

การสร้างชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่น้ำท่วมจากข้อมูลภาพเรดาร์ และแบบจำลองลุ่มน้ำ

เมธี เอกะสิงห์¹

เฉลิมพล สำราญพงษ์¹

และ ถาวร อ่อนประไพ¹

คำนำ

แผนที่เขตน้ำท่วมเป็นข้อมูลที่จำเป็นสำหรับประกอบการตัดสินใจทำการผลิตข้าวภายใต้สภาวะความเสี่ยงจากภัยธรรมชาติ การที่พื้นที่เพาะปลูกถูกน้ำท่วมบ่อยครั้งในระยะเวลาที่ทำความเสียหายให้กับต้นข้าว มีผลต่อการผลิตข้าวเป็นอย่างมาก จังหวัดพิษณุโลกเป็นจังหวัดหนึ่งที่ประสบอุทกภัยอยู่บ่อยครั้ง เนื่องจากความจุของแม่น้ำน่านและแม่น้ำยมไม่สามารถรองรับปริมาณน้ำในลำน้ำดังกล่าวในฤดูฝนบางปีได้ ทำให้พื้นที่เพาะปลูกข้าวเสียหาย จากเหตุการณ์ดังกล่าวนี้ จังหวัดพิษณุโลกซึ่งมีเนื้อที่ปลูกข้าว 1.6 ล้านไร่ในปีการเพาะปลูก 2537 พื้นที่ปลูกข้าวได้รับความเสียหายจากอุทกภัยถึง 15% ของพื้นที่ปลูกข้าวของจังหวัด (สำนักงานสถิติจังหวัดพิษณุโลก, 2538) สำหรับปีการเพาะปลูก 2538 มีเนื้อที่เสียหาย 32% ของพื้นที่ปลูกข้าว (สำนักงานสถิติจังหวัดพิษณุโลก, 2539) เมื่อพิจารณาผลผลิตข้าวเจ้าในฤดูเพาะปลูกทั้งสอง โดยคิดเฉลี่ยผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 617-681 กิโลกรัมต่อไร่ จังหวัดพิษณุโลกต้องสูญเสียปริมาณข้าวเจ้า 1.4-3.5 แสนตันต่อปี

แผนที่เขตน้ำท่วมสามารถสร้างได้จากการจำแนกข้อมูลจากเทคนิคการสำรวจระยะไกล (remote sensing) ซึ่งเป็นกระบวนการการได้มาซึ่งข้อมูลหรือคุณสมบัติของวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์ โดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัสวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์นั้น ด้วยการอาศัยข้อมูลภาพจากดาวเทียม สุวิทย์และคณะ (2525) ใช้ภาพดาวเทียม LANDSAT 3 แบนด์ 4, 5, 6 และ 7 ที่บันทึกได้ในขณะน้ำท่วม เพื่อวิเคราะห์และแปลภาพเปรียบเทียบกับภาพในช่วงฤดูแล้งด้วยสายตา (visual interpolation) พบว่าสามารถแยกขอบเขตน้ำท่วมที่ไม่สลับซับซ้อนได้ อย่างไรก็ตามเมฆเป็นอุปสรรคสำคัญที่จำกัดการใช้ข้อมูล ดังนั้นจึงมีการพัฒนาการใช้ระบบคลื่นสัญญาณไมโครเวฟ (Microwave) ซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถทะลุผ่านก้อนเมฆไปยังวัตถุ แล้วสะท้อนสัญญาณออกมาได้ เพื่อบันทึกข้อมูลในช่วงที่สภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยต่อการบันทึกข้อมูลด้วยระบบสะท้อนสัญญาณในช่วงคลื่นที่ตาสามารถมองเห็น (Profeti and Macintosh, 1997)

¹ ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ระบบดังกล่าว ได้แก่ ระบบเรดาร์ (Radio Detection and Ranging, RADAR) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้คลื่นในการตรวจจับวัตถุและแสดงขนาดของวัตถุนั้น โดยอาศัยการสะท้อนสัญญาณคลื่นไมโครเวฟที่ส่งมาจากอุปกรณ์บนดาวเทียมสำรวจทรัพยากร ดาวเทียม JERS-1 เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรของ the National Space Development Agency (NASDA) ประเทศญี่ปุ่น ถูกส่งขึ้นไปโคจรในวันที่ 11 กุมภาพันธ์ ค.ศ. 1992 มีระบบบันทึกข้อมูล 2 ระบบ คือ ระบบ Optical Sensor (OPS) และระบบ Synthetic Aperture Radar (SAR) การโคจรของดาวเทียมเป็นแบบ Sun-synchronous อยู่ที่ระดับความสูงเหนือเส้นศูนย์สูตร 568 กิโลเมตร จำนวน 15 รอบต่อวัน และโคจรกลับมาอยู่ที่ตำแหน่งเดิมทุก 44 วัน ในระบบ SAR ดาวเทียมใช้ความถี่ 1275 MHz L-band มีความละเอียดของภาพ 18 เมตร มีความกว้างของแนวบันทึก 75 กิโลเมตร ระหว่างแนวบันทึกมีการซ้อนทับกัน 19% (Koopmans, 1992; Nishidai, 1993) เนื่องจากเป็นระบบที่ผลิตสัญญาณส่งได้เอง ทำให้สามารถบันทึกข้อมูลได้โดยไม่จำกัดเวลาทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน นอกจากนี้คุณสมบัติสำคัญอีกประการหนึ่งคือ ความสามารถในการทะลุเมฆของสัญญาณเรดาร์ ทำให้บันทึกข้อมูลวัตถุในบริเวณที่เมฆปกคลุมได้ โดยเฉพาะในประเทศเขตร้อนซึ่งมีเมฆปกคลุมในฤดูฝน (เซาวลิต, 2536)

กระบวนการจำแนกรายละเอียดข้อมูลอาศัยพื้นฐานในการวิเคราะห์ 3 ประการ คือ การวิเคราะห์โดยอาศัยค่าการสะท้อนที่ปรากฏในข้อมูลภาพ การวิเคราะห์โดยอาศัยรูปร่างลักษณะขนาด หรือรูปแบบของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นและปรากฏในข้อมูลภาพ และการวิเคราะห์โดยอาศัยข้อมูลต่างช่วงเวลา (Lilesand and Kiefer, 1994)

การใช้ข้อมูลภาพเรดาร์ที่บันทึกต่างช่วงเวลาเพื่อวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมสามารถทำได้โดยการเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมคือ ช่วงหลังหรือใกล้เคียงกับเวลาที่ภาวะน้ำท่วมมีระดับสูงสุดเท่าที่จะเป็นไปได้ และในอีกช่วงเวลาอาจเป็นช่วงก่อนหรือหลังจากภาวะน้ำท่วมสิ้นสุดแล้ว รัศมี (2540) ใช้ข้อมูลจากดาวเทียม JERS-1 ระบบเรดาร์ในการจำแนกพื้นที่น้ำท่วม โดยใช้ข้อมูลที่บันทึกก่อนเกิดน้ำท่วมและขณะเกิดน้ำท่วม แล้วจำแนกด้วยวิธีการ Unsupervised classification ทำให้สามารถจำแนกพื้นที่น้ำท่วมในบริเวณจังหวัดชุมพร, ระนอง, พังงา, สุราษฎร์ธานี และตรัง ในปี พ.ศ. 2540 อาศัยค่าการสะท้อนพลังงานจากปริมาณความชื้นที่แตกต่างกัน Wang และคณะ (1995) ทำการศึกษาสัญญาณภาพเรดาร์ของพื้นที่น้ำท่วมป่าในประเทศบราซิล โดยการเปรียบเทียบอัตราส่วนของการสะท้อนระหว่างพื้นที่น้ำท่วมและพื้นที่ที่ไม่ถูกน้ำท่วม พบว่าในพื้นที่ป่าที่ไม่ถูกน้ำท่วม เมื่อความชื้นของดินมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 10% เป็น 50% ของปริมาณความชื้นดิน ค่าอัตราส่วนระหว่างพื้นที่น้ำท่วมต่อพื้นที่น้ำไม่ท่วมจะเพิ่มขึ้น ดังนั้น ปริมาณความชื้นในดินเป็นปัจจัยที่อาจมีผลกระทบต่อความแม่นยำของการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมโดยการใช้ข้อมูลภาพเรดาร์

ข้อมูลภาพจากดาวเทียม JERS-1 จึงเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการเก็บข้อมูลได้รวดเร็ว ตรงตามช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์ และข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องสูง อย่างไรก็ตามการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมโดยใช้ข้อมูลเรดาร์ยังมีปัญหาด้านการสะท้อนสัญญาณ ทำให้ไม่สามารถแยกแยะวัตถุต่างๆ ในบางสภาพพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีอาคารและต้นไม้สูงหนาแน่น เช่น บริเวณชุมชน (Cihlar et al., 1992) ข้อมูลที่ขาดหายไปนี้อาจได้มาจากการจำลองสถานการณ์น้ำท่วมโดยใช้แบบจำลองลุ่มน้ำ

วัชร (2538) ศึกษาการจำลองน้ำท่วมในลุ่มน้ำอุตะเกา โดยใช้แบบจำลอง MIKE11 ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนาโดย Danish Hydraulic Institute ประเทศเดนมาร์ก แบบจำลองนี้ใช้ค่าข้อมูลน้ำฝนรายวันเฉลี่ย ปริมาณน้ำระเหยรายวันเฉลี่ย สร้างเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Thiessen Polygon ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำและลักษณะทางธรณีวิทยาถูกนำเข้าไปใช้ในการพยากรณ์น้ำในจุดต่างๆ ของลำน้ำ ผลที่ได้พบว่าปริมาณน้ำที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงเวลาที่เกิดน้ำขึ้นสูงสุด แต่ในช่วงที่น้ำลด ค่าที่ได้จากการจำลองมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัด อย่างไรก็ตาม ผลการจำลองแสดงผลน้ำท่วมในลักษณะของเชิงตำแหน่งไม่สามารถแสดงให้เห็นข้อมูลในเชิงพื้นที่ได้

เพื่อให้ข้อมูลระดับน้ำตามลำน้ำสามารถแสดงเขตน้ำท่วมในเชิงพื้นที่ได้ Richard และ Kraus (1999) ใช้แบบจำลอง HEC-RAS ร่วมกับโปรแกรม ArcView GIS ในการสร้างพื้นที่น้ำท่วมจากข้อมูลจากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และแบบจำลองภูมิประเทศโครงข่ายสามเหลี่ยม โดยโปรแกรมจะรวบรวมข้อมูลค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ทางอุทกวิทยาและข้อมูลภาคตัดขวางของลำน้ำ และใช้สมการของแมนนิ่ง (Manning's Equation) ในการคำนวณลักษณะผิวหน้า ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของท้องน้ำ และอัตราการไหล รวมถึงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้คำนวณบริเวณท้อลอดและสะพาน ผลการจำลองสามารถแสดงในรูปแผนที่ได้ด้วยโปรแกรม ArcView GIS

แบบจำลองลุ่มน้ำ (Watershed Modeling System, WMS) เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นโดย Engineering Computer Graphic Laboratory (ECGL) มหาวิทยาลัย Brigham Young ประเทศสหรัฐอเมริกา โปรแกรมนี้ถูกออกแบบมาให้ทำหน้าที่จัดการรวบรวมข้อมูลทั้งในรูปแบบของข้อมูลสารสนเทศเชิงภูมิศาสตร์และข้อมูลแบบจำลองสภาพภูมิประเทศ เพื่อใช้ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ และสร้างแผนที่น้ำท่วมได้จากค่าระดับน้ำท่าตามสถานีวัดน้ำต่างๆ ที่ได้มีการจดบันทึกไว้ ผลจากการศึกษาการใช้ WMS จำลองลุ่มน้ำขนาด 1900 ตารางไมล์ในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยอาศัยแบบจำลองภูมิประเทศชนิดโครงข่ายสามเหลี่ยม (Triangulated Irregular Network, TIN) และระดับความสูงของน้ำในแม่น้ำตามสถานีวัดน้ำ เพื่อสร้างเป็นขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม พร้อมทั้งนำข้อมูลเส้นทางถนนและข้อมูลอ้างอิงตำแหน่งอื่นๆ ซ้อนทับกับพื้นที่น้ำท่วม พบว่า WMS สามารถระบุบริเวณที่เกิดปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาได้เป็นอย่างดี (ECGL, 1997)

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแผนที่อาณาเขตน้ำท่วมในจังหวัดพิษณุโลกจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม JERS-1 ในระบบ SAR พร้อมทั้งทดสอบการใช้แบบจำลองลุ่มน้ำ WMS เพื่อจำลองเขตน้ำท่วมจากข้อมูลระดับน้ำท่าที่วัดได้ตามจุดต่างๆ ของลำน้ำในการจำลองเขตน้ำท่วม ระยะเวลาที่น้ำท่วมขังและความลึกของน้ำที่ท่วมพื้นที่ รวมทั้งโอกาสเกิดน้ำท่วมในบริเวณต่างๆ ผลลัพธ์ที่ได้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงพื้นที่ สามารถจัดเก็บเป็นชั้นข้อมูลในระบบ GIS เพื่อนำไปวิเคราะห์ร่วมกับชั้นข้อมูลอื่นในการสร้างเป็นเขตการผลิตข้าวตามระบบนิเวศต่างๆ ซึ่งนำไปสู่การจำลองผลผลิตข้าวได้แม่นยำและสอดคล้องกับสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริงทำให้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าวที่พัฒนาขึ้นในโครงการวิจัยนี้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น

วิธีการศึกษา

การจำแนกพื้นที่น้ำท่วมในการศึกษานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การจำแนกพื้นที่น้ำท่วมด้วยข้อมูลภาพเรดาร์ และการจำลองพื้นที่น้ำท่วมด้วยระบบจำลองลุ่มน้ำ (WMS) ซึ่งประกอบด้วย การจำลองเขตน้ำท่วมรายวันและการสร้างแผนที่โอกาสการเกิดน้ำท่วม

การจำแนกพื้นที่น้ำท่วมด้วยข้อมูลภาพเรดาร์

การจำแนกด้วยวิธีการนี้ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอนคือ การเตรียมการก่อนการจำแนกรายละเอียดข้อมูล (pre-classification) ขั้นตอนต่อมาคือการจำแนกรายละเอียดข้อมูล (image classification) และขั้นตอนสุดท้ายเป็นขั้นตอนหลังการจำแนกรายละเอียด (post-classification) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการประเมินค่าความถูกต้องของแผนที่พื้นที่น้ำท่วมที่จำแนกได้ในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

การเตรียมการก่อนการจำแนกรายละเอียดข้อมูล

ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการที่ต้องทำทุกครั้งก่อนการวิเคราะห์และการจำแนกรายละเอียดข้อมูล เพื่อความถูกต้องของรายละเอียดในเชิงตำแหน่งและความชัดเจนของข้อมูล ประกอบด้วย การจัดการรายละเอียดของข้อมูล (data arrangement) การปรับปรุงคุณภาพข้อมูล (image enhancement) และการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่ง (image rectification)

การจัดการรายละเอียดข้อมูลระยะไกล

การจำแนกพื้นที่น้ำท่วมจากข้อมูลสำรวจระยะไกลเป็นการใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม JERS-1 ระบบสัญญาณเรดาร์ ประเภท SAR โดยอยู่ในช่วงคลื่น L-Band HH polarization ด้วยความถี่ 1.25 GHz หรือความยาวคลื่น 23 เซนติเมตร ความละเอียดของจุดสัญญาณภาพ 12.50x12.50 ตารางเมตร พื้นที่ศึกษาในจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดใกล้เคียง ครอบคลุมข้อมูล Bulk full scene

(75x75 ตารางกิโลเมตร) จำนวน 9 ภาพ ใช้ข้อมูลภาพ 2 ช่วงระยะเวลาคือ ในช่วงเวลาก่อนการเกิดน้ำท่วมและช่วงขณะเกิดน้ำท่วม

ข้อมูลภาพเรดาร์จากดาวเทียม JERS-1 ได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ จัดเก็บอยู่ในรูปแบบเทปดาวเทียม (Computer Compatible Tape, CCT) เมื่อแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่โปรแกรม ERDAS Imagine 8.1 (ERDAS, 1991) สามารถอ่านได้แล้ว จึงจัดการข้อมูลพื้นฐานและปรับปรุงข้อมูลภาพที่ได้ถูกบันทึกไว้ใน 2 ช่วงระยะเวลาคือ วันที่ 17 พฤษภาคม 2538 และวันที่ 27 กันยายน 2538 ให้มีระบบพิกัด (coordinate system) เป็นระบบ NUTM (North/Universal Transverse Mercator) อยู่ในกริดโซน (grid zone) ที่ 47 โดยหน่วยการจัดการภาพ (unit) เป็นเมตร ขนาดรายละเอียดของภาพ (resolution) ถูกปรับให้เป็นขนาด 30x30 ตารางเมตร

การปรับปรุงข้อมูลภาพ

เนื่องจากข้อมูล SAR มีสัญญาณรบกวน (speckle noise) ซึ่งเกิดจากคลื่นเรดาร์ที่สะท้อนกลับอย่างไม่เป็นระเบียบจากวัตถุบนผิวโลกที่มีปฏิสัมพันธ์กัน (interaction) ทำให้เกิดจุดภาพสีดำที่เป็นสัญญาณรบกวนอยู่บนข้อมูลภาพ ขั้นตอนแรกของการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลภาพคือ การลดปริมาณจุดภาพสีดำของสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Speckle Suppression ในชุดโปรแกรม Radar ของ ERDAS Imagine การลดปริมาณจุดสัญญาณรบกวนดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอน คือ ครั้งแรกใช้วิธีการ Sigma filter (Lee, 1981) ขนาดหน้าต่างการคำนวณ 7x7 จากนั้นในครั้งที่สองใช้วิธีการ Median filter ขนาดหน้าต่างการคำนวณ 7x7 ปรับปรุงข้อมูลภาพอีกครั้งหนึ่ง ข้อมูลภาพที่ได้จากการลดปริมาณจุดสัญญาณจะเห็นรายละเอียดในภาพได้อย่างชัดเจนกว่าเดิม

การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลอีกขั้นตอนหนึ่งที่ได้นำมาใช้คือ การพิจารณาค่าการกระจายตัวของความถี่ (histogram) ของค่าการสะท้อนและปรับให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมด้วยวิธี linear stretching ซึ่งเป็นผลทำให้ค่าข้อมูลในภาพมีการกระจายตัวออกในสัดส่วนที่ต่อเนื่องบนพื้นฐานของสมการเส้นตรง (linear equation) และไม่ใช้เส้นตรง (non-linear equation) ซึ่งการปรับปรุงคุณภาพทำเพื่อปรับค่าการสะท้อนของภาพที่จะนำมาเชื่อมต่อ (mosaic) ให้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน

การปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่ง

การปรับแก้ค่าความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งเป็นการปรับค่าความบิดเบี้ยวของข้อมูลภาพโดยการโยงยึดภาพให้เป็นไปตาม map projection ขั้นตอนการปรับแก้เชิงตำแหน่งใช้วิธีการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน RMS Errors (Root Mean Square errors) แบบ image to image

rectification โดยการกำหนดจุดควบคุมภาคพื้น (Ground Control Points, GCPs) กระจายทั่วทั้งข้อมูลภาพเป็นจำนวน 16-25 จุด ขึ้นอยู่กับรายละเอียดและลักษณะภูมิประเทศของข้อมูลภาพ จุดดังกล่าวจะถูกอ้างอิงค่าพิกัดตำแหน่งจากข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT ที่ได้รับการตรวจสอบและปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงตำแหน่งแล้ว ค่าความคลาดเคลื่อนที่ต้องถูกปรับสามารถคำนวณจากวิธีการคำนวณ Least mean square regression ผลการคำนวณจะได้ค่าสัมประสิทธิ์ที่นำมาประกอบหาค่า RMS Errors ด้วยสมการโพลีโนเมียล ค่า RMS Errors จะเป็นค่าที่ระบุเกณฑ์การยอมรับได้ของความถูกต้องเชิงตำแหน่งในการปรับแก้ความคลาดเคลื่อนแต่ละภาพ (Jansen, 1986) โดยทั่วไป ค่า RMS Errors ควรมีค่าอยู่ในช่วงไม่เกินขนาดรายละเอียดภาพ (resolution) ของภาพนั้น

การจำแนกรายละเอียดข้อมูล

การศึกษาเพื่อจำแนกพื้นที่น้ำท่วมด้วยข้อมูลระยะไกลนี้ ใช้วิธีการสร้างสัดส่วนข้อมูลใน 2 ช่วงเวลา โดยใช้ข้อมูลที่บันทึกไว้ในวันที่ 17 พฤษภาคม 2538 เป็นช่วงที่ไม่เกิดน้ำท่วม และข้อมูลวันที่ 27 กันยายน 2538 เป็นช่วงที่เกิดน้ำท่วมขึ้นในบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยสร้างสมการอัตราส่วนข้อมูลระหว่างค่าการสะท้อนของเดือนพฤษภาคมบวกกับเดือนกันยายน แล้วนำค่าที่ได้หารด้วยค่าการสะท้อนของเดือนพฤษภาคมลบด้วยเดือนกันยายน

ขั้นตอนหลังการจำแนกรายละเอียด

ขั้นตอนหลังการจำแนกรายละเอียดเป็นขั้นตอนที่ทำหลังจากการจำแนกรายละเอียดเสร็จสิ้นแล้ว ขั้นตอนดังกล่าวคือการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนก (accuracy assessment) ซึ่งใช้วิธีการ Error matrix (Verbyla, 1995) และ Kappa statistics (Congalton, 1995) เพื่อประเมินความถูกต้องของข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากการจำแนก

การประเมินความถูกต้องของการจำแนกประกอบด้วยการสุ่มจุดตัวอย่างในห้องปฏิบัติการและการออกสำรวจภาคสนาม การสุ่มจุดสำรวจทำด้วยโปรแกรม ERDAS Imagine โดยทำการสุ่มทั้งสิ้น 124 จุด เป็นจุดที่จำแนกเป็นพื้นที่น้ำท่วม 56 จุด และจุดที่จำแนกได้น้ำไม่ท่วม 68 จุดกระจายทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา จุดที่สุ่มได้จะมีค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ ในการสำรวจภาคสนามได้ใช้ระบบกำหนดตำแหน่งพิกัดด้วยดาวเทียม (Global Positioning System, GPS) เป็นเครื่องมือในการนำทางไปยังจุดสุ่มแต่ละจุด เนื่องจากเหตุการณ์น้ำท่วมได้ผ่านไปแล้วในปีพ.ศ. 2538 ข้อมูลภาคสนามจะได้รับการสอบถามเกษตรกรและบุคคลที่อยู่ในพื้นที่ขณะเกิดน้ำท่วมครั้งนั้น นำข้อมูลที่ได้จากภาคสนามมาเปรียบเทียบกับผลการจำแนกเพื่อสร้างเป็นตารางความคลาดเคลื่อนของการจำแนก และใช้วิธีการประเมินความถูกต้องด้วยวิธีการข้างต้น

การจำลองพื้นที่น้ำท่วมด้วยระบบจำลองลุ่มน้ำ

การจำลองพื้นที่น้ำท่วมด้วยระบบจำลองลุ่มน้ำประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ การจำลองเขตน้ำท่วมในระบบจำลองน้ำท่วม และการสร้างแผนที่น้ำท่วมและแผนที่โอกาสการเกิดน้ำท่วม

การเตรียมข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

แบบจำลองภูมิประเทศโครงข่ายสามเหลี่ยม

เนื่องจากระบบจำลองลุ่มน้ำสามารถแปลงค่าความสูงของภูมิประเทศได้จากแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลข หรือ DEM ให้เป็นภูมิประเทศชนิดโครงข่ายสามเหลี่ยม (TIN) ได้ จึงได้ใช้ข้อมูลแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลขที่โครงการได้จัดทำไว้แล้ว (เมธี และคณะ, 2543)

การสร้างโครงข่ายลำน้ำ (Stream Networks)

ในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลข ได้มีการจัดเตรียมข้อมูลเส้นทางน้ำจากแผนที่ภูมิประเทศ จึงนำมาใช้ในระบบจำลองลุ่มน้ำ โดยทำการปรับปรุงข้อมูลทางน้ำให้เป็นไปตามลักษณะภูมิประเทศที่สร้างขึ้น ขั้นตอนได้ทำการสร้างชั้นข้อมูลทิศทางการไหลของน้ำ (flow direction) ในรูปแบบกริด เพื่อกำหนดทิศทางการไหลของน้ำตามทิศทางความชันสูงสุดระหว่างช่องกริดแต่ละช่องที่อยู่ติดกัน จากนั้นจึงสร้างชั้นข้อมูลการรวมตัวกันของน้ำ (flow accumulation) โดยค่าที่ได้ในแต่ละช่องกริดเป็นจำนวนช่องกริดที่มีน้ำไหลมารวมกันที่ช่องกริดนั้น เมื่อกำหนดค่าวิกฤติให้กับชั้นข้อมูลการรวมตัวกันของน้ำ สามารถสร้างเป็นชั้นข้อมูลโครงข่ายลำน้ำ (stream network) ได้

แม้ว่าโครงข่ายลำน้ำที่ได้จะมีความถูกต้องตามลักษณะการระบายน้ำในภูมิประเทศ แต่ในสภาพพื้นที่ราบลุ่ม ทิศทางการไหลมักมีความสับสน ทำให้เส้นทางน้ำไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในแผนที่ภูมิประเทศ จึงได้ใช้เทคนิค “burn in” ในการสร้างโครงข่ายลำน้ำและขอบเขตลุ่มน้ำตามวิธีการของ Maidment (1996) และ Malacon (1998) โดยการแปลงข้อมูลเส้นทางน้ำที่ได้จากแผนที่ภูมิประเทศให้อยู่ในรูปกริด แล้วเพิ่มข้อมูลดังกล่าวลงในแบบจำลองภูมิประเทศก่อนที่จะนำไปสร้างเป็นข้อมูลทิศทางการไหลและข้อมูลการรวมตัวของน้ำ ทำให้สามารถสร้างข้อมูลโครงข่ายลำน้ำได้อย่างถูกต้อง

ข้อมูลระดับน้ำทำรายวัน (Stage Height)

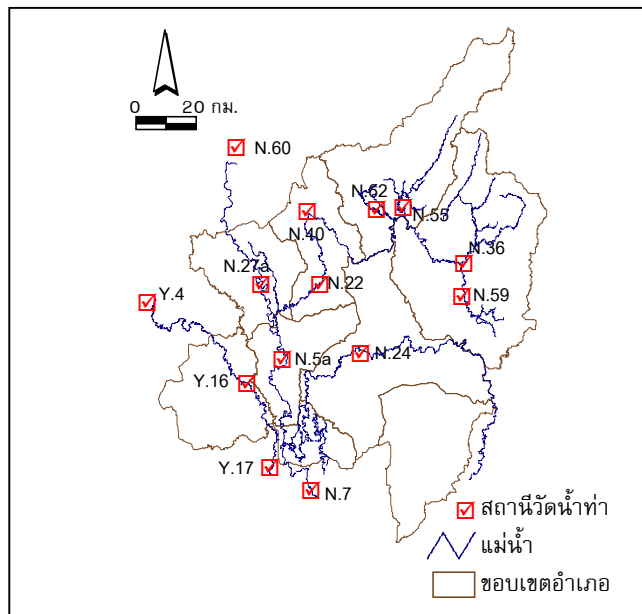
กองอุทกวิทยา กรมชลประทาน ได้ทำการบันทึกปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำในลำน้ำที่สำคัญของประเทศไทย สำหรับแม่น้ำยม แม่น้ำน่าน และลำน้ำสาขาของแม่น้ำทั้งสองในบริเวณจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดใกล้เคียง มีการบันทึกข้อมูลตั้งแต่ พ.ศ. 2500 ถึง 2539 รวม 14 สถานี (TRID, 1967-1998) (รูปที่ 4-1) การเก็บข้อมูลระดับน้ำท่าของกองอุทกวิทยาที่สถานี

วัดน้ำจะบันทึกเป็นค่าความสูงของระดับผิวน้ำในลำน้ำวัดจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (mean sea level, msl) นำข้อมูลระดับน้ำทำที่บันทึกเป็นข้อมูลรายวันของแต่ละสถานี มาจัดเรียงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ระบบจำลองลุ่มน้ำต้องการ

การจำลองพื้นที่น้ำท่วมด้วยระบบจำลองลุ่มน้ำ

หลังจากแปลงข้อมูลภูมิประเทศเชิงตัวเลข ให้อยู่ในรูปแบบ ASCII ในโปรแกรม ARC/INFO เพื่อให้ระบบจำลองลุ่มน้ำสามารถอ่านค่าความสูงของภูมิประเทศได้ จึงนำเข้าข้อมูลโครงข่ายลำน้ำและข้อมูลคันดินกั้นน้ำที่กรมชลประทานสร้างขึ้นเพื่อป้องกันน้ำท่วมจากข้อมูลเชิงพื้นที่โครงข่ายชลประทาน (เมธี และ สุรีย์พร, 2541) ทำการสร้างแบบจำลองภูมิประเทศโครงข่ายสามเหลี่ยมในแบบจำลองลุ่มน้ำด้วยข้อมูลภูมิประเทศเชิงตัวเลข โครงข่ายลำน้ำ และคันดินกั้นน้ำ จากนั้นกำหนดโครงข่ายลำน้ำให้แก่แบบจำลอง โดยให้ทิศทางการไหลของน้ำมีทิศทางจากท้ายน้ำไปยังต้นน้ำ

ใช้ข้อมูลระดับน้ำทำรายวันของกรมชลประทานที่ได้จัดเตรียมไว้เป็นแฟ้มข้อมูลที่แบบจำลองลุ่มน้ำอ่านได้ในการจำลองเขตน้ำท่วม การจำลองเขตน้ำท่วมจำแนกตามความลึกของระดับน้ำที่ท่วมซึ่ง สามารถกำหนดได้จากการกำหนดทางเลือกของการสร้างน้ำท่วมก่อนที่จะสร้างเป็นเขตน้ำท่วมด้วยแบบจำลองลุ่มน้ำ จากนั้นแปลงเป็นชั้นข้อมูลในระบบของโปรแกรม ARC/INFO ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลเขตน้ำท่วมรายวันที่สามารถนำไปวิเคราะห์สร้างชั้นข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมในแต่ละปี และชั้นข้อมูลโอกาสการเกิดน้ำท่วมในรอบจำนวนปีที่มิข้อมูลระดับน้ำทำได้



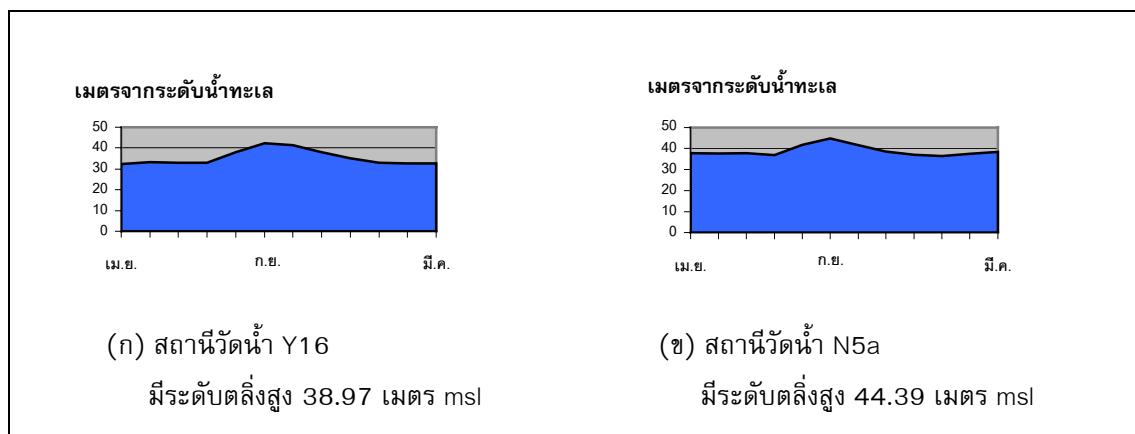
รูปที่ 4-1 แผนที่ตำแหน่งสถานีวัดน้ำทำในจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดใกล้เคียง

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไปของภาพเรดาร์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลระดับน้ำรายวันที่จัดบันทึกไว้ตามสถานีวัดน้ำท่าต่างๆ ของกรมชลประทานในช่วงระหว่างเดือนเมษายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539 พบว่าในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม ปริมาณน้ำท่าในลำน้ำทั้งสองอยู่ในระดับต่ำ ไม่สามารถก่อให้เกิดภาวะน้ำท่วมเนื่องจากการล้นตลิ่งของน้ำท่าได้ (รูปที่ 4-2)

ตั้งแต่เดือนสิงหาคมพบว่าปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำยมซึ่งวัดได้ที่สถานี Y16 บริเวณอำเภอบางระกำ ระดับน้ำได้ขึ้นสูงจนกระทั่งล้นระดับตลิ่งตั้งแต่วันที่ 21 สิงหาคม จากนั้นระดับน้ำได้ขึ้นสูงสุดในวันที่ 16 กันยายน แล้วจึงลดระดับลงจนต่ำกว่าระดับตลิ่งในวันที่ 6 พฤศจิกายน รวมเป็นระยะเวลา 47 วัน สำหรับปริมาณน้ำท่าที่วัดได้ ณ สถานีวัดน้ำ N5A ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำน่านบริเวณอำเภอมืองพิษณุโลก สูงกว่าระดับตลิ่งในวันที่ 3 กันยายน แล้วระดับน้ำขึ้นสูงสุดในวันที่ 9 กันยายน โดยปริมาณน้ำท่าได้ลดลงเล็กน้อยและทรงตัว แล้วจึงลดลงในระดับปกติในวันที่ 29 กันยายน รวมระยะเวลา 28 วัน

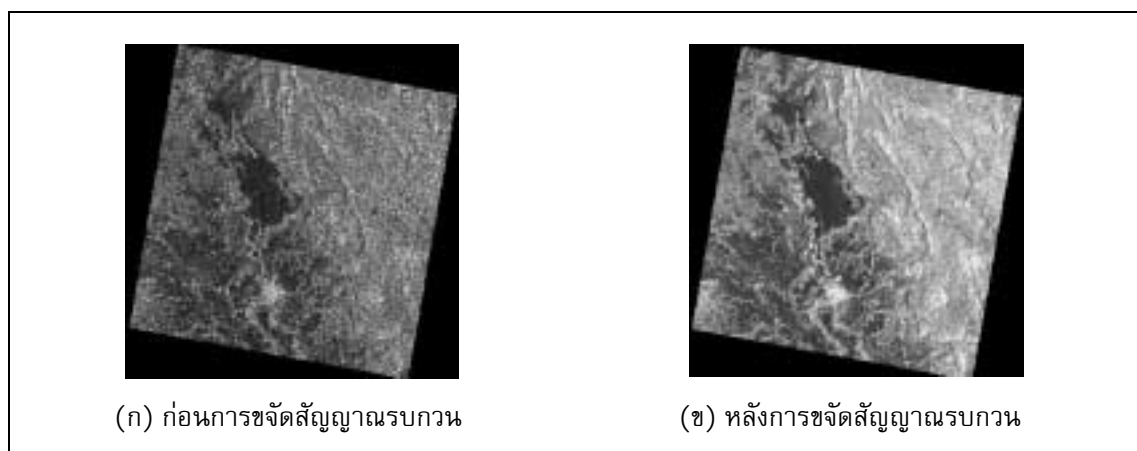


รูปที่ 4-2 ระดับน้ำรายเดือนตั้งแต่เดือนเมษายน 2538 ถึงเดือนมีนาคม 2539 ที่วัดได้ในแม่น้ำยม (สถานี Y16) และแม่น้ำน่าน (สถานี N5a)

ข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับข้อมูลภาพเรดาร์ที่นำมาใช้ในการศึกษา โดยข้อมูล SAR จากดาวเทียม JERS-1 เป็นภาพที่ทำการบันทึกไว้ในวันที่ 17 พฤษภาคม 2538 ซึ่งเป็นช่วงที่ระดับน้ำที่สถานี Y16 และสถานี N5A มีระดับน้ำในลำน้ำต่ำกว่าระดับตลิ่ง 4.73 เมตร และ 6.62 เมตร ตามลำดับ ข้อมูลในวันที่ 27 กันยายน 2538 ระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำเดียวกันมีระดับสูงล้นตลิ่ง โดยมีความสูง 3.42 เมตร และ 0.53 เมตร ตามลำดับ ข้อมูลทั้งสองช่วงเวลาจึงอยู่ในเงื่อนไขของการนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทำการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมด้วยวิธีการสร้างสัดส่วนข้อมูลระหว่างช่วงเวลา

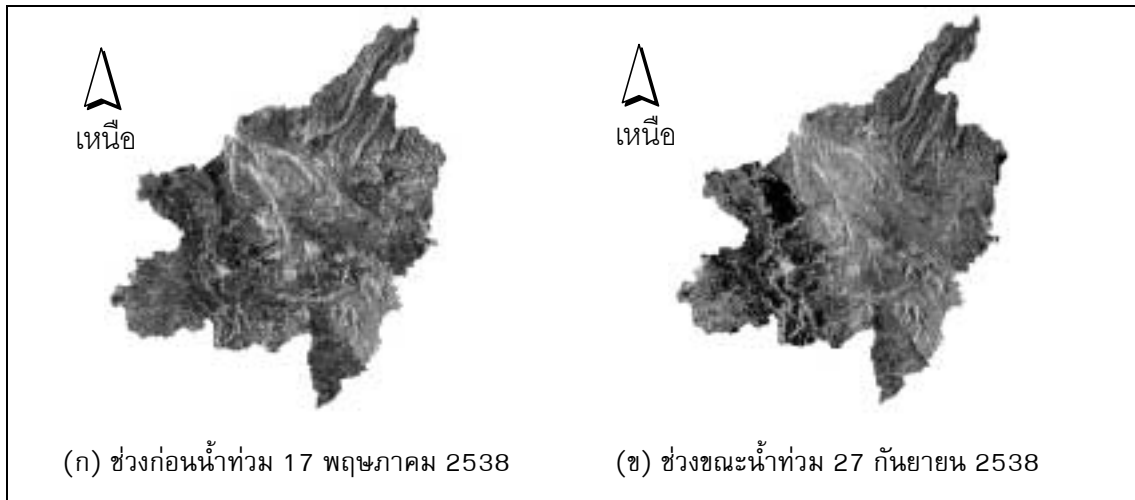
การขจัดสัญญาณรบกวนในข้อมูลภาพเรดาร์

ข้อมูลภาพเรดาร์ที่นำมาวิเคราะห์จำเป็นต้องกำจัดสัญญาณรบกวน (speckle noise) ที่บดบังรายละเอียดข้อมูลในบริเวณศึกษา การใช้ Sigma filter ตามวิธีการของ Lee (1981) ด้วยหน้าต่างการคำนวณ 7×7 ซึ่งอาศัยการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลด้วยค่า covariance ของข้อมูล แล้วตามด้วยการทำ Median filter หน้าต่างการคำนวณ 7×7 มีผลทำให้จุดต่างดำที่เป็นสัญญาณรบกวนลดลง (รูปที่ 4-3) ได้ผลเช่นเดียวกับกับรายงานของ Delmeire (1997) ซึ่งใช้ Sigma filter ในการขจัดสัญญาณรบกวนในข้อมูลภาพ SAR ของดาวเทียม ERS-1 เพื่อวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมในประเทศฝรั่งเศส



รูปที่ 4-3 ข้อมูลภาพเรดาร์บริเวณอำเภอเมืองและอำเภอรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก ช่วงขณะน้ำท่วม วันที่ 27 กันยายน 2538 ก่อนและหลังการทำ Sigma filter ขนาดหน้าต่างการคำนวณ 7×7 และ Median filter ด้วยหน้าต่างการคำนวณขนาดเท่ากัน

การใช้การกระจายตัวของความถี่สะสม (histogram) ของค่าการสะท้อน และปรับค่าให้อยู่ในช่วงค่าที่เหมาะสมด้วยวิธี linear stretching มีผลทำให้ค่าข้อมูลในภาพมีการกระจายตัวอย่างเป็นสัดส่วน สามารถต่อข้อมูลภาพเรดาร์เข้าด้วยกันจนครอบคลุมพื้นที่ศึกษาได้ทั้งหมด (รูปที่ 4-4) ลักษณะภาพที่ปรากฏบริเวณสีดำในภาพเกิดจากพื้นผิวที่มีลักษณะราบเรียบ เช่น บริเวณที่เกิดน้ำท่วมและแหล่งน้ำที่มีการสะท้อนคลื่นสัญญาณน้อย หรือสะท้อนสัญญาณในทิศทางออกห่างจากเครื่องรับสัญญาณ ในขณะที่พื้นผิวอื่นๆ จะปรากฏภาพสัญญาณในลักษณะและสีที่แตกต่างกันตามคุณสมบัติของวัตถุนั้น



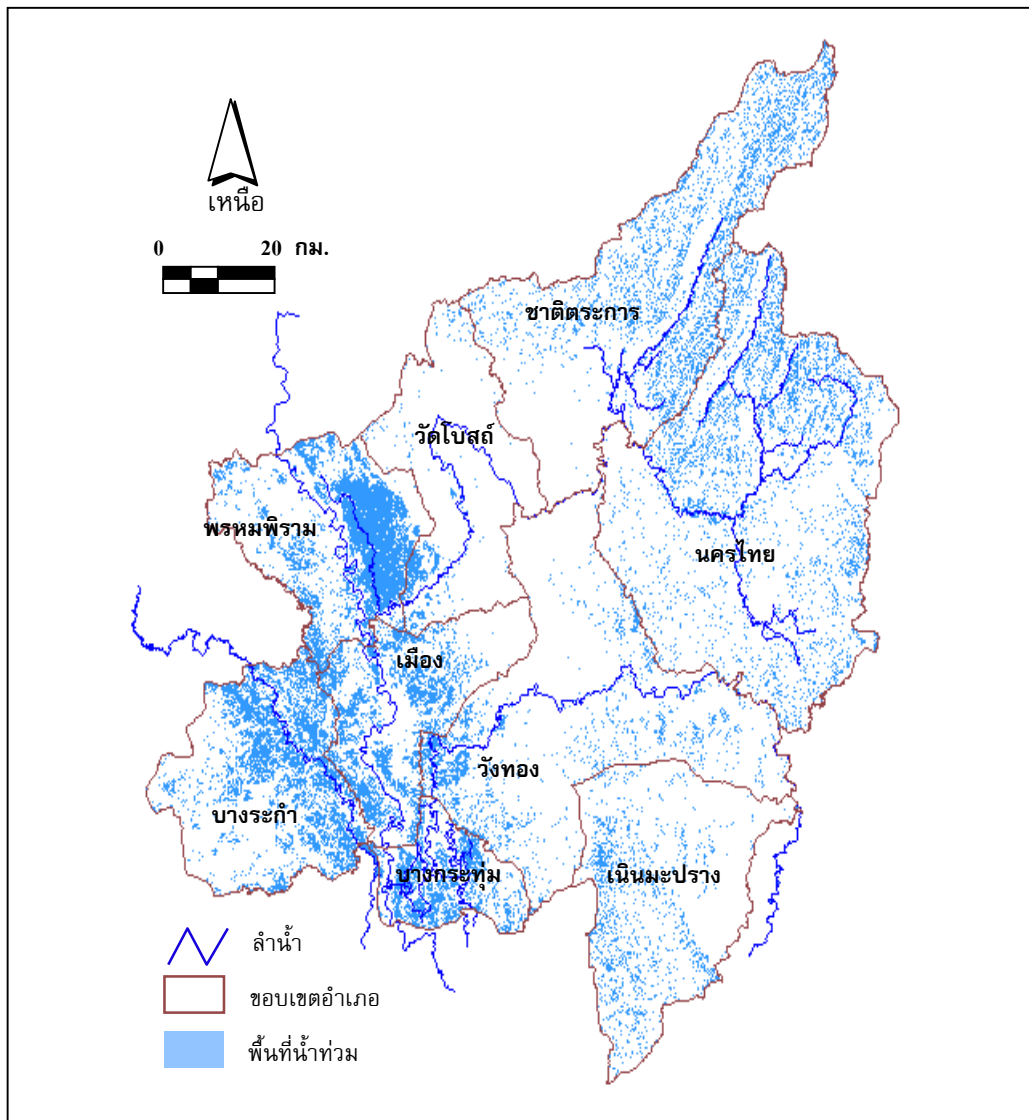
รูปที่ 4-4 ข้อมูลภาพถ่ายเรดาร์บริเวณจังหวัดพิษณุโลกช่วงก่อนน้ำท่วมและขณะน้ำท่วม

การจำแนกรายละเอียดข้อมูล

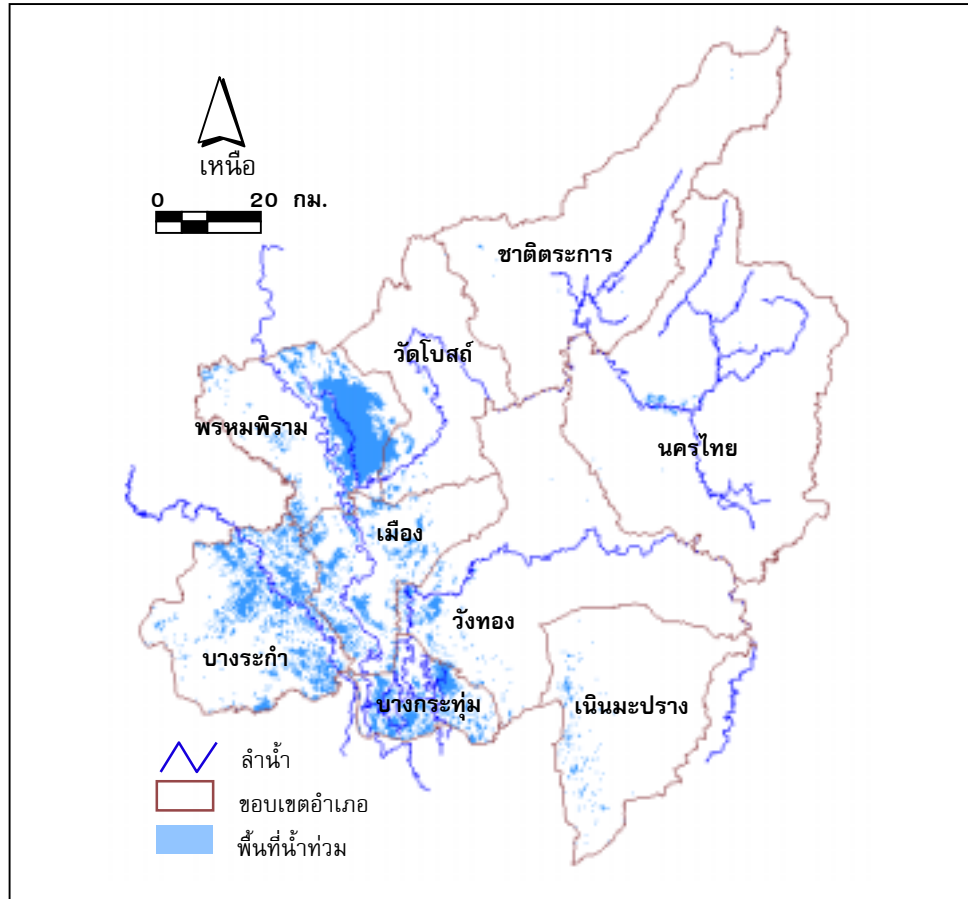
เมื่อนำข้อมูลภาพถ่ายเรดาร์ช่วงก่อนน้ำท่วมและขณะน้ำท่วม มาจำแนกพื้นที่น้ำท่วมด้วยวิธีการจำแนกแบบไม่ควบคุม โดยใช้เทคนิค ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique) พบว่าต้องกำหนดชั้นข้อมูลเริ่มต้น (number of class) เท่ากับ 30 ชั้น และทำการคำนวณซ้ำ (number of iteration) เป็นจำนวน 100 ครั้ง เปอร์เซ็นต์ความคงที่ของผลการจำแนก (percent of unchanged) เท่ากับ 98% ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของข้อมูลแต่ละชั้นข้อมูลเท่ากับ 0.1 และความแตกต่างของค่าต่ำสุดถึงค่าเฉลี่ย (minimum distance to mean) เท่ากับ 0.3 จากนั้นจึงแจกแจงและยุบรวมชั้นข้อมูลลงเพื่อจำแนกพื้นที่น้ำท่วมออกจากการใช้ที่ดินชนิดอื่น ผลการจำแนกไม่สามารถแยกบริเวณน้ำท่วมออกจากพื้นที่ป่าไม้บริเวณภูมิประเทศที่เป็นภูเขาได้ (รูปที่ 4-5) ดังนั้นจึงใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วน (ratioing) ระหว่างช่วงเวลาแทน

การสร้างข้อมูลภาพใหม่จากค่าอัตราส่วนข้อมูลภาพต่างช่วงเวลา จะได้ข้อมูลภาพที่มีทั้งค่าบวกและลบ เมื่อพิจารณาข้อมูลภาพที่ได้จากการจำแนกแบบไม่ควบคุมที่ได้รับการจำแนกเป็นพื้นที่น้ำท่วม ทำการสกัดข้อมูลในกลุ่มดังกล่าวมาทำเป็นเขตสำหรับสรุปค่าสถิติข้อมูลภาพอัตราส่วน (summarize zone) พบว่าค่าเฉลี่ยของข้อมูลอัตราส่วนที่ปรากฏในขอบเขตดังกล่าวนั้นมีค่า -0.97 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.01 จึงเลือกใช้ค่าเฉลี่ยบวกและลบด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานซึ่งอยู่ในช่วงค่า -4.98 ถึง 3.05 เป็นค่าในการจำแนกพื้นที่น้ำท่วม จากนั้นแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบราสเตอร์เป็นข้อมูลแบบเวกเตอร์ (รูปที่ 4-6) แผนที่น้ำท่วมที่ได้จากข้อมูลภาพดาวเทียมสามารถนำไปวิเคราะห์ร่วมกับชั้นข้อมูลอื่นในฐานะข้อมูลเชิงพื้นที่อื่น เช่น ขอบเขตการปกครอง ทางน้ำ ลักษณะภูมิประเทศ ขอบเขตโครงการชลประทาน เป็นต้น พบว่าข้อมูลภาพถ่ายเรดาร์สามารถจำแนกเขตน้ำท่วมได้ดีพอสมควร สอดคล้องกับรายงานของสำนักงานชลประทาน

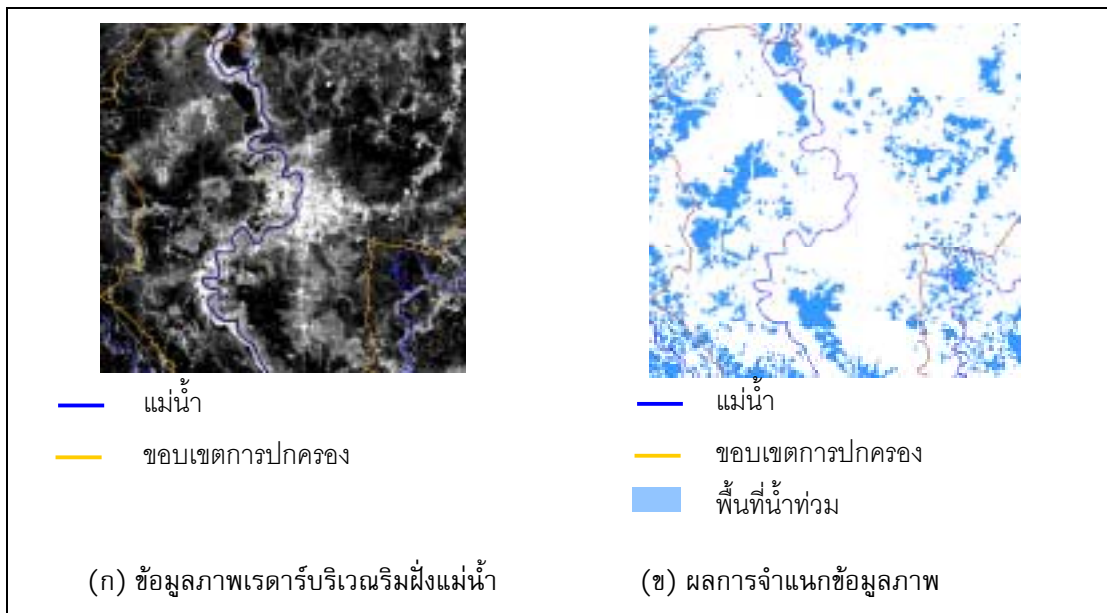
ที่ 3 จังหวัดพิษณุโลกว่ามีพื้นที่น้ำท่วมภายในโครงการชลประทานนครสวรรค์เกิดขึ้นเป็นบริเวณกว้าง คิดเป็นเนื้อที่ 92,200 ไร่ จากพื้นที่โครงการทั้งสิ้น 94,700 ไร่ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลภาพเรดาร์ ไม่สามารถจำแนกพื้นที่น้ำท่วมบริเวณริมฝั่งแม่น้ำและบริเวณตัวเมืองพิษณุโลกที่ปรากฏเป็นสีขาว ในภาพข้อมูล ทั้งที่รายงานระดับน้ำทำบริเวณตัวเมืองพิษณุโลกมีระดับสูงกว่าตลิ่ง 53 เซนติเมตร (รูปที่ 4-7)



รูปที่ 4-5 พื้นที่น้ำท่วมจากการจำแนกแบบไม่ควบคุม (Unsupervised classification) ข้อมูลภาพเรดาร์จากดาวเทียม JERS-1 โดยการผสมข้อมูลเดือนกันยายน กันยายน และ พฤษภาคม เป็นสีแดง เขียว และน้ำเงิน ตามลำดับ



รูปที่ 4-6 พื้นที่น้ำท่วมจากการจำแนกข้อมูลภาพถ่ายเรดาร์ดาวเทียม JERS-1 วันที่ 27 กันยายน 2538 ด้วยวิธีการสร้างอัตราส่วนข้อมูล



รูปที่ 4-7 การเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลภาพถ่ายเรดาร์ที่ปรากฏเป็นสีขาวบริเวณตัวเมืองและริมฝั่งน้ำ กับผลการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมด้วยวิธีการสร้างอัตราส่วนข้อมูล

การประเมินความถูกต้องของการจำแนกเขตน้ำท่วม

การตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการจำแนกพื้นที่น้ำท่วม โดยการเปรียบเทียบผลการจำแนกกับผลการตรวจสอบในภาคสนามตามตารางที่ 4-1 พบว่าความถูกต้องโดยรวม (overall accuracy) ของการจำแนกเท่ากับ 80% โดยที่ผลการประเมินความถูกต้องในแง่ของผู้จำแนก (producer accuracy) แสดงให้เห็นว่าความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมเท่ากับ 64% ขณะที่การจำแนกพื้นที่น้ำไม่ท่วมถูกต้อง 93% เมื่อพิจารณาผลการประเมินความถูกต้องในแง่ของผู้ใช้ (user accuracy) พบว่าในบรรดาพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมนั้น โอกาสที่ผู้ใช้พบว่าบริเวณนั้นมีน้ำท่วมจริงเท่ากับ 87% ส่วนบริเวณที่ถูกจำแนกว่าเป็นพื้นที่น้ำไม่ท่วมนั้น ผู้ใช้มีโอกาสพบว่าน้ำไม่ท่วมจริงเท่ากับ 76% สำหรับการประเมินความถูกต้องด้วยวิธีการวิเคราะห์สถิติ Kappa พบว่าค่าสถิติโดยรวม (overall \hat{K}) เท่ากับ 0.58 โดยค่า Conditional \hat{K} สำหรับพื้นที่น้ำท่วมและพื้นที่น้ำไม่ท่วมเท่ากับ 0.76 และ 0.42 ตามลำดับ

ตารางที่ 4-1 ตาราง Error matrix เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมด้วยข้อมูล SAR โดยวิธีการสร้างอัตราส่วนข้อมูล

ข้อมูลจากการจำแนก	ข้อมูลจากภาคสนาม		
	น้ำท่วม	น้ำไม่ท่วม	รวม
น้ำท่วม	36	5	41
น้ำไม่ท่วม	20	63	83
รวม	56	68	124

Producer's Accuracy		User's Accuracy	
น้ำท่วม	$36/56 = 0.64$	น้ำท่วม	$36/41 = 0.87$
น้ำไม่ท่วม	$63/68 = 0.93$	น้ำไม่ท่วม	$63/83 = 0.76$
Overall Accuracy = 0.80			
Overall Kappa = 0.58		Conditional Kappa _{flood}	= 0.76
		Conditional Kappa _{non-flood}	= 0.42

จากตารางที่ 4-1 แสดงให้เห็นว่าการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมโดยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเรดาร์ยังให้ผลความคลาดเคลื่อนอยู่ในบางส่วน ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่ศึกษาจังหวัดพิษณุโลกเป็นพื้นที่ที่มีการทำนาตลอดปี หลังจากการเก็บเกี่ยวแล้วจะมีการเตรียมที่และสูบน้ำเข้าพื้นที่นาทันทีเพื่อปลูกข้าวในช่วงต่อไป ด้วยเหตุนี้ ค่าการสะท้อนของภาพเรดาร์ในเดือนพฤษภาคมจึงปรากฏพื้นที่สีดำ เนื่องจากพื้นที่นาที่มีการสูบน้ำเข้าที่นาแล้ว จะดูดกลืนพลังงาน ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับพื้นที่น้ำท่วม ปัญหาดังกล่าวจึงเป็นอุปสรรคหนึ่งในการจำแนก

ปัญหาอีกประการหนึ่งของการจำแนกข้อมูลด้วยภาพเรดาร์คือ ภาพสัญญาณเรดาร์ที่นำมาวิเคราะห์ในวันที่ 27 กันยายน 2538 เป็นช่วงเวลาที่มีปริมาณน้ำท่ารายวันที่วัดได้จากสถานีวัดน้ำต่าง ๆ ในแม่น้ำยมและแม่น้ำน่านบริเวณพื้นที่ศึกษาได้ขึ้นสูงกว่าระดับตลิ่งมาเป็นช่วงระยะเวลาหนึ่งและผ่านจุดสูงสุดไปแล้ว พื้นที่เขตน้ำท่วมที่ได้จากการวิเคราะห์จึงอาจแผ่กว้างไม่มากเท่ากับในช่วงเวลาการขึ้นสูงสุดของระดับน้ำ ประกอบกับไม่มีหน่วยงานใดสร้างแผนที่เขตน้ำท่วมปีพ.ศ. 2538 เพื่อใช้เป็นแผนที่อ้างอิง (reference map) ได้ การประเมินความถูกต้องอาศัยวิธีการสัมภาษณ์เกษตรกรในจุดสุ่มตัวอย่างหลังจากเกิดเหตุการณ์แล้ว 2 ปี อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ วิธีการหนึ่งซึ่งสามารถช่วยให้การสร้างแผนที่เขตน้ำท่วมแม่นยำมากยิ่งขึ้นคือการใช้แบบจำลองลุ่มน้ำ WMS ซึ่งนำมาใช้ในการจำลองเขตน้ำท่วมในช่วงเวลาใกล้เคียงกับการบันทึกภาพ โดยอาศัยสภาพภูมิประเทศและระดับน้ำท่าที่วัดได้จริงที่สถานีวัดน้ำในช่วงเวลาดังกล่าว

ผลการจำลองเขตน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง WMS

พื้นที่น้ำท่วม ณ เวลาใดเวลาหนึ่งในสภาพความเป็นจริง นอกจากจะขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศแล้ว ยังขึ้นอยู่กับช่วงเวลาในการเอ่อล้นของน้ำในลำน้ำ โครงสร้างทางวิศวกรรมที่มีผลโดยตรงต่อการควบคุมน้ำท่วม เช่น แนวคันดินกั้นน้ำ ตำแหน่งท่อลอด ถนน สะพาน เป็นต้น ดังนั้นการจำลองพื้นที่น้ำท่วมจึงต้องพิจารณาปัจจัยเหล่านี้ประกอบ

ผลของช่วงเวลาที่น้ำเอ่อล้นต่อการจำลองน้ำท่วม

แบบจำลอง WMS ต้องการข้อมูลน้ำเข้าเป็นระดับน้ำในลำน้ำซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา การเลือกวันที่ทำการจำลอง มีผลกระทบต่อผลการจำลองเขตน้ำท่วมที่จำลองได้ตามพลวัตของน้ำในลำน้ำ จากการทดสอบการจำลองเขตน้ำท่วมโดยนำเข้าข้อมูลระดับน้ำท่า 3 ช่วงเวลา คือ วันที่ 2 กันยายน 2538 ซึ่งเป็นวันที่ระดับน้ำท่าได้ระดับสูงสุดที่สถานีวัดน้ำท่าที่อยู่เหนือจังหวัดพิษณุโลกเล็กน้อย วันที่ 6 กันยายน 2538 เมื่อระดับน้ำท่าสูงสุดที่อำเภอพรหมพิราม และวันที่ 27 กันยายน 2538 เป็นวันที่ดาวเทียม JERS-1 บันทึกข้อมูลเรดาร์ ผลการทดสอบพบว่าในวันที่ 2 กันยายน (รูปที่ 4-8(ก)) มีระดับน้ำสูงกว่าตลิ่ง ทำให้เกิดน้ำท่วมกินบริเวณกว้างตั้งแต่อำเภอพรหมพิรามจนถึงอำเภอบางกระทุ่ม และมีพื้นที่บางส่วนในอำเภอนครไทยและอำเภอชาติตระการเกิดน้ำท่วมเป็นบริเวณไม่กว้างขวางนัก เมื่อระดับน้ำที่อำเภอพรหมพิรามเริ่มสูงขึ้น

ในวันที่ 6 กันยายน (รูปที่ 4-8(ข)) ระดับน้ำท่าในลำน้ำน่านเหนือจังหวัดพิษณุโลกจะเริ่มลดลง ระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นที่อำเภอพรหมพิรามทำให้เกิดพื้นที่น้ำท่วมเป็นบริเวณกว้างในเขตอำเภอเมือง และอำเภอวังทอง ส่วนพื้นที่น้ำท่วมที่จำลองได้ในวันที่ 27 กันยายน จะเริ่มลดลง เนื่องจากระดับน้ำท่าในสถานีวัดน้ำต่างๆ เริ่มลดลง (รูปที่ 4-8(ค))

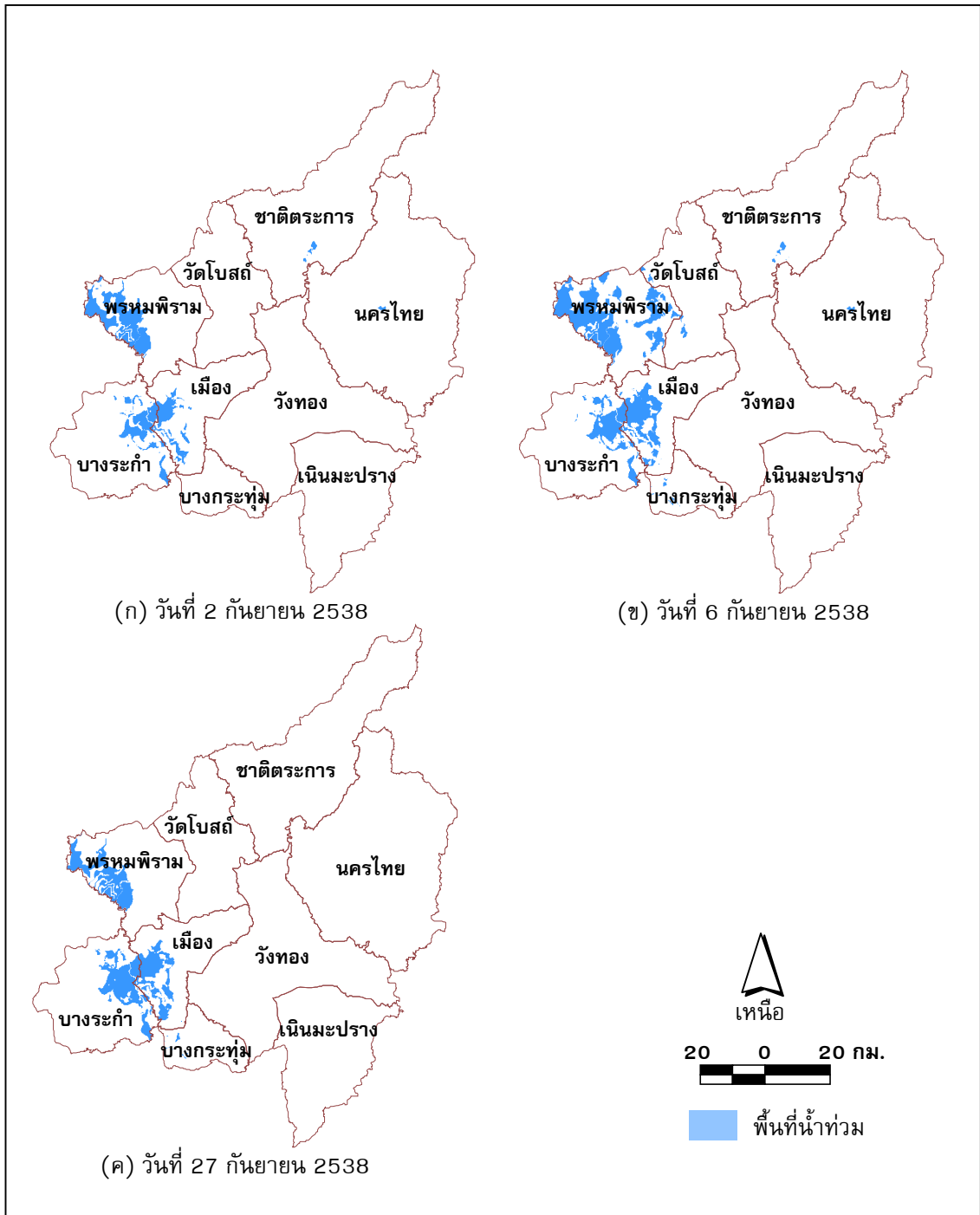
แบบจำลอง WMS ต้องการข้อมูลนำเข้าเป็นระดับน้ำในลำน้ำซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาดังนั้น การเลือกวันที่ทำการจำลองมีผลกระทบต่อผลการจำลองเขตน้ำท่วมที่จำลองได้ตามพลวัตของน้ำในลำน้ำ

ผลของคันดินกั้นน้ำต่อการจำลองเขตน้ำท่วม

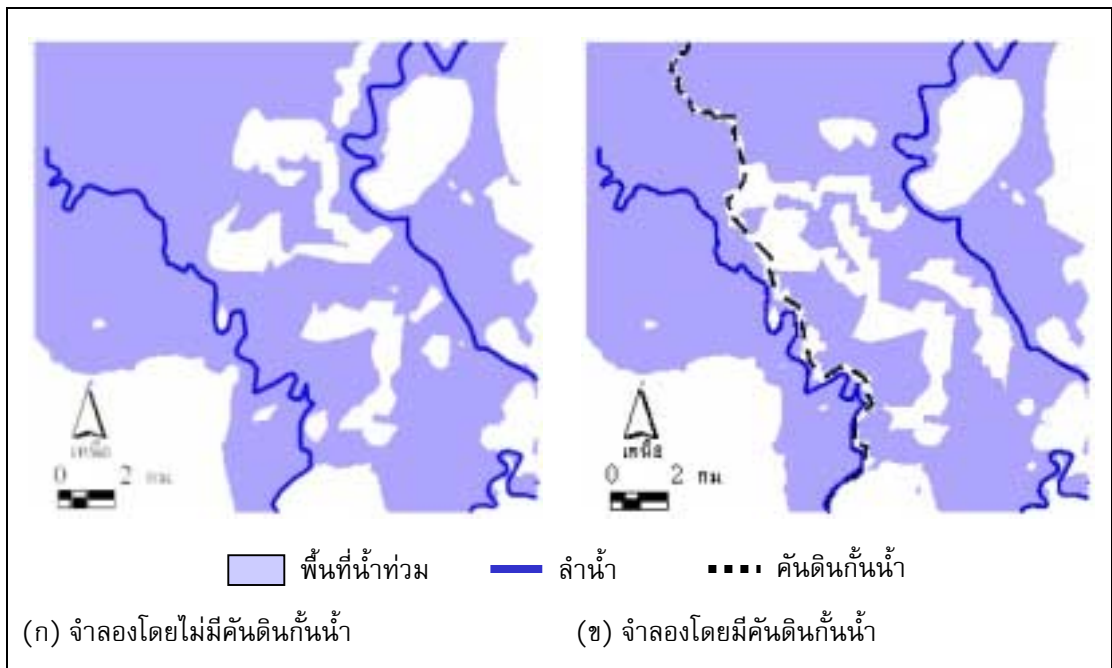
การกำหนดแนวคันดินกั้นน้ำสามารถทำได้ในแบบจำลองด้วยการนำเข้าแนวคันดินได้ออกแบบและสร้างขึ้นโดยสำนักงานชลประทานที่ 3 จังหวัดพิษณุโลก ในการจำลองได้กำหนดระดับคันดินให้มีความสูง 4 เมตรจากระดับพื้นดินตลอดแนวคันดิน ผลการจำลองเขตน้ำท่วมด้วยแบบจำลองจะแตกต่างจากที่ไม่ได้กำหนดแนวคันดินในการจำลองอย่างชัดเจน เมื่อพิจารณาผลการจำลองเขตน้ำท่วมในบริเวณอำเภอบางระกำไม่ได้กำหนดแนวคันดิน (รูปที่ 4-9(ก)) เปรียบเทียบกับการจำลองที่กำหนดแนวคันดิน (รูปที่ 4-9(ข)) จะเห็นได้ว่าพื้นที่บริเวณน้ำไม่ท่วมมีขนาดเพิ่มขึ้น และตำแหน่งของบริเวณน้ำท่วมจะเปลี่ยนแปลงไปโดยเฉพาะบริเวณหลังแนวคันดินกั้นน้ำ ดังนั้นในการจำลองเขตน้ำท่วมในพื้นที่ที่ศึกษาจึงได้รวมแนวคันดินทุกแนวตามรายละเอียดในแผนที่ของสำนักงานชลประทานที่ 3

ผลของการใช้แบบจำลอง WMS ร่วมกับภาพเรดาร์ในการจำแนกพื้นที่น้ำท่วม

การสะท้อนสัญญาณที่ไม่สม่ำเสมอบริเวณพื้นที่น้ำท่วมที่มีอาคารสูงหรือใต้ทรงพุ่มต้นไม้บริเวณริมฝั่งน้ำ (รูปที่ 4-10) เมื่อใช้ข้อมูลน้ำท่วมที่จำลองได้จากแบบจำลอง WMS ในช่วงเวลา 3 วันก่อนการบันทึกข้อมูลภาพเรดาร์ โดยเลือกบริเวณที่เป็นชุมชนและพื้นที่ที่อยู่ริมฝั่งน้ำ (รูปที่ 4-11) มารวมกับผลการจำแนกเขตน้ำท่วมด้วยข้อมูลภาพเรดาร์ พบว่าค่าความถูกต้องของการจำแนกน้ำท่วมจากการใช้แบบจำลอง WMS ร่วมกับภาพเรดาร์สามารถเพิ่มความถูกต้องของการจำแนกโดยรวม (overall accuracy) จากเดิม 80% เป็น 83% (ตารางที่ 4-2) นอกจากนี้ค่าสถิติ Kappa โดยรวมได้เพิ่มขึ้นจาก 0.58 เป็น 0.65 (รูปที่ 4-12)

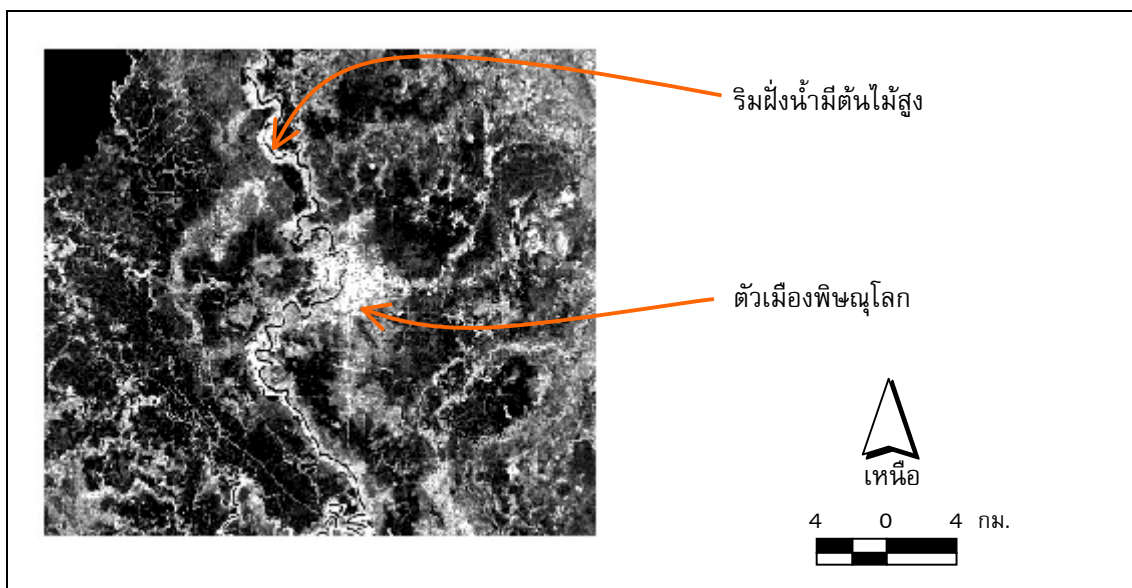


รูปที่ 4-8 พื้นที่น้ำท่วมบริเวณจังหวัดพิษณุโลก สร้างจากการจำลองโดยใช้ข้อมูลน้ำท่า ณ สถานีวัดน้ำต่างๆ ด้วยแบบจำลอง WMS

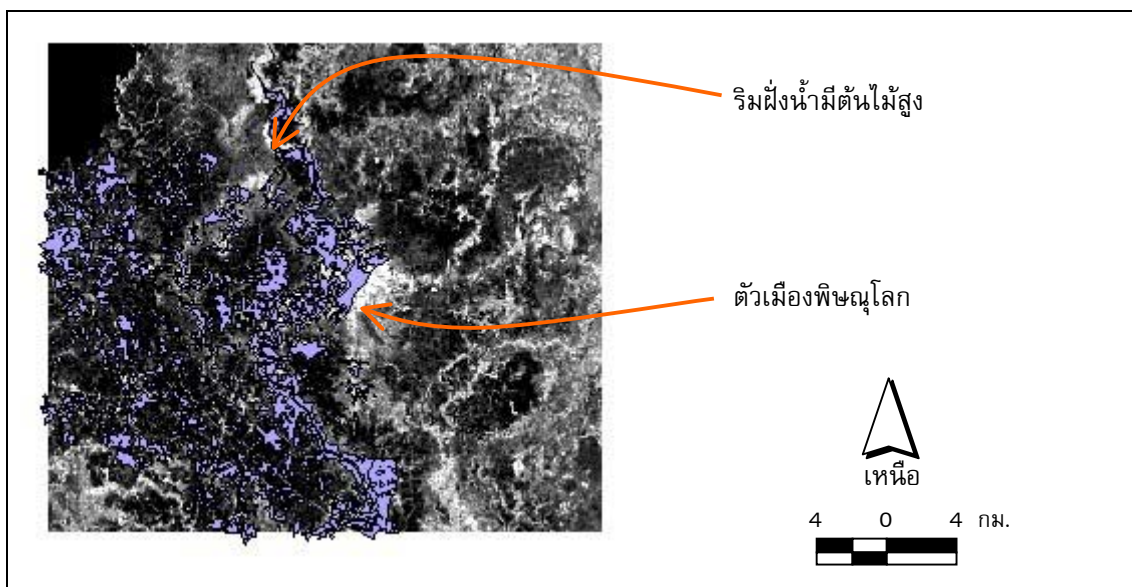


รูปที่ 4-9 ผลของคันดินกั้นน้ำต่อการจำลองเขตน้ำท่วม

เหตุการณ์น้ำท่วมในปี 2538 ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างกว้างขวาง จากการสำรวจของสำนักงานเกษตรจังหวัดพิษณุโลกและรายงานในสมุดรายงานสถิติจังหวัด (สำนักงานสถิติจังหวัดพิษณุโลก, 2539) พบว่ามีเนื้อที่ปลูกข้าวในจังหวัดพิษณุโลกเสียหายรวม 525,746 ไร่ หรือ 33% ของพื้นที่ปลูกข้าว โดยอำเภอวังทองมีความเสียหายมากที่สุดถึง 270,969 ไร่ รองลงมาได้แก่ อำเภอบางระกำและพรหมพิราม ซึ่งมีเนื้อที่เสียหาย 168,669 และ 157,296 ไร่ ตามลำดับ เมื่อนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเรดาร์ร่วมกับแบบจำลอง WMS ไปวิเคราะห์เชิงซ้อนทับร่วมกับขอบเขตการปกครอง สามารถคำนวณเป็นเนื้อที่ของเขตน้ำท่วมในแต่ละอำเภอของจังหวัดพิษณุโลกได้ พบว่าอำเภอบางระกำเป็นอำเภอที่มีน้ำท่วมกินบริเวณกว้างขวางที่สุด 159,423 ไร่ รองลงมาเป็นอำเภอพรหมพิรามและอำเภอเมือง มีเนื้อที่เสียหาย 135,724 และ 116,564 ไร่ ตามลำดับ สำหรับอำเภอวังทองมีเนื้อที่เสียหายอยู่ในลำดับที่ 4 คิดเป็นเนื้อที่ 20,960 ไร่ เมื่อเปรียบเทียบขนาดเนื้อที่ความเสียหายจากทั้งสองแหล่ง พบว่ามีความสอดคล้องกัน ยกเว้นในอำเภอวังทองซึ่งผลการจำแนกมีความแตกต่างจากรายงานเป็นอย่างมาก



รูปที่ 4-10 ตัวอย่างสัญญาณภาพเรดาร์ วันที่ 27 กันยายน 2538 บริเวณที่อาจเกิดน้ำท่วม แต่มีอาคารสูงหรือต้นไม้สูงปกคลุมริมฝั่งน้ำ (ภาพสีขาว)



รูปที่ 4-11 เขตน้ำท่วมบริเวณตัวเมืองและริมฝั่งน้ำที่มีต้นไม้ปกคลุมสร้างขึ้นจากแบบจำลอง WMS โดยใช้ข้อมูลน้ำท่าระหว่างวันที่ 25-27 กันยายน 2538

ตารางที่ 4-2 ตาราง Error matrix เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกพื้นที่น้ำท่วมด้วยข้อมูล SAR โดยวิธีการสร้างอัตราส่วนข้อมูลร่วมกับผลจากแบบจำลอง WMS

ข้อมูลจากการจำแนก	ข้อมูลจากภาคสนาม		
	น้ำท่วม	น้ำไม่ท่วม	รวม
น้ำท่วม	42	7	49
น้ำไม่ท่วม	14	61	75
รวม	56	68	124

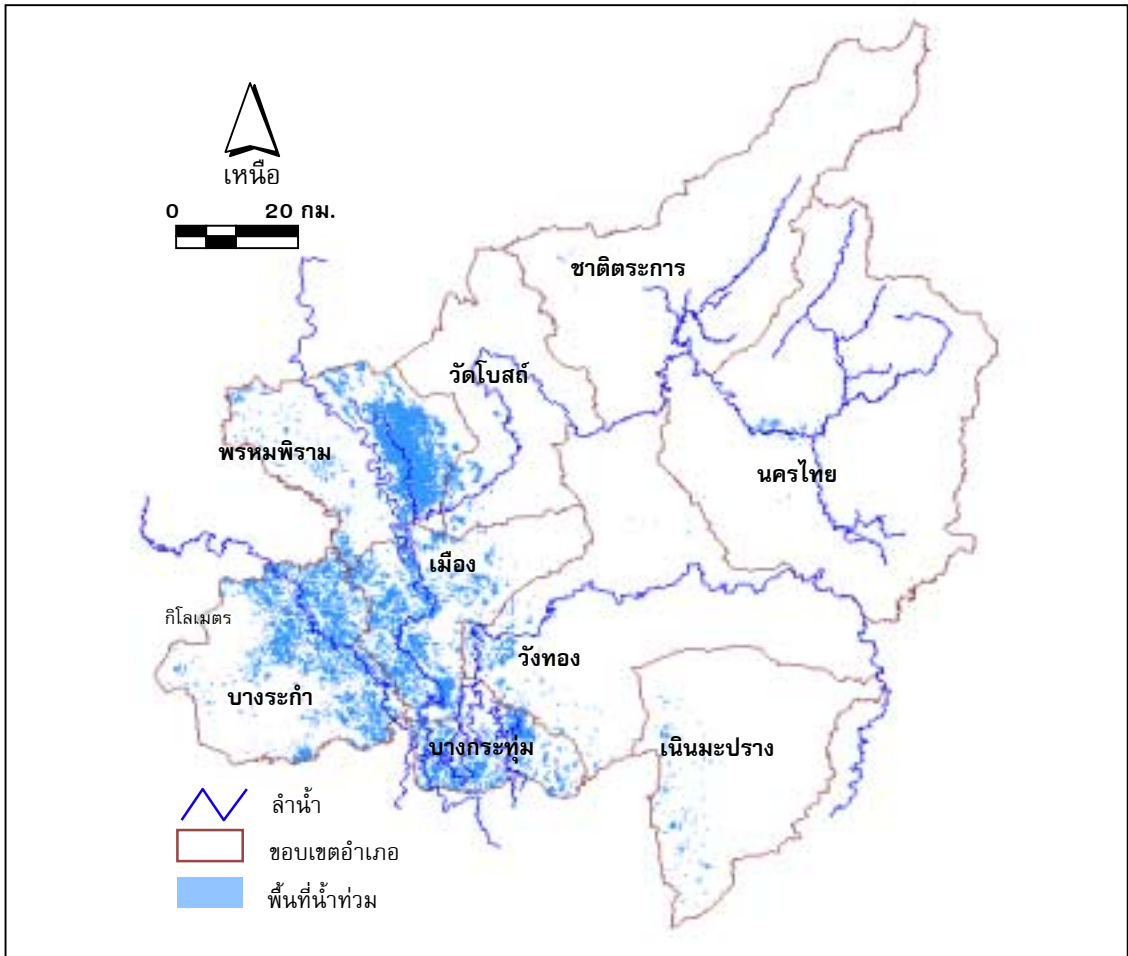
Producer's Accuracy		User's Accuracy	
น้ำท่วม	$42/56 = 0.75$	น้ำท่วม	$42/49 = 0.85$
น้ำไม่ท่วม	$61/68 = 0.90$	น้ำไม่ท่วม	$61/75 = 0.81$
Overall Accuracy = 0.83			
Overall Kappa = 0.65		Conditional Kappa _{flood}	= 0.72
		Conditional Kappa _{non-flood}	= 0.59

ผลการจำลองความยาวนานการเกิดน้ำท่วม

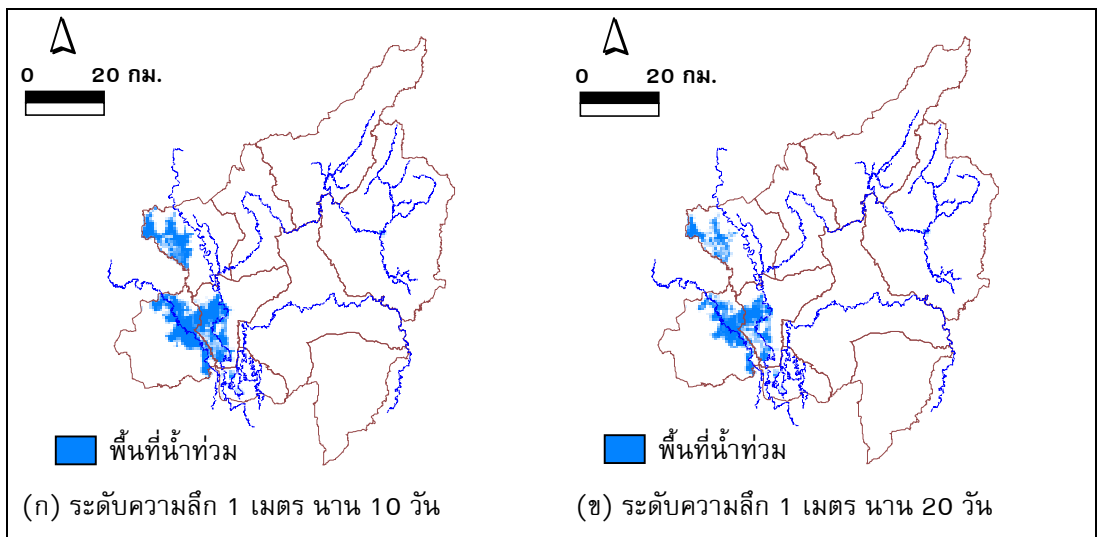
แบบจำลอง WMS สามารถจำลองความยาวนานในการเกิดน้ำท่วมบริเวณจังหวัด พิษณุโลกจากข้อมูลน้ำท่ารายวันในปี 2538 ได้เป็นอย่างดี โดยผลการจำลองชี้ให้เห็นว่าขอบเขต พื้นที่น้ำท่วมขึ้นอยู่กับระดับความลึกของน้ำ ตลอดจนความยาวนานในการเกิดน้ำท่วมที่จำลอง และสร้างเป็นแผนที่ เขตน้ำท่วมจะกินบริเวณกว้างขวางถ้าระดับความลึกของน้ำที่ท่วมกำหนดไว้มี ค่าต่ำและความยาวนานของการเกิดอยู่ในช่วงระยะเวลาสั้น ผลการจำลองเขตน้ำท่วมที่ระดับ ความลึกอย่างน้อย 1 เมตร ยาวนาน 5, 10, 15 และ 20 วัน (รูปที่ 4-13) แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ น้ำท่วมลึกอย่างน้อย 1 เมตร นานต่อเนื่องกัน 5 วัน กินบริเวณกว้างขวางที่สุด และลดหลั่นลง มาตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับพื้นที่น้ำท่วมที่มีความลึกอย่างน้อย 2 เมตร (รูปที่ 4-14)

ผลของจำนวนสถานีวัดน้ำในเครือข่ายลำน้ำต่อเขตน้ำท่วมที่ได้จากการจำลอง

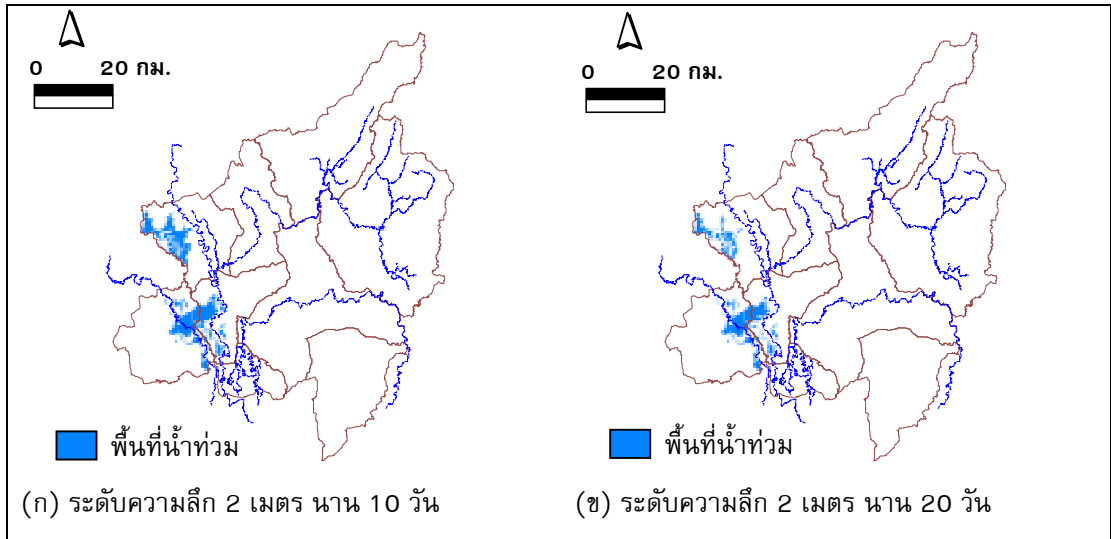
จำนวนสถานีวัดน้ำในเครือข่ายลำน้ำมีผลต่อเขตน้ำท่วมที่จำลองได้ด้วยแบบจำลอง WMS เมื่อทดสอบการขาดหายไปของสถานีวัดน้ำท่าบางสถานี เทียบกับการจำลองด้วยข้อมูลที่ครบตาม จำนวนสถานีที่กรมชลประทานรายงาน พบว่าลักษณะเขตน้ำท่วมที่ปรากฏมีขนาดลดลงและ เปลี่ยนแปลงตำแหน่งไปจากเดิม เป็นผลให้ได้ข้อมูลที่เิ่มถูกต้องสมบูรณ์ (รูปที่ 4-15)



รูปที่ 4-12 พื้นที่น้ำท่วมจากการจำแนกข้อมูลภาพเรดาร์ดาวเทียม JERS-1 วันที่ 27 กันยายน 2538 ด้วยวิธีการสร้างอัตราส่วนข้อมูลร่วมกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง WMS



รูปที่ 4-13 ผลการจำลองการเกิดน้ำท่วมความลึก 1 เมตร นานติดต่อกัน 10 วัน และ 20 วัน ในจังหวัดพิษณุโลก โดยใช้แบบจำลอง WMS และข้อมูลน้ำท่ารายวัน ปี 2538

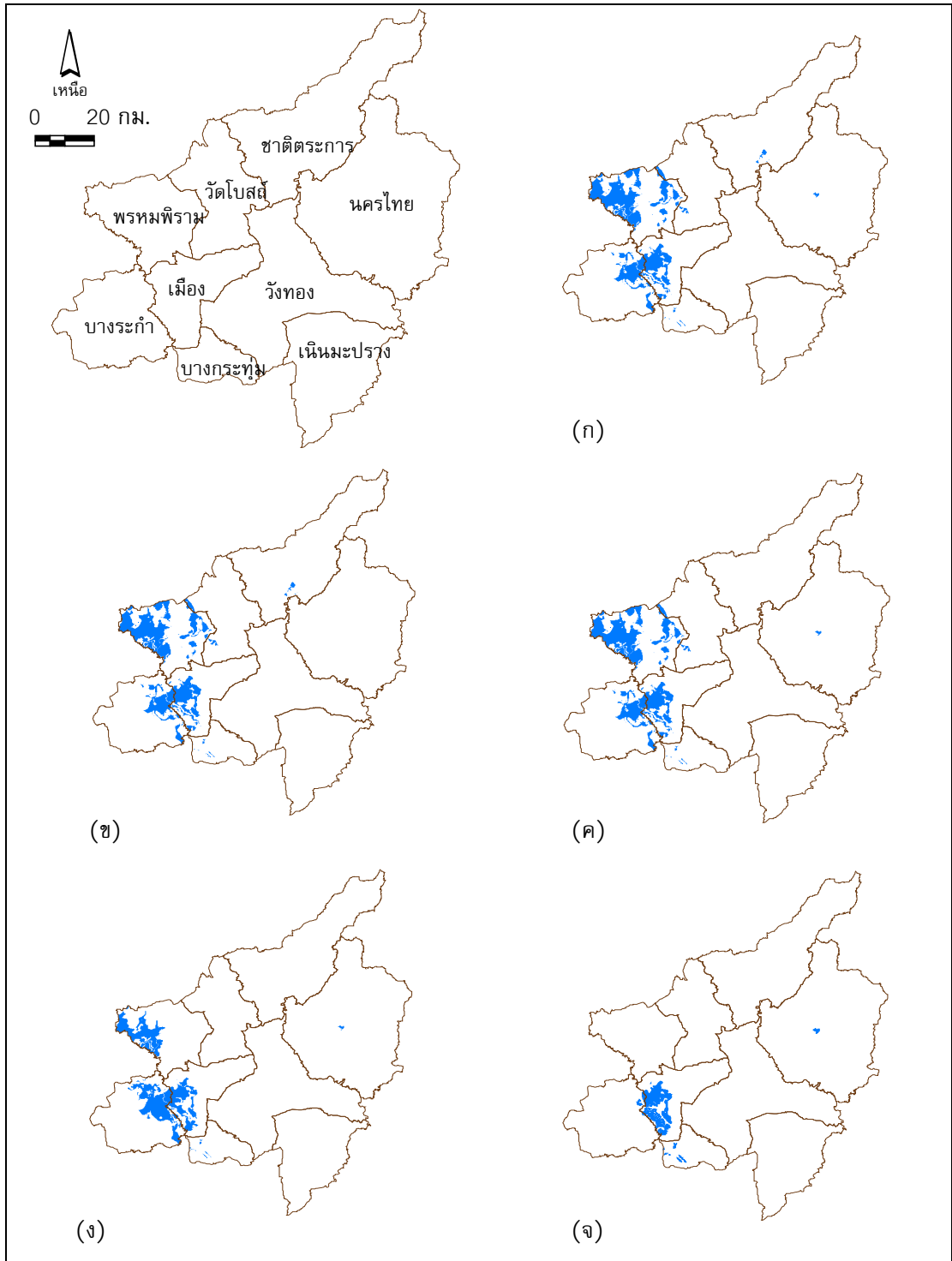


รูปที่ 4-14 ผลการจำลองการเกิดน้ำท่วมความลึก 2 เมตร นานติดต่อกัน 10 วัน และ 20 วัน ในจังหวัดพิษณุโลก โดยใช้แบบจำลอง WMS และข้อมูลน้ำท่ารายวันปี 2538

เมื่อทดสอบการเพิ่มสถานีวัดน้ำสมมติในบางตำแหน่งที่ไม่มีการจัดบันทึกข้อมูลเนื่องจากขาดสถานีวัดน้ำในบางบริเวณ เช่น บริเวณโครงการชลประทานนเรศวร ซึ่งการจำลองไม่ปรากฏว่ามีน้ำท่วม ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มสถานีมีผลต่อการจำลองพื้นที่น้ำท่วม โดยในพื้นที่โครงการชลประทานนเรศวรเกิดน้ำท่วมเป็นบริเวณกว้างใกล้เคียงกับลักษณะที่ปรากฏในภาพเรดาร์ (รูปที่ 4-16) อย่างไรก็ตามขนาดและรูปร่างของพื้นที่น้ำท่วมมีความแตกต่างจากความเป็นจริง เนื่องจากค่าระดับน้ำที่กำหนดให้กับสถานีเป็นค่าที่สมมติขึ้น อาจมาก น้อย หรือไม่สัมพันธ์กับความเป็นจริง การทดสอบทั้งสองแสดงให้เห็นว่าการลดหรือเพิ่มสถานีวัดน้ำในโครงข่ายลำน้ำมีผลต่อความแม่นยำในการจำลองพื้นที่น้ำท่วมด้วยแบบจำลอง WMS

แผนที่โอกาสการเกิดน้ำท่วม

เมื่อนำข้อมูลระดับน้ำท่ารายวันในปี 2534 ถึง 2539 มาสร้างเขตน้ำท่วมที่มีความลึก 1.5 เมตร และมีช่วงความยาวนานการท่วมขัง 10 วัน จากนั้นจึงแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบราสเตอร์ โดยกำหนดค่าในช่องกริดที่เป็นพื้นที่น้ำท่วมให้มีค่าเท่ากับ 1 และพื้นที่ที่ไม่ถูกน้ำท่วมมีค่าเท่ากับ 0 ใช้ชั้นข้อมูลทั้งหมดมาบวกกันและหารด้วยจำนวนปีของข้อมูลคือ 6 ปี ค่าที่ได้ในแต่ละช่องกริดจะแสดงโอกาสการเกิดน้ำท่วมในรอบระยะเวลา 6 ปี แต่เนื่องจากค่าผลลัพธ์ที่ได้เป็นค่าทศนิยม ไม่สะดวกในการจัดเก็บ จึงแปลงค่าเป็นรอบการเกิดน้ำท่วมซ้ำในรอบ 6 ปี เพื่อให้สะดวกในการจัดเก็บฐานข้อมูลโอกาสการเกิดน้ำท่วมในรูปแบบเวกเตอร์



รูปที่ 4-15 การเปรียบเทียบผลการลดจำนวนสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการจำลองพื้นที่น้ำท่วม

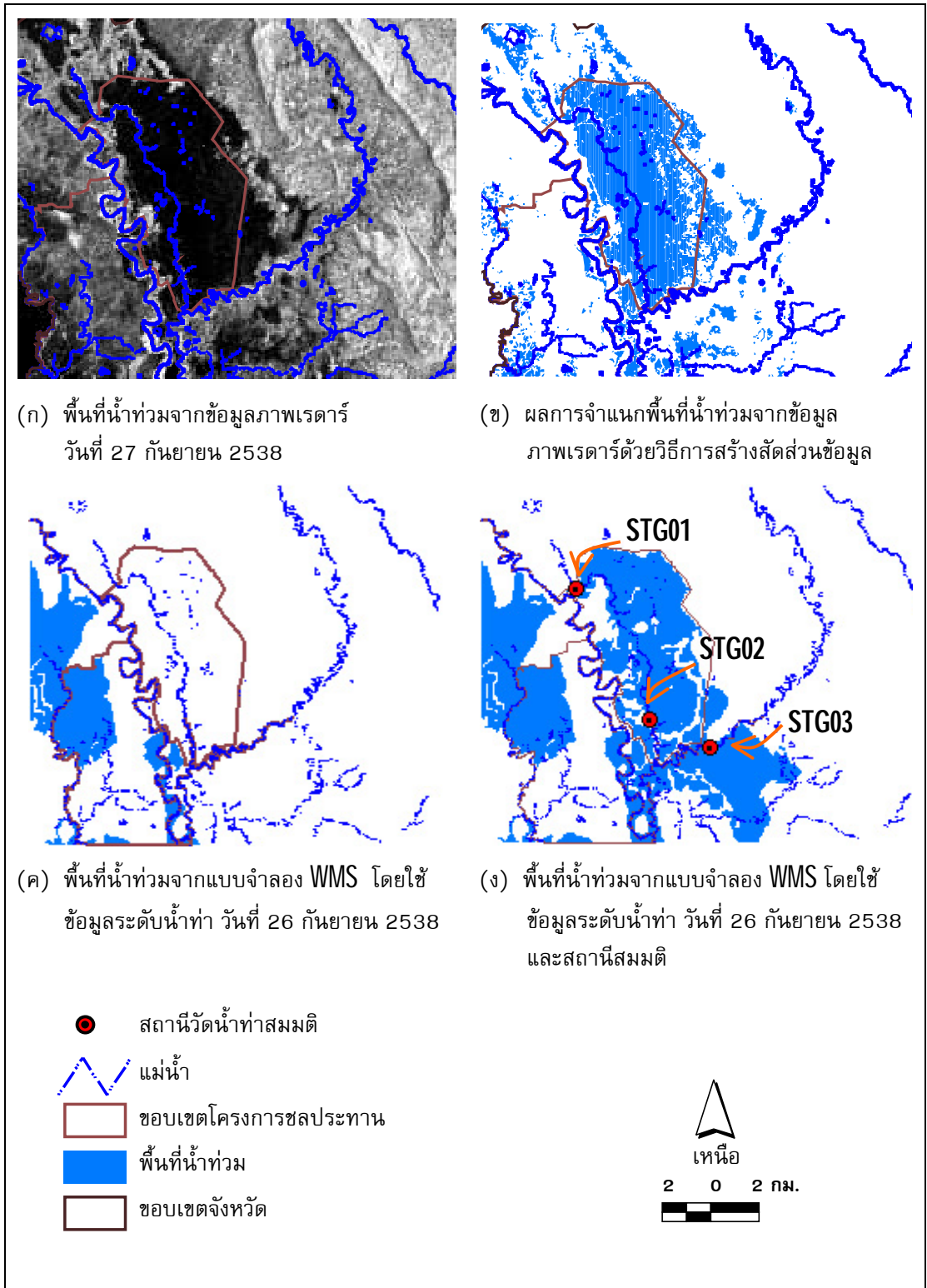
(ก) จำลองจากข้อมูลของทุกสถานีวัดน้ำ วันที่ 5 กันยายน 2538

(ข) ข้อมูลสถานี N36 ไม่ถูกนำมาใช้ในการจำลอง

(ค) ข้อมูลสถานี N55 ไม่ถูกนำมาใช้ในการจำลอง

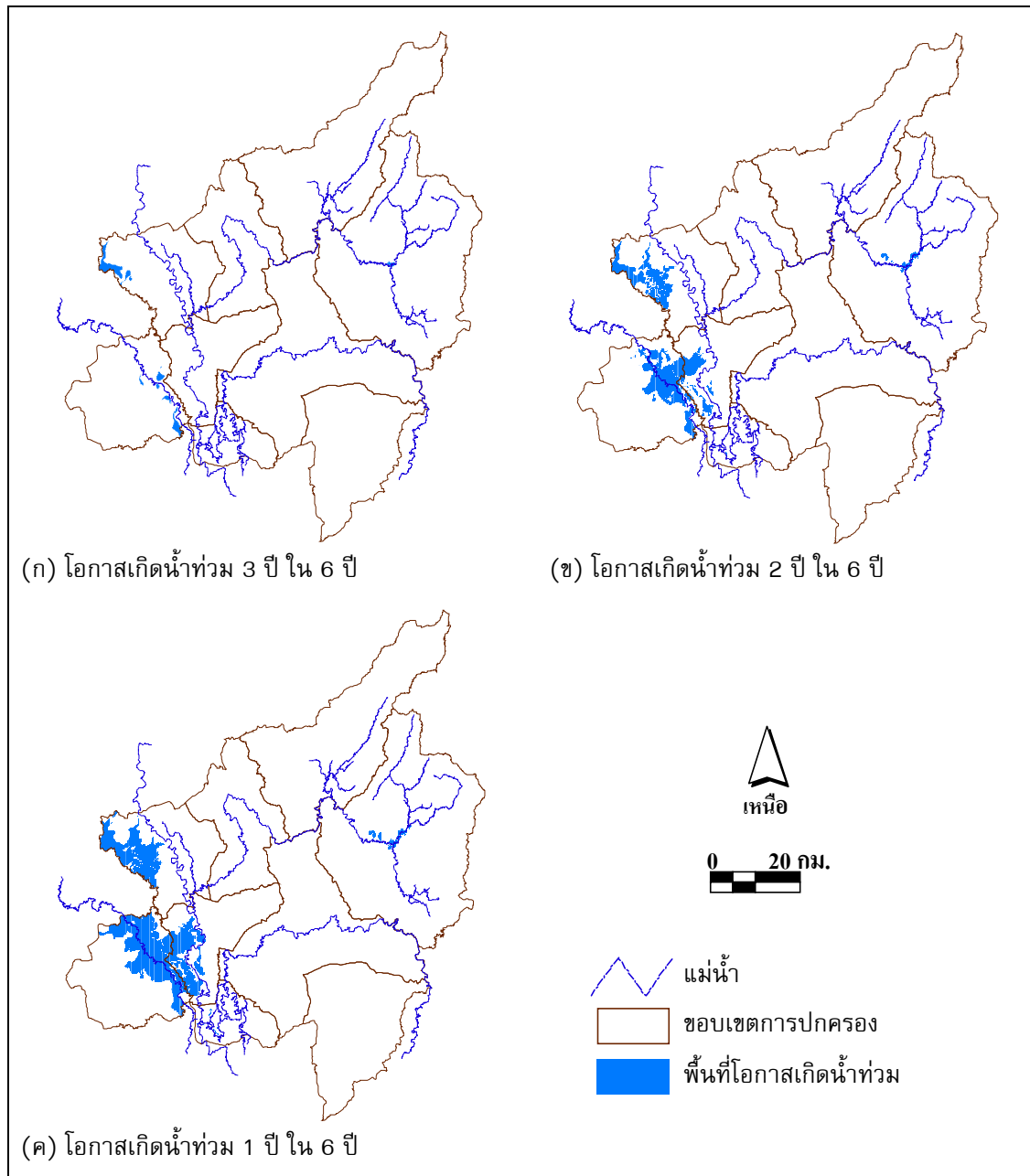
(ง) จำลองจากข้อมูลของทุกสถานีวัดน้ำ วันที่ 16 กันยายน 2538

(จ) ข้อมูลสถานี Y16 ไม่ถูกนำมาใช้ในการจำลอง



รูปที่ 4-16 การเปรียบเทียบผลการใช้สถานีสมมติเพิ่มเติมในการจำลองพื้นที่น้ำท่วมในโครงการชลประทานนเรศวร

ระดับน้ำลึก 1.5 เมตร ยาวนานติดต่อกัน 10 วัน เป็นระดับวิกฤติสำหรับข้าวที่จะได้รับความเสียหายจากภัยน้ำท่วม แผนที่โอกาสการเกิดน้ำท่วมที่ระดับดังกล่าวจึงมีความสำคัญต่อการตัดสินใจปลูกข้าวภายใต้ความเสี่ยงที่พิจารณาความเสียหายในรอบระยะเวลา 6 ปี ซึ่งมีทั้งปีที่น้ำท่วมรุนแรงกินบริเวณกว้างขวางและปีที่ไม่ปรากฏว่ามีน้ำท่วมเกิดขึ้นเลย เมื่อพิจารณาระดับความเสี่ยงการเกิดน้ำท่วม 3 ปี ในรอบ 6 ปี (รูปที่ 4-17(ก)) ซึ่งเป็นระดับความเสี่ยงสูงสุดที่เกิดขึ้นในจังหวัดพิษณุโลก พื้นที่ที่มีโอกาสดังกล่าวมีขอบเขตไม่กว้างขวางนักในเขตอำเภอพรหมพิราม อำเภอบางระกำ และอำเภอนครไทย



รูปที่ 4-17 แผนที่โอกาสเกิดน้ำท่วมที่ได้จากการจำลอง

ผลการวิเคราะห์โอกาสการเกิดน้ำท่วม 2 ปี ในรอบ 6 ปี (รูปที่ 4-17(ข)) เป็นระดับความเสี่ยงที่น้อยกว่า แต่พื้นที่ที่อาจเกิดน้ำท่วมมีขนาดใหญ่ขึ้น พบว่าบางส่วนของอำเภอเมืองและบางกระทู้มีโอกาสเกิดน้ำท่วมเป็นบริเวณไม่กว้างขวางนัก สำหรับอำเภอพรหมพิรามบางระกำ และนครไทย ยังคงมีพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดน้ำท่วมในระดับความเสี่ยงดังกล่าว สำหรับโอกาสการเกิดน้ำท่วม 1 ปี ในรอบ 6 ปี (รูปที่ 4-17(ค)) เป็นระดับความเสี่ยงที่น้อยที่สุด แต่พื้นที่ที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นกินบริเวณกว้าง โดยส่วนใหญ่เกิดขึ้นในพื้นที่อำเภอบางระกำและพรหมพิราม

อำเภอชาติตระการ วังทอง วัดโบสถ์ และเนินมะปราง เป็นอำเภอที่ไม่ปรากฏว่ามีพื้นที่เสี่ยงในการเกิดน้ำท่วมที่ระดับความลึก 1.5 เมตร ยาวนานติดต่อกัน 10 วัน อย่างไรก็ตามไม่ได้หมายความว่าอำเภอดังกล่าวจะไม่ได้ได้รับความเสียหายจากน้ำท่วม ซึ่งอาจเกิดขึ้นในความยาวนานไม่เกิน 10 วัน หรือมีระดับความลึกน้อยกว่า 1.5 เมตร ทำให้ทั้งสี่อำเภอไม่ปรากฏพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมที่ระดับดังกล่าว

สรุป

ผลของการจำแนกและการตรวจสอบเขตน้ำท่วมที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพเรดาร์จากดาวเทียม JERS-1 แสดงให้เห็นว่าข้อมูลภาพเรดาร์ช่วงก่อนน้ำท่วมและขณะเกิดน้ำท่วมสามารถนำมาใช้ในการจำแนกเขตน้ำท่วมในจังหวัดพิษณุโลกได้ดีพอสมควร ผลของการจำแนกเมื่อเปรียบเทียบกับตรวจสอบในภาคสนาม มีความถูกต้องโดยรวม 83% และส่วนใหญ่ตกอยู่ในเขตอำเภอที่สอดคล้องกับรายงานของสำนักงานสถิติจังหวัดพิษณุโลก เกี่ยวกับเนื้อที่เพาะปลูกข้าวที่เสียหายในฤดูเพาะปลูก 2538-2539 แต่การจำแนกโดยใช้ข้อมูลเรดาร์และเก็บเป็นชั้นข้อมูลใน GIS สามารถให้ข้อมูลเพิ่มเติมในด้านการกระจายตัวของเขตน้ำท่วมในระดับความละเอียด 30x30 ตารางเมตร ซึ่งเมื่อนำไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่อื่น สามารถสรุปเขตน้ำท่วมในแต่ละตำบลและให้ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกข้าวที่เสียหายได้อย่างแม่นยำขึ้น

การประยุกต์ใช้แบบจำลอง WMS เพื่อการปรับปรุงการสร้างแผนที่เขตน้ำท่วมจากการจำแนกด้วยข้อมูลเรดาร์ ด้วยการนำผลการจำลองเขตน้ำท่วมโดยเฉพาะบริเวณที่มีอาคารและต้นไม้สูงในช่วงเวลาเดียวกันกับที่ดาวเทียม JERS-1 บันทึกข้อมูลภาพเรดาร์ไปเสริมผลการจำแนกข้อมูลเรดาร์ ทำให้แผนที่เขตน้ำท่วมที่จำแนกได้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังได้ใช้แบบจำลอง WMS จำลองเขตน้ำท่วมที่ระดับความลึกและระยะเวลาที่น้ำท่วมนานติดต่อกันในระดับต่างๆ พบว่าแบบจำลอง WMS สามารถสร้างแผนที่แสดงเขตน้ำท่วมตามเงื่อนไขดังกล่าวได้เป็นอย่างดี

ข้อมูลระดับน้ำท่าตามสถานีวัดน้ำต่างๆ ในเขตจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดใกล้เคียงที่ได้ทำการบันทึกไว้โดยกรมชลประทาน สามารถนำมาจำลองพื้นที่น้ำท่วมรายปีและสร้างเป็นแผนที่โอกาสการเกิดน้ำท่วมที่มีความลึก 1.5 เมตร ยาวนานติดต่อกันอย่างน้อย 10 วันได้ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างแผนที่โอกาสการเกิดน้ำท่วมในระดับความลึกและช่วงความยาวนานต่างๆ ทั้งโอกาสการเกิดน้ำท่วมในรอบปีหรือโอกาสการเกิดน้ำท่วมในวันต่างๆ ของปี เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของแบบจำลองข้าวได้ อย่างไรก็ตามจำนวนข้อมูลที่มีการบันทึกไว้ยังมีระยะเวลาไม่นานมากพอ จึงเป็นข้อจำกัดที่ไม่สามารถสร้างเป็นแผนที่โอกาสการเกิดน้ำท่วมที่มีความถูกต้องสูงได้ แต่แผนที่ในรายงานฉบับนี้จะเป็นตัวอย่างของข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความสำคัญในการใช้ปรับลดผลผลิตข้าวในแบบจำลองข้าว เพื่อให้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าวสามารถทำนายผลผลิตข้าวในพื้นที่น้ำท่วมรุนแรงได้ถูกต้องมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- เขาวลิต ศิลปทอง. 2536. ข้อมูลทั่วไปและการใช้ประโยชน์ข้อมูล SAR ของ JERS-1. จุลสารดาวเทียม. 46:1-4.
- เมธี เอกะสิงห์, ถาวร อ่อนประไพ, พนมศักดิ์ พรหมบุรุษย์, จุไรพร แก้วทิพย์, สุรีย์พร สุดชาติ ฉลิมพล สำราญพงษ์, สิทธิเดช ณ เชียงใหม่ และ ทนงเกียรติ อุปินโน. 2543. ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ส่วนที่ 2 โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช: ข้าวในภาคเหนือ. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เมธี เอกะสิงห์ และ สุรีย์พร สุดชาติ. 2541. การพัฒนาระบบข้อมูลเชิงพื้นที่โครงการชลประทานในระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตข้าว. หน้า 2-37. ใน: เมธี เอกะสิงห์ และคณะ. รายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 2 โครงการวิจัยระบบสนับสนุนการตัดสินใจการผลิตพืช: ข้าวในภาคเหนือ. ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- รัศมี สุวรรณวีระกำจร. 2540. การศึกษาพื้นที่น้ำท่วมบริเวณจังหวัดสุราษฎร์ธานีและพื้นที่ใกล้เคียงในช่วงเดือนสิงหาคม 2540. จุลสารดาวเทียม. 62:1-3.
- วัชรวิระ พันธุ์. 2538. การจำลองน้ำท่วมในลุ่มน้ำอุ้มตะโก. เอกสารวิชาการเลขที่ 556.166-01-2538. กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ. 44 หน้า.

สุวิทย์ วิบูลย์เศรษฐ์, ไพบูลย์ เรืองศิริ, ราเชนทร์ ศรีภูมิินทร์, สุภาพิศ ผลงาม และ พรทิพย์ กาญจนสุนทร. 2525. การใช้ภาพจากดาวเทียมแสดงขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม บริเวณลุ่มน้ำมูล-ชี. จุลสารดาวเทียม. 5:20-28.

สำนักงานสถิติจังหวัดพิษณุโลก. 2538-39. สมุดรายนงานสถิติจังหวัดพิษณุโลก. สำนักงานสถิติแห่งชาติ, สำนักนายกรัฐมนตรี.

Cihlar, J., T.J. Pultz and A.L. Gray. 1992. Change detection with synthetic aperture radar. Remote Sensing Journal. 11:401-414..

Congalton, R.G. 1991. A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data. Remote Sens. Environ. 37:35-46..

Delmeire, S. 1997. Use of ERS-1 data for the extraction of flooded areas. Hydrol. Process. 11:1393-1396.

Engineering Computer Graphic Laboratory (ECGL). 1997. WMS Reference Manual. Brigham Young University, UT.

ERDAS. 1991. ERDAS Field Guide. Third Edition. ERDAS Inc. Atlanta, GA.

Jansen, J.R. 1986. Introductory Digital Image Processing : A remote sensing perspective. Prentice-Hall, NJ. 379 p.

Koopmans,. N.B. 1992. Japanese earth resources satellite (JERS-1) launched. ITC Journal. 2:202-203.

Lee, J. 1981. Speckle analysis and smoothing of synthetic aperture radar images. Computergraphic and Image Processing. 17:24-32.

Lilesand T.M. and R.W. Kiefer. 1994. Remote Sensing and Image Interpretation : Third Edition. John Wiley & Sons, Inc., USA. 750 p.

Maidment, D.R. 1996. GIS and hydrologic modeling—an assessment of progress. [ONLINE]. Available: http://ncgia.ucsb.edu.conf/SANTA_FE_CD-ROM/st_papers/maidment/maidment.htm.

Melancon, P.A. 1998. Modeling the hydrology of Tillamook Bay. [ONLINE]. Available: <http://www.ce.utexas.edu/stu/melanconpa/gisterm.html>.

- Nishidai, T. 1993. Early results from 'Fuyo-1' Japan's Earth Resources Satellite (JERS-1). Remote Sensing Journal. 14:1825-1833.
- Profeti, G. and H. Macintosh. 1997. Flood management through LANDSAT TM and ERS SAR data : a case study. Hydrol. Process. 11:1397-1408.
- Richard, A. and P.E. Kraus. 1999. Flood plain determination using ArcView and HEC-RAS. [ONLINE]. Available: <http://www.esri.com/library/userconf/proc99/proceed/papers/pap808/p808.htm>.
- Thailand Royal Irrigation Department (TRID). 1967-1998. Thailand Hydrological Yearbook, Wateryear 1964-1996. Thailand Royal Irrigation Department. Hydrological Division. Bangkok.
- Verbyla, D.L. 1995. Satellite Remote Sensing of Natural Resources. CRC Press Inc., FL. 198 p.
- Wang, Y., L.L. Hess., S. Filoso. and J.M. Melack. 1995. Understanding the radar backscattering from flooded and nonflooded Amazonian forests : results from canopy backscatter modeling. Remote Sens. Environ. 54:324-332.

กลับสู่เมนูหลัก

กลับสู่สารบัญ