



การศึกษาการแพร่กระจายของโลหะหนักที่เป็นพิษ
ในน้ำและดินตะกอนบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด

นางสาว กรกช วิเชษฐพิทยาพงษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2535

ISBN 974-581-131-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

017966 210314222

A STUDY ON DISTRIBUTION OF TOXIC HEAVY METALS
IN WATER AND SEDIMENT AROUND THE MAP TA PHUT INDUSTRIAL ESTATE.

Miss Koragod Vichetpitayapong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Environmental Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-581-131-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาการแพร่กระจายของโลหะหนักที่เป็นพิษในน้ำและดินตะกอน
บริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด
โดย นางสาว กรกช วิเศษฐพิทสาพงษ์
ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ สุรภี โรจน์อารยานนท์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ. ไพบรรณ พรประภา



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

[Handwritten signature]

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

[Handwritten signature] ประธานกรรมการ
(รศ. วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์)

[Handwritten signature] อาจารย์ที่ปรึกษา
(อ. สุรภี โรจน์อารยานนท์)

[Handwritten signature] อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รศ. ไพบรรณ พรประภา)

[Handwritten signature] กรรมการ
(รศ. สุวี ชาวเอียร)

กรรข วิชาวุฒิปริญญาโท : การศึกษาการแพร่กระจายของโลหะหนักที่เป็นพิษในน้ำและดินตะกอนบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาตาฟุต (A STUDY ON DISTRIBUTION OF TOXIC HEAVY METALS IN WATER AND SEDIMENT AROUND THE MAP TA PHUT INDUSTRIAL ESTATE) อ.ที่ปรึกษา : อ.สุรภี โรจน์อารยานนท์
อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.ไพพรรณ พรประภา, 222 หน้า. ISBN 974-581-131-9

จากการศึกษาการแพร่กระจายของโลหะหนักที่เป็นพิษในน้ำและดินตะกอนบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาตาฟุต ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2532 ถึง เดือนกรกฎาคม 2533 พบว่า สารปรอทรวมในน้ำและดินตะกอนบริเวณอ่าวระยองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.28-13.50 ppb และ 0.16-1.65 mg/kg ตามลำดับ ส่วนในแม่น้ำระยองพบว่ามีสารปรอทรวมในน้ำและดินตะกอนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.25-7.41 ppb และ 0.25-3.94 mg/kg ตามลำดับ สำหรับสารปรอทอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอนบริเวณอ่าวระยองมีค่าอยู่ในช่วง <0.05-4.04 ppb และ 0.038-0.089 mg/kg ตามลำดับ และในแม่น้ำระยองพบว่ามีสารปรอทอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอนอยู่ในช่วง <0.05-5.97 ppb และ 0.041-0.081 mg/kg ตามลำดับ

สำหรับสารตะกั่วรวมในน้ำและดินตะกอนบริเวณอ่าวระยองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 19.31-32.70 ppb และ 6.30-7.21 mg/kg ตามลำดับ ส่วนในแม่น้ำระยองพบว่ามีสารตะกั่วรวมในน้ำและดินตะกอนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 9.60-19.20 ppb และ 6.73-13.38 mg/kg ตามลำดับ สำหรับสารแคดเมียมรวมในน้ำและดินตะกอนบริเวณอ่าวระยองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.80-6.44 ppb และ 0.38-0.67 mg/kg ตามลำดับ ส่วนในแม่น้ำระยองพบว่ามีสารแคดเมียมรวมในน้ำและดินตะกอนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง <0.20-8.15 ppb และ 0.16-0.30 mg/kg ตามลำดับ

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า สารปรอทมีแนวโน้มที่จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่ทำการศึกษามากกว่าสารตะกั่วและแคดเมียม จึงได้เสนอแนะมาตรการในการจัดการเพื่อลดผลกระทบดังกล่าวไว้แล้ว ณ ที่นี้



ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2534

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

KORAGOD VICHETPITAYAPONG : A STUDY ON DISTRIBUTION OF TOXIC HEAVY METALS IN WATER AND SEDIMENT AROUND THE MAP TA PHUT INDUSTRIAL ESTATE. THESIS ADVISOR : SURAPEE ROJARAYANONT THESIS CO-ADVISOR : ASSO. PROF. PAIPAN PHORNPRAPHA, 222 PP. ISBN 974-581-131-9

The distribution of toxic heavy metals in water and sediment around the Map Ta Phut Industrial Estate was investigated from February, 1989 to July, 1990. It was indicated that the average values of total Hg in water and sediment around the Rayong Bay were in the range of 0.28-13.50 ppb. and 0.16-1.65 mg/kg., respectively. While those found in the Rayong River were in the range of 0.25-7.41 ppb. and 0.25-3.94 mg/kg., respectively. Organic Hg in water and sediment around the Rayong Bay were in the range of <0.05-4.04 ppb. and 0.038-0.089 mg/kg., respectively. While those found in the Rayong River were in the range of <0.05-5.97 ppb. and 0.041-0.081 mg/kg., respectively.

The average values of total Pb in water and sediment around the Rayong Bay were in the range of 19.31-32.70 ppb. and 6.30-7.21 mg/kg., respectively. While those found in the Rayong River were in the range of 9.60-19.20 ppb. and 6.73-13.38 mg/kg., respectively. The average values of total Cd in water and sediment around the Rayong Bay were in the range of 1.80-6.44 ppb. and 0.38-0.67 mg/kg., respectively. But those found in the Rayong River were in the range of <0.20-8.15 ppb. and 0.16-0.30 mg/kg., respectively.

It is also revealed that Hg has more environmental impact than Pb and Cd in the studied area. Thus, the environmental management to reduce this impact was proposed.

ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
สาขาวิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2534

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์
สุรภี วรรณอารานนท์ (อาจารย์ที่ปรึกษา) และ อาจารย์ ไพพรรณ พรประภา (อาจารย์ที่
ปรึกษาร่วม) ซึ่งท่านทั้งสองได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆของการวิจัยมาด้วยดีตลอด
จึงขอขอบพระคุณอาจารย์ทั้งสองมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณผู้ร่วมงานทุกท่านและคุณทิพย์วรรณ แซ่มา (นักวิทยาศาสตร์ประจำห้อง
ปฏิบัติการสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) ที่ได้ช่วยเหลืองานวิจัยนี้ให้
สำเร็จลงได้ด้วยดี

และท้ายที่สุดนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้าน
การเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา





สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ท
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. โลหะหนัก.....	9
3. ทฤษฎีของ Atomic Absorption Spectrophotometry และ Gas Chromatography.....	31
4. วิธีการวิจัย.....	38
5. ผลการวิจัย.....	55
6. วิจารณ์ผลการวิจัย.....	149
7. การจัดการแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม อันเนื่องมาจากโลหะหนัก บริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....	179
เอกสารอ้างอิง.....	188
ภาคผนวก.....	192
ประวัติผู้วิจัย.....	222

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1	แสดงการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกั่ว,ปรอทและแคดเมียมในน้ำและดินตะกอนในอ่าวไทยตอนบน(ในช่วงปี 2517-2519).....	4
ตารางที่ 1.2	แสดงปริมาณปรอท, ตะกั่วและแคดเมียมที่ตรวจพบในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำทั้ง 4 ของอ่าวไทยตอนบน.....	6
ตารางที่ 2.1	แสดงการเปรียบเทียบระดับตะกั่วในดินของเมืองใหญ่กับดินตามชนบทที่ห่างไกลจากความเจริญ.....	21
ตารางที่ 2.2	แสดงค่ามาตรฐานสำหรับปริมาณสารปรอท ตะกั่ว และแคดเมียมที่ขอมให้มิได้ในน้ำดื่มและน้ำทิ้ง.....	26
ตารางที่ 2.3	แสดงค่ามาตรฐานสำหรับปริมาณสารปรอท ตะกั่ว และแคดเมียมในน้ำทะเล.....	27
ตารางที่ 2.4	แสดงค่ามาตรฐานสำหรับปริมาณสารปรอท ตะกั่วและแคดเมียมในแหล่งน้ำจืดในประเทศไทย โดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ..	27
ตารางที่ 2.5	แสดงค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล โดยคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ	29
ตารางที่ 2.6	แสดงค่ามาตรฐานปรอทในน้ำดื่มและน้ำทิ้งของประเทศต่างๆ.....	30
ตารางที่ 4.1	แสดงสถานีเก็บตัวอย่าง, ตัวอย่างที่เก็บและรหัสของตัวอย่าง.....	38
ตารางที่ 5.1	แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารปรอทรวมในตัวอย่างน้ำบริเวณอ่าวระยอง.....	65
ตารางที่ 5.2	แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารปรอทรวมในตัวอย่างน้ำบริเวณแม่น้ำระยอง.....	65
ตารางที่ 5.3	แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารปรอทละลายในตัวอย่างน้ำบริเวณอ่าวระยอง.....	66
ตารางที่ 5.4	แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารปรอทละลายในตัวอย่างน้ำบริเวณแม่น้ำระยอง.....	66
ตารางที่ 5.5	แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารปรอทเมธิลคลอไรด์ในตัวอย่างน้ำบริเวณอ่าวระยอง.....	67

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 5.6	แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารปรอทเมธิลคลอไรด์ในตัวอย่างน้ำ บริเวณแม่น้ำระยอง.....	67
ตารางที่ 5.7	แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารปรอทเอธิลคลอไรด์ในตัวอย่างน้ำ บริเวณอำวระยอง.....	68
ตารางที่ 5.8	แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารปรอทเอธิลคลอไรด์ในตัวอย่างน้ำ บริเวณแม่น้ำระยอง.....	68
ตารางที่ 5.9	แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารปรอทรวมในตัวอย่างดินตะกอน บริเวณอำวระยอง.....	69
ตารางที่ 5.10	แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารปรอทรวมในตัวอย่างดินตะกอน บริเวณแม่น้ำระยอง.....	69
ตารางที่ 5.11	แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารปรอทเมธิลคลอไรด์ในตัวอย่างดิน ตะกอนบริเวณอำวระยอง.....	70
ตารางที่ 5.12	แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารปรอทเมธิลคลอไรด์ในตัวอย่างดิน ตะกอนบริเวณแม่น้ำระยอง.....	70
ตารางที่ 5.13	แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารปรอทเอธิลคลอไรด์ในตัวอย่างดิน ตะกอนบริเวณอำวระยอง.....	71
ตารางที่ 5.14	แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารปรอทเอธิลคลอไรด์ในตัวอย่างดิน ตะกอนบริเวณแม่น้ำระยอง.....	71
ตารางที่ 5.15	แสดงปริมาณสารปรอทในรูปแบบต่างๆในตัวอย่างน้ำในคลองต่างๆและ อ่างเก็บน้ำคอกกทราย.....	76
ตารางที่ 5.16	แสดงปริมาณสารปรอทรวมและสารปรอทอินทรีย์ในตัวอย่างดินตะกอน ในคลองต่างๆและอ่างเก็บน้ำคอกกทราย.....	78
ตารางที่ 5.17	แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารตะกั่วรวมในตัวอย่างน้ำบริเวณ อำวระยอง.....	87
ตารางที่ 5.18	แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารตะกั่วรวมในตัวอย่างน้ำบริเวณ แม่น้ำระยอง.....	87

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 5.19 แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารตะกั่วละลายในตัวอย่างน้ำบริเวณ อำวระของ.....	88
ตารางที่ 5.20 แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารตะกั่วละลายในตัวอย่างน้ำบริเวณ แม่น้ำระของ.....	88
ตารางที่ 5.21 แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารตะกั่วรวมในตัวอย่างดินตะกอน บริเวณอำวระของ.....	89
ตารางที่ 5.22 แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารตะกั่วรวมในตัวอย่างดินตะกอน บริเวณแม่น้ำระของ.....	89
ตารางที่ 5.23 แสดงปริมาณสารตะกั่วรวมและสารตะกั่วละลายในตัวอย่างน้ำ ในคลองต่างๆและอ่างเก็บน้ำดอกกราย.....	93
ตารางที่ 5.24 แสดงปริมาณสารตะกั่วรวมในตัวอย่างดินตะกอนในคลองต่างๆและ อ่างเก็บน้ำดอกกราย.....	94
ตารางที่ 5.25 แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารแคดเมียมรวมในตัวอย่างน้ำ บริเวณอำวระของ.....	103
ตารางที่ 5.26 แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารแคดเมียมรวมในตัวอย่างน้ำ บริเวณแม่น้ำระของ.....	103
ตารางที่ 5.27 แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารแคดเมียมละลายในตัวอย่างน้ำ บริเวณอำวระของ.....	104
ตารางที่ 5.28 แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารแคดเมียมละลายในตัวอย่างน้ำ บริเวณแม่น้ำระของ.....	104
ตารางที่ 5.29 แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารแคดเมียมรวมในตัวอย่าง ดินตะกอนบริเวณอำวระของ.....	105
ตารางที่ 5.30 แสดงปริมาณและค่าทางสถิติของสารแคดเมียมรวมในตัวอย่าง ดินตะกอนบริเวณแม่น้ำระของ.....	105
ตารางที่ 5.31 แสดงปริมาณสารแคดเมียมรวมและสารแคดเมียมละลายใน ตัวอย่างน้ำในคลองต่างๆและอ่างเก็บน้ำดอกกราย.....	109

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 5.32	แสดงปริมาณสารแคดเมียมรวมในตัวอย่างดินตะกอนในคลองต่างๆ และอ่างเก็บน้ำคอกกราช.....	111
ตารางที่ 5.33	แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมใน ตัวอย่างน้ำบริเวณอ่าวระยองในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษาและค่าทาง สถิติของปี 2532 และปี 2533.....	112
ตารางที่ 5.34	แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมใน ตัวอย่างน้ำบริเวณแม่น้ำระยองในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษาและค่าทาง สถิติของปี 2532 และปี 2533.....	112
ตารางที่ 5.35	แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทละลาย, ตะกั่วละลายและแคดเมียม ละลายในตัวอย่างน้ำบริเวณอ่าวระยองในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษา และค่าทางสถิติของปี 2532 และปี 2533.....	113
ตารางที่ 5.36	แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทละลาย, ตะกั่วละลายและแคดเมียม ละลายในตัวอย่างน้ำบริเวณแม่น้ำระยองในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษา และค่าทางสถิติของปี 2532 และปี 2533.....	113
ตารางที่ 5.37	แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมใน ตัวอย่างดินตะกอนบริเวณอ่าวระยองในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษา และค่าทางสถิติของปี 2532 และปี 2533.....	114
ตารางที่ 5.38	แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมใน ตัวอย่างดินตะกอนบริเวณแม่น้ำระยองในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษา และค่าทางสถิติของปี 2532 และปี 2533.....	114
ตารางที่ 5.39	แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมใน ตัวอย่างน้ำของสถานี R1, R2, R3, R4.....	123
ตารางที่ 5.40	แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมใน ตัวอย่างน้ำของสถานี R5, R6, R7, R8.....	124
ตารางที่ 5.41	แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมใน ตัวอย่างน้ำของสถานี R9, R10, R12, R13.....	125

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 5.42 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมใน ตัวอย่างน้ำของสถานี R11.....	126
ตารางที่ 5.43 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมใน ตัวอย่างน้ำของสถานี M1, M2, M3, M4.....	127
ตารางที่ 5.44 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมใน ตัวอย่างดินตะกอนของสถานี R1, R2, R3, R4.....	128
ตารางที่ 5.45 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมใน ตัวอย่างดินตะกอนของสถานี R5, R6, R7, R8.....	129
ตารางที่ 5.46 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมใน ตัวอย่างดินตะกอนของสถานี R9, R10, R12, R13.....	130
ตารางที่ 5.47 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมใน ตัวอย่างดินตะกอนของสถานี R11.....	131
ตารางที่ 5.48 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมใน ตัวอย่างดินตะกอนของสถานี M1, M2, M3, M4.....	132
ตารางที่ 5.49 แสดงอัตราการไหลของน้ำในคลองระบายน้ำก่อนเข้านิคมอุตสาหกรรม (I) และคลองระบายน้ำที่ระบายน้ำออกจากนิคมอุตสาหกรรมออกสู่ทะเล (O) ในเดือนกรกฎาคม 2533.....	145
ตารางที่ 5.50 แสดงปริมาณปรอท, ตะกั่วและแคดเมียมในตัวอย่างน้ำที่เก็บจากคลอง ระบายน้ำในนิคมอุตสาหกรรมในเดือนกรกฎาคม 2533.....	145
ตารางที่ 5.51 แสดงปริมาณปรอท, ตะกั่วและแคดเมียมในตัวอย่างดินตะกอนที่เก็บจาก คลองระบายน้ำในนิคมอุตสาหกรรมในเดือนกรกฎาคม 2533.....	146
ตารางที่ 6.1 แสดงผลิตภัณฑ์และสารเคมีที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตของแต่ละ โรงงานในนิคมอุตสาหกรรมมาตาพุด.....	161
ตารางที่ 6.2 แสดงปริมาณตะกั่ว, แคดเมียมและปรอทในน้ำและดินตะกอนบริเวณ อ่าวไทย (ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์ 2517)	168

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 6.3 แสดงการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณตะกั่ว,ปรอทและแคดเมียม
ในน้ำและดินตะกอนในอ่าวไทยตอนบน (ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์ 2520).. 168

ตารางที่ 6.4 แสดงการศึกษาการแพร่กระจายของปรอทในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง
บริเวณเขตอุตสาหกรรมพระประแดง(โตมร มีเลข 2528)..... 169

ตารางที่ 6.5 แสดงการศึกษาการแพร่กระจายของปรอทในดินตะกอนจากแม่น้ำ
เจ้าพระยาตอนล่างบริเวณเขตอุตสาหกรรมพระประแดง
(โตมร มีเลข 2528)..... 170

ตารางที่ 6.6 แสดงปริมาณปรอท,ตะกั่วและแคดเมียมที่ตรวจพบในดินตะกอนบริเวณ
ปากแม่น้ำทั้ง 4 ของอ่าวไทยตอนบน (V.CHEEVAPARANAPIVAT
1979)..... 170

ตารางที่ 6.7 แสดงปริมาณแคดเมียม, ปรอทและตะกั่วในน้ำทะเลและดินตะกอน
บริเวณอ่าวไทยในปี พ.ศ 2516-2520 (อ่าวไพ อภิภิเกษม 2521)... 171

ตารางที่ 6.8 แสดงปริมาณตะกั่วในอ่าวระยองในรอบปี 2530 (พีชรา เพ็ชรพิรุณ
2530)..... 172

ตารางที่ 6.9 แสดงปริมาณปรอท, ตะกั่วและแคดเมียมในน้ำทะเลและดินตะกอนโลก
เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของน้ำทะเลของประเทศฮาวาย..... 172

ตารางที่ 6.10 แสดงข้อมูลของอุตสาหกรรมขนาดเล็กในจังหวัดระยอง
(ข้อมูลจากกรมโรงงาน พ.ศ 2525-2526)..... 173

ตารางที่ 7.1 แสดงหน่วยงานที่รับผิดชอบในการป้องกันปัญหามลพิษ 185

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1	แสดงความสัมพันธ์ของสารประกอบอินทรีย์และสารประกอบอนินทรีย์ ของสารปรอท.....	12
รูปที่ 2.2	แสดงแหล่งกำเนิดของสารปรอทในสิ่งแวดล้อม.....	12
รูปที่ 2.3	แสดงปริมาณปรอทที่มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง (linear relationship) กับจำนวนเปอร์เซ็นต์ของส่วนดินตะกอนที่มีขนาด น้อยกว่า 16 ไมโครเมตร.....	15
รูปที่ 2.4	แสดงวัฏจักรของสารตะกั่วและเส้นทางที่ทำอันตรายต่อมนุษย์.....	20
รูปที่ 2.5	แสดงวัฏจักรของสารตะกั่วในระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำจืดและน้ำทะเล....	20
รูปที่ 2.6	แสดงอัตราการเพิ่มของสารตะกั่วแปรผันตรงกับปริมาณการใช้ น้ำมัน เบนซิน.....	23
รูปที่ 2.7	แสดงการขัดขวางการสร้าง Hemoglobin ของเม็ดเลือดแดง โดยสารตะกั่ว.....	23
รูปที่ 3.1	แสดงส่วนประกอบหลักของเครื่อง Flameless Atomic Absorption Spectrophotometer.....	32
รูปที่ 3.2	แสดงส่วนประกอบหลักของเครื่อง Flame Atomic Absorption Spectrophotometer.....	34
รูปที่ 3.3	แสดงส่วนประกอบหลักของเครื่อง Gas Chromatography.....	37
รูปที่ 4.1	แสดงสถานีเก็บตัวอย่างบริเวณอ่าวระยอง.....	40
รูปที่ 4.2	แสดงสถานีเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำระยอง.....	41
รูปที่ 4.3	แสดงสถานีเก็บตัวอย่างบริเวณอ่างเก็บน้ำคอกกราย.....	42
รูปที่ 4.4	แสดงสถานีเก็บตัวอย่างบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด.....	43
รูปที่ 4.5	แสดงการเตรียมและการวิเคราะห์ปริมาณปรอทรวมและปรอทละลาย ในตัวอย่างน้ำ.....	48
รูปที่ 4.6	แสดงการเตรียมและการวิเคราะห์สารปรอทอินทรีย์ในตัวอย่างน้ำ.....	49
รูปที่ 4.7	แสดงการเตรียมและการวิเคราะห์ปริมาณปรอทรวมในตัวอย่างดินตะกอน..	50
รูปที่ 4.8	แสดงการเตรียมและการวิเคราะห์สารปรอทอินทรีย์ในตัวอย่างดินตะกอน..	51

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 4.9	แสดงการเตรียมและการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและแคดเมียม ในตัวอย่างน้ำ.....	52
รูปที่ 4.10	แสดงการสกัดตัวอย่างเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารที่จะวิเคราะห์ ตะกั่วและแคดเมียม โดยการใช้ APDC และ MIBK.....	53
รูปที่ 4.11	แสดงการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วและแคดเมียมรวมในตัวอย่างดินตะกอน..	54
รูปที่ 5.1	กราฟแสดงปริมาณปรอทรวมในตัวอย่างน้ำที่สถานีต่างๆในเดือนกุมภาพันธ์ 2532.....	56
รูปที่ 5.2	กราฟแสดงปริมาณปรอทรวมในตัวอย่างน้ำที่สถานีต่างๆในเดือนพฤษภาคม 2532.....	56
รูปที่ 5.3	กราฟแสดงปริมาณปรอทรวมในตัวอย่างน้ำที่สถานีต่างๆในเดือนสิงหาคม 2532.....	57
รูปที่ 5.4	กราฟแสดงปริมาณปรอทรวมในตัวอย่างน้ำที่สถานีต่างๆในเดือนธันวาคม 2532.....	57
รูปที่ 5.5	กราฟแสดงปริมาณปรอทรวมในตัวอย่างน้ำที่สถานีต่างๆในเดือนมีนาคม 2533.....	58
รูปที่ 5.6	กราฟแสดงปริมาณปรอทรวมในตัวอย่างน้ำที่สถานีต่างๆในเดือนกรกฎาคม 2533.....	58
รูปที่ 5.7	กราฟแสดงปริมาณปรอทรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆในเดือน กุมภาพันธ์ 2532.....	59
รูปที่ 5.8	กราฟแสดงปริมาณปรอทรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆในเดือน พฤษภาคม 2532.....	59
รูปที่ 5.9	กราฟแสดงปริมาณปรอทรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆในเดือน สิงหาคม 2532.....	60
รูปที่ 5.10	กราฟแสดงปริมาณปรอทรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆในเดือน ธันวาคม 2532.....	60

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 5.11	กราฟแสดงปริมาณปรอทรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆในเดือน มีนาคม 2533.....	61
รูปที่ 5.12	กราฟแสดงปริมาณปรอทรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆในเดือน กรกฎาคม 2533.....	61
รูปที่ 5.13	กราฟแสดงปริมาณปรอทรวมและปรอทละลายเฉลี่ยในเดือนกุมภาพันธ์ 2532 ถึงเดือนกรกฎาคม 2533 ในอ่าวระยอง.....	72
รูปที่ 5.14	กราฟแสดงปริมาณปรอทรวมและปรอทละลายเฉลี่ยในเดือนกุมภาพันธ์ 2532 ถึงเดือนกรกฎาคม 2533 ในแม่น้ำระยอง.....	72
รูปที่ 5.15	กราฟแสดงปริมาณปรอทรวมในตัวอย่างดินตะกอนเฉลี่ยในอ่าวระยองและ แม่น้ำระยองในเดือนกุมภาพันธ์ 2532 ถึงเดือนกรกฎาคม 2533.....	73
รูปที่ 5.16	กราฟแสดงปริมาณปรอทอินทรีย์ในตัวอย่างดินตะกอนในอ่าวระยองเฉลี่ย ในเดือนกุมภาพันธ์ 2532 ถึงเดือนกรกฎาคม 2533.....	74
รูปที่ 5.17	กราฟแสดงปริมาณปรอทอินทรีย์ในตัวอย่างดินตะกอนในแม่น้ำระยองเฉลี่ย ในเดือนกุมภาพันธ์ 2532 ถึงเดือนกรกฎาคม 2533.....	74
รูปที่ 5.18	กราฟแสดงปริมาณตะกั่วรวมในตัวอย่างไม่ที่สถานีต่างๆในเดือนกุมภาพันธ์ 2532.....	80
รูปที่ 5.19	กราฟแสดงปริมาณตะกั่วรวมในตัวอย่างไม่ที่สถานีต่างๆในเดือนพฤษภาคม 2532.....	80
รูปที่ 5.20	กราฟแสดงปริมาณตะกั่วรวมในตัวอย่างไม่ที่สถานีต่างๆในเดือนสิงหาคม 2532.....	81
รูปที่ 5.21	กราฟแสดงปริมาณตะกั่วรวมในตัวอย่างไม่ที่สถานีต่างๆในเดือนธันวาคม 2532.....	81
รูปที่ 5.22	กราฟแสดงปริมาณตะกั่วรวมในตัวอย่างไม่ที่สถานีต่างๆในเดือนมีนาคม 2533.....	82
รูปที่ 5.23	กราฟแสดงปริมาณตะกั่วรวมในตัวอย่างไม่ที่สถานีต่างๆในเดือนกรกฎาคม 2533.....	82

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 5.24	กราฟแสดงปริมาณตะกั่วรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆในเดือน กุมภาพันธ์ 2532.....	83
รูปที่ 5.25	กราฟแสดงปริมาณตะกั่วรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆในเดือน พฤษภาคม 2532.....	83
รูปที่ 5.26	กราฟแสดงปริมาณตะกั่วรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆในเดือน สิงหาคม 2532.....	84
รูปที่ 5.27	กราฟแสดงปริมาณตะกั่วรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆในเดือน ธันวาคม 2532.....	84
รูปที่ 5.28	กราฟแสดงปริมาณตะกั่วรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆในเดือน มีนาคม 2533.....	85
รูปที่ 5.29	กราฟแสดงปริมาณตะกั่วรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆในเดือน กรกฎาคม 2533.....	85
รูปที่ 5.30	กราฟแสดงปริมาณตะกั่วรวมและตะกั่วละลายเฉลี่ยในเดือนกุมภาพันธ์ 2532 ถึงเดือนกรกฎาคม 2533 ในอ่าวระยอง.....	90
รูปที่ 5.31	กราฟแสดงปริมาณตะกั่วรวมและตะกั่วละลายเฉลี่ยในเดือนกุมภาพันธ์ 2532 ถึงเดือนกรกฎาคม 2533 ในแม่น้ำระยอง.....	90
รูปที่ 5.32	กราฟแสดงปริมาณตะกั่วรวมในตัวอย่างดินตะกอนเฉลี่ยในอ่าวระยองและ แม่น้ำระยองในเดือนกุมภาพันธ์ 2532 ถึงเดือนกรกฎาคม 2533.....	91
รูปที่ 5.33	กราฟแสดงปริมาณแคดเมียมรวมในตัวอย่างน้ำที่สถานีต่างๆในเดือน กุมภาพันธ์ 2532.....	96
รูปที่ 5.34	กราฟแสดงปริมาณแคดเมียมรวมในตัวอย่างน้ำที่สถานีต่างๆในเดือน พฤษภาคม 2532.....	96
รูปที่ 5.35	กราฟแสดงปริมาณแคดเมียมรวมในตัวอย่างน้ำที่สถานีต่างๆในเดือน สิงหาคม 2532.....	97
รูปที่ 5.36	กราฟแสดงปริมาณแคดเมียมรวมในตัวอย่างน้ำที่สถานีต่างๆในเดือน ธันวาคม 2532.....	97

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 5.37	กราฟแสดงปริมาณแคลเซียมรวมในตัวอย่างน้ำที่สถานีต่างๆในเดือน มีนาคม 2533.....	98
รูปที่ 5.38	กราฟแสดงปริมาณแคลเซียมรวมในตัวอย่างน้ำที่สถานีต่างๆในเดือน กรกฎาคม 2533.....	98
รูปที่ 5.39	กราฟแสดงปริมาณแคลเซียมรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆ ในเดือนกุมภาพันธ์ 2532.....	99
รูปที่ 5.40	กราฟแสดงปริมาณแคลเซียมรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆ ในเดือนพฤษภาคม 2532.....	99
รูปที่ 5.41	กราฟแสดงปริมาณแคลเซียมรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆ ในเดือนสิงหาคม 2532.....	100
รูปที่ 5.42	กราฟแสดงปริมาณแคลเซียมรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆ ในเดือนธันวาคม 2532.....	100
รูปที่ 5.43	กราฟแสดงปริมาณแคลเซียมรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆ ในเดือนมีนาคม 2533.....	101
รูปที่ 5.44	กราฟแสดงปริมาณแคลเซียมรวมในตัวอย่างดินตะกอนที่สถานีต่างๆ ในเดือนกรกฎาคม 2533.....	101
รูปที่ 5.45	กราฟแสดงปริมาณแคลเซียมรวมและแคลเซียมละลายเฉลี่ยในเดือน กุมภาพันธ์ 2532 ถึงเดือนกรกฎาคม 2533 ในอ่าวระยอง.....	106
รูปที่ 5.46	กราฟแสดงปริมาณแคลเซียมรวมและแคลเซียมละลายเฉลี่ยในเดือน กุมภาพันธ์ 2532 ถึงเดือนกรกฎาคม 2533 ในแม่น้ำระยอง.....	106
รูปที่ 5.47	กราฟแสดงปริมาณแคลเซียมรวมในตัวอย่างดินตะกอนเฉลี่ยในอ่าวระยอง และแม่น้ำระยองในเดือนกุมภาพันธ์ 2532 ถึงเดือนกรกฎาคม 2533.....	107
รูปที่ 5.48	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคลเซียมรวมในตัวอย่างน้ำบริเวณอ่าวระยอง.....	118
รูปที่ 5.49	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทละลาย, ตะกั่วละลายและแคลเซียมละลายในตัวอย่างน้ำบริเวณอ่าวระยอง.....	118

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 5.50	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวม และแคดเมียมรวมในตัวอย่างน้ำบริเวณแม่น้ำระยอง.....	119
รูปที่ 5.51	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทละลาย, ตะกั่วละลายและแคดเมียมละลายในตัวอย่างน้ำบริเวณแม่น้ำระยอง.....	119
รูปที่ 5.52	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมในตัวอย่างดินตะกอนบริเวณอ่าวระยอง.....	120
รูปที่ 5.53	กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมในตัวอย่างดินตะกอนบริเวณแม่น้ำระยอง.....	120
รูปที่ 5.54	แสดงปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมในตัวอย่างน้ำของสถานี R1, R2, R3, R4	133
รูปที่ 5.55	แสดงปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมในตัวอย่างน้ำของสถานี R5, R6, R7, R8.....	134
รูปที่ 5.56	แสดงปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมในตัวอย่างน้ำของสถานี R9, R10, R12, R13.....	135
รูปที่ 5.57	แสดงปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมในตัวอย่างน้ำของสถานี R11.....	136
รูปที่ 5.58	แสดงปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมในตัวอย่างน้ำของสถานี M1, M2, M3, M4.....	137
รูปที่ 5.59	แสดงปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมในตัวอย่างดินตะกอนของสถานี R1, R2, R3, R4.....	138
รูปที่ 5.60	แสดงปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมในตัวอย่างดินตะกอนของสถานี R5, R6, R7, R8.....	139
รูปที่ 5.61	แสดงปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมในตัวอย่างดินตะกอนของสถานี R9, R10, R12, R13.....	140
รูปที่ 5.62	แสดงปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมในตัวอย่างดินตะกอนของสถานี R11.....	141

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 5.63 แสดงปริมาณปรอทรวม, ตะกั่วรวมและแคดเมียมรวมในตัวอย่างคิน	
ตะกอนของสถานี M1, M2, M3, M4.....	142