5

พฤติกรรมของเหล็กและแมงกานีสในเอสทูรีแม่น้ำบางปะกง

นางสาวอ้อยอัจฉรา เพ็ญโรจน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2530

ISBN 974-568-044-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012850

BEHAVIOR OF IRON AND MANGANESE IN THE BANGPAKONG ESTUARY

Miss Aoy-Atchara Penroj

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Inter-Department of Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University

1987

ISBN 974-568-044-3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	พฤติกรรมของเหล็กและแมงกานีสในเอสทูรีแม่น้ำบางปะกง
โดย	นางสาวอ้อยอัจฉรา เพ็ญโรจน์
สหสาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัลยา วัฒยากร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. มนูวดี หังสพฤกษ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ธรรมนูญ โรจนะบุรานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัลยา วัฒยากร)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ไพรัช สายเชื้อ)

..... กรรมการ

(นางมณทิพย์ ทาบุกานอน)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	พฤติกรรมของเหล็กและแมงกานีสในเอสทูรีแม่น้ำบางปะกง
ชื่อ	นางสาวอ้อยอัจฉรา เพ็ญโรจน์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัลยา วัฒยากร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. มนูวดี หังสพฤกษ์
สหสาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
ปีการศึกษา	2529

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาพฤติกรรมของเหล็กและแมงกานีสทั้งในส่วนที่ละลายอยู่ในน้ำและอยู่เป็นตะกอนแขวนลอยในแม่น้ำและปากแม่น้ำบางปะกง ต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็ม โดยการสำรวจเก็บตัวอย่างน้ำจากเอสทูรีแม่น้ำบางปะกงในช่วงฤดูน้ำมาก (พฤศจิกายน 2527) และฤดูน้ำน้อย (พฤษภาคม 2528) และโดยการทดลองผสมผสานน้ำจืดกับน้ำทะเล เพื่อให้ได้น้ำที่มีความเค็มต่างๆ ใกล้เคียงกับน้ำตัวอย่างที่เก็บจากแม่น้ำบางปะกง นอกจากนี้ยังได้ศึกษาอิทธิพลของจุลินทรีย์ และโลหะหนักประเภททองแดง สังกะสี แคดเมียม ตะกั่ว ที่มีต่อพฤติกรรมของเหล็กและแมงกานีสในน้ำที่ผสมผสานระหว่างน้ำจืดกับน้ำทะเล ซึ่งพบว่าเหล็กในฤดูน้ำมากจะมีพฤติกรรมแบบ non-conservative โดยมีการแยกตัวจากน้ำเป็นส่วนแขวนลอย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงความเค็ม 0 ถึง 10 ppt. สอดคล้องกับการทดลองผสมผสานน้ำจืดกับน้ำทะเล และในฤดูน้ำน้อยก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกันแต่ไม่ชัดเจนเท่า สำหรับแมงกานีสส่วนที่ละลายน้ำมีพฤติกรรมแบบ non-conservative โดยมีการเพิ่มขึ้นทั้งฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อย ซึ่งต่างไปจากการทดลองผสมผสานน้ำจืดกับน้ำทะเลในห้องปฏิบัติการที่แมงกานีสมีการแยกตัวเป็นส่วนแขวนลอยอย่างชัดเจนในช่วงความเค็ม 0 ถึง 10 ppt. จุลินทรีย์และโลหะหนักประเภทอื่นไม่มีผลเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของเหล็กและแมงกานีส อย่างไรก็ตามโลหะหนักประเภทอื่นมีผลทำให้ปริมาณการแยกตัวของเหล็กจากน้ำเป็นสารแขวนลอยเกิดขึ้นได้น้อยลง สำหรับแมงกานีสปริมาณการแยกตัวจากน้ำจะเกิดได้มากขึ้นในช่วงความเค็ม 0 ถึง 10 ppt. และเกิดได้น้อยลงในช่วงความเค็มมากกว่า 10 ppt. ขึ้นไป

Thesis Title	Behavior of Iron and Manganese in the Bangpakong Estuary
Name	Miss Aoy-Atchara Penroj
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Gullaya Wattayakorn
Thesis Co-advisor	Associate Professor Dr. Manuwadi Hungspreugs
Inter-Department	Environmental Science
Academic Year	1986

ABSTRACT

The behavior of dissolved and particulate iron and manganeses were studied as a function of salinity in the Bangpakong Estuary. Field samplings were made during the flood (November, 1984) and dry (May, 1985) seasons, and experiments concerning mixing of river water and seawater were made in various ratios to create mixtures of varying salinities as sampled in the field. The influence of micro-organisms and heavy metals such as copper, zinc, cadmium and lead over iron and manganese were also studied. Iron showed removal behavior, between salinity 0-10 ppt., during the flood season similar to the results from the mixing experiments, but the trend for dry season was less clear. In contrast, dissolved manganese showed addition behavior during those two seasons, while the results from the mixing experiments showed removal behavior between salinity 0-10 ppt. Laboratory experiments showed that micro-organisms and heavy metals had no influence on behavior of iron and manganese. However, the formation of particulate iron was decreased by the addition of other heavy metals into the water for all salinity, while the formation of particulate manganese was increased when the salinity was between 0-10 ppt. and then decreased when the salinity was higher than 10 ppt.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัลยา วัฒยากร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้ รองศาสตราจารย์ ดร. มนูวดี หังสพฤกษ์ ซึ่งได้กรุณาช่วยเหลือการวิจัยในบางส่วน รองศาสตราจารย์ ดร. ธรรมนูญ โรจนะบุรานนท์ รองศาสตราจารย์ ไพรัช สายเชื้อ และคุณฌณทิพย์ ทาบูกานอน ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ที่ได้อนุเคราะห์ให้ยืมเครื่องมืออุปกรณ์ และสถานที่ในการวิจัย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณนิตยา นักระนาด คุณอุบลศรี แสงผึ้ง และพี่-น้องทุกคน ซึ่งได้สนับสนุนช่วยเหลือ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ---------- ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ---------- จ

กิตติกรรมประกาศ ---------- ฉ

สารบัญตารางประกอบ ---------- ฌ

สารบัญรูป ---------- ฎ

บทที่ 1 บทนำ ---------- 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ---------- 1

จุดประสงค์ของการวิจัย ---------- 2

ขอบเขตของการวิจัย ---------- 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ---------- 3

บทที่ 2 การค้นคว้าเอกสาร ---------- 4

แหล่งที่ตั้งและสภาพแวดล้อมของพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกง ---------- 4

รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ---------- 10

บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย ---------- 15

การสำรวจและเก็บตัวอย่างน้ำแม่น้ำบางปะกง ---------- 15

การทดลองในห้องปฏิบัติการ (Mixing experiment) ---------- 16

การเติมโลหะหนักในน้ำที่ทำ Mixing experiment ---------- 17

การเติม biocide ในน้ำที่ทำ Mixing experiment ---------- 18

บทที่ 4 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ---------- 20

การเตรียมภาชนะที่ใช้ในการวิจัย ---------- 20

การเก็บตัวอย่างและเครื่องมือที่ใช้ ---------- 20

การกรองน้ำตัวอย่างและการเก็บรักษา ---------- 21

การวิเคราะห์ความเค็มของน้ำตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ ---------- 21

การวิเคราะห์หาโลหะปริมาณน้อยส่วนที่อยู่ในตะกอนแขวนลอย (particulate metals) ---------- 23

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	การวิเคราะห์โลหะปริมาณน้อยส่วนที่ละลายน้ำ (dissolved metals) ----	23
	การวิเคราะห์หาโลหะปริมาณน้อยที่ยึดกับสารอินทรีย์ ----------	25
บทที่ 5	ผลการวิเคราะห์ ----------	27
	การเปรียบเทียบปริมาณเหล็กเมื่อใช้แผ่นกรองชนิดต่างๆ ----------	27
	ผลการสำรวจน้ำแม่น้ำบางปะกง ----------	31
	ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ (Mixing experiment) ----------	48
	อิทธิพลของโลหะหนักอื่นต่อพฤติกรรมของเหล็กและแมงกานีส ----------	58
	ผลของจุลินทรีย์ต่อปริมาณเหล็กและแมงกานีสในน้ำที่ผสมผสานน้ำจืดกับน้ำทะเล ----------	83
บทที่ 6	วิจารณ์ผลการวิเคราะห์ ----------	93
	การเปรียบเทียบปริมาณเหล็กเมื่อใช้แผ่นกรองชนิดต่างๆ ----------	93
	ผลการศึกษาพฤติกรรมของเหล็กและแมงกานีสในแม่น้ำบางปะกง ----------	94
	ผลการศึกษาการผสมผสานของน้ำจืดกับน้ำทะเลในห้องปฏิบัติการ ----------	97
	ผลการศึกษาอิทธิพลของโลหะหนักอื่นต่อพฤติกรรมของเหล็กและแมงกานีส ----	99
	ผลของจุลินทรีย์ต่อปริมาณเหล็กและแมงกานีสในน้ำ ----------	101
บทที่ 7	สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ ----------	103
	การเปรียบเทียบปริมาณเหล็กเมื่อใช้แผ่นกรองชนิดต่างๆ ----------	103
	การศึกษาพฤติกรรมของเหล็กและแมงกานีสในแม่น้ำบางปะกง และการทดลองในห้องปฏิบัติการ ----------	103
	การศึกษาอิทธิพลของโลหะหนักอื่นต่อพฤติกรรมของเหล็กและแมงกานีส ------	104
	การศึกษาผลของจุลินทรีย์ต่อปริมาณเหล็กและแมงกานีสในน้ำ ----------	104
	ข้อเสนอแนะการวิจัย ----------	104
เอกสารอ้างอิง ----------		106
ภาคผนวก ----------		114
ประวัติผู้เขียน ----------		126

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงชื่อคลองของแม่น้ำบางปะกง ----------	8
5.1	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณเหล็กส่วนที่แขวนลอยและส่วนที่ละลายน้ำของตัวอย่างน้ำแม่น้ำบางปะกง (23 ธันวาคม 2526) เมื่อใช้แผ่นกรอง membrane จำนวน 1 แผ่น, GF/C จำนวน 3 แผ่น, GF/C จำนวน 2 แผ่น, GF/C จำนวน 1 แผ่น ในการกรองแยกน้ำตัวอย่าง ----------	28
5.2	แสดงปริมาณเหล็กและแมงกานีสส่วนที่แขวนลอยและส่วนที่ละลายน้ำกับความเค็มของตัวอย่างน้ำแม่น้ำบางปะกงที่ระดับผิวน้ำและที่ระดับกึ่งกลางแม่น้ำ ในช่วงฤดูน้ำมาก วันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2527 --------	32
5.3	แสดงปริมาณเหล็กและแมงกานีสส่วนที่แขวนลอยและส่วนที่ละลายน้ำกับความเค็มของตัวอย่างน้ำแม่น้ำบางปะกงที่ระดับผิวน้ำและที่ระดับกึ่งกลางแม่น้ำในช่วงฤดูน้ำน้อย วันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2528 ----------	40
5.4	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่แขวนลอยและส่วนที่ละลายน้ำ กับความเค็มในการทดลองผสมน้ำจืดกับน้ำทะเลครั้งที่ 1 วันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2527 (ฤดูน้ำมาก) ----------	49
5.5	แสดงปริมาณเหล็กและแมงกานีสส่วนที่แขวนลอยและส่วนที่ละลายน้ำกับความเค็ม ในการทดลองผสมน้ำจืดกับน้ำทะเลครั้งที่ 2 วันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2527 (ฤดูน้ำมาก)----------	51
5.6	แสดงปริมาณเหล็กและแมงกานีสส่วนที่แขวนลอยและส่วนที่ละลายน้ำกับความเค็มในการทดลองผสมน้ำจืดกับน้ำทะเลครั้งที่ 3 วันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2528 (ฤดูน้ำน้อย) ----------	55
5.7	แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเหล็กส่วนที่ละลายน้ำ(ไมโครกรัม/ลิตร) เมื่อเติมทองแดง, สังกะสี, แคดเมียม, ตะกั่ว ในปริมาณ 10 และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร ----------	60

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5.8	แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเหล็กที่แขวนลอย (ไมโครกรัม/ลิตร) เมื่อเติมทองแดง, สังกะสี, แคดเมียม, ตะกั่ว ในปริมาณ 10 และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร	61
5.9	แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแมงกานีสส่วนที่ละลายน้ำ (ไมโครกรัม/ลิตร) เมื่อเติมทองแดง, สังกะสี, แคดเมียม, ตะกั่ว ในปริมาณ 10 และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร	62
5.10	แสดงปริมาณการเปลี่ยนแปลงของแมงกานีสส่วนที่แขวนลอย (ไมโครกรัม/ลิตร) เมื่อเติมทองแดง, สังกะสี, แคดเมียม, ตะกั่ว ในปริมาณ 10 และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร	63
5.11	แสดงปริมาณส่วนที่แขวนลอยที่เพิ่ม (%) ของทองแดง, สังกะสี, แคดเมียม, ตะกั่ว เมื่อเติมสารละลายเหล่านี้ในปริมาณ 10 และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร ตามลำดับ	64
5.12	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่แขวนลอย ส่วนที่ละลายน้ำ และค่าที่เปลี่ยนในการทดลองเติม phenol เป็น biocide จำนวน 1 กรัม/น้ำ 1 ลิตร ในน้ำที่ผสมน้ำจืดกับน้ำทะเลที่ความเค็มต่างๆ เมื่อวันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2528	84
5.13	แสดงปริมาณแมงกานีสส่วนที่แขวนลอย ส่วนที่ละลายน้ำ และค่าที่เปลี่ยนในการทดลองเติม phenol เป็น biocide จำนวน 1 กรัม/น้ำ 1 ลิตร ในน้ำที่ผสมน้ำจืดกับน้ำทะเลที่ความเค็มต่างๆ เมื่อวันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2528	85
5.14	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่แขวนลอย ส่วนที่ละลายน้ำ และค่าที่เปลี่ยนในการทดลองเติม phenol เป็น biocide จำนวน 1 กรัม/น้ำ 1 ลิตร ในน้ำที่ผสมน้ำจืดกับน้ำทะเลที่ความเค็มต่างๆ เมื่อวันที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2530	87

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
5.15	แสดงปริมาณแมงกานีสส่วนที่แขวนลอย ส่วนที่ละลายน้ำ และค่าที่เปลี่ยนในการทดลองเติม phenol เป็น biocide จำนวน 1 กรัม/น้ำ 1 ลิตร ในน้ำที่ผสมน้ำจืดกับน้ำทะเลที่ความเค็มต่างๆ เมื่อวันที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2530	88
ผ.1	แสดงข้อมูลต่างๆ ของน้ำแม่น้ำบางปะกงในการสำรวจครั้งที่ 2 (ฤดูน้ำมาก) วันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2527	115
ผ.2	แสดงข้อมูลต่างๆ ของน้ำแม่น้ำบางปะกงในการสำรวจครั้งที่ 3 (ฤดูน้ำน้อย) วันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2528	116
ผ.3	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่แขวนลอย และส่วนที่ละลายน้ำ(ไมโครกรัม/ลิตร) เมื่อเติมทองแดง, สังกะสี, แคดเมียม, ตะกั่ว ในปริมาณ 10 และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร	117
ผ.4	แสดงปริมาณแมงกานีสส่วนที่แขวนลอยและส่วนที่ละลายน้ำ(ไมโครกรัม/ลิตร) เมื่อเติมทองแดง, สังกะสี, แคดเมียม, ตะกั่ว ในปริมาณ 10 และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร	119
ผ.5	แสดงปริมาณส่วนที่แขวนลอย(ไมโครกรัม/ลิตร) ของทองแดง, สังกะสี, แคดเมียม, ตะกั่ว เมื่อเติมสารละลายเหล่านี้ในปริมาณ 10 และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร	121
ผ.6	แสดงความเค็มของน้ำแม่น้ำบางปะกงที่ได้จากการสำรวจ และการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	123
ผ.7	แสดงความเค็มของน้ำในแม่น้ำบางปะกง ปราจีนบุรีและนครนายก	124
ผ.8	แสดงความโปร่งใสของน้ำในแม่น้ำบางปะกง ปราจีนบุรีและนครนายก	125

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงจุดเก็บน้ำตัวอย่างในแม่น้ำบางปะกง ----------	5
2.2	แสดงที่ตั้งคลองที่อยู่สองฝั่งแม่น้ำบางปะกง ----------	6
2.3	แสดงที่ตั้งคลองต่างๆ ที่เชื่อมโยงระหว่างแม่น้ำบางปะกงและแม่น้ำเจ้าพระยา ----------	7
5.1	แสดงปริมาณเหล็กที่แขวนลอยกับความเค็ม ในตัวอย่างน้ำแม่น้ำบางปะกง (วันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2526) เมื่อใช้แผ่นกรอง membrane จำนวน 1 แผ่น, GF/C จำนวน 3 แผ่น, GF/C จำนวน 2 แผ่น และ GF/C จำนวน 1 แผ่น ----------	29
5.2	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่ละลายในน้ำกับความเค็ม ในตัวอย่างน้ำแม่น้ำบางปะกง (23 ธันวาคม พ.ศ. 2526) เมื่อใช้แผ่นกรอง membrane จำนวน 1 แผ่น, GF/C จำนวน 3 แผ่น, GF/C จำนวน 2 แผ่น และ GF/C จำนวน 1 แผ่น ----------	30
5.3	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่ละลายน้ำกับความเค็ม ของตัวอย่างน้ำแม่น้ำบางปะกงที่ระดับผิวน้ำและที่ระดับกึ่งกลางความลึกของน้ำในช่วงฤดูน้ำมาก วันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2527 ----------	33
5.4	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่ละลายน้ำที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์กับความเค็ม ของตัวอย่างน้ำแม่น้ำบางปะกงที่ระดับผิวน้ำ ในช่วงฤดูน้ำมาก วันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2527 ----------	34
5.5	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่แขวนลอยกับความเค็ม ของตัวอย่างน้ำแม่น้ำบางปะกงที่ระดับผิวน้ำและที่ระดับกึ่งกลางความลึกของน้ำ ในช่วงฤดูน้ำมาก วันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2527 ----------	35
5.6	แสดงปริมาณแมงกานีสส่วนที่ละลายน้ำกับความเค็ม ของตัวอย่างน้ำแม่น้ำบางปะกงที่ระดับผิวน้ำและที่ระดับกึ่งกลางความลึกของน้ำ ในช่วงฤดูน้ำมาก วันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2527 ----------	37

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.7	แสดงปริมาณแมงกานีสส่วนที่แขวนลอยกับความเค็ม ของตัวอย่างน้ำแม่น้ำบางปะกงที่ระดับผิวน้ำและที่ระดับกึ่งกลางความลึกของน้ำ ในช่วงฤดูน้ำมาก วันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2527	38
5.8	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่ละลายน้ำกับความเค็ม ของตัวอย่างน้ำแม่น้ำบางปะกงที่ระดับผิวน้ำและที่ระดับกึ่งกลางความลึกของน้ำ ในช่วงฤดูน้ำน้อย วันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2528	41
5.9	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่ละลายน้ำที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์กับความเค็ม ของตัวอย่างน้ำแม่น้ำบางปะกงที่ระดับผิวน้ำและที่ระดับกึ่งกลางความลึกของน้ำ ในช่วงฤดูน้ำน้อย วันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2528	42
5.10	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่แขวนลอยกับความเค็ม ของตัวอย่างน้ำแม่น้ำบางปะกงที่ระดับผิวน้ำและที่ระดับกึ่งกลางความลึกของน้ำ ในช่วงฤดูน้ำน้อย วันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2528	43
5.11	แสดงปริมาณแมงกานีสส่วนที่ละลายน้ำกับความเค็ม ของตัวอย่างน้ำแม่น้ำบางปะกงที่ระดับผิวน้ำและที่ระดับกึ่งกลางความลึกของน้ำ ในช่วงฤดูน้ำน้อย วันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2528	46
5.12	แสดงปริมาณแมงกานีสส่วนที่แขวนลอยกับความเค็ม ของตัวอย่างน้ำแม่น้ำบางปะกงที่ระดับผิวน้ำและที่ระดับกึ่งกลางความลึกของน้ำ ในช่วงฤดูน้ำน้อย วันที่ 11 พฤษภาคม พ.ศ. 2528	47
5.13	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่แขวนลอยและส่วนที่ละลายน้ำกับความเค็ม ในการทดลองผสมน้ำจืดกับน้ำทะเลครั้งที่ 1 ฤดูน้ำมาก (วันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2527)	50
5.14	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่แขวนลอยและส่วนที่ละลายน้ำกับความเค็ม ในการทดลองผสมน้ำจืดกับน้ำทะเลครั้งที่ 2 ฤดูน้ำมาก (วันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2527)	52

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.15	แสดงปริมาณแมงกานีสส่วนที่แขวนลอย และส่วนที่ละลายน้ำกับความเค็ม ในการทดลองผสมน้ำจืดกับน้ำทะเลครั้งที่ 2 ฤดูน้ำมาก (วันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2527)	53
5.16	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่แขวนลอยและส่วนที่ละลายน้ำกับความเค็ม ในการทดลองผสมน้ำจืดกับน้ำทะเลครั้งที่ 3 ฤดูน้ำน้อย (วันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2528)	56
5.17	แสดงปริมาณแมงกานีสส่วนที่แขวนลอยและส่วนที่ละลายน้ำกับความเค็ม ในการทดลองผสมน้ำจืดกับน้ำทะเลครั้งที่ 3 ฤดูน้ำน้อย (วันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2528)	57
5.18	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่ละลายน้ำและส่วนที่แขวนลอยที่เพิ่มขึ้นและลดลง (ไมโครกรัม/ลิตร) โดยเปรียบเทียบกับชุด control เมื่อมีการเติมสารละลายทองแดงลงไปในน้ำที่ผสมน้ำจืดกับน้ำทะเล 10 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร	66
5.19	แสดงปริมาณแมงกานีสส่วนที่ละลายน้ำและส่วนที่แขวนลอยที่เพิ่มขึ้นและลดลง (ไมโครกรัม/ลิตร) โดยเปรียบเทียบกับชุด control เมื่อมีการเติมสารละลายทองแดงลงไปในน้ำที่ผสมน้ำจืดกับน้ำทะเล 10 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร	67
5.20	แสดงปริมาณทองแดงส่วนที่แขวนลอยที่เพิ่มขึ้น (%) เมื่อเติมสารละลายทองแดงลงไปในน้ำที่ผสมน้ำจืดกับน้ำทะเล 10 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร	68
5.21	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่ละลายน้ำและส่วนที่แขวนลอยที่เพิ่มขึ้นและลดลง (ไมโครกรัม/ลิตร) โดยเปรียบเทียบกับชุด control เมื่อมีการเติมสารละลายสังกะสีลงไปในน้ำที่ผสมน้ำจืดกับน้ำทะเล 10 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร	71

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.22	แสดงปริมาณแมงกานีสส่วนที่ละลายน้ำและส่วนที่แขวนลอยที่เพิ่มขึ้นและลดลง (ไมโครกรัม/ลิตร) โดยเปรียบเทียบกับชุด control เมื่อมีการเติมสารละลายสังกะสีลงไปในน้ำที่ผสมน้ำจืดกับน้ำทะเล 10 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร ----------	72
5.23	แสดงปริมาณสังกะสีส่วนที่แขวนลอยที่เพิ่มขึ้น (%) เมื่อเติมสารละลายสังกะสีลงไปในน้ำที่ผสมน้ำจืดกับน้ำทะเล 10 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร ----------	73
5.24	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่ละลายน้ำและส่วนที่แขวนลอยที่เพิ่มขึ้นและลดลง (ไมโครกรัม/ลิตร) โดยเปรียบเทียบกับชุด control เมื่อเติมสารละลายแคดเมียมลงไปในน้ำที่ผสมน้ำจืดกับน้ำทะเล 10 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร ----------	75
5.25	แสดงปริมาณแมงกานีสส่วนที่ละลายน้ำและส่วนที่แขวนลอยที่เพิ่มขึ้นและลดลง (ไมโครกรัม/ลิตร) โดยเปรียบเทียบกับชุด control เมื่อมีการเติมสารละลายแคดเมียมลงไปในน้ำที่ผสมน้ำจืดกับน้ำทะเล 10 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร ----------	76
5.26	แสดงปริมาณแคดเมียมส่วนที่แขวนลอยที่เพิ่มขึ้น (%) เมื่อเติมสารละลายแคดเมียมลงไปในน้ำที่ผสมน้ำจืดกับน้ำทะเล 10 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร ----------	77
5.27	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่ละลายน้ำและส่วนที่แขวนลอยที่เพิ่มขึ้นและลดลง (ไมโครกรัม/ลิตร) โดยเปรียบเทียบกับชุด control เมื่อมีการเติมสารละลายตะกั่วลงไปในน้ำที่ผสมน้ำจืดกับน้ำทะเล 10 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร ----------	79
5.28	แสดงปริมาณแมงกานีสส่วนที่ละลายน้ำและส่วนที่แขวนลอยที่เพิ่มขึ้นและลดลง (ไมโครกรัม/ลิตร) โดยเปรียบเทียบกับชุด control เมื่อมีการเติมสารละลายตะกั่วลงไปในน้ำที่ผสมน้ำจืดกับน้ำทะเล 10 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร ----------	80

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.29	แสดงปริมาณตะกั่วส่วนที่แขวนลอยที่เพิ่มขึ้น (%) เมื่อเติมสารละลายตะกั่วลงไปในน้ำที่ผสมน้ำจืดกับน้ำทะเล 10 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร และ 20 ไมโครกรัม/น้ำ 1 ลิตร	81
5.30	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่ละลายน้ำกับความเค็ม เมื่อเติม phenol เป็น biocide และที่ไม่เติม phenol	89
5.31	แสดงปริมาณเหล็กส่วนที่แขวนลอยกับความเค็ม เมื่อเติม phenol เป็น biocide และที่ไม่เติม phenol	90
5.32	แสดงปริมาณแมงกานีสส่วนที่ละลายน้ำกับความเค็ม เมื่อเติม phenol เป็น biocide และที่ไม่เติม phenol	91
5.33	แสดงปริมาณแมงกานีสส่วนที่แขวนลอยกับความเค็ม เมื่อเติม phenol เป็น biocide และที่ไม่เติม phenol	92

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย