

พลัสของสารบางชนิดในแม่น้ำเจ้าพระยา



นางสาวปิยรัตน์ ปิติวัฒนกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533


ISBN 974-577-887-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016391

I10306560

SOME MATERIAL FLUXES IN THE CHAO PHRAYA RIVER



Miss Piyarat Pitivatanakul

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

Department of Marine Science

Graduate School

Chulalongkorn University

1989

ISBN 974-577-887-7



Thesis Title Some material fluxes in the Chao Phraya River
By Miss Piyarat Pitiwatanakul
Department Marine Science
Thesis Advisors Associate Professor Manuwadi Hungspreugs, Ph.D.
 Mr. Jesada Jiraporn, M.Eng.

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

Thavorn Vajrabhaya
..... Dean of Graduate School

(Professor Thavorn Vajrabhaya, Ph.D.)

Thesis Committee

Twesukdi Piyakarnchana
..... Chairman

(Professor Twesukdi Piyakarnchana. Ph.D.)

Manuwadi Hungspreugs
..... Thesis Advisor

(Associate Professor Manuwadi Hungspreugs, Ph.D.)

Jesada Jiraporn
..... Thesis Co-advisor

(Jesada Jiraporn, M.Eng.)

S. Dharmvanij
..... Member

(Sirichai Dharmvanij, Ph.D.)

Wilaiwan Utoomprurkorn
..... Member

(Assistant Wilaiwan Utoomprurkorn, Ph.D.)

Capt. Gullaya Umnuay
..... Member

(Capt. Gullaya Umnuay)



ปีระตน์ ปีตวัฒนกุล : ฟลักซ์ของสารบางชนิดในแม่น้ำเจ้าพระยา (SOME MATERIAL FLUXES IN THE CHAO PHARAYA RIVER) อ.ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.มนูดี หงษ์เทพักษ์ และ อาจารย์เลขฎา จิราภรณ์, 116 หน้า. ISRN 974-577-887-7

จากการประเมินฟลักซ์ของสารตะกอนแขวนลอย ฟอสฟอรัส และซิลิเกต ที่สถานีปากเกร็ด ในแม่น้ำเจ้าพระยา พบว่าการแปรผันตามฤดูกาล และเมื่อเทียบกับสถานีบางโทรในรอบวงจรมหาน้ำขึ้น-น้ำลงเดียวกัน พบว่ามีความแตกต่างกัน ในช่วงฤดูน้ำมากสารส่วนใหญ่จะถูกพาไปสู่แม่น้ำตอนล่าง ขณะที่ในช่วงฤดูน้ำน้อยสารจะถูกพากลั้สู่ตอนบนของแม่น้ำ ฟลักซ์ของสารเหล่านี้ในแต่ละวัน จะเปลี่ยนแปลงไปทั้งขนาดและทิศทางขึ้นอยู่กับอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง และปริมาณความเข้มข้นของสารในแต่ละวัน

การแปรผันในรอบปีของปริมาณสารที่ถูกนำพามาด้วยแม่น้ำในรูปของอนุภาค (หรือรวมอยู่กับอนุภาค) ของตะกอนแขวนลอย ฟอสฟอรัส ที่ละลายน้ำทั้งหมด และฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับบนสารแขวนลอย จะมีความสอดคล้องกับรูปแบบการไหลของน้ำ สำหรับฟอสฟอรัสและซิลิเกตที่ถูกพามาในรูปของสารละลาย จะขึ้นอยู่กับอันตรกิริยา (Interaction) ของสาร กับระบบการไหลของแม่น้ำ ในช่วงความเค็ม 0 - 18 ส่วนในพันส่วน ฟอสฟอรัสที่ถูกนำเข้าสู่แม่น้ำในรูปของสารละลาย อาจถูกทำให้ลดลงโดยขบวนการดูดซับของดินที่พื้นแม่น้ำ และของตะกอนแขวนลอยที่ถูกพามาด้วยแม่น้ำ ส่วนบริเวณเอสตูรี (Estuary) ในช่วงความเค็มสูงกว่า 18 ส่วนในพันส่วน จะมีพฤติกรรมเป็นแบบอนุรักษ์ และพบว่าซิลิเกตที่ละลายอยู่ในน้ำ มีความเป็นอนุรักษ์อยู่มาก

ฟลักซ์ของสารที่ถูกนำพาลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง (โดยปริมาณน้ำ 155×10^3 ลูกบาศก์เมตรต่อปี) ในรอบปีตั้งแต่เดือนธันวาคม 2530 ถึงเดือนธันวาคม 2531 สรุปได้ดังนี้ คือ

- ปริมาณตะกอนแขวนลอย $1,566 \times 10^3$ ตัน/ปี
 - ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำทั้งหมด 3.13×10^3 ตัน/ปี
 - ปริมาณฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับกับตะกอนแขวนลอย 2.49×10^3 ตัน/ปี
 - ปริมาณฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำที่สิ่งมีชีวิตใช้ได้ 0.63×10^3 ตัน/ปี
- และปริมาณซิลิเกตที่ละลายน้ำ 69.48×10^3 ตัน/ปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล
สาขาวิชา สัมมนาตรีสารละลายและเคมี
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต มนูดี หงษ์เทพักษ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร.มนูดี หงษ์เทพักษ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม เลขฎา จิราภรณ์



PIYARAT PITIWATANAKUL : SOME MATERIAL FLUXES IN THE CHAO PHRAYA RIVER. THESIS ADVISORS : ASSO. PROF. MANUWADI HUNGSPREUGS, Ph.D. AND MR. JESADA JIRAPORN, M.ENG. 116 PP. ISBN 974-577-887-7

Fluxes of suspended sediment, phosphorus and silicate in the Chao Phraya River at the Pak Kret and Bang Sai Transects showed spatial and seasonal variations. They were mostly transported towards the lower river during high discharge (Period 1) condition and back transported during some tidal cycles during low discharge (Period 2) condition. The daily net material fluxes changed both in magnitude and direction depending on the influences of tidal currents and daily concentration of materials in the river.

Variability in the annual regime of material fluxes of suspended sediment, total phosphorus, and particulate phosphorus corresponded to the flow patterns. The patterns of dissolved flux of phosphate phosphorus and silicate depended on the interaction of solute and the flow regime of the river. In the region of 0 - 18% part of the river, dissolved phosphorus fluxes was removed by phosphorus adsorption onto the bottom sediment and river-borne suspended sediment, in the region above 18% phosphorus was transported in the river conservatively. The behavior of dissolved silicate was mostly conservative while the fluxes varied and were modified by the influence of discharge.

The annual mean of net transport during December 1987 to December 1988 through the lower basin of the Chao Phraya River of discharge, suspended sediment, total phosphorus, particulate phosphorus, dissolved phosphorus and dissolved silicate were $155 \times 10^8 \text{ m}^3 \text{ yr}^{-1}$, $1,566 \times 10^3 \text{ tons yr}^{-1}$, $3.13 \times 10^3 \text{ tons yr}^{-1}$, $2.49 \times 10^3 \text{ tons yr}^{-1}$, $0.63 \times 10^3 \text{ tons yr}^{-1}$ and $69.48 \times 10^3 \text{ tons yr}^{-1}$ respectively.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล
สาขาวิชา สุ่มหาค่าสตรัสภาวะและเคมี
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต ปรวิธน์ ปรวิธน์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ปรวิธน์ ปรวิธน์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ปรวิธน์ ปรวิธน์



ACKNOWLEDGEMENTS

The author is most grateful to the Graduate School of Chulalongkorn University for the financial support during the course of this research programme. She is indebted to the Harbour Department in the access of filed surveys and providing invaluable data for this study.

The author express her sincere thanks to Assoc. Prof. Dr. Manuwadi Hungspreugs, her supervisor, for her help and the encouragement on various aspects of the work throughout the study. To Mr. Jesada Jiraporn, the author is grateful for assistance and fruitful suggestions.

She is very grateful to Dr. Sirichai Dharmvanij and Capt. Gullaya Umuay for their helpful criticisms, and invaluable advice. To Assist. Prof. Dr. Wilaiwan Utoomprukporn for her helpful comments.

Thanks also extend to Assoc. Prof. Absornsuda Siripong who kindly provided invaluable advice.

Especially, the author wishes to express her sincere gratitude and appreciation to her parents for their encouragement and supports in every possible mean and way.



CONTENTS

	Page
Abstract (Thai)	iv
Abstract (English)	v
Acknowledgement	vi
Contents	vii
List of Tables	x
List of Figures	xv
CHAPTER I INTRODUCTION	1
Influence of Hydrology on material fluxes	1
Biogeochemical Processes Influencing the Riverine ...	3
Transport	
1. Phosphorus	3
1.1 Speciation and Sources	3
1.2 Behavior in River and Estuarine System	4
2. Silicon	5
2.1 Speciation and Sources	5
2.2 Behavior in the River and Estuarine System.	6
General Setting of the Chao Phraya River	8
1. Geography	8
2. Meteorology	9
3. Hydrology	9
Global River Fluxes	10
1. Suspended Sediment	10
2. Phosphorus	11
3. Silicon	14

	Page
Some Characteristics of the Chao Phraya River	14
The Objective of the Study	15
CHAPTER II METHODOLOGY	17
The Study Area	17
Field Measurement	25
Laboratory analyses	28
1. Apparatus and Equipment	28
2. Procedure	30
2.1 Water Sample Analysis	30
2.2 Sediment Analysis	30
2.3 Mixing Experiments	32
Flux Estimation Method	33
CHAPTER III RESULTS	36
Discharge and Tidal Currents	37
Salinity Distributions	40
Material Concentrations	43
Material Fluxes	47
The Relationships between the Material	59
Concentrations and the Discharges	
The Relationships between the Concentrations of	64
Total Phosphorus and Suspended Sediment	
The Laboratory Simulation on Conservative and	66
Non-Conservative Behavior of Phosphorus	
Adsorption Capacities of Phosphorus	61
CHAPTER IV DISCUSSIONS	72
CHAPTER V CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	82

REFERENCES	87
APPENDICES	96
BIOGRAPHY	116



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



LIST OF TABLES

	Page
Table 1	13
Estimations of anthropogenic fluxes of..... dissolved phosphorus in rivers in 10^{12} g yr ⁻¹ (GESAMP,1987)	
Table 2	15
The content of suspended sediment, phosphate phosphorus, particulate phosphorus and dissolved silicon in fresh water (0 ‰) of the Chao Phraya River (Umnuaay,1984)	
Table 3	41
Daily mean data of discharge, suspended sediment (SS.), phosphate-P, total-P, particulate-P, and silicate at the Pak Kret (PK) and Bang Sai (BS) Stations during December 6, 1987 to May 6, 1988	
Table 4	45
Mean flow weighted concentration \pm standard deviation, . with number of samples in parentheses, during flood and ebb at the Pak Kret Station during December 6, 1987 to May 6, 1988	
Table 5	49
Monthly mean data at the Pak Kret Station during December 1987 to December 1988	
Table 6	49
Comparison of daily net fluxes in metric tons per day of suspended sediment, phosphate-P, total-P, particulate-P, silicate and discharge in m ³ /sec through the Pak Kret (PK) and Bang Sai (BS) Transects during March 25, 1988 to April 22, 1988	

Table 7	The annual mean fluxes of suspended sediment, phosphate phosphorus, total phosphorus, particulate phosphorus and silicate through the lower basin of the Chao Phraya River during December 1987 to December 1988	59
Table 8	Summary of hysteresis direction on water chemistry-discharge relationships of Pak Kret and Bang Sai Stations in the Chao Phraya River during December 1987 to December 1988	64
Table 9	Amounts of phosphate phosphorus adsorbed on the Chao Phraya River sediment as a function of pH in the medium of river water sample (Salinity = 0 ‰.)	69
Table 10	Comparison of the material load carried into the Gulf of Thailand (during 1981-1983) by the rivers covering different drainage areas in Thailand	79
Table 11	Comparison of suspended sediment fluxes between this study and some selected major rivers differentiated according to climate (after Meybeck, 1976)	80
Table 12	Comparison of dissolved phosphorus contents (μM) between this study and some contaminated rivers (Meybeck, 1982)	81
Table 13	The temporal variation of salinity (‰) at Pak Kret Station	100

Table 14	The temporal variation of surface salinity (‰) at Bang Sai Station	100
Table 15	Summary of daily mean fluxes of discharge (m ³ /sec) and in the unit of t/day of suspended sediment, phosphate-P, total-P, particulate-p and silicate through the Pak Kret Transect during December 6,1987 to May 6,1988	101
Table 16	Summary of daily fluxes of discharge (m ³ /sec) and in the unit of t/day of suspended sediment, phosphate-P, total-P, particulate-P, and silicate through the Bang Sai Transect during March 25,1988 to April 22,1988	101
Table 17	Monthly mean fluxes of suspended sediment (SS), phosphate-P, total-P, particulate-P and silicate , in unit of g/sec, through the Pak Kret Transect in the Chao Phraya River during December 1987 to December 1988	102
Table 18	Summary of material concentrations collected on December 6-7,1987 at Pak Kret Station	103
Table 19	Summary of material concentrations collected on December 20-21,1987 at Pak Kret Station	103
Table 20	Summary of material concentrations collected on January 5-6,1988 at Pak Kret Station	104
Table 21	Summary of material concentrations collected on January 19-20,1988 at Pak Kret Station	104

Table 22	Summary of material concentrations collected	105
	on March 13-14,1988 at Pak Kret Station	
Table 23	Summary of material concentrations collected	105
	on March 25-26,1988 at Pak Kret Station	
Table 24	Summary of material concentrations collected	106
	on April 8-9,1988 at Pak Kret Station	
Table 25	Summary of material concentrations collected	106
	on April 22-23,1988 at Pak Kret Station	
Table 26	Summary of material concentrations collected	107
	on May 6-7,1988 at Pak Kret Station	
Table 27	Summary of material concentrations collected	108
	on March 25-26,1988 at Bang Sai Station	
Table 28	Summary of material concentrations collected	108
	on April 8-9,1988 at Bang Sai Station	
Table 29	Summary of material concentrations collected	109
	on April 22-23,1988 at Bang Sai Station	
Table 30	Summary of material concentrations collected	109
	on May 6-7,1988 at Bang Sai Station	
Table 31	Summary of hydrological factors collected	110
	on December 6-7,1988 at Pak Kret Station	
Table 32	Summary of hydrological factors collected	110
	on December 20-21,1987 at Pak Kret Station	
Table 33	Summary of hydrological factors collected	111
	on January 5-6,1988 at Pak Kret Station	
Table 34	Summary of hydrological factors collected	111
	on January 19-20,1988 at Pak Kret Station	

Table 35	Summary of hydrological factors collected	112
	on March 13-14,1988 at Pak Kret Station	
Table 36	Summary of hydrological factors collected	112
	on March 25-26,1988 at Pak Kret Station	
Table 37	Summary of hydrological factors collected	113
	on April 8-9,1988 at Pak Kret Station	
Table 38	Summary of hydrological factors collected	113
	on April 22-23,1988 at Pak Kret Station	
Table 39	Summary of hydrological factors collected	114
	on May 6-7,1988 at Pak Kret Station	
Table 40	Summary of hydrological factors collected	114
	on March 25-26,1988 at Bang Sai Station	
Table 41	Summary of hydrological factors collected	115
	on April 8-9,1988 at Bang Sai Station	
Table 42	Summary of hydrological factors collected	115
	on April 22-23,1988 at Bang Sai Station	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURES

	Page
Figure 1 Map of the Lower Chao Phraya River System (Onodera, 1985)	18
Figure 2 Study Area	18
Figure 3 Location Map of the Chao Phraya River Basin (Included Suphan River Tributaries ; JICA, 1989)	19
Figure 4 Environments in the region of Pak Kret Station.....	20
Figure 5 Environments in the region of Bang Sai Station.....	21
Figure 6 The cross-sectional profile (A) and the relationship . between the water level and cross-sectional area (B) of Pak Kret Transect	23
Figure 7 The cross-sectional profile (A) and the relationship . between the water level and cross-sectional area (B) of Bang Sai Transect	24
Figure 8 The relationship between the corrected velocity (V_a) . and the velocity measured at the center (V_c) of the river	29
Figure 9 Diurnal and semidiurnal patterns occurred at Pak Kret (A) and Bang Sai (B) Transects.	38
Figure 10 Time series variations of the tidal velocity and water level at the Pak Kret Transect (A) and at the Bang Sai Transect (B)	39

Figure 11	Comparison of daily discharge (m^3/sec) at the Pak Kret Transect between Period 1 (December 1, 1987 - January 19, 1988) and Period 2 (March 13, 1988 - May 6, 1988)	42
Figure 12	The salinity distribution (‰) at the Pak Kret Station on December 20-21, 1987	44
Figure 13	Variations of the daily mean flow-weighted flood and . ebb concentrations during Period 1 to Period 2 of Pak Kret Station	46
Figure 14	The annual regimes of the monthly mean data of discharge, rainfall, suspended sediment, total-P, particulate-P, silicate and phosphate-P of the Pak Kret Station	48
Figure 15	Comparison of the daily net fluxes of Pak Kret Transect between Period 1 and Period 2	50
Figure 16	Time series variations of the concentration (mg/l) and flux (g/sec) of suspended sediment at the Pak Kret Transect (A) and at the Bang Sai Transect (B)	51
Figure 17	Time series variations of the concentration (μM) and flux (g/sec) of total phosphorus at the Pak Kret Transect (A) and at the Bang Sai Transect (B)	52
Figure 18	Time series variations of the concentration (μM) and flux (g/sec) of particulate phosphorus at the Pak Kret Transect (A) and at the Bang Sai Transect (B)	53

Figure 19	Time series variations of the concentration (μM)	54
	and flux (g/sec) of phosphate phosphorus at the Pak Kret Transect (A) and at the Bang Sai Transect (B)	
Figure 20	Time series variations of the concentration (μM)	55
	and flux (g/sec) of silicate at the Pak Kret Transect (A) and at the Bang Sai Transect (B)	
Figure 21	Comparison of the daily net fluxes between the Pak ...	57
	Kret and Bangsai Transects.	
Figure 22	The annual regimes of the monthly mean fluxes of.....	58
	suspended sediment, total-P, particulate-P, phosphate-P and silicate through the lower basin of the Chao Phraya River during December, 1987 to December, 1988	
Figure 23	The hysteresis effects occurred at the Pak Kret	61
	Station during December 1987 to December 1988	
Figure 24	The hysteresis effects occurred at the Pak Kret.....	62
	Station during December 6, 1987 to May 6, 1988	
Figure 25	The hysteresis effects occurred at the Bang Sai	63
	Station during March 25, 1988 to May 6, 1988	
Figure 26	Relationship between the contents of total	65
	phosphorus and suspended sediment of the Pak Kret Station	
Figure 27	Relationship between dissolved phosphorus and	67
	salinity of the mixing experiment using unfiltered river water collected from under Krungthon Bridge with unfiltered seawater from Sichang Island on	

July 12, 1989

- Figure 28 The adsorption isotherms of dissolved phosphorus 70
on the Chao Phraya River sediment
- Figure 29 Phosphorus adsorption capacities on the Chao Phraya .. 71
River sediment in the medium of fresh water (0 %.)
and seawater (13 %.)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย