

การกระจายของโลหะปริมาณน้อยในอ่าวไทยและฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมมาเลเซีย

นายสรารุช รัตนจงเกียรติ



สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

IBN 974-639-751-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**DISTRIBUTION OF TRACE METALS IN THE GULF OF THAILAND  
AND EAST COAST OF MALAY PENINSULA**

**Mr. Saravuth Rattanachongkiat**

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Marine Science**

**Department of Marine Science**

**Graduate School**

**Chulalongkorn University**

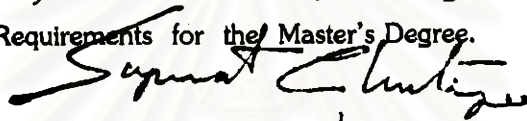
**Academic Year 1998**

**ISBN 974-639-751-6**

Thesis Title      Distribution of Trace Metals in the Gulf of Thailand and East Coast of  
                         Malay Peninsula  
By                     Mr. Saravuth Rattanachongkiat  
Department        Marine Science  
Thesis Advisor     Assistant Professor Wilaiwan Utoomprurkporn, Ph.D.

---

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial  
Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree.

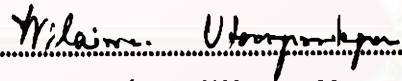


..... Dean of Graduate School  
(Professor Supawat Chutivongse, M.D.)

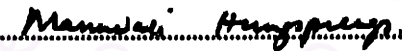
Thesis Committee



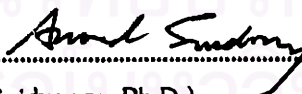
..... Chairman  
(Assistant Professor Suraphol Sudara, Ph.D.)



..... Thesis Advisor  
(Assistant Professor Wilaiwan Utoomprurkporn, Ph.D.)



..... Member  
(Professor Manuwadi Hungspreugs, Ph.D.)



..... Member  
(Anond Snidvongs, Ph.D.)



..... Member  
(Yuttana Theparoonrat, Ph.D.)

สรุจ รัตนงเกียรติ : การกระจายของโลหะปริมาณน้อยในอ่าวไทยและฝั่ง  
ตะวันออกของคาบสมุทรมาเลเซีย (DISTRIBUTION OF TRACE METALS IN  
THE GULF OF THAILAND AND EAST COAST OF MALAY PENINSULA)  
อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. วิไลวรรณ อุทุมพุกษ์พร, 92 หน้า  
ISBN 974-639-751-6

ได้เก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนในอ่าวไทยและทะเลฝั่งตะวันออกของคาบสมุทรมาเลเซียใน  
ฤดูแล้ง เดือนเมษายน ถึง เดือนพฤษภาคม 2539 จำนวน 81 สถานี ตั้งแต่บริเวณใกล้อ่าวไทย  
ตอนบนลงไปทางใต้จนสุดปลายคาบสมุทรมาเลเซีย เพื่อศึกษาการกระจายของโลหะปริมาณน้อย  
แคดเมียม ทองแดง เหล็ก นิกเกิล และตะกั่ว ตัวอย่างน้ำได้ทำการวิเคราะห์โดยการตกตะกอนร่วม  
กับ cobalt-APDC ส่วนตัวอย่างตะกอนแขวนลอยและตะกอนที่พื้นถูกย่อยด้วยกรดไฮโดรฟลูออริก  
และกรดกัททอง (aqua regia) ตัวอย่างที่ผ่านการเตรียมจะถูกวิเคราะห์หาความเข้มข้นของโลหะ  
โดยใช้ graphite furnace atomic absorption spectrophotometer

จากการศึกษาพบว่าแคดเมียม ทองแดง นิกเกิล และตะกั่ว อยู่ในสถานะที่ละลายน้ำมาก  
กว่าสถานะสารแขวนลอย แต่เหล็กพบอยู่ในสถานะสารแขวนลอยมากกว่า ความเข้มข้นของ  
แคดเมียม ทองแดง เหล็ก นิกเกิล และตะกั่ว ที่ละลายน้ำมีค่า 0.025-0.134, 1.03-8.87,  
4.38-59.80, 1.66-8.71 และ 0.06-0.93 nM ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของ แคดเมียม  
ทองแดง เหล็ก นิกเกิล และตะกั่ว ในสถานะสารแขวนลอยมีค่า 0.001-0.090, 0.27-5.65,  
21.30-629.26, 0.16-1.96 และ 0.02-0.65 nM ตามลำดับ และความเข้มข้นของแคดเมียม  
ทองแดง เหล็ก นิกเกิล ตะกั่ว ในตะกอนที่พื้นมีค่า 0.01-0.94 µg/g, 10.30-61.00 µg/g,  
6.30-23.80 mg/g, 15.23-52.61 µg/g และ 5.24-91.00 µg/g ตามลำดับ ความเข้มข้นที่  
พบนี้อยู่ในช่วงความเข้มข้นที่พบตามแหล่งน้ำชายฝั่งทั่วไป

รูปแบบการกระจายของโลหะที่ศึกษาพบว่า แคดเมียมมีการกระจายคล้ายกับธาตุอาหาร  
เหล็กจะพบความเข้มข้นสูงในน้ำชั้นล่าง ส่วนทองแดง นิกเกิล และตะกั่ว ไม่พบรูปแบบการกระจาย  
ที่เด่นชัด

นอกจากแม่น้ำสายหลักคือ บางปะกง เจ้าพระยา แมกลอง ท่าจีน ตาปี ที่ไหลลงอ่าวไทย  
แล้ว ยังพบว่ายังมีน้ำจากแม่น้ำโขงและน้ำบางส่วนจากทะเลจีนใต้ไหลสู่อ่าวไทยด้วย ปริมาณของ  
แคดเมียม ทองแดง เหล็ก นิกเกิล และตะกั่วจากแหล่งทั้งหมดที่ไหลลงอ่าวไทยประมาณ 35,  
2,735, 985,843, 2,830 และ 1,574 ตัน/ปี ตามลำดับ การคำนวณงบดุลของโลหะในอ่าวไทย  
พบว่ายังมีแหล่งของโลหะที่ไม่ทราบอีกจำนวนหนึ่งโดยเฉพาะเหล็กและตะกั่วที่จะสมดุลกับการตก  
ตะกอนของโลหะปริมาณน้อยทั้ง 5 ชนิดในอ่าวไทยประมาณ 7.2, 1,697, 1,226,198, 1,553  
และ 2,410 ตันต่อปีตามลำดับ และจากการคำนวณพบว่า residence time ของแคดเมียม ทองแดง  
เหล็ก นิกเกิล และตะกั่ว ในอ่าวไทยมีค่า 1.23, 0.76, 0.14, 0.73 และ 0.52 ปีตามลำดับ

ภาควิชา ..... วิทยาศาสตร์ทางทะเล .....  
สาขาวิชา ..... วิทยาศาสตร์ทางทะเล .....  
ปีการศึกษา .....

ลายมือชื่อผู้จัดทำ ..... วิไลวรรณ อุทุมพุกษ์พร .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... 375 277 .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

\*\* C826025 : MAJOR MARINE SCIENCE

KEY WORD: TRACE METAL / DISTRIBUTION / GULF OF THAILAND / EAST COAST OF MALAY PENINSULA

SARAVUTH RATTANACHONGKIAT : DISTRIBUTION OF TRACE METALS IN THE GULF OF THAILAND AND EAST COAST OF MALAY PENINSULA. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. WILAIWAN UTOOMPRURKPORN, Ph.D., 92 PP. ISBN 974-639-751-6.

The water samples and sediment samples were taken from 81 stations in the Gulf of Thailand and East Coast of Malay Peninsula during April-May 1996. The water samples were analyzed using the cobalt-APDC coprecipitation technique. Sediment samples and suspended particulate samples were digested with hydrofluoric acid (HF) and aqua regia. The concentrations of cadmium, copper, iron, nickel and lead in the samples were measured using a Graphite Furnace atomic absorption spectrophotometer.

Trace metals of interest: cadmium, copper, iron, nickel and lead in the Gulf of Thailand and East Coast of Malay Peninsula were mostly present in dissolved form except for iron. The concentration of dissolved cadmium, copper, iron, nickel and lead in the study area were 0.025-0.134, 1.03-8.87, 4.38-59.80, 1.66-8.71 and 0.06-0.93 nM, respectively. The concentration of suspended particulate cadmium, copper, iron, nickel and lead were 0.001-0.090, 0.27-5.65, 21.30-629.26, 0.16-1.96 and 0.02-0.65 nM, respectively and the concentration of cadmium, copper, iron, nickel and lead in surface sediment were 0.01-0.94 µg/g, 10.30-61.00 µg/g, 6.30-23.80 mg/g, 15.23-52.61 µg/g and 5.24-91.00 µg/g, respectively.

Of all the trace metal studied, only cadmium showed a nutrient-type behavior. Iron was enriched in the bottom layer but no obvious trend was observed for copper, nickel and lead.

Besides the five major rivers in Thailand namely Bang Pakong, Chao Praya, Mae Klong, Ta Chin and Tapi River, the Mekong River in Vietnam appears to be a vital source of water to the Gulf of Thailand and some contribution was from bottom water from the South China Sea. The total discharges of cadmium, copper, iron, nickel and lead were 35, 2,735, 985,843, 2,830 and 1,574 tons/year, respectively. The calculated budget indicated that there must be an unknown sources of these metals, especially for Fe and Pb to account for the sedimentation of cadmium, copper, iron, nickel and lead of 7.2, 1,697, 1,226, 1,226,198, 1,553 and 2,410 tons/year, respectively. The estimate residence time of cadmium, copper, iron, nickel and lead in the Gulf of Thailand were 1.23, 0.76, 0.14, 0.73 and 0.52 years, respectively.

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล

ลายมือชื่อผู้คิด

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

## ACKNOWLEDGEMENTS

The author wish to express her appreciation to Assistant Professor Wilaiwan Utoomprurkpor, my academic advisor for her kind assistance and suggestions towards this thesis. The author also gratefully acknowledge Professor Manuwadi Hungspreugs, Dr. Anond Snidvongs and Dr. Yuttana Theparoonrat for their kind help and suggestions. My special thanks to officers and staffs of Southeast Asian Fisheries Development Center for sampling assistance.

This thesis was financially supported by Southeast Asian Fisheries Development Center and Graduate School Chulalongkorn University.

Finally the author would like to thanks and grateful to my family.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## CONTENTS

	PAGE
ABSTRACT (IN THAI) .....	iv
ABSTRACT .....	v
ACKNOWLEDGEMENTS .....	vi
CONTENTS .....	vii
LIST OF TABLES .....	ix
LIST OF FIGURES .....	x
CHAPTER	.
1 INTRODUCTION .....	1
1.1 Background .....	1
1.2 Trace metals distribution .....	1
1.3 Study area .....	3
2 METHODOLOGY .....	6
2.1 Sampling .....	6
2.2 Sample preparation .....	6
2.3 Sample analysis and quality control .....	7
3 RESULTS .....	9
3.1 Data of quality control .....	9
3.2 Horizontal distribution of dissolved and suspended particulate trace metals .....	10
3.2.1 Cadmium .....	10
3.2.2 Copper .....	12
3.2.3 Iron .....	13
3.2.4 Nickel .....	15
3.2.5 Lead .....	17
3.3 Trace metals in sediment .....	20
3.4 Vertical distribution .....	22
4 DISCUSSION .....	33
4.1 Concentration of trace metals in the study area .....	33
4.2 Correlation of trace metals with environment variables .....	38
4.3 The cycling of trace metals in the Gulf of Thailand .....	43
4.4 Residence time of trace metals in the Gulf of Thailand ....	47
4.5 Aluminium normalization of suspended particulate Cd, Cu, Fe, Ni and Pb .....	52
5 CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS .....	55
5.1 Conclusion .....	55
5.2 Recommendations .....	56

	PAGE
REFERENCES .....	57
APPENDIX .....	61
BIOGRAPHY .....	92



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## LIST OF TABLES

	Page
Table 3-1 Analysis of certified reference sea water (CASS-2) for dissolved trace metals .....	9
Table 3-2 Analysis of certified reference marine mud (MAG-1) for suspended trace metals .....	9
Table 3-3 Analysis of certified reference marine sediment (BCSS-1) for trace metals in sediment .....	9
Table 4-1 Average concentrations of dissolved Cd, Cu Fe, Ni and Pb in the Gulf of Thailand and East Coast of Malay Peninsula and others areas .....	33
Table 4-2 Concentration and discharge of Cd, Cu Fe, Ni and Pb in the Chao Phraya River .....	44
Table 4-3 Concentration and discharge of Cd, Cu Fe, Ni and Pb in the Bang Pakong River .....	45
Table 4-4 Concentration and discharge of Cd, Cu Fe, Ni and Pb in the Mae Klong River .....	45
Table 4-5 Concentration and discharge of Cd, Cu Fe, Ni and Pb in the Ta Chin River .....	45
Table 4-6 Concentration and discharge of Cd, Cu Fe, Ni and Pb in the Tapi River .....	46
Table 4-7 Concentration and discharge of Cd, Cu Fe, Ni and Pb in the Mekong River .....	46
Table 4-8 Concentration and flux of Cd, Cu, Fe, Ni and Pb in the South China Sea to the Gulf of Thailand .....	47
Table 4-9 Average concentration of surface sediment and sedimentation of cadmium, copper, iron, nickel and lead in the Gulf of Thailand .....	47
Table 4-10 Average concentration and out flow of Cd, Cu, Fe, Ni and Pb at surface layer in the Gulf of Thailand .....	48
Table 4-11 Average concentration and total amount of dissolved and suspended particulate cadmium, copper, iron, nickel and lead in the Gulf of Thailand .....	48

## LIST OF FIGURES

	Page
Figure 1-1 Depth contour of the study area (m) .....	4
Figure 2-1 Sampling station in the Gulf of Thailand and East Coast of Malay Peninsula (April - May 1996) .....	8
Figure 3-1 Relationship between dissolved and suspended particulate cadmium .....	10
Figure 3-2 Distribution of dissolved Cd (nM) at surface .....	11
Figure 3-3 Distribution of dissolved Cd (nM) at bottom .....	11
Figure 3-4 Distribution of suspended particulate Cd (nM) at surface .....	11
Figure 3-5 Distribution of suspended particulate Cd (nM) at bottom .....	11
Figure 3-6 Relationship between dissolved and suspended particulate copper .....	12
Figure 3-7 Distribution of dissolved Cu (nM) at surface .....	12
Figure 3-8 Distribution of dissolved Cu (nM) at bottom .....	12
Figure 3-9 Distribution of suspended particulate Cu (nM) at surface .....	13
Figure 3-10 Distribution of suspended particulate Cu (nM) at bottom .....	13
Figure 3-11 Relationship between dissolved and suspended particulate iron .....	14
Figure 3-12 Distribution of dissolved Fe (nM) at surface .....	14
Figure 3-13 Distribution of dissolved Fe (nM) at bottom .....	14
Figure 3-14 Distribution of suspended particulate Fe (nM) at surface .....	15
Figure 3-15 Distribution of suspended particulate Fe (nM) at bottom .....	15
Figure 3-16 Relationship between dissolved and suspended particulate nickel .....	16
Figure 3-17 Distribution of dissolved Ni (nM) at surface .....	16
Figure 3-18 Distribution of dissolved Ni (nM) at bottom .....	16
Figure 3-19 Distribution of suspended particulate Ni (nM) at surface .....	17
Figure 3-20 Distribution of suspended particulate Ni (nM) at bottom .....	17
Figure 3-21 Relationship between dissolved and suspended particulate lead .....	18
Figure 3-22 Distribution of dissolved Pb (nM) at surface .....	18
Figure 3-23 Distribution of dissolved Pb (nM) at bottom .....	18
Figure 3-24 Distribution of suspended particulate Pb (nM) at surface .....	19
Figure 3-25 Distribution of suspended particulate Pb (nM) at bottom .....	19
Figure 3-26 Distribution of Cd (ug/g) in sediment .....	20
Figure 3-27 Distribution of Cu (ug/g) in sediment .....	20
Figure 3-28 Distribution of Fe (mg/g) in sediment .....	21
Figure 3-29 Distribution of Ni (ug/g) in sediment .....	21
Figure 3-30 Distribution of Pb (ug/g) in sediment .....	21
Figure 3-31 Vertical profiles of dissolved Cd (nM) station 2, 3, 4, 5, 6, 17, 24, 26, 46, 51, 69 and 79 .....	23

	Page
Figure 3-32 Vertical profiles of suspended particulate Cd (nM) station 2, 3, 4, 5, 6, 17, 24, 26, 46, 51, 69 and 79 .....	24
Figure 3-33 Vertical profiles of dissolved Cu (nM) station 2, 3, 4, 5, 6, 17, 24, 26, 46, 51, 69 and 79 .....	25
Figure 3-34 Vertical profiles of suspended particulate Cu (nM) station 2, 3, 4, 5, 6, 17, 24, 26, 46, 51, 69 and 79 .....	26
Figure 3-35 Vertical profiles of dissolved Fe (nM) station 2, 3, 4, 5, 6, 17, 24, 26, 46, 51, 69 and 79 .....	27
Figure 3-36 Vertical profiles of suspended particulate Fe (nM) station 2, 3, 4, 5, 6, 17, 24, 26, 46, 51, 69 and 79 .....	28
Figure 3-37 Vertical profiles of dissolved Ni (nM) station 2, 3, 4, 5, 6, 17, 24, 26, 46, 51, 69 and 79 .....	29
Figure 3-38 Vertical profiles of suspended particulate Ni (nM) station 2, 3, 4, 5, 6, 17, 24, 26, 46, 51, 69 and 79 .....	30
Figure 3-39 Vertical profiles of dissolved Pb (nM) station 2, 3, 4, 5, 6, 17, 24, 26, 46, 51, 69 and 79 .....	31
Figure 3-40 Vertical profiles of suspended particulate Pb (nM) station 2, 3, 4, 5, 6, 17, 24, 26, 46, 51, 69 and 79 .....	32
Figure 4-1 Percentage of dissolved Cd in the Gulf of Thailand and East Coast of Malay Peninsula .....	34
Figure 4-2 Percentage of dissolved Cd in the Gulf of Thailand and East Coast of Malay Peninsula .....	34
Figure 4-3 Percentage of suspended particulate Fe in the Gulf of Thailand and East Coast of Malay Peninsula .....	35
Figure 4-4 Percentage of dissolved Cd in the Gulf of Thailand and East Coast of Malay Peninsula .....	35
Figure 4-5 Percentage of dissolved Pb in the Gulf of Thailand and East Coast of Malay Peninsula .....	36
Figure 4-6 Percentage of suspended particulate Pb in the Gulf of Thailand and East Coast of Malay Peninsula .....	36
Figure 4-7 Distribution of salinity at surface layer, at 15 meters depth and at bottom layer .....	37
Figure 4-8 Vertical profiles of dissolved Cd and PO <sub>4</sub> at stations 46 and 69 .....	38
Figure 4-9 Linear relationship of dissolved Cd and PO <sub>4</sub> .....	38
Figure 4-10 Distribution of dissolved Cd and pH at bottom layer.....	39
Figure 4-11 Linear relationship between dissolved Cd and pH at bottom layer.....	39
Figure 4-12 Relationship between suspended particulate Cu and fluorescence .....	40

Figure 4-14 Concentration of dissolved Cd between dry season and wet season .....	41
Figure 4-15 Concentration of dissolved Cu between dry season and wet season .....	41
Figure 4-16 Concentration of dissolved Fe between dry season and wet season .....	42
Figure 4-17 Concentration of dissolved Ni between dry season and wet season .....	42
Figure 4-18 Concentration of dissolved Pb between dry season and wet season .....	43
Figure 4-19 Budget of cadmium in the Gulf of Thailand .....	44
Figure 4-20 Budget of cadmium in the Gulf of Thailand .....	49
Figure 4-21 Budget of copper in the Gulf of Thailand .....	49
Figure 4-22 Budget of iron in the Gulf of Thailand .....	50
Figure 4-23 Budget of nickel in the Gulf of Thailand .....	50
Figure 4-24 Budget of lead in the Gulf of Thailand .....	51
Figure 4-25 Ratio of suspended particulate Cd/Al in the Gulf of Thailand and East Coast of Malay Peninsula .....	52
Figure 4-26 Ratio of suspended particulate Cu/Al in the Gulf of Thailand and East Coast of Malay Peninsula .....	53
Figure 4-27 Ratio of suspended particulate Fe/Al in the Gulf of Thailand and East Coast of Malay Peninsula .....	53
Figure 4-28 Ratio of suspended particulate Ni/Al in the Gulf of Thailand and East Coast of Malay Peninsula .....	54
Figure 4-29 Ratio of suspended particulate Pb/Al in the Gulf of Thailand and East Coast of Malay Peninsula .....	54

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย