

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินค่าความชื้นในดินโดยใช้ดัชนีพืชพรรณ
บริเวณไร่มันสำปะหลัง อำเภอบุรี จังหวัดนครราชสีมา

Estimating Soil Moisture Using Vegetation Indices in Cassava Field,
Khon Buri District, Nakhon Ratchasima Province

ขนิษฐา สุธธิบริบาล
สมนนิมิตร พุกงาม
ปิยพงษ์ ทองดินนอก

Kanitta Suttiboriban
Somnimirt Pukngam
Piyapong Tongdeenok

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forest, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
E-mail: tom_tam110@hotmail.com

รับต้นฉบับ 30 มีนาคม 2554

รับลงพิมพ์ 20 พฤษภาคม 2554

ABSTRACT

Soil moisture studies using vegetation indices were undertaken in a field of cassava, in Khon Buri District, Nakhon Ratchasima Province to investigate variations in the soil moisture. Two methods were used. The first was a gravimetric method involving direct soil moisture measurements that were taken every other month from May 2009 to March 2010. The second method measured moisture at a depth of 0–5 cm from the soil surface using frequency domain reflectometry. The objective was to study the variations in soil moisture at different plant growth stages. A second objective was to use remote sensing data from Landsat 5 TM satellite imagery to analyze vegetation indices related to soil moisture. Eight vegetation indices were examined—namely, ratio vegetation index (RVI), normalized difference vegetation index (NDVI), transformed normalized difference vegetation index (TNDVI), infrared percentage vegetation index (IPVI), green normalized difference vegetation index (GNDVI), difference vegetation index (DVI), vegetation index (VI) and normalized difference water index (NDWI). The results showed that the average soil moisture (SM) was 15.07% by volume. The maximum soil moisture in a plant growth stage was 24.98% by volume in the rooting stage and the minimum soil moisture was 7.25% by volume in the soil preparation stage. Soil moisture was estimated based on the remote sensing data using a vegetation index with eight parameters derived by multiple regression analysis. The regression equation that could express plant growth for all plant growth stages was $SM_{All} = 6.301 + 13.93 NDVI - 10.62 VI + 0.06 DVI$, ($R^2 = 0.97$); with the plant growth equation for the wet period being $SM_{Wet} = 8.402 - 14.84 VI + 13.9 NDVI$, ($R^2 = 0.91$); and for the dry period being $SM_{Dry} = 6.084 + 17.46 NDVI + 0.08 DVI - 10.66 NDWI$, ($R^2 = 0.98$), where SM_{all} , SM_{wet} and SM_{dry} are overall, wet season and dry season soil moisture (% by volume), respectively.

Keywords: Soil moisture, Vegetation indices, Cassava field, Nakhon Ratchasima

บทคัดย่อ

การประเมินค่าความชื้นในดินโดยใช้ดัชนีพืชพรรณ บริเวณไร่มันสำปะหลัง อำเภอบึงนาราง จังหวัดนครราชสีมา ทำการศึกษาความผันแปรความชื้นในดิน 2 วิธี คือ การตรวจวัดตรงโดยการวัดปริมาณความชื้นในดินแบบ gravimetric method แบบเดือนเว้นเดือน กำหนดช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 ที่ระดับความลึกจากผิวดิน 0-5 เซนติเมตร ร่วมกับการใช้เครื่องวัดความชื้นในดินแบบ frequency domain reflectometry (FDR) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความผันแปรของความชื้นในดินในแต่ละช่วงระยะการเติบโตของพืช และการประเมินค่าความชื้นในดินโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM วิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณที่มีความเกี่ยวข้องกับความชื้นในดิน โดยใช้ค่าดัชนีพืชพรรณ 8 ดัชนี คือ RVI, NDVI, TNDVI, IPVI, GNDVI, DVI, VI และ NDWI ผลศึกษาพบว่าความชื้นในดินเฉลี่ยตลอดปีมีค่าเท่ากับร้อยละ 15.07 โดยปริมาตร เมื่อพิจารณาความชื้นในดินตามช่วงระยะการเติบโตของพืช พบว่า ความชื้นในดินเฉลี่ยสูงสุดมีค่าเท่ากับร้อยละ 24.98 โดยปริมาตรในระยะลงหัว และความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 7.25 โดยปริมาตรในระยะเตรียมดิน เมื่อใช้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล หากความสัมพันธ์เชิงเส้นเชิงพหุระหว่างค่าความชื้นในดินที่วัดได้ในแต่ละระยะการเติบโตของพืชกับค่าดัชนีพืชพรรณ 8 ดัชนี มีรูปแบบความสัมพันธ์ตามฤดูกาล คือ ตลอดการเติบโตของพืช $SM_{All} = 6.301 + 13.93 NDVI - 10.62 VI + 0.06 DVI$ ($R^2 = 0.97$) ช่วงน้ำหลาก $SM_{Wet} = 8.402 - 14.84 VI + 13.9 NDVI$ ($R^2 = 0.91$) ช่วงแล้งฝน $SM_{Dry} = 6.084 + 17.46 NDVI + 0.08 DVI - 10.66 NDWI$ ($R^2 = 0.98$)

เมื่อ SM คือ ความชื้นในดิน หน่วยร้อยละโดยปริมาตร
 NDVI คือ normalized difference vegetation index
 VI คือ vegetation index
 DVI คือ difference vegetation index
 NDWI คือ normalized difference water index

คำสำคัญ: ความชื้นในดิน ดัชนีพืชพรรณ ไร่มันสำปะหลัง นครราชสีมา

คำนำ

ความชื้นในดินเป็นน้ำส่วนที่เก็บสะสมไว้ในดินซึ่งถูกระบายลงสู่ลำธารในเวลาที่ดินตกละเป็นน้ำส่วนที่ถูกนำมาใช้ในการเติบโตของพืชในช่วงเวลาที่ขาดแคลนน้ำ ความชื้นในดินที่อยู่เหนือระดับน้ำใต้ดินมีความสัมพันธ์ต่อการเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก โดยดินเป็นปัจจัยสำคัญที่มีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมโดยเฉพาะการปลูกมันสำปะหลังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะอุทกนิเวศวิทยาใกล้ผิวดิน เกิดการชะล้างพังทลายของดิน และส่งผลกระทบต่อ

เปลี่ยนแปลงลักษณะทางอุทกวิทยาอีกด้วย กล่าวคือ มีผลทำให้น้ำซึมลงดินได้น้อย ซึ่งส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำใต้ดินให้มีปริมาณน้อยตามไปด้วย ในอดีตการศึกษาความชื้นในดินจะเก็บข้อมูลเป็นจุด หากต้องการความละเอียดของข้อมูลทำให้ต้องมีการเก็บข้อมูลจำนวนมากทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงและต้องใช้เวลาในการนำข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลมาใช้ในการศึกษาความชื้นในดินเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้ได้ข้อมูลอย่างรวดเร็ว และสามารถศึกษาได้ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ การนำภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อใช้หาค่าดัชนีพืชพรรณต่างๆ โดยดัชนีเหล่านี้มีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป สามารถนำมาใช้อธิบายสภาพปัจจุบันของพื้นที่ ลักษณะการกระจายตัวและความ

เปลี่ยนแปลงของพืชพรรณได้ดีกว่าดาวแปรด้านภูมิอากาศ (Kogan, 1995) ซึ่งเป็นวิธีวัดความชื้นในดินทางอ้อม และ Landsat 5 TM มีการบันทึกข้อมูลทุกๆ 16 วัน จึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการติดตามและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรและสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้อย่างสม่ำเสมอ การคาดการณ์ปริมาณความชื้นในดินในพื้นที่ และการนำข้อมูลความชื้นในดินมาใช้ร่วมกับข้อมูลอื่นๆ จะเป็นประโยชน์มากยิ่งขึ้นในการวางแผนการจัดการลุ่มน้ำ

จังหวัดนครราชสีมาอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำมูล จากรายงานของกรมพัฒนาที่ดินพบว่าในปี พ.ศ. 2540 มีพื้นที่ป่าถึงร้อยละ 55.52 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด แต่ในปี พ.ศ. 2543 พื้นที่ป่าลดลงเหลือเพียงร้อยละ 17.28 เท่านั้น โดยมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร ร้อยละ 77.31 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด ซึ่งแบ่งเป็นพื้นที่นาข้าวร้อยละ 39.12 รองลงมาเป็นมันสำปะหลัง คิดเป็นร้อยละ 18.93 ของพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตร จากการที่พื้นที่ป่าส่วนใหญ่ได้กลายเป็นพื้นที่เพาะปลูกพืชเศรษฐกิจนั้น ผลที่ตามมาคือมีการสูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นซึ่งพืชเศรษฐกิจดังกล่าวมีความสามารถในการควบคุมความเป็นประโยชน์ของดินและน้ำได้น้อยกว่าพื้นที่ป่า ดังนั้น การประเมินค่าความชื้นในดินโดยใช้ดัชนีพืชพรรณ บริเวณไร่มันสำปะหลัง อำเภอครบุรี สามารถนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการพื้นที่ที่ปลูกมันสำปะหลัง และสามารถนำมาใช้ตรวจสอบค่าความชื้นในดินในแต่ละระยะการเติบโตได้อย่างทันสมัยและต่อเนื่อง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเลือกพื้นที่

การศึกษาครั้งนี้เลือกพื้นที่บริเวณไร่มันสำปะหลัง อำเภอครบุรี จังหวัดนครราชสีมา เดิมเป็นพื้นที่ติดตั้งสถานีตรวจวัดอากาศอัตโนมัติภายใต้โครงการวิจัย GEWEX Asian Monsoon Experiment Tropics (GAME-T) และ Coordinated Enhanced Observational

Period (CEOP) ซึ่งโครงการนี้ได้เสร็จสิ้นไปเมื่อปี พ.ศ. 2552 จึงได้ขอความอนุเคราะห์ขอใช้สถานีตรวจวัดอากาศอัตโนมัติต่อตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 - 2553 โดยเกษตรกรได้ทำการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 มีระยะปลูกเท่ากับ 120 x 60 เซนติเมตร ใช้วิธีการปลูกแบบปักตรง ด้วยท่อนพันธุ์ที่มีความยาวประมาณ 25 เซนติเมตร ที่ระดับความลึก 10 - 15 เซนติเมตร เมื่อโตเต็มที่มีความสูงประมาณ 2 - 3 เมตร และทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อมันสำปะหลังอายุได้ประมาณ 8 เดือน ได้ทำการกำหนดจุดวัดความชื้นในดิน และทำการวัดความชื้นในดินโดยใช้เครื่องวัดความชื้นในดินแบบ FDR ที่ระดับความลึก 0 - 5 เซนติเมตร

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เก็บข้อมูลความชื้นในดินด้วยเครื่องวัดความชื้นในดินแบบ frequency domain reflectometry (FDR) ที่ระดับความลึก 0 - 5 เซนติเมตร ทำการเก็บข้อมูลแบบเดือนเว้นเดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 โดยทำการวัดทุกๆ ระยะ 25 เมตรไปทางทิศเหนือ ตะวันออก ได้และตะวันตก ตามลำดับ เป็นจำนวน 40 จุดในแต่ละทิศ โดยให้จุดศูนย์กลางอยู่ที่สถานีตรวจวัดอากาศอัตโนมัติ
2. เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางฟิสิกส์และเคมี ทำการเก็บตัวอย่างดิน 3 จุด บริเวณไร่มันสำปะหลังในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 ซึ่งเป็นช่วงที่มันสำปะหลังอยู่ในระยะเพาะปลูก โดยสุ่มให้ทั่วพื้นที่
3. ข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจวัดอากาศอัตโนมัติ (automatic weather station; AWS) ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์จากเครื่องมือวัดเครื่องวัดอุณหภูมิอากาศและความชื้นสัมพัทธ์ (Air Temperature, Hygrometer) ความเร็วลมจากเครื่องมือวัดความเร็วลม (3 - Cup Anemometer) รังสีดวงอาทิตย์จากเครื่องมือวัดรังสีดวงอาทิตย์ (Radiometer) และปริมาณฝนจากเครื่องมือวัดปริมาณน้ำฝน (rain gage)

4. เตรียมข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM ที่มีความละเอียด 30x30 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา และวันที่บันทึกภาพใกล้เคียงกับวันที่เก็บความชื้นในดิน จำนวน 6 ภาพ คือ 1) วันที่ 20 มีนาคม พ.ศ. 2553 เป็นตัวแทนระยะเตรียมดิน 2) วันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2552 เป็นตัวแทนระยะเพาะปลูก 3) วันที่ 11 กรกฎาคม พ.ศ. 2552 เป็นตัวแทนระยะเริ่มเติบโต แต่เนื่องจากภาพมีเมฆมากจึงไม่สามารถนำข้อมูลภาพมาใช้วิเคราะห์ได้ 4) วันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2552 เป็นตัวแทนระยะลงหัว 5) วันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2552 เป็นตัวแทนก่อนเก็บเกี่ยวและ 6) วันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2553 เป็นตัวแทนระยะเริ่มเติบโต

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาค่าดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Indices) จากภาพถ่ายดาวเทียมนำข้อมูลภาพถ่าย Landsat 5 TM ทั้ง 6 ภาพ มาหาค่าดัชนีพืชพรรณ 8 ค่าคือ Ratio Vegetation Index (RVI), Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Transformed Normalized Difference Vegetation Index (TNDVI), Infrared Percentage Vegetation Index (IPVI), Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI), Difference Vegetation Index (DVI), Vegetation Index (VI) และ Normalized Difference Water Index (NDWI) ด้วย Erdas Imagine โดยใช้รูปแบบสมการ คือ

$$RVI = \text{Band4} / \text{Band 3}$$

$$NDVI = (\text{Band4} - \text{Band3}) / (\text{Band4} + \text{Band3})$$

$$TNDVI = \sqrt{NDVI+0.5}$$

$$IPVI = \text{Band4} / (\text{Band4} + \text{Band3})$$

$$DVI = \text{Band4} - \text{Band3}$$

$$GNDVI = (\text{Band4} - \text{Band2}) / (\text{Band4} + \text{Band4})$$

$$NDWI = (B4-B5) / (B4+B5)$$

$$VI = (\text{Band7} - \text{Band5}) / (\text{Band7} + \text{Band5})$$

2. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางสถิติ ระหว่างค่าความชื้นในดินที่ได้จากเครื่องวัดความชื้นในดินแบบ FDR มีหน่วยเป็นร้อยละโดยปริมาตร กำหนดให้เป็น

ตัวแปรตาม กับค่าดัชนีพืชพรรณ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมกำหนดให้เป็นตัวแปรอิสระ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการถดถอยเชิงเส้นเชิงพหุ (multiple regression) และหาค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ด้วยโปรแกรม Minitab 16

ผลและวิจารณ์

ความแปรผันของความชื้นในดินเฉลี่ยตามระยะการเติบโตของพืช

ความแปรผันของความชื้นในดินเฉลี่ยตามระยะการเติบโตของพืชบริเวณไร่มันสำปะหลัง พิจารณาในช่วงระดับความลึกที่ 0-5 เซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องจากที่ระดับความลึกดังกล่าวได้รับอิทธิพลจากรากและหัวของมันสำปะหลังที่อยู่ในระดับความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร ความชื้นในดินเฉลี่ยตลอดปีมีค่าเท่ากับร้อยละ 15.07 โดยปริมาตร โดยมีปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยตามระยะการเติบโตของพืชสูงสุดเท่ากับร้อยละ 24.98 โดยปริมาตรในเดือนตุลาคมซึ่งเป็นระยะลงหัว และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 7.25 โดยปริมาตรในเดือนมีนาคมซึ่งเป็นระยะเตรียมดิน และปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเท่ากับร้อยละ 8.88, 9.28, 18.71 และ 21.32 โดยปริมาตรในช่วงระยะก่อนเก็บเกี่ยว ลงหัว ปลูก และระยะเก็บเกี่ยวตามลำดับ ดังแสดงใน Table 1 ดังนี้

ช่วงระยะเตรียมดิน เกษตรกรทำการปักดินและไถพรวนดินทิ้งไว้รอจนกว่าฝนตกประมาณเดือนพฤษภาคม จึงทำการปลูกมันสำปะหลังอีกครั้งในฤดูถัดไป การที่ช่วงระยะเตรียมดินมีความชื้นในดินต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงเดือนมีนาคมมีอุณหภูมิและปริมาณรังสีดวงอาทิตย์สูงที่สุด เมื่อเทียบกับช่วงระยะเวลาอื่น

ระยะปลูกปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 18.71 โดยปริมาตร ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากระยะเตรียมดิน ทั้งนี้เนื่องจากเริ่มต้นเข้าสู่ฤดูฝน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีค่าสูงมากกว่าในระยะเตรียมดิน โดยความชื้นในดินเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากอิทธิพล

Table 1 Seasonal variation of soil moisture at depth 0 - 5 cm in a cassava field, Khon Buri district, Nakhon Ratchasima province.

Month, year	Plant growth stage	Soil moisture (% by volume) ¹					Monthly meteorological data			
		North	East	South	West	Average (% by volume)	Ta (°C)	RH (%)	Rs (watt/m ²)	Rainfall ² (mm)
Mar, 2010	Soil Preparation	6.00	6.81	7.43	8.75	7.25	28.50	66.07	389.82	38.40
May, 2009	Planting	20.20	17.24	18.10	19.31	18.71	26.38	80.38	380.02	150.00
Jul, 2009	Reproduction	10.00	9.02	8.80	9.28	9.28	27.05	72.90	357.28	114.90
Oct, 2009	Rooting	26.30	25.04	24.05	24.53	24.98	25.42	86.03	327.23	156.10
Dec, 2009	Before Harvesting	8.70	8.85	8.69	9.26	8.88	24.30	76.07	322.70	3.50
Jan, 2010	Harvesting	21.80	21.49	22.37	19.60	21.32	25.66	79.26	360.39	2.60
Average		15.50	14.70	14.91	15.12	15.07				

Note: Rs: Solar radiation (watt/m²); RH: Relative humidity (%); Ta: Temperature (°C)

¹ Soil samples was undertaken every 25 m for forty samples in each direction.

² Information Services Division and Statistical Analysis, Meteorological Department (2009).

ของฝน ถ้ามีฝนมากการซึมน้ำก็จะเพิ่มขึ้น (Sukurai *et al.*, 1991) สอดคล้องกับการศึกษาของอมลรัตน์ (2544) พบว่า ความผันแปรความชื้นในดินทุกบริเวณของป่าเบญจพรรณขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝน เมื่อมีปริมาณน้ำฝนมากจะทำให้ปริมาณน้ำในดินเพิ่มมากขึ้น และเมื่อปริมาณน้ำฝนน้อยลงหรือช่วงที่ไม่มีฝนตกลงมา ความชื้นในดินจะมีค่าเพียงเล็กน้อย ประกอบกับปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยมีค่าสูงขึ้นจากระยะแรก

ระยะเติบโต ปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 9.28 โดยปริมาตร มีค่าต่ำกว่าระยะปลูก เนื่องจากเป็นช่วงที่มันสำปะหลังมีการเติบโตค่อนข้างมาก จึงนำน้ำที่มีอยู่ในดินไปใช้มากกว่าปกติ จึงทำให้ความชื้นในดินเฉลี่ยช่วงนี้ต่ำ อีกทั้งอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในระยะนี้ลดลงจากระยะปลูก พอเข้าสู่ระยะลงหัว ปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยในระยะนี้มีค่าเพิ่มขึ้นมาก เมื่อเปรียบเทียบกับทุกช่วงระยะการเพาะปลูก ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณฝนเฉลี่ยและปริมาณความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเพิ่มขึ้นจากระยะเจริญเติบโต โดยความชื้นในดินที่ผันแปรนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำฝนที่ผิวดินได้รับ (เกษม และเพิ่มศักดิ์, 2522; วีระ และธรรมบุญ, 2536; Sukurai *et al.*, 1991) ประกอบกับระยะดังกล่าวนี้เกษตรกรทำการใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักต่างๆ เพื่อเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งการที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มมากขึ้นช่วยในการซึมน้ำลงสู่ดิน โดยอินทรีย์วัตถุมีความสามารถในการดูดซับน้ำไว้ในปริมาณที่มาก คือ ประมาณ 6-20 เท่าของน้ำหนัก เนื่องจากเป็นอนุภาคขนาดเล็กและมีลักษณะเป็นสารคอลลอยด์ จึงมีพื้นที่ดูดซับน้ำได้มากเป็นพิเศษ นอกจากนั้นอนุภาคของอินทรีย์วัตถุประกอบกันมีโครงสร้างลักษณะคล้ายฟองน้ำ มีช่องขนาดเล็กที่ดูดซับได้ดียิ่งมาก (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

ระยะก่อนเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง ความชื้นในดินเฉลี่ยมีค่าเท่ากับร้อยละ 8.88 โดยปริมาตร ทั้งนี้เนื่องจากเป็นช่วงฤดูหนาวมีอุณหภูมิเฉลี่ย 24.3 องศาเซลเซียสประกอบกับใบมันสำปะหลังเริ่มร่วงและมีแมลงกัดกินใบ เกิดโรคเพลี้ยแป้ง ทำให้เหลือพื้นที่ใบ

ปกคลุมน้อย จึงเกิดการระเหยของน้ำจากผิวดินได้ง่าย ส่วนความชื้นสัมพัทธ์และปริมาณรังสีดวงอาทิตย์มีค่าค่อนข้างสูง จึงทำให้ความชื้นในดินเฉลี่ยในช่วงนี้มีค่าค่อนข้างต่ำ และฝนตกน้อย ความชื้นในดินเฉลี่ยจึงต่ำกว่าเมื่อเทียบกับช่วงระยะเวลาอื่น

ระยะเก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง เป็นช่วงที่มีความชื้นในดินเฉลี่ยค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับในช่วงระยะเวลาอื่น ทั้งนี้เนื่องจากวันก่อนการเก็บข้อมูลความชื้นในดินได้มีฝนตกลงมาทำให้มีน้ำเก็บสะสมไว้ในดิน ทำให้ความชื้นในดินค่อนข้างสูงนั่นเอง และเนื่องจากเกษตรกรไม่ได้ทำการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังตามช่วงระยะเวลาที่กำหนด เพราะในระยะก่อนเก็บเกี่ยวเกิดโรคกับใบ ทำให้เกษตรกรต้องทำการฉีดยาฆ่าแมลงลงไป

ตลอดการเติบโตของพืช	$SM_{All} = 6.301 + 13.93 NDVI - 10.62 VI + 0.06 DVI \quad (R^2 = 0.97)$
ช่วงน้ำหลาก	$SM_{Wet} = 8.402 - 14.84 VI + 13.9 NDVI \quad (R^2 = 0.91)$
ช่วงแล้งฝน	$SM_{Dry} = 6.084 + 17.46 NDVI + 0.08 DVI - 10.66 NDWI \quad (R^2 = 0.98)$

จากสมการพบว่า NDVI มีความสัมพันธ์กับความชื้นในดินตลอดการเติบโตของพืช ช่วงน้ำหลาก และช่วงแล้งฝน เนื่องจาก NDVI เป็นดัชนีที่มีการสะท้อนช่วงคลื่นแสงได้ทั้งของดิน น้ำ และพืชพรรณ NDVI เป็นดัชนีพืชพรรณที่ใช้ตรวจสอบความแตกต่างของการดูดกลืนกลอโรฟิลล์ในพืชพรรณ ซึ่งในแต่ละช่วงฤดูกาลมีพืชพรรณเจริญเติบโตแตกต่างกัน จึงมีการสะท้อนของคลื่นที่แตกต่างกันด้วย เป็นที่นิยมใช้มากในปัจจุบัน ซึ่งสามารถประมาณค่าได้โดยง่ายจากภาพถ่ายดาวเทียม ส่วน VI มีความสัมพันธ์กับความชื้นในดินตลอดการเติบโตและช่วงน้ำหลาก เพราะ VI เป็นดัชนีที่มีความสัมพันธ์กับแบนด์ 5 และแบนด์ 7 ซึ่งเป็นแบนด์ที่จำแนกบริเวณหรือแหล่งน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงทางอุทกภูมิ ดังนั้นในช่วงน้ำหลากดัชนีนี้จึงมีการสะท้อนแสงได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับวิระภาส (2550) ได้ประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM ในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ เพื่อตรวจสอบศักยภาพของดาวเทียมในการประเมินค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ในป่าดิบแล้ง ซึ่งได้ทำการคัดเลือกดัชนีพืชพรรณจาก 12 ดัชนีพืชพรรณ และ

ส่งผลให้เกษตรกรไม่ได้เก็บเกี่ยวมันสำปะหลัง แล้วปล่อยให้มันสำปะหลังเจริญเติบโตอีกครั้ง ทำให้มีพื้นที่ผิวใบปกคลุมผิวดินไว้ ทำให้ผิวดินไม่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง การระเหยน้ำจากผิวดินจึงลดลง

การประเมินค่าความชื้นในดินโดยใช้ดัชนีพืชพรรณ

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางสถิติ ระหว่างค่าความชื้นในดินที่ได้จากเครื่องวัดความชื้นในดินแบบ FDR ตามฤดูกาล กำหนดให้เป็นตัวแปรตามกับค่าดัชนีพืชพรรณ 8 ค่าซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการถดถอยเชิงเส้นเชิงพหุ และหาค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีรูปแบบสมการ ดังนี้

ดัชนี VI ก็เป็นหนึ่งในตัวที่เลือกนำมาศึกษา ซึ่งเป็นโมเดลคำนวณที่มีอยู่ในโปรแกรม ERDAS Imagine ส่วน DVI และ NDWI เป็นดัชนีที่มีความสัมพันธ์กับความชื้นในดินตลอดการเติบโตของพืช และช่วงแล้งฝน ซึ่งทั้ง 2 ดัชนีนี้ใช้ในการตรวจสอบระดับความชื้นในดินหรือในพืชพรรณ ดังนั้นในช่วงแล้งฝนเป็นช่วงที่ขาดน้ำทำให้ดินแห้งและมันสำปะหลังมีน้ำที่เก็บสะสมในส่วนต่างๆ น้อย ทำให้มีการสะท้อนแสงได้ดี จึงมีความสัมพันธ์กับ DVI และ NDWI ด้วยเช่นกัน

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางสถิติ ระหว่างค่าความชื้นในดินที่ได้จากเครื่องวัดความชื้นในดินแบบ FDR ตามระยะการเติบโตของพืช กำหนดให้เป็นตัวแปรตาม กับค่าดัชนีพืชพรรณ 8 ค่าซึ่งเป็นตัวแปรอิสระ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการถดถอยเชิงเส้นเชิงพหุ และหาค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05 ในเดือนมีนาคม พฤษภาคม ตุลาคม ธันวาคม และ มกราคม พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดเท่ากับ 0.86, 0.87, 0.87, 85 และ 0.87 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Relationship of soil moisture pattern and different vegetation indices.

Order	Model	R ²
1	$SM_{Jan} = 7.814 + 18.3NDVI + 0.08DVI$	0.86
2	$SM_{Mar} = 2.035 + 30.1NDVI + 2.73RVI$	0.87
3	$SM_{May} = 7.1 - 18.97VI + 13.8TNDVI$	0.87
4	$SM_{Oct} = 12.76 + 15.23NDVI + 0.58RVI$	0.85
5	$SM_{Dec} = 3.77 + 16.3TNDVI + 20.3NDVI$	0.87

Note: R²: coefficient of determination;
 NDVI: normalized difference vegetation index;
 RVI: ratio vegetation index;
 VI: vegetation index;
 TNDVI: transformed normalized difference vegetation index;
 SM_{Jan}: Soil moisture in January;
 SM_{Mar}: Soil moisture in March;
 SM_{May}: Soil moisture in May;
 SM_{Oct}: Soil moisture in October;
 SM_{Dec}: Soil moisture in December.

ในเดือนมีนาคม ตุลาคม ธันวาคม และมกราคม พบว่า ค่าความชื้นในดินมีความสัมพันธ์กับค่า NDVI ซึ่งดัชนีความต่างของพืชพรรณ Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) เป็นดัชนีที่ใช้หาความสัมพันธ์ของพืชพรรณที่ปกคลุมพื้นผิวโลก เป็นดัชนีที่มีแนวโน้มในการหาสัดส่วนของพืชพรรณของเรือนยอด ความถูกต้องของดัชนีพืชพรรณมีความถูกต้องลดลงอันเนื่องมาจากชั้นบรรยากาศ ซึ่งดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณนี้จะแปรผันไปตามการเปลี่ยนแปลงของมวลสดของพื้นที่ และปัจจัยแวดล้อมภูมิอากาศอื่นๆ โดยดัชนี NDVI มีค่าอยู่ในช่วง -1 ถึง +1 ซึ่งแสดงถึงสิ่งปกคลุมพื้นผิวโลกที่แตกต่างกัน คือ พื้นน้ำมีค่า NDVI น้อยกว่า 0 พื้นดินโล่ง มีค่า NDVI อยู่ระหว่าง 0 - 0.1 และที่มีพืชปกคลุมมีค่า NDVI มากกว่า 0.1 ขึ้นไป (Holben, 1986) นอกจาก NDVI แล้วยังมีความสัมพันธ์กับดัชนีอื่นๆ ด้วย เนื่องจากความชื้นในดินเป็นค่าที่มีความซับซ้อนมาก ดังนั้นการใช้ดัชนีพืชพรรณในการประเมินค่าความชื้นในดินจึงต้องมีหลายดัชนี

ส่วนในเดือนพฤษภาคมพบว่า ค่าความชื้นในดินมีความสัมพันธ์กับค่า VI ซึ่ง Vegetation Index

(VI) เป็นดัชนีพืชพรรณที่ถูกอธิบายโดย Richard and Jia (2006) ศึกษาคุณภาพการปกคลุมของพืชพรรณ โดยใช้ VI จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM เป็นการคำนวณผลต่างระหว่างข้อมูลแบนด์อินฟราเรดสะท้อน (แบนด์ 7) กับข้อมูลแบนด์อินฟราเรดคลื่นสั้น (แบนด์ 5) หาค่าด้วยผลรวมระหว่างข้อมูลแบนด์อินฟราเรดสะท้อน (แบนด์ 7) กับข้อมูลแบนด์อินฟราเรดคลื่นสั้น (แบนด์ 5) โดยดัชนี VI มีค่าต่ำสุดเท่ากับ -1 และสูงสุดเท่ากับ +1 และ TNDVI เป็นดัชนีที่ใช้ตรวจสอบความแตกต่างของการดูดกลืนคลอโรฟิลล์ ซึ่งในเดือนพฤษภาคมเป็นระยะเริ่มเจริญเติบโต มันสำปะหลังกำลังแตกกิ่งก้าน ใบ ทำให้พื้นที่ใบปกคลุมผิวดินมาก TNDVI จึงเป็นดัชนีที่มีความสัมพันธ์กับความชื้นในดินในระยะนี้ด้วย สอดคล้องกับอกินันท์ (2545) ได้ประยุกต์ใช้ข้อมูลสำรวจระยะไกลในการจำแนกพื้นที่ป่าไม้และการประมาณมวลชีวภาพป่าไม้ โดยใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat 5 TM ได้ทำการหาความสัมพันธ์กับดัชนีพืชพรรณ 20 แบบ ซึ่งทำการคัดเลือกช่วงคลื่นที่สายตามองเห็นและช่วงคลื่นที่มีการสะท้อนพืชพรรณมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของค่าการสะท้อนแสง และดัชนี TNDVI ก็เป็นหนึ่งในตัวที่เลือกนำมาศึกษา

สรุป

การศึกษาความผันแปรของความชื้นในดินบริเวณไร่มันสำปะหลัง อำเภอบรรพตพิสัย จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้เครื่องวัดความชื้นดินแบบ FDR ทำการวัดความชื้นในดินทั้ง 4 ทิศ และทุกช่วงระยะการเติบโตของพืช ที่ระดับความลึกจากผิวดิน 0 - 5 เซนติเมตร ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 โดยการวัดมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ความชื้นในดินเฉลี่ยตลอดปีตามระยะการเติบโตของพืช มีค่าเท่ากับร้อยละ 15.07 โดยปริมาตร ความชื้นในดินเฉลี่ยตามช่วงระยะการเติบโตของพืช มีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 24.98 โดยปริมาตรในเดือนกันยายนซึ่งเป็นระยะเริ่มลงหัว และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับร้อยละ 7.25 โดยปริมาตรในเดือนมีนาคมซึ่งเป็นระยะพักดินและไถพรวน และในช่วงระยะก่อนเก็บเกี่ยว เริ่มลงหัว

เพาะปลูก และระยะเก็บเกี่ยว ปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเท่ากับร้อยละ 8.88, 9.28, 18.71 และ 21.32 โดยปริมาตร ตามลำดับ

การประเมินค่าความชื้นในดินโดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล โดยวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางสถิติ ระหว่างค่าความชื้นในดินที่ได้จากเครื่องวัดความชื้นในดินแบบ FDR กำหนดให้เป็นตัวแปรตามกับค่าดัชนีพืชพรรณ 8 ดัชนี ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมกำหนดให้เป็นตัวแปรอิสระ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการถดถอยเชิงเส้นเชิงพหุ และหาค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ด้วยโปรแกรม Minitab 16 เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติของสมการพบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ 0.05 โดยรูปแบบสมการที่ได้ดังนี้ คือ

จำแนกตามฤดูกาล

ตลอดการเติบโตของพืช	$SM_{All} = 6.301 + 13.93 NDVI - 10.62 VI + 0.06 DVI \quad (R^2 = 0.97)$
ช่วงน้ำหลาก	$SM_{Wet} = 8.402 - 14.84 VI + 13.9 NDVI \quad (R^2 = 0.91)$
ช่วงแล้งฝน	$SM_{Dry} = 6.084 + 17.46 NDVI + 0.08 DVI - 10.66 NDWI \quad (R^2 = 0.98)$

จำแนกตามระยะการเติบโตของพืช

ระยะเตรียมดิน	$SM_{Mar} = 2.035 + 30.1N DVI + 2.73 RVI \quad (R^2 = 0.87)$
ระยะปลูก	$SM_{May} = 7.1 - 18.97 VI + 13.8 TNDVI \quad (R^2 = 0.87)$
ระยะลงหัว	$SM_{Oct} = 12.76 + 15.23 NDVI + 0.583 RVI \quad (R^2 = 0.85)$
ระยะก่อนเก็บเกี่ยว	$SM_{Dec} = 3.77 + 16.3 TNDVI + 20.3 NDVI \quad (R^2 = 0.87)$
ระยะเก็บเกี่ยว	$SM_{Jan} = 7.814 + 18.3 NDVI + 0.08 DVI \quad (R^2 = 0.86)$

คำนิยาม

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 TM จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) และได้รับความสนับสนุนภายใต้การวิจัย GEWEX

Asian Monsoon Experiment Tropics (GAME - T) และ Coordinated Enhanced Observational Period (CEOP) ขอใช้สถานีตรวจวัดอากาศอัตโนมัติ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- เกษม จันทร์แก้ว และ เพ็ญศักดิ์ มกรากิรมย์. 2522. ปริมาณน้ำในช่วงแล้งฝนจากป่าดิบเขาโดยปลูก เชียงใหม่. การวิจัยลุ่มน้ำที่ห้วยคอกม้า เล่มที่ 34. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กองบริการข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ กรมอุตุนิยมวิทยา. 2552. ข้อมูลภูมิอากาศของสถานีตรวจวัดอากาศอำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา (พ.ศ. 2552 - 2553). กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วีระ พุกเจริญ และ ชรรมนนุญ แก้วอำพุท. 2536. ปริมาณน้ำในดินในพื้นที่ไร่ร้างและสวนป่าสามใบชั้นอายุต่างๆ อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่. บันทึกวิจัย. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- วีระภาส คุณรัตนศิริ. 2550. การประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5 Thematic Mapper ในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ (CD-ROM). ใน การประชุมวิชาการ การแผนที่และภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2550. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (มหaxon) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- อภิรักษ์ ชันธิราช. 2545. การประยุกต์ใช้ข้อมูลสำรวจระยะไกลในการจำแนกพื้นที่ป่าไม้ และการประมาณมวลชีวภาพป่าไม้ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยทับทัน - ห้วยสำราญ จังหวัดสุรินทร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อมรัตน์ เลี่ยมตระกูลพานิช. 2544. ความผันแปรของค่าความชื้นดินในป่าเบญจพรรณที่สถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง อำเภอดงพญาณี จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Holben, B.N. 1986. Characteristic of maximum-value composite image from temporal AVHRR data. *Int. J. Remote Sensing*. 17 (11) : 1417 - 1434.
- Kogan, F.N. 1995. Droughts of the late 1980s in the United States as derived from NOAA polarorbiting satellite data [Electronic version]. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 76(5): 655 - 668.
- Richard and Jia. 2006. *Remote Sensing Digital Image Analysis: An Introduction*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. New York City.
- Sukurai, K., V. Tanpiban, K. Muangni, B. Phuriyachor, S. Arki, T. Naganawa, G. Iwatsubo, T. Attanandana and B. Prachaiyo. 1991. Change in Soil Moisture and Temperature. pp. 267 - 279. In K.Yoda and P. Sahunalu, eds. *Improvement of Biological Productivity of Tropical Wasteland in Thailand*. Department of Biology, Osaka University, Japan.