



ที่ ทส ๐๙๐๘.๒/ **14876**

ถึง สำนักทุกสำนัก
สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ ๑ - ๑๖
สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์สาขาทุกสาขา
กองทุกกอง
สำนักงานผู้ตรวจราชการกรม
กลุ่มตรวจสอบภายใน
กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ขอส่งบันทึกวิจัยเล่มที่ ๒/๒๕๕๔ เรื่อง “การใช้เทคนิค Rainfall - runoff polygons ศึกษาการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการไหลของน้ำท่าในลำธารในช่วง ๒๙ - ๓๐ ปี หลังการปลูกป่า ที่จังหวัดน่าน” ของสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน สังกัดส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ โดย นายสุพจน์ เจริญสุข และนายพงษ์ศักดิ์ วิทวัสติกุล มาเพื่อใช้ประโยชน์และเผยแพร่ต่อไป

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

2 กันยายน ๒๕๕๔



สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ

โทร. ๐ ๒๕๖๑ ๐๗๗๗ ต่อ ๑๘๒๑

โทรสาร ๐ ๒๕๖๑ ๐๗๗๗ ต่อ ๑๘๒๑

บันทึกวิจัยเล่มที่ ๒/๒๕๕๔
สิงหาคม ๒๕๕๔

สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน
ส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ
กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

การใช้เทคนิค Rainfall-runoff polygons ศึกษาการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรมการไหล ของน้ำท่าในลำธารในช่วง 29-30 ปีหลังการปลูกป่า ที่จังหวัดน่าน

Application of rainfall-runoff polygons for study on runoff
characteristics conversion due to 29-30 years reforestation at Nan
province.

โดย

สุพจน์ เจริญสุข และ ดร.พงษ์ศักดิ์ วิฑูรย์สุติกุล

Abstract

Rainfall-runoff polygons was taken to be a tool for continuous study runoff characteristics due to forest plantation at Nan watershed research station. The developed stages of plantation were defined as; juvenile sapling, pole, early mature and over mature, respectively.

It was found that 29-30 years forest plantation over 50-100 cm soil depth of hill slope increases more infiltrated water in soil mantle. It induces more graduate runoff in rainy season as well as more flow duration in dry season. However, water loss due to evapotranspiration of planting tree decreases annual flow lower than natural forested watershed.

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ Rainfall-runoff polygons ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาพฤติกรรมกรมการพัฒนาพื้นที่ต้นน้ำในการให้น้ำท่าไหลในลำธารภายหลังการปลูกสร้างสวนป่าตั้งแต่ปี พ.ศ.2525 เป็นต้นมา ที่สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน อ.เวียงสา จ.น่าน โดยแบ่งออกเป็นระยะของการฟื้นตัวหลังการปลูก ระยะการเจริญเติบโต ระยะเริ่มแก่ตัว และระยะแก่ตัว

ผลปรากฏว่า ภายหลังการปลูกสร้างสวนป่าบนพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีชั้นดินลึกเพียง 50-100 ซม.เป็นเวลา 29-30 ปี พื้นที่ต้นน้ำจะได้รับการฟื้นฟูให้สามารถดูดซับน้ำฝนได้มากขึ้นในช่วงฤดูฝน และปลดปล่อยน้ำท่าให้ไหลในลำธารได้นานขึ้นภายหลังฤดูฝนสิ้นสุดลง แต่ขนาดและความหนาแน่นของต้นไม้ที่ปลูกทำให้น้ำในดินถูกต้นไม้ดูดขึ้นไปใช้มากขึ้น ปริมาณน้ำท่าจึงลดต่ำลงเมื่อเทียบกับลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ

คำนำ

การทำลายป่าไม้บริเวณพื้นที่ต้นน้ำลำธาร มักจะก่อให้เกิดน้ำป่าไหลหลากในขณะที่ฝนตกอยู่เป็นประจำ นอกจากนี้สภาวะโลกร้อนที่ก่อให้เกิดการระจุกตกของฝน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณต้นน้ำลำธาร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีอากาศชื้นและเย็น (Witthawatchutikul, 2010) ทำให้น้ำป่าไหลหลากที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงมากขึ้น การแก้ปัญหาจำเป็นต้องดำเนินการทั้งในระยะสั้น คือ การใช้งานวิศวกรรมบรรเทาความรุนแรงที่จะเกิดขึ้น และการฟื้นฟูพื้นที่เสียหายด้วยการปลูกสร้างสวนป่า ซึ่งเป็นมาตรการระยะยาว

Amatya and Trettin (2010) กล่าวว่าข้อมูลลักษณะทางอุทกวิทยาลุ่มน้ำ จะมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการออกแบบงานด้านวิศวกรรม ข้อมูลดังกล่าวจะผันแปรเปลี่ยนแปลงไปตามการตกของฝนและลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำ (Koltun and Whitehead, 2001) สำหรับปัจจัยพื้นที่ลุ่มน้ำนั้น FAO(2011) ได้แบ่งออกเป็นสามส่วนคือ (1)ชนิดและปริมาณพืชคลุมดิน ซึ่งเป็นตัวแบ่งน้ำฝนออกเป็นน้ำผิวดินและน้ำไหลใต้ผิวดิน (2)ชนิดดิน ซึ่งเป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ผิวดิน และ (3)ความลาดชันและขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งจะเป็นตัวควบคุมการไหลของน้ำผิวดิน

ทั้งนี้ Kadioglu and Sen (2001) ได้สร้างแนวคิดในการนำสัดส่วนของน้ำฝนและน้ำท่าที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี มาศึกษาพฤติกรรมการไหลของน้ำท่าในลำธาร ที่เป็นผลมาจากการกระทำร่วมกันระหว่างปัจจัยน้ำฝนและปัจจัยลักษณะพื้นที่ต้นน้ำ เรียกว่า precipitation-runoff polygons

อย่างไรก็ตามการปลูกสร้างสวนป่าขึ้นทดแทนบริเวณพื้นที่เสื่อมโทรมของพื้นที่ต้นน้ำ ซึ่งจะต้องใช้ระยะเวลาในการฟื้นฟูไม่ต่ำกว่า 153 ปี (Viranant et al.,2009) จึงจะมีผลทำให้พฤติกรรมการไหลของน้ำท่าในลำธารมีการเปลี่ยนแปลง หรือถูกพัฒนาขึ้นมาได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถในการดูดซับและระบายน้ำของดิน (Godsey and Elsenbeer (2002) ทำให้น้ำท่าที่ไหลในช่วงฤดูฝนลดความรุนแรงลง และเพิ่มปริมาณน้ำท่าในช่วงฤดูแล้งให้มากขึ้น ถึงแม้ว่าจะทำให้ปริมาณน้ำท่ารายปีลดลง 15-23 เปอร์เซ็นต์ (Stackelberg et al.,2011) ก็ตามแต่ในระยะยาว จะช่วยทำให้ฝนตกสม่ำเสมอมากขึ้น (Anonymous, 2010)

ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่องานด้านวิศวกรรม ตลอดจนการวางแผนการใช้ประโยชน์ทรัพยากรน้ำที่พื้นที่ต้นน้ำเอื้ออำนวยให้ภายหลังการปลูกสร้างสวนป่าที่จังหวัดน่าน งานวิจัยชิ้นนี้จึงถูกจัดทำขึ้นโดยมีจุดประสงค์ เพื่อ

(1)ศึกษา monthly rainfall-runoff polygons ในแต่ละช่วงเวลาของการพัฒนาตัวของสวนป่าที่ประกอบไปด้วยระยะ juvenile, pole, early mature และ over mature ของพื้นที่ลุ่มน้ำสวนป่าประดู่ และสวนป่าไม้ซ้อ ที่ปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525-26 ถึงปี พ.ศ.2553

(2)เปรียบเทียบ monthly rainfall-runoff polygons ระหว่างลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ กับลุ่มน้ำสวนป่า ในแต่ละช่วงเวลาของการพัฒนาตัวของสวนป่า

ลักษณะพื้นที่

พื้นที่ศึกษาประกอบด้วยลุ่มน้ำวังปอ (ตัวแทนของลุ่มน้ำสวนป่าไม้ประดู่-ซ้อ) และลุ่มน้ำเลียงตาย (ตัวแทนของลุ่มน้ำป่าเบญจพรรณธรรมชาติ) ลุ่มน้ำศึกษาทั้งสองตั้งอยู่บนเส้นรุ้งที่ $18^{\circ} 31'$ เหนือ และเส้นแวงที่ $101^{\circ} 30'$ ตะวันออก ซึ่งเป็นลุ่มน้ำทดลองของสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

ลักษณะโดยทั่วไปของลุ่มน้ำวังปอและลุ่มน้ำเลียงตาย มีพื้นที่ 1.57 และ 1.71 ตารางกิโลเมตร มีความลาดชันเฉลี่ย 40.9 และ 42.6 เปอร์เซ็นต์ และอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 380-730 และ 480-852 เมตรตามลำดับ โดยมิติศทางด้านลาดเท (aspect) หันไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือทั้งคู่

พื้นที่ลุ่มน้ำทั้งสองมีหินต้นกำเนิดดินที่หลากหลายชนิด เช่น หินทราย (sandstone) หินดินดาน (shale) หินฟิลไลต์ (phyllite) และหินแอนดีไซต์ (andesite) ทำให้ชนิดดินที่เกิดขึ้นจากการสลายตัวของหินเหล่านี้มีความหลากหลายเช่นกัน กล่าวคือเนื้อดินชั้นบนจะเป็นพวก clay loam ถึง sandy clay loam ส่วนดินชั้นล่างมีเนื้อดินเป็นพวก clay ถึง sandy clay โดยมีความลึกของชั้นดินไม่มากนัก (ประมาณ 0.5-1 เมตร)

สภาพอากาศโดยทั่วไปของพื้นที่ศึกษาค่อนข้างร้อน และค่อนข้างแห้งแล้ง อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยตลอดปี 25.1 องศาเซลเซียส ฝนตกกระจายตลอดทั้งปี ด้วยปริมาณ 1,332.42 มม. (948.60 – 1,812.0 มม./ปี) ความร้อน

และแห้งแล้งทำให้ปริมาณน้ำระเหยมีค่าสูง คือ 1,334.4 มม./ปี อย่างไรก็ตามความสูงของพื้นที่ทำให้ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศยังคงมีค่าค่อนข้างสูงเกือบตลอดปี คือ 86.9 เปอร์เซ็นต์

อากาศที่ร้อนบนพื้นที่ที่มีสภาพแห้งแล้งเช่นนี้ ทำให้พื้นที่ส่วนใหญ่ถูกปกคลุมไปด้วยป่าเบญจพรรณ (mixed deciduous forest) โดยมีป่าเต็งรัง (dry dipterocarp forest) ปรากฏให้เห็นอยู่ในบริเวณที่มีดินตื้น เช่น ตามสันเขา เป็นต้น พื้นที่ป่าดังกล่าวนี้ในอดีตที่ผ่านมาถูกกำหนดให้เป็นพื้นที่สัมปทานทำไม้ ไม้มีค่าขนาดใหญ่ถูกตัดฟันออกไปเพื่อใช้ประโยชน์ เหลือแต่ไม้ขนาดเล็กปกคลุมพื้นที่ ดังแสดงในรูปที่ 1

แต่เส้นทางที่นำไม้ออกมากลับกลายเป็นเส้นทางที่นำประชาชนกลับเข้าไปแผ้วถางป่า และใช้ประโยชน์ที่ดินทำการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำวังปอ ส่งผลทำให้พื้นที่ต้นน้ำเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช



รูปที่ 1. กลุ่มน้ำเสียงตาย (ตัวแทนกลุ่มน้ำป่าเบญจพรรณธรรมชาติ)

(ฝ่ายวิจัยต้นน้ำ กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้เดิม) ได้จัดตั้งสถานีวิจัยต้นน้ำขึ้นในปี พ.ศ.2523 ณ บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งสอง และมีการปลูกป่า (ไม้ประดู่และไม้ซ้อ) เพื่อฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำในกลุ่มน้ำวังปอตั้งแต่ปี พ.ศ.2525 ถึง พ.ศ. 2526 ดังแสดงในรูปที่ 2 ต่อมามีการติดตั้งเครื่องมือและเก็บวัดข้อมูลวิจัยเกี่ยวกับการจัดการพื้นที่ต้นน้ำอย่างต่อเนื่องจวบจนปัจจุบัน



รูปที่ 2. กลุ่มน้ำวังปอ (ตัวแทนกลุ่มน้ำสวนป่าประดู่-ซ้อ)

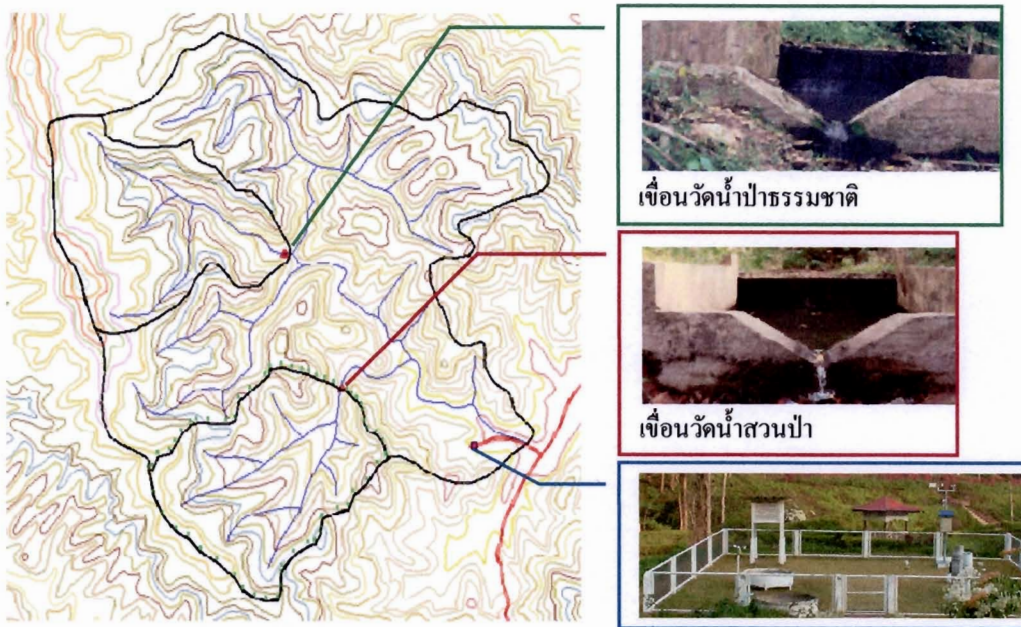
วิธีการศึกษา

(1).การเก็บวัดข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย ข้อมูลน้ำฝน และข้อมูลน้ำท่าที่ไหลในลำธาร ข้อมูลทั้งสองถูกเก็บวัดอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ.2525 ซึ่งเป็นปีที่เสร็จสิ้นการปลูกสร้างสวนป่าเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำที่เสื่อมโทรม จนกระทั่งถึงปี พ.ศ.2553 รวมทั้งสิ้น 29 ปี โดยมีรายละเอียดดังนี้ คือ

(1.1).ข้อมูลปริมาณน้ำฝน เก็บวัดจากเครื่องวัดน้ำฝนชนิด 8-inches standard raingage ที่ติดตั้งบริเวณสถานีตรวจวัดอากาศ ของสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน

(1.2).ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ไหลในลำธาร เก็บวัดจากเครื่องบันทึกระดับน้ำอัตโนมัติ (water level recorder) ที่ติดตั้งอยู่เหนือบ่อน้ำนิ่งข้างเขื่อนวัดน้ำท่าที่ไหลในลำธารชนิด 120 V-notch weir ที่สร้างขึ้นบริเวณปากของกลุ่มน้ำ (outlet) ของพื้นที่ลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ (ลุ่มน้ำเสียงตาย) และลุ่มน้ำสวนป่า (ลุ่มน้ำวังปอ) ดังรายละเอียดในรูปที่ 3



รูปที่ 3 พื้นที่ลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ (เสียงตาย) และลุ่มน้ำสวนป่า (วังปอ)

(2).การวิเคราะห์ข้อมูล

(2.1).นำข้อมูลความสูงของน้ำท่าที่ไหลผ่านปากเขื่อนวัดน้ำท่า จากเครื่องบันทึกระดับน้ำอัตโนมัติมาคำนวณให้เป็นค่าปริมาณน้ำท่ารายวัน มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

(2.2).รวบรวมข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่ารายวันให้เป็นข้อมูลรายเดือน

(2.3).หาค่าเฉลี่ยข้อมูลน้ำฝนรายเดือน และข้อมูลน้ำท่ารายเดือน ในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ กันของการเจริญเติบโตของต้นไม้ที่ปลูกไว้ดังนี้

(2.3.1).ระยะของการตั้งตัว (juvenile sapling) เป็นข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525 ถึงปี พ.ศ. 2528 คือตั้งแต่กล้าไม้มีอายุ 1 ถึง 4 ปี

(2.3.2).ระยะของการเจริญเติบโต (pole) เป็นข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 ถึงปี พ.ศ. 2540 คือตั้งแต่กล้าไม้มีอายุ 5 ถึง 16 ปี

(2.3.3).ระยะเริ่มแก่ตัว (early mature) เป็นข้อมูลตั้งแต่ปีพ.ศ. 2541 ถึงปี พ.ศ. 2545 คือตั้งแต่ต้นไม้มีอายุ 17 ถึง 21 ปี โดยเป็นผลมาจากชั้นดินที่ตื้นเพียง 0.5-1.0 เมตร

(2.3.4).ระยะแก่ตัว (over mature) เป็นข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 ถึงปี พ.ศ. 2553 คือตั้งแต่ต้นไม้มีอายุ 22 ถึง 29 ปี

(2.4).เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ที่ต่อเนื่อง ระหว่างค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณน้ำฝน(แกน Y) กับค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณน้ำท่าที่ไหลในลำธาร (แกน X) หรือ rainfall-runoff polygons ที่เกิดขึ้นกับลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ และลุ่มน้ำสวนป่า .ในแต่ละระยะของการพัฒนาตัวของสวนป่า

(2.5).เปรียบเทียบ rainfall-runoff polygons ระหว่างลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ (ลุ่มน้ำเลี้ยงตาย) กับลุ่มน้ำสวนป่า (ลุ่มน้ำวังปอ) ในแต่ละระยะของการพัฒนาตัวของสวนป่า

(2.6).ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ rainfall-runoff polygons ที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาตัวของพื้นที่ลุ่มน้ำภายหลังการปลูกสร้างสวนป่า

สำหรับเกณฑ์ในการศึกษา rainfall-runoff polygons จะนำแนวคิดของ Kadioglu and Sen (2001) มาประยุกต์ใช้ กล่าวคือ

(1).ความลาดชันของเส้นแสดงการเปลี่ยนแปลงน้ำฝนกับน้ำท่า หรือ เส้นน้ำฝน/น้ำท่า (R/Q line)

(1.1).ทิศทางการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น ถ้าเส้นการเปลี่ยนแปลง R/Q line มีความชันมาก แสดงว่าพื้นที่ลุ่มน้ำยังสามารถในการดูดซับน้ำฝนได้อีก แต่ถ้การเปลี่ยนแปลงของ R/Q line มีความชันน้อย แสดงว่าดินของพื้นที่ลุ่มน้ำแห่งนั้นเริ่มอิ่มตัวแล้ว จึงเริ่มมีการระบายน้ำให้กับลำธารมากขึ้น

(1.2).ทิศทางการเปลี่ยนแปลงที่ลดลง ถ้าการเปลี่ยนแปลง R/Q line มีความชันสูง แสดงว่าดินในลุ่มน้ำแห่งนั้นมีชั้นดินที่ลึก และเก็บกักน้ำเอาไว้ได้เป็นจำนวนมาก จึงปลดปล่อยน้ำให้กับลำธารน้อย แต่ถ้การเปลี่ยนแปลง R/Q line มีความชันน้อย แสดงว่าพื้นที่ลุ่มน้ำแห่งนั้นมีชั้นดินที่ตื้น เก็บกักน้ำเอาไว้ไม่ได้มาก

(2).ขนาดของ polygons ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับปริมาณและการกระจายของฝนที่ตกในรอบปี ซึ่งสามารถแยกวิเคราะห์ออกมาได้ดังนี้

(2.1).ในแนวตั้ง ถ้ระยะห่างของเส้น R/Q line ระหว่างช่วงฤดูฝนกับช่วงฤดูแล้งมีค่าแตกต่างกันมาก แสดงว่าฝนจะกระจุกตัวตกในช่วงฤดูฝนเป็นจำนวนมาก

(2.2).ในแนวนอน ถ้ค่า R/Q ระหว่างจุดสูงสุดและจุดต่ำสุดมีค่าต่างกันมาก แสดงว่าการตกของฝนมีลักษณะที่กระจายตลอดทั้งปี

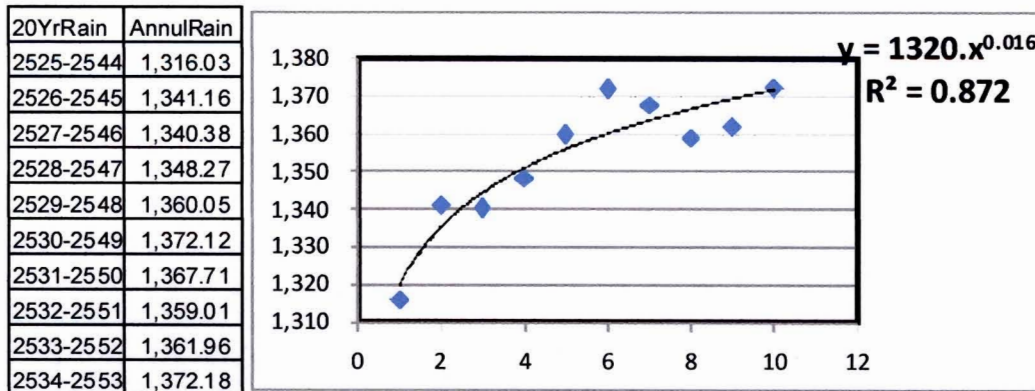
ผลการศึกษา

จากการศึกษาการฟื้นตัวของพื้นที่ต้นน้ำ ภายหลังการปลูกสร้างสวนป่าเป็นระยะเวลาประมาณ 29-30 ปี ที่สถานีวิจัยต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ปรากฏผลดังต่อไปนี้

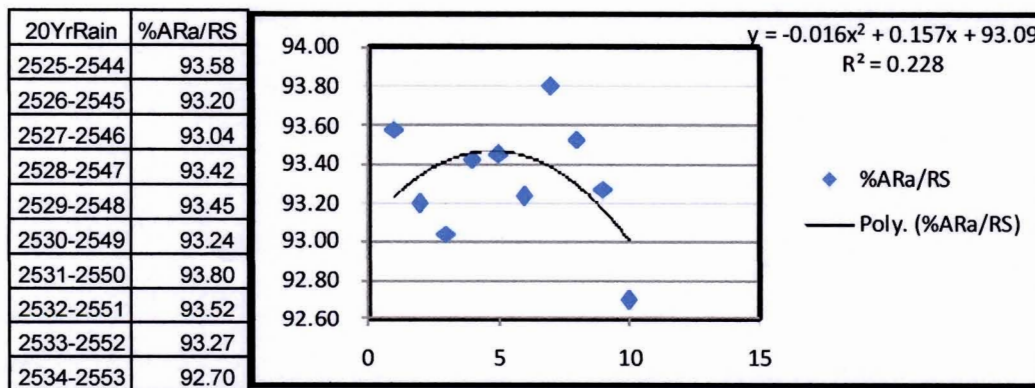
การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในช่วงเวลาของการศึกษา

ผลของการเก็บวัดข้อมูลอากาศอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ.2525 และศึกษาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงปริมาณและการกระจายของฝนที่ตก โดยใช้ 20 years moving mean เป็นเครื่องมือ พบว่าฝนที่ตกลงมาในแต่ละปีมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในลักษณะที่ถดถอย จาก 1,316.03 มม./ปี ในช่วงระหว่างปี พ.ศ.2525-2544 เป็น 1,372.18 มม./ปี ในช่วงระหว่างปี พ.ศ.2534-2553 ดังรายละเอียดในรูปที่ 4

ส่วนการกระจายของฝนที่ตกในรอบปี ซึ่งใช้ข้อมูลร้อยละของน้ำฝนรายปีที่ตกในช่วงฤดูฝน (ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม) เป็นตัวชี้วัด โดยใช้ 20 years moving mean เป็นเครื่องมือเช่นกัน ผลปรากฏว่าข้อมูลดังกล่าวมีการผันแปรเปลี่ยนแปลงขึ้นและลงสลับกันเป็นระยะ ๆ ดังรายละเอียดในรูปที่ 5.



รูปที่ 4. แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนรายปีในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

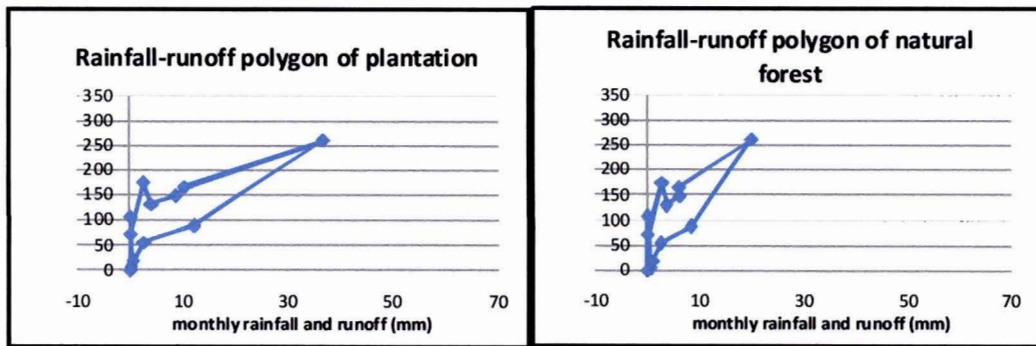


รูปที่ 5. แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงร้อยละของน้ำฝนรายปีที่ตกในช่วงฤดูฝนในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

Rainfall-runoff polygons ของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติและลุ่มน้ำสวนป่า

ช่วงการตั้งตัวหลังการปลูกป่า (juvenile sapling)

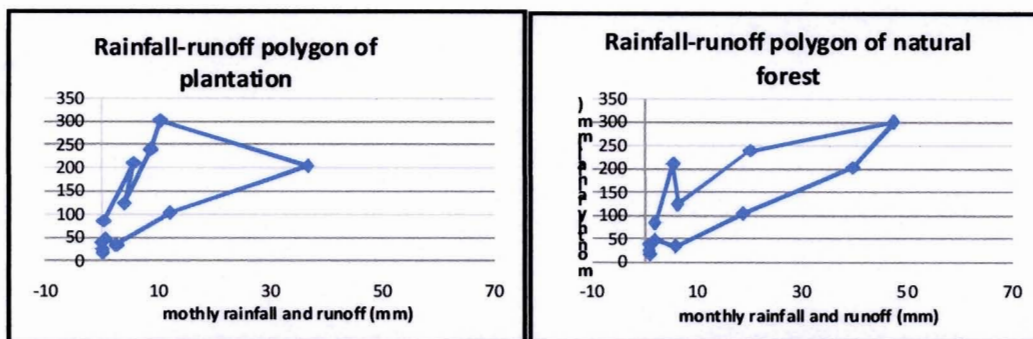
ลักษณะอากาศหลังการปลูกป่า คือ ปี พ.ศ.2525 ถึงปี พ.ศ.2528 ฝนตกค่อนข้างน้อย เฉลี่ย 1,113.74 มม./ปี และตกกระจายเกือบตลอดทั้งปี ทำให้เส้นน้ำฝน/น้ำท่า (R/Q line) ในช่วงฤดูฝน กับฤดูแล้งห่างกันไม่มากนัก ในช่วงต้นฤดูฝน (ช่วงที่ร่องมรสุมเคลื่อนตัวจากทิศใต้ขึ้นไปสู่ทิศเหนือ) ลุ่มน้ำป่าธรรมชาติให้ค่า R/Q line ไม่แตกต่างไปจากลุ่มน้ำสวนป่ามากนัก ในช่วงกลางฤดูฝน (ช่วงที่ร่องมรสุมเคลื่อนตัวจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้) และปลายฤดูฝนต้นไม้ในป่าธรรมชาติมีการใช้น้ำมากกว่า ต้นไม้ในสวนป่า ซึ่งยังมีขนาดเล็ก (Wanielista et al., 1997) ส่งผลทำให้ R/Q line มีระยะทางในแนวนอนน้อยกว่าลุ่มน้ำสวนป่า ดังรายละเอียดในรูปที่ 6.



รูปที่ 6. Rainfall-runoff polygons ของลุ่มน้ำสวนป่าระยะตั้งตัวเทียบกับลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ

ช่วงการเจริญเติบโต (pole)

ลักษณะอากาศในช่วงการเจริญเติบโตของต้นไม้ในสวนป่าภายหลังการตั้งตัว คือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529 ถึงปี พ.ศ.2540 ฝนตกมากขึ้นเล็กน้อยเป็น 1,360.80 มม./ปี โดยเฉลี่ย และมีการกระจุกตัวตกในฤดูฝนเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้จะสังเกตได้จากความห่างในแนวตั้งที่มากขึ้นของเส้น R/Q line ในช่วงฤดูฝนกับช่วงฤดูแล้ง ของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ สำหรับในลุ่มน้ำสวนป่านั้น ระยะห่างในแนวตั้งของ R/Q line จะปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจน โดยเป็นผลมาจากการใช้น้ำจำนวนมากเพื่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ที่ปลูก ทำให้น้ำฝนที่เหลือและกลายเป็นน้ำท่าไหลในลำธารมีน้อยมาก (Hewlett and Nutter, 1969) อย่างไรก็ตามเมื่อต้นไม้มีการเจริญเติบโตเต็มกำลังการผลิตของปีนั้น ๆ แล้ว ซึ่งขึ้นอยู่กับอายุของต้นไม้แล้ว การใช้น้ำจะลดลง ทำให้น้ำฝนที่คงอยู่ภายในดิน และน้ำฝนที่ตกตามมาภายหลังสามารถระบายให้กับลำธารต่อเนื่องไปอีก แม้ว่าฝนจะหยุดตกไปแล้วก็ตาม (กรีติ สิวจันกุล, 2543) ดังรายละเอียดในรูปที่ 7

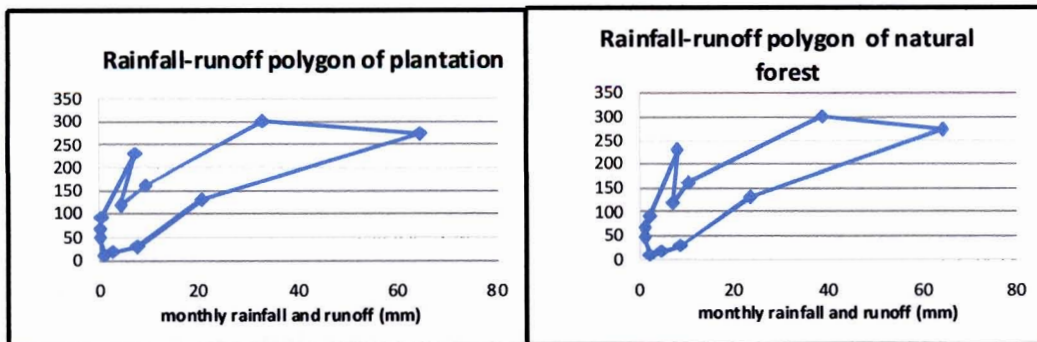


รูปที่ 7. Rainfall-runoff polygons ของลุ่มน้ำสวนป่าระยะเจริญเติบโตเทียบกับลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ

ช่วงเริ่มแก่ตัว (early mature)

ในช่วงระยะเวลาดังกล่าวนี้ คือ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2541 ถึงปี พ.ศ.2545 ฝนตกมากขึ้นอีก คือ โดยเฉลี่ยปีละประมาณ 1,427.66 มม. แต่กลับมีลักษณะของการตกที่กระจายตัวเกือบตลอดทั้งปี ทำให้ช่วงห่างในแนวตั้งของ R/Q line ระหว่างช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งลดลง นอกจากนี้รูปทรงของ rainfall-runoff polygons ของทั้งสองลุ่มน้ำยังมีความคล้ายคลึงกันอีกด้วย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะต้นไม้ที่ปลูกมีขนาดใหญ่เคียงกับต้นไม้ในป่าธรรมชาติ อย่างไรก็ตามหลังจากที่ฤดูฝนสิ้นสุดลง น้ำท่าที่ไหลในลำธารของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติจะลดลงเร็วกว่าลุ่มน้ำสวนป่าเล็กน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อฤดูฝนสิ้นสุดลงใหม่ ๆ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลุ่มน้ำป่าธรรมชาติมีความลาดชัน

มากกว่าลุ่มน้ำสวนป่า ทำให้การระบายน้ำเกิดขึ้นรวดเร็วมากกว่า (Mishra and Singh, 2003) แต่เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง การลดลงของ R/Q line จะมีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน ดังรายละเอียดในรูปที่ 8

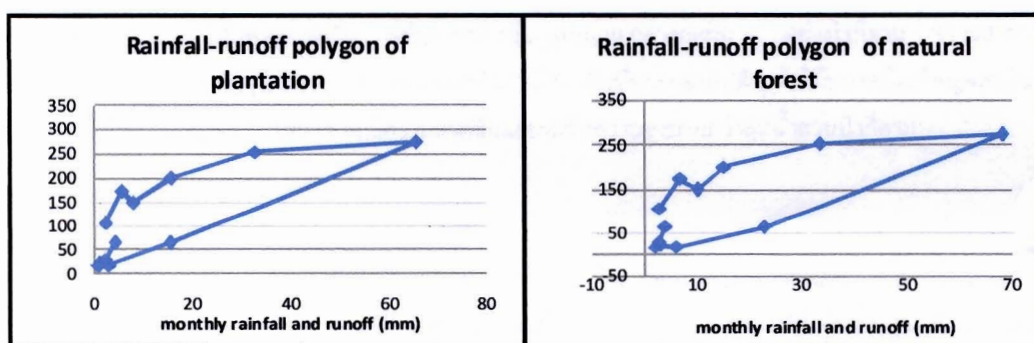


รูปที่ 8. Rainfall-runoff polygons ของลุ่มน้ำสวนป่าระยะเริ่มแก่ตัวเทียบกับลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ

ช่วงแก่ตัว (over mature)

ช่วงสุดท้ายของการศึกษา คือตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 ถึงปี พ.ศ.2553 ซึ่งต้นไม้ที่ปลูกมีอายุประมาณ 29 ถึง 30 ปี ช่วงเวลานี้ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงเหลือเพียง 1,339.68 มม. และมีการตกที่กระจายตัวมากขึ้น ถึงแม้ว่ารูปทรงของ Rainfall-runoff polygons ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งสองจะมีความใกล้เคียงกันมาก เช่นเดียวกับกับระยะ early mature แต่ความห่างของ R/Q line ระหว่างช่วงฤดูฝนกับฤดูแล้งของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติมีมากกว่าลุ่มน้ำสวนป่าเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลุ่มน้ำป่าธรรมชาติดีระดับความสูง (elevation) มากกว่า ทำให้จำนวนน้ำฝนในฤดูฝนมีมากกว่า (Witthawatchutikul, 2010)

แต่หลังจากที่ฤดูฝนเริ่มผ่านพ้นไป การใช้น้ำของต้นไม้ที่ปลูก ซึ่งนอกจากจะมีขนาดของต้นไม้ใกล้เคียงกับต้นไม้ในป่าธรรมชาติแล้ว ยังมีจำนวนต้นไม้ที่มากกว่าอีกด้วย ทำให้น้ำในดินถูกดึงกลับขึ้นไปใช้ในการคายน้ำมากขึ้น ส่งผลทำให้ปริมาณน้ำท่าที่ไหลในลำธารลดต่ำลง (Wanielista et al., 1997) ต่อมาเมื่อปริมาณน้ำในชั้นดินที่เหลือจากการถูกนำไปใช้มีค่าใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติ ปริมาณน้ำท่าที่ไหลในลำธารทั้งป่าธรรมชาติและสวนป่าจะมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งสองมีชั้นดินที่ต้นใกล้เคียงกัน กล่าวคือมีความลึกของชั้นดินประมาณ 50-100 ซม.เท่านั้น ดังรายละเอียดที่แสดงในรูปที่ 9'



รูปที่ 9. Rainfall-runoff polygons ของลุ่มน้ำสวนป่าระยะแก่ตัวเทียบกับลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ

Rainfall-runoff polygons หลังการปลูกป่า

ผลจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลง Rainfall-runoff polygons ของลุ่มน้ำสวนป่า ตั้งแต่ระยะตั้งตัว (juvenile sapling) ระยะเจริญเติบโต (pole) ระยะเริ่มแก่ตัว (early mature) และระยะแก่ตัว (over mature)

ดังแสดงในรูปที่ 5 ถึงรูปที่ 9 พบว่ารูปทรงของ Rainfall-runoff polygons จะแตกต่างกันไปตามลักษณะการตกของฝนและการเจริญเติบโตของต้นไม้ (Koltun and Whitehead, 2001)

สำหรับปัจจัยฝนนั้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนและยังขึ้นอยู่กับการกระจายตัวในการตกของฝนตามช่วงระยะเวลาต่าง ๆ กันของรอบปีอีกด้วย ถ้าฝนตกน้อยและมีการตกที่กระจายตัวทำให้ช่วงห่างตามแนวตั้งของ R/Q line ระหว่างช่วงฤดูฝนกับช่วงฤดูแล้งแคบ อาทิ ช่วงแรก คือช่วงของการตั้งตัวของต้นไม้ที่ปลูก ในช่วงระยะเวลาดังกล่าวการพัฒนาตัวของพื้นที่หลังการปลูกต้นไม้จะมีบทบาทไม่มากนัก

ตรงกันข้ามกับช่วงการเจริญเติบโตของต้นไม้ ถึงแม้ว่าฝนจะตกมากขึ้น และมีการกระจายตัวตกในฤดูฝนมากขึ้น แต่การใช้ประโยชน์ของต้นไม้และการพัฒนาตัวของดินจากการเจริญเติบโตของต้นไม้ ทำให้น้ำในดินถูกนำมาเก็บกักไว้ในชั้นดิน และถูกต้นไม้ดึงกลับขึ้นไปใช้มากขึ้น ส่งผลให้น้ำท่าที่ไหลในลำธารมีลักษณะที่ค่อยเป็นค่อยไปมากขึ้น ทั้งในช่วงฤดูฝนและเมื่อฤดูฝนสิ้นสุดลง (Godsey and Elsenbeer (2002)

เมื่อต้นไม้เจริญเติบโตจนมีขนาดใกล้เคียงกับต้นไม้ในป่าธรรมชาติ ซึ่งบริเวณพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ที่มีฝนตกค่อนข้างน้อย (เฉลี่ย 1,332.42 มม./ปี และอยู่ในช่วง 948.60 ถึง 1,812.0 มม./ปี) และมีชั้นดินไม่ลึกมากนัก (50 ถึง 100 มม./ปี) การพัฒนาตัวของต้นไม้จะใช้ระยะเวลาประมาณ 29-30 ปี ทั้งนี้สามารถสังเกตได้จากรูปทรงของ Rainfall-runoff polygons ของลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ และลุ่มน้ำสวนป่ามีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด ในช่วงระยะเวลาดังกล่าวนี้ต้นไม้ที่ปลูกสามารถพัฒนาพื้นที่ให้เก็บกักน้ำฝนไว้ได้มากขึ้น ทั้งนี้จะสังเกตได้ว่าในช่วงปลายฤดูฝน ถึงแม้ว่าปริมาณน้ำฝนจะลดลงและปริมาณน้ำท่าที่ไหลในลำธารยังคงเพิ่มมากขึ้น

ในช่วงของการแก่ตัว (over mature) ความสามารถในการพัฒนาพื้นที่ให้ดูดซับและเก็บกักน้ำฝนของต้นไม้ที่ปลูกจะปรากฏให้เห็นเด่นชัดขึ้น ทั้งในระหว่างต้นฤดูฝนและกลางฤดูฝน อย่างไรก็ตาม ความสามารถดังกล่าว ยังไม่เท่าเทียมกับป่าธรรมชาติ ที่มีโครงสร้างเหนือผิวดินที่ประกอบไปด้วยต้นไม้ขนาดน้อยใหญ่คละกันไปมา ถึงแม้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำป่าธรรมชาติ จะมีความลาดชันและระดับความสูงมากกว่าลุ่มน้ำสวนป่าก็ตาม

บทสรุป

ผลของการติดตามการเปลี่ยนแปลงลักษณะการไหลให้น้ำท่าไหลในลำธารภายหลังการปลูกสร้างสวนป่าประดู่และสวนป่าซ้อ ที่ทำการปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ.2525 จวบจนปัจจุบัน บริเวณสถานีวิจัยต้นน้ำน่าน อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า Rainfall-runoff polygons พบว่า พฤติกรรมการไหลของน้ำท่าในลำธาร จะเป็นผลของการกระทำร่วมกันของปัจจัยต่าง ๆ ที่ประกอบไปด้วย ปริมาณและการกระจายตัวตกในช่วงเวลาต่าง ๆ กันของรอบปี สภาพภูมิประเทศ ความลึกของชั้นดิน และการพัฒนาตัวของพืชคลุมดิน

ต้นไม้ที่ปลูกจะใช้ระยะเวลาในการตั้งตัวประมาณ 4 ปี ต่อจากนั้นจะเป็นช่วงของการเจริญเติบโต โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 12 ปี ต้นไม้ที่ปลูกจึงมีขนาดใกล้เคียงกับต้นไม้ในป่าธรรมชาติ ในช่วงเวลาที่ต้นไม้เริ่มแก่ตัว (early mature) ซึ่งใช้ระยะเวลาต่อไปอีก 5 ปี รูปร่างของ Rainfall-runoff polygons ของลุ่มน้ำสวนป่าจะมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับลุ่มน้ำป่าธรรมชาติมาก

อย่างไรก็ตามขนาดและจำนวนต้นไม้ที่ปลูกจะส่งผลให้เกิดการดึงน้ำในดินขึ้นมาใช้จำนวนมาก ทำให้น้ำท่าที่ไหลในลำธารลดลงในช่วงระยะเวลาต่อมา (Stackelberg et al.,2011) ดังนั้นจึงควรนำหลักการทางด้านวนวัฒนวิทยาเข้ามาดำเนินการเพื่อให้การปลูกป่าเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำ มีผลทำให้การทำงานตามหน้าที่ในการดูดซับน้ำฝนและระบายน้ำท่าให้กับลำธารใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติมากที่สุดต่อไป

