

วิวัฒนาการของการรับเสียงใน สัตว์มีกระดูกสันหลัง

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมคืออะไร

ความต้องการจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะ
สำหรับครูผู้สอนวิทยาศาสตร์
คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

คณิตศาสตร์กับวิทยาการเข้ารหัสลับ



ISSN 0857-2801



0 09 77085 72803 0

ราคา 50 บาท



สแกนโค้ดนี้เพื่อ
ชมภาพเคลื่อนไหว

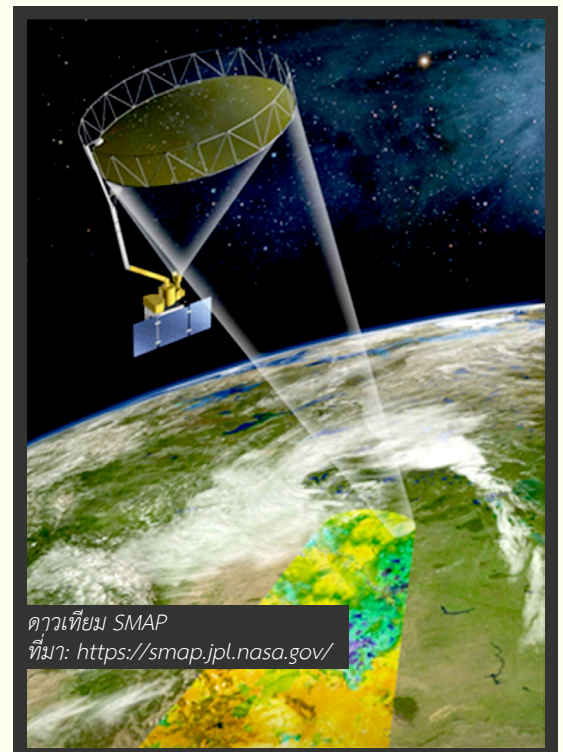
รอบรู้วัย

ดาวเทียมดวงใหม่ตรวจวัดความชื้นของดิน (SMAP: Soil Moisture Active Passive)



ความชื้นในดิน (Soil Moisture) หมายถึงปริมาณน้ำหรือไอน้ำที่มีอยู่ในดิน โครงสร้างของดินที่มีความแตกต่างกันส่งผลต่อปริมาณน้ำหรือไอน้ำที่สะสมอยู่ในดิน ความชื้นในดินมีความสำคัญและมีผลต่อการระเหยของน้ำ การคายน้ำของพืชซึ่งจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนั้นความชื้นในดินยังส่งผลต่อการแลกเปลี่ยนพลังงานระหว่างพื้นดินและบรรยากาศ การระเหยน้ำจากดินนั้นต้องใช้พลังงานมาก และมีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในพื้นที่นั้น ๆ

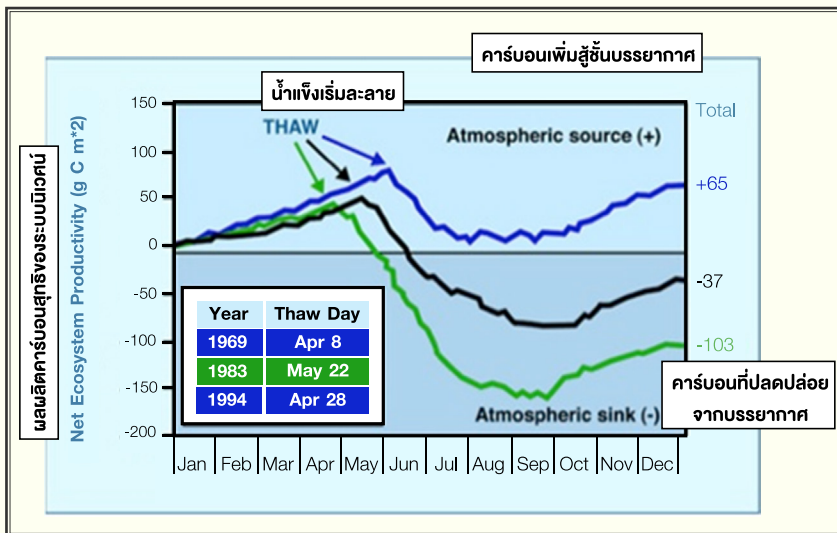
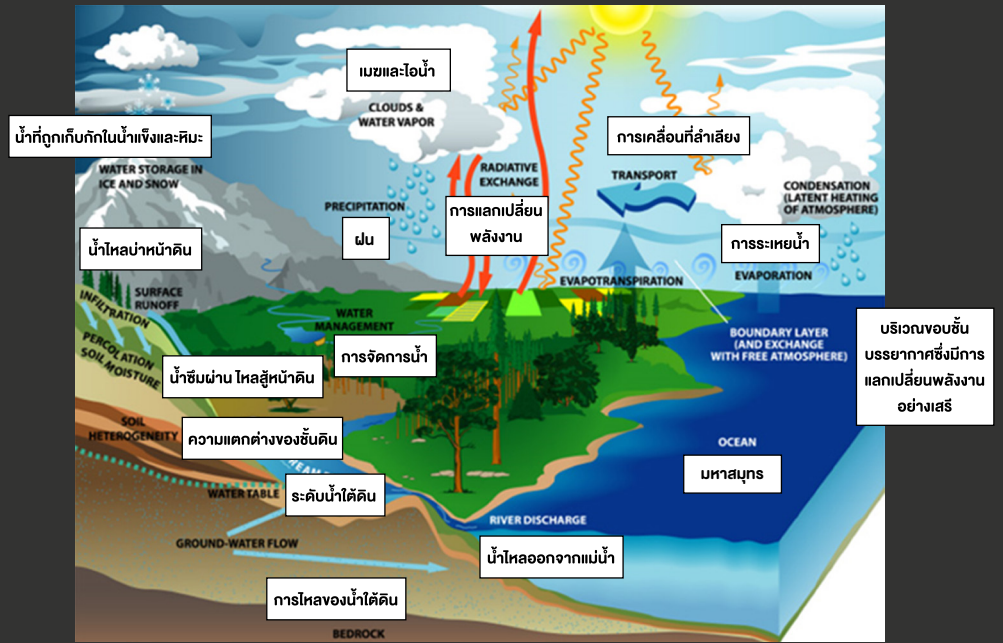
การส่งดาวเทียม Soil Moisture Active Passive (SMAP) นั้น มีจุดประสงค์ในการเพิ่มความเข้าใจของกระบวนการแลกเปลี่ยนวัฏจักรน้ำ พลังงาน และคาร์บอน และเพิ่มความถูกต้องของการทำนายสภาพของอากาศ และภูมิอากาศโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ข้อมูลจาก SMAP ยังสามารถใช้ในการคำนวณปริมาณแลกเปลี่ยนคาร์บอนในภูมิอากาศแบบป่าสนแถบเหนือประเทศแคนาดา หรือ รัสเซีย ความชื้นของดิน ปริมาณคาร์บอนที่ดินดูดซับและปล่อยออกมีความสำคัญต่อโลก SMAP จึงช่วยให้เราเข้าใจวัฏจักรคาร์บอนในสิ่งแวดล้อมได้เพิ่มขึ้น และยังสามารถใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการทำนาย และตรวจสอบความแห้งแล้ง ที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต



ดาวเทียม SMAP
ที่มา: <https://smap.jpl.nasa.gov/>



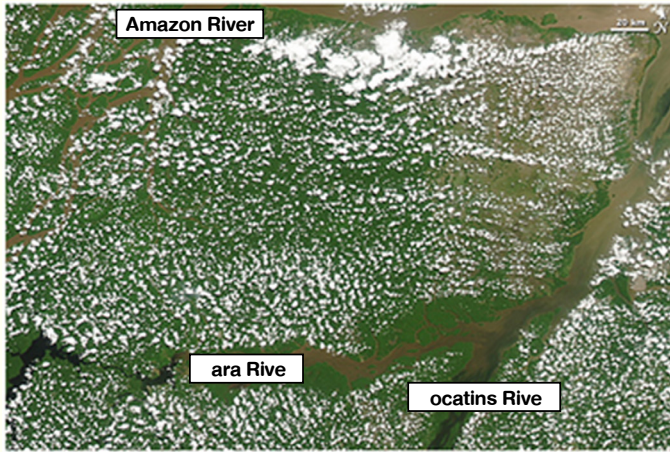
รูปที่ 1 แสดงวัฏจักรน้ำและพลังงาน ประกอบด้วย การคายน้ำของพืช การระเหยจากมหาสมุทรและจากพื้นดิน การระเหยกลายเป็นไอ น้ำ และรวมตัวเป็นหยดน้ำฝนหรือหิมะตกลงมาสู่พื้นดิน ซึ่งอาจซึมลงใต้ดิน หรือไหลลงสู่แม่น้ำหรือทะเล พลังงานแสงอาทิตย์แผ่รังสีลงมายังพื้นโลก เป็นพลังงานเพื่อใช้ในการระเหยของน้ำ ขึ้นสู่บรรยากาศ รวมตัวเป็นเมฆและสะท้อนกลับมายังพื้นดินอีกครั้ง



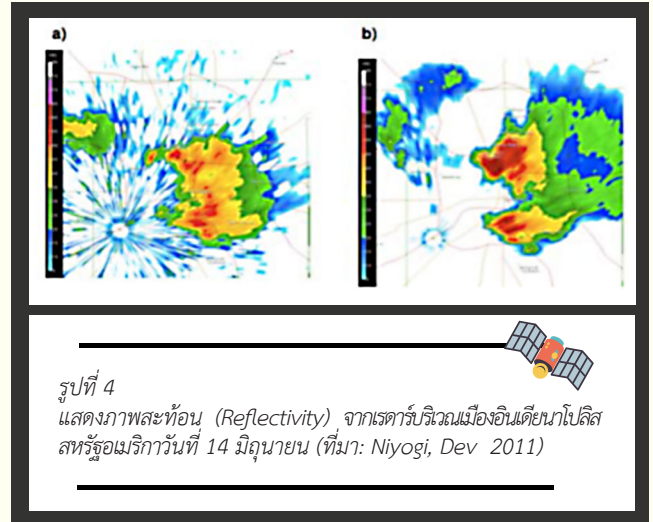
รูปที่ 2 แสดงการละลายของน้ำแข็งและการดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศในปริมาณที่ต่างกัน เมื่อน้ำแข็งเริ่มละลายช้าลงคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศถูกดูดซับมากขึ้น (ที่มา: <https://smap.jpl.nasa.gov/science/>)



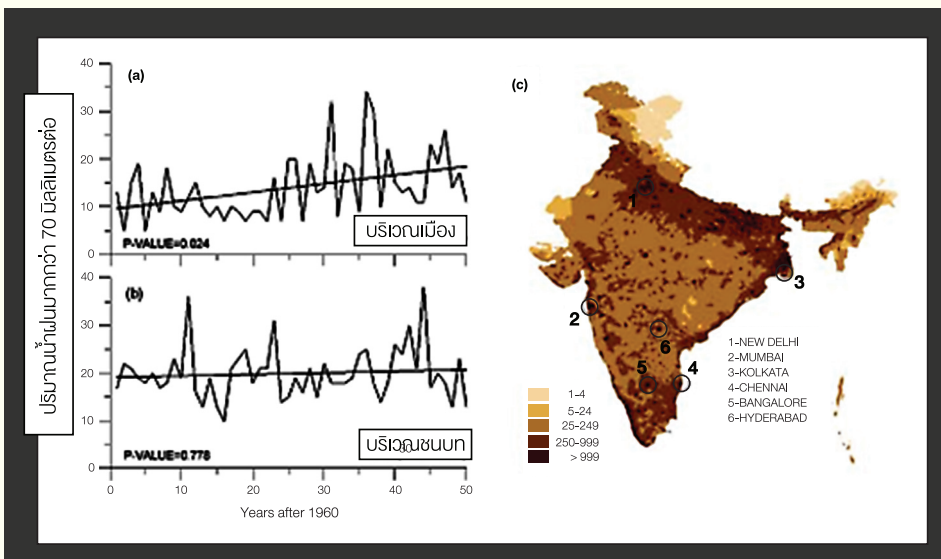
โดยทั่วไปเห็นได้ชัดว่าความชื้นในดิน มีผลโดยตรงต่อการคายน้ำและการเจริญเติบโตของพืช ความชื้นในดินและการคายน้ำของพืชนั้นมีผลต่อสภาพอากาศ และภูมิอากาศในแต่ละท้องถิ่น เช่น การเกิดเมฆและปริมาณน้ำฝนซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพที่พื้นดินในบริเวณดังกล่าว ตามรูปที่ 3 พบว่า เมฆเกิดจากผลของการคายน้ำในป่าแถบแม่น้ำอเมซอน ไม่มีเมฆที่ก่อตัวบริเวณที่น้ำท่วม หรือไม่มีพืชขึ้น เมื่อน้ำระเหยจากแม่น้ำอเมซอน อากาศที่อยู่บริเวณโดยรอบติดกับพื้นดิน อุณหภูมิจะร้อนมาก ทำให้เมฆไม่สามารถก่อตัวได้ ในขณะที่เดียวกันน้ำที่ระเหยจากยอดไม้ในระดับสูงมีอุณหภูมิที่เย็นกว่าทำให้เกิดการควบแน่นเป็นเมฆได้อย่างรวดเร็ว เมื่อไอน้ำกลั่นตัวเป็นเมฆส่งผลให้มีการคายความร้อนสู่บรรยากาศ



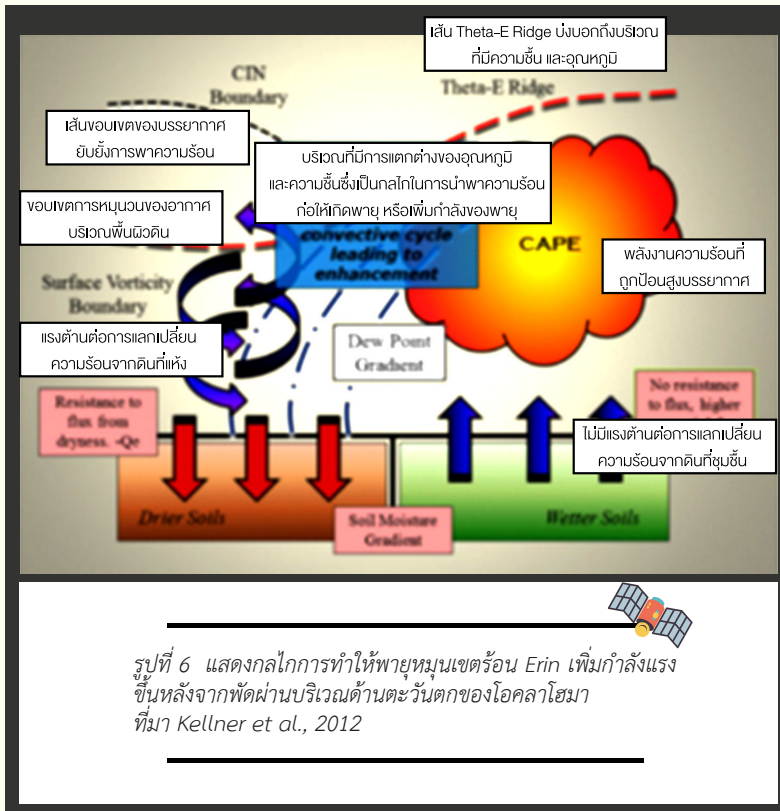
รูปที่ 3 แสดงภาพเมฆจากดาวเทียม โมเดส (MODIS) บนพื้นที่ลุ่มน้ำอเมซอน
(ที่มา: NASA image courtesy Jeff Schmaltz, MODIS Rapid Response at NASA GSFC)



ดังนั้นจะเห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิประเทศจึงมีผลกระทบอย่างมากกับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในบริเวณดังกล่าว ตามความคิดเดิม การตัดไม้ทำลายป่าไม้ (deforestation) ทำให้ลดการคายน้ำของพืช (evapotranspiration) และลดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ แต่ในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบว่าการลดและเพิ่มการคายน้ำของพืช หรือการระเหยจากพื้นดิน มีผลโดยตรงต่อการถ่ายเทพลังงานของพื้นดินและบรรยากาศ (sensible heat and latent heat flux) ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิประเทศ เช่น การสร้างเมือง มีผลกระทบต่อความรุนแรงของพายุ พายุเกิดการแยกตัว (split up) เมื่อเคลื่อนผ่านตัวเมือง และมารวมตัวกันใหม่ก่อให้เกิดความรุนแรงขึ้น (Niyogi et al., 2011) จากการศึกษาสภาพภูมิอากาศในประเทศอินเดียเป็นเวลา 50 ปี พบว่าการเจริญเติบโตของเมืองต่าง ๆ โดยรอบประเทศนั้น ส่งผลให้เกิดแนวโน้มเหตุการณ์ภัยพิบัติ ฝนตกหนักมากกว่า 70 มิลลิเมตรต่อวัน (Kishtawal et al, 2010) ตามที่แสดงในรูปที่ 5



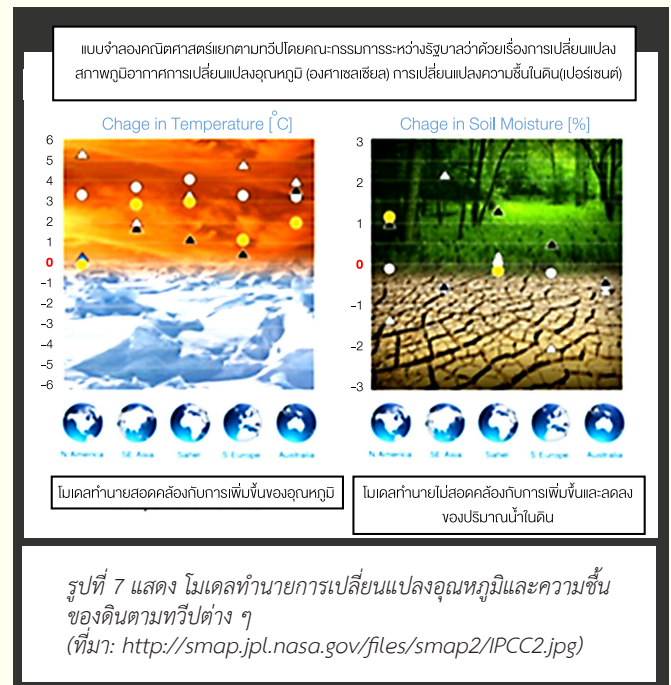
รูปที่ 5 กราฟบนซ้าย (a) แสดงจำนวนวันที่ฝนตกหนักกว่า 70 มิลลิเมตรต่อวันในบริเวณเมืองโดยรอบประเทศอินเดีย (b) แสดงจำนวนวันที่ฝนตกหนักกว่า 70 มิลลิเมตรต่อวันในบริเวณชนบท (c) แสดงการเจริญเติบโตของเมืองโดยรอบประเทศอินเดีย (ที่มา: จาก Kishtawal et al, 2010)

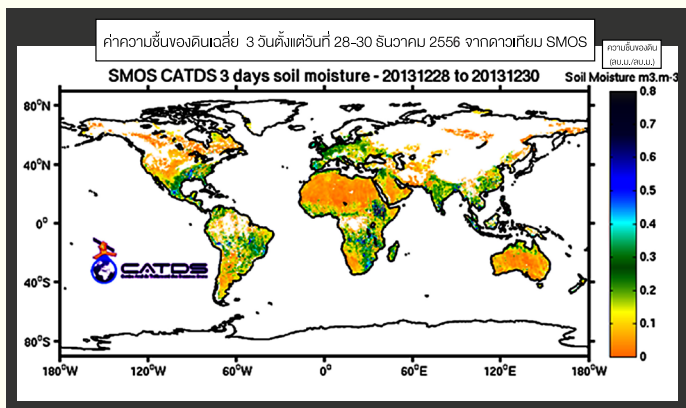


ไม่เพียงแต่การสร้างเมืองจะส่งผลต่อความรุนแรงของพายุแล้ว การเกษตรกรรมหรือการพาณิชยกรรมที่ก่อให้เกิดสภาพพื้นดินที่มีความแตกต่างกัน (Heterogeneity) ก่อให้เกิดความร้อนที่ปลดปล่อยออกจากพื้นดินส่งผลให้เกิดการกระตุ้นให้พายุหมุนเขตร้อนเกิดความรุนแรงขึ้น เช่น พายุหมุนเขตร้อน Tropical Cyclone Erin ได้เข้าสู่สหรัฐเท็กซัสประเทศสหรัฐอเมริกาเมื่อวันที่ 16 สิงหาคม พ.ศ. 2550 และพายุมีได้อ่อนกำลังลงแต่กลับเพิ่มความรุนแรงเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่รัฐโอคลาโฮมา และก่อให้เกิดความเสียหายบริเวณดังกล่าวเป็นอย่างมาก การที่พายุหมุนเขตร้อนได้เพิ่มความรุนแรงขึ้น เนื่องจากความแตกต่างทางสภาพภูมิประเทศระหว่างพื้นที่แห้งแล้งและพื้นที่เปียก ซึ่งความแตกต่างนี้ก่อให้เกิดพลังงานความร้อนความชื้นจากพื้นดิน ซึ่งเพิ่มพลังงาน convective available potential energy (CAPE) ให้กับพายุหมุนเขตร้อน Erin ดังรูปที่ 6 ทำให้พายุเพิ่มกำลังแรงขึ้นและก่อให้เกิดความเสียหายเพิ่มขึ้น

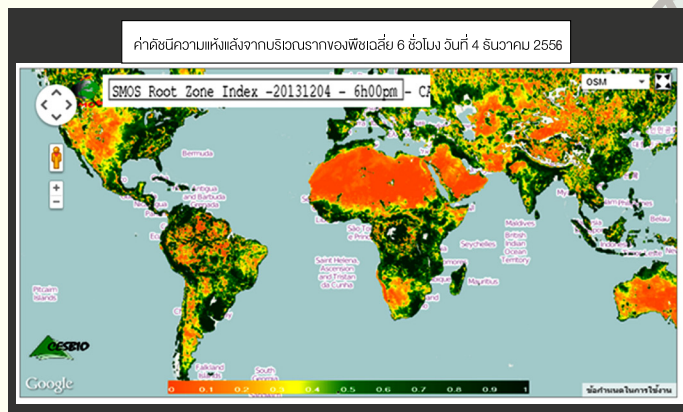
จากตัวอย่างที่กล่าวจะเห็นได้ว่า ความชื้นของดินมีความสำคัญต่อสภาพอากาศและภูมิอากาศเป็นอย่างมากและโมเดลทางคณิตศาสตร์ยังไม่สามารถคำนวณปริมาณความชื้นของดินและอุณหภูมิของพื้นดิน ให้มีความถูกต้องแม่นยำในการนำไปทำนายสภาพของอากาศและภูมิอากาศในอนาคต ตามแบบจำลองคณิตศาสตร์ทำนายภูมิอากาศไอพีซีซี (IPCC) พบว่า โมเดลทำนายการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินไม่ถูกต้อง ไม่สามารถระบุได้ว่าในอนาคตจะมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นหรือลดลง ตามรูปที่ 7

การตรวจวัดความชื้นของดินโดยใช้ดาวเทียม นั้น มีมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 โดย องค์การอวกาศยุโรป ESA (European Space Agency) ดาวเทียม SMOS ทำการตรวจวัดความชื้นของดินและความเค็มของมหาสมุทร โดยใช้ L-band interferometric radiometer เป็นตัวตรวจจับความร้อนจากพื้นดิน และ SMOS ได้ทำอุปกรณ์ใหม่ ระบุความชื้นของดินเฉลี่ยทุก 3 วัน ตามรูปที่ 8 และวัดดัชนีชี้ความแห้งแล้งของดินตามระดับความชื้นของดิน (Drought Index) (SDI) ตามรูปที่ 9 พบว่า ประเทศไทยภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเผชิญความแห้งแล้งระดับ 0.2-0.3 ด้านบนของประเทศแอฟริกา รวมถึงทะเลทรายซาฮารา และบริเวณตอนกลางของทวีปออสเตรเลียประสบความแห้งแล้งมากเช่นกัน (โดยมีค่าระดับความแห้งแล้งอยู่ที่ 0-0.1 ส่วนทวีปอเมริกา พื้นที่ทางด้านทิศตะวันตกประสบความแห้งแล้งซึ่งตรงข้ามกับทางด้านทิศตะวันออกส่วนใหญ่มีความชุ่มชื้น





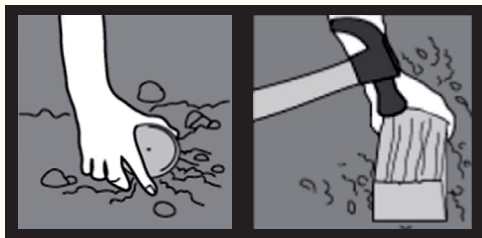
รูปที่ 8 แสดงแผนที่ความชื้นของดินของพื้นที่ทั่วโลก จากดาวเทียม SMOS ตั้งแต่วันที่ 28 ธันวาคม 2556 ถึง 30 ธันวาคม 2556 (ที่มา http://www.cesbio-ups-tlse.fr/SMOS_blog/?page_id=1810)



รูปที่ 9 แสดงแผนที่ SMOS soil moisture index จากพื้นที่บริเวณรากวันที่ 4 ธันวาคม 2556 พื้นที่สีส้ม และเหลืองแสดงถึงความแห้งแล้งของดิน ความชื้นของดินต่ำ สีน้ำเงินและสีเขียวแสดงถึงความชื้นของดินสูง

SMAP เป็นดาวเทียมดวงใหม่ที่สหรัฐอเมริกาจะส่งขึ้นไปยังอวกาศในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 เครื่องมือ SMAP รวมถึง Radiometer และเรดาร์ที่ทำงานที่ช่อง L-band ความถี่ 1.2-1.41 GHz เครื่องมือถูกออกแบบวัดค่าปลดปล่อยและสะท้อนกลับ (surface emission and backscatter) ซึ่งจะสามารถตรวจจับสภาพของดินได้แก่ ความชื้นของดิน และระยะการแข็งและการละลายของน้ำแข็งบนพื้นดินได้ในพื้นที่ที่มีสิ่งปกคลุมดินไม่หนาแน่นมาก ระยะทางการวัดเป็น 1,000 กิโลเมตร ซึ่งครอบคลุม 3 วันที่ตำแหน่งศูนย์สูตร และ 2 วัน ที่ตำแหน่ง ละติจูดเหนือบริเวณภูมิอากาศแบบป่าสน (Boreal Forest)

การตรวจวัดความชื้นของดินสามารถทำได้ง่าย
ตามหลักการตรวจวัดของโครงการ GLOBE วิธี Gravimetric



1. กำหนดจุดตาม SMAP block pattern โดยเก็บตัวอย่างดิน ที่ความลึก 5 เซนติเมตร แต่ละจุด อย่างน้อย 3 ตัวอย่าง เพื่อทำการตรวจวัด 3 ซ้ำ ให้กดกระป๋องลงไปในดินและตอกไม้ลงไปให้แน่น



2. ใช้เสียมขุดกระป๋อง โดยไม่ให้ตัวอย่างดินหกออกนอกกระป๋อง เขียนฉลากแสดงรายละเอียดของตัวอย่างดิน เช่น ชื่อจุดศึกษาของดิน ชื่อผู้เก็บตัวอย่างดิน วันที่เก็บตัวอย่างดิน



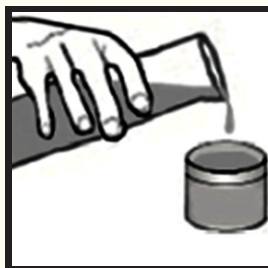
3. ชั่งน้ำหนักดินแต่ละตัวอย่างก่อนอบ โดยไม่ปิดฝา



4. นำตัวอย่างดินไปอบที่อุณหภูมิ 95 - 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5. ชั่งน้ำหนักของตัวอย่างดินหลังอบ แล้วคำนวณหาความชื้นตามสูตร ดังนี้

$$\text{ความชื้นในดิน (กรัม/กรัม)} = \frac{\text{มวลของดินเปียก} - \text{มวลของดินแห้ง}}{\text{มวลของดินแห้ง}}$$



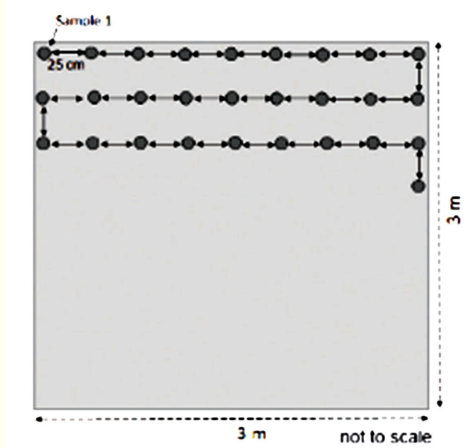
6. หาปริมาตรของภาชนะที่แห้งและสะอาดโดยใช้ cylinder ขนาด 500 มิลลิเมตร ใส่ น้ำลงในกระป๋องวัดปริมาตรเริ่มต้น (V_i) และปริมาตรสุดท้าย (V_f)

ใบบันทึกผลความชื้นของดินให้สามารถเปรียบเทียบได้กับ

ข้อมูลดาวเทียม (Soil moisture SMAP Block Pattern)

การเก็บตัวอย่างที่จะเปรียบเทียบกับข้อมูล SMAP นั้นต้องเก็บบนพื้นชั้นผิวดินบริเวณ 5 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างในตอนเช้าประมาณ เก้าโมงเช้า ซึ่งใกล้กับเวลาที่ดาวเทียม SMAP เก็บข้อมูล การเก็บตัวอย่างให้เก็บตัวอย่างในพื้นที่จัตุรัส 3 เมตร x 3 เมตร แต่ละตัวอย่างห่างกันประมาณ 25 เซนติเมตร ในแต่ละวัน

จุดศึกษา _____
 ชื่อผู้เก็บ _____
 วัน เดือน ปี _____
 เวลาท้องถิ่นที่เก็บ _____



ดินเปียกชื้นหรือไม่ ใช่ ไม่ใช่

วิธีการอบและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบ _____

การวัดน้ำหนัก

- น้ำหนักรวมภาชนะบรรจุก่อนอบ _____ กรัม
- น้ำหนักภาชนะบรรจุหลังอบ _____ กรัม
- น้ำหนักมวลดินเปียก (a-b) _____ กรัม
- น้ำหนักภาชนะบรรจุ _____ กรัม
- น้ำหนักมวลดินแห้ง (b-d) _____ กรัม

การวัดปริมาตรของภาชนะบรรจุ

การวัดปริมาตรของภาชนะบรรจุนั้นต้องมีการวัดทุก 10 ครั้งของการวัดน้ำหนัก วัดปริมาตรสุดท้ายของภาชนะบรรจุ 3 ครั้ง

ระหว่างทำการบันทึกผล

ตัวอย่างที่ 1 ปริมาตรเริ่มต้น (V_i) _____ มิลลิลิตร
 ปริมาตรสุดท้าย (V_f) _____ มิลลิลิตร
 ปริมาตรภาชนะ ($V_i - V_f$) _____ มิลลิลิตร

ตัวอย่างที่ 2 ปริมาตรเริ่มต้น (V_i) _____ มิลลิลิตร
 ปริมาตรสุดท้าย (V_f) _____ มิลลิลิตร
 ปริมาตรภาชนะ ($V_i - V_f$) _____ มิลลิลิตร

ตัวอย่างที่ 3 ปริมาตรเริ่มต้น (V_i) _____ มิลลิลิตร
 ปริมาตรสุดท้าย (V_f) _____ มิลลิลิตร
 ปริมาตรภาชนะ ($V_i - V_f$) _____ มิลลิลิตร

ปริมาตรเฉลี่ยให้คำนวณระหว่างทำการบันทึกผล

การสังเกตอื่น ๆ เพิ่มเติม _____



สแกนโค้ดนี้เพื่อ
ชมภาพเคลื่อนไหว

บรรณานุกรม

- Kellner O., D. Niyogi, M. Lei, A. Kumar (2011), The role of anomalous soil moisture on the 670 inland reintensification of Tropical Storm Erin (2007), Natural Hazards - Tropical 671 Cyclones of 21st Century Special Issue, DOI: 10.1007/s11069-011-9966-6.
- Kishtawal, C., D. Niyogi, M. Tewari, R. A. Pielke Sr., and M. Shepherd, 2010: Urbanization signature in the observed heavy rainfall climatology over India. Int. J. Climatol., 30, 1908–1916.
- Niyogi, Dev, Patrick Pyle, Ming Lei, S. Pal Arya, Chandra M. Kishtawal, Marshall Shepherd, Fei Chen, Brian Wolfe, 2011: Urban modification of thunderstorms: an observational storm climatology and model case study for the indianapolis urban region*. J. Appl. Meteor. Climatol., 50, 1129–1144. doi: http://dx.doi.org/10.1175/2010JAMC1836.1