ละอองลอยซัลเฟตกับสภาพความเป็นกรดในบริเวณใกล้โรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง

นายสราวุธ เทพานนท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-763-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17422617X

SULFATE AEROSOL AND ITS ACIDITY NEAR MAE MOH POWER PLANT LAMPANG PROVINCE

Mr. SARAWUT THEPANONDH

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Inter-Department of Environmental Science
Graduate School
Chulalongkorn University
1996

ISBN 974-634-763-2

Thesis Title	Sulfate Aerosol and its Acidity near Mae Moh Power Plant, Lampang Province
By	Mr. Sarawut Thepanondh
Inter-department	Environmental Science
Thesis Advisor	Dr. Wanida Jinsart
Thesis Co-Advisor	Dr. Supat Wangwongwatana

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

Santi Thoongsuwan
..... Dean of Graduate School
(Associate Professor Dr. Santi Thoongsuwan)

Thesis Committee

K. Thirakhupt
..... Chairman
(Assistant Professor Dr. Kumthorn Thirakhupt)

Wanida Jinsart
..... Thesis Advisor
(Dr. Wanida Jinsart)

S. Wangwongwat
..... Thesis Co-Advisor
(Dr. Supat Wangwongwatana)

Noppaporn Panich
..... Member
(Assistant Professor Dr. Noppaporn Panich)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

สราวุธ เทพานนท์ : ละอองลอยซัลเฟตกับสภาพความเป็นกรดในบริเวณใกล้โรงไฟฟ้าแม่เมาะจังหวัดลำปาง (SULFATE AEROSOL AND ITS ACIDITY NEAR MAE MOH POWER PLANT LAMPANG PROVINCE) อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.วนิดา จีนศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : ดร.สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา, 84 หน้า. ISBN 974-634-763-2

การศึกษาละอองลอยซัลเฟตที่บ้านท่าสี และบ้านสบป้าด บริเวณใกล้โรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ในระหว่างวันที่ 8-23 มกราคม 2539 โดยการเก็บตัวอย่างแบบต่อเนื่องแล้วแยกทำการวิเคราะห์เป็น 2 ช่วงเวลาต่อวัน (09.00-17.00 และ17.00-09.00) เก็บตัวอย่างละอองลอยซัลเฟตที่มีขนาดอนุภาคน้อยกว่า 2.5 ไมครอนด้วยระบบ Annular Denuder แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณของซัลเฟต ความเป็นกรด และก๊าซแอมโมเนีย รวมทั้งตรวจวัดปริมาณของเหล็กและแมงกานีสในฝุ่นแขวนลอย ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณของซัลเฟตที่บ้านท่าสีสูงกว่าที่บ้านสบป้าด และค่าเฉลี่ยในช่วงกลางคืนมีค่าสูงกว่าช่วงกลางวัน โดยค่าเฉลี่ยในช่วงกลางวันมีค่า 284.35 neq/m^3 ในขณะที่ช่วงกลางคืนมีค่า 589.67 neq/m^3 ค่าความเป็นกรดแปรผันตามปริมาณของซัลเฟตที่ตรวจพบ ส่วนค่าเฉลี่ยปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในช่วงกลางวันจะสูงกว่ากลางคืน เนื่องจากอิทธิพลของสภาพภูมิอากาศที่มีผลต่อการแพร่กระจายของก๊าซจากแหล่งกำเนิด สภาพความเป็นกรดของละอองลอยซัลเฟต กำหนดโดยใช้อัตราส่วนของค่าความเป็นกรดต่อปริมาณซัลเฟต (H^+/SO_4^{2-}) พบว่าละอองลอยซัลเฟตส่วนใหญ่ (92.7%) อยู่ในรูปของเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต $(NH_4)_3H(SO_4)_2$ ซึ่งเป็นรูปที่ถูกสะเทินไปแล้วบางส่วนซึ่งมีสภาพความเป็นกรดเหลืออยู่ไม่มาก ในพื้นที่มีระดับของก๊าซแอมโมเนียสูงจึงมีโอกาสที่จะเกิดการตกสะสมของเกลือแอมโมเนียมสู่สิ่งแวดล้อมได้ ปฏิกิริยาการเกิดละอองลอยซัลเฟตดังกล่าวน่าจะมีสาเหตุหลักมาจากขบวนการเคมีแบบไม่ใช้แสง จากการตรวจสอบปริมาณของเหล็กและแมงกานีสในฝุ่นแขวนลอยพบว่ามีปริมาณมากพอที่จะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้เกิดละอองลอยซัลเฟตขึ้นในบริเวณที่ไม่ไกลจากแหล่งกำเนิดอาจกล่าวได้ว่าพื้นที่นี้มีศักยภาพในการเปลี่ยนรูปของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูง

ภาควิชา สหสาขา ลายมือชื่อนิสิต สราวุธ เทพานนท์

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วนิดา จีนศาสตร์

ปีการศึกษา 2539 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม สุพัฒน์ หวังวงศ์วัฒนา

C726695 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD: AEROSOL ACIDITY / SULFATE
SARAWUT THEPANONDH : SULFATE AEROSOL AND ITS ACIDITY NEAR MAE MOH POWER PLANT LAMPANG PROVINCE.
THESIS ADVISOR : Dr. WANIDA JINSART,
THESIS CO-ADVISOR Dr. SUPAT WANGWONGWATANA,
84 pp. ISBN 974-634-763-2

A study of sulfate aerosol was conducted at Ban Tha Si and Ban Sob Pat located in the vicinity of Mae Moh Power Plant, Lampang Province during January 18-23, 1996. The measurements were taken twice per day (09.00-17.00 and 17.00-09.00). Fine (DP_{50} < 2.5 μm) aerosols were collected using Annular Denuder System and were analyzed for SO_4^{2-}, H^+ and NH_3. SO_4^{2-} were found average about 284.35 and 589.67 neq/m^3 for daytime and nighttime, respectively. H^+ concentrations were higher when SO_4^{2-} concentrations increase. An average daytime SO_2 value was higher than those in nighttime period. Aerosol acidity was evaluated in terms of the H^+/SO_4^{2-} equivalent ratio. 92.7% of acid aerosol were found in the partially neutralized acid phase $(NH_4)_3H(SO_4)_2$ according to the high level of ammonia gas. The occurring damge could be caused by its deposition into the environment.The SO_4^{2-} formation reaction was expected to be nonphotochemical processes with metal catalysts. The heavy metals (Fe and Mn) from the airborne particulate in the site areas were feasible. The high concentration of SO_4^{2-} were detected which also indicated the high potential of SO_2 transformation in the vicinity of Mae Moh Power Plant.

ภาควิชา INTER-DEPARTMENT ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา ENVIRONMENTAL SCIENCE ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา Wanida Jinsart
ปีการศึกษา 1996 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พลตำรวจเอก สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to express his profound gratitude to his advisor Dr. Wanida Jinsart and his co-advisor Dr. Supat Wangwongwatana for their enthusiastic guidance, constructive suggestions and constant encouragement throughout the course of this study and the preparation of the write-up.

Also, the author would like to gratefully thank to Assistant Professor Dr. Kumthorn Thirakhupt and Assistant Professor Dr. Noppaporn Panich for kindly accepting to be his thesis committees.

Sincere acknowledgements is due to Pollution Control Department of Thailand (P.C.D.) for providing financial support for the author's master of science studies and research.

The author conveys his sincere thanks to Dr Oranut Paisarnuchapong, Mr. Supote Tantayakhom and staffs of Air Quality and Noise Management Division of P.C.D. and Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT) for their help and support. The author also wishes to express his gratitude to all of his friend for their many assistance, and to his beloved companion, Mr. Alongkorn Rattananithed for his help which are too numerous to mention.

Finally the author would like to express his sincere gratitude to his parents for their encouragements and sacrifices. It is to them that this effort is humbly dedicated.

Contents

	Page
Thai Abstract	iv
English Abstract	v
Acknowledgement	vi
List of Tables	viii
List of Figures	ix
Chapter	
1 Introduction	1
1.1 Rationale of the Study	1
1.2 Hypothesis of the Study	2
1.3 Objectives of the Study	2
1.4 Scopes of the Study	2
1.5 Anticipated Benefits	3
2 Literature Review	4
2.1 Atmospheric Aerosol	4
2.2 Chemical and Physical Properties of Acid Aerosols	7
2.3 Atmospheric Concentration	14
3 Methodology	21
3.1 Criteria for Site Selection	21
3.2 Criteria for Sampling Period	23
3.3 Sulfate aerosol	23
3.4 Heavy Metals	27
3.5 Sulfur Dioxide	27
3.6 Ozone	28
3.7 Solar and Net Radiation	28
4 Result	30
5 Discussion	40
5.1 Site to Site Comparison	40
5.2 Day to Night Comparison	42
5.3 Relationship for Air Quality Variables	44
5.4 Exposure of Acid Aerosol	46
6 Conclusion and Recommendation	49
References	52
Appendix A The Atmospheric Species Concentration Calculations	57
Appendix B The Diurnal Patterns of SO_2 for Both Sites	60
Appendix C Diurnal Variation of Ozone, Solar and Net Radiation	68
Appendix D Frequency of Occurrence of Wind Direction Grouped in Various Wind Speed Interval (m/s)	76
Appendix E Daily Summary Report of Fuel Supply (January 8-23,1996)	80
Appendix F The Report of Multiple Regression Analysis	81
Biography	84

List Of Tables

Page

Table

2-1 Classification of Major Chemical Species Associated with Atmospheric Particles 8
2-2 Important reaction rates for oxidation of sulfur dioxide 9
2-3 Initial particle concentrations: for daytime concentrations 10
2-4 Atmospheric conditions and initial gas concentrations 11
2-5 Concentration ranges of SO_4^{2-}, H^+(as H_2SO_4) and H_2SO_4 15
3-1 Sampling and Analysis Methods 21
4-1 Concentrations of various parameters at Ban Tha Si 30
4-2 Concentrations of various parameters at Ban Sob Pat 31
4-3 Acidic species and ammonia concentrations at each sites for daytime (09.00-17.00) and nighttime (17.00-09.00) 33
5-1 Intersite correlation coefficient (ρ) for air quality variables (n=30) 40
5-2 Average values of measured variables comparison between 2 sites (n=30) 41
5-3 Daytime and Nighttime values of each variables 43
5-4 Correlation coefficient for air quality variables at each site (all sample) 44
5-5 Correlation coefficient between sulfur and another factors 45
5-6 Acid aerosol phase comparison 47

List of Figures

Figure		Page
2-1	Solubility diagram for the H^+-NH_4^+-SO_4^{2-}-H_2O system at equilibrium (30^0C)	13
2-2	6-hour SO_4^{2-} and H^+, and 6-hour max, O_3 samples collected during August,1977 at High Point, NJ., USA.	17
2-3	Diurnal Variation, The molar ratio of ammonium to sulfate ion shows an acidity peak between noon and 6 p.m.	18
3-1	Sampling Sites and Mae Moh Air Quality Monitoring Stations Network	22
3-2	Annular Denuder System (ADS) with Coupler/Impactor Assembly	24
3-3	Annular Denuder System in Field Sampling Box with Pump-Timer System	25
3-4	Sampling handling and analytical protocals	26
4-1	Acidic species concentrations at Ban Tha Si and Ban Sob Pat	32
4-2	Average Concentration of Sulfate for Daytime and Nighttime	33
4-3	Fe concentrations for daytime and nighttime periods at 2 sites	34
4-4	Mn concentrations for daytime and nighttime periods at 2 sites	35
4-5	Acidic and total sulfate aerosol concentration at both sites..	36
4-6	Daytime and Nighttime Wind Rose at 10 m above Ground (Lower Wind)	38
4-7	Daytime and Nighttime Wind Rose at 100 m above Ground (Upper Wind)	39
5-1	Average values for SO_4^{2-}, H^+, NH_3 and SO_2 for both sites ..	41
5-2	Sulfate aerosol concentrations at Ban Tha Si and Ban Sob Pat	42
5-3	Daytime and Nighttime average values for each parameters .	44
5-4	Acid Aerosol Phase Diagram	47