

ผลของสิ่งปกคลุมดินต่อการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมือง
ในกรุงเทพมหานคร



นางสาวกนกวรรณ โกมลวีระเกตุ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-639-671-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**THE EFFECTS OF LAND COVER ON URBAN HEAT ISLANDS
IN BANGKOK METROPOLIS**

Miss Kanokwan Komonveeraket

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Environmental Science
Inter-Department of Environmental Science**

Graduate School

Chulalongkorn University

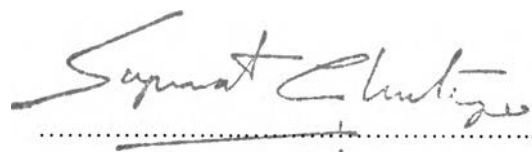
Academic Year 1998

ISBN 974-639-671-4

Thesis Title THE EFFECTS OF LAND COVER ON URBAN HEAT
ISLANDS IN BANGKOK METROPOLIS
By Miss Kanokwan Komonveeraket
Inter-Department Environmental Science
Thesis Advisor Supichai Tangjaitrong, Ph.D.

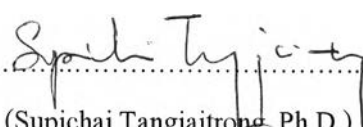
.....

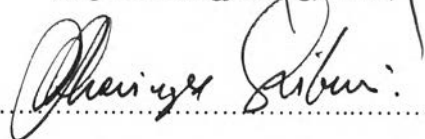
Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Master's Degree

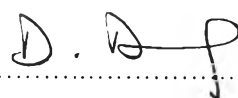

..... Dean of Graduate School
(Professor Supawat Chutivongse, Ph.D.)

Thesis Committee


..... Chairman
(Assistant Professor Pipat Patanaponpaiboon, Ph.D.)


..... Thesis Advisor
(Supichai Tangjaitrong, Ph.D.)


..... Member
(Assistant Professor Thavivongse Sriburi, Ph.D.)


..... Member
(Darasri Dowreang, Ph.D.)

กนกวรรณ โกมลวีระเกตุ : ผลของสิ่งปกคลุมดินต่อการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนของ
เมืองในกรุงเทพมหานคร (THE EFFECTS OF LAND COVER ON URBAN HEAT ISLANDS
IN BANGKOK METROPOLIS) อาจารย์ที่ปรึกษา: ดร. ศุภิชัย ตั้งใจตรง 87 หน้า
ISBN 974-639-671-4

ค่าอุณหภูมิพื้นผิว ค่าดัชนีพืช ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่คำนวณได้จาก
ข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซททีเอม สามารถใช้ประเมินการเกิดปรากฏการณ์เกาะความร้อนของเมืองใน
กรุงเทพมหานครได้ โดยทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าอุณหภูมิพื้นผิว และค่าดัชนีพืช ของพื้นที่การใช้
ประโยชน์ที่ดิน และ สิ่งปกคลุมดิน 9 ประเภท ซึ่งประกอบด้วย (1) พื้นที่ที่อยู่อาศัย (2) พื้นที่อุตสาหกรรม (3)
พื้นที่ที่อยู่อาศัยปะปนกับอุตสาหกรรม (4) พื้นที่ที่มีพืชปกคลุม (5) นาข้าวที่เก็บเกี่ยวแล้ว (6) พื้นดินเปิด
โล่ง (7) นาที่ข้าวกำลังเจริญเติบโต หรือพื้นที่ชุ่มน้ำ (8) บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ และ (9) แหล่งน้ำ

จากการศึกษาพบว่าค่าดัชนีพืช มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าอุณหภูมิพื้นผิว นอกจากนี้ค่า
ดัชนีพืช และค่าอุณหภูมิพื้นผิวยังแปรผันไปตามลักษณะและคุณสมบัติของพื้นผิวที่ปกคลุมด้วย โดยพื้นที่ที่มี
พืชปกคลุมจะมีค่าดัชนีพืชสูง และมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวต่ำ ในขณะที่พื้นที่สิ่งก่อสร้างและพื้นดินเปิดโล่งจะมีค่า
ดัชนีพืชต่ำ และมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่สูง จากลักษณะดังกล่าวทำให้เห็นว่า บริเวณที่มีพืชมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวต่ำ
กว่าบริเวณที่ไม่มีพืช ดังนั้นการลดลงของพืชและการเพิ่มขึ้นของพื้นที่สิ่งก่อสร้าง จะมีผลทำให้อุณหภูมิพื้นผิว
สูงขึ้นได้ เมื่อพิจารณาค่าแตกต่างของค่าดัชนีพืช และค่าอุณหภูมิพื้นผิวระหว่างพื้นที่เมืองกับพื้นที่ชานเมือง
พบว่าในปี 1988 พื้นที่เมืองมีค่าดัชนีพืชต่ำกว่าพื้นที่ชานเมือง 2.15% และค่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่เมืองสูง
กว่าพื้นที่ชานเมืองรอบนอก 1.71 องศาเซลเซียส ส่วนในปี 1997 พื้นที่เมืองมีค่าดัชนีพืชต่ำกว่าพื้นที่ชานเมือง
1.18% และมีค่าอุณหภูมิพื้นผิวสูงกว่าพื้นที่ชานเมืองรอบนอก 1.53 องศาเซลเซียส

ภาควิชา สาขาวิชา
สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์สังคมและสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่อนิสิต กนกวรรณ โกมลวีระเกตุ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ศุภิชัย
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C826772 : MAJOR INTER - DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD URBAN HEAT ISLAND / REMOTE SENSING

KANOKWAN KOMONVEERAKET: THE EFFECTS OF LAND COVER ON URBAN HEAT ISLANDS IN BANGKOK METROPOLIS. THESIS ADVISOR : SUPICHAJ TANGJAITRONG, Ph.D., 87 pp. ISBN 974-639-671-4

Surface radiant temperature, transformed vegetation index (TVI), and land use / land cover type derived from Landsat TM were used for urban heat island assessment throughout Bangkok Metropolis. Relationship between surface radiant temperature and TVI were determined on nine land use / land cover classes consisted of (1) residential area, (2) industrial area, (3) residential and industrial mixed area, (4) vegetation area, (5) harvested paddy field, (6) bare soil, (7) growing paddy field or marsh land, (8) aquaculture pond, and (9) water body.

The results revealed an inverse relationship between TVI and surface temperature and the variation of these values on different land surface properties. The high TVI and low surface temperature corresponded to vegetation area, while the low TVI and high surface temperature corresponded to the built-up surface and bare soil. The study showed that the presence of vegetation could cool down the surface temperature in such land covers type. The decreasing of vegetation and the extension of built-up area can raise surface temperature. When considered the difference between TVI and surface temperature with respect to urban and rural area. It was found that the values of TVI in urban area were lower than those in rural area for 2.15% and 1.18% in 1988 and 1997, respectively, whereas the surface radiant temperature in urban area were higher than those in rural area by 1.71°C and 1.53°C in 1988 and 1997, respectively.

ภาควิชา..... INTER - DEPARTMENT.....

สาขาวิชา..... ENVIRONMENTAL SCIENCE.....

ปีการศึกษา..... 1998.....

ลายมือชื่อผู้คิด..... Kanokwan Komonveeraket.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... Supichai Tangjaitrong.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... -.....

ACKNOWLEDGEMENT

The author wish to express the deeply grateful to her thesis advisor, Dr. Supichai Tangjaitrong for his encouragement, advice and valuable suggestions.

She is specially appreciates to Assistant Professor Dr. Kumthorn Thirakhupt, the former Secretary of the Inter-Department of Environmental Science, for his valuable suggestions and moral support throughout the course of study.

She also wishes to thank Assistant Professor Dr. Pipat Patanaponpaiboon, Assistant Professor Dr. Thavivongse Sribui, and Dr. Darasri Dowreang, who served as thesis chairman and thesis committees respectively.

It is a pleasure to acknowledge the Computer Center, Faculty of Science and SciTek Krungthep Co., Ltd., for offering laboratory facilities. The Office of National Research Committee of Thailand provided the satellite data used for this study. The Pollution Control Department provided the spatial digital data of Bangkok and vicinities.

Her sincere gratitude is due to Professor Sashio Kubo, Faculty of Environmental Information, Keio University, Japan, for giving her the opportunity to join in the “International Symposium on Monitoring and Management of Urban Heat Island” at Keio University.

The financial supports for partly undertaking this research from the Inter-Department of Environmental Science, the Graduate School, Chulalongkorn University and the scholarship given by the King Prajadhipok and Queen Rambhai Barni memorial foundation are greatest acknowledge.

Special thanks for Mr. Vu Duc Huan, Mr. Chongrak Plodhet, Miss Warinthorn Manosithisak, Mr. Bungruk Kunasol, Mr. Matee Wiriya, and Computer Center’s staff for their helps and encouragement.

Finally, she is the deepest grateful to her family and Mr. Nuntapol Konkhayun for their helps, strong encouragement, moral and financial support.

CONTENTS

	Page
THAI ABSTRACT	iv
ENGLISH ABSTRACT	v
ACKNOWLEDGEMENT	vi
CONTENTS	xiv
LIST OF TABLES	xvi
LIST OF FIGURES	xvii
LIST OF PLATES	xix
CHAPTER 1 INTRODUCTION	
1.1 Background Information	1
1.2 Objective	4
1.3 Scope of the study	4
1.4 Anticipated Benefits	4
CHAPTER 2 LITERATURE REVIEW	
2.1 Urban Heat Island Phenomenon	6
2.2 Remote Sensing for Urban Heat Island Assessment	11
2.3 Remote Sensing Definition and Theory	13
2.3.1 Data acquisition	14
2.3.2 Data analysis	18
2.4 Thermal Radiation Principles	21
2.5 Relation of vegetation index and surface temperature	23
2.6 Study area description	27
CHAPTER 3 METHODOLOGY	
3.1 Data Collection	29
3.2 Materials and Equipment	30

CONTENTS (Cont.)

	Page
3.3 Methodology	32
3.3.1 Pre-processing.....	32
3.3.2 Data processing.....	35
3.3.2.1 Land use / land cover Classification	35
3.3.2.2 Vegetation Index.....	38
3.3.2.3 Surface radiant temperature Analysis.....	38
 CHAPTER 4 RESULTS AND DISCUSSION	
4.1 Land use / land cover classification	41
4.2 Transformed vegetation index	55
4.3 Surface radiant temperature	61
4.4 The relationship between transformed vegetation index and surface radiant temperature	69
 CHAPTER 5 CONCLUSION AND RECOMMENDATION	
5.1 Conclusion	79
5.2 Recommendation	80
REFERENCES.....	82
BIOGRAPHY.....	87

LIST OF TABLES

	Page
Table 1: The change of population and number of district in Bangkok Metropolis between 1980- 1997	2
Table 2: Land use change in Bangkok Metropolis in 1986 and 1989	2
Table 3: The change of green area in Bangkok Metropolis between 1986-1995	3
Table 4: Thermal properties of some common earth materials	8
Table 5: The category of information extraction information of remote sensing	18
Table 6: Characteristics of the Landsat System.....	24
Table 7: Spectral range of bands, spatial resolution and data characteristics of Landsat TM.....	26
Table 8 :Land use / land cover type and their definition for the present study	37
Table 9: Land use / land cover area of Bangkok Metropolis in 1988 and 1997	41
Table10:Error (Confusion) Matrix 1997 using ground truth data as the reference data	53
Table 11: Classification accuracy assessment 1997 using ground truth data as the reference data	54
Table 12: The percentage of transformed vegetation index (TVI) of each land use / land cover ..	55
Table 13: Mean surface radiant temperature on each land use / land cover type in 1988 and 1997	61
Table 14: The meteorological condition before satellite overpass on 30 March 1988 and 24 April 1997of Bangkok Metropolis obtained from Bangkok Metropolis station.....	64
Table 15: The urban-rural difference of TVI and surface temperature	77

LIST OF FIGURES

	Page
Figure 1: Interaction between local, regional and global atmospheric pollution process	6
Figure 2: Generalized cross-section of a typical urban heat island	7
Figure 3: The disposal of precipitation on rural and urban surfaces	9
Figure 4: Schematic diagram showing the modified flow energy in an urban environment.....	10
Figure 5: Electromagnetic remote sensing of earth resources	14
Figure 6: The electromagnetic spectrum	15
Figure 7: Typical spectral reflectance curves for vegetation, soil, and water	17
Figure 8: Spectral distribution of energy radiated from blackbodies of various temperatures	22
Figure 9: Principle of contrast stretch enhancement	33
Figure 10: Equiprobability contours defined by a maximum likelihood classifier	36
Figure 11: Land use / land cover area of Bangkok Metropolis in 1988 and 1997	44
Figure 12: Residential, commercial, and offices, this picture is taken in Khet Pathum Wan, Bangkok Metropolis (September, 1998)	45
Figure 13: Residential and industrial mixed area, this picture is taken in Amphoe Phra Pradaeng , Samut Prakan province (Septempber, 1998).....	45
Figure 14: The Bang Pu industrial estate in Amphoe Muang, Samut Prakan province	46
Figure 15: Flooded area in paddy field during the period of field preparation stage, this picture is taken in Amphoe Thunyaburi, Pathum Thani province (April, 1998)...	47
Figure 16: Rice in its full panicle, this picture is taken in Amphoe Thunyaburi, Pathum Thani province (April, 1998)	47
Figure 17: Harvested paddy field covered with rice trashes, this picture is taken inAmphoeThunyaburi, Pathum Thani province (April, 1998).....	48
Figure 18: Bare soil, this picture is taken in AmphoeThunyaburi, Pathum Thani province	48
Figure 19: Cleared paddy field, this picture is taken in Amphoe Thunyaburi, Pathum Thani province (April, 1998)	49

LIST OF FIGURES (Cont.)

	Page
Figure 20: Orchard, this picture is taken in Amphoe Pak Kret, Nonthaburi province	50
Figure 21: Unused land, this picture is taken in Amphoe Pak Kret, Nonthaburi province	50
Figure 22: Aqua-culture ponds locates along the coastline, this picture is taken in Amphoe Phra Samut Chedi , Samut Prakan province (May, 1998)	51
Figure 23: Green area in the inner zone of Bangkok, this picture is taken at Chulalongkorn University (September, 1998)	56
Figure 24: Early rice growing stage paddy field, this picture is taken in Amphoe Thunyaburi, Pathum Thani province(April, 1998).....	57
Figure 25: The comparison of %TVI of Bangkok Metropolis between 1988 and 1997	60
Figure 26: The comparison of surface radiant temperature of Bangkok Metropolis between 1988 and 1997 (Landsat TM band 6).....	65
Figure 27: Cross-section of surface radiant temperature in N-S direction of Bangkok Metropolis (a) in 1988 and (b) 1997	69
Figure 28: Cross-section of surface radiant temperature in W-E direction of Bangkok Metropolis (a) in 1988 and (b) in 1997.....	70
Figure 29 : Relationship between TVI and surface radiant temperature on each land use / land cover type in 1988	73
Figure 30: Relationship between TVI and surface radiant temperature on each land use / land cover type in 1997.....	74
Figure 31: Relationship between %TVI and surface radiant temperature in 1988	75
Figure 32: Relationship between %TVI and surface radiant temperature in 1997	76

LIST OF PLATES

	Page
Plate 1 : Study area and political boundary	5
Plate 2 : Color composite Landsat TM image showing Bangkok Metropolis and vicinities on 30 March 1988.....	30
Plate 3 : Color composite Landsat TM image showing Bangkok Metropolis and vicinities on 24 April 1997.....	31
Plate 4: Work flow diagram.....	34
Plate 5 : Pseudo-color image of land use / land cover in Bangkok Metropolis in 1988.....	42
Plate6 : Pseudo-color image of land use / land cover in Bangkok Metropolis in 1997.....	43
Plate7 : Pseudo-color image of transformed vegetation index in Bangkok Metropolis in 1988....	58
Plate 8 : Pseudo-color image of transformed vegetation index in Bangkok Metropolis in 1997...	59
Plate 9 : Pseudo-color image of surface radiant temperature in Bangkok Metropolis in 1988.....	62
Plate10 : Pseudo-color image of surface radiant temperature in Bangkok Metropolis in 1997.....	63
Plate11 : Pseudo-color image of surface radiant temperature in Bangkok Metropolis in 1988.....	67
Plate 12 : Pseudo-color image of surface radiant temperature in Bangkok Metropolis in 1988....	68