้อ่าวอูยูยาแยกตัวออกจากอ่าวไทยเห็นได้อย่างชัดเจน

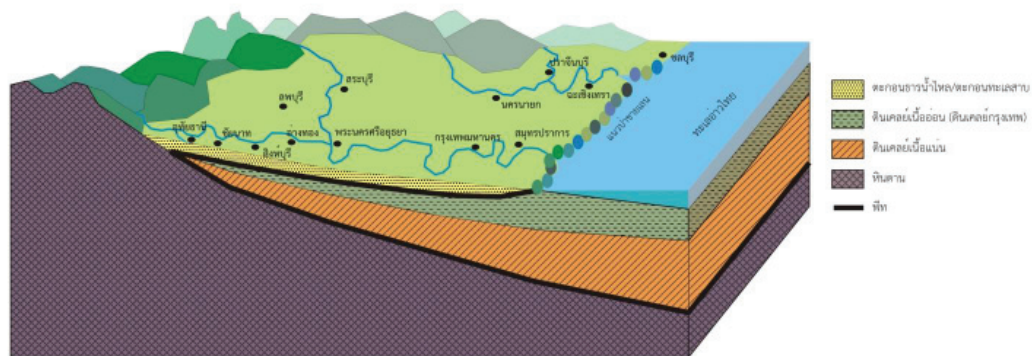
ระยะที่ 3 ระยะนี้อยู่ในช่วงระยะเวลาระหว่าง 3,000 – 2,000 ปีมาแล้ว ช่วงนี้มีการตกสะสมตะกอนอย่างรวดเร็วในอ่าวอูยูยาโดยตะกอนทะเลตื้นและตะกอนดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำและบริเวณชายฝั่งมีป่าชายเลนปกคลุมกว้างขวางในช่วง 2,000 ปีที่แล้ว การเติมของตะกอนเป็นผลเนื่องมาจากการงอกของพื้นที่ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำที่ส่วนหัวของอ่าวอูยูยาและการแผ่ขยายตัวของตะกอนเสนาโนเวคส์ การงอกของตะกอนไป

นอกชายฝั่งของตะกอนเสนานิเวศน์ยังคงดำเนินไปอย่างต่อเนื่องไปจนถึงเกิดดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเจ้าพระยา ในระยะถัดไป (ระยะที่ 4)

ระยะที่ 4 ระยะนี้อยู่ในช่วงระยะเวลาระหว่าง 2,000 ปีจนถึงปัจจุบัน ในระยะนี้มีการงอกของดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำตามแนวชายฝั่งอ่าวไทยอย่างรวดเร็ว หลังจากที่อ่าวอยุธยาถูกตะกอนสะสมตัวจนเต็ม ตะกอนจากแม่น้ำต่าง ๆ ถูกพัดพาโดยตรงไปสะสมตัวตามแนวชายฝั่งทะเลอ่าวไทยอย่างรวดเร็วจนเกิดที่ราบลุ่มดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำในปัจจุบัน

ที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง พัฒนาขึ้นมาจากการถอยร่นของน้ำทะเลมาตั้งแต่ 8,000 – 7,000 ปีที่แล้วจนถึงปัจจุบัน (Tanabe *et al.*, 2003) พัฒนาขึ้นเป็นพื้นที่ราบลุ่มกว้างใหญ่ มีประวัติความเป็นมาของการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มาตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ต่อเนื่องมาจนถึงยุคประวัติศาสตร์ ตั้งแต่สมัยทวารวดี ละโว้ อยุธยา ธนบุรี และรัตนโกสินทร์ สมัยทวารวดีถือเป็นยุคประวัติศาสตร์ที่เก่าแก่ที่สุดในเขตที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง มีหลักฐานเป็นเมืองเก่า และเครื่องมือเครื่องใช้มนุษย์โบราณที่มีความสัมพันธ์กับแนวชายฝั่งทะเลโบราณ (ผ่องศรี วนาสิน และทิวา ศุภจรรยา 2523)

ในปัจจุบัน ตะกอนยุคควอเทอร์นารีในแอ่งเจ้าพระยาตอนล่างมีความหนาได้มากถึง 2,000 เมตร จำแนกออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มด้านล่างเป็นตะกอนกรวดทรายขนาดต่าง ๆ และดินเคลย์ มีความหนาได้มากถึง 2,000 เมตร โดยส่วนด้านบนสุดเป็นดินเคลย์เนื้อแน่นมีสีเทาถึงสีน้ำตาลอ่อน ส่วนใหญ่มีจุดประสีส้มแดงและมีเม็ดเหล็กและแมงกานีส ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วงสมัยไพลสโตซีน และกลุ่มด้านบนเป็นตะกอนดินเคลย์ทะเลสีเทาเข้มถึงสีดำสลับชั้นทรายและทรายแป้ง มีซากดึกดำบรรพ์ทั้งพืชและสัตว์มากมาย ที่เรียกกันว่า ดินเคลย์กรุงเทพ (Bangkok Clay) มีความหนามากที่สุดบริเวณกลางแอ่งหนาประมาณ 25 เมตรแล้วลึบบางไปทางขอบของแอ่ง ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วงสมัยโฮโลซีน (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 ภาพจำลองของพื้นที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง แสดงภาพตัดขวางการลำดับชั้นหิน

3.วิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษา เป็นแหล่งบ่อดินที่มีการขุดดินเพื่อใช้เป็นดินถมชายในเชิงพาณิชย์ ส่วนใหญ่เป็นบ่อขนาดใหญ่และลึกที่สามารถสังเกตเห็นรอยสัมผัสระหว่างชั้นดินเคลย์กรุงเทพกับชั้นตะกอนที่รองรับอยู่ด้านล่างได้ ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินจากชั้นตะกอนด้านล่างขึ้นไปทางด้านบนทุก ๆ ช่วง 20 เซนติเมตร บ่อดินที่ใช้ศึกษาและเก็บตัวอย่างดินอยู่ในเขตจังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐม นครนายก ฉะเชิงเทรา และจังหวัดชลบุรี

ในการศึกษาทางเรณูวิทยา ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการจุลบรรพชีวินวิทยา สถาบันวิจัยไม้กลายเป็นหินและทรัพยากรธรณี เฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา โดยใช้เทคนิคการละลายทางเคมี การเหวี่ยงแยก ส่วน และการกรอง ตัวอย่างดินประมาณ 10 กรัม จะทำการละลายเอาสารประกอบคาร์บอนออกไปด้วยกรดเกลือ (HCl 10%) ละลายสารประกอบซิลิเกตด้วยกรดกัดแก้ว (HF 49%) ละลายฮิวมิกด้วยโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH 5%) จากนั้นผ่านกระบวนการอะซิโตไลซิสเพื่อละลายสารเมือกที่พอกเรณูสัญญาณออกไป แล้วนำไปบรรจุขวดขนาดเล็กที่แช่อยู่ในแอลกอฮอล์บิวทานอล สุดท้ายยัดทำแผ่นสไลด์ถาวรโดยใช้สารยูกิต (eukitt) เป็นสารตัวกลางสำหรับปิดแผ่นกระจกสไลด์เพื่อใช้ศึกษาเรณูสัญญาณภายใต้กล้องจุลทรรศน์และพิสูจน์ชนิดของเรณูสัญญาณต่อไป

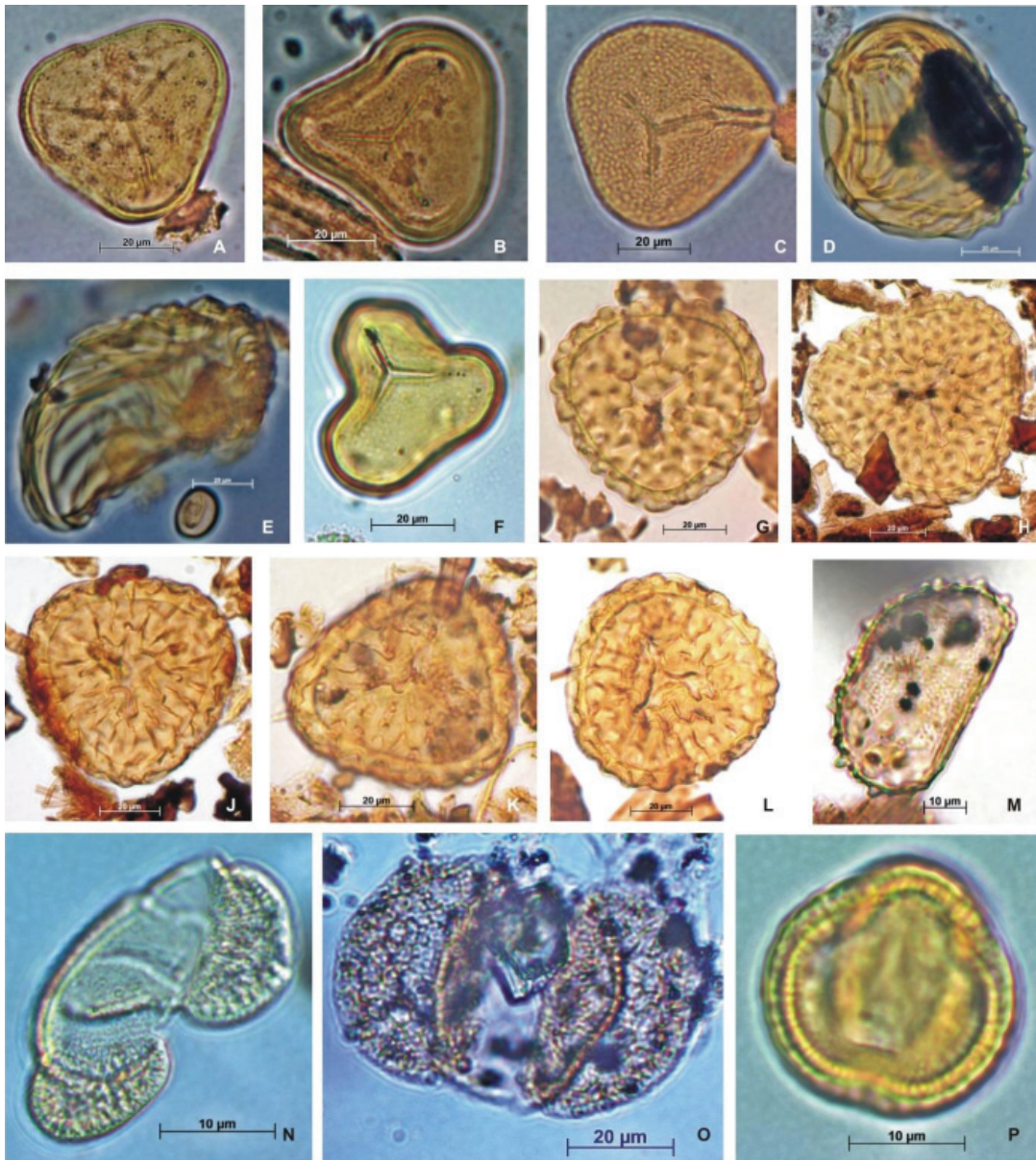
4. ผลการศึกษา

จากการศึกษาทั้งในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการ พบว่าพื้นที่ทั้ง 5 พื้นที่ ประกอบด้วยพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี พื้นที่จังหวัดนครปฐม พื้นที่จังหวัดนครนายก พื้นที่จังหวัดฉะเชิงเทรา และพื้นที่จังหวัดชลบุรี มีลักษณะทางธรณีวิทยาและองค์ประกอบทางเรณูวิทยาที่มีความเกี่ยวข้องต่อเนื่องกัน ที่สามารถเห็นความแปรผันและในแนวตั้งได้ เรณูสัญญาณและไดอะตอมที่ตรวจพิสูจน์ได้มีความสัมพันธ์กันดี กล่าวคือเป็นหลักฐานที่สามารถวิเคราะห์สภาพทางภูมิศาสตร์พืช ภูมิอากาศ และสภาพแวดล้อมในการตกสะสมตัวของตะกอนได้ดี (รูปที่ 3 รูปที่ 4 และรูปที่ 5) โดยสามารถกล่าวแยกออกเป็นแหล่งๆ ได้ดังนี้

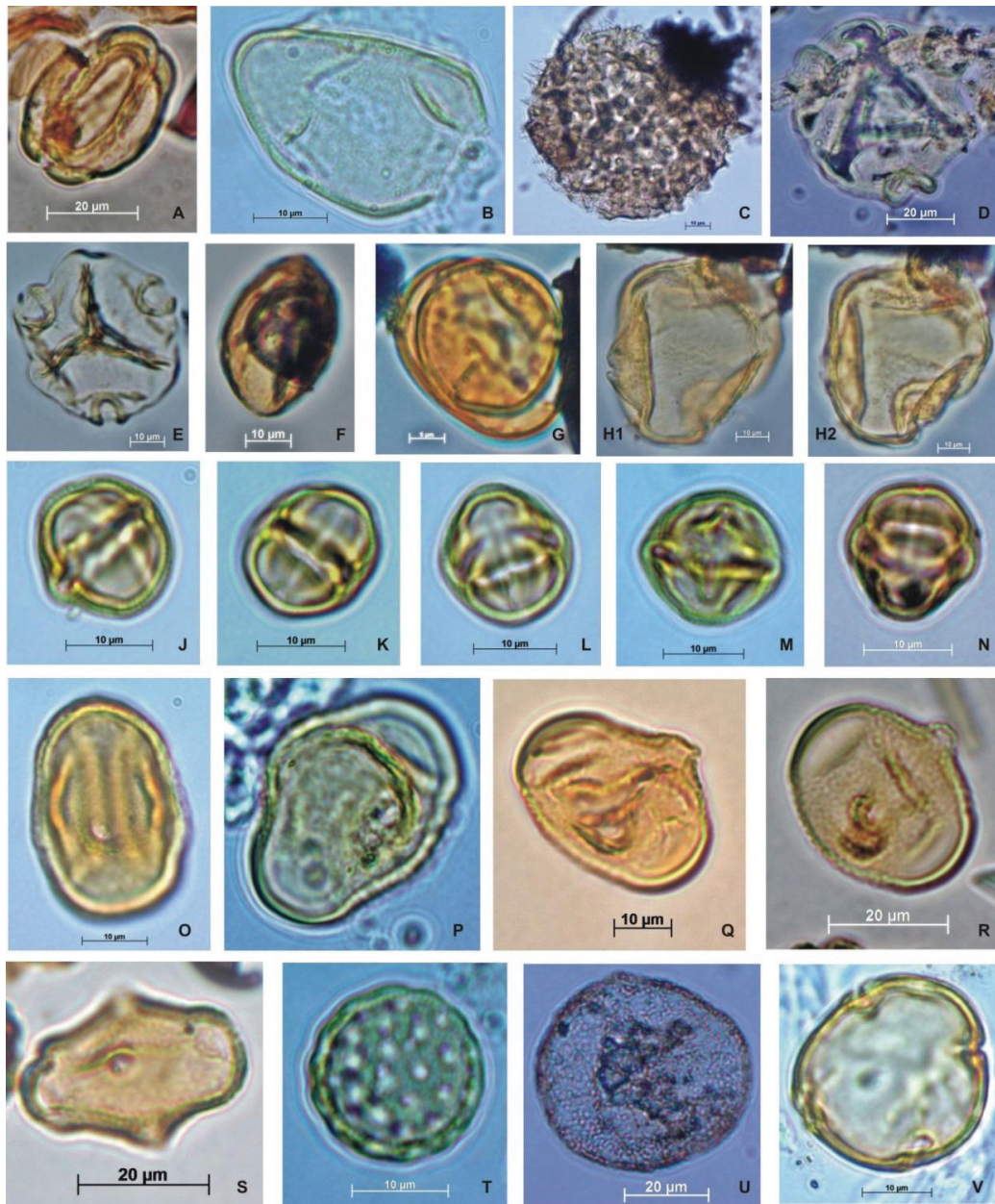
บ่อดินอุ้มทอง-บางกุ้ง

พื้นที่ศึกษาเป็นบ่อดิน 2 แห่ง และหลุมเจาะเก็บตัวอย่างดิน 1 หลุม โดยพื้นที่บ่อดินได้แก่ พื้นที่โครงการแก้มลิงบึงลาดน้ำเตียน บ้านดอนกุ่ม ตำบลกระเจียน อำเภออุ้มทอง จังหวัดสุพรรณบุรี (14° 23' 31.52"N/99° 55' 55.76"E) และบ่อดินบ้านบางกุ้ง ตำบลบางกุ้ง อำเภอเมืองสุพรรณบุรี (14° 27' 33.58"N/100° 1' 24.72"E) ส่วนหลุมเจาะสำรวจนั้นดำเนินการในเขตพื้นที่วัดม่วง (DH27) ตำบลเจดีย์ อำเภออุ้มทอง จังหวัดสุพรรณบุรี (14° 22' 17"N/99° 57' 52.12"E) โดยพบว่า ชั้นตะกอนจากบ่อดินบ้านบางกุ้งเป็นบ่อดินขนาดใหญ่และลึกที่สามารถสังเกตเห็นการลำดับชั้นตะกอนได้อย่างชัดเจน ชั้นด้านล่างเป็นดินเคลย์แข็งสีน้ำตาลแกมเหลือง และมีชั้นตะกอนสีเทาถึงสีเทาเข้ม บางช่วงมีลักษณะเป็นจัดประสีน้ำตาลและสีแดงแกมเหลือง เนื้อดินถูกออกซิไดซ์ พบเรณูสัญญาณน้อย โดยพบเรณูสัญญาณของกูดน้ำ (*Ceratopteris* type) เทียนนา (*Jussiaea* type) ฐุภาชี (*Typha* type) กก (*Cyperaceae* type) และมะพร้าว (*Cocos* type) นอกจากนี้ บริเวณส่วนบนของชั้นตะกอนยังพบซากเปลือกหอยน้ำจืดอีกด้วย ดังนั้น ชั้นตะกอนดินเคลย์สีเทานี้จึงเป็นชั้นตะกอนที่เกิดจากการตกสะสมตะกอนในสภาพแวดล้อมแบบหนองน้ำจืด ชั้นตะกอนบริเวณโครงการแก้มลิงบึงลาดน้ำเตียนนั้น เป็นตะกอนดินเคลย์สีเทา มีเศษซากอินทรีย์มากจำพวกรากและลำต้นของพืช และยังพบซากเปลือกหอยน้ำจืดได้ทั่วไป ได้แก่ หอยโข่ง (*Pila* sp.) หอยขม (*Filopaludina* sp.) หอยกาบ (*Pseudodon* sp.) และหอยไข่ปลา (*Scabies* sp.) ส่วนซากเรณูสัญญาณนั้น ประกอบด้วยเรณูสัญญาณของกูดน้ำ (*Ceratopteris* type) บัวสาย (*Nymphaeae* type) กก (*Cyperaceae* type) เทียนนา (*Jussiaea* type) แพงพวนน้ำ (*Ludwigia* type) ผักบุ้ง (*Ipomoea* type) ผักไผ่ (*Polygonum* type) และตะแบก (*Lagerstroemia* type) ดังนั้นชั้นตะกอนที่โครงการแก้มลิงบึงลาดน้ำเตียนจึงเกิดจากการตกสะสมตัวในสภาพแวดล้อมแบบหนองน้ำจืด โดยเปรียบเทียบกับชั้นตะกอนส่วนบนของบ่อดินบ้านบางกุ้ง

ส่วนตะกอนจากหลุมเจาะจากวัดม่วงนั้น เป็นหลุมเจาะลึกประมาณ 3.6 เมตร แต่ข้อมูลทางธรณีวิทยาที่ได้จะอยู่ระหว่างความลึก 2.8 เมตร ถึง 3.6 เมตร โดยพบว่า ตะกอนดินเคลย์ระหว่างความลึก 3.6 เมตร ถึง 3.2 เมตร โดดเด่นด้วยเรณูสัณฐานของกระฉोटหนู (*Lygodium microphyllum* type) และมีเรณูสัณฐานของลำพู (*Sonneratia* type) ปะปนอยู่เล็กน้อย ส่วนตะกอนดินเคลย์ระหว่างความลึก 3.2 เมตร ถึง 2.8 เมตร จะโดดเด่นด้วยเรณูสัณฐานของลำพู (*Sonneratia* type) และปรัง (*Acrostichum* type) ทำให้กล่าวได้ว่าตะกอนในช่วงความลึกระหว่าง 3.6 เมตรถึง 2.8 เมตรนั้น ตกสะสมตัวในช่วงที่น้ำทะเลหนุนเข้าหาแผ่นดิน และยังคงกล่าวได้ว่าพื้นที่ระหว่างบ่อดินทั้งสองบ่อกับหลุมเจาะสำรวจเป็นแนวชายฝั่งทะเลในช่วงที่มีการหนุนของน้ำทะเลสูงสุด



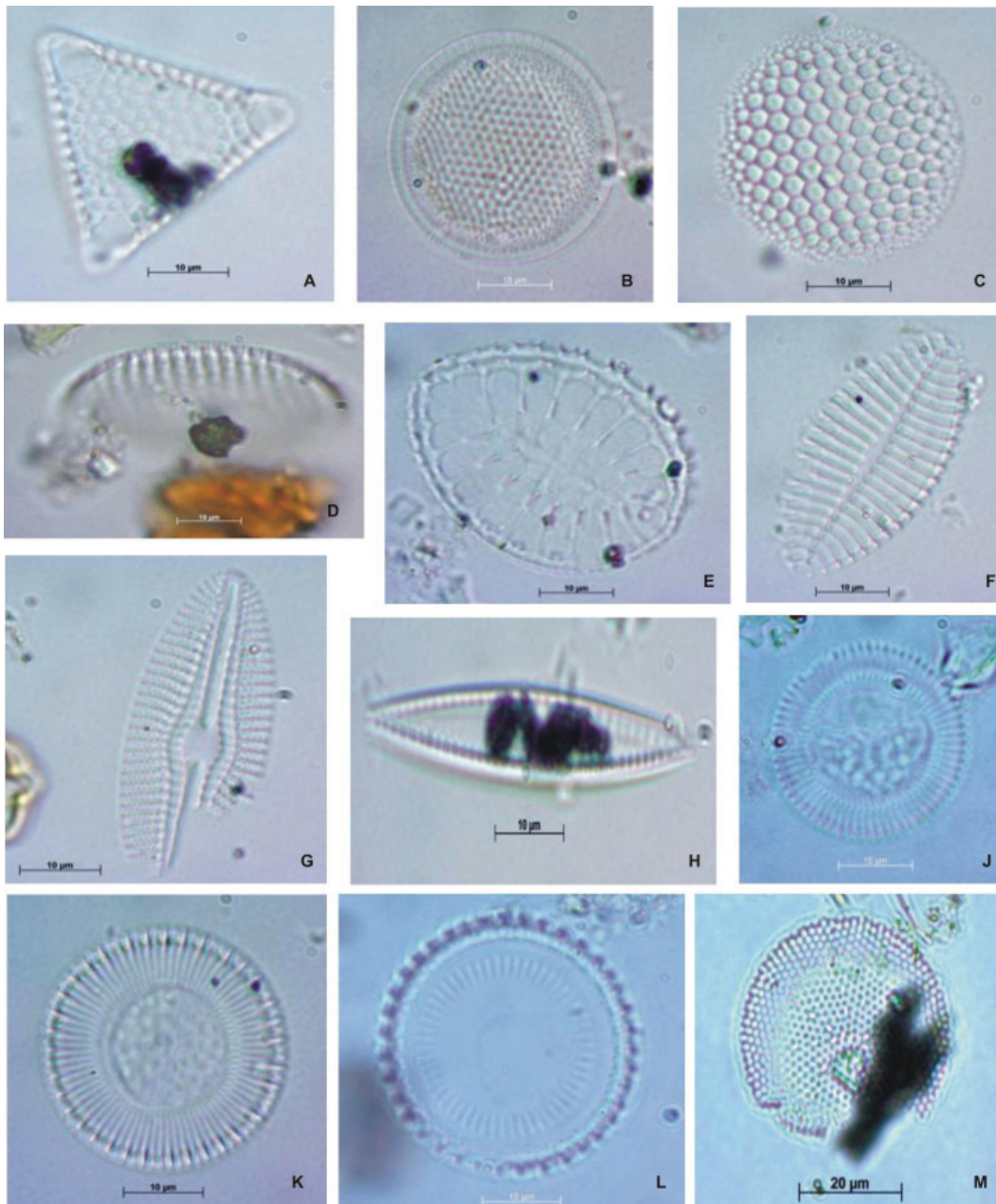
รูปที่ 3 เรณูสัณฐาน A-C: *Acrostichum* type; D-E: *Ceratopteris* type; F: Gleicheniaceae type; G-L: *Lygodium* type M: *Stenochlaena palustris* type; N-O: *Pinus* type; P: *Avicennia* type.



รูปที่ 4 ธรณีสัณฐาน A: *Barringtonia* type; B: *Cyperaceae* type; C: *Ipomoea* type; D-E: *Jussiaea* type; F-G: *Lagerstroemia* type; H: *Ludwigia* type; J-N: *Rhizophoraceae* type; O-S: *Sonneratia* type; T: *Suaeda maritima* type; U: *Typha* type; V: *Xylocarpus* type.

บ่อดินดอนตุม

พื้นที่ศึกษาอยู่ทางด้านใต้ของบ้านหัวถนน ตำบลดอนพุทรา อำเภอดอนตุม จังหวัดนครปฐม (13° 55' 03"N/100° 07' 11"E) เป็นบ่อดินขนาดใหญ่และลึก บริเวณตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างเป็นที่ที่กำลังมีการขุดตักดิน ตะกอนเป็นตะกอนดินเคลย์สีดำโดยไม่พบชั้นตะกอนที่มีลักษณะที่แตกต่างออกไปรองรับ ชั้นตะกอนทั้งหมดมีองค์ประกอบทางธรณีวิทยาที่โดดเด่นไปด้วยธรณีสัณฐานของพืชในวงศ์โกกงาง (*Rhizophoraceae* type) ลำพู-ลำแพน (*Sonneratia* type) และปรงทะเล (*Acrostichum* type) ดังนั้น ชั้นตะกอนสีดำในบ่อดินดอนตุมนี้จึงเกิดจากการตกสะสมตะกอนในสภาพแวดล้อมชายฝั่งทะเลบริเวณใกล้แนวป่าชายเลน



รูปที่ 5 ไดอะตอม A: *Triceratium reticulum*; B: *Coscinodiscus radiatus*; C: *Coscinodiscus* sp.; D: *Nitzschia* cf. *compressa*; E: *Surirella* sp.; F: *Cocconeis costata*; G: *Diploneis elliptica*; H: *Nitzschia* sp.; J: *Cyclotella striata*; K: *Paralia sulcata*; L: *Melosira sulcata*; M: *Actinocyclus* sp.

บ่อดินคลองสิบลี

พื้นที่ศึกษาเป็นบ่อดินอยู่ทางด้านตะวันออกของคลองสิบลี อยู่ในเขตตำบลบึงศาล อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก (14° 00' 40"N/100° 55' 30"E) เป็นพื้นที่ที่เป็นบ่อดินขนาดใหญ่และลึกประมาณ 27 เมตร บริเวณผนังบ่อดินโดยรอบสังเกตเห็นการลำดับชั้นตะกอนได้อย่างชัดเจน ด้านล่างเป็นชั้นตะกอนดินเคลย์เนื้อแน่น (stiff clay) สีเหลืองส้ม ถัดขึ้นไปเป็นชั้นดินเคลย์เนื้ออ่อนสีเทาเข้ม ด้านล่างสุดของชั้นดินสีเทาเข้มนี้เป็นชั้นพีทบางๆบางแห่งมีเศษท่อนไม้กลายเป็นถ่าน ตรวจสอบอายุโดยวิธีคาร์บอนสิบลี ได้ 7,050 - 7,620 ปี ถัดขึ้นไปจากชั้นพีทประมาณ 3

เมตร พบชั้นเศษเปลือกหอยรวมกันอย่างหนาแน่นเป็นชั้นบางๆแผ่กระจายกว้างไปทั่วพื้นที่บ่อ บางบริเวณพบซากเปลือกหอยในวงศ์หอยพิม (Pholadidae) ที่มีลักษณะเปลือกหอยยาวเรียวยาวตัวในแนวตั้ง โดยด้านหน้าของเปลือกหอยชี้ลงด้านล่างและชี้ส่วนหลังขึ้นไปที่แสดงว่าเป็นเปลือกหอยที่ดำรงชีวิตและตายอยู่ที่เดิมในรูซึ่งเป็นที่อยู่อาศัย ทั้งนี้ได้นำเศษเปลือกหอยดังกล่าวไปตรวจสอบหาอายุด้วยวิธีคาร์บอนลิบสี พบว่าได้อยู่ 5,050 ปี (Songtham *et al.*, 2007)

จากการวิเคราะห์ทางเรณูวิทยาที่ได้จากชั้นตะกอนสีเหลืองส้มไม่พบเรณูสัณฐานใดๆ ส่วนในชั้นตะกอนสีเทาเข้มที่วางตัวอยู่ด้านบนพบเรณูสัณฐานที่มีความเด่นชัดถึงชุมชนพืชโบราณที่ประกอบไปด้วยเรณูสัณฐานของลำเท็ง (*Stenochaena palustris* type) กูดน้ำ (*Ceratopteris* type) ปรง (*Acrostichum* type) แสม (*Avicennia* type) ชะคราม (*Suaeda maritima* type) ตะบูน-ตะบัน (*Xylocarpus* type) วงศ์โกกงาง (Rhizophoraceae type) ลำพู-ลำแพน (*Sonneratia* type) (Punwong, 2007) จากหลักฐานทั้งจากพืช เปลือกหอย และเรณูวิทยา กล่าวได้ว่าชั้นตะกอนสีเทาเข้มนี้ตกสะสมตัวในสภาพแวดล้อมแบบชายฝั่งทะเลใกล้แนวป่าชายเลน

บ่อดินบางน้ำเปรี้ยว

พื้นที่ศึกษาเป็นบ่อดินในเขตอำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา อยู่ติดทางรถไฟสายตะวันออก (13° 51' 42.63"N/101° 06' 27.34"E) เป็นบ่อดินขนาดเล็กที่มีน้ำท่วมขัง ผนังบ่อเห็นเป็นดินเคลย์สีดำนีมีเศษเปลือกหอยทะเลวงศ์หอยพิม (Pholadidae) ซากเรณูสัณฐานที่พบโดดเด่นไปด้วยของพืชในวงศ์โกกงาง (Rhizophoraceae type) โดยมีของต้นแสม (*Avicennia* type) ปะปนอยู่เล็กน้อย แม้ว่าจะพบซากเรณูสัณฐานได้โดยทั่วไปแต่พบว่ามี ความหลากหลายทางชีวภาพต่ำ ทั้งนี้กลับพบว่ามีซากไดอะตอมในรูปของซากโครงสร้างซิลิกา (hydrate silica) อยู่ อย่างหนาแน่นและหลากหลายสายพันธุ์ ซากไดอะตอมส่วนหนึ่งได้รับการศึกษาและตรวจพิสูจน์ชนิดแล้ว ได้แก่ *Triceratium reticulum*, *Coscinodiscus* sp., *Nitzschia* sp., *Surirella* sp., *Tryblionella cocconeiformis*, *Diploneis elliptica* และ *Paralia sulcata* โดยพบว่าทั้งหมดล้วนเป็นไดอะตอมที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งทะเล (coastal diatom) จึงกล่าวได้ว่าพื้นที่แหล่งเคยเป็นพื้นที่นอกชายฝั่งทะเลที่อยู่ไม่ไกลมากนักจากแนวป่าชายเลนที่ หนาแน่นไปด้วยพันธุ์ไม้วงศ์โกกงางและแสม

บ่อดินท่าข้าม

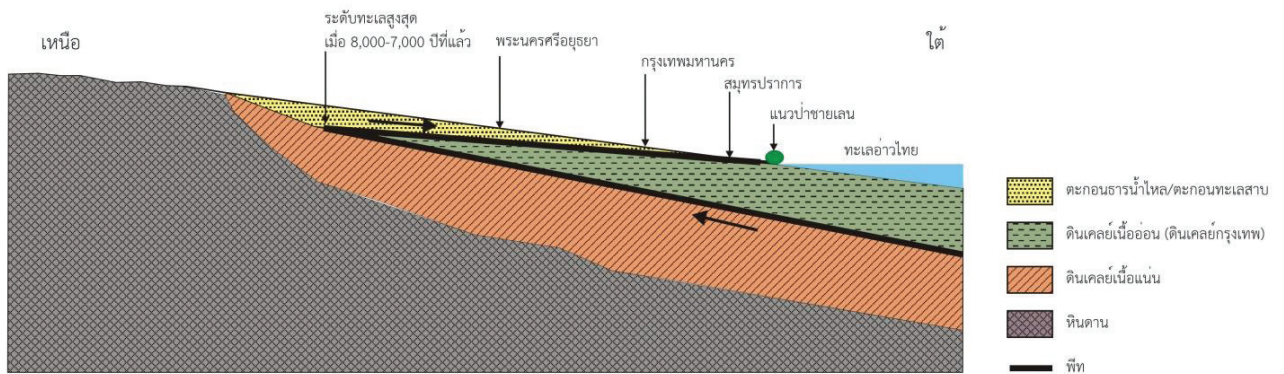
พื้นที่ศึกษาเป็นบ่อดินขนาดใหญ่ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้เป็นบ่อกักเก็บน้ำเพื่อใช้ผลิตน้ำประปาเพื่อส่งเป็นน้ำอุปโภค ให้กับชุมชน ตั้งอยู่บริเวณบ้านท่าข้าม ตำบลท่าข้าม อำเภอพนสนิม จังหวัดชลบุรี (13° 33' 20.63"N/101° 11' 22.58"E) ผนังบ่อเป็นดินเคลย์สีดำพบซากเรณูสัณฐานจำพวกวงศ์โกกงาง (Rhizophoraceae type) ลำพู-ลำแพน (*Sonneratia* type) ชะคราม (*Suaeda maritima* type) ลำเท็ง (*Stenochaena palustris* type) กก (Cyperaceae type) ปรง (*Acrostichum* type) ตะบูน-ตะบัน (*Xylocarpus* type) และยังพบสาหร่ายน้ำจืด *Botryococcus braunii* ดังนั้นพื้นที่จึงตั้งอยู่บริเวณเขตรอยต่อระหว่างชายฝั่งทะเลกับพื้นที่บก ที่อาจเป็นบริเวณ ปากแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเล พบพันธุ์ไม้ป่าชายเลนอย่างโกกงาง ลำพู ลำแพน ตะบูน และตะบัน แต่ก็พบพืชที่ เจริญเติบโตหลังป่าชายเลน เช่น ปรง และลำเท็ง และสาหร่ายเซลล์เดียวอย่าง *Botryococcus braunii* ที่เป็น หลักฐานที่ดีว่าเป็นสาหร่ายที่ล่องลอยมาตามแม่น้ำมาสะสมตัวบริเวณชายฝั่งทะเล

4.สรุปและข้อเสนอแนะ

แอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง เป็นแอ่งสะสมตะกอนที่มีการลำดับชั้นตะกอนที่สามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนด้านบนซึ่งเป็นดินเคลย์สีเทาเข้มถึงสีดำเนื้ออ่อนที่เกิดจากการสะสมตัวบริเวณชายฝั่งทะเล (ดินเคลย์กรุงเทพ) และมีชั้นตะกอนบกปิดทับอยู่ด้านบน

การเกิดของชั้นดินเคลย์กรุงเทพ เนื่องมาจากการหนุนของน้ำทะเลตลอดช่วงปลายของสมัยไพลสโตซีนต่อเนื่องจนถึงช่วงต้นของสมัยโฮโลซีน (ประมาณ 8,000 – 7,000 ปี) ที่น้ำทะเลได้ท่วมพื้นที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างโดยมีระดับทะเลสูงกว่าระดับปัจจุบันประมาณ 4-5 เมตร ทำให้เกิดอ่าวกว้างใหญ่ (อ่าวอยุธยา) ล้ำลึกเข้าไปในแผ่นดินโดยมีแนวชายฝั่งพาดผ่านในเขตจังหวัดราชบุรี นครปฐม สุพรรณบุรี อ่างทอง สระบุรี นครนายก ปราจีนบุรี ฉะเชิงเทรา และชลบุรี โดยตลอดการหนุนของน้ำทะเลในช่วงเวลาดังกล่าวแนวชายฝั่งเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นไปทางแนวขอบแอ่งปัจจุบัน โดยตลอดการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งแนวป่าชายเลนได้เปลี่ยนแปลงตามไปด้วยและได้ทิ้งเศษซากอินทรีย์ของป่าชายเลนจนพัฒนาเป็นแผ่นชั้นพีท (basal peat) แทรกอยู่ระหว่างชั้นดินเคลย์เนื้อแน่นสีน้ำตาลอ่อนที่รองรับอยู่ด้านล่างกับชั้นดินเคลย์เนื้ออ่อนสีเทาเข้มสะสมตัวในทะเล (ดินเคลย์กรุงเทพ) ที่ปิดทับอยู่ด้านบนอย่างต่อเนื่องตามการหนุนของน้ำทะเล

เมื่อประมาณ 8,000-7,000 ปีที่แล้ว ระดับน้ำทะเลได้ขึ้นสูงสุดไปอยู่ที่ระดับประมาณ 4-5 เมตรเหนือระดับทะเลปัจจุบัน หลังจากนั้นระดับทะเลได้ค่อยๆถอยร่นลงทำให้แนวชายฝั่งทะเลเปลี่ยนแปลงลงไปและแนวป่าชายเลนก็เปลี่ยนแปลงตามไปด้วยเช่นกัน ตลอดการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเลตามการลดลงของระดับทะเลได้เกิดการสะสมตัวของชั้นพีทอีกชั้นแทรกอยู่ระหว่างชั้นดินเคลย์กรุงเทพที่รองรับอยู่ด้านล่างกับชั้นตะกอนบกที่ปิดทับอยู่ด้านบนต่อเนื่องจนระดับทะเลมาอยู่ในระดับปัจจุบัน (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 ภาพตัดขวางแนวเหนือ-ใต้ แสดงการลำดับชั้นตะกอน โดยชั้นดินเคลย์เนื้อแน่นที่วางตัวอยู่บนหินดานเกิดขึ้นในช่วงสมัยไพลสโตซีนในขณะที่เป็นผืนแผ่นดินพร้อมระบบทางน้ำ การหนุนของน้ำทะเลอย่างต่อเนื่องในช่วงปลายของสมัยไพลสโตซีนจนถึงประมาณ 8,000-7,000 ปีก่อนได้ก่อให้เกิดการสะสมตัวของชั้นพีทและมีชั้นดินเคลย์เนื้ออ่อน (ตะกอนทะเล) ปิดทับ จากประมาณ 8,000-7,000 ปีก่อนจนถึงปัจจุบันน้ำทะเลได้ถอยร่นเกิดขึ้นพีทปิดทับชั้นดินเคลย์เนื้ออ่อน และมีตะกอนธารน้ำไหล/ตะกอนทะเลสาบปิดทับด้านบน ซึ่งพัฒนาเป็นที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง

ตลอดการลดลงของระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 8,000-7,000 ปีที่แล้วจนถึงราว 2,000 ปีที่แล้วน้ำทะเลได้ถอยร่นลงไปจนใกล้เคียงกับระดับน้ำทะเลปัจจุบัน มนุษย์สมัยทวารวดีได้เริ่มสร้างบ้านเมืองขึ้นกินเนื้อที่กว้างขวางตั้งแต่แนวชายฝั่งทะเลที่มีอายุ 8,000-7,000 ปีขึ้นไปบนผืนแผ่นดิน ทั้งนี้ เป็นที่แน่ชัดว่า ผืนแผ่นดินระหว่างแนวชายฝั่งทะเลที่มีอายุ 8,000-7,000 ปี กับแนวชายฝั่งทะเลที่มีอายุประมาณ 2,000 ปี ซึ่งเป็นผืนแผ่นดินที่น้ำทะเลเหือดแห้งไปหมดแล้ว กลับไม่พบหลักฐานใดๆที่เกี่ยวข้องกับผู้คนสมัยทวารวดีเลย ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่า ผืนแผ่นดินดังกล่าวมีลักษณะเป็นดินอ่อนมีหนองน้ำท่วมขังเป็นหย่อมๆ บ้างก็เป็นพื้นที่ป่าชุ่มน้ำ มีพืชใบเลี้ยงเดี่ยวขึ้นเป็นกออย่างหนาแน่น เนื่องจากเคยอยู่ใต้ทะเลมาก่อน ซึ่งผู้คนในสมัยทวารวดีได้หลีกเลี่ยงในการใช้ตั้งถิ่นฐานชุมชน ด้วยพื้นที่เหนือแนวชายฝั่งทะเลอายุ 7,000-8,000 ปีมีความเหมาะสมมากกว่า จึงพบว่าเมืองเก่าสมัยทวารวดีที่พบในปัจจุบัน เช่น เมืองคูบัว เมืองนครปฐม เมืองอู่ทอง เมืองซีตชิน เมืองอู่ตะเภา เมืองดงละคร เมืองศรีมโหสถ เมืองพระรถ เมืองพญาเร่ และเมืองศรีพะโล่ ซึ่งล้วนแล้วแต่ตั้งอยู่เหนือและใกล้แนวชายฝั่งทะเลอายุ 7,000-8,000 ปีทั้งสิ้น โดยที่ในสมัยทวารวดีนั้น แนวชายฝั่งทะเลได้อยู่ใกล้กับแนวชายฝั่งทะเลปัจจุบันแล้ว

6. กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยชิ้นนี้ ถือเป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยซากดึกดำบรรพ์ในชั้นตะกอนของแอ่งเจ้าพระยาตอนล่าง ดำเนินงานโดยสำนักงานทรัพยากรธรณีเขต 3 (ปทุมธานี) กรมทรัพยากรธรณี โดยคณะวิจัยได้เข้าไปมีส่วนร่วมในโครงการดังกล่าวด้วย และมีส่วนได้รับการสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงาน คณะวิจัยต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยส่วนใหญ่ได้รับการสนับสนุนด้านงบประมาณและอุปกรณ์วิจัยต่างๆ รวมถึงบุคลากรของสถาบันวิจัยไม้กลายเป็นหินและทรัพยากรธรณี เฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จนทำให้งานวิจัยชิ้นนี้แล้วเสร็จในที่สุด คณะวิจัยต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- ผ่องศรี วนาสิน และทิวา ศุภจรรยา, 2523, รายงานผลการวิจัยทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช เรื่อง เมืองโบราณบริเวณชายฝั่งทะเลเดิมของที่ราบภาคกลางประเทศไทย การศึกษาประเทศไทย: ตำแหน่งที่ตั้งและภูมิศาสตร์สัมพันธ์การศึกษา, กรุงเทพฯ, โครงการเผยแพร่ผลงานวิจัย, ฝ่ายวิจัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 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.
- Hesp, P.A., Hung, C.C., Hilton, M., Ming, C.L., and Turner, I.M., 1998, A first tentative Holocene sea-level curve for Singapore, *Journal of Coastal Research*, no. 14, p. 308-314.
- Punwong, P., 2007, Pollen deposit in Bangkok Clay from Ong Kharak District, Nakhon Nayok Province, and their implication on paleophytogeography, Unpublished Master Degree Thesis, Chulalongkorn University.
- Rau, J.L. and Nutalaya, P., 1983, Geology of the Bangkok Clay, *Geological Society of Malaysia Bulletin*, no. 16, p. 99-116.
- 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*, no. 18, p. 415-426.
- Songtham, W., Phanwong, P., and Seelanan, T., 2007, Middle Holocene peat and mollusk shell from Ongkharak area, Nakhon Nayok, Central Thailand: evidence of in situ deposits during a marine transgression period, *Geothai'07, International Conference on Geology of Thailand: Towards Sustainable Development and Sufficiency Economy*, p. 177-179.
- Tanabe, S., Saito, Y., Sato, Y., Suzuki, Y., Sinsakul, S., Tiyapairach, S., and Chaimanee, N., 2003, Stratigraphy and Holocene evolution of the mud-dominated Chao Phraya delta, Thailand, *Quaternary Science Reviews*, no. 22, p. 789-807.
- Woodroffe, C.D., 2000, Deltaic and estuarine environments and their Late Quaternary dynamics on the Sunda and Sahul shelves, *Journal of Asian Earth Sciences*, no. 18, p. 393-413.