เอกสารทางวิชาการฉบับที่ 113
กุมภาพันธ์ 2532
ISBN. 974-7613-39-5

ข้อสังเกตุบางประการของลักษณะดิน

บริเวณที่ราบชายฝั่งทะเลน้ำท่วมถึง ของแม่น้ำบางปะกง กับ แม่น้ำท่าจีนและแม่กลอง

Some Invesligation of Soil Characteristics on Active Tidal Flats of Bang Pa-Kong, Tha-Chin and Mae-Klong Rivers

กองสำรวจและจำแนกดิน
กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

โดย...
ปรีชา บุญสมบูรณ

Create PDF by Nittaya Thanomklin

ข้อสังเกตุบางประการของลักษณะดินบริเวณที่ราบชายฝั่งทะเลน้ำท่วมถึงของแม่น้ำบางปะกงกับแม่น้ำท่าจีนและแม่กลอง

(Some Investigation of Soil Characteristics On Active Tidal Flats of Bang Pa-Kong, Tha-Chin and Mae Klong Rivers)

โดย

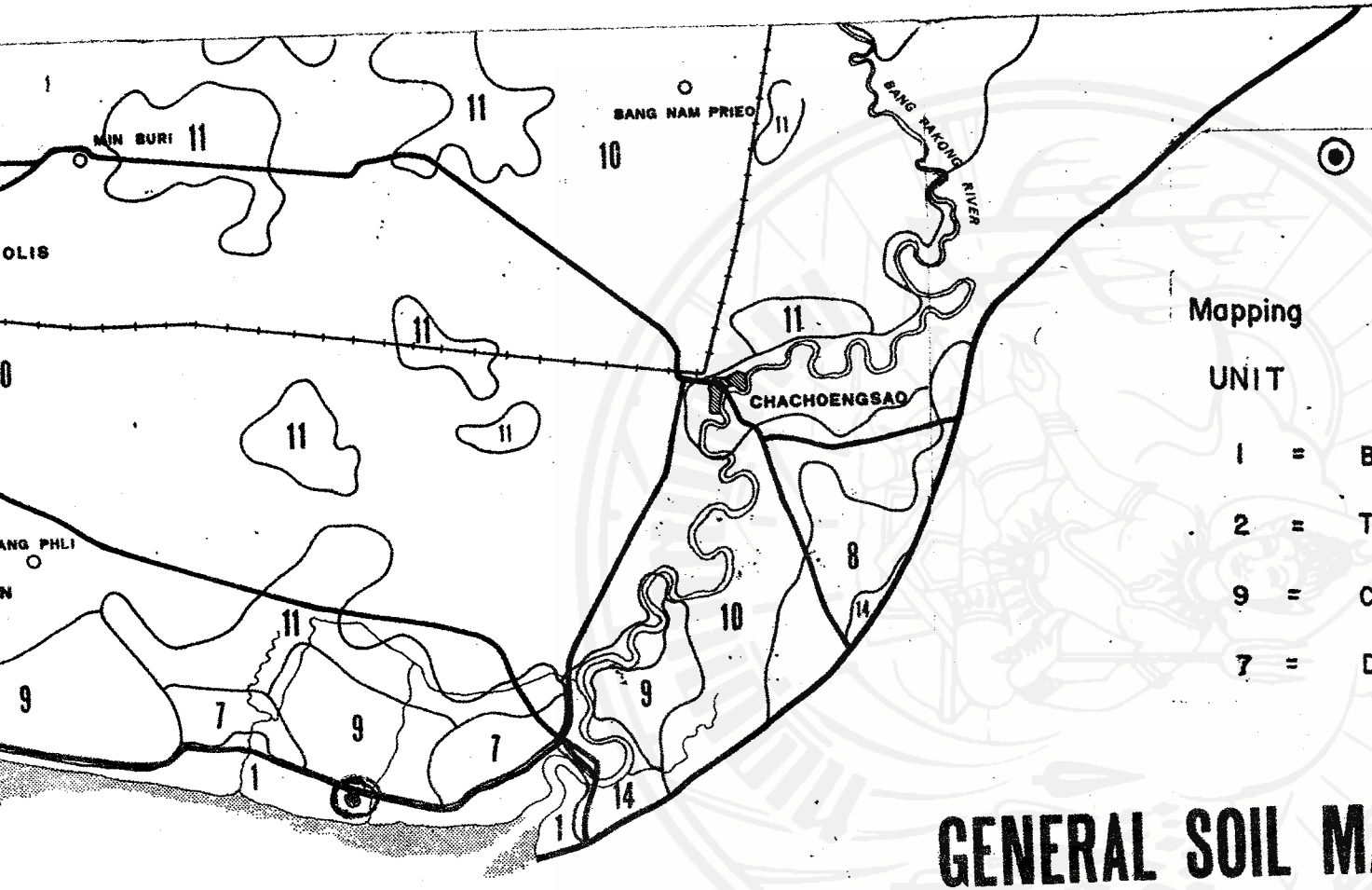
ปรีชา บุญสมบูรณ์

กองสำรวจและจำแนกดิน
กรมพัฒนาที่ดิน
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

เอกสารทางวิชาการ
ฉบับที่ ๑๑๓

สารบัญ

		หน้า
๑.	คำนำ	๑
๒.	ลักษณะของการเกิดดินตะกอนชายฝั่งทะเล	๑
	๒.๑ Geogenetic Process	๒
	๒.๒ Pedogenetic Process	๔
	๒.๒.๑ Physical rippening	๕
	๒.๒.๒ Chemical rippenning	๕
	๒.๒.๓ Biological rippening	๕
๓.	สรุปและเสนอแนะ	๑๐



⊙ = บริเวณที่เก็บตัวอย่าง

Legend

Mapping UNIT

1 = Bang Pakong series

2 = Tha-Chin series

9 = Cha-am series

7 = Don-Muang series

GENERAL SOIL MAP OF THE CHAO PHRAYA DELTA

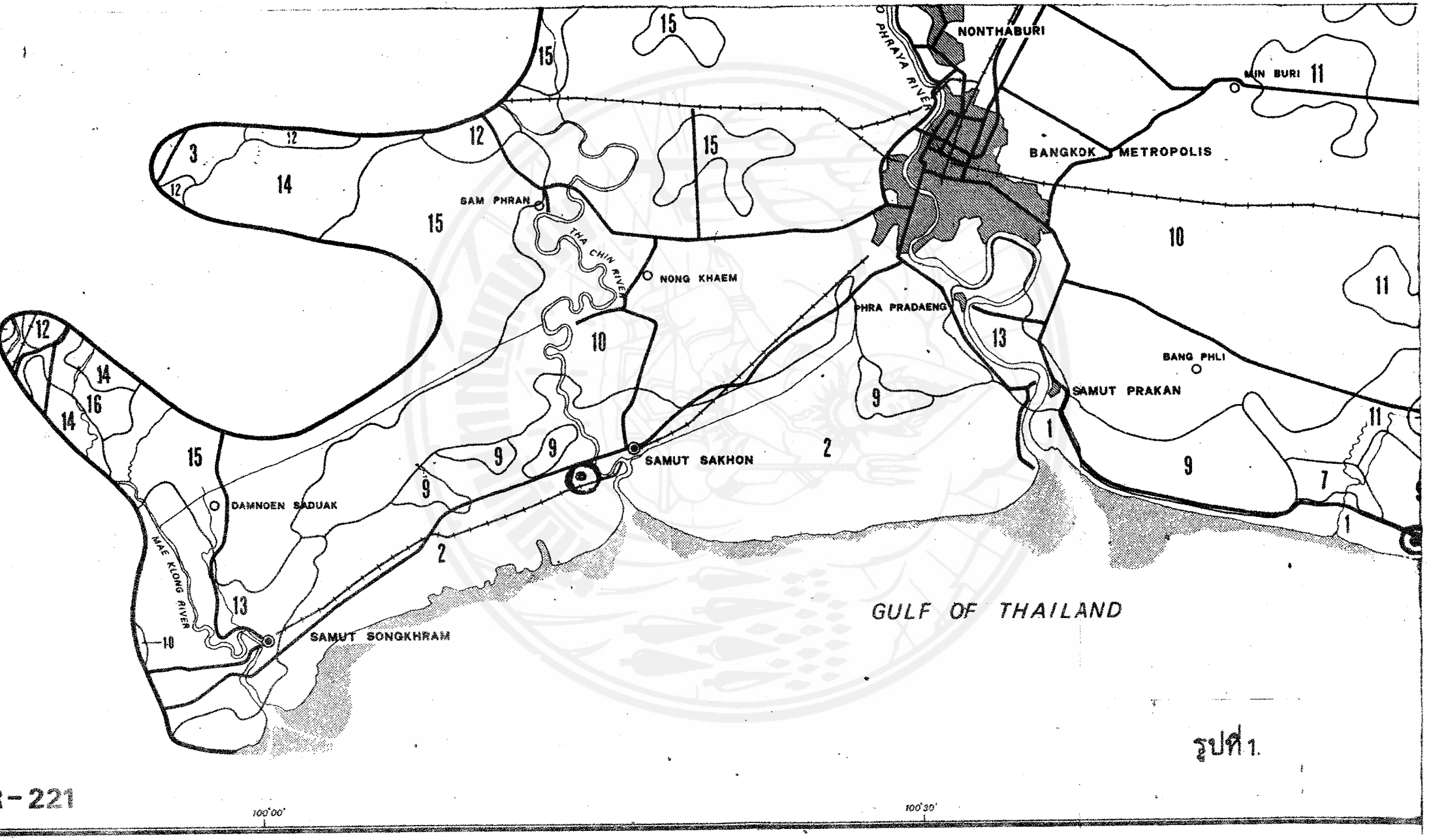
Scale 1 . 400,000

5 0 5 10 15 20 km.

101°00' 101°30'

รูปที่ 1.

พิมพ์ที่: กองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2521


NONTHABURI
CHAO PHRAYA RIVER
MIN BURI
BANGKOK METROPOLIS
SAM PHRAN
THA CHIN RIVER
NONG KHAEM
PHRA PRADAENG
BANG PHLI
SAMUT PRAKAN
SAMUT SAKHON
DAMNOEN SADUAK
MAE KLONG RIVER
SAMUT SONGKHRAM
GULF OF THAILAND
100°00'
100°30'

รูปที่ 1.

ข้อสังเกตุบางประการของลักษณะดินบริเวณที่ราบชายฝั่งทะเลน้ำท่วมถึงของแม่น้ำบางปะกง กับแม่น้ำท่าจีน และแม่กลอง (Some Investigation of Soil Characteristics On Active Tidal Flats of Bang Pa Kong, Tha-Chin and Mae Klong Rivers)

๑. คำนำ

พื้นที่ที่เรียกว่าที่ราบชายฝั่งทะเลน้ำท่วมถึง (active tidal flat) ได้แก่บริเวณที่ติดกับฝั่งทะเล สภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มน้ำทะเลท่วมถึงอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลเล็กน้อยจนถึงประมาณ ๑ เมตร บริเวณนี้มีตะกอนใหม่ทับถมอยู่เป็นประจำ และตะกอนที่ทับถมดังกล่าวจะมีคุณสมบัติบางอย่างแตกต่างกันตามปากแม่น้ำต่าง ๆ วัตถุต่าง ๆ ที่ตกตะกอนทับถมจะมีตะกอนขนาดเล็กอายุน้อย จะให้ลักษณะของเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นพวกดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง พื้นที่ส่วนใหญ่น้ำทะเลจะท่วมในระหว่างฤดูมรสุม และส่วนที่ต่ำลงไป จะมีน้ำทะเลท่วมอยู่เป็นประจำ เนื่องจากบริเวณที่ราบน้ำทะเลท่วมถึงของบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง กับแม่น้ำท่าจีนและแม่กลองซึ่งอยู่ตอนใต้ของที่ราบลุ่มภาคกลาง ลักษณะของดินที่เกิดขึ้นจากรายงานการสำรวจดินบริเวณที่ราบภาคกลางตอนใต้ (โดยบรรจง เย็นมนัส และคณะ ๆ) จะพบว่าลักษณะของชนิดดินที่เกิดขึ้นบริเวณปากแม่น้ำทั้งสองไม่เหมือนกัน บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนและแม่กลอง ลักษณะชนิดดินที่พบส่วนใหญ่จะเป็นดินที่มีปฏิกิริยาเป็นด่าง ส่วนดินบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จะมีปฏิกิริยาของดินที่เป็นกรดจัดหรือมีศักยภาพของดินเป็นกรดจัด เช่น ดินชุดบางปะกงและชะอำ เป็นต้น ดังนั้นตะกอนที่ถูกพัดพามาทับถมที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดของดินจะต้องมีสารที่เป็นองค์ประกอบทั้งปริมาณและชนิดที่แตกต่างกัน จึงทำให้ดินมีปฏิกิริยาที่แตกต่างกันมาก การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจะเปรียบเทียบถึงองค์ประกอบของตะกอนดินที่ถูกพัดพามาทับถมตามปากแม่น้ำต่าง ๆ ที่กล่าว ที่มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติบางอย่างของดิน และการเกิดชนิดของดิน

๒. ลักษณะการเกิดของดินตะกอนชายฝั่งทะเล

จากการตรวจเอกสารอ้างอิงพบว่าการเกิดของดินบริเวณที่ราบน้ำทะเลท่วมถึงนี้เกิดจากการพัฒนาของดินตะกอนทะเลตามหลักเกณฑ์ของ (Pon & Van Der Kevie, 1969) การเกิดของดินบริเวณปากแม่น้ำแบ่งเป็นขบวนการ ๒ อย่าง คือ

๒.๑ Geogenetic Process ขบวนการนี้เริ่มต้นด้วย การเกิดตะกอนทะเลตกทับถมกันที่ปากอ่าว ตะกอนที่ตกทับถมกันนี้ อาจจะมีสารประกอบซัลไฟด์ โดยเฉพาะไพไรท์ และสารพวกปูน ($CaCO_3$) รวมอยู่ด้วย ไพไรท์ ที่พัดพามากับน้ำทะเล ตั้งแต่เริ่มแรกเรียกว่า primary pyrite ปกติจะมีจำนวนเล็กน้อยเท่านั้น แต่จะมีไพไรท์มากในรูปแบบของ Secondary ไพไรท์ซึ่งเกิดขึ้นในดินตะกอนทะเลทั่ว ๆ ไป ปกติตะกอนทะเลปากแม่น้ำจะมีสารอินทรีย์ และซัลไฟด์อยู่ (วิมลรัตน์ เกษมทรัพย์) ได้ทำการศึกษาดินตะกอนของบริเวณปากแม่น้ำของอ่าวไทยตอนบน จะมีค่าเฉลี่ยของสารอินทรีย์รวมในช่วงต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝนจะมีค่าเท่ากับ ๙.๘๗ และ ๙.๓๕ เปอร์เซนต์ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของความจุรวมของซัลไฟด์ในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน จะมีค่า ๒๖๒.๑ และ ๒๔๑.๔๘ มก/กก. การเก็บตัวอย่างอ่าวไทยตอนบน แบ่งเป็น ๒ เขต คือบริเวณปากแม่น้ำ (estuarine area) รวม ๑๐ สถานี และบริเวณนอกฝั่ง ๙ สถานี Bordovsky (๑๙๖๕) พบว่าดินตะกอนที่มีขนาดเล็กจะดูดซับ (absorb) สารอินทรีย์ได้มาก เช่น ตะกอนละเอียดทรายแป้ง (silt) จะดูดซับปริมาณสารอินทรีย์มากกว่าตะกอนหยาบที่เป็นทรายประมาณ ๒ เท่า ส่วนดินโคลน (Mud clay) จะมีปริมาณสารอินทรีย์มากกว่าตะกอนหยาบที่เป็นทราย ๔ เท่า นอกจากนี้ มานพ เจริญรวย และคณะฯ (๒๕๒๓) พบว่าการแพร่กระจายของสารอินทรีย์มีความสัมพันธ์กับการแพร่กระจายของอัตราส่วนของโคลน โดยเฉพาะบริเวณแหลมสัตหีบ ซึ่งพบว่ามีปริมาณรวมของสารอินทรีย์ต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะดินตะกอนที่เป็นทรายอาจถูกชะล้างเอาสารอินทรีย์ออกไปได้ง่ายกว่าดินตะกอนที่เป็นโคลน และสังเกตว่าบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยามีการขุดลอกร่องน้ำเป็นประจำเกือบทุกเดือน จะมีสารอินทรีย์ต่ำซึ่งอาจจะทำให้สารอินทรีย์สูญหายไปบ้าง ส่วนบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง ท่าจีน และบางปะกง ซึ่งไม่มีการขุดลอกร่องน้ำเหมือนบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา ปรากฏว่ามีปริมาณรวมของสารอินทรีย์สูง ซึ่ง Hungspreugs และ Wattayakorn (๑๙๗๘) พบว่าดินตะกอนบริเวณนี้มีลักษณะเป็นโคลน (Mud clay) และมีกลิ่นเหม็นของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ปกติชั้นของดินในทะเลหรือ estuarine area ประกอบด้วยดิน ๒ ชั้น คือ ชั้นของดินที่มีออกซิเจน (aerobic layer) และชั้นดินที่ปราศจากออกซิเจน (anaerobic layer) ชั้นดินที่มีออกซิเจนจะปกคลุมอยู่ข้างบน ซึ่งสารอินทรีย์ในชั้นนี้จะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรีย ที่ใช้โมเลกุลของออกซิเจนเป็นตัวรับอิเลคตรอน (electron accepter) ต่อมามีการตกตะกอนต่อเนื่องทับถมชั้นดินที่มีออกซิเจน จนกลายสภาพเป็นชั้นดินที่ปราศจากออกซิเจน พลังงาน

ที่ใช้เผาผลาญสารอินทรีย์ในดินจะเป็นตัวผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ทางชีวะเคมี โดยระยะแรก ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในดินจะถูกใช้ไปอย่างรวดเร็ว เพื่อใช้ย่อยสลายสารอินทรีย์ จนเกิดสภาพการลดออกซิเจน (reduction) ซึ่งจะมีแหล่งพลังงานต่อไป คือ ซัลเฟต โดยเฉพาะการเกิดการลดออกซิเจนของซัลเฟต โดยแบคทีเรียซัลเฟตรีดัคชั่น พวก Desulfovibrio desulphuricans ซึ่งมีปริมาณมากในดินตะกอนทะเลแต่ไม่พบในน้ำ ผลของการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยวิธีนี้จะปล่อยไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกมา ในชั้นดินที่ปราศจากออกซิเจน เนื่องจากในดินตะกอนทะเลจะมีเหล็กและสารประกอบของเหล็ก (Fe^{++}, $Fe(OH)_3$, FeOOH) มีอยู่เป็นจำนวนมากและเพียงพอทุกแห่งในบริเวณดินตะกอนทะเลและ estuarine ของอาวไทย ที่จะทำให้เกิด FeS_2 (Pons & Kevies) ดังนั้นไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นดังกล่าว จึงทำปฏิกิริยากับเหล็กและสารประกอบของเหล็ก เกิดเป็น FeS และ FeS_2 ในที่สุด ตกตะกอนเป็นอนุภาคไพไรท์สะสมอยู่ในตะกอนดินทะเล ปกติดินตะกอนชายฝั่งทะเลจะได้รับสารอินทรีย์ตกสะสมใหม่เสมอ และมีพืชพวก telmatophytic plant ซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพ reduction ได้เมื่อเน่าเปื่อยผุพัง ก็จะให้สารอินทรีย์สะสมอยู่ในตะกอนดินตราบใดที่สภาพแวดล้อมเหมาะสม การเกิดไพไรท์ก็จะดำเนินไปเรื่อยๆ ทำให้เกิดการสะสมไพไรท์อยู่ในตะกอนดินการสะสมของไพไรท์จะเกิดขึ้นรวดเร็ว และมากน้อยเท่าใดจะต้องขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของอินทรีย์วัตถุ ที่สะสมอยู่ในตะกอนไพไรท์ ที่เกิดจากขบวนการทั้งหมดนี้เรียกว่า Secondary Pyrite ซึ่งเป็นส่วนสำคัญมาก ที่จะทำให้ดินเป็นกรด ซึ่งขบวนการการเกิดไพไรท์สามารถจะเขียนสมการสังเขปได้ดังนี้

(Pon & Kevies Report SSR 81 - 1969)

(๑) $SO_4^{=}$ (จากน้ำทะเล) + $9H^+$ + 8e (สารอินทรีย์) $\rightleftharpoons$ HS^- + $4H_2O$

(at Eh. (redox potential Value) $<$ 0.2 - 0.3 V and pH $>$ 7

(๑ a) $SO_4^{=}$ (น้ำทะเล) + 10 H^+ + 8e (สารอินทรีย์) $\rightleftharpoons$ H_2S + $4H_2O$

(at Eh 0.0-0.2 V and pH $<$ 7

(๒) $HS^- \rightleftharpoons$ rh. (rhombic sulphur) $S + H + 2e$

ขบวนการนี้จะเกิดเมื่อ ค่า Eh ลดลง

(at Eh 0.0. - 0.2 V and pH $>$ 7)

(๒ a) $HS \rightleftharpoons S^{rh} + 2H^{+} + 2e$

เมื่อ pH ลดลงปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้น

(at Eh 0.0 - 0.2 V. and pH 2 - 7)

สำหรับการทับถมตะกอนดินเหนียวที่มีซัลไฟด์ และธาตุซัลเฟอร์มากจะต้องมีอนุมูล SO_4 ที่จะป้อนให้เพียงพอติดต่อกันตลอดเวลาเป็นสิ่งจำเป็น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นจากสมการ (๑, ๑a) จะทำปฏิกิริยากับเหล็ก และสารประกอบของเหล็ก (Fe^{++} $FE(OH)_2$, FeOOH)

(๓) $2FeOOH + 3H_2S \rightleftharpoons 2FeS + S^{rh} + 4H_2O$

และ Fe^{++} ซึ่งมีอยู่ในชั้นดินตะกอนที่ขาดออกซิเจน สามารถจะทำปฏิกิริยากับ H_2S

(๔) $H_2S + Fe^{++} \longrightarrow FeS + 2H^{+}$

FeS ที่เกิดขึ้นใน (๓) และ (๔) ไม่คงที่ จะทำปฏิกิริยากับ S^{rh} ที่เกิดขึ้นในสมการ (๒, ๒ a) และ (๓) เกิด Pyrite ขึ้นดังสมการ

(๕) $FeS + S^{rh} \longrightarrow FeS_2$

เกิดไพไรท์ตกตะกอนสะสมอยู่ ในชั้นดินที่ขาดออกซิเจน

ขบวนการ geogenetic นี้จะสิ้นสุดลงเมื่อชั้น reduced sediments ถูก Oxidized จึงพอสรุปได้ว่า ขบวนการ geogenetics จะเกิดขึ้นได้สมบูรณ์จนเกิดไพไรท์สะสมอยู่ในชั้นดินจะต้องมีปัจจัยต่อไปนี้

๑. เกิดอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่ขาดออกซิเจน
๒. มีสารอินทรีย์ที่สลายตัวได้ง่ายอยู่ในชั้นดิน
๓. มีจำนวน อนุมูล $SO_4^{=}$ มากเพียงพอ
๔. มี Fe และสารประกอบของเหล็ก
๕. มีแบคทีเรียที่เจริญได้ดีในภาวะขาดออกซิเจน

๒.๒ Pedogenetic Process ขบวนการนี้ส่วนใหญ่จะเกิดภายหลังขบวนการ Geogenetic ยกเว้นบางโอกาสขบวนการทั้งสองนี้จะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน แต่เป็นไปได้น้อยมาก คือ เมื่อมีการตกตะกอนสะสม และมีการระบายน้ำออกไปในชั้นดินในขณะเดียวกัน ขบวนการทั้งสองก็จะเกิดขึ้นพร้อมกัน

เมื่อชั้นดินตะกอนทะเลที่ขาดออกซิเจนทับถมกันจนมีความสูงเพียงพอที่จะให้พืชบางชนิดขึ้น โดยเฉพาะพืชพวก telmatophytic ซึ่งสามารถขึ้นได้ในสภาพขาดออกซิเจนมันสามารถจะดึงน้ำจากดินเอาไปใช้ทำให้ดินหดตัว ความร่วนเหนียวของดินจะเริ่มเกิดขึ้น และรอยแตกของดินจะเริ่มพัฒนาขึ้น ผลเหล่านี้จะทำให้อากาศสามารถจะแทรกลงไปในดิน ขบวนการ Pedogenetic ของตะกอนดินทะเลอ่อนตัวเรียกว่า Rippening ซึ่งแบ่งรายละเอียดเป็น

๖.๖.๑ Physical rippening ขบวนการนี้เริ่มจากน้ำถูกดูดซับออกไปจากตะกอนดิน หรือตะกอนดินสูญเสียน้ำ โดยพืชดินเกิดมีการหดตัว ความร่วนเหนียวและโครงสร้างเม็ดดินเริ่มจะพัฒนาขึ้น

๖.๖.๖ Chemical rippening เกิดจากขบวนการ Oxidation ของสารประกอบที่มีระดับ Oxidation ต่ำ มีการแลกเปลี่ยนประจุบริเวณพื้นผิวของดิน

๖.๖.๓ Biological rippening เป็นขบวนการที่ส่งเสริมขบวนการ Chemical rippening ซึ่งเป็นขบวนการที่เปลี่ยนแปลงโดยจุลินทรีย์ในดินทั้งหมด ในที่นี้จะกล่าว ๖ ขบวนการ

๖.๖.๔ Physical rippening เป็นขบวนการขั้นต้นที่เกิดขึ้น คือตะกอนซึ่งมีสภาพเป็นดินโคลนเละ เพราะมีน้ำอยู่มาก เมื่อมีการระบายน้ำออกไป คือตะกอนดินถูกทับถมสูงขึ้น มีพืชพวก telmatophytic เกิดขึ้น พืชก็จะช่วยระเหยน้ำออกไปจากดินได้เร็ว และลึกลงไปในดิน เกิดพัฒนาความร่วนเหนียวของดินดีขึ้น ดินเกิดการหดตัวและแตกระแหงที่ผิวดิน ซึ่ง Pon & Vander Kevie (1969) ประเมินระดับของ Physical rippening โดยใช้ค่าของ n-value แบ่งออกเป็น ๖ ระดับ โดยเป็นค่าที่บอกปริมาณน้ำมีหน่วยเป็นกรัมที่ถูกยึดอยู่ในส่วนของดินหรือเลนหนักหนึ่งกรัม (น้ำหนักรวมทั้งน้ำและดิน) แต่ได้หักเอาปริมาณน้ำที่ถูกยึดโดยส่วนที่เป็นอินทรีย์วัตถุ และอนุภาคซิลท์ออกไป

ระดับของ Physical rippening ของดินที่ n-value มีค่าต่าง ๆ และเปรียบเทียบกับลักษณะความร่วนเหนียวของดิน เมื่อทดสอบด้วยการบีบกำ

ระดับ (class)	N - value	ลักษณะความร่วนเหนียวของดินเมื่อทดลองด้วยการบีบกำ
๑. unripe	๖.๐	เป็นเลนชุ่มด้วยน้ำ เมื่อกำด้วยมือจะไหลออกตามง่ามมือโดยไม่ต้องบีบ

๖.	nearly unripe	๖.๐-๑.๔	เป็นโคลนยังอ่อนนุ่ม เมื่อกำและบีบเบา ๆ จะไหลออกตามง่ามมือโดยง่าย
๗.	half ripe	๑.๔-๑.๐	ลักษณะแสดงความเหนียวบ้าง แต่ยังสามารถไหลออกตามง่ามมือได้ เมื่อบีบด้วยแรงเล็กน้อย
๘.	nearly ripe	๑.๐-๐.๗	ความเหนียวมีปานกลาง ถ้ากำและบีบแรง ๆ จะไหลออกตามง่ามมือ ได้บ้างแต่ค่อนข้างลำบาก
๙.	ripe	๐.๗-๐.๔	มีความเหนียวมากขึ้น เมื่อแห้งแข็งเมื่อเปียกไม่ไหลออกตามง่ามมือ เมื่อกำและบีบแรง ๆ
๑๐.	very ripe	๐.๔	เหนียวจัด และแข็งจัดเมื่อเปียก และแห้ง

๖.๖.๕ Chemical rippening สภาวะที่สำคัญที่ควบคุมขบวนการนี้คือ ความลึกของชั้นดินที่ขาดออกซิเจนทั้งหมด (totally reduced subsoil) เป็นเครื่องชี้บ่งว่าที่ความลึกมากที่สุดแค่ไหน ที่ออกซิเจนจะสามารถแทรกเข้าไปในดินระหว่างช่วงฤดูแล้งลักษณะที่สำคัญของชั้นดินที่ขาดออกซิเจน (Reduced subsoil) คือไม่มีจุดประสี ดินโคลนสี neutral หรือเกือบ neutral ขบวนการนี้จะเริ่มเกิดขึ้นเมื่อมีออกซิเจนแทรกเข้าไปในชั้นดิน ขบวนการ Oxidation ของสารประกอบที่มีระดับ Oxidation ต่ำ ๆ โดยเฉพาะไพไรท์ มีกรดกำมะถันเกิดขึ้น และติดตามด้วยขบวนการต่าง ๆ เช่น neutralization และ formation ของเกลือ และสารประกอบต่าง ๆ ขบวนการ Pyrite oxidation จะเริ่มเกิดขึ้น เมื่อ O_2 จากอากาศแทรกเข้าไปตามรอยแตกของดิน ถึงตะกอนดินเหนียวเละ ซึ่งมีไพไรท์อยู่ในดิน และพวกซัลไฟด์อื่น ๆ จะถูก Oxidized ขบวนการเหล่านี้ส่วนใหญ่จะเป็นขบวนการทางเคมี และชีวะเคมี ขบวนการจะเกิดแตกต่างกันตามสภาวะของความเป็นกรดด่างและขึ้นอยู่กับค่า Eh (redox-potontial value) ซึ่งมีสมการทางชีวะ เคมี เกิดขึ้นตามขั้นตอนต่อไปนี้

$$FeS_2 \longrightarrow Fe^{++} + S_2\ (el) + 2\ e \ldots\ldots\ 1$$

ขบวนการนี้เกิดภายใต้สภาวะที่ค่า pH < 3

$$FeS_2 + 3\ H_2O \longrightarrow Fe\ (OH)_3 + S_2\ (el) + 3H^+ + 3e \ldots\ldots\ 2$$

ขบวนการนี้เกิดภายใต้ความเป็นกรดอย่างอ่อนหรือเป็นกลาง

ทั้งสองขบวนการนี้จะให้ S_2 และจะมีจุดประสีน้ำตาลของเฟอริคไฮดรอกไซด์เกิดขึ้นบนชั้นของดินที่ไม่มีออกซิเจน (reduce zone) และ Fe^{++} จากสมการ ๑ จะถูก oxidized เป็น Fe^{+++} จุลินทรีย์พวก Thiobacillus ferooxidant ดังสมการ

$$Fe^{+++} \xrightarrow{\text{Thiobaccillus ferro oxidant}} Fe^{+++} + e \quad \ldots\ldots \text{1a}$$

และ S_2 ที่เกิดขึ้นจากขบวนการ ๑ & b จะถูก oxidized โดยจุลินทรีย์ Thio - baecillus thiooxidans ดังสมการ

$$S_2 \text{ (el)} + 8H_2O \xrightarrow{\text{Thiobaccillus thiooxidants}} 2SO_4^{=} + 16H^{+} + 12l \quad (3)$$

จากสมการนี้ จะมี $SO_4^{=}$ เกิดขึ้น และมีกรดเกิดขึ้นจำนวนมากซึ่งจะทำให้ดินมี pH ต่ำลง และเมื่อดินมีค่า pH ต่ำลง Fe^{+++} ที่เกิดจากขบวนการ (๑a) สามารถจะ Oxidize FeS_2 ดังสมการ

$$FeS_2 + Fe^{+++} \longrightarrow 2Fe^{++} + S_2 \text{ (el)} + e \qquad (4)$$

S_2 ที่เกิดขึ้นใหม่นี้จะถูกเปลี่ยนให้เป็นกรดซัลฟูริค เกิดขึ้นใหม่อีก เมื่อถูก oxidation ตามขบวนการ ๓ และขบวนการนี้จะเกิดเร็วขึ้น ตามความเป็นกรดของดินที่เพิ่มมากขึ้น

ผลที่ได้จากขบวนการ oxidation ของ FeS_2 ไม่เหมือนกันที่ระดับ pH ต่างกันในสภาพที่เป็นกลาง และที่เป็นกรด ที่มีค่า pH เกิน ๔ สารพวก $Fe(OH)_3$ จะเกิดขึ้น ซึ่งจะให้จุดประสีน้ำตาลในชั้นดินล่างที่มีออกซิเจน และเกิดขึ้นในสภาพที่มีออกซิเจนน้อย หรืออากาศคอย ๆ แทรกตัวช้า ๆ ลงไปในดิน $Fe(OH)_3$ กับ S จะเกิดขึ้น ซึ่งจำนวน S เป็นตัวกำหนดจำนวนกรดซัลฟูริคที่เกิดขึ้น และ $Fe(OH)_3$ เป็นตัวกำหนดจำนวน Jarosite ที่เกิดขึ้นในดิน

ความมากน้อยของไพไรท์ในชั้น reduced subsoils เป็นเครื่องชี้บ่งบอกความเป็นศักย์ของดินกรด ซึ่งเมื่อถูก Oxidized จะให้กรดมากน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนไพไรท์ที่สะสมอยู่บริเวณใดที่มีไพไรท์สูงใน reduce subsoils เมื่อถูก oxidized ก็จะให้ดินมีความเป็นกรดมาก ซึ่งมี Potential acid สูงนั่นเอง แต่ดินต่าง ๆ ที่มีจำนวนไพไรท์แตกต่างกันในชั้น reduced subsoils จะพัฒนาเป็นดินกรด หรือไม่ในชั้นสุดท้าย ซึ่งเมื่อดินถูก Oxidized จะต้องขึ้นอยู่กับจำนวนกรดที่เกิดขึ้นจากการ oxidized ไพไรท์ กับตัวที่ทำให้กรดที่เกิดขึ้นหมดไป (Neutralizing - agents) ว่าจำนวนไหนจะมากกว่ากัน ค่าความเป็นกรดและไม่เป็นกรดของดินที่ได้พัฒนาชั้นสุดท้ายเป็นเครื่องชี้บ่ง

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าบริเวณ active tidal flats ของแม่น้ำบางปะกงกับแม่น้ำท่าจีน และแม่กลอง ซึ่งเป็นบริเวณด้านตะวันออก และตะวันตกของที่ราบบางกอกตอนใต้ จึงพัฒนาดินที่เกิดขึ้นมีความเป็นกรดต่างกันขึ้นอยู่กับ

๑. จำนวนไพไรท์ ของ reduced subsoil

๒. จำนวน Neutralizing agents ซึ่งได้แก่

ก. สารพวกคาร์บอเนตต่าง ๆ ได้แก่ $CaCO_3$

ข. พวก Adsorbed cation ต่าง ๆ (Exchagable base)

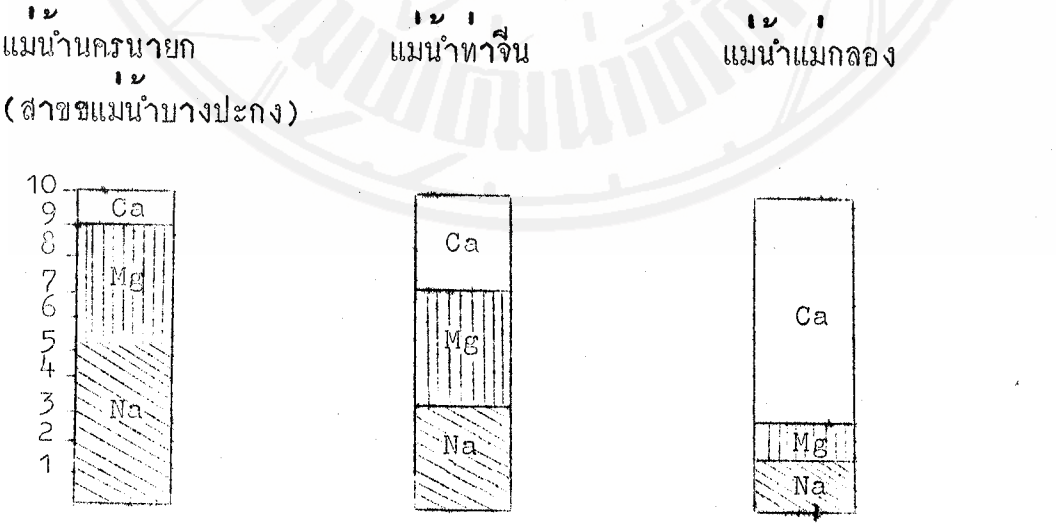
ค. จำนวนแร่สีเขียวที่สลายตัวได้ง่าย (contens of easily weatherable silicates) ที่อยู่ในชั้น reduced subsoils

ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติต่าง ๆ ของดินที่พบบริเวณที่ราบน้ำทะเลท่วมถึงในปัจจุบันของบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง กับบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน และแม่กลอง (จากรายงานการสำรวจดินที่ราบภาคกลางตอนใต้โดย บรรจง และคณะ ฯ และจาก Pon & Kevies, Report SSR - 81 - 1969)

eries	Depth	pH	pyrite	rippening	C.E.C. me/100 gm. soil	Green Minerals	$CaCO_3$ me/100 gm. soils	หมายเหตุ
- chin	0-10	7.0	0	4	89.4	1	3.5	
	10-40	7.5	2	3	81.7	1	3.6	reduced
	40-140	7.5	4	2	81.6	2	1.9	subsoil
g - pa -	0-30	7.7	4	3	58.7	0	-	
g	30-100	7.5	6	2	44.3	1	-	reduced
	100-160	8.5	6	1	44.3	2	-	subsoil

จากตารางจะเห็นว่า จำนวนไพไรท์ในชั้น reduced subsoils ของดินท่าจีนมีจำนวนน้อยกว่าดินชุดบางปะกง การวัดหาจำนวนไพไรท์ โดยการวัดหาจำนวนโดยคร่าว ๆ โดยการตรวจหาด้วยกล้องขยายโดยแบ่งเป็น class 0-6 (Pon & Kevies Report SSR -81-1969 pag 13) ดังนั้นดินชุดบางปะกง จึงมีศักย์ความเป็นกรดสูง เมื่อดินถูก oxidized และเนื่องจากบริเวณ active tidal flat ของแม่น้ำบางปะกง จากตารางแสดงคุณสมบัติของดิน จะเห็นได้ว่าตัว Neutralizing agints ต่ำและ $CaCO_3$ ในดินไม่ปรากฏอยู่เลยซึ่งจะทำให้ดินเป็นกรดจัด ส่วนบริเวณ active tidal flat ของแม่น้ำท่าจีน และแม่กลอง จะเห็นว่ามี Neutralizing agents สูงในดิน ยังปรากฏ $CaCO_3$ มีเหลืออยู่มี C.E.C. (exchagable base) และแร่สีเขียวที่ผุพังสลายได้ง่าย มีอยู่สูงกว่าประกอบกันใน reduced subsoils มีไพไรท์สะสมอยู่น้อยกว่า ดังนั้นเมื่อดินในชั้น reduced subsoils ถูก oxidized ก็จะให้กรดเกิดขึ้นมาน้อย จึงทำให้ดินที่พัฒนาขึ้นมามีลักษณะดินที่ไม่เป็นกรดดังกล่าว ขบวนการ Neutralization ของกรดที่เกิดขึ้นกับตัว Neutralizing agents ต่าง ๆ ดูได้จาก(Pon & Kevies Report SSR-81-1969 Pages 43)

รูปที่ ๖ เปรียบเทียบปริมาณของสารละลายต่าง ๆ ในน้ำของแม่น้ำนครนายก แม่น้ำท่าจีน และแม่กลอง (จาก Water Study Unit, Royal Irrigation Dep 1964)



ปริมาณแคทไอออน เปรียบเทียบที่มีอยู่ในแม่น้ำนครนายก แม่น้ำท่าจีน และแม่กลอง

จากรูปที่ ๒ จะเห็นว่าแม่น้ำบางปะกง จะมีจำนวนของพวกคาร์บอเนต และแคลเซียมอยู่น้อย ส่วนแม่น้ำท่าจีน และแม่กลอง จะมีจำนวนคาร์บอเนตสูง เมื่อบริเวณ tidal flat ถูกน้ำท่วมก็จะนำพวกคาร์บอเนตไปสะสมในดิน เมื่อดินมีการยกระดับให้สูงขึ้น มีการระบายน้ำดี ดินส่วนใหญ่ในบริเวณปากแม่น้ำทั้งสองก็จะพัฒนาเป็น Non - acid marine soils และจะปรากฏยิปซัมอยู่ในชั้นดินทั่ว ๆ ไปในบริเวณนี้ ส่วนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงจะพัฒนาเป็นดินกรด เนื่องจากมี Nuutralizing agents ต่ำ ดังกล่าว

๓. ข้อสรุปและเสนอแนะ

เนื่องจากการเขียนรายงานฉบับนี้ เป็นเพียงข้อสังเกตลักษณะเปรียบเทียบบางอย่างของลักษณะดิน บริเวณ active tidal flats ของบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงกับแม่น้ำท่าจีนและแม่กลอง ซึ่งเป็นบริเวณที่ราบตอนใต้สุดของที่ราบบางกอกตอนใต้ ทางฝั่งตะวันออก และตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา การเปรียบเทียบโดยเอาข้อมูลมาจาก Soil Survey of Southern Central plain Area ของ บรรจง เย็นมนัส และคณะ ฯ และ Report SSR - 81 - 1969) โดยดูขอบเขตของดินบริเวณปากแม่น้ำ จะให้ลักษณะดินที่พัฒนาขึ้นมา มีความเป็นกรดต่างกันในแต่ละบริเวณ บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงให้ลักษณะดินชนิดที่เป็นกรด เมื่อดินถูกยกตัวให้สูงขึ้น หรือทำคันดินกั้นน้ำไม่ให้ท่วมดินจะถูก oxidized ในชั้น reduced subsoils ให้กรดเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ประกอบกับตัว Neutralizing agents มีน้อยจึงทำให้ดินเป็นกรดจัด ซึ่งจะไปตรึงธาตุอาหารพืช ดังนั้นบริเวณนี้เกษตรกรจะใช้ประโยชน์ของที่ดิน โดยการยกร่องจะทำให้เกิดผลเสียมากกว่าจะทำให้ได้ผลดี ก็โดยควบคุมระดับน้ำใต้ดินให้อยู่ในระดับที่มีการสะสมของไพไรท์เท่านั้น เพื่อป้องกันไม่ให้กรดเกิดขึ้น ซึ่งปัจจุบันดินบริเวณนี้ก่อนที่จะใช้ทำการเกษตร ดินมีความเค็มสูงและจะให้ผลผลิตสูงในปีแรก ๆ เท่านั้น หลังจากปีถัด ๆ มา การใช้ประโยชน์ของที่ดินจะให้ผลผลิตน้อย ถึงแม้จะใส่ปุ๋ยบำรุงดิน ก็ให้ผลตอบสนองไม่คุ้มกับการลงทุน เนื่องจากเกิดกรดขึ้นในชั้นดินดังกล่าว ส่วนบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน และแม่กลอง ไม่มีปัญหาดินกรดจะมีปัญหาเฉพาะความเค็มของดิน และแหล่งน้ำจืด ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่จะใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการทำกันดินยกร่องใช้ปลูกพืชสวนเช่นมะพร้าว บริเวณใดที่มีแหล่งน้ำเพียงพอ ก็จะใช้ปลูกพืชไร่ ซึ่งจะให้ผลผลิตสูงคุ้มกับการลงทุน อย่างไรก็ตามการเขียนรายงานฉบับนี้ เป็นเพียงข้อสังเกตลักษณะบางอย่างที่แตกต่างกันที่สามารถจะหาข้อมูลมาได้ ซึ่งยังไม่มีรายละเอียดมากนัก การจะศึกษาคุณลักษณะของดินบริเวณดังกล่าวให้ละเอียดมากขึ้น จำเป็นต้องมีการศึกษารายละเอียดของข้อมูล เพิ่มเติมให้มากขึ้น โดย

๑. จะต้องหาความมากน้อยของไพไรท์ ในชั้น reduced subsoils ใน estuary ของแม่น้ำที่สำคัญ ๆ โดยเก็บสุ่มมาหาข้อมูลให้ละเอียดโดยการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ไม่ใช่โดยดูด้วยกล้องแล้วประมาณค่าของความมากน้อยของไพไรท์ วิธีการเก็บจะต้องศึกษาวิธีการว่าจะเก็บชั้นนี้อย่างไรจึงจะให้ชั้นนี้คงสภาพเดิมตามธรรมชาติไว้โดยไม่ถูก oxidized

๒. การหาจำนวน neutralizing agents ต่าง ๆ ในดินของแต่ละปากแม่น้ำที่สำคัญ เพราะดินจะพัฒนาเป็นดินกรดหรือไม่จะต้องขึ้นอยู่กับจำนวนไพไรท์ ซึ่งถูก oxidized และตัวที่ทำให้กรดหมดไป เพราะชนิดของแร่ดินเหนียวค่าในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (C.E.C.) และคาร์บอเนตของแต่ละปากแม่น้ำจะมาตกตะกอนสะสมในบริเวณดังกล่าว มีจำนวนต่าง ๆ กัน มีผลที่จะทำให้การพัฒนาดินขึ้นมามีความเป็นกรดต่างกัน เช่น ตะกอนดิน พวก Kaolinitic, C.E.C. ต่ำ และมี eachagable Ca ต่ำ จะแตกต่างกับ Smectitic Sediments ซึ่งพวกแร่ธาตุต่าง ๆ ดังกล่าวน้อยกว่าแต่มี exchagable Ca สูงกว่า หรือพอเพียงจะให้ลักษณะดินที่แตกต่างกันภายหลังจากดินถูก oxidized และจำเป็นต้องหาชนิดของแร่ดินเหนียวว่าแตกต่างกันอย่างไรของแต่ละ estuarine โดยเฉพาะแร่ธาตุสีเขียวที่สลายตัวได้ง่าย ซึ่งอยู่ในชั้น reduced subsoils ซึ่งเป็นตัว Neutralizing agents ที่สำคัญ

๓. จะต้องมีการศึกษาขั้นตอนของการตกตะกอนของดินบริเวณ แต่ละ tidal flat สาเหตุของการเกิดสะสมไพไรท์ ในชั้น reduced subsoils มีแตกต่างกันในแต่ละ estuary อาจจะเป็นเพราะสภาวะต่าง ๆ ไม่เหมือนกัน เป็นต้นว่ามี Fe และสารประกอบของ Fe ไม่เพียงพอ หรือบางบริเวณมี H_2S ที่เกิดจาก Organic matters สะสมอยู่ในดินน้อย จะต้องศึกษาทางด้านการขยายออกของบริเวณฝั่งทะเล เพราะการทับถมของตะกอนดินทะเลจะต้องมีการสะสมตะกอนและถูกชะล้างออกของตะกอนโดย tidal action ในเวลาเดียวกันจะต้องศึกษาว่าบริเวณ estuary ใด อัตราส่วนอันไหนจะมีมากกว่ากัน เพราะพบว่าการขยายออกของฝั่งทะเลโดยเร็ว ก็จะมีการสะสมของไพไรท์น้อย (Van - Breman) เป็นต้นว่าในปัจจุบัน เนื่องจากมีการทำลายป่าไม้ บริเวณต้นน้ำลำธารจึงมีการชะล้างสูญเสียเนื้อดินมาก ดังนั้นตะกอนดินตามปากแม่น้ำจะมาสะสมมากกว่าที่จะโดนชะล้างโดยคลื่นทะเลบริเวณปากอ่าว ทำให้มีตะกอนดินตกสะสมยื่นออกไปจากฝั่ง ปีละ ๔-๕ เมตร

ในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา (Nedeco 1965 อ้างโดย Van Breman 1976) ในปัจจุบัน ซึ่งทำให้บริเวณปากแม่น้ำยกตัวสูงขึ้นรวดเร็ว ในบริเวณที่มีการสะสมตะกอนมาก จึงทำให้ชั้น reduced subsoils มีการสะสมของไพไรท์ ในปัจจุบันน้อย เนื่องจากพืชที่อยู่บริเวณปากอ่าวมีช่วงเวลาที่จะเจริญเติบโตและตาย ผุพังสลายตัวสะสมอยู่ในบริเวณนี้น้อย จึงทำให้มี organic matter ที่จะเป็นสาเหตุการเกิดสะสม Secendary ไพไรท์ มีน้อยจะต้องศึกษาในรายละเอียดในแต่ละ estuary เพื่อจะเป็นข้อมูลในการปรับปรุงสภาพแวดล้อมของที่ดินชายทะเล ในด้านนิเวศน์วิทยา เป็นต้นว่า ความมากน้อยของไพไรท์ในชั้น reduced subsoils เกี่ยวข้องกับพืชที่ขึ้นตามธรรมชาติอย่างไร จะต้องทำการหาข้อมูลเปรียบเทียบในแต่ละ estuary ที่สำคัญ ว่าปริมาณของไพไรท์ ในชั้นดินมากน้อยแค่ไหนที่พืชบางชนิดชอบขึ้นและบางชนิดไม่ชอบขึ้น ตามธรรมชาติเพราะพืชต่าง ๆ เหล่านี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับแหล่งเพาะพันธ์สัตว์น้ำต่าง ๆ ในบริเวณป่าชายเลน ดังนั้นการเขียนรายงานฉบับนี้เป็นเพียงข้อสังเกตเบื้องต้นที่จะมีการค้นคว้าวิจัยข้อมูลบางอย่างของดินกับพืชในที่ดินชายทะเล และเกี่ยวข้องกับที่ดินกับการขยายพันธุ์ของสัตว์ต่อไป และเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะศึกษาการเกิดของดินกรดและการปรับปรุงแก้ไขอย่างไรที่จะให้ผลมากที่สุด

บรรณานุกรม

บรรจง เย็นมนัส, เล็ก มอญเจริญ, บำรุง มาโนช, ๒๕๑๙.
รายงานสำรวจดิน จังหวัดปทุมธานี นนทบุรี กรุงเทพ ฯ สมุทรสาคร และสมุทรปราการ
รายงาน ฉบับที่ ๑๘๘ กองสำรวจดิน กรมพัฒนาที่ดิน

มานพ เจริญรวย, สมศักดิ์ เขตสมุทร และมีนา เปี่ยมทิพย์ มนัส, ๒๕๒๓
ปริมาณสารอินทรีย์ในดินผิวพื้นทะเลอ่าวไทย ตอนในและฝั่งตะวันออก ๒๕๒๒
รายงานวิชาการที่ สจ/๒๒/๑๖ รายงานทางวิชาการ ที่ สจ./๒๒/๑๖
สถานีวิจัยประมงทะเล กองประมงทะเล กรมประมง

วิมลรัตน์ เกษมทรัพย์ ปริมาณรวมของสารอินทรีย์ และความจุรวม ของซัลไฟด์ในดินตะกอนจากอ่าวไทย ๒๕๒๕ วิทยานิพนธ์ การศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาวิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สรสิทธิ์ วัชโรทะยาน ดินกรดจัดของประเทศไทย ๒๕๒๐ โครงการวิจัยดินและปุ๋ย ภาคปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Brinkmen, R.Directions of Reserch on Acid Sulphate Soils Proceeding of the Bangkok Symposium on acid sulphate Soils. 1981 ; pp. 12 - 20

Bordovskiy, O.K. 1965. Organic matter in marine sediments. J. Mar. Biol. 3 : 3 - 114

Hungspreugs, M and Wattayakorn, G, 1978. Some Chemical Aspects of the Marine Pollution in the Upper Gulf of Thailand Ratchadapisek Sompoch Reserch Report, Chulalongkorn University 118 pp.

Jergensen, B.B, 1977 a. The sulfur cycle of a coastal manine sediment (Limfjonden, Denmark) Limnal Oceanogr. 22 (4) : 657 - 666

Kevie W. Vander and B. Yenmanas, 1972, Detailed reconaisance soil survey of Southern Central Plain area Rep. SSR - 89 Soil Survey Division, Department of Land Development, Bangkok 187 pp.

Kevie W. Vander, Acid Sulphate Soil in Central Thailand First Asean Soil Conference, Bangkok Thailand 1970

Pon, L.F. and Vanbreemen. N;Factors Influeneing the Formation of Potential Acidity in Tidal Swamps, Proceeding of the Bangkok symposium on Acid Sulphate Soils 1981 pp. 37 - 49

Pons, L.J. and N Van der Kevie, 1969 Acid Sulphate Soil in Thailand; Studies on the morphology, genesis and agricultural potential of soils with cat clay Soil Survey Reports. SSR - 81 - 1969, Land Development Depaptment. 65 pp.

Van Breemen, N 1970 Some Remanks on the Oxidation of Sulphur Compounds with Special Reference to the Development of Acid Sulphate Soils A Literature Review First Asean Soil Conference, Bangkok, Thailand 1970

Van Breemen, Clay Mineral Transfor mations in Acid Sulphate Soils in Thailand. First Asean Soil Conference, Bangkok Thailand 1970

Vlex. Paul, Some Morphological Physical and Chemical Aspects of Acid Sulphate Soils in Thailand. Rep. SSR 84 Soil Survey Division, Depertment of Land Development, Bangkok 1971 37 pp.