มูลนิธิโครงการหลวง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ตามโครงการวิจัยเลขที่ 3035-3187 งบประมาณปี 2544

ปริมาณน้ำฝนที่ยึดในสวนป่าไม้โตเร็วต่างถิ่น บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่

Rainfall Interception by Exotic Fast Growing Species Plantation at Angkhang Royal Project, Chiang Mai Province, Northern Thailand.

คณะผู้ดำเนินการวิจัย

นายนิพนธ์ ตั้งธรรม (Nipon Tangtham)[1]	หัวหน้าโครงการ
นายชัชชัย ตันตสิรินทร์ (Chatchai Tantasirin)[2]	ผู้ร่วมโครงการ
นางสาวกุลธิดา แพทย์พันธุ์ (Kuntida Phatpan)[3]	ผู้ร่วมโครงการ
นายสมาน ณ ลำปาง (Saman Na Lampang)[4]	ผู้ร่วมโครงการ

[1] ศาสตราจารย์ประจำภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ

[2] อาจารย์ประจำภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ

[3] นิสิตปริญญาโทสาขาการจัดการต้นน้ำ ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ

[4] นักวิชาการป่าไม้ งานป่าไม้ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณน้ำพืชยึด (intercepted water, I) ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากการติดค้างบนเรือนยอดของต้นไม้ในสวนป่าไม้โตเร็วต่างถิ่น 3 ชนิด ได้แก่ กระถินดอย (*Acacia confusa*) เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และจันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*) ที่ปลูกอยู่บริเวณแปลงสวนป่าปี พ.ศ. 2525 ซึ่งมีระยะปลูก 2.0 x 2.5 เมตร มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณน้ำดังกล่าวที่เกิดจากเรือนยอดของพันธุ์ไม้ทั้ง 3 ชนิด ทั้งนี้เพื่อนำผลที่ได้มาใช้เป็นแนวทางในการประเมินความเหมาะสมที่จะนำพันธุ์ไม้เหล่านี้มาใช้ปลูกเพื่อฟื้นฟูต้นน้ำลำธาร โดยการศึกษานี้ได้ทำการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนเหนือทั้งหมด (gross rainfall) น้ำฝนผ่านเรือนยอด (throughfall) และน้ำไหลตามลำต้น (stemflow) เป็นระยะเวลา 2 ปี ตั้งแต่ พ. ศ. 2543 - 2544 สรุปผลได้ดังนี้

ในปี พ. ศ. 2543 ไม้จันทร์ทองมีปริมาณน้ำพืชยึดมากที่สุดคือประมาณ 396 มม. หรือคิดเป็น 26.72 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (1,484 มม.) รองลงมาคือไม้กระถินดอยมีปริมาณน้ำพืชยึดประมาณ 346 มม. หรือคิดเป็น 23.35 เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด และไม้เมเปิลหอมมีปริมาณน้ำพืชยึดน้อยที่สุดคือประมาณ 322 มม. หรือคิดเป็น 21.71 เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ส่วนในปี พ. ศ. 2544 ไม้จันทร์ทองมีปริมาณน้ำพืชยึดมากที่สุดคือประมาณ 428 มม. หรือคิดเป็น 23.50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (1,820 มม.) รองลงมาคือไม้เมเปิลหอมมีปริมาณน้ำพืชยึดประมาณ 368 มม. หรือคิดเป็น 20.23 เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด และไม้กระถินดอยมีปริมาณน้ำพืชยึดน้อยที่สุดประมาณ 317 มม. หรือคิดเป็น 17.39 เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด อย่างไรก็ตามการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำพืชยึดของแปลงสวนป่าทั้ง 3 ชนิด โดยใช้ข้อมูลรายครึ่งเดือนด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ของข้อมูลทั้ง 2 ปี พบว่าปริมาณน้ำพืชยึดของแปลงสวนป่าทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องมาจากข้อมูลมีความผันแปรปวนสูงมาก

การนำพันธุ์ไม้โตเร็วต่างถิ่นทั้ง 3 ชนิดนี้มาปลูกเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำลำธาร น่าจะส่งผลให้สมดุลของน้ำเดิมมีการเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากกระบวนการน้ำพืชยึดประมาณ 10 - 15 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับปริมาณเดิมที่สูญเสียจากพืชพรรณเดิมที่ปกคลุมพื้นที่นี้ อย่างไรก็ตามปริมาณดังกล่าวไม่น่าที่จะส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำในลำธารมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำฝนนเกือบประมาณ 75 - 80 เปอร์เซ็นต์สามารถตกผ่านเรือนยอดของพันธุ์ไม้ดังกล่าว และไหลซึมลงสู่พื้นดินเพื่อเกิดเป็นน้ำในลำธารได้ต่อ

Abstract

A study of rainfall interception by three different exotic fast growing species, *Acacia confusa* (Ac); *Liquidambar formosana* (Li) and *Fraxinus griffithii* (Fr), has been carried out under 2.0 x 2.5 m. specing forest plantation plots planted in 1982 in order to compare the effects of canopy characteristic of each species on the amount of water loss by interception process. Gross rainfall, throughfall and stemflow were measured during 2000 - 2001 for estimating rainfall intercepted water. The results can be summarized as follows:

On the year 2000, the highest intercepted water loss, 396 mm. or 26.72 % of gross rainfall (1,484 mm.) was found in Fr plantation, while intercepted water loss in Ac and Li were 346 and 322 mm. or 23.35 and 21.71 % of gross rainfall respectively. . On 2001, the highest intercepted water loss also was found in Fr, 428 mm. or 23.50 % of gross rainfall (1,820 mm.), while intercepted water loss in Ac and Li were 317 and 368 mm. or 17.39 and 20.23 % of gross rainfall respectively. However, statistical test beased on ANOVA at 95 % significant interval indicated that water loss from interception process of these three species is not differnt due to high variation of observed data.

In order to use these three trees as pioneer species for head watershed rehabilitation, intercepted water loss of these trees probably cause 10 - 15 % change in water balance compare with lossed by previous vegetative cover. This change might not effect to change in streamflow amount because 75 - 80 % of rainfall can pass through the canopy and penatrate to soil.

สารบัญ

หน้า

บทนำ

- ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
- วัตถุประสงค์ 2

ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2

อุปกรณ์และวิธีการ

- อุปกรณ์ 4
- วิธีการ 4
  - การเลือกพื้นที่ 4
  - การสร้างเครื่องมือวัดน้ำฝนแบบประดิษฐ์เอง (Hand – made Raingage) 4
  - การติดตั้งเครื่องมือ 5
  - การเก็บรวบรวมข้อมูล 6
  - การวิเคราะห์ข้อมูล 6

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

- ปริมาณน้ำพืชยึดกับปริมาณการตกของฝน 8
- ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด น้ำไหลตามลำต้น และน้ำพืชยึดกับปริมาณการตกของฝน 14
- ปริมาณและความผันแปรของปริมาณน้ำพืชยึดในแต่ละช่วงฤดูกาล 18
- ปริมาณน้ำพืชยึดรายปี 18
- การประยุกต์ผลการศึกษาที่ได้ประเมินความเหมาะสมในการนำพันธุ์ไม้โตเร็วต่างถิ่นทั้ง 3 ชนิดมาใช้ปลูกเพื่อฟื้นฟูสภาพต้นน้ำลำธาร 21

สรุปผลการวิจัย 22

ข้อเสนอแนะ 23

เอกสารอ้างอิง 24

ภาคผนวก 27

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณน้ำพืชยึดสูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความผันแปร ในแต่ละช่วงปริมาณการตกของฝน ที่เกิดจากการปกคลุมของเรือนยอดแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (*Acacia confusa*), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543	9
2	ปริมาณน้ำพืชยึดสูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความผันแปร ในแต่ละช่วงปริมาณการตกของฝน ที่เกิดจากการปกคลุมของเรือนยอดแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (*Acacia confusa*), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2544	10
3	ปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (Gross rainfall) ปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (Throughfall) น้ำไหลตามลำต้น (Stemflow) และน้ำพืชยึด (Interception) ที่ตรวจวัดได้ทั้งปี ของแปลงสวนป่าไม้โตเร็วต่างถิ่น บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. เชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543-2544	18

ตารางภาคผนวกที่

1	ปริมาณน้ำฝนเหนือเรือนยอด (Gross rainfall) น้ำฝนผ่านเรือนยอด (Throughfall) น้ำไหลตามลำต้น (Stemflow) และน้ำพืชยึด (Interception) รายวัน แปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (Acacia confusa), เมเปิลหอม (Liquidambar formosana) และ จันทร์ทอง (Fraxinus griffithii) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543	28
2	ปริมาณน้ำฝนเหนือเรือนยอด (Gross rainfall) น้ำฝนผ่านเรือนยอด (Throughfall) น้ำไหลตามลำต้น (Stemflow) และน้ำพืชยึด (Interception) รายวัน แปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (Acacia confusa), เมเปิลหอม (Liquidambar formosana) และ จันทร์ทอง (Fraxinus griffithii) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2544	29
3	การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสมการถดถอยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (Th) น้ำไหลตามลำต้น (St) และน้ำพืชยึด (I) กับปริมาณการตกของฝน (P) ของแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (Acacia confusa, Ac), เมเปิลหอม (Liquidambar formosana, Li) และ จันทร์ทอง (Fraxinus griffithii, Fr) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543 - 2544	30
4	ปริมาณน้ำพืชยึด (Interception) น้ำฝนผ่านเรือนยอด (Throughfall) และน้ำไหลตามลำต้น (Stemflow) ของพืชพรรณชนิดต่างๆ ที่เคยทำการศึกษาในประเทศไทย	31

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
5	ปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (Gross rainfall) ปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (Throughfall) น้ำไหลตามลำต้น (Stemflow) และน้ำพืชยึด (Interception) ในแต่ละช่วงครึ่งเดือน ของแปลงสวนป่าไม้โตเร็วต่างถิ่น บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. เชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543	32
6	ปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (Gross rainfall) ปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (Throughfall) น้ำไหลตามลำต้น (Stemflow) และน้ำพืชยึด (Interception) ในแต่ละช่วงครึ่งเดือน ของแปลงสวนป่าไม้โตเร็วต่างถิ่น บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. เชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2544	33
7	สหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างปริมาณการตกของฝน (P) กับปริมาณน้ำพืชยึดของแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (Acacia confusa, Ac), เมเปิลหอม (Liquidambar formosana, Li) และ จันทร์ทอง (Fraxinus griffithii, Fr) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543 - 2544	34
8	การวิเคราะห์ความแปรปวน (Analysis of Variance, ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำพืชยึดของแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (*Acacia confusa*, Ac), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*, Li) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*, Fr) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543 - 2544	34

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ตำแหน่งการวางเครื่องมือวัดน้ำฝนแบบประดิษฐ์เองขนาด 3 นิ้ว ในแปลงกระถินดอย และแปลงเมเปิลหอม	5
2	ตำแหน่งการวางเครื่องมือวัดน้ำฝนแบบประดิษฐ์เองขนาด 3 นิ้วในแปลงจันทร์ทอง	6
3	ปริมาณน้ำพืชยืด (หน่วยเป็นมิลลิเมตร) ในแต่ละช่วงปริมาณการตกของฝน ที่เกิดจากการปกคลุมของเรือนยอดแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (Acacia confusa), เมเปิลหอม (Liquidambar formosana) และ จันทร์ทอง (Fraxinus griffithii)บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. เชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543 – 2544	11
4	ปริมาณน้ำพืชยืด (หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด) ในแต่ละช่วงปริมาณการตกของฝน ที่เกิดจากการปกคลุมของเรือนยอดแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (Acacia confusa), เมเปิลหอม (Liquidambar formosana) และ จันทร์ทอง (Fraxinus griffithii) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. เชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543 – 2544	12
5	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำพืชยืด (เฉลี่ยจากข้อมูลรายวัน) แต่ละช่วงการตกของฝน ในแปลงสวนป่า กระถินดอย (Acacia confusa), เมเปิลหอม (Liquidambar formosana) และ จันทร์ทอง (Fraxinus griffithii) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. ระหว่างปี พ. ศ. 2543 – 2544	13
6	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (Th) ปริมาณน้ำไหลตามลำต้น (St) และปริมาณน้ำพืชยืด (I) หน่วยเป็นมิลลิเมตร กับปริมาณการตกของฝน (P) ในแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (Acacia confusa), เมเปิลหอม (Liquidambar formosana) และจันทร์ทอง (Fraxinus griffithii) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. ระหว่างปี พ. ศ. 2543 – 2544	15
7	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (Th) ปริมาณน้ำไหลตามลำต้น (St) และปริมาณน้ำพืชยืด (I) หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด กับปริมาณการตกของฝน (P) ในแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (Acacia confusa), เมเปิลหอม (Liquidambar formosana) และ จันทร์ทอง (Fraxinus griffithii) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. ระหว่างปี พ. ศ. 2543 – 2544	16
8	ปริมาณน้ำฝนสุทธิ (Gross rainfall) ปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (Throughfall) น้ำไหลตามลำต้น (Stemflow) และน้ำพืชยืด (Interception) ในแต่ละช่วงครึ่งเดือน ของแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (Acacia confusa), เมเปิลหอม (Liquidambar formosana) และจันทร์ทอง (Fraxinus griffithii) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. เชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543 - 2544	19

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพภาคผนวกที่		หน้า
1	พื้นที่แปลงปลูกสวนป่า และลักษณะการวางแปลงของพืชแต่ละชนิด บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่	35
2	เครื่องวัดน้ำฝนขนาด 8 นิ้ว ชนิดประดิษฐ์เอง	36
3	เครื่องวัดน้ำฝนขนาด 3 นิ้ว ชนิดประดิษฐ์เอง	36
4	การปกคลุมของเรือนยอด และตำแหน่งการกระจายเครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 และ 8 นิ้ว (3 and 8 Inch Throughfall-gage) และเครื่องวัดน้ำไหลตามลำต้น (Stemflow-gage) ในแปลงสวนป่าไม้กระถินตอย (*Acacia confusa*), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และจันทร์ทอง (*Fraxinus grffithii*) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. เชียงใหม่	37
6	การสร้างเครื่องวัดน้ำไหลตามลำต้น	38

บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เป็นที่ทราบกันว่าในช่วงเวลาสามสิบปีที่ผ่านมา พื้นที่ป่าไม้ได้ถูกทำลายลงไปอย่างมากทำให้เกิดปัญหาตามมาหลายประการ เช่น เกิดอุทกภัย ดินพังทลาย หรือการขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง เป็นต้น ดังนั้นจึงมีโครงการที่จะฟื้นฟูสภาพป่าหรือปลูกป่าทดแทน ดังตัวอย่างที่ดอยอ่างขาง ซึ่งเป็นโครงการหนึ่งที่ดำเนินตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ที่ทรงมีพระราชประสงค์ที่จะฟื้นฟูป่าธรรมชาติและแหล่งต้นน้ำลำธาร จึงได้มีการทดลองปลูกสวนป่าโดยนำพันธุ์ไม้โตเร็วจากต่างประเทศซึ่งได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลไต้หวัน นำมาปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525 เป็นต้นมา ตลอดระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา การปลูกสวนป่า ณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขางก่อให้เกิดประโยชน์นานัปการ ทั้งในด้านการนำไม้มาทำเครื่องใช้ไม้สอยต่าง ๆ ใช้ในงานก่อสร้าง เพาะเห็ดหอม ทำเฟอร์นิเจอร์ และยังช่วยสร้างทัศนียภาพที่สวยงามส่งเสริมการท่องเที่ยวอีกด้วย

นอกจากประโยชน์ที่กล่าวมาแล้วนั้นการปลูกสวนป่ายังช่วยส่งผลประโยชน์ทางอ้อมด้วย ได้แก่ ช่วยทำให้สภาพภูมิอากาศใกล้ผิวดินดีขึ้น ป้องกันไฟป่า รวมทั้งการอนุรักษ์ดินและน้ำ ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์ประการหนึ่งของการจัดการลุ่มน้ำ ที่ต้องการบริหารทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ ที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืน ซึ่งในการศึกษานั้นจำเป็นจะต้องเรียนรู้กระบวนการต่าง ๆ ทางอุทกวิทยา ตั้งแต่น้ำจากฟ้าคือน้ำฝน จนกระทั่งน้ำนั้นไหลลงสู่ผิวดินและไหลออกสู่แม่น้ำลำธาร ก่อกำเนิดเป็นต้นน้ำลำธารที่สำคัญหลายสาย ส่วนหนึ่งของการหมุนเวียนน้ำในระบบ น้ำฝนไม่ได้ตกลงสู่พื้นดินทั้งหมด แต่จะถูกสกัดกั้นไว้ด้วยสิ่งที่ปกคลุมผิวดินได้แก่ ต้นไม้หรือสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ และน้ำส่วนนี้จะระเหยคืนสู่บรรยากาศ ซึ่งถือว่าเป็นการสูญเสียน้ำออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำ จึงทำให้นักการจัดการลุ่มน้ำให้ความสำคัญกับการศึกษาการสูญเสียน้ำจากกระบวนการดังกล่าว โดยเฉพาะพื้นที่ที่เป็นป่า ซึ่งมีพืชพรรณหลายชนิดและมีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน การทราบถึงปริมาณน้ำพืชยึดนี้จะเป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยในการวางแผนการจัดการลุ่มน้ำ

เท่าที่ผ่านมาในอดีตของประเทศไทย การศึกษาปริมาณน้ำพืชยึดมีเฉพาะในพื้นที่ป่าธรรมชาติหรือในสวนป่าที่เป็นพันธุ์ไม้ที่มีในประเทศเท่านั้น ยังไม่เคยมีการวิจัยในพื้นที่สวนป่าไม้ต่างถิ่นมาก่อน การศึกษานี้จึงมีความต้องการที่จะทราบถึงผลของการปกคลุมของเรือนยอดพันธุ์ไม้ต่างถิ่นทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ กระถินดอย (*Acacia confusa*) เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และจันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*) ที่นำมาทดลองปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2525 ว่าจะส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำในรูปของน้ำพืชยึดในปริมาณมากน้อยเท่าใด ทั้งนี้เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาถึงความเหมาะสมในการนำพันธุ์ไม้ต่างถิ่นทั้ง 3 ชนิดดังกล่าว ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้โตเร็วเหมาะแก่การนำมาปลูกเพื่อใช้ฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำลำธาร และเป็นประโยชน์ต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ต้นน้ำลำธารต่อไป

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อประเมินปริมาณน้ำพืชยึดในสวนป่าในสวนป่าไม้โตเร็วต่างถิ่น 3 ชนิด ได้แก่ กระถินดอย เมเปิลหอม และจันทร์ทอง และศึกษาความสัมพันธ์ของค่านี้กับปริมาณการตกของฝน

2.2 เพื่อศึกษาความผันแปรของปริมาณน้ำพืชยึดในสวนป่าทั้ง 3 ชนิด ในแต่ละช่วงฤดูกาล

2.3 เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้เสนอแนะถึงความเหมาะสมในการนำพันธ์ไม้โตเร็วต่างถิ่นทั้ง 3 ชนิดมาใช้ปลูกเพื่อฟื้นฟูสภาพต้นน้ำลำธาร

ผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาปริมาณน้ำพืชยึดในประเทศไทยที่ผ่านมาในอดีตส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในป่าธรรมชาติประเภทต่างๆ ได้แก่ ป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง ป่าเต็ง-รัง เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีการศึกษาในพื้นที่ที่เป็นสวนผลไม้ และพืชไร่ด้วยเช่นกัน ส่วนการศึกษาในสวนป่าก็มีเฉพาะสวนป่าที่เป็นพันธุ์ไม้ที่มีอยู่ในประเทศเท่านั้น ยังไม่เคยศึกษาสวนป่าไม้ต่างถิ่นมาก่อน โดยมีผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาสรุปได้ดังนี้

การศึกษาที่ดำเนินการในป่าธรรมชาติที่เคยทำการศึกษามานั้น เกษม และคณะ (2514) พบว่าป่าสักธรรมชาติ แม่หวด จ.ลำปาง มีปริมาณน้ำพืชยึดมากที่สุดคือ 62.67% รองลงมาคือป่าเต็ง – รัง จ. ลำปาง 61.04 % ป่าดิบเขา ดอยปุย จ.เชียงใหม่ 8.9 % และป่าดิบแล้ง สะแกราช จ. นครราชสีมา 4.07 % ซึ่งความหนักเบาและปริมาณของฝนที่ตก รวมทั้งความแห้งแล้งของอากาศก่อนวันที่ฝนตกและระหว่างที่ฝนตกแต่ละครั้งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อปริมาณน้ำพืชยึด ทั้งนี้ยังรวมถึงอิทธิพลของความแตกต่างทางลักษณะภูมิประเทศก็ส่งผลให้ปริมาณฝนที่ตกในป่าแต่ละแห่งมีปริมาณไม่เท่ากันด้วยเช่นกัน ส่วนป่าเบญจพรรณ และป่าเต็ง-รัง ซึ่ง วารินทร์และคณะ (2529) ได้ทำการศึกษาที่จ.น่าน พบว่ามีปริมาณน้ำพืชยึด 12.72% และ 3.75% ตามลำดับ ในขณะที่ป่าเบญจพรรณไม้สักที่ดอยเชียงดาวมีน้ำพืชยึด 39.21% (อุทัยและถนัด, 2520) ป่าดิบแล้งที่ทำการศึกษาใน จ. ระยองมีปริมาณน้ำพืชยึด 30.40 % (พงษ์ศักดิ์และทรงธรรม, 2530) นอกจากนี้การศึกษาในป่าไผ่ผาก และ ป่าไผ่นวล ซึ่งเป็นไผ่ชนิดหนึ่งในป่าไผ่ธรรมชาติจากการศึกษาของ ประเดิมชัยและคณะ (2528) มีปริมาณน้ำพืชยึด 69.77 % และ 75.75 % ตามลำดับ

ส่วนในพื้นที่สวนป่าที่เคยทำการศึกษาด้านปริมาณน้ำพืชยึดเช่น สวนป่ากระถินณรงค์มีปริมาณน้ำพืชยึด 30.96% (ชเยนทร์และพงษ์ศักดิ์,2530) สวนป่ากระถินเทพา 34.10 (วิชัยและคณะ, 2531) สวนป่ายางนา 70.43% (พงษ์ศักดิ์และคณะ, 2524) สวนป่ายูคาลิปตัส 15.67 % (วีระและคณะ, 2527) สวนป่าสัก 36 % (สุพจน์และคณะ, 2532) สวนป่าไม้เลี่ยน 7.61 % (วารินทร์และคณะ, 2530) และสวนป่าไม้กระถินยักษ์ 26 % (สมชาย, 2538) และจากการศึกษาต้นตะเคียนทองของ พงษ์ศักดิ์และสมาน (2525) พบว่าความหนักเบาของฝน มีผลต่อปริมาณน้ำพืชยึด โดยปริมาณน้ำพืชยึดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นจากช่วงที่มีฝนตกน้อยกว่า 10 มิลลิเมตร จาก 29.63% เป็น 36.41% เมื่อมีฝนตกในช่วง10 –20 มิลลิเมตร แต่เมื่อฝนตกมากกว่า 20 มิลลิเมตรแล้ว ปริมาณน้ำพืชยึดจะเพิ่มขึ้นน้อยมาก คือ เพิ่มเป็น 37.05% เท่านั้น เช่นเดียวกับการศึกษาของ สมชาย (2538) ที่ศึกษาปริมาณน้ำพืชยึดของไม้กระถินยักษ์ พบว่าเมื่อมีปริมาณน้ำฝนในช่วง 0 – 10 มิลลิเมตร จะมีน้ำพืชยึดถึง 34.04% แต่เมื่อปริมาณน้ำฝนมากกว่า 20 มิลลิเมตร จะมีปริมาณน้ำพืชยึด 25.04% เท่านั้น

นอกจากการศึกษาในพื้นที่ที่เป็นป่าและสวนป่าแล้ว ไม้ผลและพืชไร่ซึ่งถือได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจอย่างหนึ่งของประเทศก็เคยมีการศึกษาน้ำพืชยึดมาก่อน ดังการศึกษาในไร่มันสำปะหลังพบว่ามีน้ำพืชยึด 14 %

(Witthawatchutikul และ Tangtham, 1986) ไร่กล้วย 17.50 % ชะอม 13.68% (พงษ์ศักดิ์และสมาน, 2529 ข,ค) และไร่มะละกอ 25.25 % (พงษ์ศักดิ์และสมาน, 2530) ส่วนไม้ผลพงษ์ศักดิ์และสมาน (2526) ได้ทำการศึกษาปริมาณน้ำพืชยึดของไม้ผล 4 ชนิดที่จ.ระยอง คือ เงาะ ทุเรียน มะม่วง และยางพารา พบว่ายางพารามีปริมาณน้ำพืชยึดมากที่สุดคือ 87.66% รองมาคือทุเรียน 80.04% เงาะ 70.39% และมะม่วง 64.25% ตามลำดับ ซึ่งในช่วงที่ทำการศึกษาเป็นช่วงที่เรือนยอดของไม้ผลมีการแตกยอดใหม่ หลังการแต่งกิ่งและใส่ปุ๋ยเร่งการเจริญเติบโตหลังฤดูเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำให้เรือนยอดมีความแน่นทึบและสกัดกั้นน้ำฝนได้มาก นอกจากไม้ผลทั้ง 4 ชนิดที่กล่าวมาแล้วยังมีไม้ผลชนิดอื่น ๆ อีกที่เคยทำการศึกษา เช่น ขนุนมีปริมาณน้ำพืชยึด 46.51% (พงษ์ศักดิ์และสมาน, 2527) มังคุด 48.20 % ชมพู่ 23.30 % (พงษ์ศักดิ์และสมาน, 2528 ก,ข) และกระท้อน 36.30% (พงษ์ศักดิ์และสมาน, 2529 ก)

จากการศึกษาที่ผ่านมา นอกจากปัจจัยทางลักษณะอากาศและลักษณะการตกของฝนที่จะมีผลต่อน้ำพืชยึดแล้ว ลักษณะของใบ เช่น ความขรุขระ ใบเกลี้ยงเป็นมัน ขนใบและขนาดใบ ก็มีผลต่อน้ำพืชยึดได้ คือถ้าใบขรุขระ มีขนและมีจำนวนใบมากจะทำให้เกิดน้ำพืชยึดได้มาก รวมถึงชนิดพืช ความหนาแน่นของเรือนยอด และจำนวนชั้นของเรือนยอด ก็มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำพืชยึดได้เช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Crockford และ Richardson (2000) ที่ศึกษาอิทธิพลของชนิดป่า ไม้พื้นล่าง และภูมิอากาศที่มีต่อฝน ซึ่งจะส่งผลไปถึงน้ำฝนผ่านเรือนยอด (throughfall) น้ำไหลตามลำต้น (stemflow) และน้ำพืชยึด (interception) พบว่าการศึกษาน้ำพืชยึด ไม่สามารถสรุปได้ว่าขึ้นอยู่กับปัจจัยของชนิดป่าเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยของชนิดฝนและปัจจัยทางภูมิอากาศอื่น ๆ อีกด้วย สาเหตุที่ลักษณะต่าง ๆ ของป่ามีผลทำให้การบ่งชี้ปริมาณน้ำพืชยึดให้ชัดเจนเป็นไปได้ยาก เนื่องจากจำนวนต้นไม้ต่อพื้นที่ มุมของกิ่งก้านสาขา รูปทรงของเรือนยอด ลักษณะและความหนาของเปลือกไม้ รูปร่างและการเรียงตัวของใบ และค่าดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index, LAI) ซึ่งเป็นส่วนสำคัญต่อการประเมินค่าน้ำฝนผ่านเรือนยอดที่มีผลต่อน้ำพืชยึด จึงไม่ใช่เรื่องแปลกที่บางครั้งค่าน้ำฝนผ่านเรือนยอดมากกว่าฝนที่ตก ทำให้ปริมาณน้ำพืชยึดที่ได้มีค่าติดลบ นอกจากนี้การประเมินน้ำพืชยึดโดยคิดเป็นช่วงหรือคาบเวลามักจะมีปัญหากว่าการประเมินในแต่ละครั้งที่เกิด เนื่องจากค่าของน้ำฝนผ่านเรือนยอด และน้ำไหลตามต้นไม้สามารถเปลี่ยนได้ในช่วงเวลาอันสั้น เช่นมีผลมาจากความหนักเบาและมุมการตกของฝน ทิศทางและความเร็วลม เป็นต้น

ในต่างประเทศมีการศึกษาด้านปริมาณน้ำพืชยึดค่อนข้างมาก เนื่องจากเป็นน้ำที่สูญเสียไป ซึ่งมีการศึกษาในหลายพื้นที่ หลายชนิดป่า และหลายชนิดพืชพันธุ์ เช่น การศึกษาของ Lima และ Leopoldo (1999) ที่ศึกษาน้ำพืชยึดในป่า riparian ของรัฐ Sao Paulo ประเทศ Brazil พบว่าปริมาณน้ำพืชยึดคิดเป็น 37.6 % น้ำฝนผ่านเรือนยอด 61.5% และน้ำไหลตามลำต้น 0.9 % ของปริมาณฝนทั้งหมด ซึ่งปริมาณที่ได้ขึ้นอยู่กับลักษณะของพืชพรรณที่ปกคลุมและปัจจัยทางภูมิอากาศ เช่นเดียวกับการศึกษาในสวนสน (conifer plantation) อายุ 30 ปี ทั้งหมด 3 ชนิด คือ *Pinus nigra* สวนผสมระหว่าง *P.nigra* กับ *P.sylvestris* (80:20) และ *Picea abies* ที่ภูเขา Goc .ใน Serbia ช่วงปี 1981 – 1990 พบว่าปริมาณน้ำพืชยึดมีความผันแปรในแต่ละปี โดยความหนักเบาของฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปริมาณน้ำพืชยึดที่ได้ และแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบ exponential curves (Letic และ Macan,1994)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาน้ำพืชยึดในระบบวนเกษตร (agroforestry) อีกด้วย ซึ่ง Jackson (2000) ได้ทำการศึกษาระบบวนเกษตรในเขตกึ่งแห้งแล้งของประเทศ Kenya ที่ปลูก Grevillea robusta และ ข้าวโพด (maize) พบว่าในพื้นที่ซึ่งไม่มีข้าวโพดปกคลุมอยู่พื้นล่าง มีน้ำพืชยึด 10.2 % ส่วนในพื้นที่ที่มีการปลูกพืชสองชนิดร่วมกันมีปริมาณน้ำพืชยึด 9.8 % ซึ่งน้ำพืชยึดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระดับของเรือนยอดที่ปกคลุม และอัตราฝนตกเฉลี่ยที่ผันแปรในแต่ละเดือน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1 เครื่องวัดน้ำฝนมาตรฐาน 1 เครื่อง

2 ขวดพลาสติกขนาดความจุ 10 และ 20 ลิตร

3 กรวยพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 8 นิ้ว

4 ขวดพลาสติก (ขวดน้ำอัดลมขนาด 1.25 ลิตร) เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 นิ้ว

5 สายยางพลาสติก และแผ่นพลาสติก

6 ซิลิโคน และตะปู

7 เทปวัดและเชือกฟาง

วิธีการ

1. การเลือกพื้นที่

การศึกษานี้เลือกประเมินปริมาณน้ำฝนที่ขยัดที่เกิดจากการปกคลุมของเรือนยอดพันธุ์ไม้โตเร็วต่างถิ่น 3 ชนิด คือ กระถินดอย (*Acacia confusa*), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*) ซึ่งทดลองปลูกอยู่ในแปลงสวนป่าปี พ.ศ. 2525 บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง (ภาพภาคผนวกที่ 1) โดยเป็นแปลงสวนป่าที่มีระยะปลูก 2.0 x 2.5 เมตร คือเป็นระยะห่างระหว่างต้น 2.0 เมตร และระยะห่างระหว่างขั้นบันได 2.5 เมตร ซึ่งการศึกษานี้ได้วางแปลงทดลองขนาด 20 x 40 เมตรในแปลงของกระถินดอยและเมเปิลหอม ส่วนจันทร์ทองมีขนาดพื้นที่แปลงปลูกป่าเล็กกว่า จึงวางขนาดแปลงทดลอง 12.5 x 25 เมตร

2 การสร้างเครื่องมือวัดน้ำฝนแบบประดิษฐ์เอง (Hand – made Raingage)

เนื่องจากเครื่องวัดน้ำฝนมาตรฐาน 8 นิ้วมีราคาแพงมาก ประกอบกับงบประมาณในการวิจัยมีอยู่อย่างจำกัด ในขณะที่งานวิจัยนี้มีความจำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องวัดน้ำฝนหลายเครื่องเพื่อใช้วัดปริมาณน้ำฝนผ่านเรือยน จึงได้ทำการประยุกต์สร้างเครื่องมือเพื่อเก็บปริมาณน้ำฝนอย่างง่ายขึ้นใช้เอง โดยประดิษฐ์ขึ้นเองจากขวดน้ำพลาสติกและกรวยพลาสติก นำมาทำเป็นเครื่องมือเก็บน้ำฝน 2 ชนิดคือ

2.1 เครื่องวัดน้ำฝนขนาด 8 นิ้ว โดยใช้ขวดน้ำพลาสติกขนาดความจุ 10 ลิตร และกรวยพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 8 นิ้วเสียบไว้ที่ปากกระบอกในลักษณะดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 2

2.2 เครื่องวัดน้ำฝนขนาด 3 นิ้ว โดยใช้ขวดน้ำอัดลมพลาสติกตัดเป็นสองส่วน แล้ววางในหลักไม้ไผ่ที่สานเป็นลักษณะคล้ายขะลอมรองรับขวดพลาสติกดังภาพภาคผนวกที่ 3

ซึ่งการใช้ประยุกต์ใช้เครื่องมือแบบประดิษฐ์เองทั้ง 2 ดังกล่าวนี้ไม่ส่งผลต่อความความคาดเคลื่อนในการตรวจวัดมากนัก (ภาคผนวก) สอดคล้องกับงานวิจัยของ วันชัย (2542) ที่ได้เคยทดลองทดสอบการใช้ขวดพลาสติกใช้แล้วเพื่อวัดปริมาณน้ำฝน และพบว่าปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดได้โดยใช้ขวดพลาสติกไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติเมื่อเทียบกับการใช้เครื่องวัดแบบมาตรฐาน

3 การติดตั้งเครื่องมือ

3.1 ที่สถานีตรวจวัดอากาศ เพื่อหาปริมาณน้ำฝนทั้งหมดเหนือเรือนยอด (gross rainfall)

3.1.1 ติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนมาตรฐานขนาด 8 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง

3.1.2 ติดตั้งเครื่องมือวัดน้ำฝนแบบประดิษฐ์เองขนาด 8 นิ้ว จำนวน 2 เครื่อง

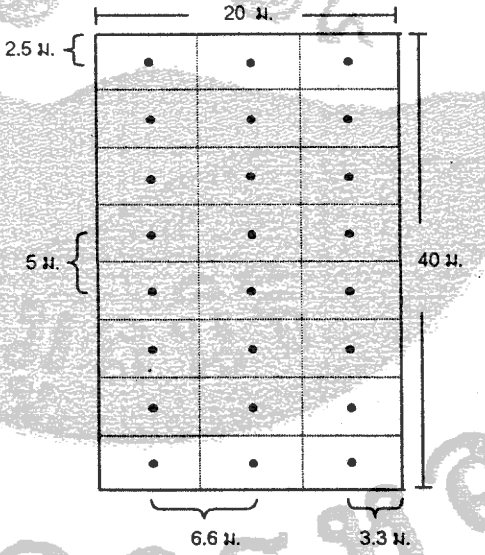
3.1.3 ติดตั้งเครื่องมือวัดน้ำฝนแบบประดิษฐ์เองขนาด 3 นิ้ว จำนวน 4 เครื่อง

โดยข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่วัดได้จากเครื่องมือในข้อ 3.1.2 และ 3.1.3 จะนำมาใช้ในการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่วัดได้จากเครื่องมาตราฐาน เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การปรับแก้ความถูกต้องของเครื่องมือ (Calibration Factor) และนำค่าที่ได้ไปใช้ปรับแก้ค่าน้ำฝนผ่านเรือนยอดที่วัดได้จากเครื่องมือชนิดดังกล่าวนี้

3.2 การติดตั้งเครื่องมือในสวนป่าเพื่อหาปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (throughfall)

3.2.1 ใช้เครื่องมือวัดน้ำฝนแบบประดิษฐ์เองขนาด 3 นิ้ว วางกระจายให้ทั่วแปลงแบบอย่างเป็นระบบ (systematic) ในลักษณะตารางกริด โดยในเบื้องต้นได้กำหนดตำแหน่งการวางเครื่องมือดังนี้

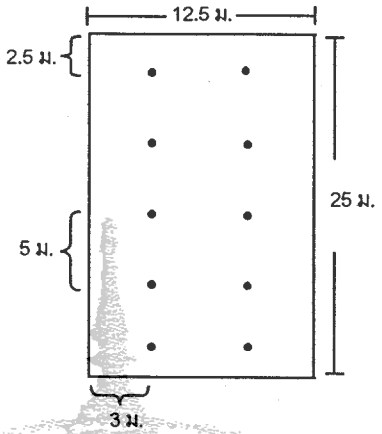
1) แปลงกระถินดอย และแปลงเมเปิลหอม ซึ่งมีขนาดแปลง 20 x 40 เมตร ใช้เครื่องมือวัดน้ำฝนแบบประดิษฐ์เองขนาด 3 นิ้ว จำนวน 24 เครื่อง วางกระจายในแปลงดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตำแหน่งการวางเครื่องมือวัดน้ำฝนแบบประดิษฐ์เองขนาด 3 นิ้ว ในแปลงกระถินดอย และแปลงเมเปิลหอม

2) แปลงจันทร์ทอง ซึ่งมีขนาดแปลง 12.5 x 25 เมตร ใช้เครื่องมือวัดน้ำฝนแบบประดิษฐ์ขึ้นเองขนาด 3 นิ้ว จำนวน 10 เครื่อง วางกระจายในแปลง ดังแสดงในภาพที่ 2

3.2.2 ใช้เครื่องมือวัดน้ำฝนแบบประดิษฐ์ขึ้นเองขนาด 8 นิ้ว วางกระจายในแปลงพันธุ์ไม้ทั้ง 3 ชนิด โดยกระจายอยู่ภายใต้เรือนยอดต้นไม้ จำนวนแปลงละ 5 เครื่อง



ภาพที่ 2 ตำแหน่งการวางเครื่องมือวัดน้ำฝนแบบประดิษฐ์เองขนาด 3 นิ้วในแปลงจันทร์ทอง

อย่างไรก็ตามในปฏิบัติ พื้นที่แปลงแต่ละแปลงมีลักษณะเป็นเนินเขาลาดชัน และเป็นขั้นบันได จึงทำการปรับตำแหน่งการวางให้เหมาะสมกับลักษณะภูมิประเทศและความสะดวกในการตรวจวัดข้อมูล ดังแสดงในภาพภาคผนวกที่ 4 ถึง 6

3.3 การติดตั้งเครื่องมือเพื่อหาปริมาณน้ำไหลตามลำต้น (stemflow)

เลือกต้นไม้ที่มีลักษณะเปลาตรง และขนาดไม่เล็กจนเกินไปประมาณแปลงละ 5 ต้น โดยเลือกให้มีขนาดลำต้นเล็ก – ใหญ่คละกัน จากนั้นถากเปลือกรอบต้นที่ระดับความสูงจากพื้นดินประมาณ 1.30 เมตร (ตำแหน่ง DBH : Diameter at Breast Height) แล้วใช้สายยางรัดรอบลำต้น ใช้ซิลิโคนอุดรอยรั่วระหว่างลำต้นกับสายยาง โดยปาดซิลิโคนให้เรียบเพื่อให้มีลักษณะคล้ายทางน้ำ และใช้พลาสติกพันรอบสายยางอีกทีเพื่อทำเป็นกำแพงกั้นน้ำไม่ให้ล้นออกด้านข้าง ต่อสายยางให้ยาวลงไปในขวดพลาสติกบรรจุขนาด 20 ลิตร ที่วางไว้ที่โคนต้น และใช้ถุงพลาสติกคลุมปากขวดไว้เพื่อไม่ให้น้ำฝนผ่านเรือนยอดกระเด็นเข้าไปในขวด (ภาพภาคผนวกที่ 7)

4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลเป็นเวลา 2 ปี เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม 2543 จนถึงเดือนธันวาคม 2544 โดยตรวจวัดปริมาณน้ำฝนทั้งหมด น้ำฝนผ่านเรือนยอด น้ำไหลตามลำต้นจากเครื่องวัดทั้งหมดที่ติดตั้งไว้ดังกล่าวในข้อ 3.1 – 3.3 ซึ่งทำการตรวจวัดทุกวันที่มีฝนตก โดยเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลาประมาณ 8:00 น. ของวันถัดไป จนครบทั้ง 3 แปลงทดลอง

5 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (data verification)

ในการศึกษาวิจัยโดยทั่วไปรวมทั้งการศึกษานี้ ถึงแม้จะมีความระมัดระวังในเรื่องของการตรวจวัดข้อมูลอย่างมากแล้วก็ตาม แต่ก็มีความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการอ่าน การจดบันทึก หรือการวางตำแหน่งเครื่องมือไม่เหมาะสม ดังนั้นเพื่อให้ข้อมูลที่มีความถูกต้องมากที่สุด จึงทำการตรวจสอบข้อมูลดิบ (raw data) ที่ตรวจวัดได้ก่อนไปใช้ในการวิเคราะห์ ว่ามีข้อมูลใดที่ไม่สมเหตุสมผล (invalid data) หรือไม่ เช่น มีค่าสูงมากเกินกว่าความเป็นไปได้หรือมีค่าสูงมากกว่าข้อมูลอื่นที่ตรวจวัดได้ในแปลงเดียวกัน หรือไม่ ทั้งนี้เพื่อเป็นการขจัดความผิดพลาดในเบื้องต้นก่อนการวิเคราะห์ในลำดับถัดไป

5.2 การปรับแก้ความถูกต้องของข้อมูล (calibration) ที่ได้จากเครื่องมือวัดน้ำฝนแบบประดิษฐ์เอง

ค่าปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดภายใต้แปลงสวนป่าต่างๆ ที่วัดได้โดยใช้เครื่องวัดน้ำฝนแบบประดิษฐ์เองนั้น เป็นข้อมูลที่ไม่สามารถนำไปใช้ได้ทันที เนื่องจากเครื่องมือที่สร้างขึ้นอาจวัดค่าได้แตกต่างจากเครื่องมือมาตรฐาน ดังนั้นจึงทำการการปรับแก้ค่าปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดที่วัดได้โดยใช้ค่า Calibration Factor ซึ่งคำนวณจากข้อมูลที่ตรวจวัดในข้อ 3.1

5.3 การประเมินปริมาณน้ำพืชยึด (interception , I)

ปริมาณน้ำพืชยึดประเมินจากค่าน้ำฝนทั้งหมดเหนือเรือนยอด (gross rainfall , P) ปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (throughfall , Th) และน้ำไหลตามลำต้น (stemflow , St) ตามสมการดังนี้

$$I = P - Th - St$$

ค่าปริมาณน้ำพืชยึดจะประเมินจากข้อมูลรายวัน โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดและน้ำไหลตามลำต้น เฉลี่ยที่วัดได้ในแต่ละแปลงทดลอง และคำนวณเป็นปริมาณรายเดือนเพื่อศึกษาความผันแปรในแต่ละช่วงฤดูกาล

5.4 . การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด น้ำไหลตามลำต้น และน้ำพืชยึดกับปริมาณการตกของฝน

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (Th) น้ำไหลตามลำต้น (St) และน้ำพืชยึด (I) กับปริมาณการตกของฝน (P) ในแปลงสวนป่าทั้ง 3 ชนิด ระหว่างปี พ. ศ. 2543 -2544 โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เพื่อหารูปแบบสมการถดถอยที่เหมาะสมกับลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละคู่ ซึ่งได้แก่ 1) Th กับ P 2) St กับ P และ 3) I กับ P โดยแยกการพิจารณาความสัมพันธ์เป็นสองกรณีคือ 1) กรณีที่พิจารณาความสัมพันธ์โดย Th St และ I มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร 2) กรณีพิจารณาความสัมพันธ์โดย Th St และ I มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (P) และทำการทดสอบกับสมการถดถอย 4 รูปแบบคือ

- สมเส้นตรง $Y = a + b.(X)$
- สมการเส้นโค้ง Exponential $Y = a.e^{bx}$
- สมการเส้นโค้ง Power $Y = a.x^{b}$
- สมการเส้นโค้ง Semi-Log $Y = a + b.(\ln X)$

และเลือกรูปแบบสมการที่เหมาะสมที่สุดจากการใช้ค่าสัมประสิทธิ์สมการถดถอย (Coefficient of Determination, R^2) โดยทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสมการที่เลือกมาด้วยค่า F-test

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ปริมาณน้ำพืชยึดกับปริมาณการตกของฝน

การตรวจวัดปริมาณน้ำฝนทั้งหมด น้ำฝนผ่านเรือนยอด และน้ำไหลตามลำต้น ในแต่ละวัน ระหว่างเดือน มกราคม พ. ศ. 2543 จนถึงเดือน ธันวาคม พ. ศ. 2544 เป็นระยะเวลา 2 ปี เพื่อประเมินปริมาณน้ำพืชยึดในสวนป่าไม้โตเร็วต่างถิ่น 3 ชนิดคือ กระถินดอย เมเปิลหอม และ จันทร์ทองบริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ได้ผลดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ 1 และ 2 โดยมีวันที่ฝนตกจำนวน 84 และ 91 วัน ในปี พ. ศ. 2543 และ 2544 ตามลำดับ และสรุปผลได้ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 ซึ่งเมื่อนำมาเขียนเป็นกราฟแสดงการกระจาย (scatter plot) ระหว่างปริมาณน้ำฝนทั้งหมดกับปริมาณน้ำพืชยึดได้ผลดังแสดงในภาพที่ 3 - 4

จากตารางที่ 1 - 2 และภาพที่ 3 – 4 พบว่า ปริมาณน้ำพืชยึดที่เกิดจากการปกคลุมของเรือนยอดพันธุ์ไม้ทั้ง 3 ชนิด ที่ประเมินได้ในแต่ละช่วงการตกของฝนมีความผันแปรสูงมากสังเกตุได้จากค่า Standard Deviation และค่า Coefficient of Variation ทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อความมากน้อยของปริมาณน้ำพืชยึด ที่สำคัญ ได้แก่ ความหนักเบาของฝน ความเร็วลม และสภาวะความเปียกหรือแห้งของเรือนยอดก่อนการเกิดฝนตก เป็นต้น ซึ่งปัจจัยดังกล่าวเหล่านี้เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากต่อปริมาณน้ำพืชยึดแต่ไม่ได้ทำการตรวจวัดในการศึกษานี้เนื่องจากงบประมาณมีจำกัดทำให้ไม่สามารถติดตั้งเครื่องมือเพื่อตรวจวัดค่าดังกล่าวได้

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำพืชยึดในแต่ละช่วงการตกของฝนของแปลงปลูกป่าทั้ง 3 ชนิด (ตารางที่ 1 - 2 เฉพาะปริมาณน้ำพืชยึดที่มีค่าเป็นบวก) พบว่ามีแนวโน้มที่เป็นไปในลักษณะที่ปริมาณการตกของฝนมากปริมาณน้ำพืชยึด (หน่วยเป็นมิลลิเมตร) จะมีมากขึ้น (ภาพที่ 5-A) แต่ไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจนเมื่อพิจารณากับปริมาณน้ำพืชยึดในหน่วยเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (ภาพที่ 5-B)

นอกจากนั้นยังพบว่าค่าปริมาณน้ำพืชยึดที่ประเมินได้ในหลายๆ วัน มีค่าเป็นลบ โดยในปี พ. ศ. 2543 มีจำนวนวันที่ค่าปริมาณน้ำพืชยึดติดลบจำนวน 15 14 และ 15 วัน ในแปลง กระถินดอย เมเปิลหมอ และจันทร์ทองตามลำดับ โดยส่วนใหญ่มักจะเกิดในวันที่มีฝนตกระหว่าง 0 – 20 มิลลิเมตร (ตารางที่ 1) และพบน้อยลงในปี พ. ศ. 2544 ซึ่งพบเพียง 11 8 และ 9 วัน ในแปลง กระถินดอย เมเปิลหอม และจันทร์ทองตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดในวันที่มีฝนตกอยู่ระหว่าง 0 – 10 มิลลิเมตร (ตารางที่ 2) โดยเหตุการณ์ดังกล่าวเกิดขึ้นได้ในทุกเดือน ซึ่งค่าปริมาณน้ำพืชยึดที่ประเมินได้มีค่าเป็นลบเนื่องจากค่าปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดที่เฉลี่ยจากเครื่องวัดหลายๆ เครื่อง มีค่ามากกว่าปริมาณน้ำฝนทั้งหมดที่วัดได้จากบริเวณสถานีตรวจวัดอากาศ

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำฟีขยึดสูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความผันแปร ในแต่ละช่วงปริมาณการตกของฝน ที่เกิดจากการปกคลุมของเรือนยอดแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (*Acacia confusa*), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543

Unit	Species	Rainfall interval (mm)	Positive Value						Negative Value					
			Min	Max	Average	SD[1/]	CV[2/]	No of Rainy day	Min	Max	Average	SD[1/]	CV[2/]	No of Rainy day
Interception (mm.)	*Acacia confusa*	0-10	0.03	5.33	1.71	1.18	68.99	24	-1.95	-0.05	-0.96	0.70	73.22	5
		10-20	1.68	6.96	4.20	1.62	38.66	14	-7.69	-0.14	-3.08	3.35	108.50	7
		20-30	0.59	11.37	5.28	2.95	55.85	17	-12.95	-12.95	-12.95	-	-	1
		30-40	0.69	23.05	11.13	6.55	58.81	8	-2.63	-1.60	-2.11	0.73	34.49	2
		>40	4.88	25.41	12.08	7.27	60.21	6	0.00	0.00	-	-	-	0
		All rainfall	0.03	25.41	5.09	4.91	96.48	69	-12.95	-0.05	-2.90	5.62	193.49	15
	Liquidambar formosa	0-10	0.22	4.51	1.54	1.06	68.89	23	-3.18	-0.43	-1.23	1.11	89.88	6
		10-20	0.90	6.38	3.59	1.70	47.36	15	-8.95	-0.21	-4.21	3.57	84.74	6
		20-30	0.46	10.56	5.09	2.88	56.57	16	-15.02	-3.41	-9.22	8.21	89.06	2
		30-40	0.16	22.99	8.94	7.47	83.52	10	0.00	0.00	-	-	-	0
		>40	4.93	19.56	11.16	5.33	47.73	6	0.00	0.00	-	-	-	0
		All rainfall	0.16	22.99	4.67	4.68	100.29	70	-15.02	-0.21	-3.65	5.55	152.16	14
	Fraxinus griffithii	0-10	0.32	4.15	1.75	1.01	58.04	21	-2.21	-0.09	-0.94	0.96	101.66	8
		10-20	1.89	8.09	4.56	1.66	36.45	16	-10.75	-1.20	-5.04	3.96	78.62	5
		20-30	1.61	12.64	6.80	3.20	47.06	16	-16.85	-0.66	-8.75	11.45	130.83	2
		30-40	1.80	22.02	10.53	7.17	68.11	10	0.00	0.00	-	-	-	0
		>40	7.48	21.15	12.43	4.76	38.31	6	0.00	0.00	-	-	-	0
		All rainfall	0.32	22.02	5.77	4.95	85.73	69	-16.85	-0.09	-3.35	6.02	179.72	15
Interception (%)	*Acacia confusa*	0-10	0.55	67.82	26.81	16.32	60.88	24	-35.28	-2.03	-21.43	12.42	57.96	5
		10-20	9.99	51.22	28.35	10.02	35.35	14	-53.26	-0.94	-22.48	23.12	102.85	7
		20-30	2.29	51.94	22.50	13.39	59.50	17	-49.83	-49.83	-49.83	-	-	1
		30-40	2.18	75.72	33.53	22.07	65.82	8	-6.63	-4.28	-4.28	1.67	38.97	2
		>40	12.19	26.02	20.03	4.99	24.94	6	0.00	0.00	-	-	-	0
		All rainfall	0.55	75.72	26.25	14.75	56.20	69	-53.26	-0.94	-21.68	24.11	111.21	15
	Liquidambar formosa	0-10	2.94	61.37	25.23	15.30	60.65	23	-43.44	-7.11	-21.87	15.81	72.29	6
		10-20	8.38	47.66	24.22	10.62	43.87	15	-61.98	-1.48	-30.53	25.12	82.28	6
		20-30	2.22	46.11	21.50	12.66	58.89	16	-57.80	-16.83	-37.32	28.98	77.65	2
		30-40	0.42	75.50	27.11	24.53	90.50	10	0.00	0.00	-	-	-	0
		>40	12.30	31.08	19.78	7.80	39.45	6	0.00	0.00	-	-	-	0
		All rainfall	0.42	75.50	23.96	14.84	61.93	70	-61.98	-1.48	-27.79	25.06	90.18	14
	Fraxinus griffithii	0-10	5.21	58.46	27.85	13.15	47.23	21	-59.53	-3.05	-18.48	21.44	115.96	8
		10-20	17.64	42.80	30.90	7.94	25.68	16	-74.43	-6.97	-36.12	27.59	76.39	5
		20-30	7.72	55.23	28.41	13.14	46.25	16	-64.85	-3.23	-34.04	43.57	128.00	2
		30-40	4.67	72.32	31.72	23.64	74.52	10	0.00	0.00	-	-	-	0
		>40	14.09	33.60	22.46	6.50	28.96	6	0.00	0.00	-	-	-	0
		All rainfall	4.67	72.32	28.78	13.64	47.40	69	-74.43	-3.05	-26.44	26.77	101.25	15

หมายเหตุ [1/] คือค่า Standard Deviation (SD)

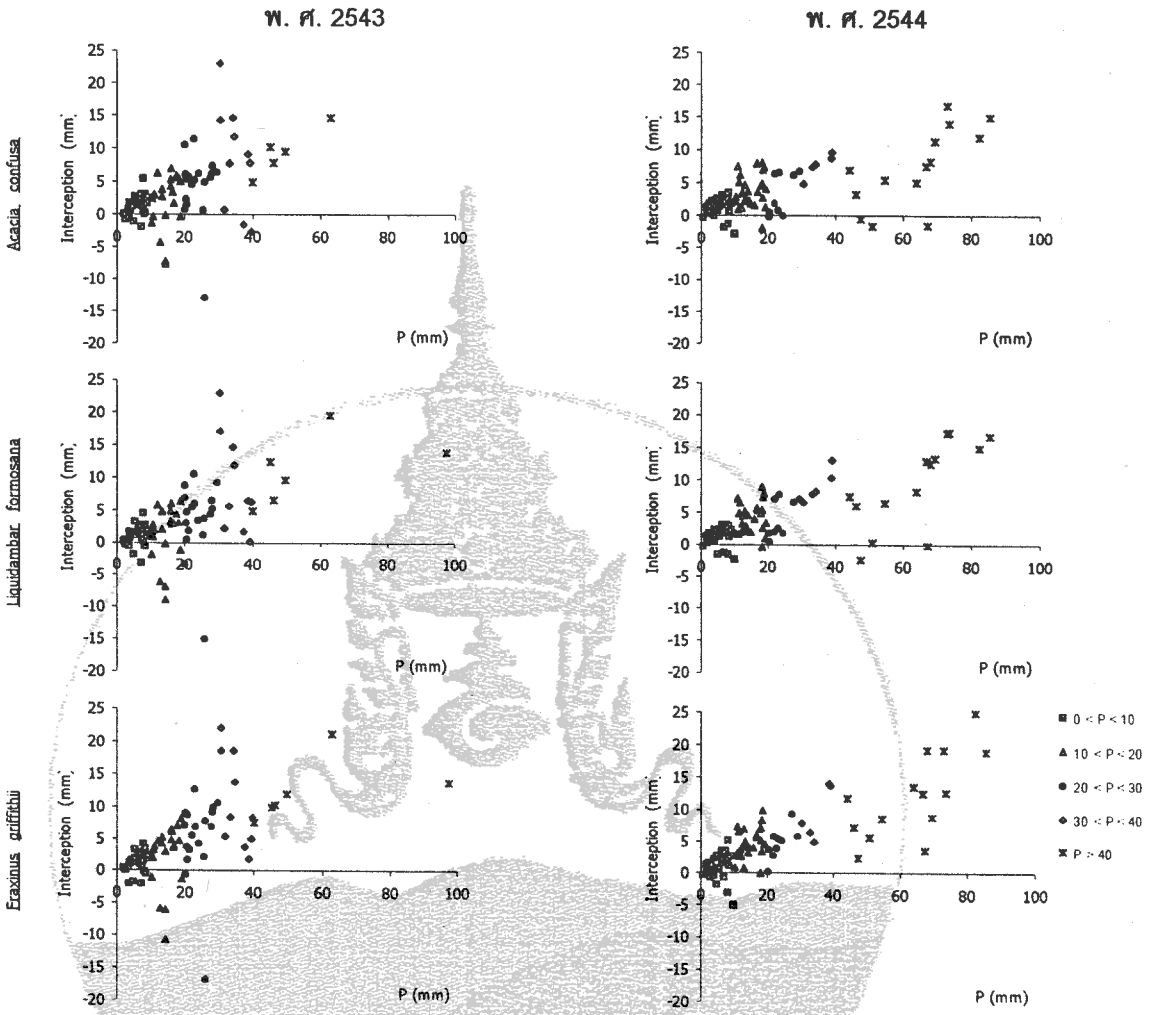
[2/] คือค่า Coefficeient of Variation (CV)

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำฟีชยืดสูงสุด ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และค่าความผันแปร ในแต่ละช่วงปริมาณการตกของฝน ที่เกิดจากการปกคลุมของเรือนยอดแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (*Acacia confusa*), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2544

Unit	Species	Rainfall interval (mm)	Positive Value						Negative Value					
			Min	Max	Average	SD[1/]	CV[2/]	No of Rainy day	Min	Max	Average	SD[1/]	CV[2/]	No of Rainy day
Interception (mm.)	*Acacia confusa*	0-10	0.18	3.37	1.59	0.86	53.95	31	-2.91	-0.11	-1.33	1.12	84.78	5
		10-20	0.94	7.98	3.88	2.21	56.91	26	-2.00	-2.00	-2.00	-	-	1
		20-30	0.43	6.69	4.07	2.92	71.72	7	-0.26	-0.07	-0.17	0.13	80.01	2
		30-40	4.80	9.58	7.66	1.81	23.61	5	0.00	0.00	-	-	-	0
		>40	3.23	16.71	9.53	4.46	46.83	11	-1.66	-0.53	-1.24	0.62	49.67	3
		All rainfall	0.18	16.71	4.02	3.54	88.07	80	-2.91	-0.07	-1.15	0.93	80.74	11
	Liquidambar formosa	0-10	0.14	3.10	1.52	0.82	53.80	31	-2.31	-0.39	-1.45	0.70	48.36	5
		10-20	1.01	8.89	4.15	2.19	52.93	26	-0.46	-0.46	-0.46	-	-	1
		20-30	0.38	7.79	4.08	2.94	72.09	9	0.00	0.00	-	-	-	0
		30-40	6.54	13.01	9.20	2.52	27.40	5	0.00	0.00	-	-	-	0
		>40	0.22	17.31	11.11	5.38	48.48	12	-2.40	-0.18	-1.29	1.57	121.83	2
		All rainfall	0.14	17.31	4.47	4.23	94.68	83	-2.40	-0.18	-1.28	0.86	67.30	8
	Fraxinus griffithii	0-10	0.06	5.09	1.66	1.24	74.85	28	-5.07	-0.09	-1.58	1.73	109.52	8
		10-20	0.76	9.91	4.84	2.19	45.29	26	-0.11	-0.11	-0.11	-	-	1
		20-30	0.14	9.26	4.60	2.51	54.60	9	0.00	0.00	-	-	-	0
		30-40	4.96	14.05	9.40	4.24	45.11	5	0.00	0.00	-	-	-	0
		>40	2.35	24.89	12.05	6.65	55.17	14	0.00	0.00	-	-	-	0
		All rainfall	0.06	24.89	5.24	4.92	93.97	82	-5.07	-0.09	-1.42	1.69	119.42	9
Interception (%)	*Acacia confusa*	0-10	6.16	69.81	35.03	16.50	47.08	31	-59.40	-2.83	-26.83	20.93	78.03	5
		10-20	6.04	66.64	26.54	15.10	56.89	26	-10.97	-10.97	-10.97	-	-	1
		20-30	2.06	28.39	16.28	11.44	70.25	7	-1.27	-0.29	-0.78	0.69	-	2
		30-40	15.64	24.48	21.51	3.40	15.80	5	0.00	0.00	-	-	-	0
		>40	6.99	22.87	13.91	4.87	35.01	11	-3.27	-1.13	-2.22	1.07	-	3
		All rainfall	2.06	69.81	26.88	15.82	58.85	80	-59.40	-0.29	-13.94	18.31	131.37	11
	Liquidambar formosa	0-10	7.06	71.67	33.27	16.84	50.62	31	-53.12	-18.56	-29.53	14.48	49.04	5
		10-20	5.25	63.64	28.19	14.49	51.41	26	-2.53	-2.53	-2.53	-	-	1
		20-30	1.82	33.18	16.58	11.57	69.79	9	0.00	0.00	-	-	-	0
		30-40	21.33	33.26	25.78	4.56	17.70	5	0.00	0.00	-	-	-	0
		>40	0.43	23.48	16.38	6.27	38.32	12	-5.06	-0.26	-2.66	3.39	127.35	2
		All rainfall	0.43	71.67	26.97	15.20	56.34	83	-53.12	-0.26	-19.44	17.76	91.37	8
	Fraxinus griffithii	0-10	2.44	68.30	33.64	19.04	56.62	28	-59.05	-2.20	-29.59	20.39	68.93	8
		10-20	5.87	65.82	32.78	14.82	45.21	26	-0.59	-0.59	-0.59	-	-	1
		20-30	0.67	33.47	18.78	9.12	48.55	9	0.00	0.00	-	-	-	0
		30-40	14.45	36.11	26.11	9.57	36.64	5	0.00	0.00	-	-	-	0
		>40	4.95	30.17	18.24	8.06	44.22	14	0.00	0.00	-	-	-	0
		All rainfall	0.67	68.30	28.65	16.00	55.84	82	-59.05	-0.59	-26.37	21.39	81.12	9

หมายเหตุ [1/] คือค่า Standard Deviation (SD)

[2/] คือค่า Coefficeient of Variation (CV)

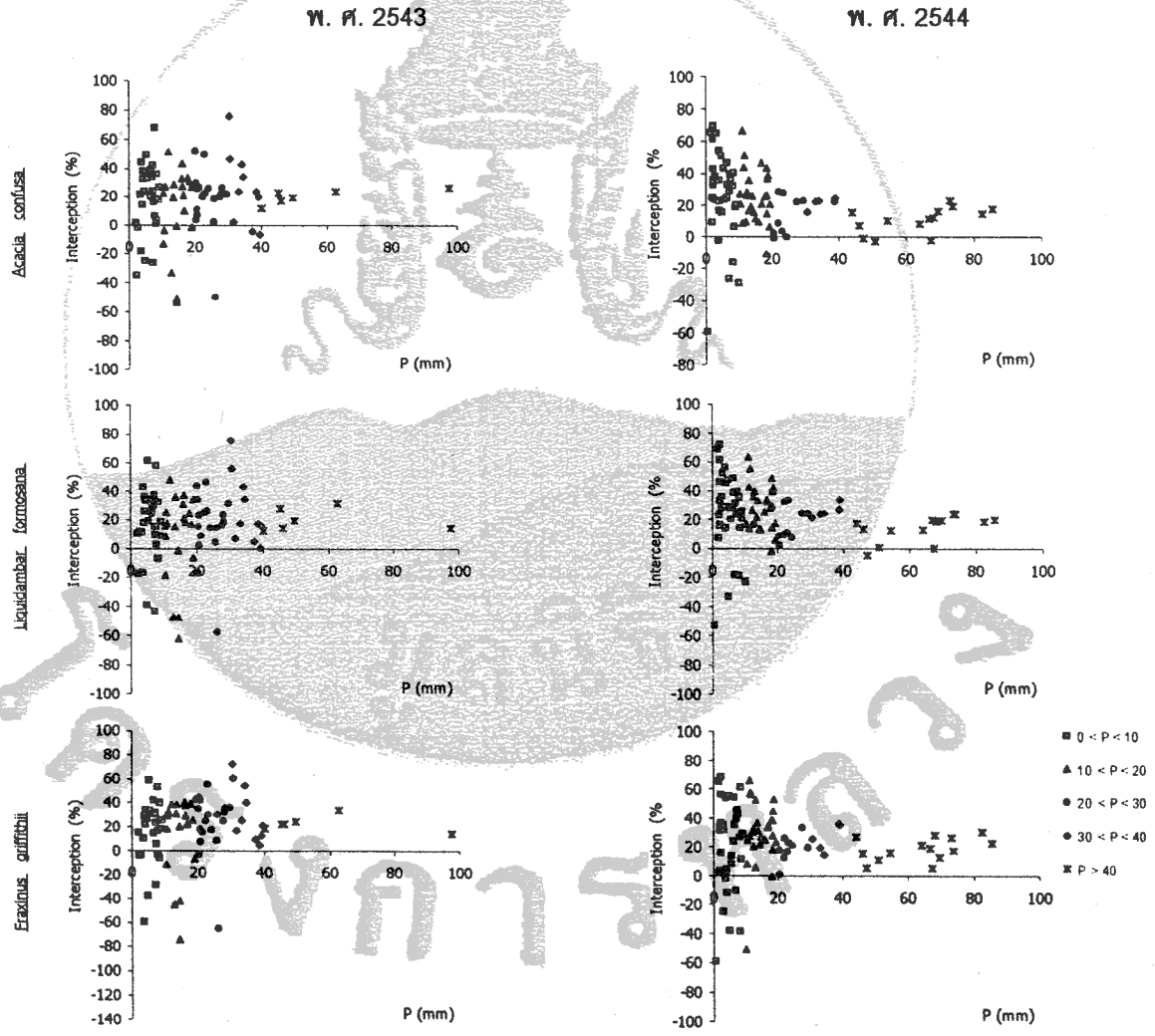


ภาพที่ 3 ปริมาณน้ำพืชยึด (หน่วยเป็นมิลลิเมตร) ในแต่ละช่วงปริมาณการตกของฝน ที่เกิดจากการปกคลุมของเรือนยอดแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (*Acacia confusa*), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*)บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. เชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543 – 2544

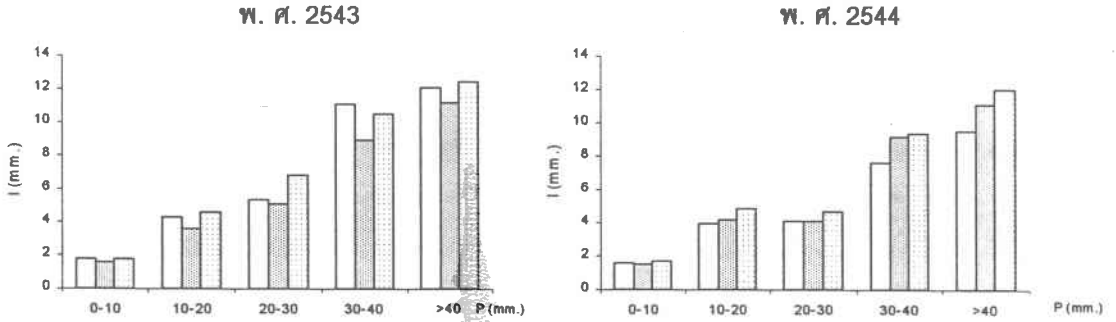
ปรากฏการณ์ที่ปริมาณน้ำพืชยึดที่ประเมินได้ในแต่ละวันมีค่าเป็นลบดังกล่าวข้างต้น นิพนธ์ (2513) ให้เหตุผลว่าเกิดจากอิทธิพลของหมอกที่อาจเคลื่อนผ่านเรือนยอดแล้วเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ หรือที่เรียกว่า หยดหมอก (fog drip) อย่างไรก็ตามเกี่ยวกับประเด็นนี้ Tanaka และคณะ (2001) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของหมอกที่มีผลต่อการเกิดปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดโดยใช้เครื่องบันทึกอัตโนมัติ ระหว่างเดือนธันวาคม 2543 ถึง ธันวาคม 2545 แล้วพบว่า มีเพียง 2-3 ครั้งเท่านั้นที่หยดหมอกมีผลทำให้เกิดปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด และมีปริมาณที่น้อยมาก คือประมาณ 1 มิลลิเมตร เท่านั้น

ดังนั้นอาจมีความเป็นไปได้เนื่องจากเหตุผลอื่น คือการวัดปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดยังมีค่าความคาดเคลื่อนจากเครื่องมือ (instrumental error) ซึ่งไม่น่าที่จะเกิดจากจำนวนเครื่องวัดไม่เพียงพอเนื่องจากการศึกษานี้ได้ติดตั้งเครื่องวัดกระจายทั่วทั้งแปลงอย่างเป็นระบบและมีจำนวนมากพอ คิดเป็น 1 เครื่องต่อพื้นที่ประมาณ 30 ตาราง

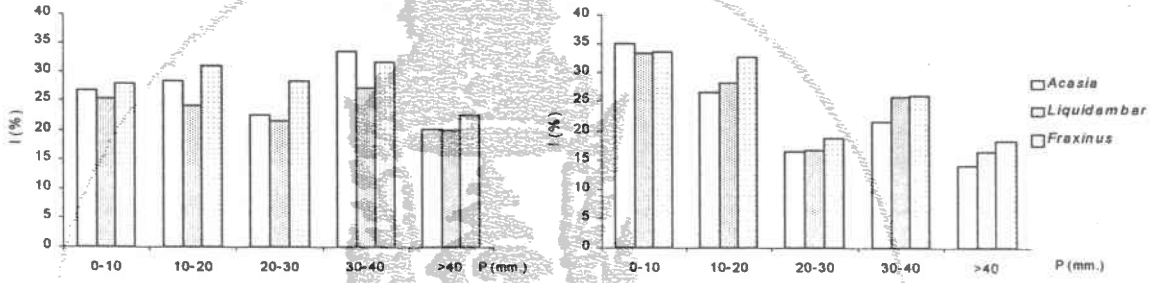
เมตร (ภาพภาคผนวกที่ 4 ถึง 6) แต่เป็นไปได้ว่าการนำเครื่องวัดน้ำฝนซึ่งมีลักษณะปากเครื่องวัดแบบทรงกระบอกหน้าตัดเป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดประมาณ 3 หรือ 8 นิ้วมาใช้วัดปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดอาจเป็นเครื่องมือวัด (instrument) ที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากรูปแบบการกระจายของการตก และขนาดของเม็ดน้ำที่หยดจากเรือนยอด ไม่สม่ำเสมอเหมือนการตกของเม็ดฝนในที่โล่ง เกี่ยวกับประเด็นนี้พงษ์ศักดิ์และสมาน (2528ค) เคยทดลองใช้เครื่องวัดน้ำฝนชนิดรางวัดปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดใต้สวนผลไม้หลายชนิดเปรียบเทียบกับเครื่องวัดน้ำฝนแบบปากทรงกระบอก พบว่าค่าเฉลี่ยน้ำฝนผ่านเรือนยอดที่ตรวจวัดโดยเครื่องวัดน้ำฝนแบบปากทรงกระบอกมีแนวโน้มสูงกว่าที่ตรวจวัดโดยเครื่องวัดน้ำฝนแบบรางประมาณ 3.86 - 19.89 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามการทดลองนี้ไม่สามารถบอกได้อย่างชัดเจนว่าความแตกต่างนี้เนื่องมาจากลักษณะของเครื่องวัดหรือความแตกกันของลักษณะทางกายภาพของเรือนยอด



ภาพที่ 4 ปริมาณน้ำพืชยึด (หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด) ในแต่ละช่วงปริมาณการตกของฝนที่เกิดจากการปกคลุมของเรือนยอดแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (*Acacia confusa*), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*)บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. เชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543 – 2544



A - น้ำพืชยึดหน่วยเป็นมิลลิเมตร



B - น้ำพืชยึดหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด

ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำพืชยึด (เฉลี่ยจากข้อมูลรายวัน) แต่ละช่วงการตกของฝน ในแปลงสวนป่า กระถินดอย (*Acacia confusa*), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. ระหว่างปี พ. ศ. 2543 – 2544

การที่จะอธิบายปรากฏการณ์ที่ค่าปริมาณน้ำพืชยึดมีค่าติดลบให้ชัดเจนยิ่งขึ้น จะต้องทำการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนทั้งหมด น้ำฝนผ่านเรือนยอดและน้ำไหลตามลำต้นโดยใช้เครื่องบันทึกอัตโนมัติ รวมถึงการติดตั้งเครื่องมือวัดการเกิดหมอกด้วย ในลักษณะเช่นเดียวกันกับที่ Tanaka และคณะ (2001) เคยศึกษาไว้ นอกจากนั้นต้องทำการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบว่า ควรใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดแบบใด เช่นการใช้รางน้ำ หรือใช้ถาดสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่ แผ่นพลาสติก (Calder และ Rosier, 1976) หรือใช้แบบทรงกระบอกอย่างเดิมแต่ควรจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่าใด จึงจะเหมาะสมและให้ความถูกต้องมากที่สุด ซึ่งจากการตรวจเอกสารยังไม่พบว่ามีงานวิจัยในลักษณะนี้มากนัก

เป็นที่น่าสังเกตุว่าในวันที่ปริมาณน้ำพืชยึดมีค่าติดลบมากๆ เช่น ในวันที่ 5 กรกฎาคม 43 (ตารางภาคผนวกที่ 1) ปริมาณน้ำพืชยึดที่ประเมินได้จากเรือนยอดทั้ง 3 ชนิดจะมีค่าติดลบไปในลักษณะใกล้เคียงกันกล่าวคือมีค่าเกินกว่า 10 มิลลิเมตรทั้ง 3 แปลงทดลอง ซึ่งในวันดังกล่าวได้ทำการตรวจสอบอย่างแน่ชัดแล้วว่าไม่ได้เกิดจากการวัดปริมาณน้ำฝนผิดพลาด เนื่องจากเครื่องวัดน้ำฝนทั้งหมดทุกเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนได้ใกล้เคียงกัน เพราะฉะนั้นการที่ปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดภายใต้เรือนยอดของพันธุ์ไม้ทั้ง 3 ชนิด มีค่ามากกว่าปริมาณการตกของฝนน่าจะมาจากปัจจัยที่เป็นไปได้คือ อาจมีลมพัดแรงขณะที่ฝนตก หรือหลังฝนตกทำให้น้ำที่ค้างอยู่บนใบรวมกันเป็นหยดน้ำตกลงสู่

เครื่องวัดในลักษณะที่ไม่ได้มีการกระจายอย่างสม่ำเสมอในลักษณะเดียวกันกับการตกของฝนในที่โล่ง ดังนั้นเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานดังกล่าวการตรวจวัดความเร็วลมบริเวณเหนือเรือนยอดของพันธุ์ไม้ขณะเกิดฝนตกจึงมีความจำเป็น

อีกเหตุผลที่เป็นไปได้คือการกระจายของการตกของฝนอาจไม่สม่ำเสมอทั่วทั้งพื้นที่ กล่าวคือจุดที่ตั้งสถานีตรวจวัดน้ำฝนทั้งหมดที่สถานีตรวจวัดอากาศอยู่ห่างจากแปลงทดลองปลูกป่าประมาณ 300 เมตร จากการสังเกตุพบว่า บางครั้งมีฝนตกที่สถานีตรวจวัดอากาศแต่ไม่มีฝนตกบริเวณแปลงทดลอง ดังนั้นอาจเป็นไปได้ที่ปริมาณน้ำฝนทั้งหมดบริเวณเหนือเรือนยอดแปลงทดลองปลูกป่าสูงกว่าฝนน้ำฝนทั้งหมดที่ตกบริเวณสถานีตรวจวัดอากาศ ทำให้ปริมาณน้ำฝนที่นำมาใช้ประเมินค่าน้ำพืชยืดไม่ใช่ปริมาณน้ำฝนทั้งหมดที่แท้จริง (ภาพภาคผนวกที่ .4)

2. <u>ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด น้ำไหลตามลำต้น และน้ำพืชยืดกับปริมาณการตกของฝน</u>

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (Th) น้ำไหลตามลำต้น (St) และน้ำพืชยืด (I) กับปริมาณการตกของฝน (P) ในแปลงสวนป่าทั้ง 3 ชนิด ระหว่างปี พ. ศ. 2543 -2544 โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เพื่อหารูปแบบสมการถดถอยที่เหมาะสมกับลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละคู่ ซึ่งได้แก่ 1) Th กับ P 2) St กับ P และ 3) I กับ P โดยเลือกเฉพาะวันที่มีข้อมูลปริมาณน้ำพืชยืดไม่มีค่าติดลบมาใช้ในการศึกษา[5] ได้ผลดังแสดงในภาพที่ 6 (กรณีที่พิจารณาความสัมพันธ์โดย Th St และ I มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร) และภาพที่ 7 (กรณีพิจารณาความสัมพันธ์โดย Th St และ I มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (P)) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอยและผลการทดสอบนัยสำคัญทางสถิติดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ 3 ได้ผลดังนี้

2.1 กรณีความสัมพันธ์โดย Th St และ I มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

จากภาพที่ 6 และตารางภาคผนวกที่ 3 พบว่า

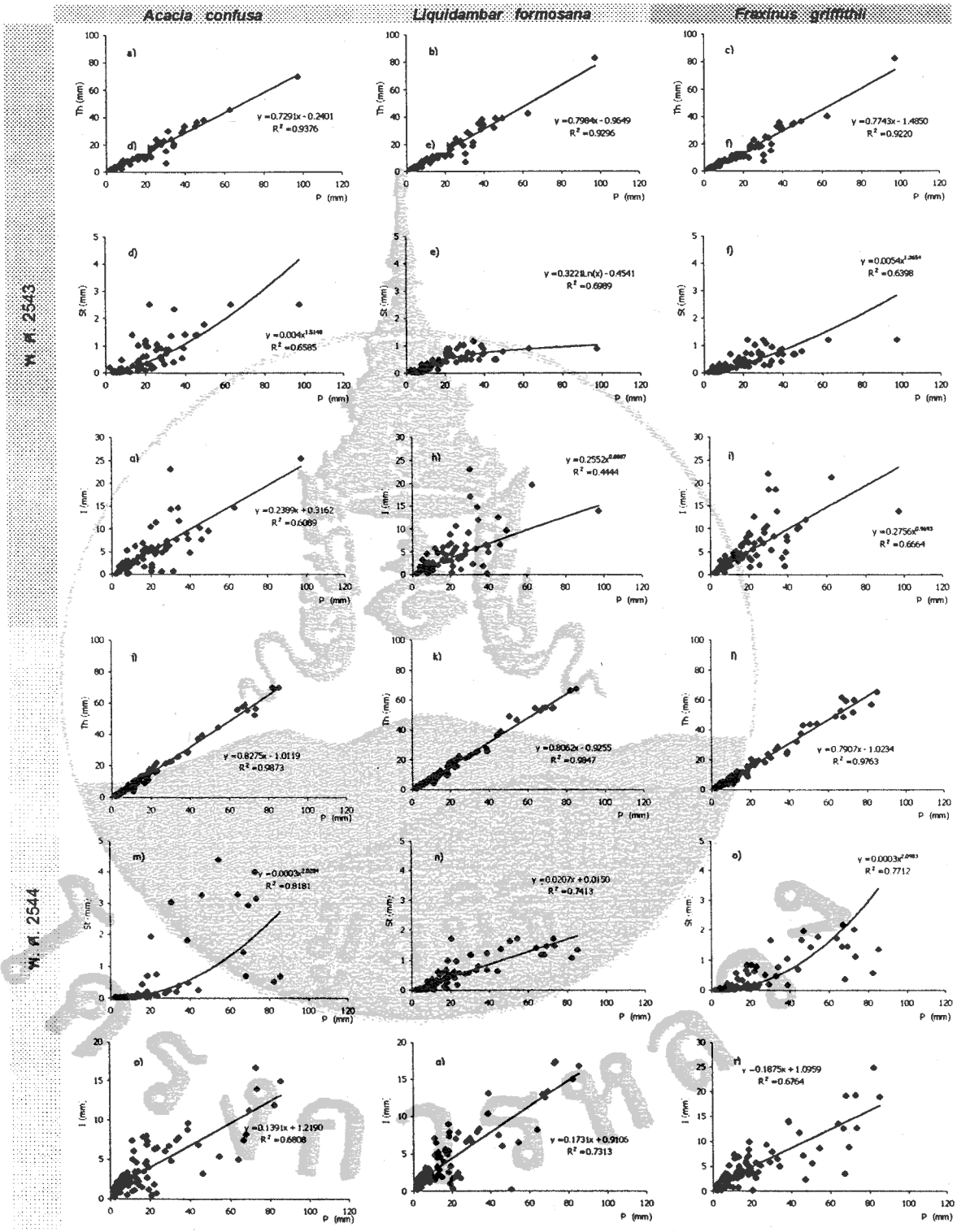
1) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดกับปริมาณการตกของฝน (Th กับ P) ของสวนป่าทุกชนิดเป็นไปในลักษณะของสมการถดถอยเส้นตรง (ภาพที่ 6a - 6c และ 6k - 6l) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สมการถดถอย (coefficient of determination, R^2) สูงมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ในปี พ. ศ. 2543 และสูงมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ในปี พ. ศ. 2544 และมีนัยสำคัญทางสถิติทุกสมการ

2) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลตามลำต้นกับปริมาณการตกของฝน (St กับ P) ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเส้นโค้ง (ภาพที่ 6d, 6e, 6f, 6m และ 6o) มีเพียงในแปลงสวนป่าเมเปิลหอมที่ตรวจวัดในปี พ. ศ. 2544 เท่านั้นที่มีแนวโน้มความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง (ภาพที่ 6n) โดยทุกสมการมีค่า R^2 อยู่ในช่วงประมาณ 60 - 80 เปอร์เซนต์ และมีนัยสำคัญทางสถิติทุกสมการ อย่างไรก็ตามลักษณะความสัมพันธ์แบบเส้นโค้งดังกล่าวอาจไม่ถูกต้องเนื่องจากในวันที่มีฝนตกปริมาณมากๆ ปริมาณน้ำไหลตามลำต้นมักล้นจากภาชนะบรรจุที่ใช้ในการวัดปริมาตรน้ำ ทำให้เกิดความผิดพลาดในการตรวจวัด

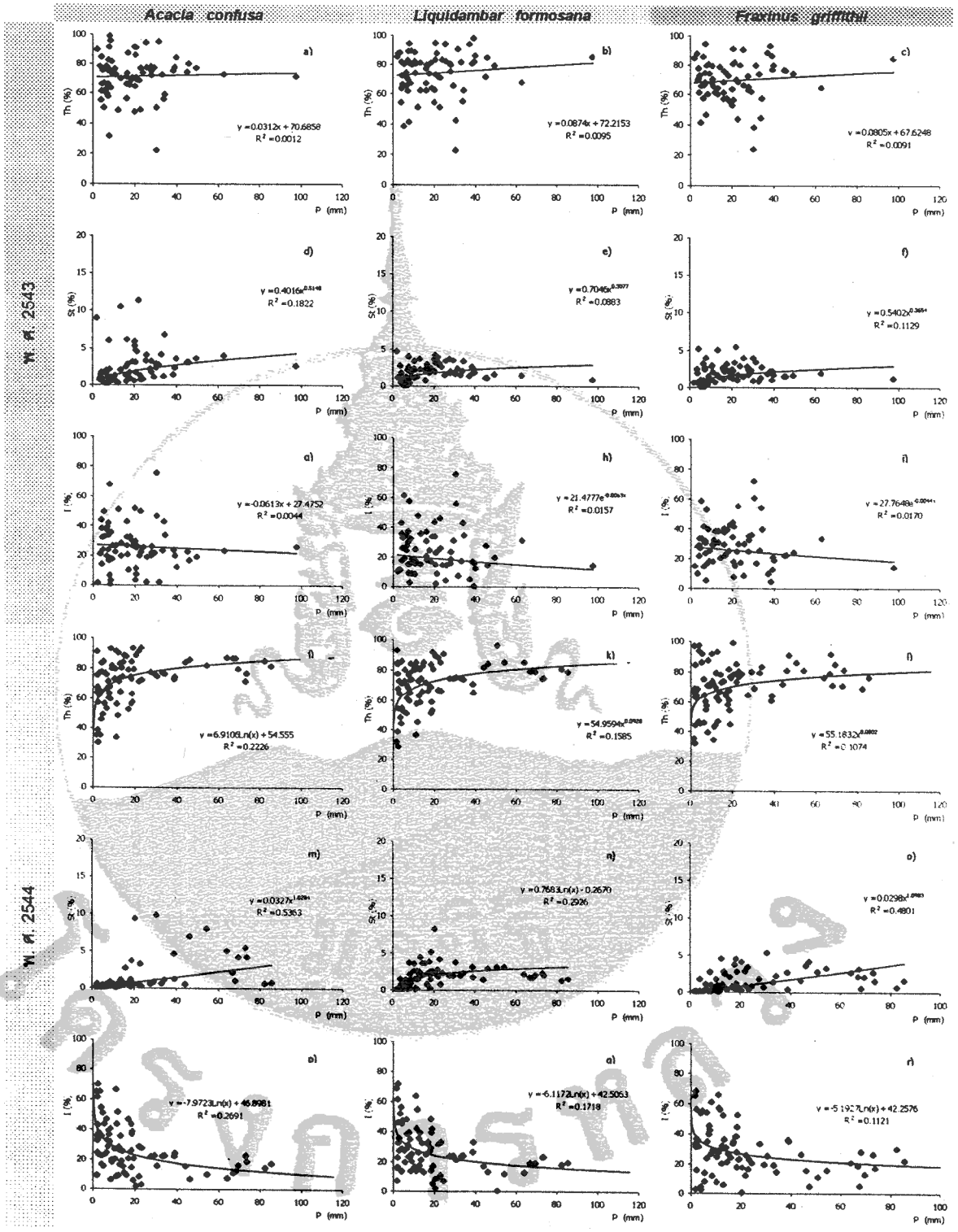
3) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำพืชยืดกับปริมาณการตกของฝน (I กับ P) ที่ตรวจวัดในปี พ. ศ. 2543 ในแปลงสวนป่าเมเปิลหอม (ภาพที่ 6h) และสวนป่าจันทร์ทอง (ภาพที่ 6i) มีลักษณะเป็นเส้นโค้งแบบ Power ส่วนในแปลงกระถินดอย (ภาพที่ 6g) มีลักษณะเป็นเส้นตรง แต่เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ข้อมูล

---

[5] เนื่องจากการหาค่าปริมาณน้ำพืชยืดเป็นการใช้วิธีการวัดทางอ้อม (indirect measurement) ค่าปริมาณน้ำพืชยืดที่ติดลบนั้น ไม่ได้สื่อความหมายถึงปริมาณน้ำพืชยืดจริงๆ และไม่สมเหตุสมผลทางตรรกะ (invalid) จึงไม่นำมาใช้ในการศึกษาความสัมพันธ์ในหัวข้อนี้



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (Th) ปริมาณน้ำไหลตามลำต้น (St) และปริมาณน้ำพืชยึด (I) หน่วยเป็นมิลลิเมตร กับปริมาณการตกของฝน (P) ในแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (*Acacia confusa*), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. ระหว่างปี พ. ศ. 2543 – 2544



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (Th) ปริมาณน้ำไหลตามลำต้น (St) และปริมาณน้ำพืชยึด (I) หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด กับปริมาณการตกของฝน (P) ในแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (*Acacia confusa*), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. ระหว่างปี พ. ศ. 2543 – 2544

ที่ตรวจวัดในปี พ. ศ. 2544 กลับพบว่าทุกแปลงสวนป่า มีรูปแบบความสัมพันธ์เป็นไปในลักษณะเส้นตรง (ภาพที่ 6p - 6r) โดยมีค่า R^2 อยู่ในช่วงประมาณ 70 เปอร์เซนต์ และมีนัยสำคัญทางสถิติทุกสมการ อย่างไรก็ตามการกระจายของข้อมูลดังกล่าวมีความผันแปรไปจากสมการเส้นสมการถดถอยมาก ทำให้ค่า R^2 ของความสัมพันธ์ดังกล่าวมีค่าไม่สูงมากนัก

2.2 กรณีพิจารณาความสัมพันธ์โดย Th St และ I มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด

เมื่อศึกษาในลักษณะเดียวกันกับผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้นในข้อ 2.1 แต่ใช้ค่า Th St และ I มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (P) เพื่อศึกษาว่า เมื่อเทียบค่า Th St และ I เป็นสัดส่วนของปริมาณการตกของฝนแล้ว ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด น้ำไหลตามลำต้น และน้ำพืชยึด กับปริมาณการตกของฝน จะมีลักษณะเป็นอย่างไร ซึ่งผลที่ได้ดังแสดงในภาพที่ 7 และตารางภาคผนวกที่ 3 พบว่า ค่า R^2 ของทุกสมการที่สร้างจากข้อมูลที่ตรวจวัดในแปลงสวนป่าทั้ง 3 ชนิดของข้อมูลทั้ง 2 ปี มีค่าต่ำมาก โดยเฉพาะในปี พ. ศ. 2543 (ภาพที่ 7a - 7c และ 7g - 7i) ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลมีการกระจายสูงมาก สังเกตุได้จากลักษณะการกระจายของจุดที่มีความผันแปรไปจากเส้นสมการถดถอยมาก แต่ R^2 มีค่าสูงขึ้นแต่ไม่มากนักในปี พ. ศ. 2544 (ภาพที่ 7j - 7r)

สิ่งที่น่าสังเกตุจากภาพที่ ภาพที่ 7j - 7r ก็คือความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้มีแนวโน้มเป็นไปในลักษณะของสมการเส้นโค้ง (curvilinear) มากกว่าที่จะเป็นสมการเส้นตรง โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการตกของฝนกับเปอร์เซ็นต์น้ำพืชหยดนั้นจะเป็นไปในลักษณะเมื่อมีฝนตกในปริมาณน้อย ปริมาณน้ำพืชหยดก็จะมีค่าน้อย และจะมีค่ามากขึ้นเรื่อยๆ เมื่อฝนตกมากขึ้นจนเข้าใกล้ค่าเข้าใกล้ค่า 100 - ปริมาณยึดน้ำสูงสุดของเรือนยอด (maximum canopy storage) (ภาพที่ 7j - 7k) ซึ่งผลให้ค่าปริมาณน้ำพืชยึดมีแนวโน้มไปในลักษณะทางตรงกันข้าม กล่าวคือเมื่อฝนตกในปริมาณน้อยๆ เรือนยอดของพืชจะยึดน้ำไว้ได้ในปริมาณมาก แต่เมื่อฝนตกในปริมาณที่มากขึ้นเปอร์เซ็นต์น้ำพืชยึดจะมีค่าน้อยลงจนถึงจุดที่เข้าใกล้ค่าปริมาณยึดน้ำสูงสุดของเรือนยอด ส่วนลักษณะความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำไหลตามลำต้นกับปริมาณการตกของฝนยังไม่แน่ชัดเนื่องจากยังมีความผิดพลาดในการตรวจวัดอยู่บ้างดังกล่าวแล้ว

เป็นที่น่าสังเกตุจากการตรวจเอกสารงานวิจัยในลักษณะเดียวกันนี้ (ตารางภาคผนวกที่ 4) พบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาโดยใช้ความสัมพันธ์แบบเส้นตรงเพียงอย่างเดียว มีเพียงบางงานวิจัยเท่านั้นที่ทำการเปรียบเทียบเพื่อเลือกรูปแบบที่เหมาะสม อย่างไรก็ตามไม่มีงานวิจัยใดเลยที่วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้หน่วยเป็นเปอร์เซนต์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากจำนวนของข้อมูลที่ทำการตรวจวัดมีจำนวนน้อย (ประมาณ 20 - 45 วันเท่านั้น)

จากผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้นในข้อ 2.1 และ 2.2 ที่พบว่าค่า R^2 ของสมการถดถอยของความสัมพันธ์โดยเฉพาะกรณีที่คิดหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (ข้อ 2.2) มีค่าไม่สูงมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากใช้ปัจจัยเพียงตัวเดียวในการพยากรณ์คือปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละวัน แต่ในกระบวนการธรรมชาติ ยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกหลายอย่าง ที่สำคัญดังกล่าวแล้วได้แก่ ความหนักเบาของฝน ความเร็วลม และสภาพความเปียกแห้งของใบก่อนฝนตก เป็นต้น ที่ไม่ได้ทำการตรวจวัดเนื่องจากเหตุผลเรื่องงบประมาณดังกล่าวแล้วข้างต้น อย่างไรก็ตาม การที่จะเข้าใจกระบวนการน้ำพืชยึดได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการตรวจวัดค่าดังกล่าว และจะต้องบันทึกข้อมูลแบบอัตโนมัติจึงจะทำการศึกษากระบวนการนี้ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการนี้โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยคงไม่สามารถอธิบายกระบวนการน้ำพืชยึดได้อย่างชัดเจน การใช้แบบจำลองเพื่อเลียนแบบกระบวนการนี้ในธรรมชาติจะทำให้เกิดความเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น ซึ่งมีแบบจำลองที่เป็นที่นิยมใช้ในการศึกษากระบวนการนี้ได้แก่ แบบจำลองของ Rutter (Rutter และคณะ 1971) และ แบบจำลองของ Gash (Gash และ Morton (1978) และ Gash (1979)) เป็นต้น

3. ปริมาณและความผันแปรของปริมาณน้ำพืชยึดในแต่ละช่วงฤดูกาล

จากการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนทั้งหมด น้ำฝนผ่านเรือนยอด น้ำไหลตามลำต้น และผลการประเมินปริมาณน้ำพืชยึดในแต่ละวันในแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย เมเปิลหอม และจันทร์ทอง ระหว่างปี พ. ศ. 2543 - 2544 ดังกล่าวในข้อ 1 เมื่อนำมาสรุปเป็นปริมาณในแต่ละช่วงครึ่งเดือนเพื่อศึกษาถึงความแตกต่างของปริมาณและแนวโน้มความผันแปร (trend) ของปริมาณน้ำพืชยึดในแต่ละช่วงฤดูกาลได้ผลดังแสดงในภาพที่ 8 และตารางภาคผนวกที่ 5 และ 6

ผลการศึกษาพบว่า ความผันแปรของปริมาณน้ำพืชยึดของแปลงสวนป่าทั้ง 3 ชนิดมีลักษณะขึ้นลงไปในทิศทางเดียวกันตลอดทั้งปี (ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ 7) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำพืชยึดระหว่างแปลงสวนป่าทั้ง 3 ชนิด แล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามเกือบทุกช่วงฤดูกาลแปลงสวนป่าจันทร์ทองมีปริมาณน้ำพืชยึดมากกว่าสวนป่ากระถินดอยและเมเปิลหอม ทั้งนี้น่าจะเนื่องมาจากความแตกต่างกันในเรื่องของโครงสร้างหรือรูปร่างของเรือนยอดรวมทั้งลักษณะโครงสร้างของใบและพื้นที่ผิวใบ ส่วนเรื่องความผันแปรตามฤดูกาลนั้นไม่มีความชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อเปรียบเทียบรูปแบบความผันแปรระหว่างปี พ. ศ. 2543 กับ 2544 แล้วพบว่ารูปแบบความผันแปรขึ้นลงตามฤดูกาลไม่เป็นไปในลักษณะเดียวกัน จึงไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนถึงแนวโน้มความผันแปรในแต่ละช่วงฤดูกาลได้ สาเหตุที่แนวโน้มความผันแปรของทั้งสองปีแตกต่างกันน่าจะมาจากปริมาณและลักษณะการตกของฝนในแต่ละปีมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะในปี พ. ศ. 2544 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำพืชยึดในแปลงสวนป่าทั้ง 3 ชนิดกับปริมาณการตกของฝนมีค่าสูงมาก (ตารางภาคผนวกที่ 7) ซึ่งประเด็นนี้ Crockford และ Richardson (2000) ได้ให้เหตุผลไว้อย่างชัดเจนว่ามีปัจจัยมากมายที่จะส่งผลต่อความมากน้อยของปริมาณน้ำพืชยึดดังได้กล่าวไว้อย่างชัดเจนแล้วข้างต้น และอาจกล่าวได้ว่าลักษณะโครงสร้างของใบและพื้นที่ผิวใบ (ประมาณค่าได้โดยใช้ดัชนีพื้นที่ผิวใบ, Leaf Area Index) ไม่น่าที่จะมีอิทธิพลมากนักกับความผันแปรของปริมาณน้ำพืชยึดในแต่ละช่วงฤดูกาล อย่างไรก็ตามเกี่ยวกับประเด็นนี้จะต้องทำการศึกษาวิจัยต่อไปเพื่อให้เกิดความชัดเจนมากยิ่งขึ้น

4. ปริมาณน้ำพืชยึดรายปี

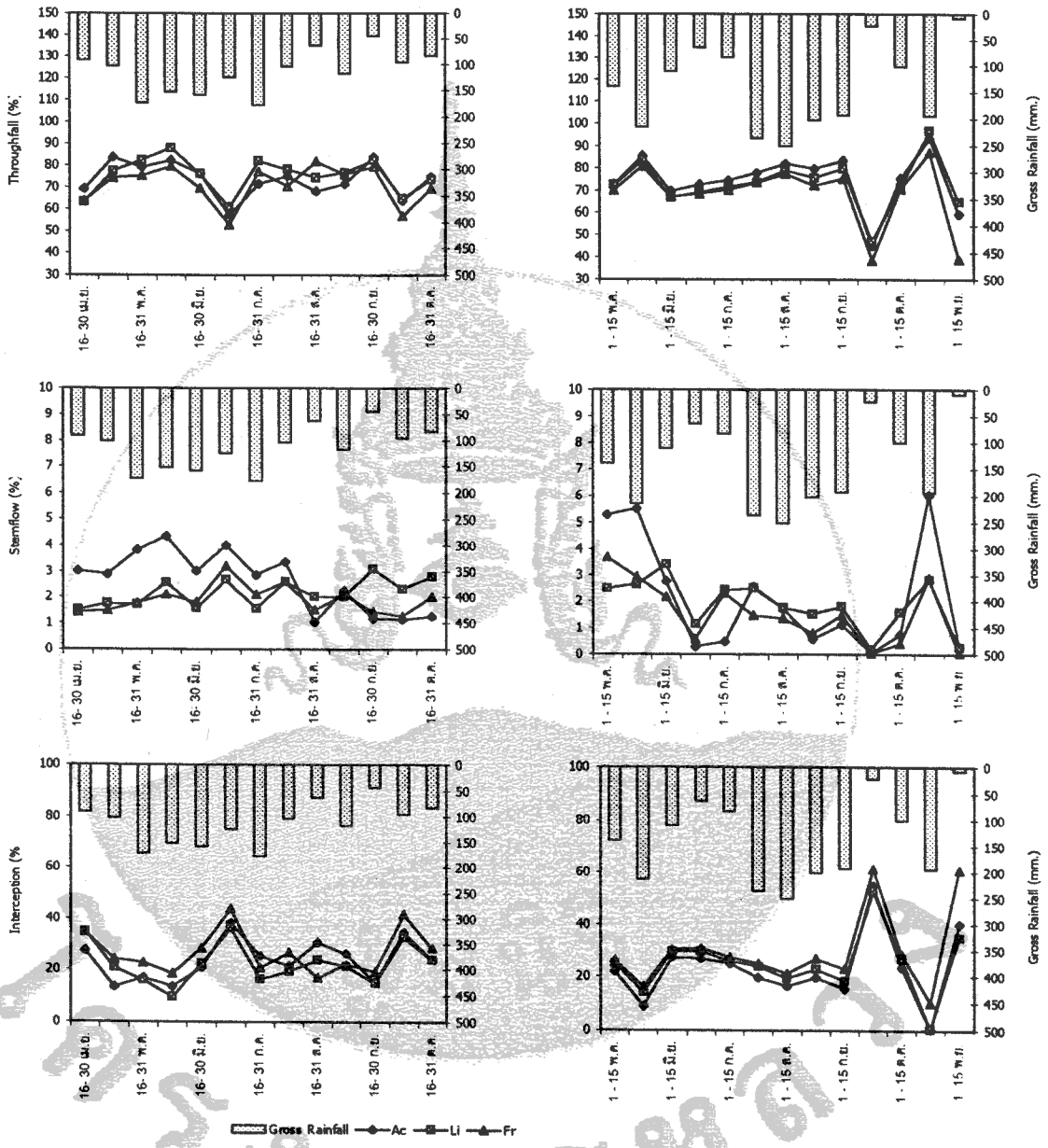
ปริมาณน้ำฝนทั้งหมด น้ำฝนผ่านเรือนยอด น้ำไหลตามลำต้น และน้ำพืชยึด (เฉพาะวันที่มีค่าไม่ติดลบ) ของสวนป่าทั้ง 3 ชนิด สรุปเป็นผลรวมในแต่ละปีได้ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (Gross rainfall) ปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (Throughfall) น้ำไหลตามลำต้น (Stemflow) และน้ำพืชยึด (Interception) ที่ตรวจวัดได้ทั้งปี ของแปลงสวนป่าไม้โตเร็วต่างถิ่น บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. เชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543-2544

หน่วย	ปีที่ทำการศึกษา	จำนวนวันที่ฝนตก[1/]	Gross rainfall	กระถินดอย (*Acacia confusa*)			เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*)			จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*)		
				Throughfall	Stemflow	Interception	Throughfall	Stemflow	Interception	Throughfall	Stemflow	Interception
มิลลิเมตร	2543	74	1,483.98	1,094.23	43.30	346.45	1,130.94	30.93	322.11	1,058.25	29.29	396.45
	2544	85	1,821.22	1,455.31	49.12	316.79	1,412.90	39.95	368.37	1,359.60	33.59	428.02
	รวมทั้ง 2 ปี	159	3,305.20	2,549.54	92.42	663.24	2,543.84	70.88	690.48	2,417.85	62.88	824.47
เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด	2543	-	-	73.74	2.92	23.35	76.21	2.08	21.71	71.31	1.97	26.72
	2544	-	-	79.91	2.70	17.39	77.58	2.19	20.23	74.65	1.84	23.50
	เฉลี่ย	-	-	76.82	2.81	20.37	76.89	2.14	20.97	72.98	1.91	25.11

หมายเหตุ [1/] คือวันที่มีฝนตกและเป็นวันที่ปริมาณน้ำพืชยึดที่ประเมินได้ไม่มีค่าติดลบ

พ. ศ. 2543 พ. ศ. 2544



ภาพที่ 8 ปริมาณน้ำฝนสุทธิ (Gross rainfall) ปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (Throughfall) น้ำไหลตามลำต้น (Stemflow) และน้ำพืชยึด (Interception) ในแต่ละช่วงครึ่งเดือน ของแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (*Acacia confusa*), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. เชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543 - 2544

จากตารางที่ 3 พบว่า ในปี พ. ศ. 2543 มีจำนวนวันที่ฝนตกที่นำมาใช้ในการประเมินค่าปริมาณน้ำพืชยืด จำนวน 74 วัน โดยวัดปริมาณน้ำฝนทั้งหมดได้ประมาณ 1,484 มม. ในขณะที่ปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดในแปลงสวนป่ากระถินดอย เมเปิลหอม และจันทร์ทอง วัดได้ประมาณ 1,094 1,131 และ 1,058 มม. ตามลำดับ หรือคิดเป็น 74 76 และ 71 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ ส่วนปริมาณน้ำไหลตามลำต้น วัดได้ประมาณ 43 31 และ 29 มม. ตามลำดับ หรือคิดเป็น 2.9 2.1 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำพืชยืด ในแต่ละแปลงพบว่าไม้จันทร์ทองมีปริมาณน้ำพืชยืดมากที่สุดคือประมาณ 396 มม. หรือคิดเป็น 27 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด รองลงมาคือไม้กระถินดอยมีปริมาณน้ำพืชยืดประมาณ 346 มม. หรือคิดเป็น 23 เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด และไม้เมเปิลหอมมีปริมาณน้ำพืชยืดน้อยที่สุดคือประมาณ 322 มม. หรือคิดเป็น 22 เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด

ส่วนในปีที่สอง (พ. ศ. 2544) มีจำนวนวันที่ฝนตกที่นำมาใช้ในการประเมินค่าปริมาณน้ำพืชยืดจำนวน 85 วัน โดยวัดปริมาณน้ำฝนทั้งหมดได้ประมาณ 1,821 มม. ปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดในแปลงสวนป่ากระถินดอย เมเปิลหอม และจันทร์ทอง วัดได้ประมาณ 1,455 1,413 และ 1,360 มม. ตามลำดับ หรือคิดเป็น 80 78 และ 75 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ทั้งหมด ส่วนปริมาณน้ำไหลตามลำต้นวัดได้ประมาณ 49 40 และ 34 มม. ตามลำดับ หรือคิดเป็น 2.7 2.2 และ 1.8 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด และเมื่อนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำพืชยืดในแต่ละแปลง พบว่าไม้จันทร์ทองมีปริมาณน้ำพืชยืดมากที่สุดคือประมาณ 428 มม. หรือคิดเป็น 24 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด รองลงมาคือไม้เมเปิลหอมมีปริมาณน้ำพืชยืดประมาณ 368 มม. หรือคิดเป็น 20 เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด และไม้กระถินดอยมีปริมาณน้ำพืชยืดน้อยที่สุดประมาณ 317 มม. หรือคิดเป็น 17 เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด

จากผลการศึกษาข้างต้น สามารถกล่าวได้ว่า สวนป่าไม้จันทร์ทองทำให้เกิดการสูญเสียน้ำจากระบบสมดุลของน้ำในรูปของปริมาณน้ำพืชยืดสูงที่สุด (เฉลี่ยประมาณ 25 %) เมื่อเทียบกันทั้ง 3 ชนิด ส่วนไม้กระถินดอยและไม้เมเปิลหอมยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนนักเนื่องจากการศึกษาทั้ง 2 ปี ให้ผลไปในทิศทางที่แตกต่างกัน และค่าเฉลี่ยของทั้งสองชนิดดังกล่าวไม่แตกต่างกันมากนัก (ตารางที่ 5) อย่างไรก็ตามการที่จะยืนยันอย่างชัดเจนด้วยวิธีการทางสถิติ ซึ่งต้องใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปวน (Analysis of Variance, ANOVA) เพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าปริมาณค่าน้ำพืชยืดของสวนป่าทั้ง 3 ชนิดจากข้อมูลรายปีที่มีอยู่เพียง 2 ปี ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากจำนวนตัวอย่าง (n) มีน้อยมาก ซึ่งในที่นี้ n มีค่าเท่ากับ 2 เท่านั้น จึงใช้ค่าปริมาณน้ำพืชยืดของแปลงสวนป่าทั้ง 3 ชนิด ที่ประเมินในแต่ละช่วงครึ่งเดือนดังตารางภาคผนวกที่ 5 และ 6 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำพืชยืดโดยวิธี ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ของข้อมูลทั้ง 2 ปีแทน (ตารางภาคผนวกที่ 8) ผลที่ได้พบว่าปริมาณน้ำพืชยืดของแปลงสวนป่าทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากข้อมูลปริมาณน้ำพืชยืดในแต่ละช่วงเวลามีความผันแปรปวนสูง (variation) สังเกตุได้จากค่าความแปรปวน (variance) มีค่าสูงมาก ดังนั้นการตรวจวัดข้อมูลอย่างต่อเนื่องเพิ่มขึ้นอีกหลายปี เพื่อที่จะนำผลการประเมินน้ำพืชยืดในแต่ละปีมาหาค่าเฉลี่ยจะทำให้ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

5. <u>การประยุกต์ผลการศึกษาที่ได้ประเมินความเหมาะสมในการนำพันธุ์ไม้โตเร็วต่างถิ่นทั้ง 3 ชนิด มาใช้ปลูกเพื่อฟื้นฟูสภาพต้นน้ำลำธาร</u>

จากการศึกษาดังกล่าวในข้อ 4 สามารถสรุปได้ว่า ปริมาณน้ำพืชยึดที่เกิดจากการปกคลุมของเรือนยอดของพันธุ์ไม้โตเร็วทั้ง 3 ชนิดที่ทดลองปลูกบริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง มีค่าเฉลี่ยประมาณ 20 - 25 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) ซึ่งค่าดังกล่าวเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่เกิดจากป่าธรรมชาติ สวนป่า สวนไม้ผล/ไม้ยืนต้น และพืชไร่/พืชสวน ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ 4 แล้วพบว่า ปริมาณน้ำพืชยึดที่เกิดจากการปกคลุมของเรือนยอดของแปลงสวนป่าทั้ง 3 ชนิด ที่ประเมินได้จากการศึกษานี้ มีค่าสูงกว่าที่เกิดในป่าธรรมชาติบางชนิดได้แก่ ป่าดิบเขาที่ดอยปุย ป่าดิบแล้งที่สะแกราช ป่าเบญจพรรณและป่าเต็ง-รัง ที่จังหวัดน่าน ซึ่งมีค่าปริมาณน้ำพืชยึดอยู่ระหว่าง 4 – 13 เปอร์เซ็นต์ (เกษมและคณะ (2514), Tanaka และคณะ (2001), วารินทร์และคณะ (2529)) ในขณะที่พื้นที่ป่าธรรมชาติอื่นๆ มีค่าปริมาณน้ำพืชยึดอยู่ระหว่างประมาณ 30 – 75 เปอร์เซ็นต์ (เกษมและคณะ (2514),อุทัยและถนัด (2520), ประเดิมชัยและคณะ (2528), วารินทร์และคณะ (2529), พงษ์ศักดิ์และทรงธรรม (2530)) ส่วนเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่สวนป่าอื่นๆ แล้วพบว่าสวนป่าไม้โตเร็วต่างถิ่นทั้ง 3 ชนิดนี้ มีปริมาณน้ำพืชยึดสูงกว่าสวนป่าเลี่ยนซึ่งมีปริมาณน้ำพืชยึดเพียงประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ (วารินทร์และคณะ, 2530) และมีค่าใกล้เคียงสวนป่ายูคาลิปตัส (วีระและคณะ, 2527) กระถินยักษ์ (สมชาย, 2538) และกระถินณรงค์ (ชเยนทร์และพงษ์ศักดิ์, 2530) แต่มีค่าน้อยกว่าสวนป่าชนิดอื่นๆ ซึ่งมีค่าปริมาณน้ำพืชยึดอยู่ระหว่าง 35 - 70 เปอร์เซ็นต์ (วิชัยและคณะ (2531), พงษ์ศักดิ์และคณะ (2524), พงษ์ศักดิ์และคณะ (2525), สุพจน์และคณะ (2532)) นอกจากนั้นเมื่อปรียบเทียบกับสวนไม้ผล/ไม้ยืนต้น ซึ่งมีค่าปริมาณน้ำพืชยึดอยู่ระหว่าง 25 - 80 เปอร์เซ็นต์ (พงษ์ศักดิ์และสมาน, 2526) แล้วพบว่าปริมาณน้ำพืชยึดของสวนป่าทั้ง 3 ชนิดนี้ มีค่าน้อยกว่ามาก ยกเว้นชมพู่ซึ่งมีปริมาณใกล้เคียงกับสวนป่าไม้จันทร์ทอง ส่วนปริมาณพืชไร่/พืชสวนมีปริมาณน้ำพืชยึดใกล้เคียงกันกับผลการศึกษานี้

จากผลการเปรียบเทียบดังกล่าวข้างต้น พอจะสรุปโดยภาพรวมได้ว่าปริมาณน้ำพืชยึดที่เกิดจากการปกคลุมของเรือนยอดสวนป่าไม้ต่างถิ่นทั้ง 3 ชนิดนี้มีค่าไม่สูงมากเกินไปนัก อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบกับสภาพในอดีตก่อนที่พื้นที่บริเวณเดียวกันนี้จะถูกบุกรุกเข้ามาทำเกษตรกรรมและเปลี่ยนเป็นพื้นที่ทิ้งร้าง สภาพพืชพรรณเดิมที่ปกคลุมพื้นที่นี้น่าจะมีลักษณะเป็นป่าดิบเขามาก่อน ซึ่งน่าจะมีการสูญเสียน้ำไปจากระบบสมดุลของน้ำจากกระบวนการน้ำพืชยึดประมาณ 8 - 10 เปอร์เซ็นต์ (เกษมและคณะ (2514), Tanaka และคณะ (2001)) ดังนั้นหากจะฟื้นฟูพื้นที่บริเวณนี้โดยการส่งเสริมให้มีการปลูกไม้โตเร็วต่างถิ่นทั้ง 3 ชนิดนี้ น่าจะส่งผลให้สมดุลของน้ำเดิมมีการเปลี่ยนแปลงไปประมาณ 10 - 15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณดังกล่าวไม่น่าที่จะส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำในลำธารมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำฝนเกือบประมาณ 75 - 80 เปอร์เซ็นต์สามารถตกผ่านเรือนยอดของพันธุ์ไม้ดังกล่าว และไหลซึมลงสู่พื้นป่า (forest floor) เพื่อเกิดเป็นน้ำในลำธารได้ต่อไป และหากเพิ่มระยะห่างในการปลูก (spacing) ให้มากขึ้นหรือทำการตัดสางขยายระยะ (thinning) ในช่วงอายุของสวนป่าที่เหมาะสมก็จะทำให้การสูญเสียน้ำจากกระบวนการน้ำพืชยึดมีค่าน้อยลง นอกจากนั้นหากพิจารณาในประเด็นของประโยชน์ที่จะเกิดแก่การอนุรักษ์ดินและน้ำควบคู่กันไปด้วยแล้ว การฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำลำธารโดยการปลูกป่าด้วยพันธุ์ไม้ต่างถิ่นทั้ง 3 ชนิดนี้น่าจะเป็นผลดีอย่างยิ่งหากมีการจัดการโดยการตัดสางขยายระยะตามช่วงอายุที่เหมาะสม

สรุปผลการวิจัย

การตรวจวัดปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (Gross rainfall) น้ำฝนผ่านเรือนยอด (Throughfall) และน้ำไหลตามลำต้น (Stemflow) เพื่อประเมินปริมาณน้ำพืชยึด (Interception) สวนป่าไม้โตเร็วต่างถิ่น 3 ชนิด ชนิด ได้แก่ กระถินดอย (*Acacia confusa*) เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และจันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง เป็นระยะเวลา 2 ปี ระหว่างปี พ. ศ. 2543 – 2544 ได้ผลสรุปได้ดังนี้

1. ปริมาณน้ำพืชยึดที่ประเมินได้ในแต่ละวันของแปลงสวนป่าทั้ง 3 ชนิดในแต่ละช่วงปริมาณการตกของฝนมีความผันแปรสูงมาก และค่าปริมาณน้ำพืชยึดที่ประเมินได้ในหลายๆ วัน มีค่าเป็นลบ

2. ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำพืชยึด (หน่วยเป็นมิลลิเมตร) เฉพาะวันที่มีค่าเป็นบวกในแต่ละช่วงการตกของฝนของแปลงปลูกป่าทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มที่เป็นไปในลักษณะที่ปริมาณการตกของฝนมากปริมาณน้ำพืชยึดจะมีมากขึ้น แต่ไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจนเมื่อพิจารณากับปริมาณน้ำพืชยึดในหน่วยเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำพืชยึด (หน่วยเป็นมิลลิเมตร) กับปริมาณการตกของฝนมีแนวโน้มเป็นไปในลักษณะเส้นตรงมากกว่าเส้นโค้ง แต่มีลักษณะเป็นเส้นโค้งอย่างชัดเจนเมื่อพิจารณากับปริมาณน้ำพืชยึดในหน่วยเปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด

4. ความผันแปรของปริมาณน้ำพืชยึดของแปลงสวนป่าทั้ง 3 ชนิดมีลักษณะขึ้นลงไปในทิศทางเดียวกันตลอดทั้งปี และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำพืชยึดระหว่างแปลงสวนป่าทั้ง 3 ชนิด แล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามเกือบทุกช่วงฤดูกาล แปลงสวนป่าจันทร์ทองมีปริมาณน้ำพืชยึดมากกว่าสวนป่า กระถินดอย และเมเปิลหอม ส่วนความผันแปรผันแปรของปริมาณน้ำพืชยึดในแต่ละช่วงฤดูกาล ไม่สามารถบอกได้อย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างปี พ. ศ. 2543 กับ 2544

5. เมื่อสรุปผลรวมของปริมาณน้ำพืชยึดในแต่ละปี พบว่าในปี พ. ศ. 2543 ไม้จันทร์ทองมีปริมาณน้ำพืชยึดมากที่สุดคือประมาณ 396 มม. หรือคิดเป็น 27 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด รองลงมาคือไม้กระถินดอยมีปริมาณน้ำพืชยึดประมาณ 346 มม. หรือคิดเป็น 23 เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด และไม้เมเปิลหอมมีปริมาณน้ำพืชยึดน้อยที่สุดคือประมาณ 322 มม. หรือคิดเป็น 22 เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด ส่วนในปี พ. ศ. 2544 ไม้จันทร์ทองมีปริมาณน้ำพืชยึดมากที่สุดคือประมาณ 428 มม. หรือคิดเป็น 24 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด รองลงมาคือไม้เมเปิลหอมมีปริมาณน้ำพืชยึดประมาณ 368 มม. หรือคิดเป็น 20 เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด และไม้กระถินดอยมีปริมาณน้ำพืชยึดน้อยที่สุดประมาณ 317 มม. หรือคิดเป็น 17 เปอร์เซนต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด อย่างไรก็ตามการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำพืชยึดของแปลงสวนป่าทั้ง 3 ชนิด จากข้อมูลในแต่ละช่วงครึ่งเดือน โดยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 95 เปอร์เซ็นต์ของข้อมูลทั้ง 2 ปี พบว่าปริมาณน้ำพืชยึดของแปลงสวนป่าทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องมาจากข้อมูลปริมาณน้ำพืชยึดในแต่ละช่วงเวลามีความผันแปรปวนสูงมาก

6. การนำพันธุ์ไม้โตเร็วต่างถิ่นทั้ง 3 ชนิดนี้มาปลูกเพื่อฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำลำธาร น่าจะส่งผลให้สมดุลของน้ำเดิมมีการเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากกระบวนการน้ำพืชยึดประมาณ 10 - 15 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับปริมาณเดิมที่สูญเสียจากพืชพรรณเดิม (ป่าดิบเขา) ที่ปกคลุมพื้นที่นี้ อย่างไรก็ตามปริมาณดังกล่าวไม่น่าที่จะส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำในลำธารมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำฝนประมาณ 75 - 80 เปอร์เซ็นต์สามารถตกผ่านเรือนยอดของพันธุ์ไม้ดังกล่าว และไหลซึมลงสู่พื้นป่าเพื่อเกิดเป็นน้ำในลำธารได้ต่อ

ข้อเสนอแนะ

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงปรากฏการณ์ที่ค่าปริมาณน้ำพืชยึดมีค่าติดลบให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ควรทำการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนทั้งหมด น้ำฝนผ่านเรือนยอดและน้ำไหลตามลำต้นโดยใช้เครื่องบันทึกอัตโนมัติ (automatic recording) โดยที่เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนทั้งหมดควรอยู่ใกล้บริเวณแปลงทดลองให้มากที่สุดหรือควรอยู่เหนือเรือนยอดของต้นไม้ที่ทำการศึกษา รวมถึงการติดตั้งเครื่องมือวัดการเกิดหมอก และเครื่องวัดความเร็วลมด้วย นอกจากนั้นควรทำการวิจัยเปรียบเทียบว่า ควรใช้เครื่องวัดปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอดแบบใด เช่น การใช้รางน้ำ ถาดสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่ แผ่นพลาสติกขนาดต่างๆ หรือใช้แบบปากทรงกระบอกอย่างเดิมแต่ควรจะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่าใด จึงจะเหมาะสมและให้ความถูกต้องมากที่สุด

2. การที่จะเข้าใจกระบวนการน้ำพืชยึดให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการตรวจวัดข้อมูลต่างๆ ดังกล่าวในข้อเสนอแนะข้อที่ 1 ข้างต้นในลักษณะแบบอัตโนมัติ จึงจะทำการศึกษากระบวนการนี้ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนั้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการนี้โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยไม่สามารถอธิบายกระบวนการน้ำพืชยึดได้อย่างชัดเจน การใช้แบบจำลองเพื่อศึกษากระบวนการนี้จะทำให้เกิดความเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น

3. การศึกษาเพื่อทราบถึงผลของระยะการปลูก (spacing) หรือช่วงเวลาและปริมาณการตัดสางขยายระยะสวนป่าที่เหมาะสมต่อการลดปริมาณการสูญเสียน้ำเนื่องจากกระบวนการน้ำพืชยึดมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการฟื้นฟูต้นลำธารโดยการปลูกสร้างสวนป่าได้อย่างเหมาะสมต่อไป

ลิขสิทธิ์ กรมการหลวง

เอกสารอ้างอิง

เกษม จันทร์แก้ว, นิพนธ์ ตั้งธรรม และ สุรเชษฎ์ อังกูลภักดีกุล. 2514. การวัดน้ำฝนต้นฤดูใต้ต้นไม้ของป่าดิบเขา ดิบแล้ง สักธรรมชาติเต็ง - รังของประเทศไทย. การวิจัยลุ่มน้ำห้วยคอกม้าเล่มที่10. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 31 น.

ชเยนทร์ เปลื้องเจริญ และ พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล. 2530. น้ำฝนบนต้นกระถินณรงค์ที่สวนรุกขชาติเพ. สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 6 น.

ประเดิมชัย แสงคู่วงษ์, สมยศ รุ่งโรจน์วณิชย์ และ สมาน รวยสูงเนิน. 2528. ไม้ไผ่ช่วยดูดซับน้ำได้ดีเพียงใด. บันทึกวิจัย, สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำแม่กลอง. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 15 น.

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และ ทรงธรรม สุขสว่าง. 2530. น้ำพืชยึดของป่าดิบแล้งหลังการทำไม้ที่ห้วยมะเฟือง ระยอง. บันทึกวิจัยเล่มที่ 52 สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 5 น.

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และ สมาน รวยสูงเนิน. 2525. น้ำฝนใต้ต้นตะเคียนทอง. บันทึกวิจัยเล่มที่ 25 สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 26 น.

----------. 2526. น้ำฝนบนเรือนยอดไม้ผลที่ระยอง. บันทึกวิจัยเล่มที่ 31 สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 22 น.

----------. 2527. น้ำฝนบนต้นขนุน. . บันทึกวิจัยเล่มที่ 36 สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 6 น.

----------. 2528ก. มังคุดกับน้ำฝน. บันทึกวิจัยเล่มที่ 41 สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 5 น.

----------. 2528ข. ชมพู่กับน้ำฝน. บันทึกวิจัยเล่มที่ 42 สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 4 น.

----------. 2528ค. การเปรียบเทียบข้อมูลน้ำฝนใต้เรือนยอดระหว่างเครื่องวัดชนิดรางเดี่ยวกับชนิดกรวย. บันทึกวิจัยเล่มที่ 40 สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 4 น.

----------. 2529ก. กระท้อนกับน้ำฝน. บันทึกวิจัยเล่มที่ 43 สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 3 น.

----------. 2529ข. น้ำฝนบนต้นกล้วย. บันทึกวิจัยเล่มที่ 44 สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 4 น.

----------. 2529ค. น้ำฝนกับขะอม. บันทึกวิจัยเล่มที่ 45 สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 3 น.

----------. 2530. น้ำฝนบนต้นมะละกอ. บันทึกวิจัยเล่มที่ 53 สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 6 น.

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล, วิทยา วานิช และสมาน รวยสูงเนิน. 2524. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับน้ำฝนที่ถูกสกัดกั้นโดยเรือนยอดของไม้ยางนา ที่สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด อ.เมือง จ.ระยอง. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 18 น.

วารินทร์ จิระสุขทวีกุล, พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และ สุพจน์ เจริญสุข. 2529. น้ำพืชยึดของป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง ที่สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำน่าน จ.น่าน. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 10 น.

วารินทร์ จิระสุขทวีกุล, สุพจน์ เจริญสุข และ พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล. 2530. น้ำฝนที่ถูกสกัดกั้นโดยเรือนยอดของสวนป่าไม้เลี่ยน. สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำน่าน. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 8 น.

วิชัย ทรงวัฒนา, สมาน รวยสูงเนิน และ วิชัย อ่อนน้อม. 2531. ปริมาณน้ำฝนที่ถูกสกัดกั้นโดยเรือนยอดของไม้บางชนิด. บันทึกวิจัยเล่มที่ 2/31 สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำลำตะคอง. กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 12 น.

วันชัย วิรานันท์. 2542. การประยุกต์ใช้ขวดพลาสติกใช้แล้วเพื่อวัดน้ำฝน. วารสารวนศาสตร์ 18(1):30-38.

วีระ พุกจรูญ, กิตติพงษ์ พงษ์บุญ และ สมาน รวยสูงเนิน. 2527. ปริมาณน้ำฝนที่ถูกสกัดกั้นโดยเรือนยอดของไม้ยูคาลิปตัส. สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำชี. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 16 น.

สมชาย อ่อนอาษา. 2538. ปริมาณน้ำฝนที่ถูกสกัดกั้นโดยเรือนยอดของไม้กระถินยักษ์ บริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำป่าสัก จ.เพชรบูรณ์. ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 18 น.

สุพจน์ เจริญสุข, วารินทร์ จิระสุขทวีกุล และ สมชาย อ่อนอาษา. 2532. น้ำฝนที่ถูกสกัดกั้นโดยเรือนยอดของสวนป่าไม้สัก. สถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำน่าน จ.น่าน. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 13 น.

อุทัย จันผกา และ ถนัด วชิรจุติพงศ์. 2520. การศึกษาปริมาณน้ำฝนไหลผ่านเรือนยอด น้ำฝนไหลตามลำต้น และน้ำฝนที่เก็บกักโดยต้นไม้ของป่าเบญจพรรณไม้สัก บริเวณลุ่มน้ำสถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำดอยเชียงดาว จ.เชียงใหม่. ฝ่ายวิจัย กองอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 17 น.

Calder, I. R. and P. T. W. Rosier. 1976. The design of large plastic-sheet net-rainfall gauges. Journal of Hydrology. 38:33-47.

Crockford, R.H. and D.P. Richardson. 2000. Partitioning of rainfall into throughfall, stemflow and interception: effect of forest type, ground cover and climate. Hydrological -Processes. 14 (16 – 17) : 2903 – 2920.

Gash, J. H. C. 1979. An analytical model of rainfall interception in forests. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. 105:43-55.

Gash, J. H. C. and A. J. Morton. 1978. An application of the Rutter model to the estimation of the interception loss from Thetford forest. Journal of Hydrology. 38:47-58.

Jackson, N.A. 2000. Measured and mdelled rainfall interception loss from an agroforestry system in Kenya. Agricultural and Forest Meteorology. 100 (4) : 323 – 336.

Letic,L. and G.Macan. 1994. Study of interception in conifer plantation on Mt. Goc. Glasnik - Sumarskog – Fakulteta, Univerzitet – u – Beogradu. 75 – 76 , 59 – 64.

Lima PR, de A and PR Leopoldo. 1999. Rainfall interception by riparian forest in the central part of Sao Paulo state. Energina na Agricultura. 14 (3) : 25 – 33.

Rutter, A. J., K. A. Kershow, P. C. Robins, and A. J. Morton. 1971. A predictive model of rainfall interception in forests; 1. Derivation of the model from observations in a plantation of Corsican pine. Agricultural Meteorology. 9:367-384.

Tanaka, N., C. Tantasirin, M. Suzuki and N. Tangtham. 2001. Rainfall Interception by a Hill Evergreen Forest in Northern Thailand, pp. 410-414. In The Fifth International Study Conference on GEWEX in Asia and GAME (Vol. 2), Proc. GAME International Science Panal, Hydrospheric Atmospheric Research Center.

Witthawatchutikul, P. and N. Tangtham. 1986. Rainfall Disposal in the Cassava at Rayong, Thailand. Research Section, Div. of Watershed Conservation, RFD, Min. of Agr. and Coop., Bangkok. 6 p.

ภาคผนวก

โครงการหลวง

ตารางภาคผนวกที่ 1 ปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (Gross rainfall) น้ำฝนผ่านเรือนยอด (Throughfall) น้ำไหลตามลำต้น (Stemflow) และน้ำฟีซยึด (Interception) รายวัน แปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (*Acacia confusa*), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543

วันที่	Gross rainfall (mm)	กระถินดอย (*Acacie confusa*)						เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*)						จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*)					
		Throughfall		Stemflow		Interception		Throughfall		Stemflow		Interception		Throughfall		Stemflow		Interception	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	mm	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
17/4/43	10.70	10.69	99.87	0.4365	4.08	-0.42	-3.95	9.44	88.25	0.3598	3.36	0.90	8.38	8.50	79.41	0.3148	2.94	1.89	17.64
21/4/43	30.54	15.41	50.46	0.8664	2.84	14.26	46.70	12.97	42.46	0.4947	1.62	17.08	55.92	11.69	38.29	0.2722	0.89	18.57	60.82
22/4/43	4.69	3.54	75.56	0.0427	0.91	1.10	23.53	3.12	66.51	0.0296	0.63	1.54	32.86	3.42	72.86	0.0222	0.47	1.25	26.67
25/4/43	45.22	33.61	74.33	1.4062	3.11	10.20	22.56	32.30	71.42	0.4947	1.09	12.43	27.49	34.64	76.59	0.6775	1.50	9.91	21.91
2/5/43	13.52	9.44	69.82	0.2731	2.02	3.81	28.16	8.43	62.34	0.3044	2.25	4.79	35.41	8.14	60.20	0.2174	1.61	5.16	38.19
5/5/43	37.38	37.58	100.52	1.4062	3.76	-1.60	-4.28	35.08	93.84	0.4947	1.32	1.81	4.84	33.09	88.51	0.6775	1.81	3.62	9.68
6/5/43	18.90	13.31	70.42	0.5925	3.13	5.00	26.45	12.08	63.89	0.4463	2.36	6.38	33.75	10.55	55.79	0.2668	1.41	8.09	42.80
7/5/43	5.34	2.69	50.37	0.0171	0.32	2.63	49.31	2.06	38.56	0.0037	0.07	3.28	61.37	2.21	41.44	0.0055	0.10	3.12	58.46
11/5/43	20.62	17.73	86.00	0.6276	3.04	2.26	10.96	17.16	83.24	0.4095	1.99	3.05	14.77	16.70	80.97	0.2387	1.16	3.69	17.88
13/5/43	2.68	2.72	101.60	0.0115	0.43	-0.05	-2.03	2.35	87.62	0.0312	1.16	0.30	11.22	2.73	101.64	0.0465	1.74	-0.09	-3.37
14/5/43	3.93	2.18	55.37	0.0253	0.64	1.73	43.99	2.14	54.31	0.1072	2.72	1.69	42.97	2.73	69.47	0.0762	1.94	1.12	28.60
16/5/43	25.64	24.21	94.42	0.8431	3.29	0.59	2.29	24.15	94.20	0.3891	1.52	1.10	4.29	23.15	90.30	0.3697	1.44	2.12	8.26
17/5/43	16.85	14.69	87.18	0.4759	2.82	1.68	9.99	13.34	79.20	0.4947	2.94	3.01	17.86	12.68	75.26	0.3576	2.12	3.81	22.62
20/5/43	46.10	36.91	80.05	1.4062	3.05	7.79	16.90	39.04	84.67	0.4947	1.07	6.57	14.26	35.12	76.17	0.6775	1.47	10.31	22.36
21/5/43	13.47	9.43	70.02	1.4062	10.44	2.63	19.54	10.94	81.18	0.4947	3.67	2.04	15.14	8.64	64.16	0.6775	5.03	4.15	30.81
23/5/43	2.15	1.93	89.60	0.1924	8.95	0.03	1.45	1.83	85.28	0.1014	4.72	0.22	10.01	1.82	84.65	0.0130	0.61	0.32	14.74
26/5/43	6.57	4.11	62.60	0.0158	0.24	2.44	37.16	4.29	65.39	0.0061	0.09	2.27	34.52	5.61	85.49	0.0069	0.11	0.95	14.41
27/5/43	28.12	21.06	74.88	0.8990	3.20	6.17	21.93	21.10	75.04	0.4947	1.76	6.52	23.20	18.29	65.02	0.6775	2.41	9.16	32.57
28/5/43	33.19	24.06	72.50	1.3737	4.14	7.75	23.36	27.05	81.52	0.4947	1.49	5.64	16.99	24.53	73.90	0.2743	0.83	8.39	25.27
31/5/43	10.44	11.62	111.29	0.1856	1.78	-1.36	-13.07	12.08	115.65	0.2704	2.59	-1.90	-18.23	11.44	109.58	0.2034	1.95	-1.20	-11.53
2/6/43	39.23	30.47	77.68	0.9158	2.33	7.84	19.99	38.38	97.83	0.6869	1.75	0.16	0.42	33.89	86.38	0.4059	1.03	4.94	12.58
3/6/43	20.28	18.53	91.35	1.0722	5.29	0.68	3.36	22.98	113.34	0.7080	3.49	-3.41	-16.83	20.33	100.25	0.6043	2.98	-0.66	-3.23
4/6/43	21.42	14.80	69.09	0.9743	4.55	5.65	26.37	18.81	87.81	0.7823	3.65	1.83	8.54	17.50	81.69	0.7158	3.34	3.21	14.96
5/6/43	39.65	39.96	100.79	2.3159	5.84	-2.63	-6.63	32.51	81.99	0.8824	2.23	6.26	15.78	30.45	76.79	0.8733	2.20	8.33	21.00
6/6/43	20.30	13.09	64.46	1.1950	5.89	6.02	29.65	12.69	62.50	0.7354	3.62	6.88	33.88	10.77	53.07	0.4956	2.44	9.03	44.49
12/6/43	10.84	7.83	72.23	0.1434	1.32	2.87	26.44	8.03	74.05	0.1167	1.08	2.70	24.87	7.62	70.26	0.1033	0.95	3.12	28.79
15/6/43	2.45	3.26	132.92	0.0580	2.36	-0.87	-35.28	2.86	116.62	0.0196	0.80	-0.43	-17.42	2.54	103.46	0.0236	0.96	-0.11	-4.42
16/6/43	8.50	5.42	63.72	0.0483	0.57	3.04	35.71	5.72	67.23	0.0344	0.40	2.75	32.36	5.10	60.05	0.0325	0.38	3.36	39.57
18/6/43	40.06	33.74	84.23	1.4318	3.57	4.88	12.19	34.41	85.89	0.7246	1.81	4.93	12.30	31.90	79.63	0.6779	1.69	7.48	18.68
20/6/43	9.09	7.41	81.58	0.0843	0.93	1.59	17.49	8.13	89.43	0.1720	1.89	0.79	8.68	7.31	80.41	0.1332	1.47	1.65	18.13
22/6/43	3.72	4.15	111.65	0.2483	6.68	-0.68	-18.33	4.26	114.70	0.0712	1.91	-0.62	-16.61	5.81	156.43	0.1152	3.10	-2.21	-59.53
24/6/43	6.61	5.18	78.34	0.1292	1.95	1.30	19.70	4.91	74.30	0.0865	1.31	1.61	24.39	3.80	57.56	0.0621	0.94	2.74	41.50
26/6/43	4.12	3.49	84.70	0.0587	1.42	0.57	13.88	3.38	82.01	0.0197	0.48	0.72	17.51	3.20	77.54	0.0294	0.71	0.90	21.75
27/6/43	10.54	8.08	76.60	0.1193	1.13	2.35	22.27	8.68	82.31	0.2515	2.39	1.61	15.30	7.14	67.76	0.2954	2.80	3.10	29.44
28/6/43	16.10	11.41	70.89	0.3925	2.44	4.29	26.67	12.42	77.19	0.3340	2.08	3.34	20.74	10.97	68.15	0.4097	2.55	4.72	29.30
30/6/43	62.95	45.78	72.73	2.5081	3.98	14.66	23.28	42.50	67.52	0.8824	1.40	19.56	31.08	40.59	64.48	1.2084	1.92	21.15	33.60
1/7/43	16.06	10.63	66.19	0.2142	1.33	5.21	32.47	10.79	67.22	0.3495	2.18	4.92	30.61	9.18	57.15	0.4278	2.66	6.45	40.18
5/7/43	25.99	36.90	141.99	2.0356	7.83	-12.95	-49.83	40.12	154.41	0.8824	3.40	-15.02	-57.80	41.63	160.20	1.2084	4.65	-16.85	-64.85
6/7/43	30.45	6.68	21.95	0.7098	2.33	23.05	75.72	6.88	22.58	0.5830	1.91	22.99	75.50	7.22	23.71	1.2084	3.97	22.02	72.32
7/7/43	22.26	15.29	68.69	2.5081	11.27	4.46	20.04	15.90	71.43	0.8824	3.97	5.48	24.60	15.56	69.93	1.2084	5.43	5.48	24.64
10/7/43	6.71	3.98	59.34	0.1085	1.62	2.62	39.04	4.77	71.12	0.0753	1.12	1.86	27.76	4.44	66.24	0.2134	3.18	2.05	30.58
12/7/43	28.22	20.36	72.16	0.4952	1.75	7.36	26.09	22.43	79.48	0.5628	1.99	5.23	18.53	17.80	63.08	0.4766	1.69	9.94	35.23
13/7/43	20.84	14.67	70.39	0.9728	4.67	5.20	24.94	15.25	73.17	0.8824	4.24	4.71	22.60	11.71	56.22	0.4678	2.25	8.65	41.54
17/7/43	97.65	69.74	71.42	2.5081	2.57	25.41	26.02	82.98	84.97	0.8824	0.90	13.89	14.22	82.68	84.67	1.2084	1.24	13.76	14.09
18/7/43	17.76	11.60	65.33	0.3049	1.72	5.85	32.95	13.10	73.73	0.3177	1.79	4.35	24.48	10.21	57.50	0.5565	3.13	6.99	39.37
19/7/43	4.39	2.91	66.11	0.0757	1.72	1.41	32.16	3.19	72.49	0.0767	1.75	1.13	25.76	2.69	61.25	0.2271	5.17	1.48	33.58
21/7/43	25.92	20.02	77.24	1.0516	4.06	4.85	18.70	21.34	82.33	0.8824	3.40	3.70	14.26	17.19	66.30	1.0245	3.95	7.71	29.74
22/7/43	16.49	12.10	73.38	1.0082	6.11	3.38	20.50	13.13	79.63	0.3941	2.39	2.97	17.98	12.49	75.72	0.4303	2.61	3.57	21.67
23/7/43	3.53	2.76	78.14	0.0313	0.89	0.74	20.97	3.10	87.94	0.0388	1.10	0.39	10.97	3.10	87.74	0.0866	2.45	0.35	9.80
24/7/43	4.24	2.60	61.24	0.0395	0.93	1.60	37.83	2.69	63.49	0.0362	0.85	1.51	35.66	3.00	70.74	0.0241	0.57	1.22	28.69
26/7/43	7.32	9.22	125.98	0.0492	0.67	-1.95	-26.66	10.31	140.87	0.1861	2.57	-3.16	-43.44	9.13	124.72	0.3375	4.61	-2.15	-29.33
31/7/43	7.36	5.53	75.18	0.0820	1.11	1.74	23.71	6.09	82.80	0.1586	2.16	1.11	15.04	5.47	74.32	0.1763	2.40	1.71	23.29
3/8/43	7.60	6.27	82.56	0.0791	1.04	1.25	16.40	6.76	88.91	0.1588	2.09	0.68	9.00	7.18	94.43	0.0275	0.36	0.40	5.21
4/8/43	14.40	20.65	143.40	1.0982	7.63	-7.35	-51.02	20.65	143.40	0.6289	4.37	-6.88	-47.77	19.97	138.73	0.5284	3.67	-6.10	-42.40
6/8/43	18.34	12.60	68.70	0.1548	0.84	5.59	30.45	14.89	81.19	0.3731	2.03	3.08	16.78	13.33	72.67	0.4147	2.26	4.60	25.07
7/8/43	31.71	30.15	95.07	0.8718	2.75	0.69	2.18	28.65	90.36	0.7548	2.38	2.30	7.26	25.29	79.75	1.0842	3.42	5.34	16.83
9/8/43	14.44	21.54	149.20	0.5855	4.06	-7.69	-53.26	22.40	155.18	0.9831	6.81	-8.95	-61.98	23.94	165.79	1.2476	8.64	-10.75	-74.43
10/8/43	34.65	20.55	59.29	2.3436	6.76	11.76	33.95	21.59	62.29	1.1631	3.36	11.90	34.35	19.93	57.51	0.9458	2.73	13.78	39.77
12/8/43	11.17	8.12	72.72	0.0574	0.51	2.99	26.76	9.00	80.61	0.2431	2.18	1.92	17.22	7.30	65.36	0.2303	2.06	3.64	32.56
18/8/43	38.57	28.96	75.07	0.5444	1.41	9.07	23.52	31.05	80.49	1.0003	2.59	6.52	16.91	35.94	93.18	0.8296	2.15	1.80	4.67
19/8/43	7.85	2.48	31.62	0.0438	0.56	5.33	67.82	3.25	41.45	0.0844	1.07	4.51	57.47	3.66	46.62	0.0414	0.53	4.15	52.85
21/8/43	9.32	6.80	72.96	0.0534	0.57	2.47	26.47	7.42	79.65	0.1757	1.89	1.72	18.46	6.91	74.15	0.0730	0.78	2.34	25.07
29/8/43	7.20	4.76	66.17	0.0158	0.22	2.42	33.61	5.03	69.96	0.0036	0.05	2.16	29.99	4.91	68.19	0.0045	0.06	2.28	31.75
3/9/43	4.96	6.15	123.97	0.0429	0.86	-1.23	-24.83	6.88	138.66	0.0344	0.69	-1.95	-39.36	6.80	137.02	0.0528	1.06	-1.89	-38.09
4/9/43	7.29	4.22	57.91	0.0167	0.23	3.05	41.86	4.51	61.93	0.0622	0.85	2.71	37.22	4.88	67.05	0.1947	2.67	2.21	30.28
6/9/43	24.13	17.79	73.71	0.1884	0.78	6.16	25.51	20.05	83.07	0.6179	2.56	3.47	14.37	19.27	79.87	0.6893	2.86	4.17	17.28
9/9/43	8.60	8.24	95.81	0.0934	1.09	0.27	3.10	9.05	105.26	0.1725	2.01	-0.62	-7.27	9.04	105.14	0.1218	1.42	-0.56	-6.56
10/9/43	20.14	9.57	47.52	0.1074	0.53	10.46	51.94	10.91	54.19	0.4219	2.09	8.80	43.72	12.80	63.55	0.3565	1.77	6.98	34.68
13/9/43	49.61	38.29	77.19	1.7826	3.59	9.53	19.22	39.21	79.05	0.7860	1.58	9.61	19.36	36.84	74.26	0.7968	1.61	11.97	24.13
14/9/43	7.93	6.00	75.66	0.4777	6.02	1.45	18.31	6.40	80.78	0.3193	4.03	1.20	15.20	6.30	79.50	0.3137	3.96	1.31	16.54
20/9/43	20.81	18.94	91.05	0.3526	1.69	1.51	7.25	19.69	94.65	0.6510	3.13	0.46	2.22	18.96	91.11	0.2446	1.18	1.61	7.72
22/9/43	18.98	19.03	100.22	0.2877	1.52	-0.33	-1.74	19.57	103.09	0.6086	3.21	-1.19	-6.29	19.99	105.30	0.3184	1.68	-1.32	-6.97
30/9/43	23.08	17.78	77.00	0.1621	0.70	5.15	22.30	16.37	70.91	0.7079	3.07	6.01	26.02	15.82	68.54	0.3925	1.70	6.87	29.76
2/10/43	16.20	9.16	56.54	0.0754	0.47	6.96	42.99	10.07	62.14	0.1285	0.79	6.00	37.07	9.92	61.23	0.1699	1.05	6.11	37.72
3/10/43	7.99	7.31	91.42	0.1675	2.10	0.52	6.49	7.55	94.44	0.2095	2.62	0.24	2.94	8.05	100.78	0.1819	2.28	-0.24	-3.05
6/10/43	34.18	19.15	56.01	0.3957	1.16	14.64	42.83	18.75	54.87	0.6994	2.05	14.73	43.09	15.19	44.44	0.4360	1.28	18.55	54.28
7/10/43	22.90	11.24	49.08	0.2883	1.26	11.37	49.66	11.70	51.09	0.6400	2.80	10.56	46.11	10.02	43.78	0.2278	0.99	12.64	55.23
10/10/43	14.41	14.37	99.75	0.1718	1.19	-0.14	-0.94	14.07	97.64	0.5526	3.83	-0.21	-1.48	11.32	78.58	0.1923	1.33	2.89	20.08
17/10/43	5.45	3.64	66.82	0.0154	0.28	1.79	32.90	4.37	80.06	0.0517	0.95	1.04	19.00	3.58	65.62	0.0555	1.02	1.82	33.36
23/10/43	8.24	8.13	98.73	0.0597	0.72	0.05	0.55	8.75	106.24	0.0717	0.87	-0.59	-7.11	8.46	102.69	0.0700	0.85	-0.29	-3.53
25/10/43	12.88	17.06	132.39	0.1246	0.97	-4.30	-33.36	18.37	142.61	0.6252	4.85	-6.11	-47.46	18.36	142.47	0.3586	2.78	-5.83	-45.26
26/10/43	29.53	22.83	77.32	0.3255	1.10	6.37	21.58	19.31	65.39	1.0266	3.48	9.19	31.13	18.26	61.86	0.6785	2.30	10.58	35.85
30/10/43	12.13	5.88	48.48	0.0366	0.30	6.21	51.22	6.19	51.06	0.1552	1.28	5.78	47.66	7.41	61.12	0.0829	0.68	4.63	38.19
31/10/43	27.79	21.65	77.92	0.6018	2.17	5.53	19.91	22.38	80.56	1.0147	3.65	4.39	15.79	20.13	72.44	0.7797	2.81	6.88	24.75
Min	2.15	1.93	21.95	0.0115	0.22	-12.95	-53.26	1.83	22.58	0.0036	0.05	-15.02	-61.98	1.82	23.71	0.0045	0.06	-16.85	-74.43
Max	97.65	69.74	149.20	2.5081	11.27	25.41	75.72	82.68	155.18	1.1631	6.81	22.99	75.50	82.68	165.79	1.2476	8.64	22.02	72.32
รวม	1,599.57	1,243.81	77.76%	48.02	3.00%	307.75	19.24%	1,288.45	80.55%	35.24	2.20%	275.87	17.25%	1,217.86	76.14%	33.68	2.11%	348.03	21.76%

ตารางภาคผนวกที่ 2 ปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (Gross rainfall) น้ำฝนผ่านเรือนยอด (Throughfall) น้ำไหลตามลำต้น (Stemflow) และน้ำพืชยึด (Interception) รายวัน แปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (*Acacia confusa*), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2544

วันที่	Gross rainfall (mm)	กระถินดอย (*Acacia confusa*)						เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*)						จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*)					
		Throughfall		Stemflow		Interception		Throughfall		Stemflow		Interception		Throughfall		Stemflow		Interception	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	mm	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
11/5/44	73.05	52.34	71.65	4.0066	5.48	16.71	-3.95	54.19	74.18	1.7075	2.34	17.15	23.48	51.79	70.89	2.0120	2.75	19.25	26.35
12/5/44	18.39	13.42	72.99	0.2124	1.16	4.75	46.70	12.64	68.73	0.3882	2.11	5.36	29.16	12.46	67.77	0.8348	4.54	5.09	27.69
13/5/44	4.20	3.25	77.39	0.0118	0.28	0.94	23.53	2.97	70.77	0.0286	0.68	1.20	28.55	3.94	93.87	0.0724	1.72	0.19	4.41
14/5/44	12.57	9.22	73.34	0.0794	0.63	3.27	22.56	7.92	63.03	0.1894	1.51	4.46	35.46	7.95	63.25	0.5682	4.52	4.05	32.23
15/5/44	30.68	22.86	74.51	3.0235	9.86	4.80	28.16	22.97	74.88	1.1624	3.79	6.54	21.33	21.19	69.09	1.6467	5.37	7.84	25.55
16/5/44	3.89	3.97	102.09	0.0287	0.74	-0.11	-4.28	3.32	85.30	0.0565	1.45	0.52	13.25	3.78	97.26	0.1923	4.94	-0.09	-2.20
18/5/44	6.66	4.45	66.75	0.0346	0.52	2.18	26.45	4.09	61.35	0.0336	0.50	2.54	38.14	4.31	64.72	0.0278	0.42	2.32	34.86
19/5/44	64.15	55.86	87.08	3.2679	5.09	5.02	49.31	54.56	85.06	1.3916	2.17	8.19	12.77	48.91	76.24	1.7232	2.69	13.52	21.07
20/5/44	54.58	44.77	82.03	4.3997	8.06	5.41	10.96	46.36	84.95	1.7075	3.13	6.51	11.92	44.21	81.01	1.7785	3.26	8.58	15.73
23/5/44	4.20	2.70	64.31	0.0047	0.11	1.49	-2.03	2.30	54.81	0.0015	0.04	1.90	45.16	4.70	112.06	0.0050	0.12	-0.51	-12.18
24/5/44	8.56	7.97	93.02	0.0703	0.82	0.53	43.99	7.21	84.20	0.1835	2.14	1.17	13.66	7.48	87.37	0.0822	0.96	1.00	11.67
25/5/44	23.09	21.62	93.63	0.7519	3.26	0.72	2.29	19.69	85.26	0.9586	4.15	2.44	10.59	18.52	80.21	0.7900	3.42	3.78	16.37
27/5/44	46.21	39.73	85.97	3.2542	7.04	3.23	9.99	38.84	84.05	1.3603	2.94	6.01	13.01	37.40	80.94	1.6667	3.61	7.14	15.46
28/5/44	2.94	2.26	76.78	0.0086	0.29	0.67	16.90	2.13	72.58	0.0054	0.19	0.80	27.24	3.64	123.82	0.0353	1.20	-0.74	-25.02
1/6/44	18.36	10.36	56.40	0.0280	0.15	7.98	19.54	9.42	51.32	0.0477	0.26	8.89	48.42	11.27	61.38	0.0641	0.35	7.03	38.27
3/6/44	20.63	18.26	88.53	1.9396	9.40	0.43	1.45	18.54	89.90	1.7075	8.28	0.38	1.82	16.16	78.36	0.8442	4.09	3.62	17.55
5/6/44	18.83	10.84	57.57	0.6937	3.68	7.30	37.16	9.99	53.02	0.9711	5.16	7.88	41.82	8.40	44.59	0.5298	2.81	9.91	52.60
10/6/44	9.99	12.79	128.06	0.1061	1.06	-2.91	21.93	12.04	120.50	0.2616	2.62	-2.31	-23.12	14.95	149.69	0.1080	1.08	-5.07	-50.77
11/6/44	34.31	26.16	76.24	0.3864	1.13	7.76	23.36	25.24	73.55	0.7837	2.28	8.29	24.16	28.59	83.32	0.7649	2.23	4.96	14.45
14/6/44	18.61	11.71	62.94	0.0405	0.22	6.86	-13.07	11.00	59.12	0.2684	1.44	7.34	39.44	10.11	54.31	0.2172	1.17	8.29	44.52
16/6/44	11.22	10.24	91.22	0.0441	0.39	0.94	19.99	9.54	85.00	0.1627	1.45	1.52	13.55	8.03	71.58	0.1053	0.94	3.08	27.48
17/6/44	9.04	7.37	81.56	0.0227	0.25	1.64	3.36	7.13	78.93	0.0832	0.92	1.82	20.15	6.38	70.57	0.0322	0.36	2.63	29.07
24/6/44	5.57	3.15	56.57	0.0074	0.13	2.41	26.37	4.04	72.56	0.0118	0.21	1.52	27.23	4.80	86.09	0.0058	0.10	0.77	13.81
25/6/44	23.48	16.95	72.19	0.0751	0.32	6.45	-6.63	15.51	66.04	0.1839	0.78	7.79	33.18	18.03	76.78	0.0958	0.41	5.36	22.81
26/6/44	1.82	0.63	34.73	0.0000	0.00	1.19	29.65	0.57	31.43	0.0000	0.00	1.25	68.57	0.64	34.98	0.0000	0.00	1.19	65.02
30/6/44	13.10	8.42	64.28	0.0320	0.24	4.65	26.44	7.67	58.58	0.2867	2.19	5.14	39.23	6.12	46.77	0.1322	1.01	6.84	52.22
1/7/44	17.91	13.29	74.21	0.1164	0.65	4.50	-35.26	12.34	68.92	0.6852	3.83	4.88	27.25	10.40	58.09	0.6738	3.76	6.83	38.15
7/7/44	14.11	10.48	74.29	0.0570	0.40	3.57	35.71	9.26	65.65	0.2745	1.95	4.57	32.41	9.39	66.59	0.3474	2.46	4.37	30.95
9/7/44	22.03	20.09	91.16	0.1226	0.56	1.82	12.19	19.44	88.22	0.6114	2.78	1.98	9.01	18.73	85.01	0.6306	2.86	2.67	12.13
10/7/44	8.17	5.54	67.86	0.0334	0.41	2.59	17.49	5.98	73.22	0.3002	3.67	1.89	23.11	5.79	70.83	0.2226	2.72	2.16	26.45
11/7/44	2.41	1.38	57.18	0.0019	0.08	1.03	-18.33	1.30	54.09	0.0009	0.04	1.10	45.87	1.52	63.18	0.0023	0.10	0.88	36.73
12/7/44	12.37	8.82	71.27	0.0584	0.47	3.49	19.70	8.96	72.44	0.1708	1.38	3.24	26.18	9.80	79.20	0.0554	0.45	2.52	20.35
14/7/44	4.06	1.85	45.68	0.0037	0.09	2.20	13.88	1.79	44.03	0.0014	0.03	2.27	55.94	1.88	46.40	0.0031	0.08	2.17	53.52
15/7/44	2.45	0.74	30.19	0.0000	0.00	1.71	22.27	0.69	28.33	0.0000	0.00	1.76	71.67	1.07	43.83	0.0041	0.17	1.37	56.00
16/7/44	7.22	5.15	71.28	0.0087	0.12	2.06	26.67	4.92	68.22	0.0611	0.85	2.23	30.93	4.34	60.18	0.0109	0.15	2.86	39.67
17/7/44	29.50	22.56	76.46	0.2468	0.84	6.69	23.28	21.89	74.22	0.5688	1.93	7.03	23.85	23.54	79.79	0.2007	0.68	5.76	19.53
18/7/44	16.96	13.36	78.77	0.1079	0.64	3.49	32.47	11.20	66.02	0.3802	2.24	5.38	31.74	10.96	64.60	0.1025	0.60	5.90	34.80
20/7/44	15.98	14.05	87.90	0.4362	2.73	1.50	-49.83	11.45	71.67	0.5820	3.64	3.94	24.68	11.77	73.64	0.3296	2.06	3.88	24.30
21/7/44	13.57	10.89	80.20	0.1479	1.09	2.54	75.72	10.08	74.25	0.6078	4.48	2.89	21.28	8.26	60.89	0.3795	2.80	4.93	36.32
22/7/44	6.38	4.82	75.50	0.0116	0.18	1.55	20.04	4.47	70.15	0.0872	1.37	1.82	28.48	4.79	75.11	0.0683	1.07	1.52	23.82
24/7/44	73.72	56.65	76.84	3.1409	4.26	13.93	39.04	54.94	74.53	1.4689	1.99	17.31	23.48	59.94	81.32	1.1182	1.52	12.65	17.16
25/7/44	14.52	12.21	84.04	0.1114	0.77	2.21	26.09	12.03	82.81	0.5270	3.63	1.97	13.56	11.34	78.05	0.0810	0.56	3.11	21.39
28/7/44	38.90	28.35	72.87	1.8220	4.68	8.73	24.94	27.37	70.37	1.2193	3.13	10.31	26.50	23.80	61.19	1.0507	2.70	14.05	36.11
30/7/44	19.48	15.43	79.22	0.0710	0.36	3.98	26.02	15.72	80.70	0.4412	2.26	3.32	17.04	14.82	76.06	0.1335	0.69	4.53	23.26
1/8/44	10.53	6.38	79.59	0.0216	0.21	2.13	32.95	8.41	79.86	0.3731	3.54	1.75	16.59	7.75	73.63	0.1838	1.75	2.59	24.63
3/8/44	85.61	69.98	81.74	0.6800	0.79	14.95	32.16	67.53	78.87	1.3326	1.56	16.75	19.57	65.33	76.30	1.3509	1.58	18.94	22.12
5/8/44	69.54	55.40	79.66	2.9302	4.21	11.21	18.70	54.81	78.82	1.4440	2.08	13.29	19.11	59.29	85.26	1.4527	2.09	8.80	12.65
7/8/44	5.71	4.38	76.67	0.0047	0.08	1.33	20.50	4.56	79.89	0.0269	0.47	1.12	19.64	5.23	91.59	0.0142	0.25	0.47	8.16
8/8/44	4.11	3.43	83.26	0.0053	0.13	0.68	20.97	3.53	85.70	0.0264	0.64	0.56	13.66	4.01	97.43	0.0057	0.14	0.10	2.44
13/8/44	68.12	59.24	86.97	0.6987	1.03	8.18	37.83	54.48	79.98	1.1577	1.70	12.48	18.32	48.56	71.29	0.3710	0.54	19.18	28.16
14/8/44	18.25	20.15	110.46	0.0939	0.51	-2.00	0.00	18.17	99.55	0.5438	2.98	-0.46	-2.53	18.25	100.04	0.0996	0.55	-0.11	-0.59
15/8/44	7.72	4.89	63.33	0.0172	0.22	2.82	-26.66	4.60	59.59	0.0951	1.23	3.03	39.18	4.45	57.56	0.0125	0.16	3.27	42.28
16/8/44	24.54	24.44	99.57	0.1773	0.72	-0.07	23.71	22.23	90.57	0.5688	2.32	1.74	7.11	19.27	78.52	0.1949	0.79	5.08	20.69
18/8/44	12.99	10.80	83.13	0.0847	0.65	2.11	16.40	10.41	80.18	0.3269	2.52	2.25	17.31	12.09	93.10	0.1337	1.03	0.76	5.87
19/8/44	2.38	1.57	66.12	0.0133	0.56	0.79	-51.02	1.60	67.33	0.0024	0.10	0.77	32.57	2.00	84.27	0.0022	0.09	0.37	15.64
21/8/44	22.22	15.80	71.09	0.1151	0.52	6.31	30.45	14.81	66.63	0.4019	1.81	7.01	31.57	16.30	73.33	0.1954	0.88	5.73	25.79
23/8/44	11.76	5.71	48.43	0.0115	0.10	6.06	2.18	5.30	44.99	0.0252	0.21	6.46	54.79	5.16	43.81	0.0082	0.07	6.61	56.12
26/8/44	2.02	1.83	90.87	0.0030	0.15	0.18	-53.26	1.87	92.68	0.0012	0.06	0.14	7.06	1.96	97.15	0.0016	0.08	0.06	2.77
27/8/44	3.36	1.17	34.90	0.0014	0.04	2.18	33.95	1.62	48.22	0.0004	0.01	1.74	51.77	2.30	68.49	0.0004	0.01	1.06	31.50
29/8/44	82.51	70.13	84.99	0.5153	0.62	11.87	26.76	66.48	80.57	1.0640	1.29	14.97	18.14	57.05	69.14	0.5693	0.69	24.89	30.17
30/8/44	6.44	3.41	52.99	0.0225	0.35	3.00	23.52	3.28	51.01	0.0506	0.79	3.10	48.20	2.93	45.55	0.0219	0.34	3.48	54.11
31/8/44	33.22	25.58	77.00	0.2038	0.61	7.44	67.82	24.71	74.37	0.6511	1.96	7.86	23.67	26.36	79.34	0.4728	1.42	6.39	19.24
4/9/44	27.68	21.45	77.49	0.1507	0.54	6.08	26.47	20.57	74.31	0.5423	1.96	6.57	23.73	17.92	64.73	0.4987	1.80	9.26	33.47
5/9/44	66.83	57.94	86.69	1.4402	2.15	7.45	33.61	52.75	78.93	1.1586	1.73	12.92	19.33	52.82	79.03	1.4392	2.15	12.58	18.82
6/9/44	10.35	7.54	72.86	0.0543	0.52	2.76	-24.83	8.40	81.11	0.2713	2.62	1.69	16.27	9.50	91.71	0.0499	0.48	0.81	7.81
10/9/44	14.89	13.17	88.44	0.0502	0.34	1.67	41.86	12.70	85.27	0.3032	2.04	1.89	12.69	10.87	73.00	0.0578	0.39	3.96	26.62
12/9/44	44.22	37.15	84.01	0.2488	0.56	6.82	25.51	36.09	81.62	0.6302	1.43	7.50	16.96	31.79	71.90	0.7063	1.60	11.72	26.50
13/9/44	9.12	7.27	79.71	0.0293	0.32	1.82	3.10	6.71	73.56	0.1271	1.39	2.28	25.04	6.50	71.27	0.0182	0.20	2.60	28.53
14/9/44	18.47	15.62	84.57	0.1906	1.03	2.66	51.94	15.45	83.63	0.4762	2.58	2.55	13.79	15.07	81.57	0.1246	0.67	3.28	17.75
15/9/44	2.27	1.44	63.78	0.0040	0.18	0.82	19.22	1.90	83.66	0.0039	0.17	0.37	16.16	1.55	68.62	0.0026	0.11	0.71	31.26
24/9/44	11.11	3.71	33.36	0.0000	0.00	7.41	18.31	4.03	36.26	0.0112	0.10	7.07	63.64	3.79	34.15	0.0030	0.03	7.31	65.82
26/9/44	11.42	6.42	56.27	0.0129	0.11	4.98	7.25	6.57	57.52	0.0330	0.29	4.82	42.19	4.92	43.06	0.0051	0.04	6.50	56.89
2/10/44	20.54	20.68	100.66	0.1242	0.60	-0.26	-1.74	18.32	89.19	0.4940	2.40	1.73	8.41	20.35	99.06	0.0568	0.28	0.14	0.67
3/10/44	2.32	1.57	67.47	0.0023	0.10	0.75	22.30	1.97	84.87	0.0008	0.04	0.35	15.10	1.58	67.92	0.0019	0.08	0.74	32.00
5/10/44	4.84	2.38	49.10	0.0000	0.00	2.46	42.99	2.55	52.66	0.0000	0.00	2.29	47.34	2.18	45.09	0.0001	0.00	2.66	54.91
6/10/44	4.96	4.20	84.42	0.0204	0.41	0.76	6.49	6.49	130.34	0.1586	3.19	-1.67	-33.53	6.82	136.85	0.0657	1.32	-1.90	-38.17
7/10/44	39.13	29.06	74.28	0.4875	1.25	9.58	42.83	25.45	65.03	0.6700	1.71	13.01	33.26	25.18	64.36	0.1756	0.45	13.77	35.19
8/10/44	16.85	8.90	52.85	0.0785	0.47	7.87	49.66	11.13	66.07	0.1294	0.77	5.59	33.17	11.10	65.85	0.1280	0.76	5.62	33.39
9/10/44	3.05	1.90	62.19	0.0018	0.06	1.15	-0.94	1.97	64.47	0.0007	0.02	1.08	35.51	1.97	64.58	0.0014	0.05	1.08	35.37
10/10/44	8.17	9.41	115.16	0.0937	1.15	-1.33	32.90	9.54	116.75	0.2083	2.55	-1.58	-19.30	11.30	138.30	0.0380	0.47	-3.17	-38.77
11/10/44	12.20	11.03	90.42	0.0671	0.55	1.10	0.55	9.94	81.46	0.3164	2.59	1.95	15.95	8.51	69.72	0.0469	0.38	3.65	29.90
13/10/44	2.29	0.88	38.43	0.0017	0.07	1.41	-33.36	0.88	38.53	0.0005	0.02	1.41	61.44	0.73	31.67	0.0006	0.03	1.57	68.30
17/10/44	7.45	4.50	60.46	0.0095	0.13	2.93	21.58	5.72	76.76	0.0055	0.07	1.72	23.16	4.07	54.70	0.0064	0.09	3.37	45.22
19/10/44	19.28	17.98	93.27	0.1333	0.69	1.16	51.22	17.76	92.13	0.5060	2.62	1.01	5.25	14.79	76.72	0.0632	0.33	4.43	22.95
26/10/44	67.39	65.25	96.82	3.6703	5.45	-1.53	19.91	65.86	97.73	1.7075	2.53	-0.18	-0.26	61.76	91.64	2.1756	3.23	3.46	5.13
26/10/44	67.39	65.25	96.82	3.6703	5.45	-1.53	19.91	65.86	97.73	1.7075	2.53	-0.18	-0.26	61.76	91.64	2.1756	3.23	3.46	5.13
28/10/44	50.88	49.00	96.30	3.5470	6.97	-1.66	75.72	49.05	96.40	1.6135	3.17	0.22	0.43	43.85	86.17	1.4316	2.81	5.60	11.01
30/10/44	47.41	43.58	91.92	4.3634	9.20	-0.53	-53.26	48.10	101.45	1.7075	3.60	-2.40	-5.06	43.10	90.90	1.9641	4.14	2.35	4.95
31/10/44	2.19	1.65	75.45	0.0020	0.09	0.54	0.00	1.69	77.35	0.0013	0.06	0.49	22.59	1.46	66.50	0.0011	0.05	0.73	33.45
3/11/44	0.73	1.15	158.34	0.0077	1.06	-0.43	0.00	1.11	152.77	0.0025	0.35	-0.39	-53.12	1.15	158.72	0.0024	0.33	-0.43	-59.05
5/11/44	8.37	4.98	59.50	0.0239	0.29	3.37	0.00	5.43	64.90	0.0211	0.25	2.92	34.85	3.27	39.14	0.0017	0.02	5.09	60.84
9/11/44	6.97	8.75	125.63	0.0587	0.84	-1.84	0.00	8.20	117.73	0.0578	0.83	-1.29	-18.56	7.69	110.42	0.0077	0.11	-0.73	-10.53
Min	0.73	0.63	30.19	0.0000	0.00	-2.91	-53.26	0.57	28.33	0.0000	0.00	-2.31	-33.53	0.64	31.67	0.0000	0.00	-5.07	-50.77
Max	85.61	70.13	128.06	4.3997	9.86	16.71	75.72	67.53	130.34	1.7075	8.28	17.31	71.67	65.33	149.69	2.0120	5.37	24.89	68.30
รวม	1,870.30	1,511.77	80.83%	49.50	2.65%	309.03	16.52%	1,468.45	78.51%	41.18	2.20%	360.67	19.28%	1,419.78	75.91%	33.91	1.81%	416.61	22.28%

ตารางภาคผนวกที่ 3 การทดสอบนัยสำคัญทางสถิติของสมการถดถอยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (Th) น้ำไหลตามลำต้น (St) และน้ำพืชยึด (I) กับปริมาณการตกของฝน (P) ของแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (*Acacia confusa*, Ac), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*, Li) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*, Fr) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543 - 2544

ตัวแปรตาม (Y) & ตัวแปรอิสระ (X)	ปีที่ศึกษา	ชนิดพันธุ์ไม้ในแปลงสวนป่า	แบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด[1/]	ค่าสัมประสิทธิ์ในแบบจำลอง		R^2	df	F-test	ค่า F-Critical ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%	นัยสำคัญทางสถิติ[2/]
				a	b					
Th (mm.) & P (mm.)	พ. ศ. 2543	Ac	Linear	-0.2401	0.7291	0.9376	1, 67	1007.34	3.99	*
		Li	Linear	-0.9649	0.7984	0.9296	1, 68	897.95	4.00	*
		Fr	Linear	-1.4850	0.7743	0.9220	1, 67	792.32	3.99	*
	พ. ศ. 2544	Ac	Linear	-1.0119	0.8275	0.9873	1, 78	6085.33	3.98	*
		Li	Linear	-0.9255	0.8062	0.9847	1, 81	5223.74	3.96	*
		Fr	Linear	-1.0234	0.7907	0.9763	1, 80	3294.88	3.96	*
St (mm.) & P (mm.)	พ. ศ. 2543	Ac	Power	0.0040	1.5148	0.6585	1, 67	129.20	3.99	*
		Li	Semi-Log	-0.4541	0.3221	0.6989	1, 68	157.83	4.00	*
		Fr	Power	0.0054	1.3654	0.6398	1, 67	119.00	3.99	*
	พ. ศ. 2544	Ac	Power	0.0003	2.0284	0.8181	1, 78	350.92	3.98	*
		Li	Linear	0.0150	0.0207	0.7413	1, 81	232.16	3.96	*
		Fr	Power	0.0003	2.0983	0.7712	1, 80	269.63	3.96	*
I (mm.) & P (mm.)	พ. ศ. 2543	Ac	Linear	0.3162	0.2389	0.6089	1, 67	104.30	3.99	*
		Li	Power	0.2552	0.8867	0.4444	1, 68	54.40	4.00	*
		Fr	Power	0.2756	0.9693	0.6664	1, 67	133.81	3.99	*
	พ. ศ. 2544	Ac	Linear	1.2190	0.1391	0.6808	1, 78	166.33	3.98	*
		Li	Linear	0.9106	0.1731	0.7313	1, 81	220.45	3.96	*
		Fr	Linear	1.0959	0.1875	0.6764	1, 80	167.21	3.96	*
Th (%) &P (mm.)	พ. ศ. 2543	Ac	Linear	70.6858	0.0312	0.0012	1, 67	0.08	3.99	ns
		Li	Linear	72.2153	0.0874	0.0095	1, 68	0.65	4.00	ns
		Fr	Linear	67.6248	0.0805	0.0091	1, 67	0.61	3.99	ns
	พ. ศ. 2544	Ac	Semi-Log	54.5549	6.9106	0.2226	1, 78	22.34	3.98	*
		Li	Power	54.9594	0.0928	0.1585	1, 81	15.26	3.96	*
		Fr	Power	55.1832	0.0802	0.1074	1, 80	9.63	3.96	*
St (%) & P (mm.)	พ. ศ. 2543	Ac	Power	0.4016	0.5148	0.1822	1, 67	14.92	3.99	*
		Li	Power	0.7046	0.3077	0.0883	1, 68	6.59	4.00	*
		Fr	Power	0.5402	0.3654	0.1129	1, 67	8.52	3.99	*
	พ. ศ. 2544	Ac	Power	0.0327	1.0264	0.5363	1, 78	90.20	3.98	*
		Li	Semi-Log	-0.2670	0.7683	0.2926	1, 81	33.51	3.96	*
		Fr	Power	0.0298	1.0983	0.4601	1, 80	73.87	3.96	*
I (%) & P (mm.)	พ. ศ. 2543	Ac	Linear	27.4752	-0.0613	0.0044	1, 67	0.30	3.99	ns
		Li	Exponential	21.4777	-0.0063	0.0157	1, 68	1.08	4.00	ns
		Fr	Exponential	27.7648	-0.0044	0.0170	1, 67	1.16	3.99	ns
	พ. ศ. 2544	Ac	Semi-Log	46.8981	-7.9723	0.2691	1, 78	28.72	3.98	*
		Li	Semi-Log	42.5063	-6.1172	0.1718	1, 81	16.80	3.96	*
		Fr	Semi-Log	42.2576	-5.1927	0.1121	1, 80	10.10	3.96	*

หมายเหตุ 1/ Linear คือ $Y = a + b(X)$ Exponential คือ $Y = a.e^{bx}$

Power คือ $Y = a.X^b$ Semi-Log คือ $Y = a + b.(Ln.X)$

2/ * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติ ns หมายถึงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ 4 ปริมาณน้ำพืชยึด (Interception) น้ำฝนผ่านเรือนยอด (Throughfall) และน้ำไหลตามลำต้น (Stemflow) ของพืชพรรณชนิดต่างๆ ที่เคยทำการศึกษาในประเทศไทย

พืชพรรณที่ปกคลุม	Interception	Throughfall	Stemflow	เอกสารอ้างอิง
ป่าธรรมชาติ				
-ป่าดิบเขา (Hill-evergreen) ดอยปุย	8.90	91.34	0.52	เกษมและคณะ (2514)
-ป่าดิบเขา (Hill-evergreen) ดอยปุย	11.60	-	-	Tanaka และคณะ (2001)
-ป่าดิบแล้ง (Dry-evergreen) สะแกราช	4.07	94.80	0.97	เกษมและคณะ (2514)
-ป่าดิบแล้ง (Dry-evergreen) จ.ระยอง	30.34	69.38	0.21	พงษ์ศักดิ์และทรงธรรม(2530)
-ป่าสักธรรมชาติ แม่หวด จ.ลำปาง	62.67	37.44	0.02	เกษมและคณะ (2514)
-ป่าเต็ง-รัง (Dry-dipterocarp) แม่หวด จ.ลำปาง	61.04	39.08	0.01	เกษมและคณะ (2514)
-ป่าเบญจพรรณไม้สัก ดอยเชียงดาว	39.21	60.31	0.38	อุทัยและถนัด (2520)
-ป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous) จ.น่าน	12.72	86.64	0.62	วารินทร์และคณะ (2529)
-ป่าเต็ง - รัง จ.น่าน	3.75	95.79	0.44	วารินทร์และคณะ (2529)
-ป่าไผ่				
ไผ่ผาก (*Gigantochloa nigruciliata*)	69.77	24.10	6.13	ประเดิมชัยและคณะ (2528)
ไผ่นวล (*Dendrocalamas membranaceus*)	75.75	23.46	0.79	ประเดิมชัยและคณะ (2528)
สวนป่า				
- กระถินณรงค์ (*Acacia auriculaeformis*)	30.96	67.65	1.39	ชเยนทร์และพงษ์ศักดิ์(2530)
- กระถินเทพา (*A. manguim*)	34.10	58.40	7.50	วิชัยและคณะ (2531)
- ยางนา (*Dipterocarpus alatus*)	70.43	26.75	0.51	พงษ์ศักดิ์และคณะ (2524)
- ยูคาลิปตัส(*E. camandulensis*)	15.67	82.21	2.12	วีระและคณะ (2527)
- ตะเคียนทอง (*Hopea odorata*)	36.35	60.71	2.95	พงษ์ศักดิ์และคณะ (2525)
-สัก (*Tectona gradis*)	36.11	61.62	1.97	สุพจน์และคณะ (2532)
- เลี่ยน (*Melia azedarach*)	7.61	90.38	2.18	วารินทร์และคณะ (2530)
- กระถินยักษ์ (*Leucaena leucocephala*)	26.06	72.52	1.42	สมชาย (2538)
ไม้ผล/ไม้ยืนต้น				
- เงาะ (*Nephelium lappaceum*)	70.39 [1/]	27.27	1.16	พงษ์ศักดิ์และสมาน (2526)
-ทุเรียน (*Durio zibethinus*)	80.04 [1/]	19.27	0.71	พงษ์ศักดิ์และสมาน (2526)
-มะม่วง (*Mangifera spp.*)	64.25 [1/]	34.31	1.15	พงษ์ศักดิ์และสมาน (2526)
-ยางพารา (*Hevea brasiliensis*)	87.66 [1/]	15.60	0.44	พงษ์ศักดิ์และสมาน (2526)
-ขนุน (*Artocarpus heterophyllus*)	46.51	65.41	1.36	พงษ์ศักดิ์และสมาน (2527)
-กระท้อน (*Sandoricum indicum*)	36.33	61.13	1.16	พงษ์ศักดิ์และสมาน (2529)
-มังคุด (*Garcinia mangostana*)	48.20	49.30	2.50	พงษ์ศักดิ์และสมาน (2528)
-ชมพู่ (*Eugenia aequea* Burm.f.)	23.24	94.53	2.60	พงษ์ศักดิ์และสมาน (2528)
พืชไร่/พืชสวน				
-มันสำปะหลัง (*Manihot esculenta* Crantz)	14.00	86.00	-	Witthawatchutikul & Tangtham(1986)
-กล้วย (*Musa paradisiaca* Linn.)	17.50	80.80	1.70	พงษ์ศักดิ์และสมาน (2529)
-ชะอม (*Acacia pennata*)	13.68	85.13	0.93	พงษ์ศักดิ์และสมาน (2529)
-มะละกอ (*Carica papaya*)	25.25	74.45	0.30	พงษ์ศักดิ์และสมาน (2530)

หมายเหตุ หน่วยเป็น เปอร์เซ็นต์ของปริมาณฝนที่ตกทั้งหมด (Gross Rainfall)

[1/] ข้อมูลจากตารางที่ 2 พงษ์ศักดิ์และสมาน (2526)

ตารางภาคผนวกที่ 5 ปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (Gross rainfall) ปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (Throughfall) น้ำไหลตามลำต้น (Stemflow) และน้ำฝนที่ขยึด (Interception) ในแต่ละช่วงครึ่งเดือน ของแปลงสวนป่าไม้โตเร็วต่างถิ่น บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. เชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543

หน่วย	ช่วงเวลา	จำนวนวันที่ฝนตก 1/	Gross rainfall	กระถินเทอย (*Acacia confusa*)			แมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*)			จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*)		
				Throughfall	Stemflow	Interception	Throughfall	Stemflow	Interception	Throughfall	Stemflow	Interception
มิลลิเมตร	16- 30 เม.ย.	4	91.15	63.25	2.75	25.14	57.83	1.38	31.94	58.25	1.29	31.62
	1 - 15 พ.ค.	7	102.38	85.65	2.95	13.78	79.30	1.80	21.29	76.14	1.53	24.71
	16- 31 พ.ค.	8	172.08	136.39	6.61	29.08	141.74	2.97	27.37	129.83	3.05	39.19
	1 - 15 มิ.ย.	6	151.72	124.67	6.62	20.43	133.39	3.91	14.41	120.55	3.20	27.97
	16- 30 มิ.ย.	8	157.96	120.51	4.77	32.68	120.15	2.51	35.31	110.01	2.85	45.10
	1 - 15 ก.ค.	6	124.53	71.61	5.01	47.91	76.01	3.34	45.18	65.92	4.00	54.61
	16- 31 ก.ค.	8	177.36	127.26	5.10	44.99	145.53	2.79	29.04	136.83	3.73	36.79
	1 - 15 ส.ค.	5	103.48	77.69	3.51	22.28	80.89	2.69	19.89	73.03	2.70	27.75
	16- 31 ส.ค.	4	62.94	43.00	0.66	19.28	46.76	1.26	14.91	51.42	0.95	10.57
	1 - 15 ก.ย.	6	117.69	84.11	2.67	30.92	90.14	2.38	25.17	89.14	2.47	26.08
	16- 30 ก.ย.	2	43.89	36.72	0.51	6.66	36.06	1.36	6.47	34.78	0.64	8.48
	1 - 15 ต.ค.	5	95.68	61.22	1.10	33.36	62.13	2.23	31.31	54.51	1.21	39.96
	16- 31 ต.ค.	5	83.13	62.14	1.04	19.96	61.00	2.32	19.81	57.84	1.67	23.62
	รวม	74	1,483.98	1,094.23	43.30	346.45	1,130.94	30.93	322.11	1,058.25	29.29	396.45
เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด	16- 30 เม.ย.	-	-	69.40	3.02	27.59	63.44	1.51	35.05	63.90	1.41	34.69
	1 - 15 พ.ค.	-	-	83.66	2.88	13.45	77.45	1.76	20.79	74.37	1.49	24.14
	16- 31 พ.ค.	-	-	79.26	3.84	16.90	82.37	1.73	15.90	75.45	1.77	22.78
	1 - 15 มิ.ย.	-	-	82.18	4.36	13.46	87.92	2.58	9.50	79.46	2.11	18.43
	16- 30 มิ.ย.	-	-	76.29	3.02	20.69	76.06	1.59	22.35	69.65	1.80	28.55
	1 - 15 ก.ค.	-	-	57.51	4.02	38.47	61.04	2.68	36.28	52.94	3.21	43.85
	16- 31 ก.ค.	-	-	71.76	2.88	25.37	82.05	1.57	16.37	77.15	2.11	20.74
	1 - 15 ส.ค.	-	-	75.08	3.39	21.53	78.17	2.60	19.22	70.57	2.61	26.82
	16- 31 ส.ค.	-	-	68.32	1.04	30.64	74.29	2.01	23.70	81.69	1.51	16.80
	1 - 15 ก.ย.	-	-	71.47	2.27	26.27	76.59	2.02	21.39	75.74	2.10	22.16
	16- 30 ก.ย.	-	-	83.66	1.17	15.17	82.17	3.10	14.74	79.24	1.45	19.31
	1 - 15 ต.ค.	-	-	63.99	1.15	34.86	64.94	2.33	32.73	56.97	1.26	41.77
	16- 31 ต.ค.	-	-	74.74	1.25	24.01	73.38	2.79	23.83	69.58	2.00	28.42
	เฉลี่ยจากแต่ละช่วง	-	-	73.64	2.64	23.72	75.38	2.17	22.45	71.28	1.91	26.80
	Standard Divation	-	-	7.46	1.12	7.64	7.71	0.51	7.75	8.42	0.52	8.28
	Variance (S^2)	-	-	60.30	1.36	63.18	64.42	0.29	65.02	76.81	0.30	74.18
	ประเมินจากข้อมูลรายปี	-	-	73.74	2.92	23.35	76.21	2.08	21.71	71.31	1.97	26.72

หมายเหตุ 1/ คือวันที่มีฝนตกและเป็นวันที่ปริมาณน้ำฝนที่ขยึดที่ประเมินได้ไม่มีค่าติดลบ

ตารางภาคผนวกที่ 6 ปริมาณน้ำฝนทั้งหมด (Gross rainfall) ปริมาณน้ำฝนผ่านเรือนยอด (Throughfall) น้ำไหลตามลำต้น (Stemflow) และน้ำฝนที่ขยึด (Interception) ในแต่ละช่วงครึ่งเดือน ของแปลงสวนป่าไม้โตเร็วต่างถิ่น บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. เชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2544

หน่วย	เดือน	จำนวนวันที่ฝนตก[1/]	Gross rainfall	กระถินตอย (*Acacia confusa*)			แมเปิลหอม (*Liquidamber formosana*)			จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*)		
				Throughfall	Stemflow	Interception	Throughfall	Stemflow	Interception	Throughfall	Stemflow	Interception
มิลลิเมตร	1 - 15 พ.ค.	5	138.88	101.08	7.33	30.46	100.69	3.48	34.71	97.33	5.13	36.41
	16- 31 พ.ค.	9	214.27	183.31	11.82	19.14	178.50	5.70	30.07	172.96	6.30	35.01
	1 - 15 มิ.ย.	5	110.74	77.33	3.09	30.32	74.19	3.78	32.77	74.53	2.42	33.80
	16- 30 มิ.ย.	6	64.23	46.76	0.18	17.29	44.46	0.73	19.04	44.00	0.37	19.86
	1 - 15 ก.ค.	8	83.51	62.19	0.39	20.93	59.77	2.04	21.70	58.59	1.94	22.98
	16- 31 ก.ค.	10	236.23	183.45	6.10	46.68	174.08	5.94	56.20	173.56	3.47	59.20
	1 - 15 ส.ค.	7	251.34	205.69	4.36	41.29	197.91	4.46	48.97	194.61	3.39	53.34
	16- 31 ส.ค.	10	201.45	160.43	1.15	39.87	152.31	3.09	46.05	145.41	1.60	54.43
	1 - 15 ก.ย	8	193.84	161.59	2.17	30.08	154.57	3.51	35.76	146.02	2.90	44.92
	16- 30 ก.ย	2	22.53	10.13	0.01	12.39	10.60	0.04	11.89	8.71	0.01	13.81
	1 - 15 ต.ค.	8	101.23	76.40	0.76	24.06	72.21	1.61	27.41	71.59	0.41	29.23
	16- 31 ต.ค.	6	194.59	181.96	11.73	0.91	188.18	5.54	0.87	169.02	5.64	19.93
	1- 15 พ.ย	1	8.37	4.98	0.02	3.37	5.43	0.02	2.92	3.27	0.00	5.09
	รวม	85	1,821.22	1,455.31	49.12	316.79	1,412.90	39.95	368.37	1,359.60	33.59	428.02
เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนทั้งหมด	1 - 15 พ.ค.	-	-	72.78	5.28	21.94	72.50	2.50	24.99	70.08	3.70	26.22
	16- 31 พ.ค.	-	-	85.55	5.52	8.93	83.31	2.66	14.03	80.72	2.94	16.34
	1 - 15 มิ.ย.	-	-	69.83	2.79	27.38	66.99	3.41	29.59	67.30	2.19	30.52
	16- 30 มิ.ย.	-	-	72.80	0.28	26.92	69.23	1.13	29.64	68.50	0.58	30.92
	1 - 15 ก.ค.	-	-	74.47	0.47	25.06	71.57	2.45	25.98	70.16	2.32	27.52
	16- 31 ก.ค.	-	-	77.66	2.58	19.76	73.69	2.52	23.79	73.47	1.47	25.06
	1 - 15 ส.ค.	-	-	81.84	1.73	16.43	78.74	1.77	19.49	77.43	1.35	21.22
	16- 31 ส.ค.	-	-	79.64	0.57	19.79	75.61	1.54	22.86	72.18	0.79	27.02
	1 - 15 ก.ย	-	-	83.36	1.12	15.52	79.74	1.81	18.45	75.33	1.49	23.18
	16- 30 ก.ย	-	-	44.97	0.06	54.97	47.04	0.20	52.77	38.67	0.04	61.30
	1 - 15 ต.ค.	-	-	75.47	0.75	23.77	71.33	1.59	27.08	70.72	0.41	28.87
	16- 31 ต.ค.	-	-	93.51	6.03	0.47	96.70	2.85	0.45	86.86	2.90	10.24
	1- 15 พ.ย	-	-	59.50	0.29	40.22	64.90	0.25	34.85	39.14	0.02	60.84
	เฉลี่ยจากแต่ละ ช่วง	-	-	74.72	2.11	23.17	73.18	1.90	24.92	68.50	1.55	29.94
	Standard Divation	-	-	11.69	2.09	12.96	10.91	0.93	11.50	13.63	1.14	14.38
	Variance (S^2)	-	-	148.10	4.72	182.04	129.04	0.94	143.20	201.25	1.41	223.97
	ประเมินจากข้อมูลรายปี	-	-	79.91	2.70	17.39	77.58	2.19	20.23	74.65	1.84	23.50

หมายเหตุ 1/ คือวันที่มีฝนตกและเป็นวันที่ปริมาณน้ำฝนที่ขยึดที่ประเมินได้ไม่มีค่าติดลบ

ตารางภาคผนวกที่ 7 สหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างปริมาณการตกของฝน (P) กับปริมาณน้ำพืชยืดของแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (*Acacia confusa*, Ac), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*, Li) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*, Fr) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543 - 2544

พ. ศ. 2543					พ. ศ. 2544				
	P	Ac	Li	Fr		P	Ac	Li	Fr
P	1.0000				P	1.0000			
Ac	-0.1422	1.0000			Ac	-0.7988	1.0000		
Li	-0.2766	0.8209	1.0000		Li	-0.7327	0.9823	1.0000	
Fr	-0.0308	0.6787	0.8604	1.0000	Fr	-0.8037	0.9523	0.8912	1.0000

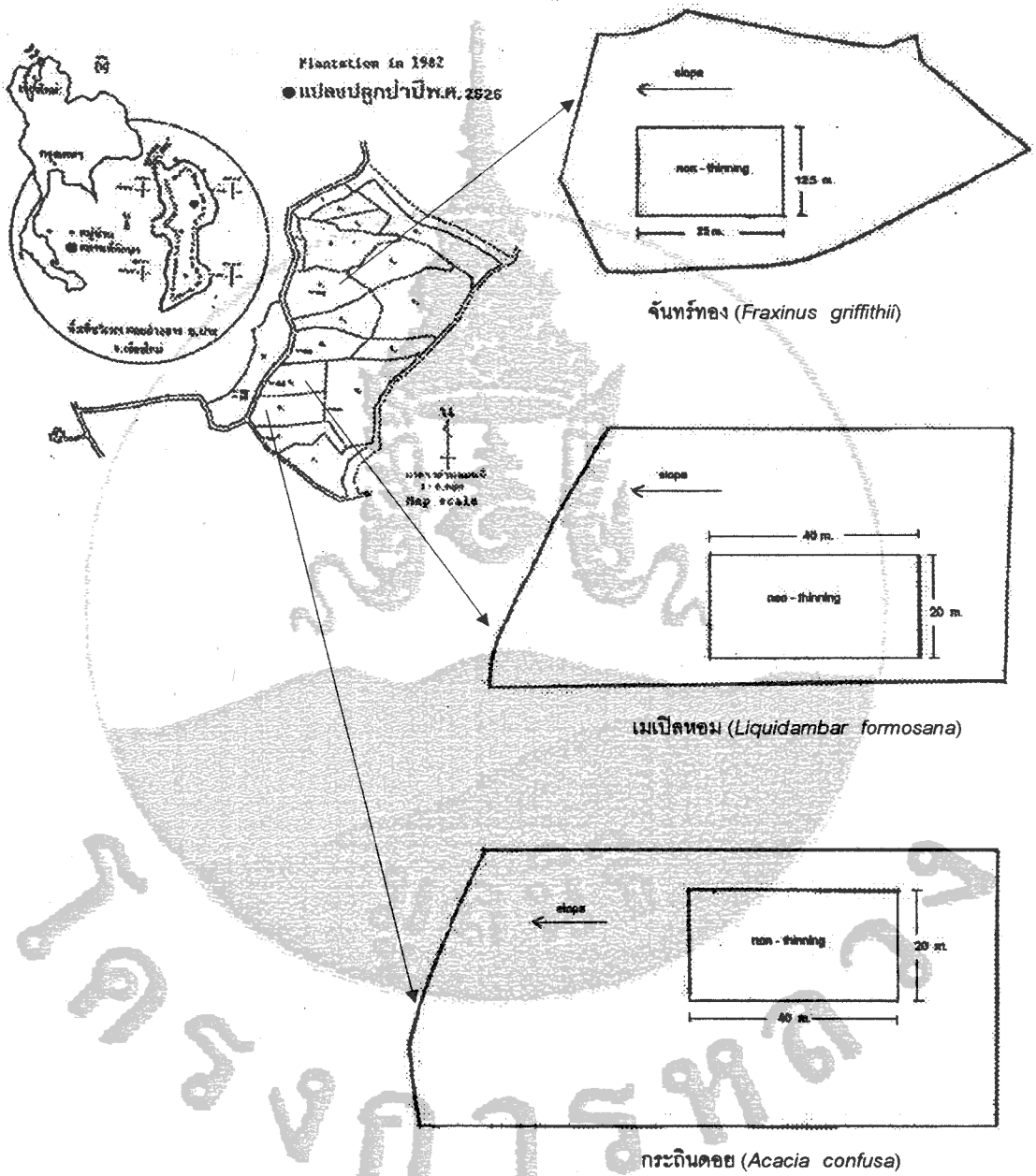
ตารางภาคผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปวน (Analysis of Variance, ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำพืชยืดของแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (*Acacia confusa*, Ac), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*, Li) และ จันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*, Fr) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2543 - 2544

พ. ศ. 2543

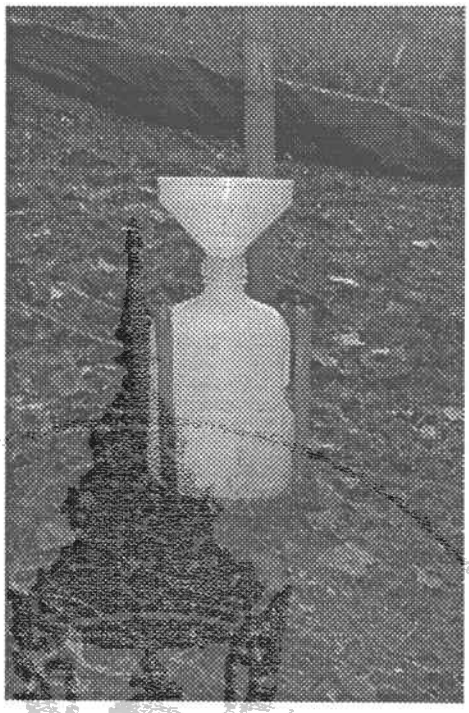
Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	136.26	2	68.13	1.0345	0.3666	3.2849
Within Groups	2173.22	33	65.86			
Total	2309.47	35				

พ. ศ. 2544

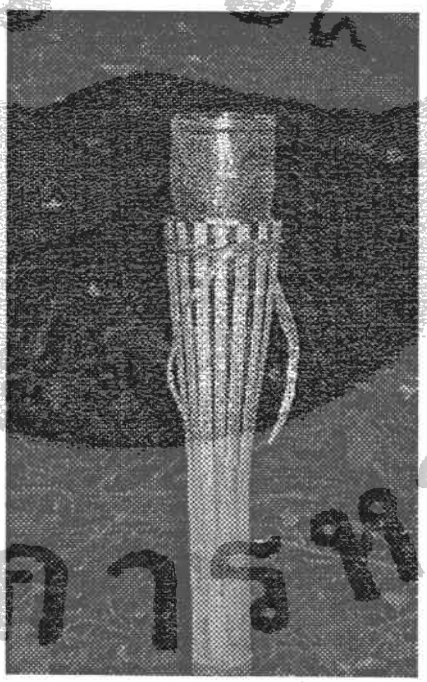
Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	321.64	2	160.82	0.8785	0.4241	3.2594
Within Groups	6590.40	36	183.07			
Total	6912.04	38				



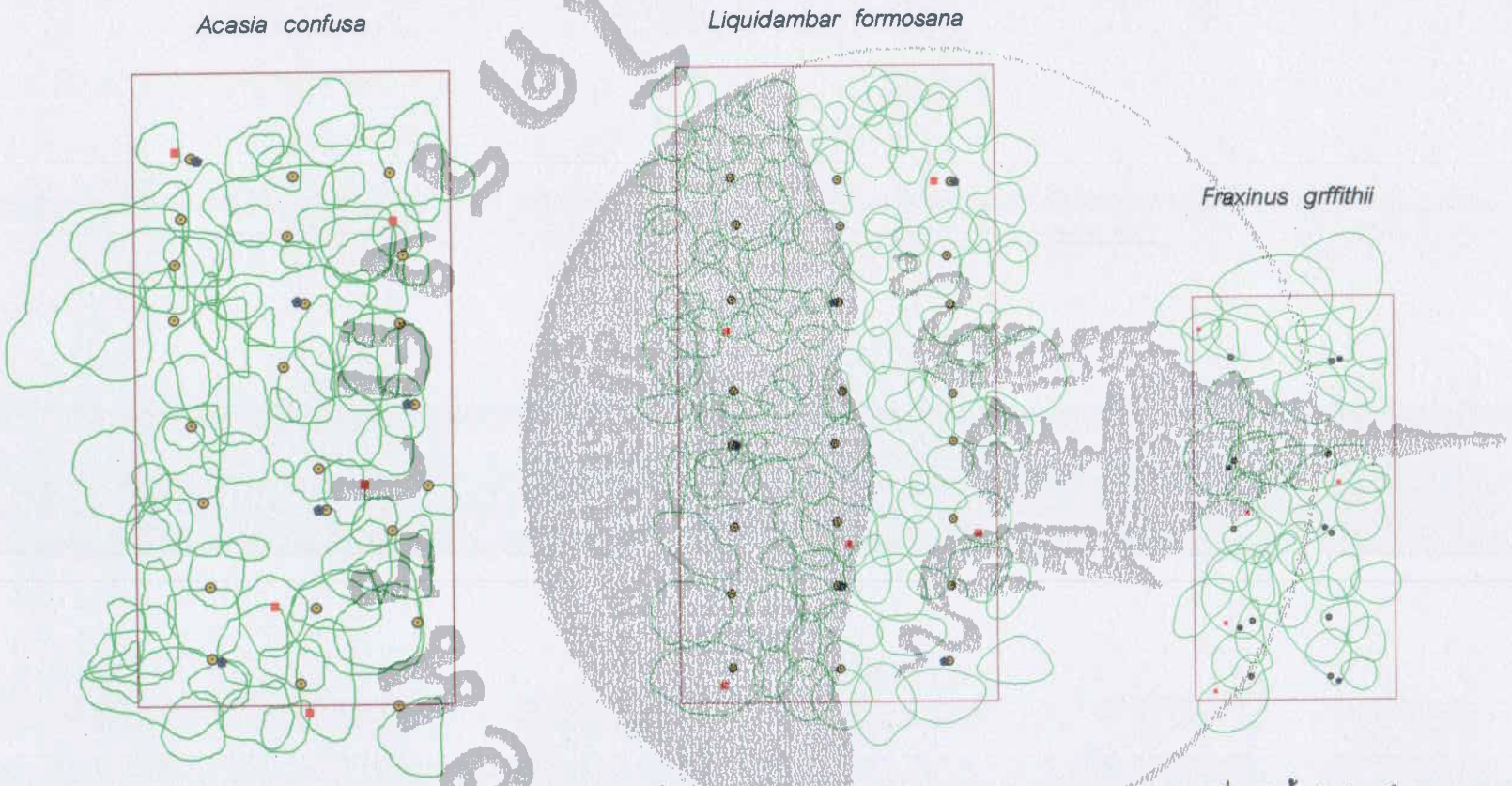
ภาคผนวกที่ 1 พื้นที่แปลงปลูกสวนป่า และลักษณะการวางแปลงของพืชแต่ละชนิด บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่



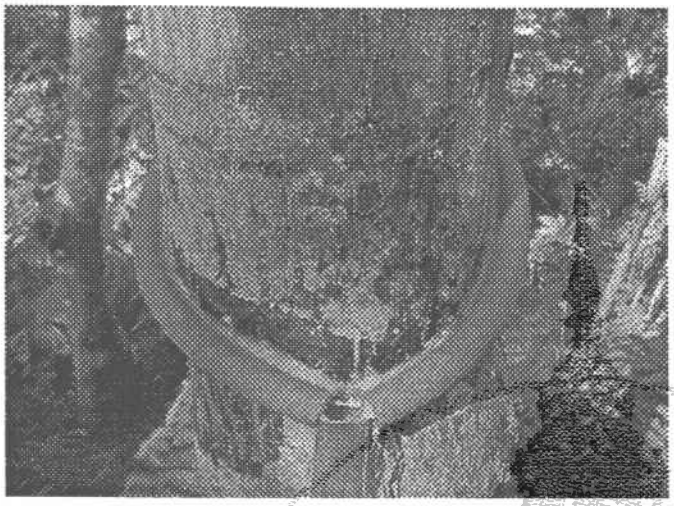
ภาพภาคผนวกที่ 2 เครื่องวัดน้ำฝนขนาด 8 นิ้ว ชนิดประดิษฐ์เอง



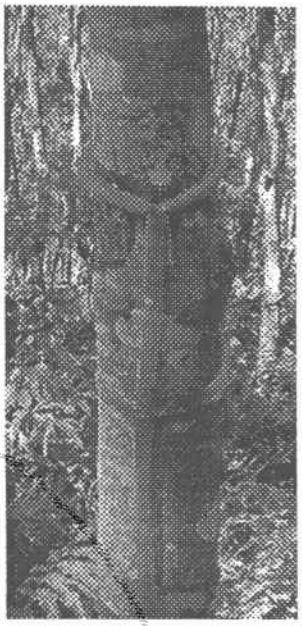
ภาพภาคผนวกที่ 3 เครื่องวัดน้ำฝนขนาด 3 นิ้ว ชนิดประดิษฐ์เอง



ภาพภาคผนวกที่ 4 การปกคลุมของเรือนยอดและตำแหน่งการกระจายเครื่องวัดน้ำฝนผ่านเรือนยอดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 และ 8 นิ้ว (3 and 8 Inch Throughfall-gage) และเครื่องวัดน้ำไหลตามลำต้น (Stemflow-gage) ในแปลงสวนป่าไม้กระถินดอย (*Acasia confusa*), เมเปิลหอม (*Liquidambar formosana*) และจันทร์ทอง (*Fraxinus grffithii*) บริเวณสถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จ. เชียงใหม่

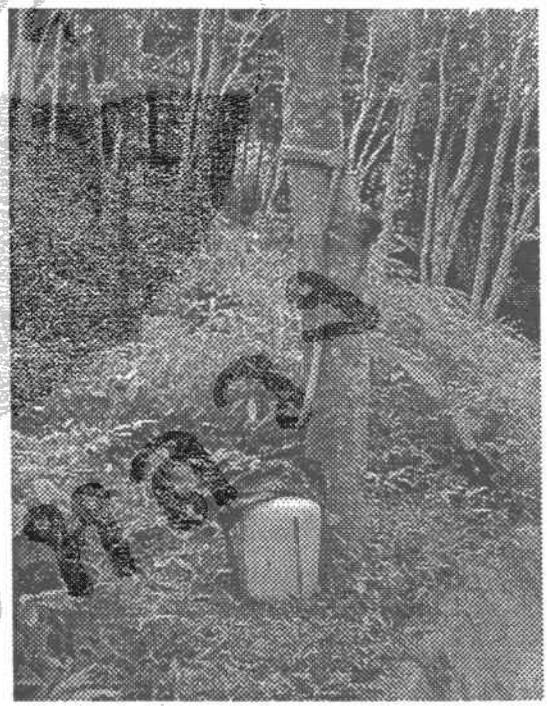


1) ทำรางเพื่อกั้นไม่ให้น้ำไหลลงพื้นดิน โดยปรับความลาดเอียงให้น้ำรอบต้นไหลมารวมกันที่จุดเดียว



2) ต่อท่อยางเพื่อรับน้ำลงไปเก็บไว้ในภาชนะบรรจุน้ำ โดยการศึกษานี้ใช้ถังขนาด 20 ลิตร

3) ทำขอบกันน้ำไหลออกด้านข้าง โดยใช้แผ่นพลาสติกอย่างหนา



4) ต่อสายยางเข้ากับขวดน้ำ และใช้ถุงพลาสติกคลุมปากขวดไว้เพื่อไม่ให้น้ำฝนผ่านเรือนยอดกระเด็นเข้าไปในขวด

ภาพภาคผนวกที่ 5 การสร้างเครื่องวัดน้ำไหลตามลำต้น