การศึกษาฝุ่นละอองบรรยากาศในอ่าวไทยตอนกลางด้วยมาตรวัดแสงอาทิตย์แบบมือถือ

Aerosol Optical Thickness in the Central Gulf of Thailand by Hand-held Sun-photometer

วิโรจน์ ละอองมณี[1,*] สุกฤตา อยู่เวียงไชย[1] นรีนิล วรรณศรี[1] กษิรา คุรประเสริฐ[1] และจริยา บุญญวัฒน์[2]
Wirote Laongmanee[1*], Sukita Yooviengchai[1], Narinin Wanasi[1], Kasilah Kunprasert[1] and Jariya Boonjawat[2]
[1] คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี ถ.ชลประทาน ต.โขมง อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี 22170
[2] ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์วิจัยและฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลก แห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถ.อังรีดูนังต์ ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
*Corresponding author's e-mail: wirotela@gmail.com

บทคัดย่อ: การตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศด้วยมาตรวัดพลังงานแสงอาทิตย์แบบมือถือ บริเวณอ่าวไทยตอนกลาง เพื่อติดตามผลกระทบจากปรากฏการณ์ฝุ่นควันจากการเผาพื้นที่การเกษตรจากภาคเหนือ โดยตรวจวัดพลังงานแสงอาทิตย์ในระหว่างเที่ยวเรือสำรวจซีฟเดคที่ 93-2/2013 ระหว่างวันที่ 14 มีนาคม ถึง 12 เมษายน 2556 ซึ่งตรวจวัด 3 ช่วงเวลาต่อวัน คือ ประมาณ 0800 น. 1300 น. และ 1600 น. แต่ละชุดตรวจวัด 3 ครั้ง จำนวนข้อมูลทั้งหมด 284 ข้อมูล ใน 3 ช่วงคลื่นแสงคือ สีน้ำเงิน (460) สีเขียว (540) และช่วงคลื่นสีแดง (620 นาโนเมตร) คำนวณจากพลังงานแสง เป็นค่า ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ (Aerosol optical thickness: AOT) ด้วยชุดโปรแกรม หาตำแหน่งดวงอาทิตย์ และมวลอากาศเชิงสัมพันธ์ (Relative air-mass) และตารางคำนวณ ซึ่งผลที่ได้พบว่า ค่า AOT ในช่วงคลื่นสีน้ำเงิน มีค่าน้อยที่สุดที่ 0.126 มีค่ามากที่สุดที่ 1.279 ในช่วงคลื่นสีเขียว มีค่าน้อยที่สุดที่ 0.086 มีค่ามากที่สุดที่ 1.141 และในช่วงคลื่นสีแดง มีค่าน้อยที่สุดที่ 0.084 มากที่สุดที่ 0.932 เมื่อพิจารณาค่า AOT ในช่วงคลื่นสีเขียว มีค่าเฉลี่ยทั้งอ่าวไทยตอนกลาง เท่ากับ 0.532 ±0.229 ซึ่งนับว่ามีฝุ่นละอองในบรรยากาศค่อนข้างน้อย และหากแบ่งพื้นที่อ่าวไทยโดยใช้เส้นละติจูดที่ 10 องศาเป็นเกณฑ์ พบว่า เหนือเส้นละติจูดที่ 10 องศา มีค่าเฉลี่ยของ AOT ในช่วงคลื่นสีเขียวเท่ากับ 0.662 ±0.208 ในขณะที่พื้นที่ต่ำกว่าเส้นละติจูดที่ 10 องศา มีค่าเฉลี่ย AOT ในช่วงคลื่นสีเขียวเท่ากับ 0.467 ±0.212 ซึ่งตอนล่างมีฝุ่นละอองในบรรยากาศน้อยกว่าในช่วงดังกล่าว และหากพิจารณาร่วมกับทิศทางของลมในช่วงเวลาดังกล่าว ทิศทางของลมที่ได้จาก รูปถ่ายดาวเทียม Oceansat-2 พบว่าโดยส่วนใหญ่ลมจะพัดจากทิศตะวันออกวกขึ้นตอนเหนือของอ่าวไทยโดยตลอด ทำให้ผลกระทบจากการเผาพื้นที่การเกษตรในภาคเหนือไม่ส่งผลกระทบโดยตรงต่ออ่าวไทยตอนกลาง

คำสำคัญ: ฝุ่นละอองในบรรยากาศ, การตรวจวัดพลังงานแสงอาทิตย์

Abstract: The study of Aerosol optical thickness (AOT) on the central gulf of Thailand by hand-held sun-photometer for assessing the impact of prepared agriculture area burning at northern part of Thailand. The sun-photometers were measurement during M.V.SEAFDEC cruise No.93-2/2013 on 14 March to 12 April 2013, three times a day at 0800, 1300 and 1600 hrs. Total 284 data set on three wavelength as blue channel (460 nanometer: nm), green channel (540 nm), red channel (620 nm.). AOT values were calculated by derived sun position and relative air-mass. The minimum AOT-Blue is 0.126 and maximum AOT-Blue is 1.279, the minimum AOT-Green is 0.086 and maximum AOT-Green is 1.141 and the minimum AOT-Red is 0.084 and maximum AOT-Red is 0.932. When considering the AOT-Green, average AOT of the central gulf of Thailand is 0.532 ±0.229, this value indicating low air pollution. Then divide the study area into 2 parts by 10-Degree Latitude, the average AOT-Green of upper part is 0.662 ±0.208 and the average AOT-Green of lower part is 0.467 ±0.212. Considering the wind direction from Oceansat-2 wind data sets, almost from eastward and turn to north direct all the during study time. That mean the central gulf of Thailand has no effected from agriculture burned area from northern part.

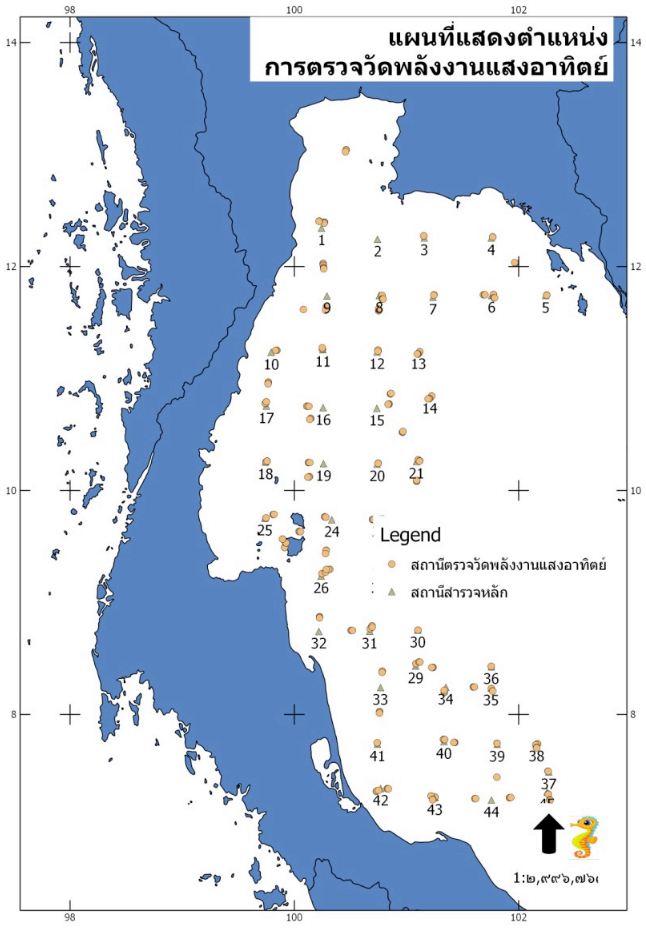
Keyword: Aerosol, Sun-photometer

บทนำ

ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายนของทุกปี จะเป็นช่วงที่เกษตรกรทางภาคเหนือของไทยและในพื้นที่เพื่อนบ้านเตรียมพื้นที่เพื่อทำการเกษตรฤดูใหม่ และเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม เป็นช่วงการเผาเพื่อเปลี่ยนพืชในภาคใต้ของประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้าน สิ่งที่ตามมาคือปรากฏการณ์หมอกควันปกคลุมในพื้นที่ ซึ่งไม่เพียงเป็นปัญหาเฉพาะพื้นที่หากแต่ปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบกระจายเป็นวงกว้างไปทั่วภูมิภาค (วิจารย์ สิมาฉายา, 2554)

อ่าวไทยเป็นพื้นที่แหล่งน้ำที่ใหญ่ที่สุดในบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์หมอกควันดังกล่าว ซึ่งมีการรายงานเป็นระยะๆ ว่าส่งผลต่อทัศนวิสัยการเดินเรือในบางพื้นที่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2556) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการรายงานว่าผลกระทบจาก

ปรากฏการณ์หมอกควันดังกล่าวจะครอบคลุมอ่าวไทยมากน้อยเพียงใดหรือในลักษณะใด การศึกษาการแพร่กระจายของละอองในบรรยากาศในอ่าวไทยจะช่วยให้ข้อมูลส่วนที่เป็นข้อมูลพื้นฐานและผลจากการเคลื่อนที่ข้ามพรหมแดน จากแหล่งกำเนิดนอกพื้นที่อ่าวไทย ซึ่งจะช่วยในการปรับปรุงการพยากรณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศระดับภูมิภาคให้ดีขึ้น



รูปที่ 1 แผนที่แสดงตำแหน่งการตรวจวัดพลังงานแสงอาทิตย์

วิธีการศึกษา

ฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถตรวจวัดในลักษณะเชิงลำแสงได้โดยใช้เครื่องมือมาตรวัดแสงอาทิตย์แบบมือถือ (Handheld Sun-photometer) ในแต่ละช่วงคลื่น นำพลังงานดังกล่าวไปคำนวณหาฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยการตรวจวัดพลังงานแสงอาทิตย์บนเรือสำรวจซีฟเดค บริเวณดาดฟ้าหัวเรือ ณ เวลาประมาณ 1000 น. และ เวลาประมาณ 1300 น. ซึ่งแต่ละครั้งในการตรวจวัดจะทำ 3 ซ้ำ โดยมีการจดบันทึกค่าปัจจัยดังนี้

- วัน/เวลา ท้องถิ่น
- พิกัดที่ตรวจวัด Latitude/Longitude
- ความกดอากาศขณะตรวจวัด

โดยมีตำแหน่งการตรวจวัดแสดงดังแผนที่ ในรูปที่ 1

การคำนวณค่าฝุ่นละอองในบรรยากาศแต่ละช่วงคลื่น จากสมการที่ 1 (วิทยา ทานะมัย,2550)

$$I(\lambda)=I_0(\lambda)\, e^{\wedge(-\tau(\lambda)M(t))} \qquad \text{สมการที่ 1}$$

โดย $I(\lambda)$ คือ Beer-Bouguer-Lambert (BBL) Intensity of sunlight หรือพลังงานแสงอาทิตย์ที่วัดได้

$I_0(\lambda)$ คือ Solar irradiance at wavelength λ at TOA หรือพลังงานแสงอาทิตย์เหนือบรรยากาศ ณ ช่วงคลื่นนั้น

$\tau(\lambda)$ คือ Aerosols optical thickness at λ หรือฝุ่นละอองในบรรยากาศ ณ ช่วงคลื่นนั้นๆ

M(t) คือ Relative airmass หรือดัชนีมวลอากาศสัมพัทธ์

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้การคำนวณดัชนีมวลอากาศสัมพัทธ์ และตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ด้วยชุดโปรแกรมบน Python Script และนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณต่อบนชุดโปรแกรมตารางคำนวณ (Microsoft Excel)

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผลการศึกษา

จากการคำนวณพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยเครื่องมือดังกล่าวให้ค่าความลึกเชิงแสงของฝุ่นละอองในบรรยากาศ ในแต่ละช่วงคลื่นดังแสดงในรูปแผนที่ ที่ 2-4 โดยมีค่าทางสถิติดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าทางสถิติความลึกเชิงแสงของฝุ่นละอองในแต่ละช่วงคลื่น

	AOT460 nm	AOT540 nm	AOT620 nm
Minimum	0.126 (ST 29)	0.086 (ST 40)	0.084 (ST 29)
Maximum	1.279 (ST 15)	1.141 (ST 12)	0.932 (บริเวณเกาะสมุย)
Average	0.631 (±0.26)	0.532 (±0.23)	0.389 (±0.18)

หากนำผลการคำนวณค่าความลึกเชิงแสงของฝุ่นละอองในบรรยากาศช่วงคลื่นสีเขียว (540 nm) มาเปรียบเทียบกับเครื่องวัดอัตโนมัติ (Aerosol Robotic Network: AERONET) ซึ่งติดตั้งอยู่ในตำแหน่งต่างๆ เช่น สถานีมหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม สถานีอุตุนิยมวิทยา สงขลา สถานี SEA-PRISM กลางอ่าวไทย รวมทั้งเปรียบเทียบกับ ข้อมูลความลึกเชิงแสงรายวัน (Aerosol Optical of Depth: AOD) ซึ่งได้จากข้อมูลรูปถ่ายจากดาวเทียม Aqua-MODIS ดังแสดงไว้ในแผนภูมิในรูปที่ 5

ซึ่งหากแบ่งพื้นที่อ่าวไทยด้วยเส้น Latitude ที่ 10 องศาเหนือและพิจารณาค่าความลึกเชิงแสงของฝุ่นละอองทางสถิติใหม่อีกครั้ง ได้ผลดังตารางที่ 2

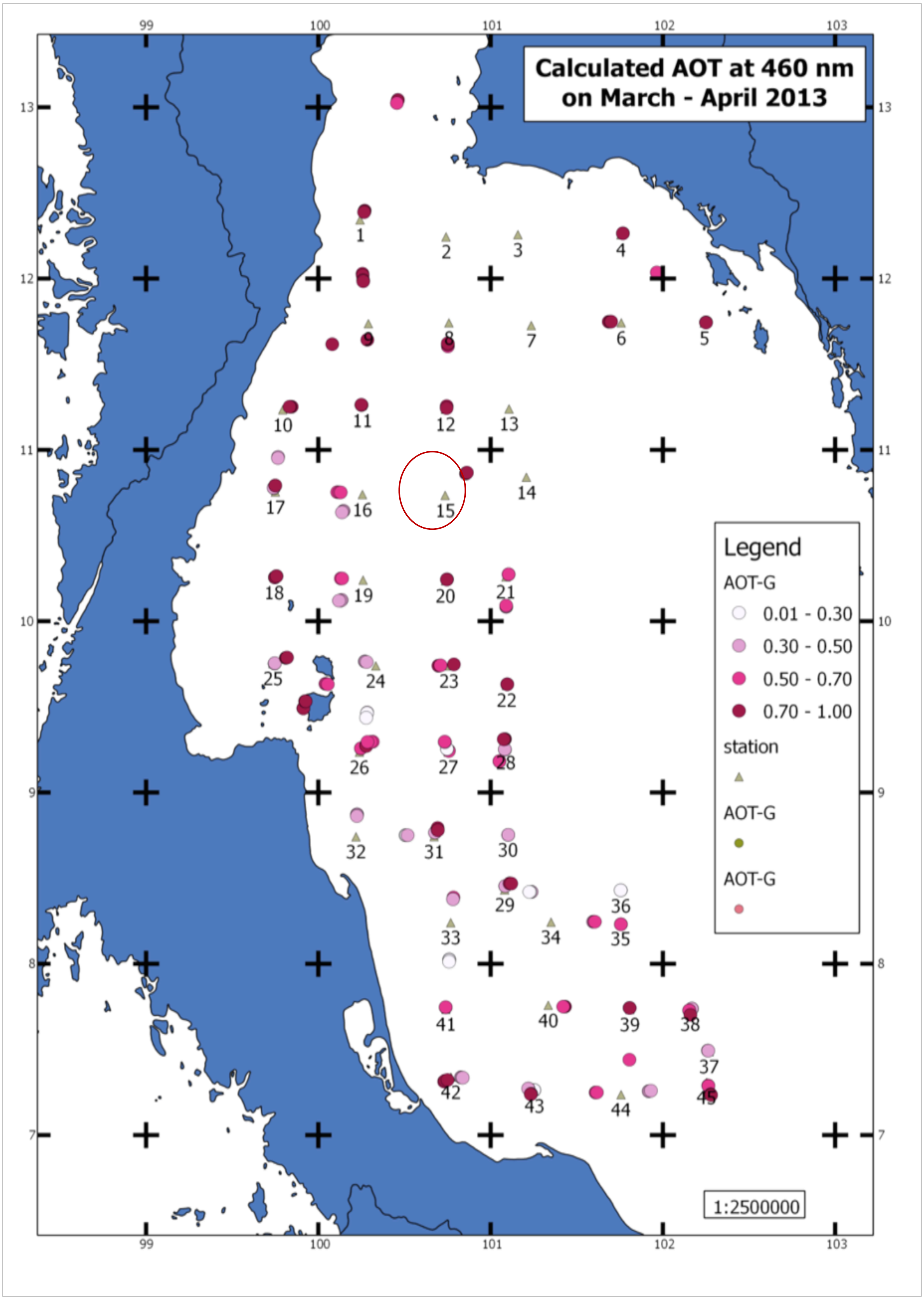
ตารางที่ 2 แสดงค่าทางสถิติปริมาณความลึกเชิงแสงของฝุ่นละออง (540nm) เปรียบเทียบระหว่างเหนือและใต้ Latitude ที่ 10 องศาเหนือ

	Minimum	Maximum	Average
อ่าวไทยทั้งหมด	0.0856	1.1407	0.5323(±0.2294; n=210)
เหนือเส้น 10 องศา	0.2749	1.1407	0.6624(±0.2078; n=70)
ใต้เส้น 10 องศา	0.0856	1.0807	0.4672(±0.2118; n=140)

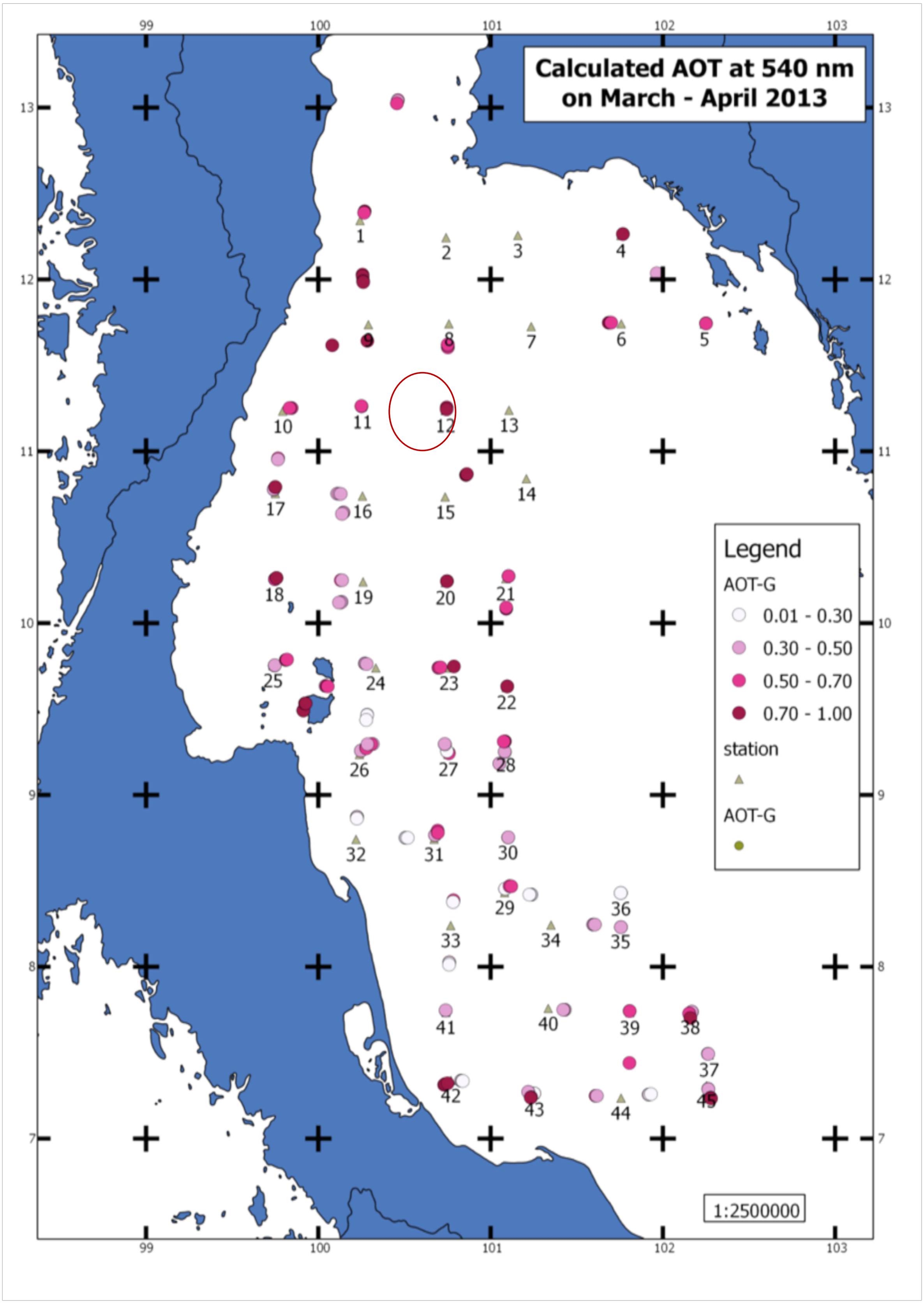
จากผลการศึกษาข้างต้น จะพบว่าค่าความลึกเชิงแสงของฝุ่นละออง (AOT) มีค่าเฉลี่ยทั้งอ่าวไทยอยู่ที่ 0.532 ในขณะที่อ่าวไทยตอนบน (เหนือเส้น Latitude ที่ 10 องศาเหนือ) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.662 และต่ำกว่าเส้น 10 องศาเหนือมีค่าเฉลี่ยที่ 0.467 จะเห็นไม่มี ความแตกต่างกันมากนัก ถึงแม้บริเวณสถานีสำรวจหลักที่ 12, 15 จะมีค่า AOT สูงในช่วงคลื่น 460 และ 540 nm ก็อยู่ในระดับ 1.3 และ 1.1 ก็ยังถือว่าไม่ได้เลวร้ายนัก เนื่องจากฝุ่นละอองดังกล่าวมีขนาดเล็กถึงปานกลาง ซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายด้วยอิทธิพล ของลม ในขณะที่ค่า AOT ในช่วงคลื่นที่ 620 nm ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าพบมากบริเวณเกาะสมุย คาดว่าน่าจะเกิดจากสัญจรของเรือข้ามฟากหรือการขนส่งทางเรือเป็นหลัก ซึ่งน่าจะต้องพิจารณาตรวจสอบยืนยัน และจากวัตถุประสงค์ที่จะติดตามอิทธพลของปรากฏการณ์การเผาพื้นที่การเกษตรทางภาคเหนือ พบว่าช่วงเวลาที่ทำการสำรวจดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่อ่าวไทยยังได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ปลายฤดูมรสุม) ดังรูปที่ 6 ดังนั้นด้วยอิทธิพลของลมดังกล่าว จึงไม่ได้เอาฝุ่นละอองที่เกิดจากการเผาพื้นที่การเกษตรในภาคเหนือมาสู่อ่าวไทยแต่อย่างไร

สรุปผลการศึกษา

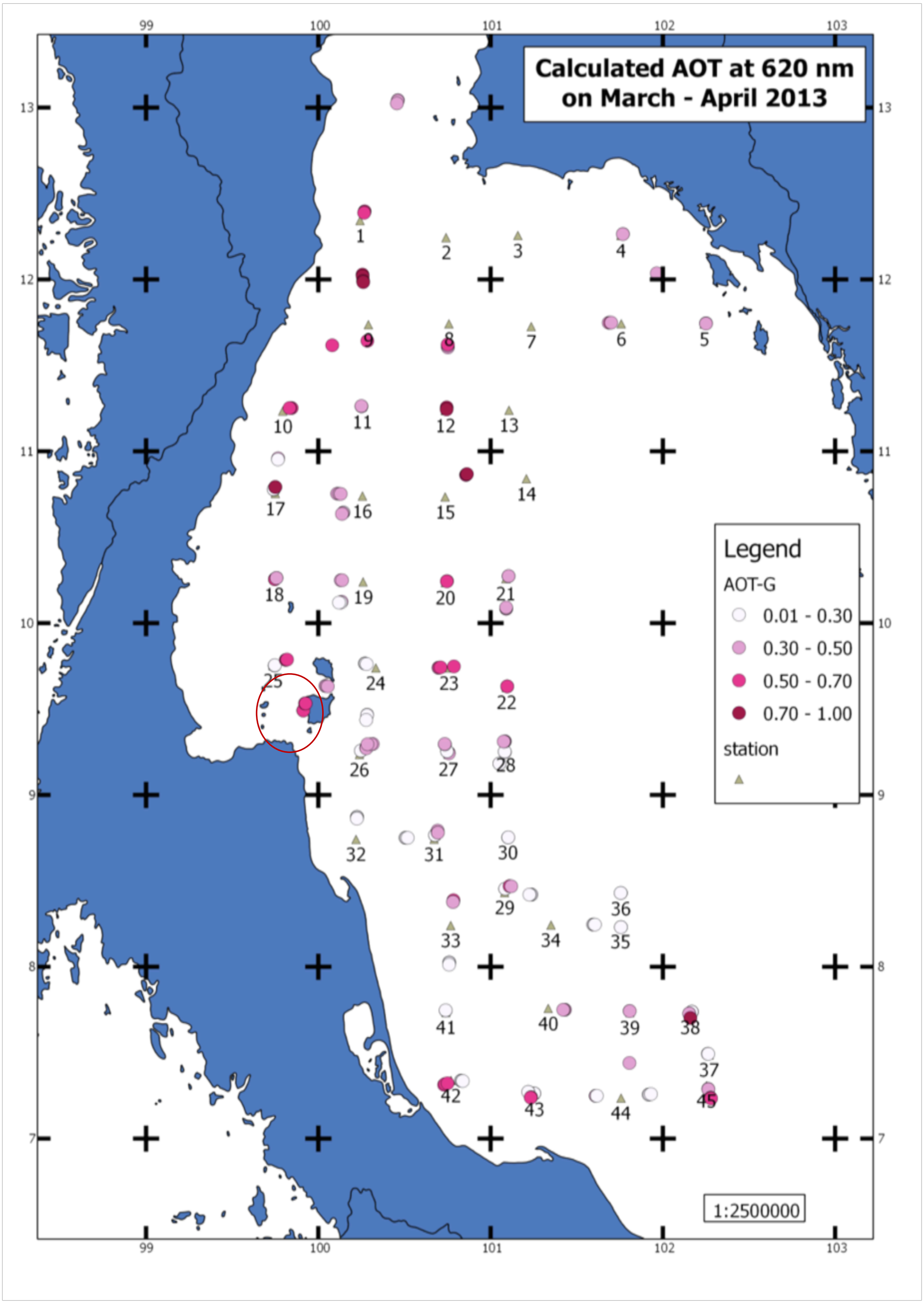
จากการคำนวณค่าปริมาณความลึกเชิงแสงของฝุ่นละอองในบรรยากาศ (Aerosol Optical Thickness: AOT) ในบริเวณอ่าวไทย ด้วยมาตรวัดพลังงานแสงอาทิตย์แบบมือถือ (Handheld Sun-Photometer: HSP) พบว่าได้ค่า AOT ระหว่าง 0.08 – 1.14 ซึ่งแปลได้ว่าบรรยากาศของอ่าวไทยในช่วงเวลาที่ตรวจวัด ยังมีความสะอาดในระดับที่ยอมรับได้ และบริเวณที่ค่า AOT สูง ส่วนใหญ่เป็นบริเวณชายฝั่งที่ใกล้เมืองใหญ่ รวมทั้งในเวลาดังกล่าวไม่ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์ฝุ่นควันทางภาคเหนือและใต้ของไทย ซึ่งคงเป็นเพราะอิทธิพลจากลมที่พัดเข้ามาทางตะวันออกของอ่าวไทย ซึ่งเป็นช่วงปลายของมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อเปลี่ยนเข้าสู่มรสุมตะวันออกเฉียงใต้ในเดือนพฤษภาคมต่อไป



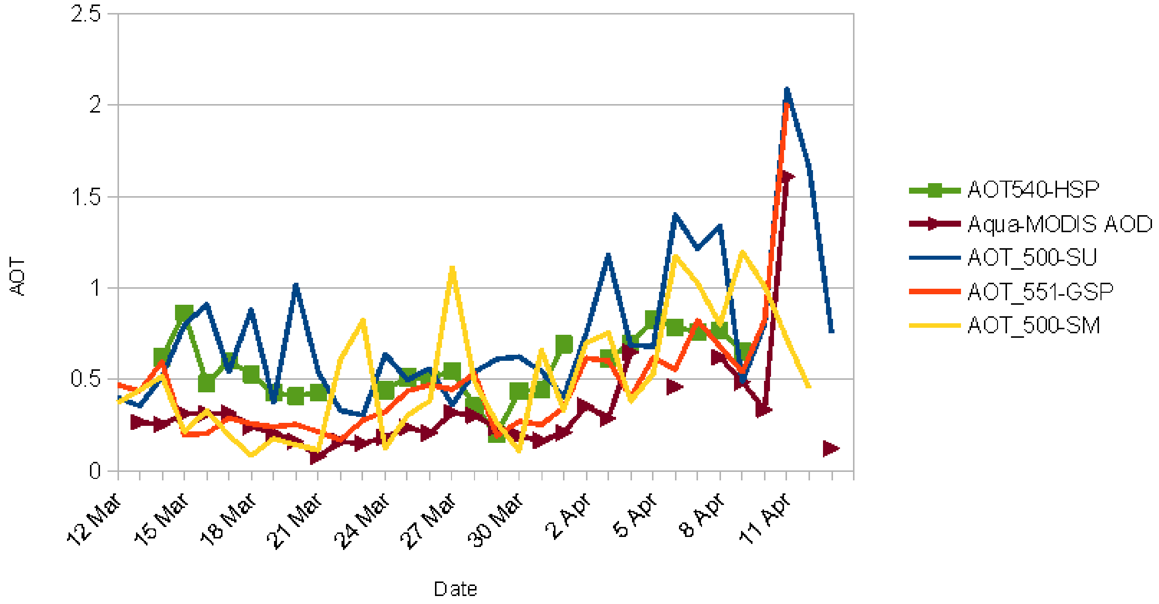
รูปที่ 2 แสดงค่าความลึกเชิงแสงของฝุ่นละอองในช่วงคลื่นสีน้ำเงิน (460nm)



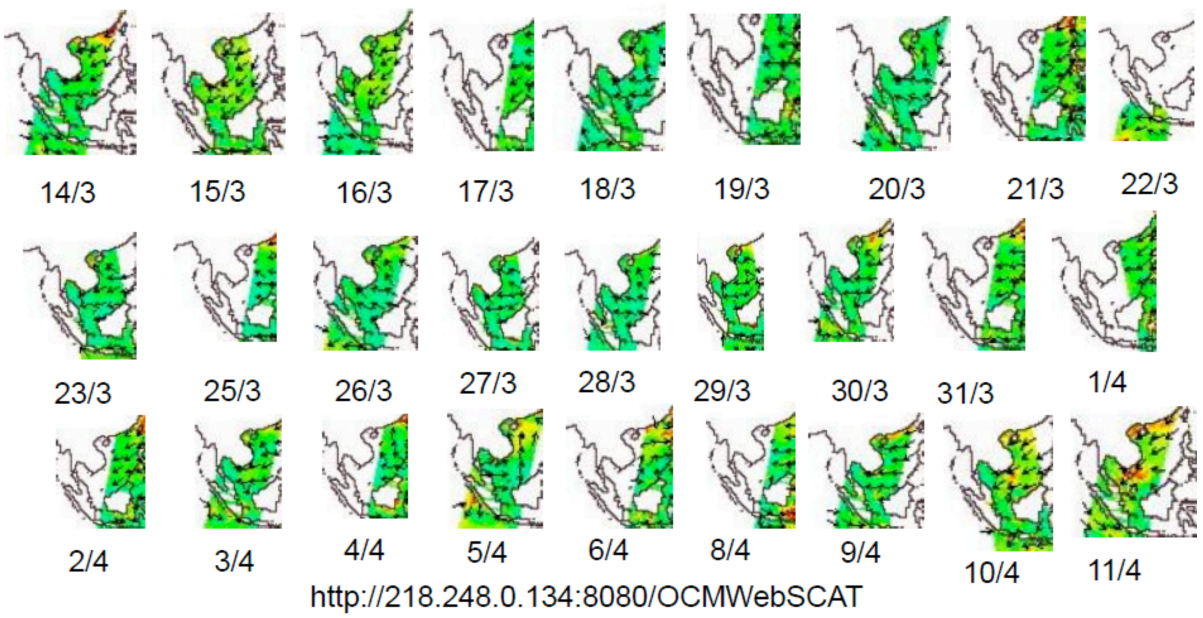
รูปที่ 3 แสดงค่าความลึกเชิงแสงของฝุ่นละอองในช่วงคลื่นสีเขียว (540nm)



รูปที่ 4 แสดงค่าความลึกเชิงแสงของฝุ่นละอองในช่วงคลื่นสีแดง (620nm)



รูปที่ 5 แผนภูมิแสดงปริมาณความลึกเชิงแสงจากแหล่งต่างๆ เปรียบเทียบกับการตรวจวัดด้วย HSP บริเวณอ่าวไทย



รูปที่ 6 แสดงทิศทางลมรายวันที่พัดเข้ามายังอ่าวไทย

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2556. สถานการณ์หมอกควันภาคใต้ ปี ๒๕๕๖. *ข่าวสารสิ่งแวดล้อม* 20/2556 สืบค้นที่ *http://www.pcd.go.th/Public/News* เมื่อ 26 กุมภาพันธ์ 2557.

วิจารย์ สิมาฉายา. 2554. มลพิษจากหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือ: ปัญหาและแนวทาง. เอกสารสำหรับการสัมมนา "วิกฤตโลกร้อน มลพิษหมอกควัน มหันตภัยใกล้ตัว" คณะกรรมาธิการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม วุฒิสภา 11 กุมภาพันธ์ 2554 จังหวัดเชียงใหม่ สืบค้นที่ *http://infofile.pcd.go.th/air/Smoke_North.pdf* เมื่อ 26 กุมภาพันธ์ 2557.

วิทยา ทานะมัย. 2550. การศึกษาสมบัติเชิงแสงของฝุ่นละอองในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. 186 หน้า.

NASA GSFC. 2013. Aerosol Robotic Network accessed at *http://aeronet.gsfc.nasa.gov* on April 2013.

National Remote Sensing Centre of India. 2013. OceanSat-2 Product accessed at *http://218.248.0.134:8080/OCMWebSCAT/* on November 2013.