สรุปผู้บริหาร

ฝุ่นละอองเป็นอนุภาคของแข็งที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศและเคลื่อนที่ไปตามการเคลื่อนที่ของอากาศ ฝุ่นละอองโดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ไม่ถึง 1 ไมครอน ไปจนถึงฝุ่นละอองซึ่งมีอนุภาคขนาดใหญ่ 10-100 ไมครอน องค์ประกอบของฝุ่นละอองแต่ละอนุภาคอาจเป็นซัลเฟต สารอินทรีย์ black carbon เกลือทะเล อย่างใดอย่างหนึ่งหรือมีส่วนผสมของสารเหล่านี้รวมกัน การเผาไหม้ชีวมวลมีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองประเภทสารอินทรีย์ในบรรยากาศ ในขณะที่การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลก่อให้เกิดฝุ่นละอองประเภท black carbon สำหรับฝุ่นละอองที่ประกอบด้วยซัลเฟตจะเกิดได้ทั้งในธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ เนื่องจากฝุ่นละอองจะตัดรังสีดวงอาทิตย์โดยการดูดกลืนและกระเจิง อีกทั้งยังทำหน้าที่เป็นแกนกลางการควบแน่นของไอน้ำในเมฆ ดังนั้นฝุ่นละอองจึงมีบทบาทสำคัญต่อภูมิอากาศทั้งระดับภูมิภาคและระดับโลกโดยรวม

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสมบัติเชิงแสงของฝุ่นละอองทั้งจากการวัดภาคพื้นดินและการวิเคราะห์จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ในการศึกษาจากการวัดภาคพื้นดิน ผู้วิจัยได้ทำการวัดสเปกตรัมรังสีดวงอาทิตย์ในภูมิภาคหลักของประเทศ 4 แห่ง ได้แก่ ภาคเหนือที่จังหวัดเชียงใหม่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่จังหวัดอุบลราชธานี ภาคกลางที่จังหวัดนครปฐม และภาคใต้ที่จังหวัดสงขลา จากนั้นได้นำข้อมูลสเปกตรัมที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาความลึกเชิงแสงของฝุ่นละออง (AOD) สัมประสิทธิ์ความขุ่นมัวของอังสตรอม (β) ค่าตัวเลขยกกำลังของอังสตรอม (α) สัมประสิทธิ์การกระเจิงแสงของฝุ่นละออง (SSA) และการแจกแจงขนาดของฝุ่นละออง ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่า AOD, β และ α ของสถานีเชียงใหม่ อุบลราชธานี และนครปฐม มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยมีค่าสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ หรือมีนาคม และค่าต่ำสุดในเดือนมิถุนายนหรือกรกฎาคม สำหรับกรณีของสถานีสงขลามีการเปลี่ยนแปลงของ AOD, β และ α ระหว่างปีค่อนข้างน้อย ผลการวิเคราะห์พบว่า สัมประสิทธิ์การกระเจิงแสงของฝุ่นละอองของสถานีทั้ง 4 สถานี ส่วนใหญ่ในฤดูแล้ง (พฤศจิกายน-เมษายน) และมีค่าสูงกว่าในช่วงฤดูฝน (พฤษภาคม-ตุลาคม) ในด้านของการแจกแจงขนาดของฝุ่นละออง พบว่า ฝุ่นละอองของทั้ง 4 สถานี มีการแจกแจงแบบ 2 peak คือ peak ที่ 1 เป็นของฝุ่นละอองขนาดเล็กและ peak ที่ 2 เป็นของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ โดยของสถานีเชียงใหม่ อุบลราชธานี และนครปฐม จะมี peak ที่ 1 สูงกว่า peak ที่ 2 ในช่วงฤดูแล้ง และมี peak 2 สูงกว่า peak 1 ในช่วงฤดูฝน สำหรับการแจกแจงของสถานีสงขลาจะมี peak 2 สูงกว่า peak 1 ตลอดทั้งปี

เนื่องจากข้อมูลสเปกตรัมรังสีดวงอาทิตย์มีช่วงเวลาของข้อมูลค่อนข้างสั้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการหาค่าสัมประสิทธิ์ความขุ่นมัวของอังสตรอม (β) จากความเข้มรังสีตรงในช่วงความยาวคลื่นกว้าง (0.29-2.5 μm) เป็นระยะเวลาข้อมูล 14 ปี (ค.ศ. 1995-2008) ที่สถานีเชียงใหม่ อุบลราชธานี นครปฐม และสงขลา ผลการวิเคราะห์พบว่าสัมประสิทธิ์ความขุ่นมัวของอังสตรอมมี

การแปรค่าตามฤดูกาลส่วนใหญ่สอดคล้องกับข้อมูลที่หาได้จากสเปกตรัมรังสีดวงอาทิตย์ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการคำนวณหาการลดลงของรังสีรวมของดวงอาทิตย์เนื่องจากฝุ่นละอองที่สถานีวัดรังสีดวงอาทิตย์ 38 แห่ง ผลการวิเคราะห์พบว่า การลดลงของรังสีดวงอาทิตย์เนื่องจากการกระเจิงและการดูดกลืนในฤดูแล้งจะสูงกว่าในฤดูฝน

เนื่องจากค่า AOD ที่หาได้จากการวัดจะได้ค่าเฉพาะจุดที่วัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พัฒนากระบวนการสำหรับหาค่า AOD ทั่วประเทศจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม และนำกระบวนการดังกล่าวมาหาค่า AOD จากข้อมูลดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาแบบ stationary เป็นระยะเวลา 20 ปี (ค.ศ. 1990-2009) และนำผลที่ได้มาจัดแสดงในรูปแผนที่ AOD รายเดือน และรายปี ผลที่ได้พบว่า AOD ทั่วประเทศมีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่ และตามเดือนต่างๆ ในรอบปี โดย AOD ในภาคเหนือในช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม จะมีค่าสูงเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรายปี พบว่า AOD ในภาคเหนือจะมีค่าสูงกว่าภาคอื่นๆ จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์แนวโน้มของ AOD ในช่วง 20 ปี (ค.ศ. 1990-2009) พบว่า AOD ในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง มีการเพิ่มขึ้น ส่วนของภาคใต้มีแนวโน้มไม่ชัดเจน ในขณะที่รังสีรวมของดวงอาทิตย์มีแนวโน้มลดลง และปริมาณฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ผลการเพิ่มขึ้นของ AOD อาจมีผลต่อการลดลงของรังสีดวงอาทิตย์และการเพิ่มขึ้นของฝน ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาต่อไปในอนาคต

Executive summary

Aerosols are small solid or liquid particles that remain suspended in the air and follow the motion of the air. They typically range in size from sub-micron for the smallest size to 10-100 micron for the giant particles. Their composition may consist of sulphates, organics, black carbon, sea salt or combination of these substances. Biomass burning is the main contributor to organic aerosols, while fossil fuel emission contributes to the formation of black carbon aerosols. Sulphate aerosols are produced from both natural and anthropogenic activities. Aerosols deplete solar radiation and function as cloud condensation nuclei. Therefore, the radiative roles of these aerosols play a crucial role in affecting regional and global climates.

In this study various aerosol optical properties in Thailand from ground-based measurements and satellite-based analyses were carried out. For the ground-based measurements solar radiation spectrum was measured by using sunphotometers at solar radiation monitoring stations in the main regions of Thailand. These are Chiang Mai in the North, Ubon Ratchathani in the Northeast, Nakhon Pathom in the Central region and Songkhla in the South. Spectral data obtained from these measurements were analyzed to obtain various optical properties of aerosols, namely, aerosol optical depth (AOD), Angstrom's turbidity coefficient (β), Angstrom's wavelength exponent (α), single scattering albedo (SSA) and particle size distribution. For Chiang Mai, Ubon Ratchathani and Nakhon Pathom, AOD at 500 nm, β and α exhibit strong seasonal variations, with highest values occurring at the height of the dry season in February or March and the lowest values occurring during the rainy season in June or July. The results show that, the seasonal variation of AOD, β and α at Songkhla are not pronounced. Most values of SSA in the dry season (November-April) is lower than those in the wet season (May-October) for Chiang Mai, Ubon Ratchathani, Nakhon Pathom and Songkhla. The particle size distribution of aerosols at Chiang Mai, Ubon Ratchathani and Nakhon Pathom are bimodal distribution with the dominant fine mode in the dry season and the dominant coarse mode in the wet season. For Songkhla, the coarse mode is dominated year round.

As the period of spectral data from the four stations is relatively short, Angstrom turbidity coefficient (β) was also estimated from broadband (0.29-2.5 μm) direct solar radiation measured at Chiang Mai, Ubon Ratchathani, Nakhon Pathom and Songkhla for the period of 14 years (1995-2008). The seasonal variation of β

obtained from this estimation corresponds to that calculated from the spectral data for most cases. In addition, the effect of aerosols in depleting global solar radiation at 38 solar radiation monitoring stations was also investigated. It is found that higher depletion occurs in the dry season, as compared to that of the wet season for all stations.

In order to obtain AOD over the country, an algorithm was developed to retrieve AOD from geostationary meteorological satellite data. The retrievals are based on data within a period of 1990-2009, and the results are displayed as monthly and yearly AOD maps. The monthly maps show that the spatial distribution of AOD varies throughout the year with the highest AOD in the North during January-March. On the yearly average basis, AOD in the North is generally higher than the other regions. During the last 20 years, AOD in the North, Northeast and the Central region shows a slight increasing trend while the AOD in the South show insignificant change. Global solar radiation at the four stations reveals a decreasing trend whereas annual rainfall shows an increasing trend. Thus, the trend of AOD may have direct and indirect effect on the trends of solar radiation and rainfall. The detail investigation of these effects is highly recommended to carry out in the future.