การกระจายของฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง

DISTRIBUTION OF VARIOUS FORMS OF PHOSPHORUS IN SEDIMENTS FROM BANGPAKONG ESTUARY TO SI CHANG ISLAND

พงษ์ศักดิ์ นุชสวาสดิ์

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

1456

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางทะเล
คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา
ปีการศึกษา 2548

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การกระจายของฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง Distribution of Various Forms of Phosphorus in Sediments from Bangpakong Estuary to Si Chang Island
โดย	นายพงษ์ศักดิ์ นุชสวาสดิ์
คณะ	เทคโนโลยีทางทะเล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. แววตา ทองระอา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ วศิน ยุวนะเตมีย์

คณะเทคโนโลยีทางทะเลได้พิจารณาปัญหาพิเศษฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางทะเล ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะเทคโนโลยีทางทะเล
(อาจารย์ วศิน ยุวนะเตมีย์)

คณะกรรมการตรวจสอบปัญหาพิเศษ

.....ประธาน
(ดร. แววตา ทองระอา)

.....กรรมการ
(อาจารย์ วศิน ยุวนะเตมีย์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ฉลวย มุสิกะ)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประกาศคุณูปการ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. แววตา ทองระอา อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ และ อาจารย์ วศิน ยุวนะเตมีย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ฉลวย มุสิกะ ที่ช่วยให้คำแนะนำ และ ยังสละเวลาอันมีค่าเพื่อเป็นกรรมการในการนำเสนอปัญหาพิเศษของข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณสถาบันวิทยาศาสตร์ทะเล และ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสารสนเทศจันทบุรี ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ และเครื่องมือในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ พี่ ๆ ที่สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้แก่ข้าพเจ้าตลอดมา

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา เพื่อน ๆ และ น้อง ๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังทรัพย์และเป็นกำลังใจที่ดีให้ข้าพเจ้าด้วยดีตลอดมา

พงษ์ศักดิ์ นุชสวาสดิ์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

45330256: สาขาวิชา: เทคโนโลยีทางทะเล; วท.บ. (เทคโนโลยีทางทะเล)
คำสำคัญ: ดินตะกอน/ฟอสฟอรัส/การสกัดตามลำดับส่วน

พงษ์ศักดิ์ นุชสวาสดิ์: การกระจายของฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (DISTRIBUTION OF VARIOUS FORMS OF PHOSPHORUS IN SEDIMENTS FROM BANGPAKONG ESTUARY TO SI CHANG ISLAND), อาจารย์ผู้ควบคุมปัญหาพิเศษ : แววตา ทองระอา, D.Tech.Sc., อาจารย์ผู้ควบคุมปัญหาพิเศษร่วม: วศิน ยุวนะเตมีย์, วท.ม., 54 หน้า. ปี พ.ศ. 2548

การกระจายของฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ถึง เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ได้ทำการศึกษาในเดือนมีนาคม พฤษภาคม และสิงหาคม 2548 พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสรวมของทั้ง 3 เดือนมีค่าอยู่ในช่วง 168.8 - 663.8, 76.3 - 635.0 และ 142.5 - 716.3 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละเดือน ฟอสฟอรัสที่พบในดินตะกอนส่วนใหญ่อยู่ในรูปของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมากกว่าอินทรีย์ฟอสฟอรัส อนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ที่ทำการศึกษาโดยใช้วิธีการสกัดอย่างต่อเนื่องตามลำดับส่วน พบว่า ส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารประกอบของเหล็กและอลูมินัมมากกว่า 50 % ของปริมาณฟอสฟอรัสรวม ซึ่งพบสูงมากในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง และฟอสฟอรัสที่พบมากในอันดับรองลงมา คือ อินทรีย์ฟอสฟอรัส นอกจากนี้ยังพบว่าสารอินทรีย์ และทรายแป้ง มีบทบาทสำคัญในการเป็นตัวดูดซับหลักในดินตะกอนที่ทำการศึกษาครั้งนี้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

45330256: MAJOR: MARINE TECHNOLOGY; B.Sc. (MARINE TECHNOLOGY)
KEYWORD: SEDIMENT/PHOSPHORUS/SEQUENTIAL EXTRACTION/
BANGPAKONG ESTUARY/SI CHANG ISLAND

PONGSAK NUTSAWAST: DISTRIBUTION OF VARIOUS FORMS OF PHOSPHORUS IN SEDIMENTS FROM BANGPAKONG ESTUARY TO SI CHANG ISLAND. SPECIAL PROBLEM ADVISORS: WAEWTAA THONGRA-AR, D.Tech.Sc., SPECIAL PROBLEM CO-ADVISOR: VASIN YUVANATEMI, M.Sc., 54 P. 2005.

Distribution of various forms of phosphorus (P) in sediments was investigated from Bangpakong estuary to Si Chang Island. Surface sediment samples were collected in March, May and August of the year 2005. The amounts of total P ranged from 168.8 - 663.8, 76.3 - 635.0 and 142.5 - 716.3 µg/g dry weight for March, May and August, respectively. The variation of sediment P in the study area was not much different in each month. The P in sediments was mainly in an inorganic rather than organic form. Sediment inorganic P fractions were determined by a sequential extraction technique. The major form of inorganic P was Fe, Al – bound P comprising more than 50 % of total P and it was found in Bangpakong estuary. In most sediments, the second most abundant form was organic P. In addition, organic matter and silt were found to be the major P sorbents of the sediments.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1

ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

ประโยชน์ของงานที่ศึกษา 3

ขอบเขตของการศึกษาวิจัย 4

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

ฟอสฟอรัสและความสำคัญของฟอสฟอรัส 5

แหล่งที่มาของฟอสฟอรัส 7

วัฏจักรของฟอสฟอรัส 7

ฟอสฟอรัสและการกระจายในดินตะกอน 8

การปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินตะกอน 9

ฟอสฟอรัสในบริเวณปากแม่น้ำ 9

ดินตะกอน (Sediment) 10

อินทรีย์สารในดินตะกอน 11

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย 15

การกำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง 15

การเก็บตัวอย่างดินตะกอน 16

การวิเคราะห์หารูปแบบของฟอสฟอรัสในดินตะกอน 18

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การหาปริมาณฟอสฟอรัสรวม อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และอินทรีย์ฟอสฟอรัส	18
การหาปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ	19
การวิเคราะห์คุณสมบัติของดินตะกอน	20
การวิเคราะห์ข้อมูล	21
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	22
คุณสมบัติของดินตะกอนบริเวณที่ทำการศึกษา	22
คุณภาพน้ำทะเลในบริเวณที่ทำการศึกษา	26
ฟอสฟอรัสรูปแบบต่างๆในดินตะกอน	28
ความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสในดินตะกอนและ คุณสมบัติของดินตะกอนบางประการ	36
5 สรุปและอภิปรายผล	38
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก	47
ภาคผนวก ก ตารางการวิเคราะห์ข้อมูล	48
ประวัติย่อของผู้วิจัย	54

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 สถานีเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง..... 16

2 การสกัดหาอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ตามวิธีของ De Lange (1992)..... 19

3 คุณสมบัติของดินตะกอนที่ทำการวิเคราะห์และวิธีวิเคราะห์..... 20

4 คุณสมบัติของดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนมีนาคม 2548)..... 23

5 คุณสมบัติของดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนพฤษภาคม 2548) 24

6 คุณสมบัติของดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนสิงหาคม 2548)..... 25

7 คุณภาพน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนมีนาคม พฤษภาคม และสิงหาคม 2548)..... 27

8 ปริมาณฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆในดินตะกอน บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนมีนาคม 2548)..... 30

9 ปริมาณฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอน บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนพฤษภาคม 2548)..... 31

10 ปริมาณฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอน บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนสิงหาคม 2548)..... 32

11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสในดินตะกอนและคุณสมบัติของดินตะกอน (เดือนมีนาคม 2548) (n=9)..... 36

12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสในดินตะกอนและคุณสมบัติของดินตะกอน (เดือนพฤษภาคม 2548) (n=9)..... 37

13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสในดินตะกอนและคุณสมบัติของดินตะกอน (เดือนสิงหาคม 2548) (n=9)..... 37

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การหมุนเวียนวัฏจักรของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ	8
2	สถานีเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง	15
3	เครื่องมือเก็บดินซึ่งดัดแปลงมาจาก Petersen Grab ใช้สำหรับเก็บดินตะกอน	17
4	แบบแผนการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอน	17
5	เครื่อง Multi – Parameter System (YSI 650 MDS) ใช้สำหรับตรวจวัดคุณภาพน้ำในภาคสนาม	18
6	เปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสรวม ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา ถึง เกาะสีชัง จ.ชลบุรี	28
7	สัดส่วนของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสและอินทรีย์ฟอสฟอรัส ที่พบในดินตะกอน ในเดือน (ก) มีนาคม 2548 (ข) พฤษภาคม 2548 และ (ค) สิงหาคม 2548	29
8	เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา ถึง เกาะสีชัง จ.ชลบุรี (เดือนมีนาคม 2548)	34
9	เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา ถึง เกาะสีชัง จ.ชลบุรี (เดือนพฤษภาคม 2548)	35
10	เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอน บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา ถึง เกาะสีชัง จ.ชลบุรี (เดือนสิงหาคม 2548)	35

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

มนุษย์กับแหล่งน้ำมีความผูกพันธ์กันมายาวนาน สังเกตได้จากการตั้งถิ่นฐานที่อยู่อาศัยซึ่งมักจะตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากมนุษย์ต้องพึ่งพาแหล่งน้ำทั้งเพื่อการอุปโภคบริโภค การเก็บเกี่ยวทรัพยากรและการสัญจร ในขณะเดียวกันก็ใช้แหล่งน้ำเป็นที่ระบายสิ่งโสโครกเหล่านั้นให้หายไปได้ แต่ในปัจจุบันประชากรมนุษย์ได้เพิ่มขึ้นอย่างมาก ขณะที่ความเชื่อเดิมยังคงอยู่ส่งผลให้แหล่งน้ำบางแห่งไม่สามารถบำบัดตัวเองได้ทันหรือทำให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสียในที่สุด โดยเฉพาะในเขตชุมชนเมืองซึ่งมีทั้งบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรมตลอดจนโรงปศุสัตว์ น้ำทิ้งที่ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำมีทั้งสารประกอบอินทรีย์ เช่น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ

สารอินทรีย์มีทั้งส่วนที่ย่อยได้และย่อยไม่ได้ ส่วนที่ย่อยไม่ได้หรือย่อยไม่หมดจะตกตะกอนหรือถูกกระแสน้ำพัดพาออกสู่ทะเลในที่สุด สารอาหารที่ตกตะกอนทับถมกันเรื่อย ๆ จะถูกสะสมโดยดินตะกอนในขณะเดียวกันก็จะมีการย่อยโดยกิจกรรมของแบคทีเรียซึ่งมีอยู่ในดินตะกอนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและมีการหมุนเวียนของสารอาหารระหว่างดินตะกอนกับแหล่งน้ำตลอดเวลา การกระจายของสารอาหารในดินตะกอนจึงแตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณ (ปนัดดา มีจริง, 2542)

ฟอสฟอรัสถึงแม้ว่าจะมีปริมาณไม่มากนักในแหล่งน้ำธรรมชาติ แต่ฟอสฟอรัสก็มีความสำคัญมากเนื่องจากเป็นสารอาหารที่กำหนดผลผลิตของสัตว์น้ำ ฟอสฟอรัสจึงมีความสำคัญในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ และบ่อบำบัดน้ำเสีย การขาดแคลนฟอสฟอรัสมีผลทำให้ผลผลิตของสัตว์น้ำต่ำลง หรือการบำบัดน้ำเสียไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ฟอสฟอรัสในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำเสมอ ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิต โดยสารประกอบฟอสเฟตในเซลล์จะเก็บพลังงานจากการย่อยอาหาร และจะปล่อยพลังงานเมื่อสิ่งมีชีวิตมีกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ การเคลื่อนที่ การเจริญเติบโต และการสืบพันธุ์ เป็นต้น

ในช่วงเวลาที่ผ่านมาชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทย เกิดสภาพน้ำเสียอันเนื่องมาจากการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชบางชนิด ทำให้เกิดการตายของปลา และสัตว์น้ำอื่น ๆ เป็นจำนวนมากโดยยังไม่ทราบสาเหตุที่แน่นอน อย่างไรก็ตาม เป็นที่ทราบกันดีว่า

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ฟอสฟอรัสมีบทบาทสำคัญมากในการทำให้เกิด eutrophication ขึ้นในแหล่งน้ำหลายแห่งเนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารพืชที่สำคัญสำหรับการเจริญเติบโตของสาหร่าย และพืชน้ำ ถึงแม้ว่าจะมีธาตุอาหารชนิดอื่น เช่น ไนเตรท คาร์บอเนต อยู่ในแหล่งน้ำมากก็ตาม สาหร่าย และพืชน้ำจะไม่เจริญเติบโตถ้ามีปริมาณฟอสฟอรัสไม่เพียงพอ

ดินตะกอนใต้ทะเล เป็นแหล่งสะสมของฟอสฟอรัสที่พัดพามาจากบนพื้นแผ่นดินอย่างดี ฟอสฟอรัสที่ถูกเก็บกักไว้ในดินตะกอน มีบทบาทสำคัญช่วยควบคุมปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในน้ำ และเชื่อว่าน่าจะมีส่วนสำคัญกับการเพิ่มขึ้นของแพลงก์ตอนพืชจนเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า ขี้ปลาวาฬ หรือ น้ำเปลี่ยนสี (red tide)

ฟอสฟอรัสที่ถูกถ่ายเทลงสู่แหล่งน้ำมาจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่ น้ำทิ้งจากชุมชนบ้านเรือน ซึ่งมีสารซักล้างปนเปื้อนอยู่ โรงงานอุตสาหกรรม แหล่งทำการเกษตร ล้วนมีส่วนทำให้ฟอสฟอรัสที่ถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำมีปริมาณสูงขึ้นทั้งสิ้น

การที่ปริมาณฟอสฟอรัสสะสมอยู่ในดินตะกอนและแหล่งน้ำมากเกินไป จะทำให้แหล่งน้ำมีปัญหาเนื่องจากการเติบโตของพืชน้ำและแพลงก์ตอนพืชที่เจริญอย่างรวดเร็ว มีการใช้ออกซิเจนสูงทำให้ออกซิเจนในน้ำและดินลดต่ำลงอย่างรวดเร็วและเกิดการเน่าเสียของน้ำและดินอย่างรวดเร็วในที่สุด

โดยทั่วไป ฟอสฟอรัสในดินตะกอนสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. อินทรีย์ฟอสฟอรัส หมายถึง ฟอสฟอรัสที่อยู่ในส่วนประกอบของอินทรียวัตถุในดิน ฟอสฟอรัสรูปนี้จะเป็นประโยชน์ต่อพืช เมื่ออินทรียวัตถุสลายตัว

2. อนินทรีย์ฟอสฟอรัส หมายถึง ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของสารประกอบแคลเซียม อะลูมินัม เหล็ก และออกไซด์ของเหล็กและอะลูมินัม คือ แคลเซียมฟอสเฟต (Ca-P) อะลูมินัมฟอสเฟต (Al-P) เหล็กฟอสเฟต (Fe-P) และ Loosely adsorbed P ซึ่งฟอสเฟตรูปต่าง ๆ เหล่านี้มีความสำคัญต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อพืช โดยเฉพาะฟอสฟอรัสที่อยู่ในสารประกอบของเหล็กคาดว่ามีส่วนสำคัญต่อการถูกปลดปล่อย (desorption) เข้าสู่แหล่งน้ำ อย่างไรก็ตาม ฟอสฟอรัสที่อยู่ในสารประกอบของแคลเซียม เช่น apatite พบว่าเป็นรูปแบบที่ไม่สามารถปลดปล่อยได้ (unavailable form) และจะเสถียร (stable) ไม่ว่าอยู่ในสภาวะ oxidation หรือ reduction

การเคลื่อนย้ายของฟอสฟอรัสในดินตะกอนสู่ชั้นน้ำ ขึ้นอยู่กับรูปแบบต่าง ๆ ของฟอสฟอรัส ตลอดจนปัจจัยสภาวะแวดล้อมของดินตะกอนนั้น ๆ เช่น ความเป็นกรด - ด่าง สภาวะ oxidation และ reduction เป็นต้น ดังนั้นการวิเคราะห์หารูปแบบต่าง ๆ ของฟอสฟอรัสในดินตะกอนจะทำให้สามารถใช้ทำนายหรือคาดคะเนปริมาณฟอสฟอรัส ที่สามารถปลดปล่อยออกจาก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ดินตะกอน หรือฟอสฟอรัสส่วนที่พืชจะนำไปใช้ได้ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของปริมาณแพลงก์ตอนพืชในน้ำได้

ด้วยเหตุนี้ทำให้ผู้วิจัยสนใจทำการศึกษาเกี่ยวกับการกระจายของฟอสฟอรัสรูปแบบ ต่าง ๆ ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ถึง เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีความสำคัญ ดังนี้

1. เป็นบริเวณที่คลอบคลุมพื้นที่ที่มีกิจกรรมการใช้ประโยชน์แตกต่างกัน ได้แก่ เขตเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง การท่องเที่ยว และแหล่งชุมชน เป็นต้น

2. มีรายงานการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี หรือ ปรากฏการณ์ขี้ปลาวาพ บ่อยครั้งในด้านความรุนแรงแตกต่างกันในบริเวณนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษารูปแบบต่าง ๆ ของฟอสฟอรัสในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ถึง เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของฟอสฟอรัสรูปแบบต่างๆ ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง ในระยะเวลาต่าง ๆ

3. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอน และคุณสมบัติของดินตะกอน

ประโยชน์ของงานที่ศึกษา

1. ทราบถึงรูปแบบต่าง ๆ ของฟอสฟอรัสในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง

2. ทราบความแตกต่างของฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง ในเดือนต่าง ๆ กัน

3. ทราบความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอน และคุณสมบัติของดินตะกอน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษารูปแบบต่าง ๆ ของฟอสฟอรัส ในดินตะกอนและคุณสมบัติของดินตะกอนใน บริเวณตั้งแต่ปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา จนถึงเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี รวม 9 สถานี ทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอน 3 ครั้ง คือ ในเดือนมีนาคม พฤษภาคม และสิงหาคม 2548 โดย ใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างดินตะกอนซึ่งดัดแปลงมาจาก Petersen Grab

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฟอสฟอรัสและความสำคัญของฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสถึงแม้ว่าจะมีปริมาณไม่มากนักในแหล่งน้ำธรรมชาติ แต่ฟอสฟอรัสก็มีความสำคัญมากเนื่องจากเป็นธาตุอาหารที่สำคัญและเป็นตัวกำหนดผลผลิตของสัตว์น้ำ การขาดแคลนฟอสฟอรัสมีผลทำให้ผลผลิตของสัตว์น้ำต่ำลง ฟอสฟอรัสในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำเสมอ ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตโดยสารประกอบฟอสเฟตในเซลล์จะเก็บพลังงานจากการย่อยอาหาร และจะปล่อยพลังงานเมื่อสิ่งมีชีวิตมีกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ การเคลื่อนที่ การเจริญเติบโต และการสืบพันธุ์ เป็นต้น อีกส่วนหนึ่งของฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปของสารประกอบ ซึ่งทับถมกันเป็นกองฟอสเฟต รวมทั้งกองกระดูกเปลือกหอย ซากปะการังใต้ทะเล และมหาสมุทร โพรติสต์ในทะเลที่สามารถสังเคราะห์แสงได้สามารถนำเอาสารประกอบฟอสเฟตเหล่านี้ไปใช้ได้ ทำให้มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แพลงก์ตอนพืชเหล่านี้ถูกกินโดยแพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์อื่นๆ ต่างกินกันต่อๆ ไปตามห่วงโซ่อาหาร ฟอสฟอรัสจะถูกถ่ายทอดไปตามลำดับขั้นเช่นเดียวกันจนกระทั่งในที่สุดสิ่งมีชีวิตต่างๆ เหล่านั้นตาย หรือขับถ่ายลงน้ำ ก็จะมีจุลินทรีย์บางพวกเปลี่ยนฟอสฟอรัสให้เป็นสารประกอบฟอสเฟตอยู่ในน้ำอีกครั้ง (ปรีชา สุวรรณพินิจ, 2521)

สารประกอบฟอสฟอรัสในดินเกือบทั้งหมดอยู่ในรูป orthophophate ประกอบด้วย อินทรีย์ฟอสฟอรัสและอนินทรีย์ฟอสฟอรัส

สารประกอบอินทรีย์ฟอสฟอรัสในพืช สัตว์ และในจุลินทรีย์เป็นพวก phospholipids, nucleic acids, inositol phophates, metabolic phosphates, phosphoproteins ในดินส่วนใหญ่เป็น inositol phophates (ประมาณ 12 - 49 % ของอินทรีย์ฟอสฟอรัส) และ phospholipids, nucleic acids (ประมาณ 1 - 2 % ของอินทรีย์ฟอสฟอรัส) นอกเหนือจากนั้นอีกประมาณมากกว่า 50 % เป็นสารอินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ยังไม่สามารถแจกแจงชนิดได้ อินทรีย์ฟอสฟอรัสในดินเป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ปนอยู่ในฮิวมัสหรือในสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่ใส่ลงไปในดินและจะได้อนินทรีย์ฟอสฟอรัส เมื่อจุลินทรีย์เข้าไปย่อยสลายสารอินทรีย์นี้พร้อม ๆ กับปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนออกมา อัตราการย่อยสลายอนินทรีย์ฟอสฟอรัสขึ้นอยู่กับชนิดของอินทรีย์สาร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

อุณหภูมิ อาหารแร่ธาตุอื่น ๆ ความชื้น และระดับความเป็นกรด - ด่างของระบบ (สัมพันธ์ สุพรรณธริกา, 2544)

อนินทรีย์ฟอสฟอรัสในดินมีหลายรูปหลายประเภททั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบการแจกแจง เช่น เป็นแร่ดั้งเดิมหรือแร่เกิดใหม่หรือแจงเป็นชนิดแร่ เช่น apatite, gorceixite, wavelite, strengite หรือเมื่อแจงตามคุณสมบัติทางเคมีจะเป็นพวกที่ละลายอยู่ในสารละลายดิน พวกที่ละลายได้ในกรดอ่อนและพวกที่ละลายได้เฉพาะในกรดแร่หรือพวกที่ละลายในด่าง พวกที่หลอมปนกับออกไซด์ของเหล็กของอะลูมินัม พวกที่ถูกจับอยู่ตามผิวของแร่ดินเหนียวออกไซด์หรือไฮดรอกไซด์ต่าง ๆ

อนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ละลายอยู่ในสารละลายดินมีปริมาณน้อยมากโดยทั่วไปมีได้ต่ำกว่า 0.5 ppm (ถ้าหากสารละลายดินมีฟอสฟอรัสเข้มข้น 0.2 - 0.3 ppm) ดินนั้นมีฟอสฟอรัสเพียงพอต่อพืชทุ่งหญ้าแต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ phosphate buffer capacity ของดินด้วย เช่น ถ้ามีค่า capacity ความเข้มข้นเพียง 0.1 ppm ก็เพียงพอ ฟอสฟอรัสในสารละลายดินอยู่ในสภาพสมดุลกับฟอสฟอรัสในรูปของแข็งและภาวะการตรึงฟอสเฟตในดิน อนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่เป็นของแข็งของดินมีองค์ประกอบทางเคมีที่สลับซับซ้อนแตกต่างกันไปตามวัตถุต้นกำเนิด ตามปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีของแต่ละตำแหน่งของดินและตลอดระยะเวลาของการเกิดการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ อนินทรีย์ฟอสเฟตที่ละลายได้ดีที่ใส่ลงไปในดินมีแนวทางที่เปลี่ยนไปเป็นสารอนินทรีย์ฟอสเฟตที่ละลายได้เลวลง ยิ่งนานออกไปยิ่งละลายได้ยากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงถึงขั้นเป็นสารฟอสเฟตแทรกอยู่ในก้อนกรวดหรือเคลือบด้วยออกไซด์ ไฮดรอกไซด์ของเหล็กอะลูมินัม (occluded phosphate) (พิพัฒน์ สุพร, 2544)

แม้ว่าฟอสฟอรัสจะเป็นธาตุที่มีปริมาณมากเป็นอันดับที่ 9 ของเปลือกแข็งของผิวโลก แต่ในดินโดยเฉลี่ยมีฟอสฟอรัสต่ำมากคือมีพิกัด 0.017 % - 0.13 % ส่วนใหญ่เป็นพวกอนินทรีย์ฟอสฟอรัส

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดของดิน ไม่สามารถใช้เป็นค่าชี้บ่งบอกสถานะของระดับความเพียงพอต่อความต้องการของพืชได้ เพราะมีปัจจัยหลายอย่างที่ควบคุมการละลายได้และการตรึงฟอสเฟต ค่า phosphate buffer capacity ร่วมกับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายดินดูเหมือนว่าจะเป็นตัวชี้ที่ดี แต่ยังไม่มีวิธีการที่เหมาะสมในการวัดปริมาณของค่าเหล่านี้ในปัจจุบัน การประเมินระดับฟอสฟอรัสในดินยังคงใช้วิธีการหาฟอสฟอรัสรวม เพื่อทราบศักยภาพของดินที่จะให้ฟอสฟอรัสได้ควบคู่กับค่า available P จากการสกัดดินด้วยวิธีต่าง ๆ ที่เปรียบเทียบกับการทดลองความต้องการฟอสฟอรัสของพืชซึ่งได้ผลดีสำหรับเฉพาะกลุ่มดินบางบริเวณและเฉพาะพืชบางชนิด (พัชรา โฉมไธสง, 2540)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

แหล่งที่มาของฟอสฟอรัส

1. จากธรรมชาติ เกิดจากการกัดกร่อนและการผุพังสลายตัวของหิน การเน่าเปื่อยของสารอินทรีย์และของเสียต่าง ๆ โดยผ่านทางการชะล้างจากแผ่นดิน

2. จากกิจกรรมของมนุษย์ มาจากของเสียที่มนุษย์ถ่ายทิ้งลงสู่แหล่งน้ำทุกวัน เช่น น้ำทิ้งจากชุมชนบ้านเรือน ซึ่งสารซักล้างปนเปื้อนอยู่ เป็นต้น

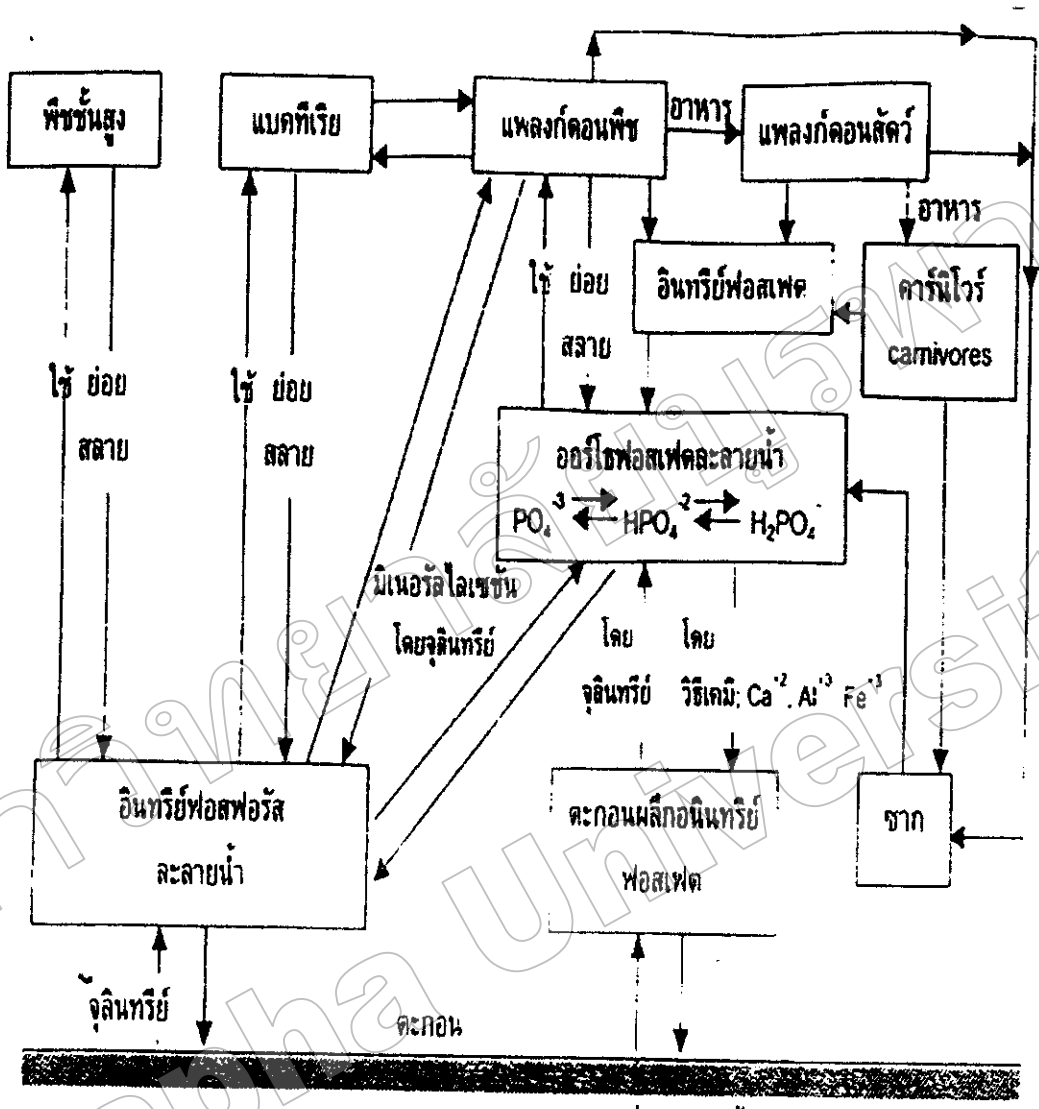
3. จากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท

4. จากกิจกรรมการเกษตร เช่น การใช้ปุ๋ยในปริมาณที่มากเกินความจำเป็น ของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ของเสียจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นต้น

วัฏจักรของฟอสฟอรัส

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่จำเป็นธาตุหนึ่งสำหรับกรดนิวคลีอิกและเยื่อเมมเบรนของเซลล์ รวมทั้งเอทีพีในเซลล์ ดังนั้นฟอสฟอรัสจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับวงจรชีวิตทุกอย่างด้วยเช่นกัน ฟอสฟอรัสนี้ก็เหมือนกับคาร์บอนและไนโตรเจนที่จะแปรกลับไปมาระหว่างรูปอินทรีย์และรูปอนินทรีย์แต่จะไม่เหมือนกับไนโตรเจนที่ฟอสฟอรัสจะอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่สถานะวาเลนซี่ +5 เท่านั้น ทั้งนี้อนินทรีย์ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำคือ เป็นเกลือของอะลูมินัม แคลเซียม แมกนีเซียมและเหล็ก โดยอัตราการละลายหรือไม่ละลายน้ำขึ้นอยู่กับพีเอชของน้ำด้วย แต่จุลินทรีย์บางชนิดสามารถแปลงรูป อนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายน้ำเป็นออโธฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้ ในขณะที่จุลินทรีย์อีกกลุ่ม เช่น แบคทีเรีย (เช่น *B. subtilis, Arthrobacter*), แอกทีโนมัยซีทิส (เช่น *Sterptomyces*) และฟังไจ (เช่น *Aspergillus, Penicillium*) จะสามารถเปลี่ยนสารประกอบอินทรีย์ฟอสฟอรัสให้เป็นออโธฟอสเฟตที่ละลายน้ำได้เช่นกัน ซึ่งฟอสฟอรัสในรูปละลายน้ำนี้จะถูกแพลงก์ตอนทั้งพืชและสัตว์นำไปใช้เป็นธาตุอาหารต่อไป ส่วนจุลินทรีย์อีกกลุ่มสามารถแปลงรูปฟอสฟอรัสไม่ละลายน้ำที่สะสมตัวอยู่ที่ก้นน้ำให้กลายเป็นอินทรีย์ฟอสเฟตที่ละลายน้ำ ซึ่งพืชชั้นสูงจะนำไปใช้ในการสังเคราะห์เซลล์ใหม่ขึ้นได้ ทั้งนี้แบคทีเรียและฟังไจถือว่าเป็นสิ่งมีชีวิตหลักที่สามารถแปลงรูปฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปซึ่งพืชและจุลินทรีย์ที่กลุ่มอื่น ๆ สามารถนำไปใช้ต่อได้โดยใช้เอนไซม์ฟอสฟาเทส (phosphatase) ในการ cleave อินทรีย์ฟอสเฟตออกมาจากสารประกอบฟอสฟอรัสแล้วนำอินทรีย์ฟอสเฟตที่ได้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป (วิเชษฐ์ อนันต์กิจไพบูลย์, 2540)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 1 การหมุนเวียนวัฏจักรของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ (ที่มา : ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2544)

ฟอสฟอรัสและการกระจายในดินตะกอน

ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปตะกอนอาจมาจากหลายแห่ง เช่น การผุพังของหิน ดิน แร่ที่มีฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบจากแหล่งต้นน้ำหรือบริเวณที่ลำน้ำผ่านไป ทำให้บางส่วนทิ้งตัวตกลงกับตะกอน ฟอสฟอรัสอาจตกตะกอนโดยเป็นส่วนประกอบร่วมกับเหล็ก แมงกานีสหรือสารประกอบไฮดรอกไซด์หรือคาร์บอเนต รวมทั้งสารอินทรีย์ โดยฟอสฟอรัสอาจตกร่วมกับสารอินทรีย์ที่เกิดในแหล่งน้ำนั้นเองหรือพามาจากที่อื่น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บางส่วนของฟอสฟอรัสในตะกอนอาจเป็นส่วนประกอบของสิ่งมีชีวิต เดิมอยู่ในรูปของสารเคมีที่จำเป็นต่อสิ่งมีชีวิต ซึ่งเมื่อตายลงก็ตกทับถมเป็นตะกอนในแหล่งน้ำขึ้นอยู่กับลักษณะของตะกอนรวมทั้งสภาพ ทางเคมี กายภาพ และทางชีวเคมีของแหล่งน้ำนั่นเอง (มนูวดี หังสพฤกษ์, 2532)

การปลดปล่อยฟอสฟอรัสในดินตะกอน

ดินตะกอนในแหล่งน้ำมีบทบาทสำคัญต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ กล่าวคือในดินตะกอนจะมีการสะสมของธาตุอาหาร เช่น ฟอสฟอรัส ซึ่งฟอสฟอรัสที่สะสมอยู่ในดินตะกอนมีหลายรูปแบบ รูปแบบที่เป็น Loosely adsorbed P (exchangeable + carbonate) มีการจับตัวกันอย่างหลวมๆ สามารถปลดปล่อยออกจากดินตะกอนได้ง่าย รูปแบบที่เป็น Fe, Al-bound P เป็นฟอสฟอรัสที่จับตัวกันอย่างค่อนข้างหลวมจึงสามารถปลดปล่อยออกมาได้ค่อนข้างง่ายเช่นกัน ส่วนฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปแบบของ Ca-bound P, apatite เป็นรูปแบบที่มีการจับตัวกันอย่างแน่นหนาจึงสามารถปลดปล่อยออกมาได้ในปริมาณน้อยในแหล่งน้ำธรรมชาติ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณของฟอสฟอรัสที่สามารถปลดปล่อยออกจากดินตะกอนได้นั้น ก็ถือว่าเป็นการช่วยเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารให้สูงขึ้นอีกทาง (Petterson et at., 1988)

ฟอสฟอรัสในบริเวณปากแม่น้ำ

ในบริเวณปากแม่น้ำมีกระบวนการอย่างหนึ่งที่คอยควบคุมปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสให้มีปริมาณค่อนข้างคงที่ ณ ระดับหนึ่ง คือ กระบวนการเกิด buffering effect โดยการดูดซับการคายออกจากผิวของตะกอน ซึ่งเป็นการรักษาสมดุลความเข้มข้นของฟอสฟอรัสระหว่างตะกอนและน้ำเหนือตะกอน การแลกเปลี่ยนฟอสฟอรัสที่ตะกอนผิวหน้าขึ้นกับปัจจัยต่างๆ หลายอย่างด้วยกัน คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม อุณหภูมิ ค่า redox potential รวมทั้งอัตราการนำฟอสฟอรัสเข้าสู่แหล่งน้ำและระดับผลผลิตทางชีวภาพภายในแหล่งน้ำด้วย (Aston, 1980 อ้างโดย อเนก จูศิริพงษ์กุล, 2539)

ดินตะกอนที่มีอนุภาคดินขนาดเล็กจะสามารถตรึงฟอสเฟต ทำให้ฟอสเฟตของแหล่งน้ำลดลงจึงพบว่าฟอสเฟตมีการกระจายในน้ำมากบริเวณต้นแม่น้ำเพราะอนุภาคดินขนาดใหญ่ ส่วนในบริเวณปากแม่น้ำมีการกระจายของฟอสเฟตในน้ำน้อย เนื่องจากมีการดูดซับฟอสเฟตที่ผิวดิน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตะกอนสูง แสดงให้เห็นว่าบริเวณปากแม่น้ำมีปริมาณฟอสเฟตในดินตะกอนสูงกว่าบริเวณอื่น (รุ่งทิพย์ โพล้งเศรษฐี, 2543)

ดินตะกอน (Sediment)

ดินตะกอนประกอบด้วยส่วนที่เป็นซากของสิ่งมีชีวิต (detritus) อนินทรีย์สารและอนุภาคอินทรีย์สารที่เกาะรวมกันอยู่ที่พื้นท้องน้ำซึ่งมีส่วนเกี่ยวโยงกับลักษณะทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของแหล่งน้ำนั้น ดินตะกอนเป็นแหล่งรองรับและเป็นที่สะสมตัวของสารที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์และธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารนั้นในแหล่งน้ำ ดินตะกอนประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ 4 ส่วน ดังนี้คือ

1. interstitial water หรือ pore water เป็นช่องว่างระหว่างอนุภาคของดินตะกอนซึ่งมีปริมาณมากที่สุดถึง 50 % ของพื้นผิวดินตะกอน
2. inorganic phase รวมถึงหินและเปลือกหอยที่แตกหักและแร่ธาตุที่เป็นผลมาจากการกัดกร่อนตามธรรมชาติของสารบนบก
3. organic phase มีปริมาณน้อยแต่มีความสำคัญมากเพราะสิ่งมีชีวิตสามารถดูดซึมและนำไปใช้ได้ซึ่งอาจจะทำให้สิ่งมีชีวิตมีการปนเปื้อนของสารพิษในร่างกาย
4. anthropogenic derived materials เป็นสารที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์และเกิดจากการกัดเซาะของดินชั้นบน

ตะกอนที่ผิวหน้าสามารถบอกถึงสภาวะมลพิษในปัจจุบัน ซึ่งสัมพันธ์โดยตรงกับสภาพน้ำ และในระดับความลึกลงไปของชั้นตะกอนสามารถบอกถึงตะกอนในอดีตหรือคุณสมบัติน้ำในอดีตได้ ซึ่งถ้าทราบอัตราการตกตะกอน จะสามารถเปรียบเทียบสภาวะมลพิษปัจจุบันกับสภาวะครั้งอดีตได้ (ปนัดดา มีจริง, 2542)

ตะกอนทะเลลึกส่วนใหญ่มีการตกตะกอนภายใต้สภาพมีออกซิเจนหรือมีออกซิเจนมาก แต่ในทะเลใกล้ฝั่งจะพบบ่อยครั้งว่ามีการตกตะกอนภายใต้สภาวะขาดออกซิเจนหรือมีออกซิเจนน้อย เนื่องจากตะกอนในทะเลใกล้ฝั่งไม่มีโอกาสสัมผัสกับอากาศ เพราะมักมีการสะสมตัวของตะกอนทับถมกันอยู่ตลอดเวลา แต่ในขณะที่ตะกอนในทะเลลึกมีโอกาสสัมผัสกับอากาศมากกว่าและใช้เวลานานกว่าจะถูกทับถมลงมาอีกครั้ง

ระบบหมุนเวียนของน้ำจะมีผลทำให้ธาตุหรือสารประกอบที่อยู่ในน้ำตกตะกอนและเกิดการทับถมของตะกอนต่อไปเรื่อย ๆ โดยสารอาหารที่ตกตะกอนลงมาจะถูกสะสมไว้ในดินตะกอนและถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียเมื่อมีการผสมผสานกันระหว่างมวลน้ำจะทำให้เกิดการรบกวน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตะกอน ซึ่งจะพบว่ามีการแลกเปลี่ยนธาตุอาหารระหว่างมวลน้ำกับดินตะกอนอยู่ตลอดเวลา ทำให้ธาตุอาหารมีความอุดมสมบูรณ์สำหรับพืชและแพลงก์ตอนพืช นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญสำหรับสัตว์น้ำด้วย

อินทรีย์สารในดินตะกอน

อินทรีย์สารมีทั้งส่วนที่ย่อยได้ และย่อยไม่ได้ โดยส่วนที่ย่อยไม่ได้หรือย่อยไม่หมดจะตกตะกอนหรือถูกกระแสน้ำพัดพาออกสู่ทะเลในที่สุด สารอาหารที่ตกตะกอนทับถมกันมาเรื่อย ๆ จะถูกสะสมไว้โดยดินตะกอน ขณะเดียวกันก็จะมีการย่อยโดยกิจกรรมของแบคทีเรีย ซึ่งมีอยู่ในดินตะกอนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และมีการหมุนเวียนของสารอาหารระหว่างดินตะกอนกับแหล่งน้ำตลอดเวลา การแพร่กระจายของอินทรีย์สารในดินตะกอนจึงแตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณ (รุ่งทิพย์ โพล้งเศรษฐี, 2543)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาฟอสฟอรัสพบว่ามีการศึกษาในน้ำมากกว่าในดินตะกอน ดังที่พบในรายงานดังต่อไปนี้

กัลยา อำนวย (2525) ศึกษาฟอสฟอรัสในดินตะกอนพบว่า ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์กับปริมาณของสารอินทรีย์คาร์บอน แสดงถึง การได้รับของฟอสฟอรัสจากดินตะกอนโดยปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารอินทรีย์

ลัดดา แก้วศรีประกาย (2528) ทำการศึกษาเปรียบเทียบดินตะกอนธรรมชาติ กับ ดินตะกอนที่กำจัดโลหะและอินทรีย์สารแล้ว พบว่า ดินตะกอนธรรมชาติคายฟอสเฟตออกสู่สารละลายมากกว่าดินตะกอนที่ไม่ได้กำจัดโลหะและอินทรีย์สาร

วิทยา บุญถนอม และวรวิทย์ ชีวาพร (2533) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารพืชในทะเล บริเวณแหลมฉบังถึงพัทยา ระหว่างเดือนตุลาคม 2532 – สิงหาคม 2533 จำนวน 8 สถานี พบว่าปริมาณฟอสเฟตอยู่ระหว่าง 0.31-1.01 µg-at P/L เมื่อเปรียบเทียบกับผล

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การศึกษาที่ผ่านมา พบว่ามีแนวโน้มที่จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำ พบว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ

พรทิพย์ งานสกุล (2534) ได้ทำการศึกษาการแพร่กระจายของธาตุฟอสฟอรัส ทั้งส่วนที่ละลายน้ำและส่วนที่แขวนลอยในแม่น้ำบางปะกงระหว่างฤดูน้ำมาก (เดือนสิงหาคม 2532) และฤดูน้ำน้อย (เดือนกุมภาพันธ์ 2533) พบว่าธาตุอาหารส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ละลายน้ำ โดยฟอสฟอรัสรวมส่วนที่ละลายน้ำเท่ากับ 84.1 % และฟอสฟอรัสแสดงการแปรผันที่ไม่แน่นอนทั้งฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อย โดยทั่วไปพบว่า ความเข้มข้นของฤดูน้ำน้อยจะสูงกว่าฤดูน้ำมาก โดยค่าเฉลี่ยของไนโตรเจนรวมและฟอสฟอรัสรวม (N:P) เท่ากับ 28:1 แสดงว่าการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำบางปะกงมีฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัด ในขณะที่ ออโธฟอสเฟตฟอสฟอรัสอินทรีย์ และฟอสฟอรัสรวม มีพฤติกรรมแบบไม่อนุรักษ์ เช่นเดียวกับฟอสฟอรัสส่วนที่แขวนลอยในแม่น้ำบางปะกง แสดงพฤติกรรมแบบไม่อนุรักษ์ ฟลักซ์ของธาตุอาหารที่ถูกพัดพาออกสู่อ่าวไทยตอนบนในฤดูน้ำมากมีค่าสูงกว่าฤดูน้ำน้อย โดยฟลักซ์สุทธิของออโธฟอสเฟตฟอสฟอรัสอินทรีย์ และฟอสฟอรัสรวม มีค่าดังนี้ 24×10^3, 8×10^3 และ 32×10^3 กิโลกรัมต่อปี ตามลำดับ

อเนก จูศิริพงษ์กุล (2538) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหารซิลิคอน ฟอสฟอรัส และไนโตรเจน ที่สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ได้ในรูปต่าง ๆ ในตัวอย่างน้ำ สารแขวนลอย และดินตะกอนหน้าดินบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือนมีนาคม สิงหาคม และธันวาคม 2537 พบว่าค่าความเข้มข้นของซิลิเกต ไนไตรท์ ไนเตรท แอมโมเนีย และฟอสเฟต มีค่าอยู่ในช่วง 0.88-29.58, 0.01-1.59, 0.26-4.7 และ 0.29-13.49 µg-at P/L ตามลำดับ ความเข้มข้นของไนโตรเจนในสารแขวนลอยและตะกอนดินมีค่าอยู่ในช่วง 1.02-25.49 µg-at P/L และ 0.08-2.47 g/kg ตามลำดับ ความเข้มข้นของซิลิเกตมีค่าสูงในฤดูน้ำมาก และมีความสัมพันธ์กับความเค็มเป็นเส้นตรงอย่างเด่นชัดมากกว่าในฤดูน้ำน้อย ส่วนไนโตเจนและฟอสฟอรัสมีความเข้มข้นไม่แตกต่างกันตามฤดูกาล การศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า ปริมาณไนโตรเจนในสารแขนลอยในบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตกมีปริมาณสูงกว่าตอนกลางอ่าวและทางฝั่งตะวันออก ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณไนโตรเจนในดินตะกอน

สุภาภรณ์ ศรีศฤงฆาร (2538) ได้ศึกษาปริมาณฟอสเฟตบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง และอ่างศิลา-ศรีราชา โดยทำการศึกษาตั้งแต่เดือนมิถุนายน-ธันวาคม 2538 จำนวน 15 สถานี พบว่าบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงมีปริมาณฟอสเฟตสูงกว่าบริเวณอ่างศิลา และจะมีปริมาณลดลงเมื่อออก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สู่ทะเลหรือมีแนวโน้มลดลงเมื่อความเค็มเพิ่มขึ้น ปริมาณฟอสเฟตมีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.167-2.751 µg-at P/L และมีค่าต่ำสุดในเดือนมิถุนายน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.155-0.663 µg-at P/L และในฤดูน้ำมากจะมีปริมาณฟอสเฟตน้อยกว่าในฤดูน้ำน้อย

จรัญ วงษ์วิวัฒนาวุฒิ และคณะ (2540) ได้ทำการศึกษาสภาพสิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยาบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง และอ่าวชลบุรี ตั้งแต่เดือนมกราคม - ธันวาคม 2538 จำนวน 11 สถานี พบว่าบริเวณดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสมบัติของน้ำตามฤดูกาล โดยเฉพาะในฤดูฝนซึ่งมีน้ำจืดไหลลงและช่วงความนานของแสงแดดน้อยส่งผลต่อทรัพยากรสัตว์น้ำ ได้แก่ จำนวนแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ จำนวนสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ จำนวนแพลงก์ตอนพืชและสัตว์เฉลี่ยตลอดปีค่อนข้างสูงมีค่า $11,421 \times 10^3$ cell/m^3 และปริมาณธาตุอาหาร เช่น ออโธฟอสเฟต อยู่ในระดับที่สูงขึ้นจากปีก่อน ๆ แสดงให้เห็นถึง nutrient loading ที่เพิ่มขึ้นในแหล่งน้ำ ซึ่งน่าจะผลเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง บ้านเรือน การเกษตรและโรงงานอุตสาหกรรม

สารภี เพชรทอง (2540) ได้ทำการศึกษาปริมาณและการแพร่กระจายของฟอสเฟตบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงถึงเกาะสีชังและชายฝั่งศรีราชา ระหว่างเดือนมิถุนายน 2539 - มิถุนายน 2540 จำนวน 15 สถานี พบว่าปริมาณฟอสเฟตบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงมีค่าอยู่ในช่วง 0.187-3.773 µg-at P/L ซึ่งเป็นบริเวณที่สูงกว่าบริเวณเกาะสีชัง-ชายฝั่งศรีราชาที่มีค่าอยู่ในช่วง 0.047-1.184 µg-at P/L เมื่อพิจารณาตามฤดูกาล พบว่าปริมาณฟอสเฟตในฤดูน้ำมาก (มิถุนายน-พฤศจิกายน 2539) มีปริมาณสูงกว่าฤดูน้ำน้อย (ธันวาคม 2539-มิถุนายน 2540) โดยในฤดูน้ำมากปริมาณฟอสเฟตในบริเวณบางปะกงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.995 ± 0.843 µg-at P/L และบริเวณเกาะสีชัง-ศรีราชามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.309-0.146 µg-at P/L ส่วนในฤดูน้ำน้อยปริมาณฟอสเฟตในบริเวณบางปะกงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.344 ± 0.607 µg-at P/L และบริเวณเกาะสีชัง-ศรีราชามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.295 - 0.248 µg-at P/L แสดงให้เห็นว่าปริมาณฟอสเฟตบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงมีแนวโน้มลดลงเมื่อออกสู่ชายฝั่งทะเล เนื่องจากได้รับอิทธิพลของน้ำจืดจากแผ่นดินที่พัดพาเอาสารอาหารลงสู่ทะเล

รุ่งทิพย์ โพล้งเศรษฐี (2543) ทำการศึกษาในเรื่อง การแพร่กระจายของสารอาหารอินทรีย์ละลายน้ำในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำบางปะกง พบว่าปริมาณฟอสเฟตในดินตะกอนมีค่าอยู่ช่วง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

93.1-19,046.0 µg/kg มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,956.6 µg/kg และการแพร่กระจายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากต้นแม่น้ำออกสู่ทะเล

Hosomi et al (1982) พบว่าฟอสฟอรัสที่ปลดปล่อยจากดินตะกอนของทะเลสาบเป็นสัดส่วนโดยตรงกับการลดลงของฟอสฟอรัสที่ยึดติดกับเหล็กทั้งในสภาพ aerobic และ anaerobic

Carpenter และ Smith (1984) ได้สร้างรูปแบบของการผสมผสานกันในเอสทูรี เพื่อศึกษาพฤติกรรมของฟอสเฟต พบว่า เหล็กออกไซด์มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของฟอสเฟต โดยถ้ามีเหล็กออกไซด์อยู่ในปริมาณที่สูง จะทำให้การสูญเสียของฟอสเฟตเกิดขึ้นมาก

Klapwizk และ Bruning (1984) พบว่า การปลดปล่อยของฟอสเฟตออกจากดินบริเวณทะเลสาบในประเทศเนเธอร์แลนด์ ขึ้นอยู่กับ ปริมาณของฟอสฟอรัสที่ยึดกับองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น อินทรีย์สาร และ เหล็ก

Thongra-ar et al (2001) ทำการศึกษาในเรื่อง การกระจายของฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอนบริเวณชายฝั่งภาคตะวันออก ระหว่างฤดูแล้ง (เมษายน 2544) และฤดูฝน (กรกฎาคม 2544) พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสรวมอยู่ในช่วง 55.83-2,575.83 และ 30.0-2,672.50 µg/g dry weight ของฤดูแล้งและฤดูฝน ตามลำดับ และส่วนใหญ่รูปแบบของฟอสฟอรัสที่สามารถปลดปล่อยออกมาได้มากจะอยู่ในรูปของ Fe, Al-bound P

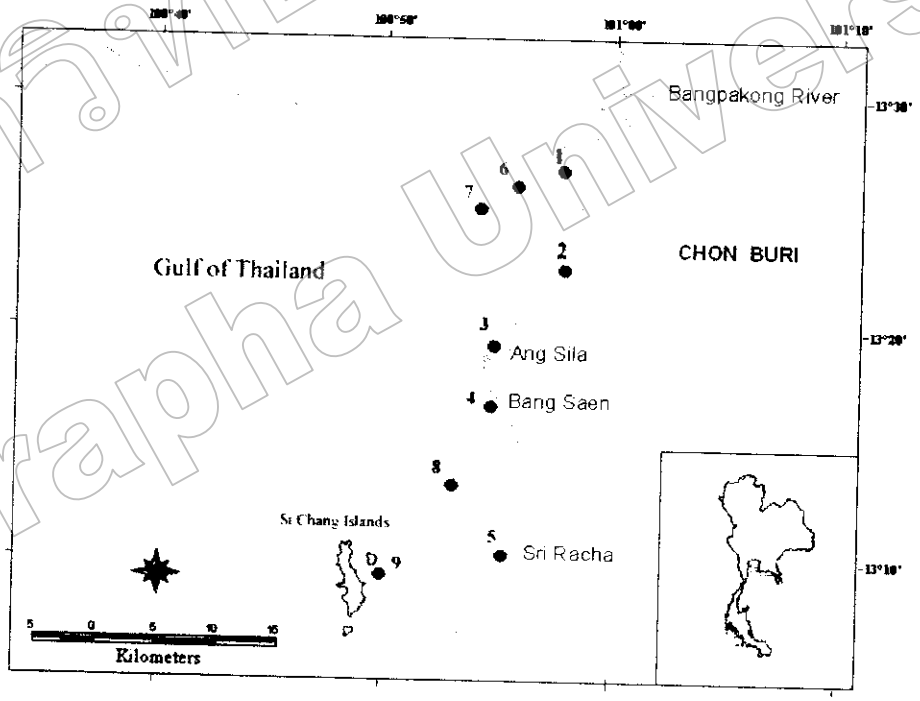
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

1. การกำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง

กำหนดสถานีเก็บตัวอย่างในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ถึง เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี รวม 9 สถานี แบ่งเป็นสถานี ใกล้ฝั่ง 5 สถานี และไกลฝั่ง 4 สถานี โดยใช้เครื่องตรวจวัดพิกัดบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Garmin ; GPS 12) ช่วยในการตรวจสอบสถานี รายละเอียดของสถานีและพิกัดทางภูมิศาสตร์ แสดงในภาพที่ 2 และตารางที่ 1



ภาพที่ 2 สถานีเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 1 สถานีเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง

Station No.	Location	Latitude	Longitude	Note
1	บางปะกง ทุ่น 9	N 13°29 '29.4"	E 100°57 '52.3"	ปากแม่น้ำ
2	อ่าวชลบุรี	N 13°22 '09.5"	E 100°57 '33.3"	ใกล้ฝั่ง
3	อ่างศิลา (ปากคลองโปรง)	N 13°19 '18.3"	E 100°54 '47.7"	ใกล้ฝั่ง
4	บางแสน (ตอนกลางหาด)	N 13°17 '41.2"	E 100°55 '38.8"	ใกล้ฝั่ง
5	เกาะลอย ศรีราชา	N 13°10 '13.4"	E 100°55 '13.6"	ใกล้ฝั่ง
6	บางปะกง ทุ่น 5	N 13°26 '10.7"	E 100°55 '43.9"	ไกลฝั่ง
7	บางปะกง ทุ่น 3	N 13°25 '11.6"	E 100°53 '06.5"	ไกลฝั่ง
8	บางพระ	N 13°13 '18.4"	E 100°52 '59.6"	ไกลฝั่ง
9	เกาะสีชัง (ทิศใต้เกาะขาม)	N 13°09 '27.3"	E 100°49 '42.4"	ไกลฝั่ง

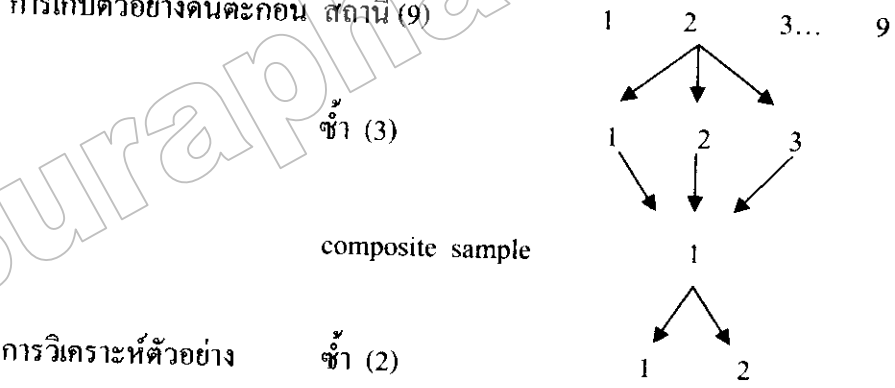
2. การเก็บตัวอย่างดินตะกอน

เก็บตัวอย่างดินตะกอน 3 ครั้ง ในเดือนมีนาคม พฤษภาคม และ สิงหาคม 2548 ใช้เครื่องมือเก็บดินซึ่งดัดแปลงมาจาก Petersen Grab (ภาพที่ 3) เก็บตัวอย่างสถานีละ 3 ซ้ำ แล้วนำมารวมเป็นตัวอย่างเดียวกัน (composite sample) หลังจากนั้นนำมาทำให้แห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบความเย็น (freeze dryer) รายละเอียดแผนการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างแสดงในภาพที่ 4

นอกจากนี้ได้ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำพื้นฐาน ได้แก่ ความเค็ม ความเป็นกรด – ด่าง และออกซิเจนละลายน้ำ ที่จุดกึ่งกลางความลึก ณ จุดที่ทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอน โดยใช้เครื่อง Multi – Parameter System (YSI 650 MDS) ดังแสดงในภาพที่ 5

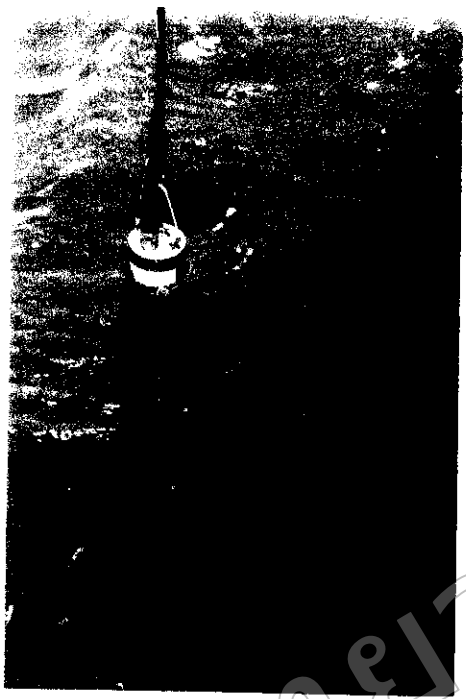
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาพที่ 3 เครื่องมือเก็บดินซึ่งดัดแปลงมาจาก Petersen Grab ใช้สำหรับเก็บดินตะกอน



ภาพที่ 4 แบบแผนการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 5 เครื่อง Multi – Parameter System (YSI 650 MDS) ใช้สำหรับตรวจวัดคุณภาพน้ำในภาคสนาม

3. การวิเคราะห์หารูปแบบของฟอสฟอรัสในดินตะกอน

3.1 การหาปริมาณฟอสฟอรัสรวม อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และอินทรีย์ฟอสฟอรัส

ทำการวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสรวม โดยใช้วิธี ignition method โดยเผาตัวอย่างดินตะกอนที่อุณหภูมิ 550 °C แล้วสกัดด้วย 1 N HCl โดยการเขย่าด้วยเครื่องเขย่า (shaker) เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ตามวิธีของ Aspila et al (1976) หลังจากนั้นแยกสารละลายส่วนใสออกจากดินตะกอน โดยใช้เครื่องปั่นเหวี่ยง (centrifuge) นำสารละลายส่วนใสมาวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟต โดยใช้วิธี Ascorbic acid ตามวิธีของ Strickland and Parsons (1972)

สำหรับอนินทรีย์ฟอสฟอรัส ทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการหาปริมาณฟอสฟอรัสรวม เว้นแต่ไม่ต้องเผาตัวอย่างดินตะกอนที่ 550 °C

ส่วนอินทรีย์ฟอสฟอรัส คือ ผลต่างระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสรวมและอนินทรีย์ฟอสฟอรัส

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3.2 การหาปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ

ทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการสกัดอย่างต่อเนื่องตามลำดับส่วน (sequential extraction) ตามวิธีของ De Lange (1992) ซึ่งใช้สารสกัดชนิดต่าง ๆ กัน ตามลำดับ ดังแสดงใน ตารางที่ 2 หลังจากนั้นนำสารละลายส่วนใสที่สกัดได้มาหาปริมาณฟอสเฟตโดยวิธี Ascorbic acid

ผลต่างระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสรวมและผลรวมของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ เรียกว่า Residual P ซึ่งก็คือ ค่าของอินทรีย์ฟอสฟอรัส (Hieltjes and Lijklema, 1980)

ตารางที่ 2 การสกัดหาอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ตามวิธีของ De Lange (1992)

Fraction	Extractant	Form of inorganic P
F1	2 N NH_4Cl	Loosely adsorbed P (exchangeable + carbonate)
F2	0.1 N NaOH	Fe, Al-bound P
F3	0.5 N HCl	Ca-bound P, apatite
Residual P	Total P (F1+F2+F3)	Organic P

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. การวิเคราะห์คุณสมบัติของดินตะกอน

คุณสมบัติของดินตะกอนที่ทำการวิเคราะห์และวิธีวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของดินตะกอนที่ทำการวิเคราะห์และวิธีวิเคราะห์

Sediment characteristics	Method of Analysis	References
1. สารอินทรีย์	Acid-dichromate oxidation method	Nelson and Sommer (1982)
2 การกระจายของขนาดอนุภาคดินตะกอน (particle size distribution)	Hydrometer method	English et al., (1994)
3. ออกไซด์ของเหล็ก (total Fe oxides)	Dithionte-citrate solution	Ross and Wang (1993)
4. ออกไซด์ของแมงกานีส (total Mn oxides)	Dithionte-citrate solution	Ross and Wang (1993)
5. ลักษณะเนื้อดินตะกอน (texture)	U.S. Agriculture texture triangle	Hillel (1998)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ของแต่ละสถานีและแต่ละเดือน โดยวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel

2. เปรียบเทียบความแตกต่างของฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ระหว่างสถานีและเดือนต่าง ๆ โดยการเปรียบเทียบด้วยกราฟเส้นและกราฟแท่ง

3. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ฟอสฟอรัสในดินตะกอนและคุณสมบัติของดินตะกอน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient , r) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 4

ผลการศึกษา

1. คุณสมบัติของดินตะกอนบริเวณที่ทำการศึกษา

คุณสมบัติของดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง ในเดือนมีนาคม พฤษภาคม และสิงหาคม 2548 แสดงในตารางที่ 4, 5 และ 6 ตามลำดับ พบว่า ดินตะกอนที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูง (>4 %) ส่วนใหญ่เป็นดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง (หุ้น 3, 5 และ 9) อ่าวชลบุรี และบางพระ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักทั้ง 3 เดือน ลักษณะของเนื้อดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง (หุ้น 3, 5 และ 9) และอ่าวชลบุรี เป็นดินร่วน และดินร่วนปนทรายแป้ง โดยมีสัดส่วนของอนุภาคทรายแป้งสูงสุด ส่วนสถานีอื่น ๆ มักพบอนุภาคทรายสูง สำหรับอนุภาคดินเหนียว พบสูงบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง (หุ้น 9) ทั้ง 3 เดือน และออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส ส่วนใหญ่พบในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง หุ้น 3 และ หุ้น 5 มากกว่าบริเวณอื่น ๆ ทั้ง 3 เดือน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4 คุณสมบัติของดินตะกอนปริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนมีนาคม 2548)

Station No.	Location	Organic Matter (%)	Total Fe Oxides (mg/g)	Total Mn Oxides (mg/g)	Particle Size Distribution (%)			Texture Class
					Sand	Silt	Clay	
1	บางปะกง ทุ่น 9	4.85	1.27	0.47	35.92	46.55	17.53	loam
2	อ่าวชลบุรี	4.64	0.35	0.31	35.82	48.63	15.56	loam
3	อ่างศิลา (ปากคลองโป่ระง)	0.92	0.20	0.14	82.42	11.8	5.77	loamy sand
4	บางแสน (ตอนกลางหาด)	0.71	0.10	0.15	93.22	0.82	5.96	sand
5	เกาะลอย ศรีราชา	1.79	0.38	0.07	63.23	30.81	5.96	sandy loam
6	บางปะกง ทุ่น 5	4.90	2.61	0.90	30.49	53.60	15.91	silt loam
7	บางปะกง ทุ่น 3	4.77	2.82	1.62	36.10	47.98	15.91	loam
8	บางพระ	4.53	0.21	0.28	57.27	30.45	12.28	sandy loam
9	เกาะสีชัง (ทิศใต้เกาะขาม)	1.58	0.17	0.19	92.22	1.64	6.14	sand

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 5 คุณสมบัติของดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนพฤษภาคม 2548)

Station No.	Location	Organic Matter (%)	Total Fe Oxides (mg/g)	Total Mn Oxides (mg/g)	Particle Size Distribution (%)			Texture Class
					Sand	Silt	Clay	
1	บางปะกง ทุ่น 9	4.75	1.19	0.48	19.94	54.49	25.57	silt loam
2	อ่าวชลบุรี	4.14	0.45	0.37	44.83	41.97	13.19	loam
3	อ่างศิลา (ปากคลองโปรง)	0.48	0.16	0.15	87.41	6.00	6.60	sand
4	บางแสน (ตอนกลางหาด)	0.30	0.10	0.08	93.90	0.32	5.78	sand
5	เกาะลอย ศรีราชา	2.25	0.40	0.13	57.91	34.81	7.28	sandy loam
6	บางปะกง ทุ่น 5	4.57	2.68	1.06	25.87	59.59	14.55	silt loam
7	บางปะกง ทุ่น 3	4.27	2.39	1.12	28.86	55.23	15.91	silt loam
8	บางพระ	5.69	0.28	0.33	35.86	47.88	16.27	loam
9	เกาะสีชัง (ทิศใต้เกาะขาม)	0.99	0.17	0.09	87.22	5.82	6.96	sand

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 6 คุณสมบัติของดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนสิงหาคม 2548)

Station No.	Location	Organic Matter (%)	Total Fe Oxides (mg/g)	Total Mn Oxides (mg/g)	Particle Size Distribution (%)			Texture Class
					Sand	Silt	Clay	
1	บางปะกง ทุ่น 9	4.56	1.58	0.58	31.81	43.00	25.20	loam
2	อ่าวชลบุรี	4.62	1.15	0.40	33.81	50.99	15.20	silt loam
3	อ่างศิลา (ปากคลองโปรง)	0.61	0.20	0.13	86.90	6.50	6.60	sand
4	บางแสน (ตอนกลางหาด)	0.67	0.17	0.10	92.40	1.00	6.60	sand
5	เกาะลอย ศรีราชา	4.35	0.41	0.51	54.81	31.99	13.20	sandy loam
6	บางปะกง ทุ่น 5	4.44	2.38	1.12	33.81	49.00	17.20	loam
7	บางปะกง ทุ่น 3	5.51	2.94	1.41	40.44	53.99	21.20	loam
8	บางพระ	6.67	0.44	0.28	54.81	31.99	13.20	sandy loam
9	เกาะสีชัง (ทิศใต้เกาะขาม)	2.07	0.28	0.06	85.40	7.00	7.60	loamy sand

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. คุณภาพน้ำทะเลในบริเวณที่ทำการศึกษา

คุณภาพน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง ในเดือนมีนาคม พฤษภาคม และสิงหาคม 2548 แสดงในตารางที่ 7 พบว่า

ความเค็มของน้ำที่ตรวจพบในเดือนมีนาคม พฤษภาคม และ สิงหาคม มีค่าอยู่ในช่วง 30 – 33, 29 – 33 และ 21 – 35 psu (practical salinity unit) ตามลำดับ พบว่า ความเค็มของน้ำไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละเดือน ยกเว้นในเดือนสิงหาคม 2548 บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงมีความเค็มต่ำกว่าในเดือนอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแต่ละสถานี ในเดือนมีนาคม พฤษภาคม และสิงหาคม มีค่าอยู่ในช่วง 6.1 - 7.0, 4.4 – 7.3 และ 4.6 – 7.4 mg/L ตามลำดับ โดยมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งของไทย ซึ่งกำหนดไว้ให้มีค่ามากกว่า 4.0 mg/L (กรมควบคุมมลพิษ, 2538)

ความเป็นกรด - ด่างของน้ำ มีค่าต่ำสุดที่บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ซึ่งเป็นบริเวณต้นน้ำ และเพิ่มสูงขึ้นเมื่อออกสู่ทะเล ซึ่งเป็นแนวโน้มที่เป็นปกติ เนื่องจากน้ำในแม่น้ำมีค่าความเป็นกรด – ด่างต่ำ ผสมกับน้ำทะเลที่มีความเป็นกรด - ด่างสูงกว่า ค่าความเป็นกรด – ด่างของน้ำที่ตรวจพบในเดือนมีนาคมมีค่าอยู่ในช่วง 8.4 – 8.8 ซึ่งสูงกว่าค่าที่ตรวจวัดได้ในเดือนพฤษภาคม และสิงหาคม ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 8.1 – 8.5 และ 7.7 – 8.4 ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 7 คุณภาพน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนมีนาคม พฤษภาคม และสิงหาคม 2548)

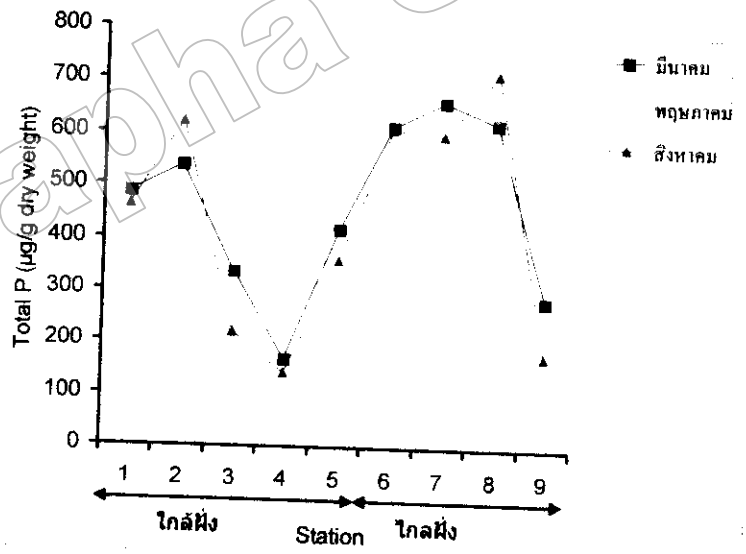
Station No.	Location	มีนาคม 2548				พฤษภาคม 2548				สิงหาคม 2548			
		Depth (m)	Salinity (psu)	DO (mg/L)	pH	Depth (m)	Salinity (psu)	DO (mg/L)	pH	Depth (m)	Salinity (psu)	DO (mg/L)	pH
1	บางปะกง ทุ่น 9	4.9	30	6.1	8.4	4.1	30	4.4	8.1	5.1	21	4.9	7.7
2	อ่าวชลบุรี	3.8	31	6.5	8.5	3.1	32	5.4	8.2	3.8	31	4.6	7.9
3	อ่างศิลา (ปากคลองโปรง)	3.5	32	6.5	8.6	2.2	31	4.5	8.3	3.0	30	7.4	8.3
4	บางแสน (ตอนกลางหาด)	4.6	32	7.0	8.7	3.8	31	7.3	8.5	5.9	31	6.7	8.4
5	เกาะลอย ศรีราชา	4.2	32	6.7	8.8	5.0	33	6.0	8.5	3.5	35	5.9	8.3
6	บางปะกง ทุ่น 5	3.8	30	6.3	8.6	3.4	29	5.3	8.3	4.0	26	5.6	7.9
7	บางปะกง ทุ่น 3	4.7	31	6.3	8.6	3.7	29	5.9	8.4	4.1	27	5.2	8.0
8	บางพระ	11.4	33	6.5	8.8	13.1	33	4.6	8.4	11.4	33	6.4	8.3
9	เกาะสีชัง (ทิศใต้เกาะขาม)	11.6	33	6.2	8.8	8.3	33	5.8	8.4	8.0	35	6.0	8.3

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. ฟอสฟอรัสรูปแบบต่างๆในดินตะกอน

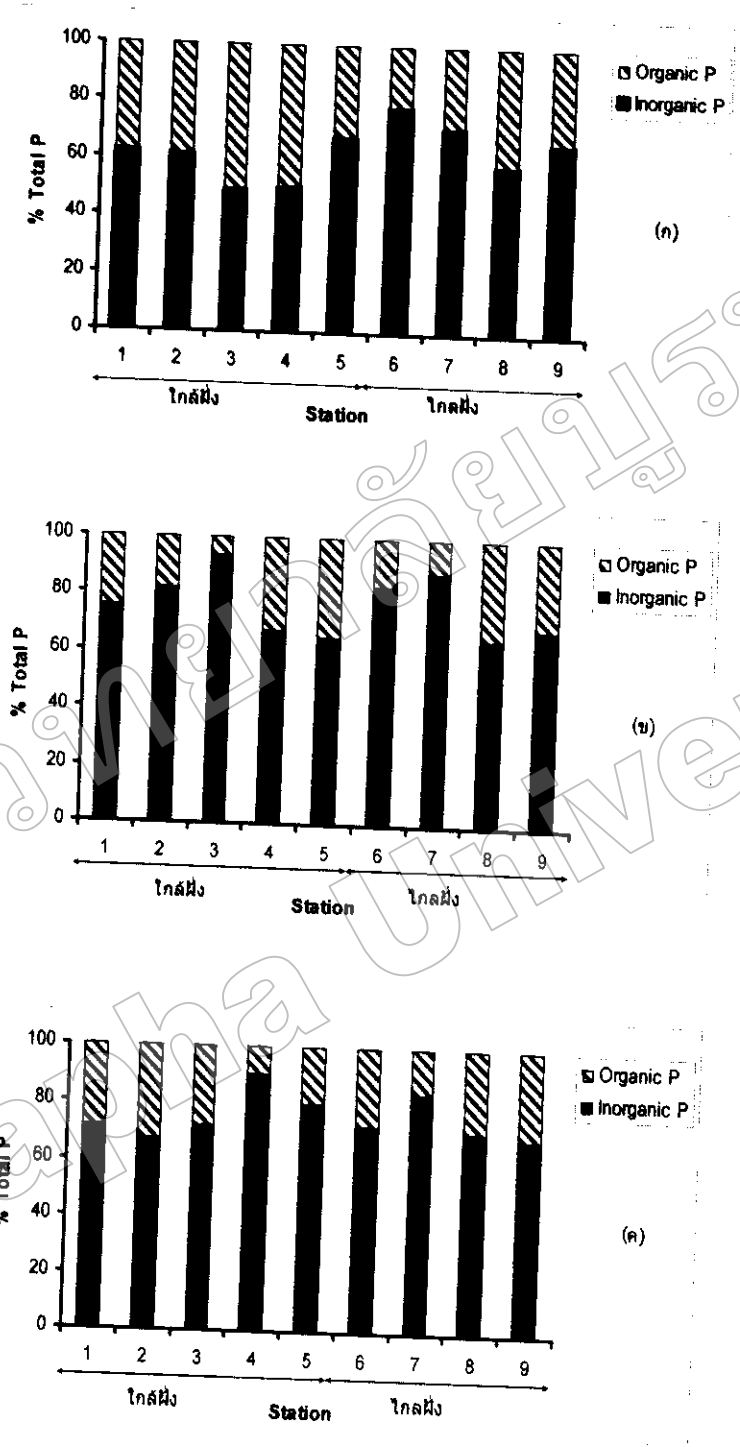
3.1 ฟอสฟอรัสรวม อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และอินทรีย์ฟอสฟอรัส

ค่าเฉลี่ยของฟอสฟอรัสรูปแบบต่างๆในดินตะกอน ในเดือนมีนาคม พฤษภาคม และสิงหาคม 2548 แสดงในตารางที่ 8, 9 และ 10 ตามลำดับ ปริมาณฟอสฟอรัสรวมของทั้ง 3 เดือน มีค่าอยู่ในช่วง 168.8 – 663.8, 76.3 -635.0 และ 142.5 -716.3 µg/g dry weight ตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีแนวโน้มไม่แตกต่างกันทั้ง 3 เดือน (ภาพที่ 6) ปริมาณฟอสฟอรัสรวมส่วนใหญ่พบมากในบริเวณสถานีนอกชายฝั่ง (สถานี 6, 7 และ8) ในเดือนมีนาคม พบสูงสุดที่บางปะกง ทุ่น 3 เดือนพฤษภาคม และสิงหาคม พบสูงสุดที่บางพระ และฟอสฟอรัสรวมที่พบในแต่ละสถานีนั้นอยู่ในรูปของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมากกว่าอินทรีย์ฟอสฟอรัส ทั้ง 3 เดือน (ภาพที่ 7) โดยมีค่าของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 85.0 - 485.0, 51.3 – 426.3 และ 128.8 - 511.3 µg/g dry weight ในเดือนมีนาคม พฤษภาคม และ สิงหาคม 2548 ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็น 50.4 -78.9 %, 67.2 – 88.1 % และ 69.2 – 71.4 % ของปริมาณฟอสฟอรัสรวม ตามลำดับ



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสรวม ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา ถึง เกาะสีชัง จ.ชลบุรี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 7 สัดส่วนของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสและอินทรีย์ฟอสฟอรัส ที่พบในดินตะกอน ในเดือน (ก) มีนาคม 2548 (ข) พฤษภาคม 2548 และ (ค) สิงหาคม 2548

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 8 ปริมาณฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆในดินตะกอน บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนมีนาคม 2548)

Station No.	Location	Total P	P Fractionation								Inorganic P		Organic P	
			Adsorbed P		Fe , Al - P		Ca - P		Residual P					
		(µg/g)	µg/g	%	µg/g	%	µg/g	%	µg/g	%	µg/g	%	µg/g	%
1	บางปะกง ทุ่น 9	487.5	41.3	8.5	212	43.5	34.5	7.1	199.7	41.0	303.8	62.3	183.7	37.7
2	อ่าวชลบุรี	538.8	72.0	13.4	94.3	17.5	38.0	7.1	334.5	62.1	330.0	61.2	208.8	38.8
3	อ่างศิลา (ปากคลองโปรง)	336.3	42.5	12.6	25.0	7.4	108.5	32.3	160.3	47.7	165.0	49.1	171.3	50.9
4	บางแสน (ตอนกลางหาด)	168.8	58.0	34.4	14.3	8.5	12.3	7.3	84.2	49.9	85.0	50.4	83.8	49.6
5	เกาะลอย ศรีราชา	421.3	65.8	15.6	44.3	10.5	52.3	12.4	258.9	61.5	286.3	68.0	135.0	32.0
6	บางปะกง ทุ่น 5	615.0	13.8	2.2	330.8	53.8	36.3	5.9	234.1	38.1	485.0	78.9	130.0	21.1
7	บางปะกง ทุ่น 3	663.8	11.8	1.8	355.5	53.6	31.3	4.7	265.2	40.0	475.0	71.6	188.8	28.4
8	บางพระ	623.8	89.8	14.4	56.0	9.0	108.8	17.4	369.2	59.2	367.0	58.8	256.8	41.2
9	เกาะสีชัง (ทิศใต้เกาะขาม)	286.3	67.8	23.7	16.0	5.6	113.8	39.7	88.7	31.0	191.3	66.8	95.0	33.2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 9 ปริมาณฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอน บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนพฤษภาคม 2548)

Station No.	Location	Total P	P Fractionation								Inorganic P		Organic P	
			Adsorbed P		Fe , Al - P		Ca - P		Residual P					
		(µg/g)	µg/g	%	µg/g	%	µg/g	%	µg/g	%	µg/g	%	µg/g	%
1	บางปะกง ทุ่น 9	330.0	43.0	13.0	176.5	53.5	26.8	8.1	83.7	25.4	248.8	75.4	81.2	24.6
2	อ่าวชลบุรี	462.5	66.8	14.4	71.3	15.4	167.8	36.3	156.6	33.9	378.8	81.9	83.7	18.1
3	อ่างศิลา (ปากคลองโปรง)	208.8	37.0	17.7	13.0	6.2	58.5	28.0	100.3	48.0	195.0	93.4	13.8	6.6
4	บางแสน (ตอนกลางหาด)	76.3	18.8	24.6	13.5	17.7	7.8	10.2	36.2	47.4	51.3	67.2	25.0	32.8
5	เกาะลอย ศรีราชา	465.0	72.5	15.6	54.8	11.8	84.3	18.1	253.4	54.5	302.5	65.1	162.5	34.9
6	บางปะกง ทุ่น 5	505.0	13.0	2.6	337.5	66.8	34.5	6.8	120.0	23.8	420.0	83.2	85.0	16.8
7	บางปะกง ทุ่น 3	483.8	13.3	2.7	315	65.1	32.8	6.8	122.7	25.4	426.3	88.1	57.5	11.9
8	บางพระ	635.0	107.3	16.9	94.5	14.9	110.3	17.4	322.9	50.9	415.0	65.4	220.0	34.6
9	เกาะสีชัง (ทิศใต้เกาะขาม)	241.3	56.8	23.5	16.3	6.8	43.0	17.8	125.2	51.9	167.0	69.2	74.3	30.8

Burapha University

ตารางที่ 10 ปริมาณฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอน บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนสิงหาคม 2548)

Station No.	Location	Total P (µg/g)	P Fractionation								Inorganic P		Organic P	
			Adsorbed P		Fe , Al - P		Ca - P		Residual P					
			µg/g	%	µg/g	%	µg/g	%	µg/g	%	µg/g	%	µg/g	%
1	บางปะกง ทุ่น 9	462.5	44.0	9.5	232.5	50.3	31.8	6.9	154.2	33.3	331.3	71.6	131.2	28.4
2	อ่าวชลบุรี	621.3	131.0	21.1	172.0	27.7	59.5	9.6	258.8	41.7	417.5	67.2	203.8	32.8
3	อ่างศิลา (ปากคลองโปรง)	220.0	47.8	21.7	16.0	7.3	44.5	20.2	111.7	50.8	158.8	72.2	61.2	27.8
4	บางแสน (ตอนกลางหาด)	142.5	60.0	42.1	11.3	7.9	25.5	17.9	45.7	32.1	128.8	90.4	13.7	9.6
5	เกาะลอย ศรีราชา	362.5	86.5	23.9	43.3	11.9	9.4	2.6	223.3	61.6	290.0	80.0	72.5	20.0
6	บางปะกง ทุ่น 5	608.8	35.0	5.7	337.8	55.5	31.5	5.2	204.5	33.6	442.5	72.7	166.3	27.3
7	บางปะกง ทุ่น 3	600.0	16.5	2.8	342.0	57.0	33.3	5.6	208.2	34.7	506.3	84.4	93.7	15.6
8	บางพระ	716.3	130.5	18.2	88.3	12.3	120.3	16.8	377.2	52.7	511.3	71.4	205.0	28.6
9	เกาะสีชัง (ทิศใต้เกาะขาม)	178.8	61.3	34.3	15.5	8.7	25.0	14.0	77.0	43.1	123.8	69.2	55.0	30.8

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

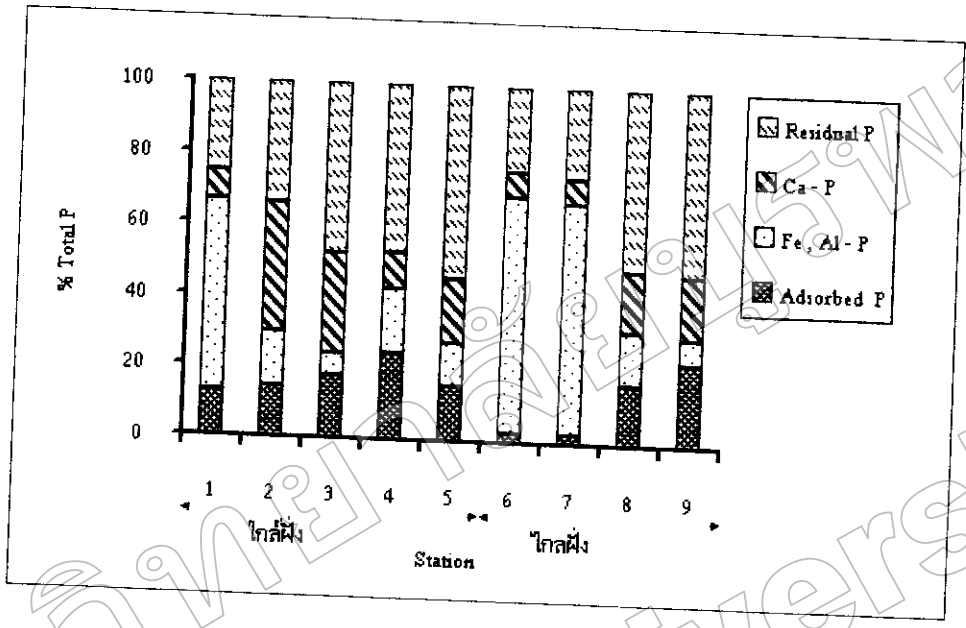
3.2 อนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ

ปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ จากการศึกษาโดยใช้วิธีการสกัดอย่างต่อเนื่องตามลำดับส่วน (sequential extraction) แสดงในตารางที่ 8, 9 และ10 ซึ่งผลต่างระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสรวมและค่าผลรวมของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ที่สกัดได้จะเป็นค่าของอินทรีย์ฟอสฟอรัส หรือ Residul P (Hieltjies and Lijklema, 1980)

อนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ โดยใช้วิธีการสกัดอย่างต่อเนื่องตามลำดับส่วน สามารถแบ่งรูปแบบอนินทรีย์ฟอสฟอรัสออกเป็น 3 รูปแบบ คือ ฟอสฟอรัสที่ดูดซับที่ผิวดินตะกอนอย่างหลวม ๆ (loosely adsorbed P) ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปสารประกอบของเหล็กและอลูมินัม (Fe, Al-bound P) และแคลเซียมฟอสเฟต (Ca-bound) P หรือ apatite ถึงแม้ว่าวิธีการสกัดอย่างต่อเนื่องตามลำดับจะเป็นเพียงกระบวนการเชิงปฏิบัติเพื่อใช้จำแนกชนิดของสาร (operationally defined) (Pettersson et al., 1988) แต่ข้อมูลที่ได้สามารถใช้บ่งชี้แหล่งหรือต้นกำเนิดของฟอสฟอรัสในดินตะกอน การเคลื่อนที่ (transport) การเคลื่อนที่ออกจากดินตะกอน (remobilization) และ การนำไปใช้โดยสิ่งมีชีวิต (bioavailability) โดยที่อนินทรีย์ฟอสฟอรัส 2 รูปแบบแรก (loosely adsorbed P และ Fe, Al-bound P) เป็นรูปแบบที่สามารถถูกปลดปล่อยออกจากดินตะกอนได้ง่ายจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม จึงถูกจัดให้เป็น bioavailable form ในขณะที่ Ca-bound P ซึ่งอยู่ในโครงสร้างของแร่ (mineral) ทำให้ไม่สามารถปลดปล่อยออกจากดินตะกอนได้ง่าย หรือปลดปล่อยออกจากดินตะกอนได้น้อยมาก ๆ จึงถูกจัดให้เป็น unavailable form (Reddy et al., 1999 , Syers et al., 1973 และ Lopez-Pineiro and Garcia-Navarro 2001)

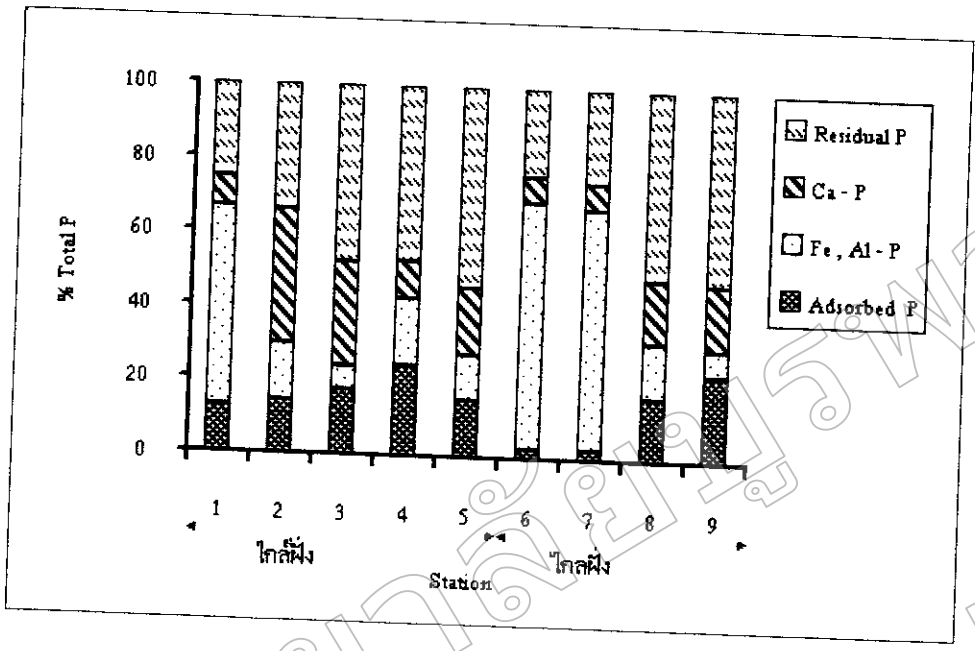
ผลของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาเมื่อนำมาคิดเป็นร้อยละของปริมาณฟอสฟอรัสรวม แสดงในภาพที่ 8, 9 และ10 พบว่า มีแนวโน้มไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละสถานีและแต่ละเดือนที่ทำการศึกษา ซึ่งผลรวมของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรวม 2 รูปแรกที่สกัดได้ (loosely adsorbed P และ Fe,Al-bound P) มีค่ามากกว่า รูปแบบสุดท้าย (Ca-bound P) โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงทั้ง 3 สถานี (สถานี 1, 6 และ7) มีปริมาณสูงกว่าสถานีอื่นทั้ง 3 เดือน ซึ่งฟอสฟอรัสทั้ง 2 รูป ดังกล่าว เป็น bioavailable form จึงสามารถถูกปลดปล่อยออกจากดินตะกอน และเข้าสู่ชั้นน้ำได้ง่าย ทำให้แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ และ อนินทรีย์ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่ที่พบในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงนั้น อยู่ในรูปของสารประกอบเหล็กและอลูมินัม ในปริมาณสูงมาก และสูงกว่าสถานีอื่น ๆ ด้วย โดยในเดือนมีนาคม คิดเป็น 43.5 –53.6 % เดือนพฤษภาคม คิดเป็น 53.5 – 66.8 % และเดือน

สิงหาคม คิดเป็น 50.3 – 57.0 % ของปริมาณฟอสฟอรัสรวม ซึ่งเกือบทั้งหมดมีค่ามากกว่า 50 % ของปริมาณฟอสฟอรัสรวม

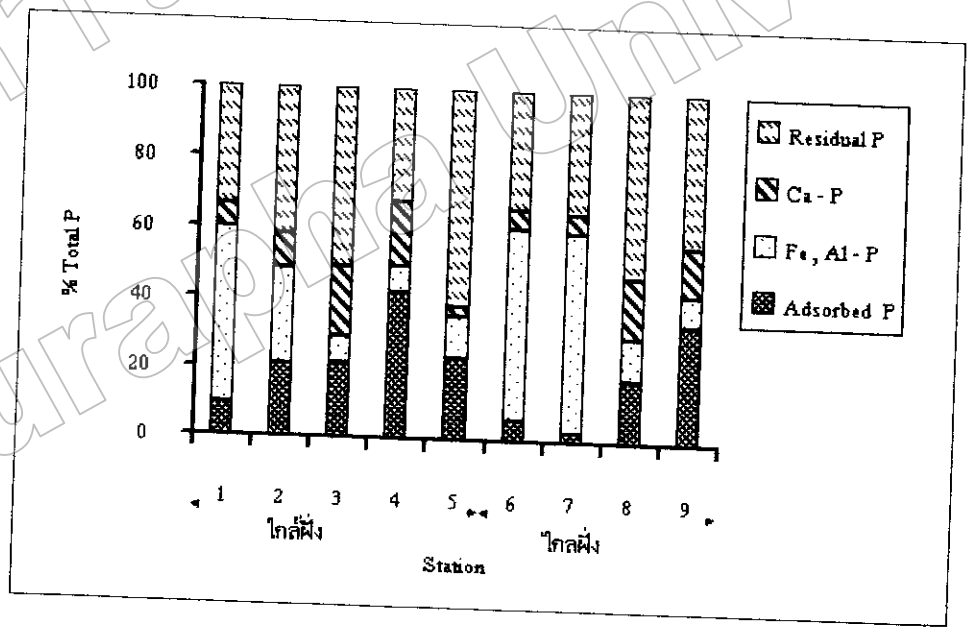


ภาพที่ 8 เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา ถึง เกาะสีชัง จ.ชลบุรี (เดือนมีนาคม 2548)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 9 เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา ถึง เกาะสีชัง จ.ชลบุรี (เดือนพฤษภาคม 2548)



ภาพที่ 10 เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา ถึง เกาะสีชัง จ.ชลบุรี (เดือนสิงหาคม 2548)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. ความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสในดินตะกอนและคุณสมบัติของดินตะกอนบางประการ

ความสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสในดินตะกอนและคุณสมบัติของดินตะกอนบางประการ แสดงโดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จำแนกเป็นของแต่ละเดือน สรุปไว้ในตารางที่ 11, 12 และ 13 ผลการศึกษา พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสรวมมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับ สารอินทรีย์ และทรายแป้ง ที่พบในดินตะกอนทั้ง 3 เดือน นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ทางบวกของฟอสฟอรัสรวมและดินเหนียว รวมทั้งออกไซด์ของแมงกานีสในดินตะกอน เฉพาะในเดือนมีนาคม 2548 อีกด้วย และในเดือนนี้ยังพบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่ดูดซับที่ผิวดินตะกอนอย่างหลวม ๆ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้ ไม่พบในเดือนอื่น ๆ สำหรับฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของสารประกอบของเหล็กและอลูมินัม พบว่ามีความสัมพันธ์ทางบวกที่สูงมากกับออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส ที่พบในดินตะกอนทั้ง 3 เดือน ส่วนแคลเซียมฟอสเฟต ไม่พบความสัมพันธ์ใด ๆ กับคุณสมบัติของดินตะกอนที่ทำการศึกษาครั้งนี้

ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสในดินตะกอนและคุณสมบัติของดินตะกอน (เดือนมีนาคม 2548) (n=9)

Parameter	Total P	Adsorbed P	Fe,Al-P	Ca-P	Inorganic P	Organic P
Organic matter	0.907**	NS	0.741*	NS	0.873**	NS
Sand	-0.879**	NS	-0.800**	NS	-0.878**	NS
Silt	0.879**	NS	0.785*	NS	0.883**	NS
Clay	0.804**	NS	0.794*	NS	0.785*	NS
Total Fe oxides	NS	-0.872**	0.985**	NS	0.801**	NS
Total Mn oxides	0.667*	-0.771*	0.916**	NS	0.758*	NS

* : มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

** : มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

NS : ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสในดินตะกอนและคุณสมบัติของดินตะกอน (เดือนพฤษภาคม 2548) (n=9)

Parameter	Total P	Adsorbed P	Fe,Al-P	Ca-P	Inorganic P	Organic P
Organic matter	0.698*	NS	NS	NS	0.850**	NS
Sand	-0.775*	NS	-0.793*	NS	-0.819**	NS
Silt	0.825**	NS	0.812**	NS	0.871**	NS
Clay	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Total Fe oxides	NS	NS	0.987**	NS	NS	NS
Total Mn oxides	NS	NS	0.982**	NS	0.709*	NS

* : มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

** : มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

NS : ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 13 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างฟอสฟอรัสในดินตะกอนและคุณสมบัติของดินตะกอน (เดือนสิงหาคม 2548) (n=9)

Parameter	Total P	Adsorbed P	Fe,Al-P	Ca-P	Inorganic P	Organic P
Organic matter	0.920**	NS	NS	NS	0.926**	0.777*
Sand	-0.843**	NS	-0.828**	NS	-0.831**	-0.754*
Silt	0.870**	NS	0.866**	NS	-0.883**	0.719*
Clay	NS	NS	0.835**	NS	0.696*	NS
Total Fe oxides	NS	NS	0.982**	NS	0.686*	NS
Total Mn oxides	NS	NS	0.922**	NS	0.704*	NS

* : มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

** : มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$)

NS : ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทที่ 5

อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

คุณสมบัติของดินตะกอนบริเวณที่ทำการศึกษา พบว่า ดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงมีปริมาณสารอินทรีย์สูงกว่าบริเวณอื่น ๆ และมีลักษณะของเนื้อดินเป็นดินร่วน และดินร่วนปนทรายแป้ง โดยมีสัดส่วนของอนุภาคทรายแป้งสูงสุด ในขณะที่สถานีอื่น ๆ มีทรายเป็นองค์ประกอบหลัก และมีสารอินทรีย์น้อยกว่าซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ (2548) ที่กล่าวไว้ว่า ปริมาณอินทรีย์สารที่ตรวจพบในดินตะกอนทั่วไปมักมีค่าต่ำ โดยเฉพาะในเขตพื้นท้องน้ำที่เป็นทราย ซึ่งอาจมีค่าน้อยกว่า 1 % แต่อาจมีค่าสูงขึ้นถึง 10 % ในพื้นท้องน้ำที่มีการสะสมของเลนโดยเฉพาะในแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

โดยสรุปแล้วคุณสมบัติของดินตะกอนในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษาครั้งนี้ มีแนวโน้มไม่แตกต่างกันในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษา รวมทั้งคุณภาพน้ำพื้นฐาน ได้แก่ ความเค็ม ความเป็นกรด - ด่าง และออกซิเจนละลาย ไม่แตกต่างกันในแต่ละเดือนด้วย

จากการศึกษารูปแบบต่าง ๆ ของฟอสฟอรัสในดินตะกอน บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ถึง เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ในเดือนมีนาคม พฤษภาคม และ สิงหาคม 2548 พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสรวมของทั้ง 3 เดือนมีค่าอยู่ในช่วง 168.8 – 663.8, 76.3 -635.0 และ 142.5 - 716.3 µg/g dry weight ตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีแนวโน้มไม่แตกต่างกันทั้ง 3 เดือน ปริมาณฟอสฟอรัสรวมส่วนใหญ่พบมากในบริเวณสถานีนอกชายฝั่ง โดยในเดือนมีนาคมพบสูงสุดที่บางปะกง ทุ่น 3 เดือนพฤษภาคม และสิงหาคม พบสูงสุดที่บางพระ และฟอสฟอรัสที่พบในดินตะกอนส่วนใหญ่อยู่ในรูปของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมากกว่าอินทรีย์ฟอสฟอรัส ทั้ง 3 เดือน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Syers et al., (1973), Fang (2000), Frankowski et al., (2002) และ Thongra-ar et al., (2001) ที่พบเช่นเดียวกันว่า อนินทรีย์ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของฟอสฟอรัสในดินตะกอนบริเวณที่ทำการศึกษา

สำหรับรูปแบบของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่ทำการศึกษานั้นพบว่า ดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง คือบริเวณ ทุ่น 9 ทุ่น 5 และทุ่น 3 มีค่าผลรวมฟอสฟอรัสที่ดูดซับผิวดินตะกอนอย่างหลวม ๆ และที่อยู่ในรูปของสารประกอบของเหล็กและอลูมินัมสูงกว่าสถานีอื่น ๆ มาก จึงสามารถถูกคายหรือปลดปล่อยออกจากดินตะกอนได้ง่าย เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม และทำให้เกิดการเพิ่มธาตุอาหารพืชเข้าสู่แหล่งน้ำจากกระบวนการธรรมชาติที่ไม่ใช่มาจากกิจกรรม

ของมนุษย์ จนอาจเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดการบานสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืช (algae bloom) หรือปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีในบริเวณนี้ นอกจากนี้ยังพบว่า อนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่พบมากนั้นอยู่ในรูปของสารประกอบของเหล็กและอลูมินัม ในปริมาณที่มากกว่า 50 % ของปริมาณฟอสฟอรัสรวมซึ่งพบทั้ง 3 เดือน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำ มีองค์ประกอบของออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส สูงกว่าสถานีอื่น ๆ (Thongra - ar et al, 2001) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ก็พบเช่นเดียวกันว่า บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงมีออกไซด์ของโลหะทั้งสองสูงกว่าสถานีอื่น ๆ

ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าฟอสฟอรัสที่อยู่ในน้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ส่วนหนึ่งมาจากฟอสฟอรัสที่ถูกปลดปล่อยจากดินตะกอนบริเวณดังกล่าว โดยเฉพาะมาจากฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของสารประกอบของเหล็กและอลูมินัม เนื่องจากมีปริมาณสูงสุด ซึ่งฟอสฟอรัสรูปแบบนี้จะถูกปลดปล่อยออกจากดินตะกอนเมื่อมีสภาพไร้อากาศ (anaerobic condition) (Petterson, 1984; Furumai และ Ohgaki, 1982; Hosomi et al., 1982) เนื่องจากเหล็กในรูป Fe^{3+} ที่อยู่ในดินตะกอนจะถูกรีดิวซ์เป็น Fe^{2+} ซึ่งสามารถละลายน้ำได้และจะปลดปล่อยฟอสเฟตออกมา

ส่วนฟอสฟอรัสที่มีมากในดินตะกอนในอันดับรองลงมาคือ อินทรีย์ฟอสฟอรัส ซึ่งฟอสฟอรัสรูปนี้สามารถที่จะถูกปลดปล่อยออกจากดินตะกอนได้เช่นเดียวกันโดยกระบวนการ mineralization ซึ่งเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ (Correll, 1998; Mesnage and Picot, 1995 และ Matsuda et al, 1989)

สำหรับการศึกษาความสัมพันธ์ของฟอสฟอรัสและคุณสมบัติของดินตะกอน พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสรวมที่อยู่ในดินตะกอนมีความสัมพันธ์ทางบวกในระดับสูงกับสารอินทรีย์และทรายแป้ง ซึ่งพบเหมือนกันทั้ง 3 เดือน แสดงว่า สารอินทรีย์และทรายแป้งเป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทสูงมากในการทำหน้าที่เป็นตัวดูดซับ (sorbent) ฟอสฟอรัสในดินตะกอนที่ทำการศึกษาครั้งนี้ สำหรับองค์ประกอบอื่น ๆ ในดินตะกอน ได้แก่ ดินเหนียว ออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส พบความสัมพันธ์กับฟอสฟอรัสรวม เฉพาะในเดือนมีนาคม เท่านั้น ส่วนฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของสารประกอบของเหล็กและอลูมินัม พบความสัมพันธ์กันในระดับสูงกับออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส ทั้ง 3 เดือน ส่วนแคลเซียมฟอสเฟต ไม่มีความสัมพันธ์ใด ๆ กับคุณสมบัติของดินตะกอน เนื่องจากเป็นฟอสฟอรัสที่อยู่ในโครงสร้างของแร่ธาตุ

เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ไม่ได้ทำการตรวจวัดฟอสฟอรัสที่อยู่ในน้ำทะเล จึงไม่สามารถหาความสัมพันธ์ของฟอสฟอรัสที่อยู่ในดินตะกอนและในน้ำได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สรุปผลการศึกษา

1. ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา จนถึง เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ในเดือนมีนาคม พฤษภาคม และ สิงหาคม 2548 มีค่าอยู่ในช่วง 168.8 – 663.8 , 76.3 -635.0 และ 142.5 -716.3 μg/g dry weight ตามลำดับ ซึ่งมีแนวโน้มไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละเดือน และปริมาณที่พบส่วนใหญ่อยู่บริเวณสถานีนอกชายฝั่ง

2. ปริมาณฟอสฟอรัสรวมที่พบส่วนใหญ่อยู่ในรูปของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสมากกว่าอินทรีย์ฟอสฟอรัส

3. รูปแบบของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสที่พบมากที่สุด คือ ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของสารประกอบของเหล็กและอลูมินัม และพบมากบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ทั้ง 3 เดือน

4. รูปแบบของฟอสฟอรัสที่พบมากในลำดับรองลงมาคือ อินทรีย์ฟอสฟอรัส

5. สารอินทรีย์และทรายแป้ง มีความสัมพันธ์ในระดับสูงกับฟอสฟอรัสรวมที่อยู่ในดินตะกอน ส่วนออกไซด์ของเหล็กและแมงกานีส มีความสัมพันธ์ระดับสูงกับฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปของสารประกอบของเหล็กและอลูมินัม ซึ่งพบเหมือนกันทั้ง 3 เดือน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาคุณสมบัติของดินตะกอนด้านอื่น ๆ ประกอบด้วย เช่น ความเป็นกรด – ด่างของดิน แคลเซียมคาร์บอเนต เป็นต้น รวมทั้งธาตุอาหารในน้ำ เช่น ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส

2. ควรศึกษาความสัมพันธ์ของฟอสฟอรัสที่อยู่ในน้ำ และ ฟอสฟอรัสในดินตะกอน

3. ควรทำการทดลองศึกษาการปลดปล่อยของฟอสฟอรัสในห้องปฏิบัติการภายใต้การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ความเค็ม ความเป็นกรด – ด่าง เป็นต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2538). *เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย. กองจัดการคุณภาพน้ำ* กรมควบคุมมลพิษ: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

กัลยา อำนวย. (2525). ฟอสฟอรัสที่สิ่งมีชีวิตสามารถนำไปใช้ได้ในตะกอนของอ่าวไทย. ใน *รายงานสัมมนาวิทยาศาสตร์ทางทะเลแห่งชาติ ครั้งที่ 2: เรื่องนโยบายวิทยาศาสตร์ทางทะเลแห่งชาติ*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

_____. (2527). พฤติกรรมของธาตุปริมาณน้อยบางตัวในแม่น้ำ และปากแม่น้ำเจ้าพระยา. ใน *การสัมมนาครั้งที่ 3 เรื่องการวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรมีชีวิตในน่านน้ำไทย*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

เกศินี กิจกำแหง. (2543). *การเปลี่ยนแปลงตามเวลาและสถานที่ของสารอาหารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำในบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.

จรัญ วงษ์วิวัฒนาวุฒิ ลือชัย ครุณชู พิชิต ศรีมุกดา และไพรัช เจียะรัตน์. *(2540). สภาพสิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยาบางประการบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงและอ่าวชลบุรี พ.ศ. 2538.* ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งฉะเชิงเทรา. กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2548). *ดินตะกอน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์ และสุทธิชัย เตมียวนิชย์. (2522). การเกิดปรากฏการณ์ขี้ปลาวาพเพิ่มขึ้นในอ่าวไทยตอนบน. ใน *การสัมมนาวิทยาศาสตร์ทางทะเลแห่งชาติครั้งที่ 1 สภาวิจัยแห่งชาติ 28 – 30 พฤษภาคม 2522*. ม.ป.ท.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. (2544). *การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทางชีวภาพ*. กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

ปนัดดา มีจริง. (2542). *การสะสมปริมาณตะกั่วและแคดเมียมในดินตะกอนปากแม่น้ำบางปะกง*. ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี.

ปรีชา สุวรรณพินิจ. (2521). *ชีววิทยา 1*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ปัญญานีย์ พราพงษ์. (2533). *พฤติกรรมของธาตุอาหารบริเวณเอสทูรีแม่น้ำท่าจีน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรทิพย์ งามสกุล. (2535). *การแพร่กระจายของธาตุอาหารในแม่น้ำบางปะกง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พัชรา โฉมไธสง. (2540). *คุณภาพน้ำทะเลในเขตว่ายน้ำชายหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี*. ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี.

พิพัฒน์ สุพร. (2544). *สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายในแนวราบของเอสทูรีบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ในฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อย*. ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี.

มนูวดี หังสพฤกษ์. (2532). *สมุทรศาสตร์เคมี*. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, คณะวิทยาศาสตร์: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รุ่งทิพย์ โพล้งเศรษฐี. (2543). *การกระจายของสารอาหารอินทรีย์ละลายน้ำในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำบางปะกง*. ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี

ลัดดา แก้วศรีประกาย. (2528). พฤติกรรมของซิลิเกตและฟอสเฟตในเอสทูรีแม่น้ำเจ้าพระยา. ใน *รายงานวิชาการประจำปี 2528*. กรุงเทพฯ: กองสำรวจแหล่งประมง กรมประมง กรทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วิทยา บุญถนอม และวรวิทย์ ชีวาพร. (2533). *การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารพืชในทะเลบริเวณแหลมฉบัง*. มหาวิทยาลัยบูรพา. 47 หน้า.

วิเชษฐ์ อนันต์กิจไพบูลย์. (2540). *การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงถึงเกาะสีชังและศรีราชา*. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา.

สัมพันธ์ สุพรรณธริกา. (2544). *การกระจายของสารอาหารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำในบริเวณแม่น้ำบางปะกง*. ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี.

สารภี เพชรทอง. (2540). *การกระจายของฟอสเฟตบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง*. ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี.

สุภาภรณ์ ศรีศฤงฆาร. (2538). *การศึกษาปริมาณฟอสเฟตบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง และบริเวณอ่างศิลา – ศรีราชา*. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

อเนก จูศิริพงษ์กุล. (2539). *การแปรผันในรอบปีของสารอาหารที่สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ได้ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Aspila, K.I., Agemain, H. and Chau, A.S.Y. 1976. A Semi-automated method for the determination of inorganic, oganic and total phosphate in sediments. *Analyst.* 101: 187-197.

Balchand, A.N. and Nair, S.M. Fractionation of phosphorus in the sediment of a tropical estuary. *Environ. Geol.* 23:284-294.

Boring, k., Otabbong, E. and Barberis, E. 2001. Phosphorus sorption in relation to soil Properties in some cultivated Swedish soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems.* 59: 39-46.

Carpenter, P.D. and Smith, J.D. 1984. Effect of pH, iron and humic acid on the estuarine behavior of phosphate. *Environ Tech.* 6: 65-72.

Correll, D.L. 1998. The role of phosphorus in the Eutrophication of receiving waters: a Review. *J. Environ. Qual.* 27: 261-266.

De lange, G.J. 1992. Distribution of various extracted phosphorus compounds in the interbedded turbiditic/pelagic sediments of the Madeira Abyssal plain, eastern North Atlantic. *Mar. Geol.* 109: 115-139.

English, S., Wilkinson, C. and Baker, V. (eds.). 1994. *Survey Manual for Tropical Marine Resources.* ASEAN-Australia Marine Science Project: Living Coastal Resources. Australia Institute of Marine Science Project: Living Coastal Resources. Australia Institute of Marine Science, Townsville. 368 p.

Furumai, H. and S. Ohgaki. 1982. Fractional Composition of Phosphorus forms in Sediments Relate to Release. *Wat. Sci. Tech.* (Capetown). 14: 215 – 226.

Gerdes, P. and Kunst, S. 1998. Bioavailability of phosphorus as a tool for efficient P reduction schemes. *Wat. Sci. Tech.* 37: 241-247.

Goh. T.B., Arnaud, R.J.St. and Mermut, A.R. 1993. Carbonates. In: Carter, M.R. (ed.). *Soil Sampling and Methods of Analysis.* Canadian Society of Soil Science. Boca Raton: Lewis Publishers. P. 177-185.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Gonsiorczyk, T., Casper, P. and Koschel, R. 1998. Phosphorus-binding forms in the sediment of an oligotrophic and an eutrophic hardwater lake of the Baltic lake district (Germany). *Wat. Sci. Tech.* 37(3): 51-58.

Hieltjes, A.H.M. and Lijklema, L. 1980. Fractionation of inorganic phosphates in calcareous sediments. *J. Environ. Qual.* 9(3): 405-407

Hillel, D. 1998. *Environmental Soil Physics.* San Diego: Academic Press.

Hosomi, M., M. Okada. and K. Sudo. Release of Phosphorus from Lake Sediments. *Environment International.* 7 (1982): 93 – 98.

Klapwizk, S. K. and C. Bruning. (1984). Available Phosphorus in the Sediments of Eight Lakes In the Netherlands. In: *Proceeding of the Third International Symposium on Interaction Between Sediments and* Water *Held in Geneva, Switzerland.* P.G.Sly (ed.), August 27 – 31, pp. 392 – 397.

Lopez-Pineiro, A. and Garcia-Navarro, A. 2001. Phosphate fractions and availability in vertisols of south-western Spain. *Soil Sci.* 166(8): 548-556.

Matsuda, O., Kataoka, N. and Endo, T. 1989. A role of nicrobes in phosphorus cycle in sediments. In: Hattori, T., Ishida, Y., Maruyama, Y., Morita, R.Y. and Uchida, A. (eds.). *Recent Advances in Microbial Ecology.* Proceedings of the 5th International Symposium on Microbial Ecology (ISME 5). Tokyo: Japan Scientific Societies Press. p.360-364.

McCallister, D.L. and Logan, T.J. 1978. Phosphate adsorption-desorption characteristics of soils and bottom sediments in the Maumee River basin of Ohio. *J. Environ. Qual.* 7(1): 87-92.

McDowell, R., Sharpley, A., Brookes, P. and Poulton, P. 2001. Relationship between soil test phosphorus and phosphorus release to solution. *Soil Sci.* 166(2): 137-149.

Mesnage, V. and Picot, B. 1995. The distribution of phosphate in sediments and its relation with eutrophication of a Mediterranean coastal lagoon. *Hybrobiologia* 297: 29-41.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Nelson, D.W. and Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. (eds.). *Method of Soil Analysis, Part II. Chemical and Microbiological Properties.* 2nd edition. American Society of Agronomy, Inc. and Soil Science Society of America, Inc. Publishers, Madison, Wisconsin, USA. p. 539-579.

Olsen, C.R., Cutshall, N.H. and Larsen, I.L. 1982. Pollutant- particle associations and dynamics in coastal marine environments: a review. *Mar. Chem.* 11: 501-533.

Olsen, S.R. and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. In: Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. (eds.). *Method of Soil Analysis, Part II. Chemical and Microbiological Properties.* 2nd edition. American Society of Agronomy, Inc. and Soil Science Society of America, Inc. Publishers, Madison, Wisconsin, USA. p. 403-430.

Pettersson, K., Bostrom, B. Jacobsen, O.S. 1988. Phosphorus in sediments – speciation and analysis. *Hydrobiologia*, 170: 91-101.

Reddy, K.R., Kadlec, R.H., Flaig, E. and Gale, P.M. 1999. Phosphorus retention in streams and wetlands: a review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology.* 29(1): 89-146.

Ross, G.J. and Wang, C. 1993. Extractable Al, Fe, Mn, and Si. In: Carter, M.R. (ed.). *Soil Sampling and Methods of Analysis.* Canadian Society of Soil Science. Boca Raton: Lewis Publishers. P. 239-241.

Shukla, S.S., Syer, J.K., Williams, J.D.H., Armstrong, D.E. and Harris, R.F. 1971. Sorption of inorganic phosphate by lake sediments. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 35: 244-249.

Sparks, D.L. 1995. *Environmental Soil Chemistry.* San Diego: Academic Press.

Strickland, J.D.H. and Parsons T.R. 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis.* Ottawa: Fisheries Research Board of Canada. 310 p.

Syers, J.K., Harris, R.F. and Armstrong, D.E. 1973. Phosphate chemistry in lake sediments. *J. Environ. Qual.* 2(1): 1-14

Tan, K.M. 1982. *Principles of Soil Chemistry.* New York: Marcel Dekker, Inc.

Upchurch, J.B., Edzwald, J.K. and O'Melia, C.R. 1974. PhosPhates in sediments of Pamlico Estuary. *Environ. Sci Technol.* 8(1): 56-58.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Thongra-ar, W, Musika, C., Mokkongpai, P., Wongsudawan, W. and Munhapol, A. 2001 Various Forms of Phosphorus in Sediments of the Eastern Coast of Thailand *ScienceAsia.* 30: 211-222.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของฟอสฟอรัสรวม อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และอินทรีย์ฟอสฟอรัส ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนมีนาคม 2548) (n=9)

Station No.	Location	Total P (µg/g)		Inorganic P (µg/g)		Organic P (µg/g)	
		mean	SD	mean	SD	mean	SD
1	บางปะกง ทุ่น 9	487.5	3.5	303.8	8.8	183.7	12.4
2	อ่าวชลบุรี	538.8	12.4	330.0	10.6	208.8	23.0
3	อ่างศิลา (ปากคลองโปรง)	336.3	1.8	165.0	10.6	171.3	12.4
4	บางแสน (ตอนกลางหาด)	168.8	12.4	85.0	3.5	83.8	15.9
5	เกาะลอย ศรีราชา	421.3	8.8	286.3	1.8	135.0	10.6
6	บางปะกง ทุ่น 5	615.0	3.5	485.0	10.6	130.0	7.1
7	บางปะกง ทุ่น 3	663.8	1.8	475.0	21.2	188.8	23.0
8	บางพระ	623.8	79.5	367.0	7.1	256.8	86.6
9	เกาะสีชัง (ทิศใต้เกาะขาม)	286.3	5.3	191.3	8.8	95.0	3.5

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ ก2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของฟอสฟอรัสรวม อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และอินทรีย์ฟอสฟอรัส ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนพฤษภาคม 2548) (n=9)

Station No.	Location	Total P (µg/g)		Inorganic P (µg/g)		Organic P (µg/g)	
		mean	SD	mean	SD	mean	SD
1	บางปะกง ทุ่น 9	330.0	35.4	248.8	1.8	81.2	37.1
2	อ่าวชลบุรี	462.5	35.4	378.8	44.2	83.7	8.8
3	อ่างศิลา (ปากคลองโปรง)	208.8	1.8	195.0	28.3	13.8	5.3
4	บางแสน (ตอนกลางหาด)	76.3	1.8	51.3	1.8	25.0	3.5
5	เกาะลอย ศรีราชา	465.0	60.1	302.5	24.7	162.5	84.9
6	บางปะกง ทุ่น 5	505.0	24.7	420.0	24.7	85.0	0.0
7	บางปะกง ทุ่น 3	483.8	40.7	426.3	15.9	57.5	24.7
8	บางพระ	635.0	49.5	415.0	0.0	220.0	49.5
9	เกาะสีชัง (ทิศใต้เกาะขาม)	241.3	1.8	167.0	7.1	74.3	8.8

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ ก3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของฟอสฟอรัสรวม อนินทรีย์ฟอสฟอรัส และอินทรีย์ฟอสฟอรัส ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงถึงเกาะสีชัง (เดือนสิงหาคม 2548) (n=9)

Station No.	Location	Total P (µg/g)		Inorganic P (µg/g)		Organic P (µg/g)	
		mean	SD	mean	SD	mean	SD
1	บางปะกง ทุ่น 9	462.5	10.6	331.3	5.3	131.2	5.3
2	อ่าวชลบุรี	621.3	40.7	417.5	7.1	203.8	47.7
3	อ่างศิลา (ปากคลองโปรง)	220.0	3.5	158.8	5.3	61.2	1.8
4	บางแสน (ตอนกลางหาด)	142.5	14.1	128.8	1.8	13.7	15.9
5	เกาะลอย ศรีราชา	362.5	10.6	290.0	0.0	72.5	10.6
6	บางปะกง ทุ่น 5	608.8	15.9	442.5	17.7	166.3	33.6
7	บางปะกง ทุ่น 3	600.0	21.2	506.3	5.3	93.7	15.9
8	บางพระ	716.3	5.3	511.3	15.9	205.0	10.6
9	เกาะสีชัง (ทิศใต้เกาะขาม)	178.8	12.4	123.8	8.8	55.0	3.5

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ ก4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนมีนาคม 2548)

Station No.	Location	P Fractionnation (µg/g)							
		Adsorbed P		Fe , Al - P		Ca - P		Residual P	
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
1	บางปะกง ทุ่น 9	41.3	0.4	212.0	3.5	34.5	2.8	199.7	6.7
2	อ่าวชลบุรี	72.0	0.7	94.3	0.4	38.0	2.8	334.5	3.2
3	อ่างศิลา (ปากคลองโปรง)	42.5	1.4	25.0	0.7	108.5	4.2	160.3	6.4
4	บางแสน ตอนกลางหาด	58.0	1.4	14.3	0.4	12.3	1.1	84.2	0.0
5	เกาะลอย ศรีราชา	65.8	1.1	44.3	0.4	52.3	1.8	258.9	2.5
6	บางปะกง ทุ่น 5	13.8	0.4	330.8	3.9	36.3	1.8	234.1	2.5
7	บางปะกง ทุ่น 3	11.8	0.4	355.5	2.8	31.3	0.4	265.2	3.5
8	บางพระ	89.8	1.8	56.0	1.4	108.8	8.8	369.2	12.0
9	เกาะสีชัง (ทิศใต้เกาะขาม)	67.8	3.9	16.0	0.7	113.8	3.2	88.7	6.4

Burapha University

ตารางที่ ก5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนพฤษภาคม 2548)

Station No.	Location	P Fractionation (µg/g)							
		Adsorbed P		Fe , Al - P		Ca - P		Residual P	
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
1	บางปะกง ทุ่น 9	43.0	0.7	176.5	1.4	26.8	2.5	83.7	1.8
2	อ่าวชลบุรี	66.8	0.4	71.3	0.4	167.8	1.1	156.6	1.1
3	อ่างศิลา (ปากคลองโปรง)	37.0	0.0	13.0	0.7	58.5	2.8	100.3	3.5
4	บางแสน ตอนกลางหาด	18.8	0.4	13.5	1.4	7.8	0.4	36.2	1.4
5	เกาะลอย ศรีราชา	72.5	2.8	54.8	2.5	84.3	0.4	253.4	0.0
6	บางปะกง ทุ่น 5	13.0	0.7	337.5	2.1	34.5	0.7	120.0	3.5
7	บางปะกง ทุ่น 3	13.3	1.8	315.0	7.1	32.8	0.4	122.7	5.7
8	บางพระ	107.3	1.1	94.5	2.8	110.3	1.1	322.9	2.8
9	เกาะสีชัง (ทิศใต้เกาะขาม)	56.8	1.1	16.3	0.4	43	1.4	125.2	0.0

Burapha University

ตารางที่ ก6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอนินทรีย์ฟอสฟอรัสรูปแบบต่าง ๆ ในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ถึง เกาะสีชัง (เดือนสิงหาคม 2548)

Station No.	Location	P Fractionation (µg/g)							
		Adsorbed P		Fe , Al - P		Ca - P		Residual P	
		mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
1	บางปะกง ทุ่น 9	44.0	3.5	232.5	5.7	31.8	2.5	154.2	9.5
2	อ่าวชลบุรี	131.0	0.0	172.0	2.1	59.5	1.1	258.8	2.8
3	อ่างศิลา (ปากคลองโปรง)	47.8	0.4	16.0	0.7	44.5	2.8	111.7	4.6
4	บางแสน ตอนกลางหาด	60.0	2.8	11.3	0.4	25.5	0.4	45.7	3.2
5	เกาะลอย ศรีราชา	86.5	0.0	43.3	0.4	9.4	0.4	223.3	6.0
6	บางปะกง ทุ่น 5	35.0	0.7	337.8	6.0	31.5	0.7	204.5	5.3
7	บางปะกง ทุ่น 3	16.5	0.0	342.0	0.7	33.3	0.4	208.2	0.4
8	บางพระ	130.5	4.2	88.3	1.8	120.3	1.1	377.2	7.8
9	เกาะสีชัง (ทิศใต้เกาะขาม)	61.3	0.4	15.5	0.7	25.0	1.4	77.0	0.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
Burapha University

1456

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายพงษ์ศักดิ์ นุชสวาสดิ์
วัน เดือน ปี เกิด	16 พฤษภาคม 2526
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	20/2 หมู่ 4 ตำบลบ้านเก่า อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี 20160
สถานที่เกิด	อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี
ประวัติการศึกษา	
ระดับมัธยมตอนต้น	โรงเรียนชลบุรี "สุขบท"
ระดับมัธยมตอนปลาย	โรงเรียนชลบุรี "สุขบท"
ระดับอุดมศึกษา	คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา จันทบุรี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University