การปนเปื้อนของปรอทในน้ำทะเล ดินตะกอน และสิ่งมีชีวิต บริเวณชายฝั่งทะเล จังหวัดชลบุรี

อนุวัฒน์ ยินดีสุข

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2549

ISBN 974-502-812-6

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ อนุวัฒน์ ยินดีสุข ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณา ภาณุตระกูล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชาญ สว่างวงศ์)

.....กรรมการ
(ดร. แววตา ทองระอา)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณา ภาณุตระกูล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชาญ สว่างวงศ์)

.....กรรมการ
(ดร. แววตา ทองระอา)

.....กรรมการ
(ดร. พรศรี สุทธนารักษ์)

.....กรรมการ
(ดร. ณัฐพงษ์ ศรีสุข)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประทุม ม่วงมี)
วันที่ ๖ เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2549

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา
จากโครงการบัณฑิตศึกษาฝึกอบรม และวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี
และการบริหารจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ภายใต้การกำกับของโครงการพัฒนา บัณฑิตศึกษา
วิจัยด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ทบวงมหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากโครงการบัณฑิตศึกษา ฝึกอบรมและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม ภายใต้การกำกับของโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาให้คำปรึกษาและช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของงานวิจัย อย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวรรณา ภาณุตระกูล ซึ่งเป็นประธานควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชาญ ส่ำวางวงศ์ และดร.แววตา ทองระอา กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ทำให้ผู้วิจัยได้รับแนวทางในการศึกษาหาความรู้และประสบการณ์ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.พรศรี สุทธนารักษ์ และดร.ณัฐพงษ์ ศรีสุข คณะกรรมการสอบปากเปล่า ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้ให้ถูกต้อง และสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการบัณฑิตศึกษา และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เกี่ยวกับการเบิกใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ขอขอบคุณ คุณเปียะรัตน์ อุตสาห์พานิช คุณธารินี ผดุงศักดิ์ชยกุล คุณทัศวรรณ ขาวสีจาน ที่กรุณาให้การชี้แนะการวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณ คุณไพฑูรย์ มกกงไผ่ คุณกุลวรรณ โสรัจจ์ คุณตีรวิทย์ ตรีสัตยตระกูล และเพื่อน ๆ ทุกคน ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างภาคสนาม

ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ รวมทั้งพี่สาวที่เป็นกำลังใจสำคัญยิ่งให้ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

อนุวัฒน์ ยินดีสุข

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

46910657: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.บ. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
คำสำคัญ: ปรอท/ การปนเปื้อน

อนุวัฒน์ ยินดีสุข: การปนเปื้อนปรอทในน้ำทะเล ดินตะกอน และสิ่งมีชีวิต บริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดชลบุรี (CONTAMINATION OF MERCURY IN SEAWATER, SEDIMENTS, AND AQUATIC ORGANISMS IN CHON BURI COASTAL AREA) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์: สุวรรณา ภาณุตระกูล, D.Sc., พิชาญ สว่างวงศ์, Ph.D., แววตา ทองระอา, D.Tech.Sc. 108 หน้า. ปี พ.ศ. 2549 ISBN 974-502-812-6

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ เพื่อทราบความสัมพันธ์ของระดับการปนเปื้อนของปรอทในน้ำชายฝั่งทะเล ดินตะกอน หอยแมลงภู่ และแม่เพรียง บริเวณชายฝั่งทะเลในจังหวัดชลบุรี ซึ่งมีลักษณะกิจกรรมแตกต่างกัน โดยเก็บตัวอย่าง 14 สถานี ตั้งแต่ ตำบลนาเกลือ ถึง ตำบลอ่างศิลา ในเดือน มกราคม พ.ศ. 2548 การวิเคราะห์ปริมาณปรอทในตัวอย่างใช้เทคนิค Cold Vapor Atomic Fluorescence Spectrometry (CVAFS) หลังจากการย่อยตัวอย่างด้วยกรดเข้มข้น นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน (%Ignition Loss) และขนาดอนุภาคดินตะกอน (Median Grain Size) ด้วย ผลการศึกษาพบว่าปริมาณการปนเปื้อนของปรอทที่ตรวจพบในตัวอย่างน้ำชายฝั่งทะเล ดินตะกอน หอยแมลงภู่ และแม่เพรียง มีค่าอยู่ในช่วง 10.21 – 59.48 นาโนกรัมต่อลิตร 9.29 – 144.24 นาโนกรัมต่อกรัม น้ำหนักแห้ง 2.56 – 5.22 นาโนกรัมต่อกรัม น้ำหนักเปียก และ 15.87 – 62.09 นาโนกรัมต่อกรัม น้ำหนักเปียก ตามลำดับ ส่วนปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนแต่ละสถานี มีการแปรผกผันกับขนาดของอนุภาคดินตะกอน โดยปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนอยู่ในช่วง 0.07 – 14 % และขนาดอนุภาคดินตะกอนอยู่ในช่วง 30 – 518 ไมโครมิเตอร์ ทั้งนี้ระดับการปนเปื้อนปรอทในน้ำชายฝั่ง และสิ่งมีชีวิตมีค่าไม่เกินระดับมาตรฐานตวามเข้มข้นของปรอทในน้ำทะเลชายฝั่งและอาหารของประเทศไทย การวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าการปนเปื้อนปรอทในตัวอย่างดังกล่าวแต่ละสถานี ภายในแต่ละกลุ่มกิจกรรม มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับ ($p < 0.01$) ชี้ให้เห็นว่ามีปัจจัยอื่นนอกเหนือจากการประกอบกิจกรรม ซึ่งส่งผลให้สถานีที่มีกิจกรรมคล้ายคลึงกันมีความแตกต่างของปริมาณการปนเปื้อน การวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐาน (Principle Component Analysis) บ่งชี้ว่าปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนน่าจะ เป็นปัจจัยหลักที่ควบคุมปริมาณการปนเปื้อนของปรอทในตัวอย่างทุกชนิดในแต่ละสถานี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

46910657: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE; M.Sc. (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

KEYWORDS: MERCURY/ CONTAMINATION

ANUWAT YINDEESUK: CONTAMINATION OF MERCURY IN SEAWATER, SEDIMENTS, AND AQUATIC ORGANISMS IN CHON BURI COASTAL AREA. THESIS ADVISORS: SUWANNA PANUTRAKUL, D.Sc., PICHAN SAWANGWOMG, Ph.D., WEAWTA THONGRA-AR, D.Tech.Sc. 108 P. 2006 ISBN 974-502-812-6

The objective of this study was to investigate the relationship between beneficial uses of the area and mercury concentration in seawater, sediments and aquatic organisms (mussels and polychaeta). Samples at fourteen stations from four beneficial used groups along the coast of Chonburi Province from Tambol Naklua to Tambol Ang Sila were collected in January 2005. Mercury in every samples was measured by Vapor Atomic Fluorescence Spectrometry (CVAFS) technique after being digested with strong acid. Organic matter (as % ignition loss) and median grain size of sediment samples were also determined. Concentration of mercury in seawater, sediments and aquatic organisms (mussel and polychaeta) ranged from 10.21 – 59.48 ng/L, 9.29 – 144.24 ng/g (dry weight), 2.56 – 5.22 and 15.87 – 62.09 ng/g wet weight, respectively. Organic matter in sediment was in the range of 0.07 – 14 % and the median grain size ranged from 30 – 518 μm. Organic matter in the sediment inversely decreased with increasing median grain size. The contamination levels of mercury in seawater and aquatic organisms were within Thailand's standard mercury concentration in coastal water and food. Statistical test of mercury concentration in water and sediments at each station within the same group was significantly different ($p < 0.01$). This indicated their factor(s) other than the beneficial use of the area which influenced the mercury concentration in water, sediment and organism in the study area. Principle component analysis (PCA) showed that organic matter in sediment strongly influenced the mercury contamination in water, sediment and organism in the study area.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3

สมมุติฐานของการวิจัย..... 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 3

ขอบเขตของการวิจัย..... 3

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย..... 4

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5

คุณสมบัติของปรอท..... 5

สาเหตุการปนเปื้อนของปรอทในสิ่งแวดล้อม..... 5

การปลดปล่อยโลหะปรอทจากแหล่งธรรมชาติ..... 5

การปลดปล่อยโลหะปรอทจากมนุษย์..... 6

รูปแบบของปรอทในสิ่งแวดล้อม..... 7

การปนเปื้อนและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของปรอทในแหล่งน้ำทะเล..... 9

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของปรอทในน้ำทะเล..... 11

ความเป็น กรด - ด่าง..... 11

ความเค็ม..... 11

กระบวนการรีดอกซ์..... 12

การปนเปื้อนและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของปรอทในดินตะกอน..... 13

ปัจจัยดูดซับและการเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางโครงสร้างของปรอทในตะกอนดิน..... 15

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	ความเค็ม	15
	ความเป็น กรด-ด่าง (pH)	16
	ขนาดอนุภาคของดินตะกอน (Grain Size)	16
	ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน (Sediment Organic Matter)	17
	การเกิดขบวนการMethylationในดินตะกอน	18
	การปนเปื้อนของปรอทและปัจจัยการปนเปื้อนสู่สิ่งมีชีวิต	19
	ปัจจัยและภาพรวมของการเกิด Biomagnification ในสิ่งมีชีวิตชีวิต	22
	ความเป็นพิษของปรอท	24
	การเกิดพิษปรอทในมนุษย์	24
	ความเป็นพิษของปรอทต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ	25
	อันตรายของปรอทที่เคยเกิดต่อมนุษย์	26
3	วิธีการดำเนินวิจัย	27
	อุปกรณ์และสารเคมี	27
	อุปกรณ์และเครื่องมือสำหรับเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์	27
	สารเคมีสำหรับใช้ในการวิเคราะห์	27
	เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์	28
	วิธีดำเนินการวิจัย	28
	อุปกรณ์และการเก็บรักษาตัวอย่าง	33
	ตัวอย่างน้ำชายฝั่งทะเล	33
	ตัวอย่างดินตะกอน	33
	ตัวอย่างสัตว์แม่เพรียง	33
	ตัวอย่างหอยแมลงภู่	34
	การเก็บรักษาตัวอย่าง	35
	การย่อยตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ปรอท	36
	ตัวอย่างน้ำชายฝั่งทะเล	36
	ตัวอย่างดินตะกอน	36

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	ตัวอย่างหอยแมลงภู่ และแม่เพรียง	36
	การวิเคราะห์ปรอท	39
	การเตรียมสารละลายปรอทมาตรฐานที่ความเข้มข้น 1, 0.5, 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร	39
	การสร้างกราฟมาตรฐาน (Standard Calibration Curve)	40
	การคำนวณหาความเข้มข้นของปรอท	41
	การตรวจประสิทธิภาพของเครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์	41
	ตัวอย่างดินตะกอน	41
	ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต	42
	ตัวอย่างน้ำทะเล	42
	Limit of Detection	43
	การวิเคราะห์คุณสมบัติดินตะกอน	44
	การวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน (% Ignition Loss)	44
	การวิเคราะห์หาอนุภาคของดินตะกอน (Grain Size)	44
	การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	44
4	ผลการศึกษา	46
	ระดับการปนเปื้อนของปรอทในสิ่งแวดล้อม	47
	การปนเปื้อนปรอทในน้ำทะเล	47
	การปนเปื้อนปรอทในดินตะกอน	54
	การปนเปื้อนปรอทในหอยแมลงภู่	66
	การปนเปื้อนปรอทในแม่เพรียง	67
	การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Correlation Coefficient)	69
	การวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐาน (Principle Component Analysis-PCA)	77
5	อภิปรายผลการศึกษา	80
	ระดับการปนเปื้อนของปรอทที่ได้จากการศึกษา	80
	ระดับการปนเปื้อนของปรอทในน้ำทะเล	80

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	ระดับการปนเปื้อนของปรอทในดินตะกอน	81
	ระดับการปนเปื้อนของปรอทในสิ่งมีชีวิต	83
	การจัดระดับการปนเปื้อนตามกลุ่มกิจกรรม	84
	ความสัมพันธ์ของระดับการปนเปื้อนของปรอทในน้ำทะเล ดินตะกอน และสิ่งมีชีวิต	85
	ปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับการปนเปื้อนปรอทในน้ำทะเล ดินตะกอน และสิ่งมีชีวิต	85
	สรุปผลการทดลอง	90
	ข้อเสนอแนะ	90
บรรณานุกรม		91
ภาคผนวก		98
	ภาคผนวก ก	99
	ภาคผนวก ข	101
	ภาคผนวก ค	105
ประวัติย่อผู้วิจัย		108

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รูปแบบทางเคมี และความเป็นพิษของสารปรอท.....	8
2	ปริมาณการปนเปื้อนของปรอทในน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทย และบริเวณใกล้เคียง.....	10
3	ปริมาณการปนเปื้อนของปรอทในแหล่งน้ำที่ทำการศึกษาในต่างประเทศ.....	11
4	ปริมาณการปนเปื้อนของปรอทในดินตะกอนบริเวณอ่าวไทย	14
5	ปริมาณการปนเปื้อนของปรอทในดินตะกอนในบริเวณที่ทำการศึกษาในต่างประเทศ.....	15
6	การจำแนกกลุ่มขนาดของดินตะกอน ตามระบบของ สหรัฐอเมริกา (USDA) เปรียบเทียบกับระบบสากล.....	17
7	ปริมาณการปนเปื้อนของปรอทในเนื้อเยื่อสัตว์ทะเล บริเวณอ่าวไทย.....	20
8	ร้อยละความเสี่ยง (Risk Percentage) ต่อการปนเปื้อนของสารปรอทในปลาแต่ละชนิด.....	23
9	กิจกรรมจุดเก็บตัวอย่างตั้งแต่บริเวณ ตำบลนาเกลือ ถึง ตำบลอ่างศิลา.....	28
10	การแบ่งกลุ่มกิจกรรมในจุดเก็บตัวอย่างตั้งแต่บริเวณ ตำบลนาเกลือ ถึง ตำบลอ่างศิลา.....	29
11	พิกัดจุดจากเครื่อง Global Positioning System (GPS).....	30
12	ตัวอย่างที่ทำการเก็บในแต่ละกลุ่มกิจกรรม.....	35
13	ค่าเฉลี่ย(± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)ของปริมาณปรอทในน้ำทะเล ดินตะกอน สิ่งมีชีวิต และคุณสมบัติดินตะกอน.....	46
14	ผลการวิเคราะห์แสดงความแปรปรวนของปริมาณปรอทในน้ำทะเลในกลุ่มกิจกรรมทั้ง 4 กลุ่มกิจกรรม.....	50
15	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนปรอทในน้ำทะเลระหว่างกลุ่มกิจกรรม โดยใช้วิธี Duncan New Multiple Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์.....	51
16	ผลการจัดเรียงข้อมูลค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนปรอทในน้ำทะเล ระหว่างสถานี โดยใช้วิธี Duncan New Multiple Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์.....	52
17	ผลการวิเคราะห์แสดงความแปรปรวนของการปนเปื้อนปรอทในดินตะกอนระหว่างกลุ่มกิจกรรม.....	58

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

18 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนปรอทในดินตะกอนระหว่างกลุ่มกิจกรรม โดยใช้วิธี Duncan New Multiple Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ 59

19 ตารางการจัดเรียงข้อมูลการปนเปื้อนปรอทในดินตะกอนระหว่างสถานี โดยใช้วิธี Duncan New Multiple Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ 60

20 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอทในดินตะกอน น้ำทะเล หอยแมลงภู่ แม่เพรียง % Ignition Loss และ Median Grain Site..... 70

21 แสดงความสัมพันธ์แต่ละองค์ประกอบด้วย Correlation Matrix..... 78

22 ตารางแสดงความแปรปรวนสะสมของแต่ละองค์ประกอบ..... 79

23 เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดินตะกอนในประเทศต่าง ๆ 82

24 ผลการเปรียบเทียบค่าการปนเปื้อนปรอทในน้ำทะเลระหว่างสถานี ภายในกลุ่มกิจกรรมที่ 1 ด้วยวิธี ANOVA..... 101

25 ผลการเปรียบเทียบค่าการปนเปื้อนปรอทในน้ำทะเลระหว่างสถานี ภายในกลุ่มกิจกรรมที่ 2 ด้วยวิธี ANOVA..... 101

26 ผลการเปรียบเทียบค่าการปนเปื้อนปรอทในน้ำทะเลระหว่างสถานี ภายในกลุ่มกรรมที่ 3 ด้วยวิธี ANOVA..... 102

27 ผลการเปรียบเทียบค่าการปนเปื้อนปรอทในดินตะกอนระหว่างสถานี ภายในกลุ่มกรรมที่ 1 ด้วยวิธี ANOVA..... 102

28 ผลการเปรียบเทียบค่าการปนเปื้อนปรอทในดินตะกอนระหว่างสถานี ภายในกลุ่มกิจกรรมที่ 2 ด้วยวิธี ANOVA..... 103

29 ผลการเปรียบเทียบค่าการปนเปื้อนปรอทในดินตะกอนระหว่างสถานี ภายในกลุ่มกิจกรรมที่ 3 ด้วยวิธี ANOVA..... 103

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเปลี่ยนรูปแบบของปรอทในธรรมชาติ	7
2	อิทธิพลของค่าความเป็น กรด- ด่าง ต่อรูปแบบทางเคมีของปรอทในน้ำทะเล	12
3	การสะสมของปรอทในสายใยอาหาร (Marine Food Web)	21
4	ปัจจัยของความเค็มต่อการสะสมตัวของปรอทในหอยกาบ	23
5	แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่าง	31
6	แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างและสัญลักษณ์กิจกรรมในแต่ละพื้นที่	32
7	แผนการศึกษาตัวอย่าง น้ำทะเล ดินตะกอน หอยแมลงภู่ และแม่เพรียง	34
8	ขั้นตอนการวิเคราะห์ปรอทในตัวอย่างน้ำชายฝั่งทะเล	37
9	ขั้นตอนการย่อยตัวอย่างดินตะกอน และการวิเคราะห์สารปรอท	38
10	ขั้นตอนการย่อยตัวอย่างและการวิเคราะห์ปรอทในเนื้อเยื่อ หอยแมลงภู่ และแม่เพรียง	39
11	กราฟมาตรฐานความเข้มข้นของปรอทที่ความเข้มข้น 0.1, 0.5, 1 ไมโครกรัมต่อลิตร	40
12	ค่าเฉลี่ยระดับการปนเปื้อนปรอทในน้ำทะเลของแต่ละกลุ่มกิจกรรม	49
13	ค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนปรอทในน้ำทะเลของสถานีในแต่ละกลุ่มกิจกรรม	50
14	ค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนปรอทในน้ำทะเลของสถานีในแต่ละกลุ่มข้อมูล	53
15	ค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนของปรอทในดินตะกอนในแต่ละกลุ่มกิจกรรม	57
16	ค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนปรอทในดินตะกอนของสถานีในแต่ละกลุ่มกิจกรรม	57
17	ค่าการปนเปื้อนปรอทในดินตะกอนในแต่ละกลุ่มข้อมูล	61
18	ค่า % Ignition Loss ในดินตะกอนของทุกกลุ่มกิจกรรม	64
19	ร้อยละขนาดอนุภาคดินตะกอน (Grain Size) ในทุกสถานี	65
20	ขนาดอนุภาคดินตะกอน (Median Grain Size) ในแต่ละสถานี	65
21	ค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนปรอทในหอยแมลงภู่ ในแต่ละกลุ่มกิจกรรม	67
22	ค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนปรอทในแม่เพรียงในแต่ละกลุ่มกิจกรรม	69
23	ความสัมพันธ์ระหว่าง การปนเปื้อนปรอทในดินตะกอนกับน้ำทะเล	70
24	ความสัมพันธ์ระหว่าง การปนเปื้อนปรอทในดินตะกอนกับ หอยแมลงภู่ บริเวณ ตำบลนาเกลือ ถึง ตำบลอ่างศิลา	71

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

25 ความสัมพันธ์ระหว่าง การปนเปื้อนปรอทในดินตะกอนกับ แม่เพรียง บริเวณ ตำบลนาเกลือ ถึง ตำบลอ่างศิลา..... 72

26 ความสัมพันธ์ระหว่าง การปนเปื้อนปรอทในดินตะกอน กับ % Ignition Loss บริเวณ ตำบลนาเกลือ ถึง ตำบลอ่างศิลา..... 73

27 ความสัมพันธ์ระหว่าง การปนเปื้อนปรอทในดินตะกอน กับ ขนาดอนุภาคดินตะกอน บริเวณ ตำบลนาเกลือ ถึง ตำบลอ่างศิลา..... 74

28 ความสัมพันธ์ระหว่าง การปนเปื้อนปรอทในแม่เพรียง กับ ขนาดอนุภาคดินตะกอน บริเวณ ตำบลนาเกลือ ถึง ตำบลอ่างศิลา..... 74

29 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอทในแม่เพรียง กับ ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน บริเวณ ตำบลนาเกลือ ถึง ตำบลอ่างศิลา..... 75

30 ความสัมพันธ์ระหว่างการปนเปื้อนปรอทในน้ำทะเล กับ ปริมาณสารปรอทในหอยแมลงภู่..... 76

31 ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน กับ ขนาดอนุภาคดินตะกอน บริเวณ ตำบลนาเกลือ ถึง ตำบลอ่างศิลา..... 77

32 Bi- plot ของผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักด้วย Correlation Matrix..... 79

33 เปรียบเทียบระดับการปนเปื้อนปรอทในน้ำทะเลและดินตะกอนในบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา..... 87

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University