บันทึกวิจัยที่ 3/2552
พฤษภาคม 2552

ส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ
กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

บทบาทของฝายต้นน้ำต่อการลดอัตราการไหลหลากของน้ำท่าในลำธาร

Role of Check Dam on Decreasing in Peak Flow Discharge

โดย
ดร.พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และ เพชร พลอยเจริญ

Abstract

In order to study the role of check dam construction on decreasing in peak flow discharge, two small watersheds at Theon district, Lampang province were defined as paired watershed study. Recording rain gages and weirs were installed at these watersheds. The calibration period was defined in 2006 water year. In 2007 water year, the 125 check dams were constructed at treatment watershed and the rainfall data including peak flow discharge data have been continuously collected through the end of 2008 water year.

It was found that, these check dams decrease 54.52 percent of peak flow discharge.

บทคัดย่อ

การศึกษาบทบาทของฝายต้นน้ำต่อการลดอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธาร เริ่มต้นจากการคัดเลือกลุ่มน้ำขนาดเล็กจำนวนสองลุ่มน้ำที่อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง และกำหนดให้เป็นลุ่มน้ำทดลองในเชิงเปรียบเทียบ (paired watershed) ติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติ และเขื่อนวัดน้ำท่าให้กับลุ่มน้ำทดลองทั้งสอง และเก็บวัดข้อมูลอย่างต่อเนื่อง โดยกำหนดให้ปีน้ำ พ.ศ.2549 เป็นช่วงของการปรับฐานข้อมูล (calibration period) ในปี พ.ศ.2550 สร้างฝายต้นน้ำจำนวน 125 ตัวในลุ่มน้ำที่หนึ่ง ทำการเก็บวัดข้อมูลทั้งสองต่อเนื่องจนกระทั่งสิ้นสุดปีน้ำ พ.ศ.2551

ผลของการศึกษาพบว่า ฝายต้นน้ำจำนวนดังกล่าวช่วยลดอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธารโดยเฉลี่ยประมาณ 54.52 เปอร์เซ็นต์

คำนำ

จากอดีตที่ผ่านมาการบุกรุกทำลายป่าต้นน้ำเพื่อใช้ประโยชน์ที่ดินทำการเกษตร ก่อให้เกิดการกัดชะพังทลายของดิน (soil erosion) ทำให้ชั้นดินบางลงและเก็บกักน้ำฝนได้น้อย ส่งผลทำให้การทำงานตามหน้าที่ของพื้นที่ต้นน้ำในการระบายน้ำให้กับพื้นที่ท้ายน้ำเสื่อมโทรมลง (Wang and Innes, 2005) การแก้ไขปัญหานี้จะต้องดำเนินการทั้งในระยะสั้นและระยะยาว สำหรับการดำเนินงานในระยะยาว ได้แก่ การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินให้สอดคล้องกับศักยภาพของพื้นที่ที่พึงมีให้ โดยชุมชนมีส่วนร่วม ส่วนการแก้ไขปัญหาระยะสั้น คือ การใช้งานด้านวิศวกรรมเข้ามาช่วยชะลอการไหลของน้ำท่า เพิ่มการเก็บกักน้ำในฤดูฝนไว้ใช้ในฤดูแล้ง เช่นการสร้างเขื่อนวัดน้ำบริเวณที่ลาดเชิงเขา แต่เนื่องจากข้อจำกัดด้านงบประมาณและการขออนุญาตใช้พื้นที่การสร้างฝายต้นน้ำ (check dam) จำนวนมากบริเวณพื้นที่ต้นน้ำจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง

อย่างไรก็ตาม ยังมีคำถามต่อเนื่องกันมาว่า ฝายต้นน้ำที่สร้างในร่องน้ำที่มีความกว้างไม่เกิน 3 เมตร และสร้างด้วยความสูงเพียง 60 เซนติเมตร จำนวนหลาย ๆ ตัว จะช่วยชะลอหรือลดความรุนแรงของน้ำบ่าไหลหลากได้จริงหรือ ดังนั้นเอกสารวิจัยฉบับนี้จึงถูกจัดทำขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อ ศึกษาบทบาทของฝายต้นน้ำต่อการลดอัตราการไหลหลากของน้ำท่า หรือ ลดอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่า (peak flow discharge) ที่ไหลในลำธาร ที่เกิดขึ้นจากการตกของฝนแต่ละครั้ง (storm)

วิธีการศึกษา

เพื่อเป็นการตอบคำถามดังกล่าว ส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ โดยใช้วิธีการที่เรียกว่า ลุ่มน้ำเปรียบเทียบ (paired watershed study) เริ่มต้นจากการคัดเลือกลุ่มน้ำขนาดเล็กจำนวนสองลุ่มน้ำที่มีขนาดเท่า ๆ กัน และมีลักษณะทางกายภาพคล้ายคลึงกัน กำหนดให้ลุ่มน้ำหนึ่งเป็นลุ่มน้ำที่จะต้องมีการสร้างฝายต้นน้ำ (check dam watershed, CDW) ส่วนลุ่มน้ำที่เหลืออีกหนึ่งลุ่มน้ำ กำหนดให้เป็นลุ่มน้ำควบคุม (controlled watershed, CTW) ทั้งสองลุ่มน้ำจะติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติ (recording rain gage) ในขณะเดียวกันจะทำการสร้างเขื่อนวัดน้ำท่าที่ไหลในลำธาร (weir) พร้อมกับติดตั้งเครื่องบันทึกระดับน้ำอัตโนมัติ (water level recorder)

ทำการเก็บวัดข้อมูลน้ำฝนและข้อมูลน้ำท่าของลุ่มน้ำทั้งสองตลอดปีน้ำ พ.ศ.2549 (ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2549 ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2550) เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบและปรับแก้ข้อมูลให้ลุ่มน้ำทั้งสองอยู่บนฐานเดียวกัน (calibration period) ในปี พ.ศ.2550 ทำการสร้างฝายต้นน้ำจำนวน 125 ตัวในลำน้ำของลุ่มน้ำ CDW และเก็บวัดข้อมูลน้ำฝนกับข้อมูลน้ำท่าของลุ่มน้ำทั้งสองอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งสิ้นสุดปีน้ำ 2551 คือ วันที่ 31 มีนาคม 2552

การวิเคราะห์ข้อมูล มีขั้นตอนในการดำเนินงานที่ประกอบไปด้วย

(1).คัดเลือกปริมาณน้ำฝนที่ตกบ่อยครั้งมากที่สุด ทั้งในช่วงต้นฤดูฝน ช่วงกลางฤดูฝน และช่วงปลายฤดูฝน

(2).นำข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธาร (peak flow discharge) ที่เกิดขึ้นจากฝนที่ตกในปริมาณที่ผ่านการคัดเลือกของลุ่มน้ำทั้งสองในช่วง calibration period มาหาความสัมพันธ์กัน โดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอย (regression analysis) เป็นเครื่องมือ ด้วยการสร้างสมการคณิตสาสตร์เชิงเส้นตรง (linear regression equation) เพื่อประเมินค่าอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธารของลุ่มน้ำที่มีการสร้างฝายต้นน้ำ (Qpcdw , ลูกบาศก์เมตร/วินาที) จากข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธารของลุ่มน้ำที่ไม่มีการสร้างฝายต้นน้ำ (Qpctw , ลูกบาศก์เมตร/วินาที) โดยมีรูปลักษณะของสมการดังนี้

$$Qpcdw = a + b^{*} Qpctw \quad \ldots(1)$$

(Hewlett and Nutter, 1969)

เมื่อ a และ b เป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่ต้องการหา

(3).นำสมการที่ (1) มาประเมินค่าอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธารของลุ่มน้ำที่สร้างฝายต้นน้ำ (Qpcdw) ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นภายหลังการสร้างฝายต้นน้ำ หรือ Qpcde จากข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธารของลุ่มน้ำที่ไม่ได้สร้างฝาย (Qpctw) ที่เก็บวัดได้ในช่วงระยะเวลาหลังการสร้างฝายต้นน้ำ

(4).หาอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธาร ที่ลดลงอันเนื่องมาจากการสร้างฝายต้นน้ำด้วยการนำผลลัพธ์ที่ได้จากข้อ (3) คือ Qpcde มาหักออกจากอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธารจากลุ่ม

น้ำที่มีการสร้างฝายต้นน้ำที่เกิดขึ้นจริงและเก็บวัดได้ภายหลังการสร้างฝายต้นน้ำ จากการตกของฝนอันเดียวกัน หรือ Qpcdr

(5).หาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การลดลงของอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธาร หลังการสร้างฝายต้นน้ำ

ผลการศึกษา

ผลการคัดเลือกลุ่มน้ำทดลองปรากฏว่า ลุ่มน้ำที่ถูกกำหนดให้เป็นลุ่มน้ำสร้างฝายต้นน้ำ (CDW) ชื่อลุ่มน้ำห้วยหมูเลาะซ้าย ส่วนลุ่มน้ำที่ถูกกำหนดให้เป็นลุ่มน้ำควบคุม (CTW) มีชื่อว่าลุ่มน้ำห้วยหมูเลาะขวา ลุ่มน้ำทั้งสองเป็นลุ่มน้ำขนาดเล็กที่อยู่ภายในลุ่มน้ำแม่เติน ท้องที่บ้านสบเติน อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำทั้งสองเป็นภูเขาสูงชันที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลในช่วงระหว่าง 380 ถึง 1,060 เมตร และอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1 รูปร่างของลุ่มน้ำทั้งสองมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า (rectangular shape) ที่มีความลาดชัน (slope) โดยเฉลี่ย 35.4 เปอร์เซ็นต์ และมีทิศทางด้านลาดเท (aspect) ที่หันไปทางทิศตะวันออก หินต้นกำเนิดดิน (parent material) ของลุ่มน้ำทั้งสองเป็นหินชนวน (slate) หินควอทไซต์ และหินปูน ซึ่งเมื่อสลายตัวแล้วจะให้เนื้อดินที่มีเนื้อหยาบไปจนถึงเนื้อละเอียด คือ loamy sand, sandy loam, clay loam และ clay ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของหินทั้งสามชนิด ณ จุด ๆ นั้น ทั้งนี้ลักษณะทางกายภาพที่ประกอบกันขึ้นเป็นโครงสร้างของพื้นที่ลุ่มน้ำ และมีบทบาทต่ออัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธาร มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1.

ตารางที่ 1. ลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำทดลองทั้งสอง

ลักษณะทางกายภาพ	ลุ่มน้ำสร้างฝาย	ลุ่มน้ำควบคุม
พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)	1.40	1.25
ความยาวลำน้ำ (กม.)	2.12	1.85
ความหนาแน่นการระบายน้ำ (กม./ตร.กม.)	1.51	1.48
ป่าเบญจพรรณ/ป่าเต็งรัง (ตร.กม./ตร.กม.)	0.79/0.61	0.93/0.32

ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูล ผลของการคัดเลือกปริมาณน้ำฝนที่มีจำนวนครั้งในการตกมากที่สุด ทั้งในช่วงต้นของฤดูฝน ช่วงกลางของฤดูฝน และช่วงปลายของฤดูฝน คือ ฝนที่ตกอยู่ในช่วง 20-50 มิลลิเมตร และจากการคัดเลือกข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธาร ของลุ่มน้ำทั้งสอง ในช่วงระยะเวลาก่อนการสร้างฝายต้นน้ำ มีข้อมูลที่เป็นฝนเดี่ยว (single storm) และเป็นข้อมูลที่มีความสมบูรณ์มากที่สุด จำนวน 6 storm ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.

ตารางที่ 2. ปริมาณน้ำฝนอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธาร ของพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีการสร้างฝายต้นน้ำ (Qpcdw) และลุ่มน้ำที่ไม่สร้างฝาย หรือลุ่มน้ำควบคุม (Qpctw) ในช่วงเวลาก่อนการสร้างฝายต้นน้ำ

ปริมาณน้ำฝน (มม.)	อัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่า (ลบ.ม./วินาที)	
	ลุ่มน้ำสร้างฝาย (Qpcdw)	ลุ่มน้ำควบคุม (Qpctw)
25.9	0.9761	1.0124
30.6	0.9059	1.0495
42.5	2.4965	2.3723
30.7	1.5117	1.913
34.2	0.2279	0.1855
27.1	0.2755	0.2755

ผลของการสร้างสมการคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินค่าอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธารของลุ่มน้ำที่มีการสร้างฝายต้นน้ำ (Qpcdw) จากข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธารของลุ่มน้ำควบคุม หรือลุ่มน้ำที่ไม่มีการสร้างฝายต้นน้ำ (Qpctw) ในช่วงก่อนการสร้างฝายต้นน้ำ มีรูปลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

$$Qpcdw = 0.066 + 1.003*Qpctw,\ r^2 = 0.9548 \quad \ldots(2)$$

โดยให้ค่าความถูกต้องในการประเมินค่า 95.48 เปอร์เซ็นต์

จากการนำสมการที่ (2) มาประเมินค่าอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธาร ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นเมื่อไม่มีการสร้างฝายต้นน้ำ ของลุ่มน้ำที่มีการสร้างฝายต้นน้ำ (Qpcde) จากข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธารของลุ่มน้ำที่ไม่มีการสร้างฝายต้นน้ำ (Qpctw) ที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาหลังการสร้างฝายต้นน้ำ และนำผลลัพธ์ที่ได้มาหักด้วยอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธารของลุ่มน้ำที่มีการสร้างฝายต้นน้ำ ที่เกิดขึ้นจริงหลังจากการสร้างฝายต้นน้ำ (Qpcdr) ที่เกิดขึ้นจากพายุฝน storm เดียวกัน ต่อจากนั้นจึงแปลงค่าผลต่างที่เกิดขึ้นให้เป็นเปอร์เซ็นต์การลดลงของอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธารที่เกิดขึ้นจากการสร้างฝายต้นน้ำ

ผลปรากฏว่า การสร้างฝายต้นน้ำจะช่วยลดอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธารโดยเฉลี่ยเท่ากับ 54.52 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 32.41 ถึง 93.62 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา และปริมาณความชื้นหรือปริมาณน้ำที่มีอยู่ก่อนในชั้นดิน ซึ่งจะแตกต่างกันไปในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ กันของรอบปี ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.

ตารางที่ 3. ปริมาณน้ำฝนอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธารของลุ่มน้ำควบคุม (Qpctw) และลุ่มน้ำที่มีการสร้างฝายต้นน้ำทั้งที่ประเมินจากสมการ (Qpcde) และที่เก็บวัดได้จริงในพื้นที่ (Qpcdr) และเปอร์เซ็นต์การลดลงของอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธาร ที่เป็นผลมาจากการสร้างฝายต้นน้ำ (%DEF)

ปริมาณน้ำฝน	อัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่า (ลบ.ม./วินาที)			
(มม.)	Qpctw	Qpcde	Qpcdr	%DEF
31.0	2.2519	2.3247	0.1483	93.62
22.1	1.4201	1.4904	0.3674	75.35
21.0	0.1991	0.2657	0.1726	35.04
30.0	0.7139	0.782	0.4992	36.17
20.0	0.2279	0.2946	0.1991	32.41
			เฉลี่ย	54.52

บทสรุป

ถึงแม้ว่าผลของการศึกษาจะพบว่าการสร้างฝายต้นน้ำจำนวน 125 ตัว จะช่วยลดอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธารได้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ แต่การลดลงดังกล่าวจะเป็นของลุ่มน้ำห้วยหมูเลาะซ้าย และ/หรือ ลุ่มน้ำที่มีลักษณะทางกายภาพคล้ายคลึงกับลุ่มน้ำห้วยหมูเลาะซ้าย ที่อยู่ในบริเวณที่มีลักษณะอากาศเช่นเดียวกันกับห้วยหมูเลาะซ้าย และมีการสร้างฝายต้นน้ำจำนวน 125 ตัว เท่านั้น

ทั้งนี้เป็นเพราะ การลดลงของอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธาร จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีบทบาทต่อการให้น้ำท่าไหลในลำธาร อาทิ ปริมาณน้ำฝน ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของน้ำ ลักษณะภูมิประเทศ ที่เป็นตัว

ควบคุมการไหลของน้ำผิวดิน ชนิดของเนื้อดินและความลึกของชั้นดิน ที่เป็นตัวควบคุมการไหลของน้ำใต้ผิวดิน และชนิด ปริมาณ สัดส่วน และการกระจายของพืชคลุมดิน ที่เป็นตัวควบคุมการซึมผ่านผิวดินของน้ำฝน

ดังนั้น เพื่อให้การประเมินค่าประสิทธิภาพในการทำงานตามหน้าที่ของฝายต้นน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการลดอัตราการไหลสูงสุดของน้ำท่าที่ไหลในลำธาร (peak flow discharge) ของลุ่มน้ำในพื้นที่ต้นน้ำต่าง ๆ ทั่วประเทศบรรลุผลสำเร็จ จึงควรที่จะสร้างเป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์ (mathematical model) ที่นำเอาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีบทบาทต่อการไหลของน้ำท่า ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น มาเป็นตัวแปรในการประเมินต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Hewlett, J.D. and W.L. Nutter. 1969. An Outline of Forest Hydrology. University of Geogia Press, Athens. 137 P.

Wang, G.Y. and J.L. Innes. 2005. Watershed Sustainability : Strategic and Tactical level assessment in the Min River Watershed, China. Environmental Informatics Archives, Vol. 3 pp. 76.-83.

@@@@@@@@@@@@@@@@