ผลของการฟื้นฟูป่าต้นน้ำด้วยการปลูกไม้สนสามใบและบทบาทการมีส่วนร่วมของชุมชนในการอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ กรณีศึกษาลุ่มน้ำแม่แรก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

สกุลเดช นันตา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาภูมิสังคมอย่างยั่งยืน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้
พ.ศ. 2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผลของการฟื้นฟูป่าต้นน้ำด้วยการปลูกไม้สนสามใบและบทบาท
การมีส่วนร่วมของชุมชนในการอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ กรณีศึกษา
ลุ่มน้ำแม่แรก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

สกุลเดช นันตา

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของความสมบูรณ์ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาภูมิสังคมอย่างยั่งยืน

พิจารณาเห็นชอบโดย **อาจารย์ที่ปรึกษา**

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก .....
(อาจารย์ ดร.วิชญ์ภาส สังพาลี)
วันที่ 25 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2559

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(อาจารย์ ดร.จุฑามาศ อาจนาเสียว)
วันที่ 25 เดือน ตุลาคม พ.ศ 2559

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....
(อาจารย์ ดร.วาสนา วิรุญรัตน์)
วันที่ 25 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2559

ประธานอาจารย์ประจำหลักสูตร .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง)
วันที่ 25 เดือน ต.ค. พ.ศ. 59

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่ 15 เดือน พ.ย. พ.ศ. 2559

ชื่อเรื่อง ผลของการฟื้นฟูป่าต้นน้ำด้วยการปลูกไม้สนสามใบและบทบาทการมีส่วนร่วมของชุมชนในการอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ กรณีศึกษาลุ่มน้ำแม่แรก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

ชื่อผู้เขียน นายสกุลเดช นันตา

ชื่อปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนาภูมิสังคมอย่างยั่งยืน

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.วิชญ์ภาส สังพาลี

บทคัดย่อ

การศึกษาผลการฟื้นฟูป่าต้นน้ำด้วยการปลูกไม้สนสามใบและบทบาทการมีส่วนร่วมของชุมชนในการอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้และคุณสมบัติของดินในพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรก โดยการวางแปลงตัวอย่างขนาด 50 x 50 เมตร จำนวน 4 แปลง ภายใน 3 ชนิดป่า ได้แก่ ป่าปลูกไม้สนสามใบ (Pine Plantation, PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (Natural Succession, NS) และป่าธรรมชาติ (Natural Forest, NF) และ นำผลที่ได้มานำเสนอให้กับชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำแม่แรกทราบ เพื่อหาแนวทางในการอนุรักษ์ดูแลพื้นที่ป่าต้นน้ำ ผลการศึกษา พบชนิดพันธุ์ไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตรขึ้นไป ทั้งหมด 8,449 ต้น 203 ชนิด 149 สกุล 62 วงศ์ ไม้ในวงศ์ PHYLLANTHACEAE และวงศ์ MALVACEAE พบมากที่สุดเท่ากัน ไม้แข้งกวางพบจำนวนต้นมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ4.05 ของจำนวนต้นไม้ทั้งหมด ก่อหยุม มีค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 30.39 เมื่อเปรียบเทียบการกระจายของชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) ทุกชนิดป่ามีการกระจายในลักษณะเพิ่มขึ้นแบบชี้กำลังเชิงลบ(Negative exponential growth form) โดยป่าปลูกไม้สนสามใบมีการสืบต่อของกล้าไม้น้อยกว่าป่าชนิดอื่น เมื่อเปรียบเทียบเส้นแนวโน้มความสูงของต้นไม้ ทั้ง 3 ชนิดป่า พบว่าเส้นแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างความโตกับความสูงของป่าปลูกไม้สนสามใบ มีค่าสูงกว่าไม้ในป่าอื่น ๆ ในทุกชั้นขนาดความโต (DBH) ส่วนการกักเก็บมวลชีวภาพพบว่าป่าปลูกไม้สนสามใบมีการเก็บมวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 156.85±39.56 เมกะกรัม/เฮกแตร์ ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับกล้าไม้ ดำเนินการโดยการสุ่มวัดในแปลงขนาด 20 ตารางเมตรจากป่าทั้งสามชนิด โดยพบว่ามีจำนวนกล้าไม้ทั้งหมด 1,074 ต้น 110 ชนิด กล้าไม้ที่พบมากที่สุดคือ กะทัง คิดเป็นร้อยละ 19.46 เมื่อทำการเปรียบเทียบทุกด้านทั้งโครงสร้าง องค์ประกอบ จำนวนของต้นไม้และชนิดพันธุ์ในแปลงตัวอย่างที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตรขึ้นไป พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p>$ 0.05) ในด้านคุณสมบัติของดินพบว่า ดินจากป่าปลูกไม้

สนสามใบมีค่าความหนาแน่นรวมมากที่สุดเท่ากับ 1.28 ±0.09 เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร ค่า pH ของดินจากทั้ง 3 ชนิดป่ามีค่าเป็นกรดมาก โดยดินจากป่าทดแทนธรรมชาติที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีค่า pH เป็นกรดมากที่สุดเท่ากับ 4.99±0.25 สำหรับค่าอินทรียวัตถุในดินจากทั้ง 3 ชนิดป่าพบว่ามีค่าสูงมากเช่นกัน โดยดินจากป่าทดแทนธรรมชาติที่ระดับความลึก 0 – 15 เซนติเมตร มีอินทรีวัตถุสูงที่สุด เท่ากับร้อยละ 5.07 ส่วนค่าโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K) พบว่ามีค่าต่ำมาก (< 30 mg/kg soil) โดยดินจากป่าธรรมชาติที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตรมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 14.69 ±1.69 mg/kg soil นอกจากนี้พบว่าค่ามวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน (Microbial biomass C) และค่ามวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (Microbial biomass N) มีค่าในทิศทางเดียวกัน โดยดินจากป่าทดแทนธรรมชาติที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร มีค่าดังกล่าวสูงที่สุดเท่ากับ 94.79±22.92 μg/gsoil และ 55.17±3.67 μg/gsoil ตามลำดับ สำหรับแนวทางการดูแลป่าต้นน้ำโดยการมีส่วนร่วม พบว่า การป้องกันไฟป่าอย่างต่อเนื่อง และมีการนำไม้ท้องถิ่นไปปลูกเพิ่มเติมในป่าปลูกไม้สนสามใบ จะทำให้ป่าต้นน้ำมีความหลากหลายและใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติมากขึ้นมากขึ้น

Title	Outcomes of Headwater Forest Restoration under *Pinus kesiya* Reforestation Program and Roles of Community Participation in Further Preservation of Headwater Forest: A Case Study from Mae Rack Watershed, Maecham, Chiang Mai
Author	Mr. Sakuldech Nunta
Degree of	Master of Science in Geosocial Based Sustainable Development
Advisory Committee Chairperson	Dr. Witchaphart Sungpalee

ABSTRACT

This study aimed to conduct a comparative study on forest structure and component, as well as property of soil in Mae Rack headwater forest areas. Four 50x50 m plots were set up for data collecting within each of the three forest types, namely Pine plantation (PP), Natural Succession (NS), and Natural Forest (NF). Obtained results were presented to the community in upper Mae Rack watershed area to be used as a basis for constructing a guideline for the conservation of headwater forest area. Information collected on the forest component revealed that number of trees with diameter of at least 1 cm. are 8,449, of which belong to 203 species, 149 genera, and 62 families. Among these, PHYLLANTHACEAE and MALVACEAE were the two most prominent families. Species most abundant was *Wendlandia tinctoria* which represented 4.05 percent of the total number of trees recorded. *Castanopsis aryrophylla* had the highest important value index (IVI) at 30.09. When compared the distribution of trees within different diameter at breast height (DBH) ranges among the three forest types, it was found that such parameter from all forest types displayed a negative exponential growth form. PP has the lowest regeneration rate and when compared the tendency curve of relationship between size and height among the three forest types, PP was found to display the

highest of this value at all DBH examined. PP also had the highest biomass storage capacity at 156.85±39.56 Mg/ha. Information on seedling collected from a randomly selected 20 m^2 plot within the three forest types, indicated that there are 1,074 seedlings from 110 species. The most abundant species of seedling was *Litsea monopetala* (19.46 %). There was no significant differences found ($p>0.05$) in terms of forest structure, forest composition, and number of trees or species among a population of trees with diameter of at least 5 cm. within the three forest types. Analysis of soil properties revealed that soil density was highest in PP at 1.28±0.09 Mg/ m^2. Soil pH from all forest types were considered to be highly acidic with the most acidic soil, pH 4.99±0.25, found in the 15-30 cm. soil layer within NS. Soil organic matters was also considered high in all forest types with the highest value of 5.07 % from the 15-30 cm. soil layer within NS. Exchangeable potassium was generally low (<30 mg/kg soil) in all soil samples with the lowest (14.69± 1.69 mg/kg soil) found at the 15-30 cm. depth within NF. Soil microbial biomass C and N was found to be correlated and NS soil at 0-15 cm. depth had the highest microbial biomass value of 94.79±22.92 μg/gsoil and 55.17±3.67 μg/gsoil, respectively. Guideline generated after presenting the collected data to community in upper Mae Rack watershed area suggested that continuous prevention of forest fire together with introduction of local tree species into PP could help increasing forest diversity and accelerating the rate of restoration process toward natural forest condition.

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุนทร คำยอง ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.วิชญ์ภาส สังพาลี ที่รับหน้าที่เป็นประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไข จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.จุฑามาศ อาจนาเสียว และอาจารย์ ดร.วาสนา วิรุญรัตน์ กรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำ ตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขจนกระทั่งสำเร็จเป็นวิทยานิพนธ์อย่างสมบูรณ์

นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณชัยยุทธ รุ่มจิตร คุณคำนึง ปักไคหัง คุณอนุสรณ์ สนธิคุณ คุณต๋าคำ ใสนวล คุณไกรวัลย์ เจริญเดช คุณเทพนรินทร์ มุนินคำ เจ้าหน้าที่หน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม ที่ได้ช่วยร่วมกันวางแปลง เก็บข้อมูลภาคสนาม ขอขอบคุณ คุณสุคิด เรืองเรื่อ ที่ได้ช่วยกรุณาตรวจสอบวินิจฉัยพันธุ์ไม้ และราษฎรบ้านสามสบบน หมู่ที่ 1 ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม ที่ได้ช่วยกรุณาให้รายละเอียดข้อมูลด้านชุมชนเพิ่มเติม

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาผู้ให้กำเนิด อบรมสั่งสอน และให้การศึกษา ขอบคุณทุกคนในครอบครัวที่คอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจตลอดระยะเวลาในการศึกษา

สกุลเดช นันตา

ตุลาคม 2559

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(12)
สารบัญตารางผนวก	(14)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การศึกษา	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
ขอบเขตการศึกษา	6
นิยามศัพท์ปฏิบัติการ	7
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	9
การจัดการลุ่มน้ำและการฟื้นฟูป่าต้นน้ำ	9
การศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบของสังคมพืช	14
ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (species diversity)	16
ลักษณะของดินในพื้นที่ป่าไม้	18
แนวคิดการมีส่วนร่วม	24
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	31
พื้นที่ศึกษา	31
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	31
การคัดเลือกแปลงตัวอย่าง	31
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	34
วิธีการเก็บข้อมูล	36
การวิเคราะห์ข้อมูล	40

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษา	47
ผลการศึกษา	47
บริบทการฟื้นฟูป่าต้นน้ำโดยการปลูกไม้สนสามใบ	47
การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าต้นน้ำที่ได้รับการฟื้นฟูโดยการใช้ไม้สนสามใบ	54
บทบาทการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พื้นที่ป่าต้นน้ำที่ได้รับการฟื้นฟูของชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก	81
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	89
สรุปผลการศึกษา	89
ข้อเสนอแนะ	93
บรรณานุกรม	95
ภาคผนวก	105
ภาคผนวก ก แบบสอบถาม	106
ภาคผนวก ข ประวัติผู้วิจัย	141

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รหัสแปลง พิกัดพื้นที่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลและทิศด้านลาดของแปลงที่ศึกษา	32
2	การเจริญเติบโตและความเพิ่มพูนของพันธุ์ไม้ในสวนป่าสนสามใบในพื้นที่หน่วยจัดการต้นน้ำบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่	53
3	ผลทดสอบความแปรปรวนโดยวิธี Kruskal-Wallis (H) ของค่าเฉลี่ยลักษณะทางนิเวศวิทยาบางประการระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ(NS) และป่าธรรมชาติ (NF)	56
4	ค่าดัชนีความคล้ายคลึง (Similarity index) และค่าดัชนีความแตกต่าง(Dissimilarity index)ขององค์ประกอบขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้ระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ(NS) และป่าธรรมชาติ (NF)	57
5	เปรียบเทียบลักษณะการกระจายของชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) ระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF) โดยวิธี Two-sample Kolmogorov-Smimov test	59
6	ค่าสัมประสิทธิ์เฉพาะเจาะจงของแต่ละพื้นที่ (a) และ ค่าความสูงสูงสุด (upper limit)(H*) ที่ได้จากการประมาณโดยใช้สมการรูป Hyperbolic equation (H=1/[(1/aD)+(1/H*)]	62
7	ชนิดพันธุ์ไม้ จำนวนต้น (N) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RDe) ค่าความเด่นสัมพัทธ์ (RDo) ค่าความถี่สัมพัทธ์ (RF) และค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ของชนิดพันธุ์ไม้ในแปลงปลูกไม้สนสามใบ (Pine Plantation, PP)	63
8	ชนิดพันธุ์ไม้ จำนวนต้น (N) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RDe) ค่าความเด่นสัมพัทธ์ (RDo) ค่าความถี่สัมพัทธ์ (RF) และค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าทดแทนธรรมชาติ (Natural Succession, NS)	65

ตารางที่		หน้า
9	ชนิดพันธุ์ไม้ จำนวนต้น (N) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RDe) ค่าความเด่นสัมพัทธ์ (RDo) ค่าความถี่สัมพัทธ์ (RF) และค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าธรรมชาติ(Natural Forest, NF)	67
10	การกักเก็บมวลชีวภาพคาร์บอน ของพันธุ์ไม้ทั้งหมด ระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)	69
11	ผลทดสอบความแปรปรวนโดยวิธี Kruskal-Wallis (H) ของค่าเฉลี่ยของชนิดและจำนวนต้นของกล้าไม้ ที่พบใน ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)	71
12	ผลทดสอบความแปรปรวนโดยวิธี Kruskal-Wallis (H) ของค่าเฉลี่ยของความหนาแน่น ในดินระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)	73
13	ผลทดสอบความแปรปรวนโดยวิธี Kruskal-Wallis (H) ของค่าเฉลี่ยของปฏิกิริยาของดินหรือ pH ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter) โพแทสเซียม (K) ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)	78
14	ผลทดสอบความแปรปรวนโดยวิธี Kruskal-Wallis (H) ของค่าเฉลี่ยของมวลชีวภาพจุลินทรีย์ในโตรเจน (Microbial biomass N) และมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน (Microbial biomass C) ระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)	81
15	แสดงจำนวนผู้เข้าร่วมเสวนาเพื่อหาแนวทางในการฟื้นฟูป่าต้นน้ำแม่แรก	82
16	การจำแนกกลุ่มผู้เข้าร่วมเสวนาเป็นกลุ่มย่อย (Focus group)	82

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	พื้นที่ก่อน(ก,ค) และหลังการฟื้นฟูป่า (ข,ง) โดยใช้ไม้สนสามใบในพื้นที่ป่าต้นน้ำ	3
2	เปรียบเทียบพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรกตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ก่อนและหลังการปลูกป่าฟื้นฟู (ก) ภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ.2516 (ข) ภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ. 2557	5
3	แผนที่มาตราส่วน 1: 25000 แสดงพื้นที่ที่เก็บข้อมูลแปลงตัวอย่างของแต่ละชนิดป่า ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	33
4	อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้สำหรับวางแปลงตัวอย่างและเก็บตัวอย่างดิน	35
5	การวางแปลงตัวอย่างและการเก็บข้อมูลด้านโครงสร้างและองค์ประกอบของป่า	37
6	การเก็บตัวอย่างดินในแปลงเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	38
7	ขนาดของแปลงตัวอย่าง ขนาด 50 x 50 เมตร และแปลง 2x2 เมตร ที่สุ่มเก็บกล้าไม้และเก็บตัวอย่างดิน	39
8	ลักษณะการกระจายของชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) ระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ(PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ(NS) และ ป่าธรรมชาติ (NF)	59
9	เส้นแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (เซนติเมตร) และ ความสูงทั้งหมด (เมตร) ของต้นไม้ ในแปลงป่าปลูกไม้สนสามใบที่ประกอบไปด้วย ไม้สนสามใบ (เส้นรูปดาว : PP) และ ชนิดไม้อื่นๆ ในแปลงป่าปลูกไม้สนสามใบ (เส้นทึบ : OP)ป่าทดแทนธรรมชาติ (เส้นประไข่ปลาใหญ่ : NS)ป่าธรรมชาติ (เส้นประไข่ปลาเล็ก : NF)จากการประมาณโดยใช้สมการรูป Hyperbolic equation (H=1/[(1/aD)+(1/H*)]	61
10	สัดส่วนจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่มีค่า IVI สูงสุด 10 อันดับแรกที่พบในแปลงป่าปลูกไม้สนสามใบ(Pine Plantation, PP)	64

ภาพที่		หน้า
11	สัดส่วนจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่มีค่า IVI สูงสุด 10 อันดับแรกที่พบในป่าทดแทนธรรมชาติ(Natural Succession, NS)	66
12	สัดส่วนจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่มีค่า IVI สูงสุด 10 อันดับแรกที่พบในป่าธรรมชาติ (Natural Forest, NF)	68
13	การกักเก็บมวลชีวภาพคาร์บอนที่พบระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)	70
14	ชนิดกล้าไม้ต่อแปลงขนาด 20 ตารางเมตร ที่พบในแปลงป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP)ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)	72
15	จำนวนกล้าไม้ต่อแปลงขนาด 20 ตารางเมตร ที่พบในป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)	72
16	ความหนาแน่นรวมของดินระหว่างป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)	74
17	ปฏิกิริยาของดินหรือ pH ของดินระหว่างป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)	75
18	ร้อยละอินทรียวัตถุ (Organic matter) ระหว่างป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)	76
19	ปริมาณโพแทสเซียม (K) ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินระหว่างป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)	77
20	ปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน (Microbial biomass C) ในดินระหว่างป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)	79
21	มวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (Microbial biomass N) ในดิน ระหว่างป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)	80
22	ลักษณะทั่วไปของลุ่มน้ำแม่แรก (ก)บริเวณพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรก (ข) สภาพการตั้งถิ่นฐานของชุมชนบ้านสามสบบน ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่	83
23	การนำเอาผลข้อมูลที่วิเคราะห์ได้นำมาเสนอให้ชุมชนทราบพร้อมหาแนวทางในการดูแลพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรก	84
24	การประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) และการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิด	88

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1	รายชื่อ จำนวนต้น และจำนวนร้อยละ ของชนิดพันธุ์ไม้ ที่มีขนาดความสูงมากกว่า 1.3 เมตรขึ้นไปที่พบในป่าปลูกไม้สนสามใบ (Pine Plantation, PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (Natural Succession, NS) และป่าธรรมชาติ (Natural Forest, NF)	107
2	รายชื่อ จำนวนต้น และจำนวนร้อยละ ของกล้าไม้ที่มี ขนาดความสูงน้อยกว่า 1.3 เมตรที่พบในป่าปลูกไม้สนสามใบ (Pine Plantation, PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (Natural Succession, NS) และป่าธรรมชาติ (Natural Forest, NF)	116
3	ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo) ความถี่สัมพัทธ์ (RF) และค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของไม้ใหญ่ทุกชนิดในป่าปลูกไม้สนสามใบ(PP)	121
4	ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo) ความถี่สัมพัทธ์ (RF) และค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของไม้ใหญ่ทุกชนิดในป่าทดแทนธรรมชาติ(NS)	124
5	ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo) ความถี่สัมพัทธ์ (RF) และค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของไม้ใหญ่ทุกชนิดในป่าธรรมชาติ (NF)	129
6	รายชื่อชนิดพันธุ์ไม้ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อวงศ์ ของไม้ทุกชนิดที่สำรวจพบในป่าปลูกไม้สนสามใบ (Pine Plantation, PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (Natural Succession, NS) และป่าธรรมชาติ (Natural Forest, NF)	133

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญของปัญหา

ทรัพยากรป่าไม้จัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้ด้วยตนเอง (renewable resource) ดังจะเห็นได้จากการที่พื้นที่ป่าไม้ถูกทำลาย เมื่อปล่อยทิ้งไว้ระยะหนึ่งจะเกิดการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติ (natural regeneration) ของพรรณไม้ดั้งเดิม โดยเฉพาะพื้นที่ป่าที่ถูกรบกวนที่มีขนาดไม่กว้างขวางและการรบกวนที่เกิดขึ้นไม่รุนแรงและต่อเนื่อง เนื่องจากยังหลงเหลือแม่ไม้อยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้เกิดการทดแทนตามธรรมชาติได้ดี อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่มีการบุกรุกเป็นบริเวณกว้างและเกิดการรบกวนจากมนุษย์และธรรมชาติ การทดแทนที่เกิดขึ้นจะต้องใช้ระยะเวลาที่ค่อนข้างยาวนาน ประกอบกับพื้นที่ที่ถูกทำลายอย่างรุนแรงอาจไม่มีพรรณไม้ดั้งเดิมหรือส่วนสืบพันธุ์ของพืชหลงเหลืออยู่ โอกาสที่จะกลับเป็นสังคมป่าถาวร (climax forest) นั้นเป็นไปได้ยาก จากผลการศึกษาการทดแทนตามธรรมชาติของป่าธรรมชาติที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำพบว่าพื้นที่ป่าประเภทนี้จะมีพรรณไม้ดั้งเดิมประจำถิ่นของชนิดป่านั้นๆ เหลือน้อยและยากที่ฟื้นตัวกลับเป็นป่าธรรมชาติที่สมบูรณ์ดุจเดิมได้ หรือต้องใช้เวลานานมาก โดยเฉลี่ยแล้วพื้นที่ที่สภาพเดิมเป็นป่าดิบเขาและป่าเต็งรังต้องการเวลาถึง 50 ปี และ 60 ปี ในการฟื้นตัว (gap phase) และใช้เวลาอีก 50 ปี และ 62 ปี ในการพัฒนาการเจริญเติบโต (building phase) และสุดท้ายต้องการเวลาอีก 100 ปี และ 122 ปี ในการเจริญเติบโตและพัฒนาเป็นป่าที่สมบูรณ์ (Dhanmanonda, 1988; Sahunalu and Dhanmanonda, 1995) การช่วยลดระยะเวลาในการฟื้นฟูป่าอาจทำได้โดยอาศัยการทดแทนที่มีการชักนำได้แก่ การปลูกต้นไม้โตเร็วในพื้นที่ป่าที่ถูกทำลายเพื่อฟื้นฟูสภาพป่าและปรับปัจจัยแวดล้อมให้เหมาะสมต่อพรรณไม้ดั้งเดิมมากขึ้น

ในอดีตพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยมีมากกว่า 171 ล้านไร่ หรือประมาณร้อยละ 53 ของเนื้อที่ประเทศ (ธวัชชัย, 2555) แต่หลังจากมีแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับแรก เมื่อปี พ.ศ. 2504 พื้นที่ป่าต้นน้ำเกิดความเสียหายและลดลงอย่างมาก ด้วยปัจจัยและเงื่อนไขหลายประการทั้งด้านการเพิ่มขึ้นของประชากร ความต้องการใช้ผลผลิตป่าไม้ การขยายตัวทางเศรษฐกิจ การสร้างโครงสร้างพื้นฐาน (สรรเสริญ, 2554) จึงทำให้ช่วงที่ผ่านมามีการใช้ทรัพยากรและที่ดินป่าไม้อย่าง ไม่มีประสิทธิภาพและไม่เกิดประโยชน์อย่างเต็มที่ ทำให้พื้นที่ป่าต้นน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องส่งผลกระทบ ทั้งในทางเศรษฐกิจ สังคม และความสมดุลของสภาพแวดล้อม ก่อให้เกิดปัญหาความขัดแย้งในการใช้ประโยชน์ทรัพยากร และที่ดินป่าไม้ที่รุนแรงและกว้างขวางยิ่งขึ้น

เนื่องจากพื้นที่ป่าต้นน้ำที่อยู่บนภูเขาสูง ที่เป็นแหล่งกำเนิดของแม่น้ำ ปิง วัง ยม น่าน ลดจำนวนลงอย่างต่อเนื่องจากการบุกรุกแผ้วถาง ตัดไม้ทำลายป่า เพื่อใช้ประโยชน์ด้านการเกษตรกรรม อุตสาหกรรม ก่อสร้าง และที่อยู่อาศัย จึงทำให้รัฐบาล หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะ กองบำรุงป่า กรมป่าไม้ จึงเริ่มดำเนินการปลูกป่า เพื่อฟื้นฟูพื้นที่ป่าต้นน้ำที่เสื่อมโทรม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2508 เป็นต้นมา (ประพันธ์, 2553) ซึ่งเป็นภารกิจที่สำคัญอีกประการหนึ่งของกรมป่าไม้ โดยเฉพาะบนพื้นที่สูงที่มีการบุกรุกและทำลายทรัพยากรป่าไม้โดยเปิดเป็นพื้นที่โล่ง มักจะมีการปลูกป่าทดแทนโดยใช้รูปแบบการปลูกสร้างสวนป่าในลักษณะการปลูกไม้ชนิดเดียวและปลูกเป็นจำนวนมากติดต่อกันเป็นแปลงใหญ่ โดยเฉพาะการใช้ไม้สนสามใบ (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon) ในการปลูกฟื้นฟูพื้นที่ป่าต้นน้ำ เนื่องจากสนสามใบเป็นไม้ที่ไม่ผลัดใบที่มีความเขียวตลอดปี

การปลูกป่าเพื่อฟื้นฟูสภาพต้นน้ำลำธาร เป็นการปลูกสร้างสวนป่าเพื่อการอนุรักษ์ เป็นการปลูกป่าที่ไม่ได้หวังผลในด้านเศรษฐกิจ แต่มุ่งเน้นในด้านการอนุรักษ์ต้นน้ำลำธาร โดยเฉพาะการปลูกป่าบริเวณพื้นที่ต้นน้ำหรือบริเวณพื้นที่ภูเขา เพื่อให้ต้นไม้เป็นตัวเก็บกักน้ำตามธรรมชาติ ทั้งบนดินและใต้ดิน แล้วปลดปล่อยออกมาอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปีตามหลักการจัดการลุ่มน้ำ รวมทั้งสามารถป้องกันปัญหาอื่นๆได้เช่น ปัญหาการพังทลายของดิน ปัญหาการขาดแคลนน้ำ และการเกิดน้ำท่วม เป็นต้น

หน่วยจัดการต้นน้ำแม่แรกได้จัดตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2516 โดยนายไพจิตร วิบูลย์พงษ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำลำธารที่มีสภาพเป็นไร่ร้างทุ่งโล่ง (ไร่ฝิ่นเก่า) บริเวณป่าต้นน้ำลุ่มน้ำแม่แรกและป่าต้นน้ำลุ่มน้ำแม่กลาง ให้กลับคืนความอุดมสมบูรณ์ โดยใช้ชื่อว่า หน่วยปรับปรุงต้นน้ำแม่แจ่ม สังกัดกองอนุรักษ์ต้นน้ำ ต่อมาได้เปลี่ยนชื่อเป็น หน่วยปรับปรุงต้นน้ำปิงตอนล่าง หน่วยที่ 4 และต่อมาเป็นหน่วยจัดการต้นน้ำแม่แรก ส่วนอนุรักษ์ต้นน้ำ กรมป่าไม้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 ถึงปี พ.ศ. 2535 หน่วยจัดการต้นน้ำแม่แรกได้ฟื้นฟูสภาพป่าไปแล้ว จำนวน 13,592 ไร่

ภาพที่ 1 พื้นที่ก่อน (ก,ค) และหลังการฟื้นฟูป่า (ข,ง) โดยใช้ไม้สนสามใบในพื้นที่ป่าต้นน้ำ

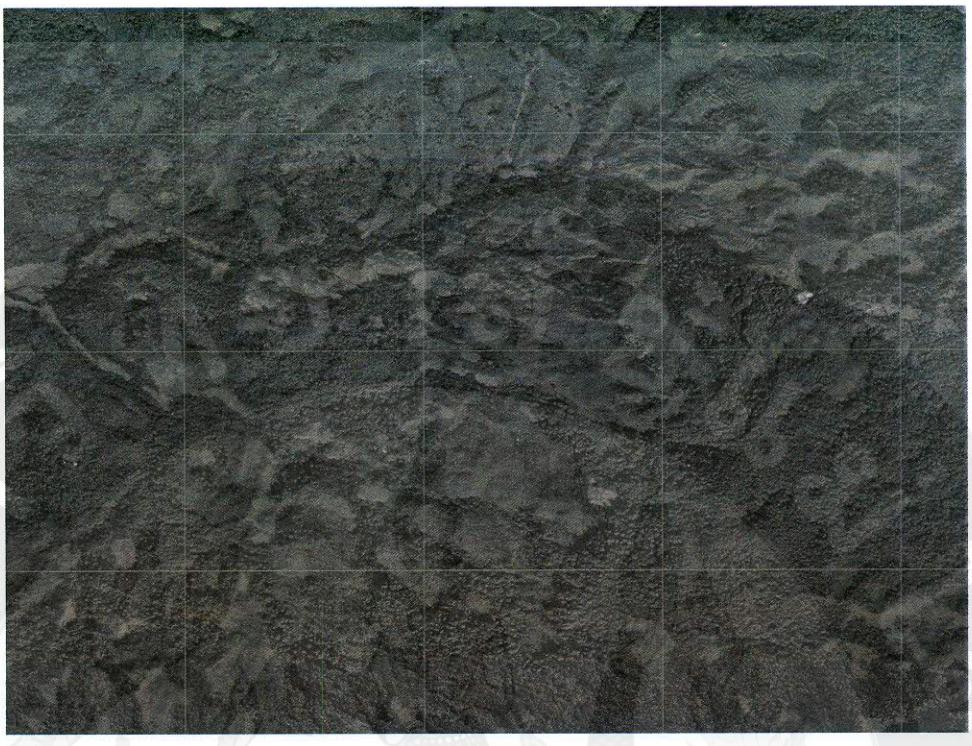
ที่มา : หน่วยจัดการต้นน้ำแม่กลาง (2556)

ปี พ.ศ.2545 กรมป่าไม้ในขณะนั้น ได้มีการปรับปรุง โครงสร้างภายในของกรม เพื่อให้การบริหารงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่งผลให้มีการผนวกยุบรวมหน่วยจัดการต้นน้ำในพื้นที่ ต.ท่าผา และ ต.ช่างเคิ่ง จำนวน 2 หน่วย คือหน่วยจัดการต้นน้ำแม่แรก และหน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม เป็นหน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม โดยใช้ที่ตั้งสำนักงานของหน่วยจัดการต้นน้ำแม่แรก (เดิม) เปลี่ยนชื่อเป็นหน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม สังกัดศูนย์จัดการต้นน้ำที่ 8 ส่วนจัดการต้นน้ำ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่16 (เชียงใหม่) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 เป็นต้นมา (หน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม, 2556)

ลุ่มน้ำแม่แรก เป็นลุ่มน้ำย่อยที่สำคัญอีกลุ่มน้ำหนึ่งที่อยู่ในพื้นที่ดำเนินการของหน่วยจัดการแม่อวม มีพื้นที่ของลุ่มน้ำ ทั้งหมด 53.37 ตารางกิโลเมตร หรือ 133,356 ไร่ จุดสูงสุดอยู่ที่ขุนน้ำแม่แรก ที่ระดับความสูง 1,600 เมตรและมีจุดต่ำสุดหรือจุด outlet ที่ระดับความสูง 490 เมตร ที่บ้านยางหลวง ตำบลบ้านทับ อำเภอแม่แจ่ม น้ำแม่แรกถือเป็นแม่น้ำสายหลักที่หล่อเลี้ยงชุมชนต่างๆที่กระจายตัวอยู่ในลุ่มน้ำแม่แรก ทั้งชาวเขาเผ่ากระเหรี่ยงและคนไทยพื้นราบ โดยมีชุมชนต่างๆกระจายตัวในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรกกว่า 13 หมู่บ้าน 1,289 ครัวเรือน และชุมชนเหล่านี้ต่างใช้ประโยชน์จากลำน้ำแม่แรกทั้งการเกษตร การอุปโภค และบริโภคทั้งสิ้น

ในอดีตพื้นที่ต้นน้ำของลุ่มน้ำแม่แรกได้ถูกบุกรุกแผ้วถางเป็นจำนวนหลายร้อยไร่เพื่อปลูกฝิ่นจากชุมชนที่อยู่ในพื้นที่ หลังจากที่หน่วยจัดการต้นน้ำแม่แรก (หน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวมปัจจุบัน) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช ได้ทำการฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2516 ถึงพ.ศ. 2523 กว่า 4,710 ไร่ ปัจจุบันแปลงปลูกป่าดังกล่าวเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าและเอื้อประโยชน์ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ป่าปลูกไม้สนสามใบยังช่วยให้เกิดกระบวนการทดแทนของสังคมพืชใช้เวลารวดเร็วขึ้นถือว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยเพิ่มความหลากหลายทางชีวภาพให้กับพื้นที่ป่าโดยใช้เวลาไม่นาน ทั้งนี้เนื่องจากป่าธรรมชาติที่กระจายตัวในพื้นที่ต้นน้ำลำธารที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ยากที่จะกลับฟื้นตัวสมบูรณ์ดังเดิมได้โดยง่าย แม้ว่าจะปล่อยให้เกิดการทดแทนของสังคมพืชในระบบนิเวศเองตามธรรมชาติก็จะอาจใช้เวลานาน

จากความสำคัญของพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรกที่ได้รับการฟื้นฟู จนมีสภาพเป็นป่าดังปัจจุบัน การศึกษาครั้งนี้จึงมีความจำเป็น เพื่อที่จะศึกษาถึงผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรกที่ได้รับการฟื้นฟูโดยใช้ไม้สนสามใบ เป็นพันธุ์ไม้หลักในการฟื้นฟูป่า ตลอดถึงโครงสร้างและองค์ประกอบของป่าปลูกไม้สนสามใบในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก เทียบกับป่าธรรมชาติในพื้นที่ว่ามีความหลากหลายและคล้ายคลึงกันมากน้อยเท่าใด และชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก ให้ความสำคัญกับพื้นที่ป่าต้นน้ำที่ได้รับการฟื้นฟูหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อเป็นการหาแนวทางในการพัฒนาและจัดการทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่หน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวมให้เกิดความยั่งยืนต่อไปในอนาคต



(ก)

(ข)

ภาพที่ 2 เปรียบเทียบพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรกตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ก่อนและหลังการปลูกป่าฟื้นฟู (ก) ภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ.2516 (ข) ภาพถ่ายดาวเทียมปี พ.ศ. 2557

ที่มา : ส่วนภูมิสารสนเทศ สำนักฟื้นฟูและพัฒนาพื้นที่อนุรักษ์ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช (ม.ป.ป.)

วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อศึกษาบริบทการฟื้นฟูป่าต้นน้ำโดยการปลูกไม้สนสามใบ
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรก ที่ได้รับการฟื้นฟูโดยการปลูกไม้สนสามใบ
3. เพื่อศึกษาบทบาทการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พื้นที่ป่าต้นน้ำที่ได้รับการฟื้นฟูของชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงโครงสร้างและองค์ประกอบของพื้นที่ป่าปลูกไม้สนสามใบ ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก
2. ได้รูปแบบและแนวทางในการดูแลพื้นที่ป่าต้นน้ำที่ฟื้นฟูแล้ว โดยการมีส่วนร่วมของชุมชนในพื้นที่

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้กำหนดขอบเขตงานไว้ดังนี้

ขอบเขตด้านพื้นที่

พื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้คัดเลือกพื้นที่ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก โดยพื้นที่ศึกษาดังกล่าวเป็นพื้นที่ป่าปลูกไม้สนสามใบ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519 พื้นที่ไร่ฝิ่นเก่าที่ปล่อยให้เกิดการทดแทนธรรมชาติ และพื้นที่ป่าธรรมชาติที่ขึ้นอยู่ในระดับความสูงใกล้เคียงกัน

ขอบเขตเชิงเนื้อหา

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1. เก็บข้อมูลพื้นที่ป่าต้นน้ำที่ได้รับการฟื้นฟูโดยการปลูกไม้สนสามใบ ที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก ทั้งทางด้านโครงสร้างและองค์ประกอบของป่า

2. เก็บข้อมูลจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่กระจายในป่าปลูกไม้สนสามใบ ป่าทดแทนธรรมชาติและในป่าธรรมชาติ

3. เก็บข้อมูลตัวอย่างดินในป่าปลูกไม้สนสามใบ ป่าทดแทนธรรมชาติ และในป่าธรรมชาติ

4. เก็บข้อมูลด้านชุมชนโดยเก็บจากแบบสัมภาษณ์และจัดเวทีเสวนา

ขอบเขตด้านประชากร

การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาประชากรอยู่ 3กลุ่มคือ

1. ชนิดไม้ที่เป็นไม้ต้น ไม้หนุ่ม ลูกไม้ที่กระจายตัวในป่าปลูกไม้สนสามใบป่าทดแทนธรรมชาติ และป่าธรรมชาติ ที่ขึ้นอยู่ในระดับความสูงใกล้เคียงกัน

2. คุณสมบัติบางประการของดินในป่าปลูกไม้สนสามใบ ป่าทดแทนธรรมชาติ และในป่าธรรมชาติ

3. ราษฎรที่ตั้งถิ่นฐานอยู่ในตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก ได้แก่ชุมชน บ้านสามสบบน หมู่ที่ 1 ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

ขอบเขตด้านระยะเวลา

การศึกษาครั้งนี้ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 รวมทั้งหมด 1 ปี

นิยามศัพท์ปฏิบัติการ

เพื่อให้การศึกษาครั้งนี้มีขอบเขตที่ชัดเจนและมีความเข้าใจที่ถูกต้องในความหมายของศัพท์ที่ใช้ จึงกำหนดความหมายเฉพาะไว้ดังนี้

ทรัพยากรป่าไม้ หมายถึง พันธุ์ไม้ที่เป็นไม้ต้น ไม้หนุ่ม และลูกไม้ ซึ่งอยู่ในพื้นที่แปลงปลูกป่าและ ป่าธรรมชาติของในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแม่แรก

ป่าปลูกไม้สนสามใบ หมายถึง พื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรกที่เคยถูกบุกรุกทำลายในอดีต และได้รับการฟื้นฟูโดยการปลูกไม้สนสามใบทดแทน โดยดำเนินการปลูกป่าตั้งแต่ปีพ.ศ. 2516 ถึงพ.ศ. 2523 ทั้งหมด 4,710 ไร่

ป่าทดแทนธรรมชาติ หมายถึง ป่าที่เคยถูกบุกรุกทำลายในอดีต และปล่อยให้เกิดการทดแทนทางธรรมชาติ

ป่าธรรมชาติ หมายถึง ป่าดิบเขาระดับต่ำที่เป็นป่ารุ่น 2 ที่ยังไม่เป็นสังคมพืชป่าดิบเขาอย่างสมบูรณ์ในป่าพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรก

โครงสร้างของป่า หมายถึง การเรียงตัวของต้นไม้ในแนวราบและการปกคลุมของเรือนยอดต้นไม้ เรียกว่า โครงสร้างในแนวราบ (horizontal structure) และการจัดชั้นเรือนยอดของต้นไม้ตามความสูงจากพื้นดิน เรียกว่า โครงสร้างในแนวดิ่ง (vertical structure)

องค์ประกอบของป่า หมายถึง ชนิดพันธุ์ไม้ที่มีอยู่ในป่าซึ่งแสดงค่าในรูปของความถี่ ความหนาแน่น ความเด่น ดัชนีความสำคัญทางนิเวศ และดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้

ดิน หมายถึง วัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากการสลายตัวทางกายภาพ และทางเคมีของหินและแร่ รวมกับสารอินทรีย์ ที่เกิดจากการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์ในพื้นที่แปลงปลูกป่าและป่าธรรมชาติในลุ่มน้ำแม่แรก

ชุมชนหมายถึง ชุมชนบ้านสามสบบน หมู่ที่ 1 ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ที่ตั้งถิ่นฐานอยู่ใกล้กับพื้นที่ป่าปลูกไม้สนสามใบของหน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม

บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

การศึกษาผลของการฟื้นฟูป่าต้นน้ำด้วยการปลูกไม้สนสามใบและบทบาทการมีส่วนร่วมของชุมชนในการอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ กรณีศึกษา ลุ่มน้ำแม่แรก อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ผู้ทำการวิจัยได้ทำการรวบรวมแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้ดังนี้

1. การจัดการลุ่มน้ำและการฟื้นฟูป่าต้นน้ำ
2. การศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบของสังคมพืช
3. ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์
4. ลักษณะของดินในพื้นที่ป่าไม้
5. แนวคิดการมีส่วนร่วม

การจัดการลุ่มน้ำและการฟื้นฟูป่าต้นน้ำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ต้นน้ำ (พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 รวมกัน) ทั้งสิ้นร้อยละ 24.18 ของพื้นที่ทั้งประเทศ ภาคเหนือมีพื้นที่ต้นน้ำมากที่สุด ร้อยละ 46.30 รองลงมาเป็นภาคใต้ ภาคกลาง-ภาคตะวันตกภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ร้อยละ 27.54, 25.94, 11.40 และ 9.70 ตามลำดับ ผลจากการนำข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ในอดีต มาประเมินพื้นที่ป่าไม้ในปัจจุบันด้วยวิธีการทางสถิติของส่วนวิจัยต้นน้ำ พบว่าในปี พ.ศ. 2553 นี้ ประเทศไทยจะมีพื้นที่ป่าไม้เหลืออยู่เพียงร้อยละ 23.03 ของพื้นที่ทั้งหมด (พงษ์ศักดิ์ และ พิณทิพย์, 2553)

คำว่า “ต้นน้ำ”และ “ลุ่มน้ำ” นั้นมีความหมายและข้อแตกต่างกันบางประการ ดังนั้นจึงต้องทำความเข้าใจกับความหมายศัพท์ทั้ง 2 ศัพท์นี้ก่อนดังนี้

ต้นน้ำ (head watershed) หมายถึง บริเวณพื้นที่ตอนบน ของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยทั่วไปจะเป็นพื้นที่ภูเขาสูงที่เป็นเทือกเขา เป็นแหล่งรองรับน้ำฝนที่ปลดปล่อยลงสู่พื้นที่ตอนล่างอย่างรวดเร็วในช่วงฤดูฝน ในมุมมองของการจัดการจัดการลุ่มน้ำนั้น จะถือว่า ลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน เป็นต้นน้ำลำธารของแม่น้ำเจ้าพระยา (นิพนธ์, 2543) ในขณะที่ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ (2555) ได้ให้คำจำกัดความของ ต้นน้ำ ว่า เป็นพื้นที่ตอนบนของภูเขาเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ไปจนถึงสันเขา ซึ่งมีอยู่ทุกภาคของประเทศไทยส่วนใหญ่จะอยู่ทางภาคเหนือ มีการกัดชะพังทลายของดินได้ง่าย

หากยึดความตามกฎหมายแล้ว คำว่าต้นน้ำตามความหมายของ มติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 2 มิถุนายน พ.ศ. 2530 ได้กำหนดให้พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1เอ 1บี และชั้นที่ 2 เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธาร และถึงแม้ว่าสภาพป่าของพื้นที่นั้นจะมีต้นไม้อยู่มากหรือน้อยเพียงใดก็ตาม ก็มิให้กำหนดเป็นป่าเสื่อมโทรม และตามพระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2528 มีหลักเกณฑ์กำหนดชั้นของพื้นที่ ป่าต้นน้ำลำธารไว้ 3 ชั้น คือ ชั้นที่ 1 หมายถึง พื้นที่ป่าต้นน้ำลำธารที่มีสภาพเป็นป่าดงดิบที่มีความอุดมสมบูรณ์ไม่ถูกบุกรุกแผ้วถางเป็นบริเวณกว้าง พื้นที่ทั่วไป เป็นแหล่งซับน้ำอยู่บนภูเขาสูงชัน ที่สลับซับซ้อนมีความลาดชันมาก ชั้นที่ 2 หมายถึง พื้นที่ป่าต้นน้ำลำธารที่มีสภาพเป็นป่าดงดิบที่ได้ถูกแผ้วถางหรือชนิดของป่าส่วนใหญ่เป็นป่าเบญจพรรณผสมผลัดใบและป่าเต็งรัง ลักษณะของพื้นที่เป็นภูเขามีความลาดชัน และความสูงต่ำกว่าชั้นที่ 1 และพื้นที่โดยทั่วไปเป็นแหล่งซับน้ำ ชั้นที่ 3 หมายถึง พื้นที่ป่าต้นน้ำลำธารที่สภาพป่าได้ถูกบุกรุกแผ้วถางเป็นที่ทำมาหากิน เสียเป็นส่วนมาก หรือเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเสียบางส่วนลักษณะของพื้นที่ทั่วไปเป็นภูเขา และมีพื้นที่ราบเป็นบางแห่งชนิดป่าส่วนใหญ่เป็นป่าเบญจพรรณ ในขณะที่กรมป่าไม้ กรมทรัพยากรธรณี กรมชลประทาน และกรมพัฒนาที่ดิน ได้ประชุมร่วมกันและนิยาม “ต้นน้ำลำธาร” ว่าเป็นบริเวณป่าเขาที่อยู่ในพื้นที่ของลุ่มน้ำ ที่มีป่าปกคลุมหนาแน่นและอยู่ในเขตของลุ่มน้ำนั้น (ชิดชนก, 2549)

ดังนั้นกล่าวโดยสรุปแล้ว ต้นน้ำคือ พื้นที่ที่อยู่ตอนบนของลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงไปจนถึงสันปันน้ำ เป็นพื้นที่ที่สลับซับซ้อน และเป็นแหล่งรองรับน้ำฝน และปลดปล่อยน้ำท่าไหลรวมลงสู่แม่น้ำในลุ่มน้ำต่างๆ

ส่วนคำว่า ลุ่มน้ำ (watershed) หมายถึง พื้นที่ บนผิวโลกบริเวณใดๆ ที่เรากำหนดขึ้นโดยอาศัยสันปันน้ำ (topographic divide) เป็นแนวแบ่งเขตเพื่อประโยชน์ในการจัดการน้ำฝนที่ตกลงมาแล้วกลายเป็นน้ำท่า (stream flow) ในแม่น้ำลำธารออกมาที่จุดใดจุดหนึ่ง ที่กำหนดขึ้นเป็นจุดตรวจวัดน้ำ (outlet) ซึ่งจะมีขนาดใหญ่เพียงใดแล้วแต่จะกำหนดขึ้น เช่น ลุ่มน้ำเจ้าพระยาจะมีจุดน้ำไหลออก (outlet) อยู่ที่อยู่ปากน้ำ จังหวัดสมุทรปราการ และมีขอบเขตลุ่มน้ำขึ้นไปจนถึงยอดดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ (นิพนธ์, 2543) และยังหมายรวมถึง พื้นที่เหนือจุดจุดหนึ่งบนลำธาร ที่ทำหน้าที่รองรับน้ำฝน และนำน้ำจากส่วนที่เกินจากน้ำ 3 ส่วน คือ (1) การดูดยึดน้ำไว้ของดิน (2) การนำขึ้นไปใช้ในการคายน้ำของต้นไม้ (3) การรั่วซึมผ่านชั้นหินที่อยู่ใต้ชั้นดินออกนอกลุ่มน้ำไป โดยจะนำน้ำในส่วนที่เกินจากน้ำทั้งสามส่วนนี้ ลำเลียงให้กับลำธารทั้งทางผิวดินและใต้ดิน แล้วจึงระบายให้กับพื้นที่ท้ายน้ำโดยไหลผ่านจุดตรวจวัดน้ำ (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2554) และต้องมีพื้นที่ (unit area) ที่กำหนดขึ้นมา เพื่อจุดประสงค์ใดจุดประสงค์หนึ่งของการดำเนินงานที่เป็นต้นน้ำ จึงกล่าวได้ว่าลุ่มน้ำคือ พื้นที่ขนาดหนึ่งซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการลุ่มน้ำ (เกษม และ ณรงค์, 2534)

หลักการจัดการลุ่มน้ำ

การจัดการลุ่มน้ำ เป็นการจัดการทรัพยากรที่สมบูรณ์แบบ ทั้งนี้เพราะการจัดการลุ่มน้ำไม่เพียงเป็นการจัดสรรทรัพยากรน้ำเท่านั้น แต่ยังเป็นการผสมผสานการจัดการทรัพยากรหลายๆชนิดเข้าด้วยกันในพื้นที่หนึ่งๆ เช่น การจัดการทรัพยากรดิน ป่าไม้ แร่ธาตุ ตลอดจนสิ่งแวดล้อมทางสังคมและวัฒนธรรม โดยถือเอาลุ่มน้ำเป็นหลัก ทำให้สามารถกำหนดพื้นที่ในการจัดการทรัพยากรได้อย่างมีขอบเขต เหมาะสำหรับการพัฒนา โดยมุ่งไปที่การพัฒนาเฉพาะพื้นที่ เกษม (2551) ได้ให้คำจำกัดความด้านการจัดการลุ่มน้ำว่า เป็นการจัดการพื้นที่ เพื่อให้ได้น้ำที่มีปริมาณมากพอ คุณภาพดี การไหลสม่ำเสมอ พร้อมทั้งควบคุมเสถียรภาพของดิน ลดความเสียหายจากน้ำท่วม และจัดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และ นิพนธ์ และคณะ (2539) ได้อธิบายเพิ่มว่าการจัดการลุ่มน้ำเป็นการดำเนินการจัดการทรัพยากรธรรมชาติทุกรูปแบบบนลุ่มน้ำ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลผลิตของน้ำท่า (water yield) ในด้านปริมาณ คุณภาพ และช่วงระยะเวลาที่ไหล (flow timing) เพื่อให้เป็นคำที่ใช้ร่วมกันทุกๆฝ่าย สำนักนายกรัฐมนตรีได้ออกระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการบริหารจัดการน้ำแห่งชาติในปี พ.ศ. 2546 ขึ้น และให้นิยามลุ่มน้ำว่า ลุ่มน้ำ หมายถึง พื้นที่หน่วยหนึ่ง ซึ่งครอบคลุมลำน้ำธรรมชาติเพื่อทำหน้าที่รวบรวมน้ำให้ไหลลงสู่แม่น้ำหนึ่ง พื้นที่ลุ่มน้ำแต่ละแห่งจะมีขนาดไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิศาสตร์และวัตถุประสงค์ในการจัดแบ่งพื้นที่เพื่อการบริหารจัดการ (เกษม, 2551)

โดยสรุปแล้ว การจัดการลุ่มน้ำ หมายถึง การจัดการทรัพยากรทุกอย่างที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำให้เกิดผลประโยชน์มากที่สุดและมีผลกระทบน้อยที่สุด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้น้ำในปริมาณที่เหมาะสม มีคุณภาพดี มีระยะเวลาในการไหลตลอดปีอย่างสม่ำเสมอ พร้อมทั้งควบคุมเสถียรภาพของดิน และการใช้ประโยชน์ทรัพยากรต่างๆในลุ่มน้ำอย่างสมดุลเหมาะสม ซึ่งเกษม (2527) ได้กล่าวถึงหลักการจัดการลุ่มน้ำ ไว้ดังนี้

1. การวางแผนการใช้ที่ดิน

พื้นที่ลุ่มน้ำแต่ละแห่งแต่ละพื้นที่นั้นมีลักษณะทั้งสมบัติทางเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยาแตกต่างกัน จึงทำให้ดินแต่ละแห่ง หรือแต่ละจุดมีสมรรถนะในการนำมาใช้ประโยชน์แตกต่างกันไป ลุ่มน้ำบางแห่งอาจมีสมรรถนะของดินที่สามารถทำได้เพียงการเกษตรเพียงอย่างเดียว หรือทำการป่าไม้อย่างเดียวก็ได้ แต่ในขณะเดียวกันพื้นที่ลุ่มน้ำบางแห่ง อาจมีสมรรถนะที่จะแบ่งพื้นที่ทำได้หลาย ๆ อย่างคละกันไปก็ได้

ในการจัดการลุ่มน้ำ จึงจำเป็นจะต้องแบ่งชั้นประเภทที่ดินทั้งลุ่มน้ำตามสมรรถนะการใช้ประโยชน์ก่อนอื่นใดทั้งสิ้น การแบ่งประเภทและการวางแผนใช้ประโยชน์ที่ดินให้ถูกต้องตามสมรรถนะนั้น ๆ ก็จะทำให้การจัดการลุ่มน้ำได้รับผลตอบแทน ตามวัตถุประสงค์อย่างแน่นอนโดยลักษณะการใช้ที่ดินในพื้นที่ ลุ่มน้ำ แบ่งออกเป็น 5 ลักษณะสำคัญดังนี้

1.1. พื้นที่ป่าไม้ควรจะมีให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะป่าไม้เป็นส่วนสำคัญที่ทรงคุณค่าเกี่ยวกับอากาศเสีย น้ำเสีย เสียง ที่พักผ่อนเพื่อความรื่นรมย์ ประโยชน์เศรษฐกิจ และแหล่งปัจจัย 4 สำหรับมนุษย์ นักอนุรักษ์กล่าวไว้ว่า ถ้ามีป่าประมาณ 2 ใน 3 ส่วนแล้ว จะสามารถอำนวยให้เศรษฐกิจและสังคมดีมาก ถ้าไม่สามารถรักษา 2 ใน 3 ส่วนของพื้นที่ได้ก็ควรให้มีประมาณ 1 ใน 2 ส่วน ซึ่งอำนวยประโยชน์ให้พอสมควร ถ้าการจัดการดีแล้วปัญหาต่าง ๆ มักไม่ค่อยเกิดขึ้น แต่ถ้าป่ามีประมาณ 1 ใน 3 ส่วนของพื้นที่แล้วมีผลต่อการเกิดปัญหาอย่างยิ่ง ถ้าไม่แตะต้องป่านี้เลยก็จะเป็นการดี เพราะถ้ามีการกระทำอย่างหนึ่งอย่างใดกับป่า 1 ใน 3 ส่วนนี้แล้วมักเกิดปัญหาทันที อย่างไรก็ดี สำหรับประเทศไทยนั้น การใช้ที่ดินเพื่อการป่าไม้ควรมีให้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์เป็นอย่างน้อย

1.2 พื้นที่เพื่อการเกษตร โดยทั่วไปแล้วควรมีไม่น้อยกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ในจำนวน 35 เปอร์เซ็นต์ เป็นพื้นที่เกษตรที่ลุ่ม 25 เปอร์เซ็นต์ อีก 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นดินเพื่อปลูกพืชไร่และไม้ผล ซึ่งไม้ผลนั้นควรปลูกที่มีความลาดชันเล็กน้อย

1.3 พื้นที่อยู่อาศัย เมือง และการอุตสาหกรรม โดยทั่วไปควรมีไม่เกิน 4 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ควรกระจายเป็นหย่อมๆ ไม่ควรไปตั้งเป็นกระจุก ถ้าเป็นไปได้ ที่เหล่านี้ควรเป็นที่ซึ่งไม่เหมาะสมสำหรับทำการกสิกรรม และควรอยู่ห่างไกลจากที่เกษตรกรรมพอสมควรไม่ควรให้ควันพิษและน้ำเสียจากที่เหล่านี้รบกวน และถ้าเป็นไปได้ถ้ามีการสร้างโรงงานอุตสาหกรรมก็ควรปลูกต้นไม้ล้อมรอบเพื่อป้องกันอากาศเสียต่อชุมชน เพราะมีงานวิจัยต่างประเทศยืนยันว่า การปลูกป่าล้อมรอบกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมทำให้อากาศสะอาดขึ้น

1.4 พื้นที่ถนน โดยเฉลี่ยแล้วไม่ควรเกิน 5 เปอร์เซ็นต์ บริเวณชุมชนควรมีประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ นอกเมืองและในป่าควรมีให้น้อย มีตามความเป็นก็จะเป็นการดี

1.5 พื้นที่ของบึง หนอง คลอง ลำห้วย แม่น้ำ โดยธรรมชาติแล้วมีไม่เกิน 6 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่เหล่านี้มีอยู่ตามธรรมชาติไม่จำเป็นต้องไปจัดการแต่อย่างใด นอกเสียจากมีปัญหาการระบายน้ำและอุทกภัยก็ควรทำเพิ่มเติม

2. การใช้ทรัพยากรลุ่มน้ำและมาตรการควบคุมตามวิธีการอนุรักษ์

การใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกต้องตามหลักการและวิธีการอนุรักษ์วิทยา ไม่ฟุ่มเฟือยและเป็นไปด้วยความระมัดระวัง เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยป้องกันมลพิษในลุ่มน้ำได้ เพราะการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกต้องตามหลักวิชาการแล้ว เท่ากับเป็นการเก็บรักษาชนิด ปริมาณ สัดส่วนและการกระจายของทรัพยากรสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำ ทำให้เกิดดุลธรรมชาติในการฟื้นฟูทรัพยากรใช้ตลอดไป อีกทั้ง ช่วยแก้ไขส่วนที่สึกหรอให้ฟื้นคืนสภาพได้ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าแผนการจัดการลุ่มน้ำจะได้ ทำแผนการใช้ที่ดินตามสมรรถนะที่ดินอย่างดีแล้วก็ตาม แต่ถ้าไม่มีการกำหนดแผนการใช้ทรัพยากรธรรมชาติแล้ว ทำให้การจัดการลุ่มน้ำนั้น ๆ ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายได้เลย เพราะทรัพยากรธรรมชาติมีหลาย ๆ ประเภท หลายชนิด แต่ละชนิด และประเภท มีลักษณะพิเศษเฉพาะตัว

แนวการจัดการทรัพยากรนั้น ๆ จึงมีลักษณะเฉพาะตัวเช่นกัน และด้วยเหตุที่ลุ่มน้ำนั้น ๆ มีทรัพยากรธรรมชาติหลายสิ่งหลายอย่างคละกันอยู่ ผู้จัดการลุ่มน้ำนั้นจำเป็นต้องเข้าใจและเอาใจใส่ต่อทรัพยากรทุกชนิด เพื่อให้การกำหนดแผนการใช้ทรัพยากรที่ถูกต้อง

3. การควบคุมของเสียและมลพิษ

ถึงแม้ว่าการจัดการลุ่มน้ำนั้น ๆ จะได้ผ่านขั้นตอนแรกและสองแล้ว คือการใช้ที่ดินและมาตรการการใช้ทรัพยากรก็ตาม มิใช่การดำเนินงานจัดการลุ่มน้ำนั้น ๆ จะได้รับความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ได้ไม่ จำเป็นต้องมีการควบคุมมลพิษ ซึ่งการควบคุมมลพิษนี้มิใช่เป็นพิษที่เป็นสารเคมีที่เป็นเชื้อโรค หรือลักษณะกายภาพมิให้เปลี่ยนไป แต่เป็นการป้องกันมลพิษทางสังคมและเศรษฐกิจด้วย เพราะมลพิษทุก ๆ ประเภท ทั้งสัมผัสได้ด้วยตาหรือไม่สามารถ เห็นได้ด้วยตา หรือแง่หนึ่งแง่ใดก็จะมีผลต่อการจัดการลุ่มน้ำทั้งนั้น กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ การใช้ที่ดินทุกประเภทถ้าไม่ระมัดระวังแล้ว อาจส่งผลต่อคุณภาพน้ำเสมอ เช่น การใช้ที่ดินทางการเกษตรนั้น จำเป็นต้องมีการปรับปรุงดิน เมื่อเกิดการชะล้าง จึงมักเกิดการปนเปื้อนสารพิษในน้ำได้ อาจเป็นมลพิษทางด้านสารเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยาก็ได้ หรือการนำที่ดินไปใช้เพื่อเป็นแหล่งชุมชนหรือเมืองอุตสาหกรรม หรือที่พักผ่อนเพื่อความรื่นรมย์ มีผลก่อเกิดมลพิษได้ทั้งทางตรงและทางอ้อมเสมอ จึงจำเป็นต้องควบคุมให้ถูกต้อง โดยมิให้เกิดมลพิษทางน้ำขึ้นอย่างเด็ดขาด แต่ถ้าไม่สามารถป้องกันได้ก็ควรให้เกิดน้อยที่สุด

การอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร

การอนุรักษ์ต้นน้ำ คือการดำเนินงานทางด้านการจัดการต้นน้ำลำธาร เพื่อฟื้นฟูสภาพของพื้นที่ให้อยู่ในสภาพที่มีศักยภาพในการเอื้ออำนวยประโยชน์อันพึงจะมี โดยการปลูกป่าทดแทน ปรับปรุงสภาพของลุ่มน้ำและป้องกันป่าไม้ไว้ รวมถึงการปรับปรุงสภาพของชุมชนที่อาศัยในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำลำธาร ในรูปแบบหมู่บ้านป่าไม้ มีการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดิน จัดสรรที่ดินเพื่อเกษตรกรรมและการส่งเสริมทางด้านการเกษตร การศึกษา การสาธารณสุข เพื่อยับยั้งการบุกรุกทำลายป่าของชาวเขาและลดการปลูกฝิ่นโดยแนวทางการปฏิบัติอาศัยหลักการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินในลุ่มน้ำ ตามความเหมาะสมของพื้นที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องคำนึงถึงมาตรการในการอนุรักษ์ดินและน้ำ และส่งเสริมการปลูกไม้ผล ให้ดำเนินการในรูปแบบระบบเกษตรป่าไม้ (ประพันธ์, 2553)

ในพื้นที่ต้นน้ำลำธารที่สภาพป่าธรรมชาติมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ยากที่จะกลับฟื้นตัวสมบูรณ์ดังเดิมได้โดยง่ายเมื่อป่าถูกทำลาย ด้วยรูปแบบต่างๆ เช่น ถูกบุกรุกแผ้วถาง เกิดพายุพัดไม้ป่าหักโค่น ไฟป่า น้ำท่วม แผ่นดินถล่ม หรือ การเปลี่ยนให้สภาพป่าเป็นที่โล่ง ก็จะเกิดการทดแทนขึ้น (สนิท และคณะ, 2520) แม้ว่าจะปล่อยให้เกิดการทดแทนของสังคมพืชในระบบนิเวศเองตามธรรมชาติ ก็จะใช้เวลานานกว่าที่ป่าจะกลับฟื้นคืนความอุดมสมบูรณ์

การศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบของสังคมพืช

ป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีค่าในองค์ประกอบสำคัญในระบบนิเวศธรรมชาติ เป็นสังคมของต้นไม้และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ซึ่งมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ปกคลุมพื้นที่เพื่อสนองประโยชน์ความสดใสด้านอากาศ เอื้อประโยชน์ในฐานะเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร เป็นแหล่งอาหาร แร่ธาตุในดิน แหล่งเจริญเติบโตให้ผลผลิต และการบริการที่จำเป็นต่อสังคมมนุษย์อย่างมีความสำคัญ (คณิต, 2553) และป่าไม้ยัง หมายรวมถึง พื้นที่ที่เป็นที่รวมของสังคมชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งสังคมของต้นไม้และสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ที่ต่างมีส่วนเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน มีผลทำให้ป่าไม้สามารถอำนวยประโยชน์ในทุกๆ ด้านแก่สังคมของมนุษย์ (นิวัติ, 2542)

ป่าในพื้นที่หนึ่งประกอบด้วยพันธุ์ไม้ สัตว์ป่าและจุลินทรีย์นานาชนิด สิ่งมีชีวิตเหล่านี้เป็นโครงสร้างและองค์ประกอบของป่า โดยเฉพาะพันธุ์ไม้นั้นจัดเป็นองค์ประกอบหลักที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ โครงสร้างของป่านั้นจะจำแนกตามลักษณะการจัดเรียงของพันธุ์ไม้ตามความสูงจากพื้นดินเรียกว่า โครงสร้างในแนวดิ่ง (vertical structure) ซึ่งแสดงไว้ในรูปจำนวนชั้นของเรือนยอด ส่วนลักษณะการกระจายตามพื้นที่ในรูปของการปกคลุมของเรือนยอดพันธุ์ไม้ เรียกว่า โครงสร้างในแนวราบ (horizontal structure) (สุนทร และ ดุสิต, 2541) และลักษณะโครงสร้างของป่าแต่ละชนิดนั้นย่อมแตกต่างกันไป ตามปัจจัยแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น ลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะภูมิประเทศ ความลาดชัน เป็นต้น (Richard, 1957)

การศึกษาโครงสร้างของสังคมพืชโดยทั่ว ๆ ไป แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ลักษณะทางวิเคราะห์ (analytic characteristics) ลักษณะเฉพาะอย่างเพื่อการวิเคราะห์สังคม และลักษณะรวมของสังคม (synthetic characteristics) ลักษณะที่วัดหรือแสดงออกถึงการกระทำร่วมกันในสังคมพืชแต่ละสังคม นอกจากนี้ทั้ง 2 ลักษณะยังสามารถแยกย่อยออกได้เป็นลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative characteristics) และลักษณะในเชิงคุณภาพ (qualitative characteristics) ลักษณะในเชิงปริมาณหมายถึงคุณลักษณะที่สามารถวัดออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้ เช่นความหนาแน่นของประชากร (population density) การปกคลุม (cover) ฯลฯ ส่วนลักษณะในเชิงคุณภาพหมายถึง คุณลักษณะของสังคมพืชที่เราไม่สามารถจะวัดออกมาเป็นค่าที่แน่นอนได้ มักจะเป็นการบรรยายถึงในลักษณะนั้น ๆ แต่ในบางครั้งสังคมพืชต่าง ๆ ที่ปรากฏต่อสายตานั้นดูเหมือนว่าไม่มีความแตกต่างกันเลย แต่ถ้าเปรียบเทียบลักษณะในเชิงปริมาณแล้วจะมองเห็นความแตกต่างกันอย่างเด่นชัด ลักษณะในเชิงปริมาณที่นักวิชาการป่าไม้ส่วนใหญ่ให้ความสนใจ นิยมใช้ในการศึกษาลักษณะโครงสร้างของสังคมพืช ได้แก่ ชนิดพันธุ์ไม้ (species) กับจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ (number of species) ซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ในรูปของความหนาแน่น (plant density) ความถี่ (plant frequency) ความเด่น (plant dominant)

ดัชนีความสำคัญทางนิเวศ (importance value index) และดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (species diversity index) (อุทิศ, 2542)

ในการที่จะศึกษาสังคมพืชโดยเฉพาะลักษณะในเชิงปริมาณนั้น อิศรา (2526) อธิบายว่า สามารถทำได้โดยการวางแปลงตัวอย่างที่มีรูปร่างและขนาดที่แน่นอน (plot method) หรือแบบที่มีขนาดไม่แน่นอน (plotless method) ก็ได้ ในการศึกษาโดยการวางแปลงตัวอย่าง รูปร่างของแปลงตัวอย่างที่ใช้หาความหนาแน่นของต้นไม้จะมีผลต่อความถูกต้องในการนับจำนวนของต้นไม้นั้น (Clapham, 1932; Oosting, 1956) แปลงตัวอย่างที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะมีประสิทธิภาพและถูกต้องแน่นอนมากกว่าแปลงตัวอย่างที่เป็นรูปวงกลมหรือรูปอื่นๆ เพราะโดยทั่วๆ ไปแล้วพรรณพืชมักจะขึ้นอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม หรือเป็นหมู่ (Greig, 1964)

ปัจจัยแวดล้อม (environment factors) มีบทบาทสำคัญในการจำแนกสังคมพืชและความอุดมสมบูรณ์ของสังคมพืชมีอิทธิพลต่อการกระจายพันธุ์ การเจริญเติบโต การดำรงชีพ และการดำรงพันธุ์ต่อไปในพื้นที่ ขบวนการทางชีววิทยาต่างๆในต้นไม้แต่ละต้นจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยแวดล้อมในหลายประการที่จะก่อให้เกิดกิจกรรมขึ้นได้ ปัจจัยแวดล้อมปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อลักษณะสังคมพืชคือสภาพภูมิประเทศ (topographic) อันได้แก่ ระดับความสูง (altitude) ซึ่งเป็นความสูงทางด้านตั้งของพื้นที่ หรือความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (mean sea level) ระดับความสูงของจุดต่างๆบนพื้นดินทำให้สังคมแห่งชีวิตเปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้เพราะปกติพื้นที่ที่อยู่ระดับสูงกว่า จะได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์มากกว่าพื้นที่ระดับต่ำกว่า รวมทั้งพายุฝน และอิทธิพลความสูง มีผลต่อปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการกระจายและการเจริญเติบโตของพันธุ์พืชโดยตรง โดยเฉพาะการเรียงตัวของป่าต่างๆในประเทศไทย ที่เริ่มจากระดับต่ำสุดที่ระดับน้ำทะเล (อุทิศ, 2542) ซึ่งสอดคล้องกับ ธวัชชัย (2555) ที่ได้อธิบายว่า ความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอุณหภูมิและความชุ่มชื้นในอากาศ (atmospheric humidity) ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้สังคมพืชเปลี่ยนแปลงไปนอกจากนี้ความลาดชัน (slope) และทิศด้านลาด (aspect) ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญเช่นกัน และจากการศึกษาของ Cooling (1968) พบว่าพรรณไม้ในประเทศไทยมีความสัมพันธ์กับระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล ทิศด้านลาด และความลาดชัน ทิศด้านลาดที่หันหน้าทางทิศใต้หรือทิศตะวันตกย่อมได้รับแสงแดดตอนบ่ายมากกว่า จึงมีป่าผลัดใบขึ้นในระดับที่สูงมากกว่าทิศด้านลาดทางทิศเหนือหรือทางทิศตะวันออก ดังนั้น เมื่อสภาพพื้นที่มีปัจจัยแวดล้อมที่มีความแตกต่างกัน โครงสร้างและองค์ประกอบของป่าจึงมีความแตกต่างกันนั้นเอง (สมชาย, 2549)

โครงสร้างและองค์ประกอบของป่ามีผู้ให้ความสนใจและศึกษาเพื่อที่จะอธิบายถึงองค์ประกอบของป่าเป็นจำนวนมาก เช่น อัมพร (2540) ได้ศึกษาลักษณะโครงสร้างของป่าดิบเขาที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ที่ความสูงระหว่าง 1,000-1,600 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง พบว่าชนิดพันธุ์ไม้ที่พบทั้งหมดมีจำนวน 109 ชนิด พันธุ์ไม้เด่น คือไม้ตระกูล

ก่อ ลักษณะการจัดชั้นเรียงความสูงเรือนยอดสามารถจัดชั้นได้ 3-4 ชั้น และมีการปกคลุมของเรือนยอด 60-90% กล้าไม้ที่พบส่วนใหญ่เป็นไม้ตระกูลก่อเช่นเดียวกัน ในขณะที่พืชคลุมดินเป็นพืชจำพวกเฟิร์นและหญ้าคาขึ้นอยู่โดยทั่วไป ส่วนเฉลียว และ Ulrich (2539) ได้ศึกษาโครงสร้างของป่าในขั้นตอนของการทดแทนบนพื้นที่ไร่ร้างของป่าเบญจพรรณและป่าดิบเขาบนพื้นที่ภูเขาสูง ซึ่งถูกใช้เพื่อการเกษตรและปล่อยทิ้งร้างอายุ 3-18 ปี โดยชาวเขาเผ่าลีซอ ม้ง และกะเหรี่ยง ในเขตจังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่า หลังจากพื้นที่การเกษตรถูกทิ้ง 10 ปี ในไร่ร้างของเผ่าลีซอมีการทดแทนของสังคมพืชช้าที่สุด และมีชนิดไม้ขึ้นน้อยมาก เนื่องจากพื้นที่ถูกใช้ในการเพาะปลูกยาวนาน โดยเผ่าลีซอและม้ง มักขุด โค่น เผาต้นไม้ในแปลงทั้งหมด มีไฟป่าเกิดขึ้นบ่อยครั้ง ทำให้แม่ไม้และดินถูกทำลาย มีผลให้การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของป่าเป็นไปได้ยากและช้ามาก ส่วนไร่ร้างของเผ่ากะเหรี่ยงมีการทดแทนของพืชเร็วที่สุด สภาพป่าไม้สามารถฟื้นตัวได้เร็ว เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรมใช้ทำการเพาะปลูกระยะสั้น มีการเหลือแม่ไม้และตอสำหรับให้แตกกิ่งและลำต้นใหม่ โดยขนาดของต้นไม้มีอัตราการเจริญเติบโตเร็วสามารถนำไปใช้ได้ภายในระยะหลังจาก 10 ปี

ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (species diversity)

ความหลากหลายในเรื่องชนิดของสิ่งมีชีวิตนั้น สมศักดิ์ (2536) อธิบายว่า หมายถึง ความหลากหลายของชนิดสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในพื้นที่หนึ่ง ซึ่งมีความหมายอยู่สองลักษณะ คือ ความมากชนิด (species richness) กับความสม่ำเสมอของชนิด (species evenness) ความมากชนิดของสิ่งมีชีวิตนั้นแตกต่างไปตามพื้นที่ เช่น ไซบีเรีย หรือแคนาดา ใน เนื้อที่ 10,000 ตารางเมตร พบต้นไม้เพียง 1 ถึง 5 ชนิดเท่านั้น ส่วนในป่าเต็งรังของไทยมีต้นไม้ 31 ชนิด ป่าดิบแล้งมีต้นไม้ 54 ชนิด และในป่าดิบชื้นมีต้นไม้อยู่นับร้อยชนิด ส่วนความสม่ำเสมอของชนิด คือ โอกาสที่จะพบต้นไม้หลายๆ ชนิด ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกันในพื้นที่นั้น ดังนั้นในพื้นที่หนึ่งๆ จะมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมากที่สุดเมื่อมีสิ่งมีชีวิตมากมายหลายชนิด แต่ละชนิดมีจำนวนสัดส่วนพอๆ กันด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ สุนทร และ ดุสิต (2541) ที่ศึกษาปริมาณและคุณภาพความหลากหลายทางชีวภาพในอุทยานดอยสุเทพ – ปุย โดยวิธีการวิเคราะห์สังคมพืช พบว่าความหลากหลายชนิดพันธุ์ไม้ ไม่ได้หมายถึงเพียงจำนวนชนิดของพันธุ์ไม้ในป่าเท่านั้น แต่ยังคงมีความหมายในเชิงปริมาณอีกด้วย กล่าวคือ มีความเกี่ยวข้องกับจำนวนประชากรและผลผลิตทางชีวภาพของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดในป่า นอกจากนี้ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้มักจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะการรบกวนทำลายของมนุษย์ จำนวนชนิดพันธุ์ไม้ในป่าที่อุดมสมบูรณ์อาจจะเท่ากับป่าที่ถูกรบกวนทำลายจนมีสภาพป่าที่เสื่อมโทรม แต่ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าที่ถูกรบกวนทำลายจะน้อยกว่าขณะเมื่อป่ายังมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ เนื่องจากจำนวนประชากรของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดอาจลดน้อยลงโดยเฉพาะต้นไม้ขนาดกลางและขนาดใหญ่

อุทิศ (2522) ยังได้อธิบายอีกว่า สังคมพืชที่ถูกให้มายึดครองในพื้นที่แต่ละแห่งนั้นก็คือผลผลิตของสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการที่สังคมพืชแห่งหนึ่งมีชนิดพันธุ์ปรากฏอยู่มากย่อมเป็นการสะท้อนให้เห็นว่าพื้นที่นั้นมีปัจจัยแวดล้อมที่มีความผันแปรมาก ซึ่งจะมีผลทำให้ลักษณะโครงสร้างของสังคมมีความสลับซับซ้อนตามไปด้วย องค์ประกอบของชนิดพันธุ์จะมีน้อยในระบบนิเวศง่ายๆ และจะเพิ่มขึ้นเมื่อระบบนิเวศมีความสลับซับซ้อนมากขึ้น Krebs (1972) ได้นิยาม "ความหลากชนิด (species diversity)"ไว้ว่า หมายถึงความมากน้อยของสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ในระบบนิเวศหนึ่ง ๆ ความหลากชนิดจะมีความสัมพันธ์กับความเด่นของพรรณพืช และในสังคมที่อยู่ในระหว่างการทดแทนจะมีความหลากชนิดต่ำ และจะสูงขึ้นในสังคมที่มาทดแทนในลำดับถัดไป และในสังคมที่ค่อนข้างเสถียรภาพ (stability) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงน้อย จะมีความหลากชนิดสูงสุด ความหลากชนิดจะเพิ่มมากขึ้นตามความเหมาะสมของพื้นที่นั้น (Westman and Whittaker, 1975; อุทิศ, 2522) ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ สามารถหาค่าได้โดยนับจำนวนต้นไม้แต่ละชนิด แล้วนำมาเข้าสูตรซึ่งมีผู้คิดค้นไว้หลายสูตร เช่น Shannon-Wiener Index (Shannon and Weaver, 1943) Fisher's Index (Fisher *et al*, 1943) และ Simpson's index (S) (Krebs, 1972)

ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืชที่พบในแต่ละสังคมพืชและแต่ละสภาพแวดล้อมต่างมีความแตกต่างกันดังเช่น สุนทร และ ดุสิต (2541) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าดิบเขาซึ่งมีสภาพป่าที่อุดมสมบูรณ์ บริเวณอุทยานแห่งชาติสุเทพ-ปุย พื้นที่ตั้งอยู่ที่ระดับความสูงประมาณ 1,200 เมตร-1,300 เมตรจากระดับน้ำทะเล พบว่าความหลากหลายของพืชพรรณมีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ยอดเขาและไหล่เขากับพื้นที่เชิงเขาและหุบเขา โดยเฉพาะชนิดพันธุ์ไม้ที่เป็นองค์ประกอบ จำนวนชนิดพันธุ์ไม้ จำนวนของประชากรพันธุ์ไม้แต่ละชนิดและการกระจายของต้นไม้ขนาดต่างๆ ป่าดิบเขาบริเวณยอดเขาและไหล่เขามีจำนวนชนิดพันธุ์ไม้อย่างน้อย 72 ชนิด ขณะที่พื้นที่บริเวณเชิงเขาและหุบเขามีพันธุ์ไม้อย่างน้อย 118 ชนิดในขณะที่สมบูรณ์ และคณะ (2542) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสังคมพืชป่าเต็งรัง ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย พบว่า สังคมพืชป่าเต็งรังมีการกระจายตั้งแต่ความสูงประมาณ 315 เมตร จนถึง 1,150 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง พบชนิดพันธุ์ไม้ยืนต้นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไปจำนวน 102 ชนิดพันธุ์ โดยพบว่ามีจำนวน 10 ชนิดพันธุ์ที่พบในแปลงตัวอย่างที่ทำการศึกษามากกว่าร้อยละ 50 คือ เต็ง เหมือดตบ พลวง รักหลวง ก่อแมงนูน เหียง เคาะ แข้งกวาง และรัง และสามารถจำแนกชนิดสังคมพืชป่าเต็งรังออกเป็นสังคมย่อยตามชนิดพันธุ์ไม้เด่นที่ปรากฏได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีพันธุ์ไม้เด่นชนิดเดียว กลุ่มที่มีชนิดพันธุ์ไม้เด่นสองชนิด และกลุ่มที่มีชนิดพันธุ์ไม้เด่นมากกว่าสองชนิดหรือเรียกว่า สังคมป่าเต็งรังผสม

ลักษณะของดินในพื้นที่ป่าไม้

ดินเป็นวัตถุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีความหมายที่แตกต่างกันออกไป ตามแนวคิดในแต่ละสาขาวิชา นักปฐพีวิทยา ให้ความหมายไว้ว่า ดิน คือวัตถุที่เกิดจากการสลายตัวผุผังของชั้นผิวเปลือกโลกและคลุกเคล้าเข้ากับพวกอินทรียวัตถุรวมทั้งน้ำและอากาศ เนื่องจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตต่างๆ ตามธรรมชาติ อันนำไปสู่การเกิดการโยกย้ายถ่ายเทสารจำพวกเกลือ คอลลอยด์ และสสารอื่นๆ ที่ควบคุมด้วยปัจจัยทางธรรมชาติที่แตกต่างกัน จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และพัฒนาของดินเป็นชั้นต่างๆ ที่แตกต่างกันไปในแต่ละชั้นดิน และพื้นที่ที่กำเนิดดิน ส่วนนักการป่าไม้ให้คำจำกัดความว่า “ ดินส่วนของผิวโลกที่ช่วยสนับสนุนค้ำจุนพืชพรรณไม้ ซึ่งประกอบไปด้วยแร่ธาตุ มีอินทรียวัตถุแทรกอยู่ มีปริมาณของน้ำ อากาศที่แตกต่างกันไปตามสภาวการณ์ต่างๆ และเป็นแหล่งอาศัยของสิ่งมีชีวิต โดยเกิดขึ้นภายใต้อิทธิพลของปัจจัยของการกำเนิดดินที่แตกต่างจากดินทั่วๆ ไป อยู่ 3 ปัจจัย คือ ซากอินทรียวัตถุ รากไม้ และสิ่งชีวิตเฉพาะถิ่นที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพพืชพรรณของป่าในช่วงเวลานั้น (สคาร, ม.ป.ป.) ส่วน Fisher and Binkley (2000) ได้ให้ความหมายดินป่าไม้ ว่า ดินในระบบนิเวศป่าไม้ธรรมชาติ ซึ่งมักจะแตกต่างกันไปตามชนิดของป่าไม้ เป็นดินที่ไม่ถูกรบกวน กล่าวคือ ชั้นดินที่เกิดขึ้นจะเป็นไปตามธรรมชาติ นอกจากนี้ยังแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิประเทศ ชนิดของหินต้นกำเนิดดิน สภาพภูมิอากาศและระดับความสูงจากน้ำทะเล สำหรับลักษณะของดินในป่าชนิดต่างๆ ในภาคเหนือได้มีการศึกษาโดยนักวิจัยหลายท่าน พบว่าลักษณะของดินมีความผันแปรแตกต่างกันไปตามชนิดของป่าไม้ ได้แก่ ความลึก ชนิดดิน คุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ นอกจากนี้ชนิดของดินยังแตกต่างกันไปตามชนิดย่อยของป่าไม้และหินต้นกำเนิดดิน (วรลักษณ์, 2554)

ความแตกต่างระหว่างดินป่าไม้กับดินเกษตรกรรม

พื้นที่ที่ทำการเกษตรกรรมในปัจจุบันถือว่าเป็นดินที่เคยมีสภาพเป็นป่ามาก่อนในอดีต พื้นที่ที่เหลือทิ้งไว้เป็นพื้นที่ป่าส่วนใหญ่มักเป็นดินที่มีลักษณะไม่ค่อยดีนัก อาทิ มีปริมาณของหิน กรวด ปนอยู่ในปริมาณสูง อย่างไรก็ตามการที่ดินป่าไม้มีต้นไม้ปกคลุมติดต่อกันเป็นเวลานาน ทำให้เกิดการสะสมอินทรียวัตถุจากการสลายตัวผุพังของซากอินทรีย์ที่เป็น ใบ กิ่ง ดอก ผล และราก เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนั้นๆ และพบว่าดินป่าไม้โดยเฉพาะบริเวณที่ลาดชันมากๆจะมีความเสี่ยงในการเกิดการพังทลายของดินน้อยกว่าพื้นที่เกษตรกรรม เนื่องจากมีซากอินทรีย์ปกคลุมพื้นที่อยู่ นอกจากนี้การแพร่กระจายของรากทำให้ มีแรงยึดเหนี่ยวของอนุภาคดินดีกว่า และยอมให้น้ำซึมผ่านได้ดีกว่าดินในพื้นที่เกษตรกรรม สภาพภูมิอากาศเฉพาะถิ่นของดินป่าไม้ส่งเสริมให้เกิดความหลากชนิดของพืชและสัตว์ชนิดเล็กในดินได้มากกว่าดินในพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการ

ผสมคลุกเคล้าและเกิดกระบวนการที่ทำธาตุอาหารพืชในดินเปลี่ยนรูปให้อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ ดินที่ใช้ประโยชน์ในทางการเกษตรเป็นผลผลิตที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์อย่างต่อเนื่องเรื่อยมา แต่ดินป่าไม้นั้นเป็นผลผลิตที่เกิดมาจากการเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติและใช้เป็นตัวแทนของกระบวนการทดแทนตามธรรมชาติ

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำเนิดดิน

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำเนิดดิน ประกอบด้วยปัจจัยหลัก 5 ประการคือ

1. สภาพภูมิอากาศ (climate) อุณหภูมิและความชื้นถือเป็นปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการเกิดดินมากที่สุด ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง อัตราการสลายตัวผุพังของวัตถุต้นกำเนิดดินมักจะสูง นอกจากนี้ยังมีผลต่อกิจกรรมการทำงานของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในดิน ที่มีผลต่อความถี่และความมากน้อยของกระบวนทางเคมีในดิน

2. วัตถุต้นกำเนิดดิน (parent Material) คือ หินและแร่ที่ผ่านการสลายตัวแล้วพัฒนาต่อเป็นดิน อิทธิพลของวัตถุต้นกำเนิดดินที่มีต่อกระบวนการเกิดดิน มักเกี่ยวข้องกับลักษณะของเนื้อดิน (soil texture) สมบัติทางเคมี (soil chemistry) และการหมุนเวียนของธาตุอาหารต่างๆ (nutrient cycling)

3. สภาพภูมิประเทศ (topography) มีอิทธิพลต่อปัจจัยของลักษณะภูมิอากาศเฉพาะถิ่นและการระบายน้ำของพื้นที่ ในพื้นที่ที่มีความลาดชันมากๆ มักยับยั้งกระบวนการพัฒนาทางหน้าตัดของดิน เนื่องจากเกิดการชะล้างพังทลายของดิน (erosion) ได้ง่าย

4. พืชพรรณที่ปกคลุมและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ (organisms) เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการเกิดดินในการสะสมอินทรียวัตถุ การผสมคลุกเคล้าองค์ประกอบของดิน และเป็นส่วนประกอบในวัฏจักรการหมุนเวียนของสสารในระบบ

5. เวลา (time) เป็นปัจจัยที่จัดลำดับของการได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว

กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดิน

แบ่งกว้างๆ ได้เป็น 5 กระบวนการ ที่พบมากและมีความสำคัญ ได้แก่

1. Laterization ในสภาพที่อุณหภูมิและความชื้นสูงทำให้เกิดการสลายตัวของหินและแร่อย่างรุนแรง และถูกชะล้างลงสู่ดินชั้นล่าง สารที่ได้จากการสลายตัวของหินและแร่ที่สำคัญคือเหล็กและอลูมิเนียมออกไซด์ (susque oxide) พื้นที่เกิดกระบวนการนี้อย่างรุนแรงมักพบกรวด (laterite) ปะปนอยู่ในดิน

2. Podzolization เป็นกระบวน การที่อินทรียวัตถุ (organic matter) ฮิวมัส (humus) และไอออนประจุบวก (base cation) ถูกชะล้าง (leaching) จากดินชั้นบน (ชั้น A) ผ่านชั้นหน้าตัดดิน เกิดเป็นชั้นดินใหม่ขึ้นมา มีสีเทาถึงดำ มีสภาพเป็นกรดจัด ซึ่งเรียกว่าชั้น podzolic

3. Calcification เกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นพวกหินปูน และมีปริมาณสารประกอบแคลเซียมในน้ำใต้ดินสูง เมื่อเกิดสภาวะการคายระเหยเกิดขึ้นมากกว่าปริมาณหยาดน้ำฟ้า ทำให้เกลือที่มีสภาพเป็นด่างในน้ำใต้ดินเคลื่อนที่ขึ้นสะสมอยู่บริเวณดินชั้น B ถ้ามีปริมาณมากอาจเกิดเป็นชั้นที่เรียกว่า caliche

4. Salinization เป็นกระบวนการที่เกิดการสะสมสารจำพวกเกลือบริเวณผิวดิน มักจะพบมากในพื้นที่ที่มีเกลือเป็นส่วนประกอบของน้ำใต้ดิน และมีสภาพอากาศร้อนมาก ดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยก็เป็นดินที่เกิดกระบวนการนี้

5. Gleization เป็นกระบวนการที่พบในพื้นที่ที่มีการระบายน้ำเลว กระบวนการนี้จะเกิดการสะสมอินทรียวัตถุบริเวณดินชั้นบนของหน้าตัดดิน ส่วนดินชั้นล่างลงไปมักจะมีสีน้ำเงินเทาซึ่ง เป็นสารประกอบของเหล็กในสภาพที่ถูกรีดิวซ์

ชนิดของดินป่าไม้บนที่สูง

ดินบนพื้นที่สูงของประเทศไทยส่วนใหญ่พบอยู่ 4 อันดับคือ (1) อัลติโซลล์ (ultisols) มีการพัฒนาตัวของชั้นดินปานกลางโดยมีดินชั้น B ปรากฏชัดเจน มีการสะสมดินเหนียวในดินชั้นล่างและปริมาณด่างที่อิ่มตัวน้อยกว่าร้อยละ 35 (2) อินเซปติโซลล์ (inceptisols) เป็นดินที่มีการพัฒนาการของชั้นดินน้อย ดินชั้น B มีการสะสมดินเหนียวน้อยและเนื้อดินค่อนข้างหยาบ (3) อัลฟิโซลล์ (ulfisols) เป็นดินที่อุดมสมบูรณ์สู.มีการพัฒนาของชั้นดินปานกลาง มีการสะสมของดินชั้น B มาก (4) เอนติโซลล์ (entisols) เป็นดินที่มีการพัฒนาตัวของชั้นดินน้อย ไม่ปรากฏดินชั้น B เลย (Khamyong *et. al*. 2001)

Hendricks (1981) พบว่า พื้นที่ดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่และดอยหลวง จังหวัดเชียงรายประกอบด้วยดินในอันดับ อัลติโซลล์ อินเซปติโซลล์ และอัลฟิโซลล์ สำหรับดินในพื้นที่ป่าแต่ละชนิดในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ สวนพฤกษศาสตร์ พื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ป่าเต็งรังประกอบด้วยดินในอันดับ เอนติโซลล์ อัลติโซลล์ อินเซปติโซลล์และอัลติโซลล์/อัลฟิโซลล์ ป่าเบญจพรรณประกอบด้วย อัลติโซลล์ อินเซปติโซลล์ อัลฟิโซลล์ และอัลติโซลล์/อัลฟิโซลล์ ป่าดิบแล้งประกอบด้วย อัลติโซลล์ และ อินเซปติโซลล์ ป่าเต็งรังผสมสน ประกอบด้วย อินเซปติโซลล์ และ อัลติโซลล์ ส่วนป่าดิบเขาอยู่ในอันดับ อัลติโซลล์ และอัลติโซลล์/อัลฟิโซลล์ (Khamyong et al, 1994, 2001; ดนัย, 2542; ธนัญ, 2542; จตุรงค์, 2543)

ดินในป่าไม้เขตร้อนส่วนใหญ่มีการพัฒนาตัวมานาน อายุมาก การระบายน้ำดี ซึ่งการสลายตัวเกิดจากทั้งกระบวนการทางเคมีและฟิสิกส์ แต่ในเขตร้อนชื้นนั้น กระบวนการทางเคมีมีบทบาทมากกว่า ประกอบกับอุณหภูมิสูง และความชื้นมีมาก การผุสลาย และการชะล้างธาตุอาหารพืชจึงเป็นไปในอัตราที่สูง ดินส่วนใหญ่ โดยเฉพาะที่ยังมีป่าปกคลุมจะลึกถึงลึกมาก ในบางแห่งอาจลึกได้ถึง 20 เมตร และจากการผุสลายตัวง่าย และการชะล้างเป็นไปอย่างรวดเร็ว ดินในเขตร้อนจึงมักมีสภาพเป็นกรดและขาดธาตุอาหารพวก macro-nutrients ดินที่มีป่าปกคลุมส่วนใหญ่จะมีอินทรียวัตถุสูง การระบายน้ำ โครงสร้าง รวมทั้งการระบายอากาศดี แต่ถ้าปราศจากป่าไม้ปกคลุมแล้ว การชะล้างพังทลายหน้าดินและในดินจะเป็นไปในอัตราสูงและรวดเร็ว (Unesco, 1978)

จากรายงานของ Corbett (1969; Brady, 1974; สรสิทธิ์, 2535) พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืช เกี่ยวข้องกับสมบัติทางกายภาพของดินที่สำคัญได้แก่ความลึกของดิน เนื้อดิน โครงสร้างของดิน และสถานะความชื้นในดิน สมบัติทางเคมี ได้แก่ปฏิกิริยาดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณธาตุอาหาร ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และการอิ่มตัวด้วยด่างของดิน ถ้าพิจารณาถึงการพัฒนาของดินแล้ว ป่าไม้หรือสังคมพืชป่าไม้ที่อยู่บนดิน จะมีความสำคัญต่อดินในส่วนที่เกี่ยวกับเป็นแหล่งให้อินทรียวัตถุแก่ดิน ซึ่งอินทรียวัตถุมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของดินต่างๆ ได้แก่ ช่วยลดการทำให้ดินแน่นโดยเม็ดฝน ทำให้ดินจับตัวเป็นก้อน ทำให้มีช่องว่างในดินมากขึ้น ทำให้ดินอุ้มน้ำได้มากขึ้น ช่วยดูดยึดธาตุอาหารไว้ในดิน ทำให้ดินระบายอากาศดีขึ้น ให้ธาตุอาหารแก่พืช ช่วยทำให้ธาตุอาหารพืชในดินละลายออกมาดีขึ้น และช่วยต้านทานการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาของดินอย่างรวดเร็ว (สมศักดิ์, 2526) ดินที่มีป่าปกคลุมจะมีการหมุนเวียนของธาตุอาหารหรือวัฏจักรของธาตุอาหารเกิดขึ้น และเป็นไปอย่างสมบูรณ์ โดยเป็นส่วนหนึ่งของระบบนิเวศป่าไม้ (ทรงธรรม และ คณะ, 2531; พรพรรณ และ วิศาล, 2542; Potichon, 1991)

นิวัติ (2546) ได้ศึกษาลำดับดินบนพื้นที่สูงที่ได้รับอิทธิพลจากการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในบริเวณดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ดินป่าดิบเขามีความหนาของชั้นดินมากกว่าดินที่อยู่ภายใต้สภาพป่าเต็งรัง เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนปนเหนียวโดยมีลักษณะคล้ายกันระหว่างแร่กิบบ์ไซต์และเคโอลิไนต์ เป็นแร่หลักในอนุภาคกลุ่มดินเหนียว ส่วนในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ยะ เขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ เนื้อดินบนเป็นดินร่วนปนทรายถึงร่วนปนเหนียว ค่าความหนาแน่นรวมต่ำในดินบนและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในดินล่าง เปอร์เซ็นต์ปริมาณดินเหนียวในดินล่างมีค่าสูงกว่าในดินบน ปฏิกิริยาของดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกมีค่าสูงในดินบนและมีค่าต่ำในดินล่าง และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบนสูงกว่าในดินล่าง (ถวิล, 2545)

คุณสมบัติของดินบางประการในพื้นที่ป่าไม้

สำหรับคุณสมบัติทางเคมีของดิน ประชุม และคณะ (2517) พบว่า ดินป่าดิบเขาที่ถูกปล่อยทิ้งร้างหลังจากทำไร่เลื่อนลอย มีแนวโน้มของค่า pH สูงขึ้นในช่วงปีแรก และลดลงเมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง เพราะมีการทดแทนทางธรรมชาติ เศษซากพืชที่ตกลงมาทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุช่วยปรับค่าดังกล่าวให้ลดลง แต่หากว่าปล่อยให้ไฟไหม้ หรือขาดการปกคลุมของพืชจะทำให้ค่าดังกล่าวสูงขึ้นอีก อย่างไรก็ตามหลังจากพืชทดแทนมากขึ้นก็ทำให้ค่าดังกล่าวเพิ่มได้ และอัตราการเพิ่มขึ้นอยู่กับชนิดของพืช เช่น หากปลูกสนสามใบปล่อยให้เป็นไร่ร้างที่มีอายุเพิ่มขึ้น หรือใช้ปลูกพืชเกษตร พบว่ามีค่าสูงจาก 4.9 เป็น 5.1, 5.5 และ 5.6 ตามลำดับ ในระดับความลึกที่ 0-25 เซนติเมตร ส่วนดินในสวนป่าดอยบ่อหลวง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ปลูกไม้สนสามใบ จะมีค่าความหนาแน่นรวมและเนื้อดินมีไม่แตกต่างกันระหว่างสวนป่าอายุน้อยกับอายุมาก ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดแก่จัด และยังพบว่า อินทรียวัตถุ คาร์บอนและไนโตรเจนมีแนวโน้มมากขึ้นตามอายุของสวนป่า ปริมาณธาตุอาหารที่สามารถสกัดได้ของฟอสฟอรัส แคลเซียมและแมกนีเซียมในดินมีค่ามากขึ้นตามอายุของสวนป่า แต่โพแทสเซียมกลับมีค่าน้อยกว่า (ทนงศักดิ์, 2546) นอกจากนี้ บุญฤทธิ์ (2525) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดินในป่าธรรมชาติตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สะแกราช พบว่าสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดินในพื้นที่ป่าที่ถูกเปลี่ยนแปลงไปใช้ประโยชน์ทางเกษตรกรรมและไร่ร้าง มีค่าความหนาแน่นรวมและความหนาแน่นของอนุภาคที่ระดับผิวดินเพิ่มขึ้น 10-15% ส่วนคุณสมบัติทางเคมี ค่า pH, K, Ca, Mg และ C.E.C มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับป่าธรรมชาติดั้งเดิม

สำหรับคุณสมบัติของดินในพื้นที่แปลงปลูกป่าสนสามใบ สุนทร (2544)พบว่าการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของดินในสวนป่าไม้สนสามใบเกิดขึ้นช้ามาก โดยเฉพาะความหนาแน่นและเนื้อดิน ส่วนคุณสมบัติทางเคมีมีความผันแปรตามอายุของสวนป่า โดยค่า pH ของดินมีแนวโน้มลดลงไม่มากจากสภาพเดิม โดยมีปฏิกิริยาผันแปรอยู่ระหว่างกรดแก่ กรดปานกลาง และกรดเล็กน้อย ปริมาณของอินทรียวัตถุ คาร์บอน และไนโตรเจนในดินมีแนวโน้มสูงขึ้นตามอายุของสวนป่า ปริมาณความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ธาตุโปแตสเซียมกลับมีปริมาณลดลง ไฟป่าและการเซาะกร่อนหน้าดินเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีของดินในสวนป่าไม้สนสามใบเกิดขึ้นไม่มาก โดยเฉพาะความเป็นกรดของดิน เนื่องจากไฟป่าทำลายอินทรียวัตถุ ทำให้เกิดขี้เถ้าและความเป็นด่าง แต่ในบริเวณที่ไม่มีไฟไหม้ดินจะเป็นกรดมากขึ้น

การทดแทนสังคมพืชต่อคุณสมบัติดิน

ดินเป็นปัจจัยหนึ่งที่กำหนดชนิดและลักษณะการเจริญเติบโตของพืชในพื้นที่ ในทางกลับกันพืชที่ขึ้นอยู่บนดินก็มีส่วนเกี่ยวข้องกับการสร้างเสริมลักษณะของดิน เมื่อมีการทดแทนของสังคมพืชป่า

ไม้เกิดขึ้นทั้ง โดยธรรมชาติหรือมนุษย์จัดสร้างขึ้นจะมีการพัฒนาดินขึ้นมาด้วยเป็นลำดับ ในระยะแรกจะเป็นการเพิ่มอินทรียวัตถุให้กับดิน ต่อมาจะเป็นช่วงของการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศ ในระยะหลังจะมีการปกคลุมดินและสะสมความชื้นให้กับดิน จนถึงขั้นสุดท้ายที่เป็นป่าหรือสังคมพืชป่าไม้แต่ละชนิด ในทุกวันนี้การเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้เป็นผลมาจากการกระทำร่วมกันของลักษณะทางพันธุกรรมของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัจจัยสิ่งแวดล้อมแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ ปัจจัยคงที่ได้แก่ สมบัติของดิน สภาพภูมิประเทศ และปัจจัยแปรผันได้แก่ ลักษณะภูมิอากาศ และการแข่งขัน (Husch et al, 1972) ปัจจัยของสภาพแวดล้อมดินที่เหมาะสมกับพันธุ์ไม้แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป แต่โดยทั่ว ๆ ไปแล้วพืชจะเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีปฏิกิริยาเป็นกรดปานกลางถึงปานกลาง (pH 6.0-7.0) มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลางขึ้นไปการอิ่มตัวด้วยด่างสูง ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกสูง ปริมาณธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของพืชปานกลางขึ้นไป ดินลึก ร่วนซุย การถ่ายเทอากาศดี และสถานะความชื้นในดินดี

ซากพืชที่ตายแล้วร่วงหล่นสะสมอยู่ที่พื้นดินจะช่วยเพิ่มซากอินทรียวัตถุในดินทำให้ดินอุ้มน้ำได้มากขึ้น ยิ่งสภาพสังคมพืชใกล้เข้าสู่สภาพขั้นถาวร (climax stage) หรือสังคมถาวร (climax community) มากเท่าไหร่ ก็จะยิ่งช่วยให้การเกิดอินทรียวัตถุมากขึ้นตามลำดับ ธาตุอาหารที่มีอยู่ก็จะเป็นประโยชน์ต่อพืชในการเจริญเติบโต ลำดับขั้นการทดแทนของสังคมพืชจะมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์มากน้อยตามกาลเวลา หากพืชที่ครอบครองพื้นที่อยู่ต้องการธาตุอาหารชนิดเดียวกัน ก็จะทำให้ปริมาณธาตุอาหารชนิดนั้นๆ หมดไปจากพื้นที่อย่างรวดเร็ว ในขณะที่ธาตุอาหารที่ไม่เป็นที่ต้องการก็จะมีอยู่อย่างเหลือเฟือ ซึ่งตรงส่วนนี้เองที่จะทำให้เกิดขั้นตอนการทดแทนในขั้นต่อมา เพราะเมื่อธาตุอาหารของพืชที่ครอบครองพื้นที่อยู่มีน้อยลงก็จะทำให้พืชชนิดนั้นค่อยๆ ถูกแทนที่ด้วยพืชอื่นที่ต้องการธาตุอาหารอื่นที่มีอยู่อย่างเหลือเฟือ โดยการหมุนเวียนธาตุอาหารจะเริ่มคงที่ใน ขั้นการก่อปฏิกิริยา (reaction) และจะคงที่ใน ขั้นการคงสภาพ (stabilization) หากไม่มีการก่อกวนพื้นที่โดยเหตุการณ์ใดๆ การหมุนเวียนธาตุอาหารก็จะเข้าสู่สภาวะสมดุล

ในพื้นที่ป่าที่ถูกทำลายนั้นปัจจุบันมีการฟื้นฟูสภาพป่า 2 วิธีคือ การปลูกสร้างสวนป่าและปล่อยให้มีการทดแทนตามธรรมชาติ จากการศึกษาของ รุ่งศักดิ์ (2542) พบว่า พื้นที่ที่มีการปลูกสร้างสวนป่าและพื้นที่ที่ปล่อยให้มีการทดแทนตามธรรมชาตินั้น พื้นที่ที่ปล่อยให้มีการทดแทนตามธรรมชาติ มีสมรรถนะการซึมน้ำเพิ่มมากขึ้น ทำให้ดินเก็บน้ำไว้ได้มาก ในขณะที่พื้นที่ที่มีการปลูกสร้างสวนป่าเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป สมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินลดต่ำลงมาก ทำให้ดินเก็บน้ำไว้ได้น้อยกว่า ในด้านความหนาแน่นรวมของดิน เกษม และคณะ (2517) พบว่าในพื้นที่ที่มีการทำไร่เลื่อนลอยเป็นเวลานานนั้น แม้จะมีการทดแทนทางธรรมชาติ แต่ในกรณีที่สภาพพื้นที่ปกคลุมด้วยหญ้าคาหญ้าพงแล้วความหนาแน่นรวมไม่ได้ดีขึ้นเท่าที่ควร ยังคงชี้ให้เห็นการเสื่อมคุณสมบัติของดินให้เห็นอย่างเด่นชัด ในขณะที่ บุญมา และคณะ (2545) ที่ศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความ

หลากหลายทางชีวภาพ ต่อสมบัติทางกายภาพของดินในพื้นที่ต้นน้ำ จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่าภายหลังการทำลายป่า เนื้อดินมีแนวโน้มละเอียดขึ้น โดยเฉพาะดินทุ่งหญ้า โดยดินป่าดิบแล้งและป่าทุติยภูมิมีเนื้อดินเป็นดินร่วนถึงร่วนเหนียว หากพิจารณาโดยภาพรวมแล้ว การทำลายพื้นที่ป่าไม้มีผลกระทบต่อคุณสมบัติของดิน เมื่อมีการทดแทนตามธรรมชาติเกิดขึ้น คุณสมบัติดินจะค่อยๆพัฒนาไปในทิศทางที่ดีเป็นลำดับ

แนวคิดการมีส่วนร่วม

การมีส่วนร่วม เป็นคำที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ทั้งในกลุ่มวิชาการและในกลุ่มข้าราชการ โดยถูกนำมาใช้ในช่วงของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525-2529) ปัจจุบันแนวความคิดและการปฏิบัติเกี่ยวกับการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม การเมืองและวัฒนธรรมหันมายกระดับความเป็นอยู่ของประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศ เพื่อขจัดปัญหาความยากจนในชนบท ลดช่องว่างทางเศรษฐกิจ สังคมการเมือง ระหว่างประชาชนกลุ่มต่างๆ การมีส่วนร่วมของประชาชนหรือชุมชนนับเป็นยุทธวิธีที่สำคัญยิ่งต่อความสำเร็จของการพัฒนาที่มุ่งพัฒนาคนและส่งเสริมความเป็นธรรมในสังคม “การมีส่วนร่วม” มีนักวิชาการหลายท่านต่างได้ให้ความหมายดังนี้

ความหมายของการมีส่วนร่วม

การมีส่วนร่วม นักวิชาการต่างให้ความหมายไว้หลายด้านด้วยกัน แล้วแต่ว่าจะใช้ในโอกาสใดและในลักษณะไหน เช่นหากเป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิต หรือการพัฒนาด้านโครงสร้างพื้นฐานโดยมีการเข้าร่วมกิจกรรมทั้งองค์กร หน่วยงาน และชุมชน อาจจะมีความหมายตามที่ ยุวัฒน์ (2526) ได้ให้ความหมายของการมีส่วนร่วม ว่า หมายถึง การที่เปิดโอกาส ให้ประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการคิดริเริ่มการพิจารณา ร่วมตัดสินใจการร่วมปฏิบัติและร่วมรับผิดชอบในเรื่องต่างๆ อันมีผลกระทบมาถึงตัวประชาชนเอง การที่จะสามารถทำให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาชนบทเพื่อแก้ไขปัญหาและนำมาซึ่งสภาพความเป็นอยู่ของประชาชนที่ดีขึ้นได้นั้น ผู้นำการเปลี่ยนแปลงต้องยอมรับในปรัชญาการพัฒนาชุมชนที่ว่า มนุษย์ทุกคนต่างมีความปรารถนาที่จะอยู่ร่วมกันกับคนอื่นอย่างมีความสุข ได้รับการปฏิบัติอย่างเป็นธรรมและเป็นที่ยอมรับของผู้อื่น พร้อมที่จะอุทิศตนเพื่อกิจกรรมของชุมชน ขณะเดียวกันต้องยอมรับด้วยความบริสุทธิ์ใจว่ามนุษย์นั้น สามารถพัฒนาได้ถ้ามีโอกาสและได้รับการชี้แนะที่ถูกทาง หรืออีกความหมายก็คือ การที่ประชาชนเข้าร่วมกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งของหน่วยงานภาครัฐรวมถึงองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อผลประโยชน์ส่วนรวม เริ่มตั้งแต่การที่ประชาชนเกิดจิตสำนึกในตนเองและถือเป็นภาระหน้าที่ของตนในฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของสังคมที่ตนเองอยู่ ร่วมคิดร่วมวางแผน ร่วมดำเนินงาน ร่วมติดตามประเมินผล และร่วมรับผลประโยชน์ (อรทัย, 2555)

หากเป็นกระบวนการมีส่วนร่วมที่เกิดจากชุมชนเองได้ดำเนินการร่วมกันเองแล้ว การมีส่วนร่วมอาจมีความหมายตามที่ อคิน (2527) ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง การที่ชุมชนหรือประชาชนพัฒนาขีดความสามารถของตนเองในการจัดการ ควบคุมการใช้และการกระจายทรัพยากร ปัจจัยการผลิตที่มีอยู่ในสังคมตามความจำเป็นขั้นพื้นฐานอย่างสมศักดิ์ศรี ในฐานะสมาชิกสังคมรวมทั้งมีการพัฒนาการรับรู้และภูมิปัญญา กล่าวคือ ประชาชนเป็นผู้คิดค้นปัญญาและเป็นผู้ทำทุกอย่างไม่ใช่ผู้อื่นเป็นผู้กำหนดให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมแต่ต้องเป็นเรื่องที่คิดขึ้นเอง และนรินทร์ชัย (2546) ให้ความหมาย การมีส่วนร่วม คือ การที่ฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดที่ไม่เคยได้เข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ หรือเข้าร่วมการตัดสินใจ หรือเคยเข้าร่วมด้วยเล็กน้อยได้เข้าร่วมด้วยมากขึ้น เป็นไปอย่างอิสรภาพ เสมอภาค มิใช่เพียงการมีส่วนร่วมอย่างผิวเผิน แต่เข้าร่วมด้วยแท้จริงยิ่งขึ้นและการเข้าร่วมนั้นต้องเริ่มตั้งแต่ขั้นแรกจนถึงขั้นสุดท้ายของโครงการ

กล่าวโดยสรุป การมีส่วนร่วมของประชาชน หมายถึง การเปิดโอกาสให้ประชาชนผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้มีส่วนร่วมในการคิดริเริ่ม การพิจารณาตัดสินใจ การร่วมปฏิบัติและร่วมรับผิดชอบในโครงการต่างๆ อันมีผลกระทบถึงตัวประชาชน ชุมชน หรือแสวงหากิจกรรมที่สามารถแก้ปัญหาของชุมชนที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และตรงกับความต้องการของตนเองและชุมชน เพื่อนำมาซึ่งสภาพความเป็นอยู่ของประชาชนที่ดีขึ้น และนำไปสู่ความร่วมมือแห่งการดำเนินชีวิตในสังคมเดียวกัน

ลักษณะการมีส่วนร่วมของประชาชน

การมีส่วนร่วมของประชาชน ถือเป็นหลักการสากลที่ให้ความสำคัญ และเป็นประเด็นหลักที่สังคมไทยให้ความสนใจเพื่อเปิดโอกาสให้ประชาชนและผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วนรับรู้ ร่วมคิด ร่วมตัดสินใจ เพื่อสร้างความโปร่งใสและเพิ่มคุณภาพการตัดสินใจของภาครัฐให้ดีขึ้น และเป็นที่ยอมรับร่วมกันของทุกๆ ฝ่าย และเป็นการบริหารประเทศที่ประชาชนเรียกร้อง เป็นที่ยอมรับของประชาชนและเป็นไปตามครรลองของระบอบประชาธิปไตย ที่มุ่งเน้นให้การบริหารประเทศ การตัดสินใจ การให้บริการสาธารณะ ตลอดจนการดำเนินนโยบายสาธารณะต่างๆ เป็นไปอย่างสุจริตโปร่งใส เพื่อประโยชน์สุขของประชาชน ตอบสนองความต้องการของประชาชน มีการตัดสินใจที่รอบคอบ เป็นธรรม และคำนึงถึงผลประโยชน์และสิทธิขั้นพื้นฐานของประชาชนโดยรวม การเปิดโอกาสให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วม กระบวนการมีส่วนร่วม ของประชาชนเป็นกระบวนการที่เปิดโอกาสให้ประชาชนหรือชุมชนท้องถิ่นเข้ามามีส่วนในกระบวนการริเริ่ม การวางแผนและการดำเนินการ รวมถึงการปฏิบัติกิจกรรมให้บรรลุเป้าหมายทั้งไว้ ยังหมายรวมถึงการมีส่วนร่วมในการติดตามประเมินผลการดำเนินกิจกรรมของกลุ่ม แต่สิ่งที่น่าสนใจในกระบวนการมีส่วนร่วมเป็นรูปแบบที่เป็นที่ยอมรับในระดับสากลว่า ช่วยกระตุ้นให้เกิดกระบวนการพัฒนาชุมชนในระดับรากหญ้าได้เป็นอย่างดี (กิติชัย และ วิชา, 2547)

การมีส่วนร่วมของประชาชนต้องมีความรู้สึกเป็นเจ้าของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประชาชนจะต้องเริ่มยอมรับสภาพปัญหาคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นและมีการ ตรวจสอบสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นว่าปัญหานั้นเกิดจากที่ไหน เพื่อที่จะได้ดำเนินการแก้ไข โดยมีตัวแทนจากหน่วยงานของรัฐเข้ามามีส่วนร่วมในการช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในขั้นตอนต่างๆ คือการตัดสินใจ การวางแผน และการกำหนดกิจกรรมในการกำหนดสภาพแวดล้อมเพื่อให้เกิดกระบวนการที่ต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อสภาพแวดล้อมมากที่สุด โดยมีลักษณะดังนี้

1. การมีส่วนร่วมของประชาชนในการควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อม คือ การให้การศึกษาแก่ประชาชนในด้านระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนโครงการพัฒนาในภูมิภาคต่างๆ จะต้องมีการเปิดเผยข่าวสารต่อสาธารณชน ให้ได้รับความเข้าใจร่วมแสดงความคิดเห็นต่อโครงการที่จัดทำขึ้น ดังนั้นรัฐบาลจะต้องถือปฏิบัติทางด้านการเผยแพร่ข่าวสาร และสร้างความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อมแก่ประชาชน

2. การเปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วม ในการตัดสินใจด้วยวิธีการต่างๆ นับตั้งแต่การทำประชาพิจารณ์ การมีส่วนร่วมในขบวนการประชาธิปไตย ตามวิถีทางของระบบประชาธิปไตย เพื่อตรวจสอบและตัดสินใจความเหมาะสมของโครงการ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ เริ่มตั้งแต่การกำหนดการวินิจฉัยปัญหา การพิจารณาทางเลือกในการแก้ไขปัญหา การตัดสินใจเลือกเวลา สถานที่ และปริมาณทรัพยากรที่จำใช้หรือสูญเสียไป

ส่วนไพรัช (2527) ได้กล่าวถึงลักษณะของการมีส่วนร่วมไว้ดังนี้คือ

1. ร่วมทำการศึกษา ค้นหาปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชนตลอดเวลา

2. ร่วมคิดหาและสร้างรูปแบบวิธีการพัฒนาเพื่อแก้ไข และลดปัญหาของชุมชน หรือเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อชุมชน

3. ร่วมวางแผน หรือแผนงาน โครงการ กิจกรรม เพื่อขจัดและแก้ปัญหาและสนองความต้องการของชุมชน

4. ร่วมตัดสินใจในการใช้ทรัพยากรที่มีจำกัดให้เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม

5. ร่วมจัดหรือปรับปรุงระบบการบริหารงานพัฒนาให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

6. ร่วมการลงทุนในกิจกรรม โครงการชุมชนตามขีดความสามารถของตนเองและของหน่วยงาน เช่น ร่วมสละแรงงาน วัสดุ เงิน และเวลา

7. ร่วมปฏิบัติตามนโยบาย แผนงาน โครงการ และกิจกรรมให้บรรลุเป้าหมายตามที่วางไว้

8. ควบคุม ติดตาม ประเมินผล และร่วมบำรุงรักษาโครงการ และกิจกรรมที่ได้ทำไว้ทั้งโดยเอกชนและรัฐบาลให้เป็นประโยชน์ได้ตลอดไป

9. ร่วมรับผลประโยชน์ ซึ่งอาจจะเป็นวัตถุทางสังคม หรือทางส่วนตัว

รูปแบบและขั้นตอนการมีส่วนร่วม

การที่ประชาชนภายในพื้นที่มีการรวมกลุ่มในรูปของประชาคมหรือชุมชน ซึ่งเป็นแนวคิดที่สนับสนุนความเข้มแข็งของชุมชนและสังคม โดยเน้นการมีส่วนร่วมของประชาชน ให้ร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมแก้ไขปัญหา ซึ่งการแก้ไขปัญหานั้น จำเป็นต้องมีความร่วมมือทำพร้อมๆ กันในทุกระดับ ต้องระดมทุกองค์ประกอบในสังคม โดยเฉพาะชุมชน เพื่อเสริมสร้างความเป็นชุมชนให้มีความเข้มแข็ง สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้ด้วยตนเอง (จินตวีร์, ม.ป.ป.) รูปแบบของการมีส่วนร่วมที่ดำเนินอยู่โดยทั่วไป สามารถสรุปได้เป็น 4 รูปแบบ คือ

1. การรับรู้ข่าวสาร (public information) ประชาชนผู้มีส่วนได้ส่วนเสียบุคคล และหน่วย งานที่เกี่ยวข้องต้องได้รับการแจ้งให้ทราบถึงรายละเอียดที่จะดำเนินกิจกรรมและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น โดยต้องแจ้งก่อนที่จะดำเนินการ

2. การปรึกษาหารือ (public consolation) ประชาชนผู้เกี่ยวข้อง หรือได้รับผลกระทบ มีการปรึกษาหารือกับผู้ดำเนินโครงการเพื่อรับฟังความคิดเห็นและตรวจสอบข้อมูลเพิ่มเติม

3. การประชุมรับฟังความคิดเห็น (public meeting) ประชาชน ผู้ดำเนินโครงการ และผู้มีอำนาจตัดสินใจได้มีการทำความเข้าใจ และค้นหาสาเหตุในการดำเนินโครงการในพื้นที่ ซึ่งอาจทำได้โดย

3.1 การประชุมในระดับชุมชน (community meeting) ตัวแทนเจ้าของโครงการ ต้องจัดประชุม ประชาชนในชุมชนที่ได้รับผลกระทบ เพื่ออธิบายลักษณะของโครงการและผลกระทบที่คาด ว่าจะเกิดขึ้น

3.2 การประชุมรับฟังความคิดเห็นในเชิงวิชาการ (technical hearing) จัดประชุมรับฟังความคิดเห็นในเชิงวิชาการกรณีที่มีข้อโต้แย้งในเชิงวิชาการโครงการต้องเชิญผู้เชี่ยวชาญ เฉพาะสาขามาช่วยอธิบาย ผลการประชุมต้องนำเสนอต่อที่สาธารณะชนและผู้ร่วมประชุมต้องรับทราบผล

3.3 การประชาพิจารณ์ (public hearing) ประชุมแบบมีขั้นตอนการดำเนินการมีการเสนอข้อมูลอย่างเปิดเผย มีองค์ประกอบของผู้เข้าร่วมประชุมที่เป็นที่ยอมรับ มีหลักเกณฑ์ การพิจารณาที่ชัดเจน

3.4 การร่วมในการตัดสินใจ (decision making) เป้าหมายสูงสุดของการมีส่วนร่วมประชาชนจะเป็นผู้มีบทบาทในการตัดสินใจ

ปรัชญา (2528) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการมีส่วนร่วม มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (decision making) ในกระบวนการตัดสินใจนั้นประการแรกที่จะต้องกระทำคือการกำหนดความต้องการและการจัดลำดับความสำคัญต่อจากนั้นก็เลือกนโยบายและประชาชนที่เกี่ยวข้องการตัดสินใจนี้ เป็นกระบวนการต่อเนื่องที่ต้องดำเนินการไปเรื่อยๆ ตั้งแต่การตัดสินใจช่วงเริ่มต้น การตัดสินใจในช่วงดำเนินการวางแผน และการตัดสินใจในช่วงการ

ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้

2. การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน (implementation) ในส่วนที่เป็นองค์ประกอบของการดำเนินโครงการ จะได้มาจากคำถามที่ว่า ใครจะทำประโยชน์ให้แก่โครงการได้บ้างและจะทำประโยชน์ได้ด้วยวิธีใด เช่น การช่วยเหลือทรัพยากร การบริหารงานและประสานงาน และการขอความช่วยเหลือ เป็นต้น

3. การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (benefits) ในส่วนที่เกี่ยวกับผลประโยชน์นั้น นอกจากความสำคัญของผลประโยชน์ในเชิงปริมาณและคุณภาพแล้ว จะต้องพิจารณาถึงการกระจายผลประโยชน์ภายในกลุ่มด้วย ผลประโยชน์ของโครงการนี้รวมทั้งผลที่เป็นผลประโยชน์ในทางบวกและผลที่เกิดขึ้นในทางลบที่เป็นผลเสียของโครงการ ซึ่งจะเป็นประโยชน์และเป็นโทษต่อบุคคลและสังคมด้วย

4. การมีส่วนร่วมในการประเมินผล (evaluation) การมีส่วนร่วมในการประเมินผลนั้นสิ่งที่จะต้องสังเกตก็คือ ความเห็น (views) ความชอบ (preferences) และความคาดหวัง (expectations) ซึ่งจะมีอิทธิพลสามารถแปรเปลี่ยนพฤติกรรมของบุคคลในกลุ่มต่างๆ ได้

ปัจจัยแห่งความสำเร็จของการมีส่วนร่วมของประชาชน

ปัจจัยแห่งความสำเร็จของการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการ ป่าไม้ ลุ่มน้ำ และสิ่งแวดล้อม กิติชัย และ วิชา (2547) ได้กำหนดไว้ 6 ปัจจัย ดังนี้

1. การมีส่วนร่วมถือเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มคนที่มีความหลากหลายทางความคิด วัฒนธรรม และภูมิปัญญา ดังนั้นการดำเนินงานด้านการมีส่วนร่วมจึงต้องพิจารณาตามศักยภาพของแต่ละชุมชนเป็นสำคัญ และไม่สามารถกำหนดระยะเวลาตายตัวได้ว่าการดำเนินงานด้านการมีส่วนร่วมจะสัมฤทธิ์เมื่อใด แต่เราสามารถตั้งป้าหมายได้ว่าจะใช้เวลาเท่าใดในการดำเนินงานให้ลุล่วงลงได้

2. การมีส่วนร่วมในหลายกรณีต้องอาศัยคนกลางในการดำเนินงานให้ เนื่องจากคนกลางเป็นสื่อกลางที่ไม่มีส่วนได้ส่วนเสียในเรื่องใดๆ ที่เกี่ยวกับชุมชน คนกลางที่ดีต้องดำเนินงานอย่างยืดหยุ่น และคอยประนีประนอมในกรณีที่สมาชิกในชุมชนมีความขัดแย้งเกิดขึ้น

3. การเสริมสร้างการมีส่วนร่วมต้องดำเนินงานไปพร้อมๆ กับการสร้างความเข้าใจของมวลชนในเรื่อง “ สิทธิชุมชน ” ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สิทธิชุมชน หมายความถึง อำนาจชอบธรรม ของชุมชนในการที่จะจัดการและตัดสินใจในการอนุรักษ์ทรัพยากรหรือใช้ทรัพยากรให้เกิดความยั่งยืน

4. การมีส่วนร่วมสามารถทำได้ในหลายลักษณะหลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการและความเหมาะสมของการนำรูปแบบแต่ละรูปแบบไปปรับใช้ และต้องไม่ขัดจารีต ค่านิยมหรือวัฒนธรรมท้องถิ่นดั้งเดิมของชุมชน

5. การสร้างการมีส่วนร่วมที่ดี ต้องสามารถเชื่อมโยงเครือข่ายองค์กร ความร่วมมือในการจัดทรัพยากรได้ โดยเฉพาะเครือข่ายในระบบของพื้นที่ลุ่มน้ำ

6. ควรมีการเสริมสร้างศักยภาพของชุมชนและผู้นำชุมชนให้มีความรู้ความเข้าใจในแนวทางทำงานแบบมีส่วนร่วม อาจเสริมสร้างศักยภาพผ่านการฝึกอบรม ศึกษาดูงาน การเปิดเวทีเพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เป็นต้น

ประโยชน์ของการมีส่วนร่วมของประชาชน

โดยทั่วไปแล้ว กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชน เป็นกระบวนการที่ต้องดำเนินการอย่างเป็นขั้นตอนต่อเนื่อง ซึ่งก่อให้เกิดต้นทุนในการดำเนินการมากพอสมควร อย่างไรก็ตาม ข้อดีของการมีส่วนร่วม คือ การก่อให้เกิดการผลิตนโยบายและบริการสาธารณะที่สอดคล้องกับความต้องการของสาธารณชน เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดสรรทรัพยากรของสาธารณะให้สูงขึ้นโดยการมีส่วนร่วม อรทัย (2555) ได้สรุปประโยชน์ของการมีส่วนร่วมของประชาชน ดังนี้

1. เพิ่มคุณภาพการตัดสินใจ ช่วยให้เกิดการพิจารณาทางเลือกใหม่ ทำให้การตัดสินใจรอบคอบขึ้น

2. การลดค่าใช้จ่ายและการสูญเสียเวลา เมื่อการตัดสินใจนั้นได้รับการยอมรับ จะช่วยลดความขัดแย้งระหว่างการนำไปปฏิบัติ

3. การสร้างฉันทามติ ลดความขัดแย้งระหว่างทางการเมืองและเกิดความชอบธรรมในการตัดสินใจของรัฐ

4. การเพิ่มความง่ายในการนำไปปฏิบัติ สร้างให้ประชาชนเกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของและมีความกระตือรือร้นในการช่วยให้เกิดผลในทางปฏิบัติ

5. การมีส่วนร่วมตั้งแต่ต้นสามารถลดการเผชิญหน้าและความขัดแย้งที่รุนแรงได้

6. ช่วยให้เจ้าหน้าที่ของรัฐมีความใกล้ชิดกับประชน และไวต่อความรู้สึกห่วงกังวลของประชาชนและเกิดความตระหนักในการตอบสนองต่อความกังวลของประชาชน

7. การพัฒนาความเชี่ยวชาญและความคิดสร้างสรรค์ของสาธารณะชน ถือว่าเป็นการให้การศึกษาชุมชน เพื่อเรียนรู้กระบวนการตัดสินใจ และเป็นเวทีฝึกผู้นำ

8. ช่วยทำให้ประชาชนสนใจประเด็นสาธารณะมากขึ้น เป็นการเพิ่มทุนทางสังคม และช่วยเสริมสร้างให้ประชาชนเป็นพลเมืองที่กระตือรือร้น สอดคล้องกับการปกครองตามหลักประชาธิปไตยแบบมีส่วนร่วม

การมีส่วนร่วมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ร่วมกันของชุมชนหลายประการ ได้แก่เป็นสิทธิขั้นพื้นฐานของประชาชนที่กำหนดไว้ในรัฐธรรมนูญ สอดคล้องกับปรัชญา แนวความคิด และหลักการเรียนรู้ร่วมกันของชุมชน เป็นเครื่องชี้วัดความสำเร็จนโยบายของรัฐบาลในเรื่องของการกระจายอำนาจ นำไปสู่การพึ่งพาตนเองของชุมชน ทำให้ดำเนินการพัฒนาชุมชนได้ตรงกับความต้องการที่แท้จริงของประชาชนและชุมชน เป็นการพัฒนาศักยภาพของบุคคลกลุ่มและองค์กรในชุมชนให้มีประสิทธิภาพ เป็นการสร้างความพึงพอใจรวมกัน ทำให้การพัฒนามีความชอบธรรม ทำให้เกิดความรักหวงแหน รับผิดชอบและเป็นเจ้าของชุมชน ถือว่าเป็นกระบวนการสำคัญในการ สนับสนุน ส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันของชุมชนให้ประสบผลสำเร็จเพื่อช่วยแบ่งเบาภาระของรัฐบาล เพราะการพัฒนาแบบมีส่วนร่วมเป็นการพัฒนาของคนในชุมชน โดยคนในชุมชนและเพื่อคนในชุมชนอย่างแท้จริง รัฐบาลเป็นเพียงผู้สนับสนุนในบางส่วนเท่านั้น (สิริพัฒน์, 2550)

บทที่ 3
วิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษา

การศึกษาผลของการฟื้นฟูป่าต้นน้ำด้วยการปลูกไม้สนสามใบและบทบาทการมีส่วนร่วมของชุมชนในการอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ กรณีศึกษา ลุ่มน้ำแม่แรก อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ เป็นการศึกษาด้วยการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ โดยการวางแปลงสำรวจและเก็บข้อมูลในพื้นที่ตัวอย่าง วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและคุณภาพ พร้อมทั้งการจัดเสวนากลุ่มย่อยของชุมชนที่ตั้งถิ่นฐานตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก เนื่องจากลุ่มน้ำแม่แรกเป็นลุ่มน้ำย่อยที่หน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม ได้ดำเนินการปลูกป่าสนสามใบที่ถูกบุกรุกทำลาย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 – พ.ศ. 2523

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

แบ่งประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 ประเภทดังนี้คือ

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่เป็นชนิดพันธุ์ไม้ และลักษณะของดินที่ขึ้นกระจายในป่าปลูกไม้สนสามใบ อายุ 37 ปี (พ.ศ. 2519) ป่าทดแทนธรรมชาติ และป่าธรรมชาติ โดยคัดเลือกแปลงในระดับความสูงที่ใกล้เคียงกัน

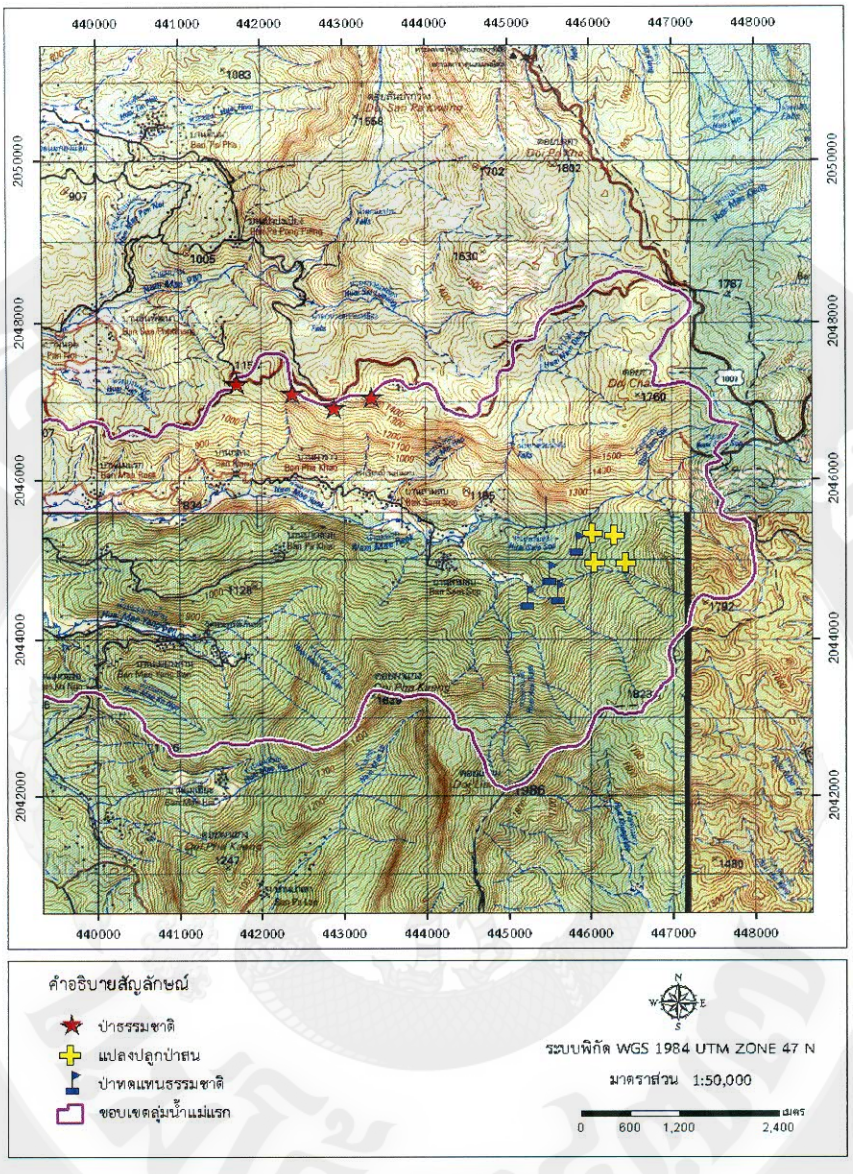
2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างชุมชน ที่ตั้งถิ่นฐานบริเวณพื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำแม่แรก ได้แก่ ชุมชนบ้านสามสบบน หมู่ที่ 1 ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

การคัดเลือกแปลงตัวอย่าง

พื้นที่ศึกษาอยู่ในท้องที่ลุ่มน้ำแม่แรก ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ทั้งหมดจำนวน 3 ชนิดป่า คือ 1. พื้นที่ป่าปลูกไม้สนสามใบ อายุ 37 ปี (ปลูกปี พ.ศ. 2519) จำนวน 4 แปลง 2. พื้นที่ไร่ฝิ่นเก่าที่ปล่อยให้เกิดการทดแทนตามธรรมชาติ จำนวน 4 แปลง 3.พื้นที่ป่าดิบเขาระดับต่ำที่อยู่บริเวณสันเขาของลุ่มน้ำแม่แรก จำนวน 4 แปลง โดยมีพิกัดของแปลงตัวอย่างและให้รหัสของแต่ละแปลงตัวอย่างดังนี้

ตารางที่ 1 รหัสแปลง พิกัดพื้นที่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลและทิศด้านลาดของแปลงที่ศึกษา

ชนิดป่า	รหัสแปลง	พิกัดแปลงที่ศึกษา		ความสูงจากระดับน้ำทะเล	ทิศด้านลาด
ป่าปลูกไม้สนสามใบ	PP1	446285E	2045308N	1,284	ตะวันออก – ตะวันตก
(Pine Plantation,	PP2	446026E	2045329N	1,217	ตะวันออก – ตะวันตก
PP)	PP3	446045E	2044957N	1,265	ตะวันออก – ตะวันตก
	PP4	446434E	2044957N	1,379	ตะวันออก – ตะวันตก
ป่าทดแทนธรรมชาติ	NS1	445842E	2045204N	1,166	ตะวันออก – ตะวันตก
(Natural	NS2	445510E	2044837N	1,139	ใต้ – เหนือ
Succession, NS)	NS3	445610E	2044593N	1,145	ตะวันออก – ตะวันตก
	NS4	445252E	2044530N	1,073	ใต้ – เหนือ
ป่าธรรมชาติ	NF1	441696E	2047232N	1,133	ตะวันตก – ตะวันออก
(Natural Forest, NF)	NF2	442515E	2047073N	1,293	เหนือ – ใต้
	NF3	442877E	2046912N	1,291	เหนือ – ใต้
	NF4	443605E	2047141N	1,495	เหนือ – ใต้



ภาพที่ 3 แผนที่มาตราส่วน 1: 25000 แสดงพื้นที่ที่เก็บข้อมูลแปลงตัวอย่างของแต่ละชนิดป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. ในการเก็บข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 จะเป็นการเก็บข้อมูลทุติยภูมิ โดยการค้นคว้าจากหนังสือ เอกสาร รายงานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการฟื้นฟูป่าต้นน้ำโดยใช้ไม้สนสามใบ โดยสืบหาข้อมูลจาก หน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการฟื้นฟูพื้นที่ป่าต้นน้ำ เช่นกรมป่าไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช หอสมุดจากมหาวิทยาลัยต่างๆ

2. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในกลุ่มประชากรประเภทที่ 1 ประกอบไปด้วย

2.1 แผนที่แสดงภูมิประเทศพื้นที่ศึกษาของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1: 50,000

2.2 เครื่องจับพิกัด GPS

2.3 เข็มทิศ

2.4 เทปวัดระยะ

2.5 เครื่องมือวัดความสูงของต้นไม้

2.6 ไม้บรรทัด สายวัด

2.7 เชือกไนลอน เชือกฟาง

2.8 หมุด ค้อน ตะปู มีด

9. แผงอัดพรรณไม้

2.10 สีสเปรย์

2.11 กล้องถ่ายภาพ

2.12 หนังสือคู่มือจำแนกพรรณไม้

2.13 พลั่ว เสียม สว่าน

2.14 ถังพลาสติก

2.15 ถุงพลาสติกขนาด 10 x 12 นิ้ว

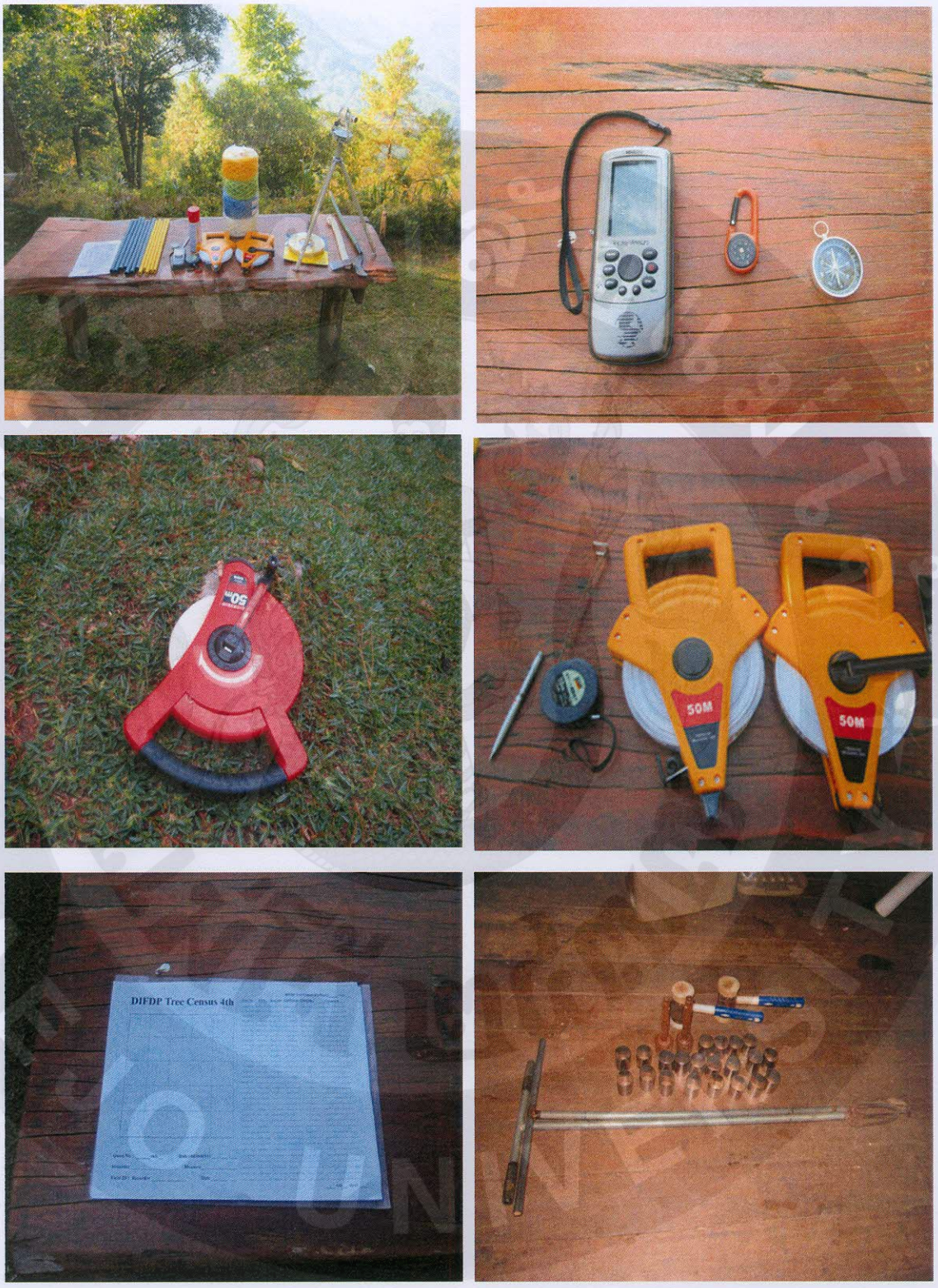
2.16 ถุงพลาสติกขนาด 18 x 36 นิ้ว

2.17 ปากกาเมจิก ชนิดหมึกไม่ละลายน้ำ

2.18 สมุดจดบันทึกภาคสนาม

3. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในกลุ่มประชากรประเภทที่ 2 ประกอบไปด้วย

การศึกษาทางสังคม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 และ 2 โดยนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนามที่วิเคราะห์แล้ว นำมาเสนอให้กับชุมชนได้รับทราบ โดยตัวผู้วิจัยเป็นตัวกระตุ้นและเป็นผู้ตั้งคำถาม ให้ประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) กลุ่มผู้ร่วมประชุมย่อย มีส่วนร่วมในการสะท้อนความคิดเห็นและข้อเสนอแนะตามความต้องการของชุมชน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพตรงตามวัตถุประสงค์มากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 4 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้สำหรับวางแปลงตัวอย่างและเก็บตัวอย่างดิน

วิธีการเก็บข้อมูล

1. การเก็บข้อมูลพรรณไม้โดยใช้แปลงตัวอย่าง

1.1 ในแต่ละแปลงตัวอย่างทำการบันทึกชนิดพันธุ์ไม้ และวัดขนาดเส้นรอบวงที่ระดับความสูงเพียงอกของต้นไม้ที่ปรากฏในทุกแปลงย่อย 10 x10 ตารางเมตร(ขนาดแปลง50 x50 ตารางเมตร) ทุกต้นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอกตั้งแต่ 1.0 เซนติเมตร ขึ้นไป โดยใช้ measuring tape

1.2 ทำการบันทึกตำแหน่งของต้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอกตั้งแต่ 1.0 เซนติเมตร ขึ้นไป

1.3 ทำการเก็บข้อมูลกล้าไม้ที่มีขนาดความสูงต่ำกว่า 1.3 เมตร.เพื่อแจงนับจำนวนกล้าไม้และบันทึกชนิดพันธุ์ โดยการสุ่มวางแปลง ขนาด 2 x 2 ตารางเมตร จำนวน 10 แปลง ในแปลงตัวอย่างขนาด 50 x 50 ตารางเมตร

1.4 ทำการสุ่มวัดความสูงทั้งหมดโดยให้คละตามชั้นขนาดความโต ในแปลงตัวอย่างชั้นอายุละไม่ต่ำกว่า 50 ต้นเพื่อใช้เป็นตัวแทนในการสร้างสมการพยากรณ์ความสูงตามวิธีการของ Ogawa and Kira (1977)

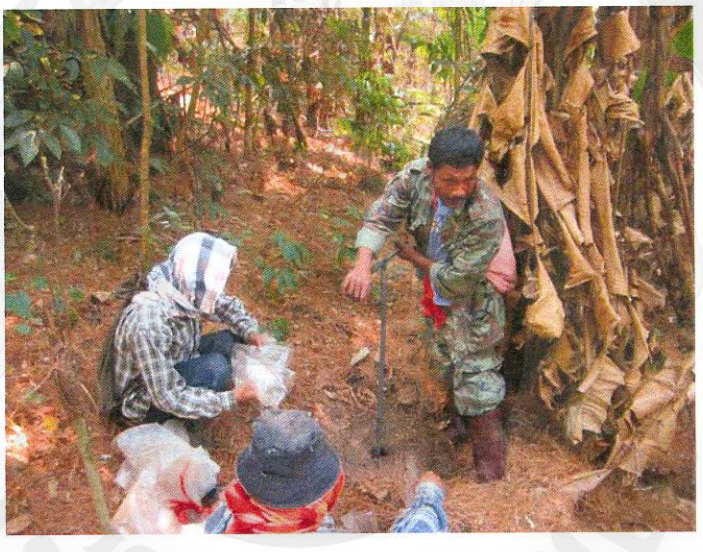
1.5 สำหรับชนิดพันธุ์ไม้ที่ไม่ทราบชื่อชนิด ทำการเก็บตัวอย่างชนิดพันธุ์ไม้เพื่ออัดแห้ง (specimens) นำมาจำแนกที่สำนักหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช ส่วนข้อมูลภูมิประเทศในแต่ละแปลงตัวอย่างทำการบันทึกความสูงเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยใช้ altimeter วัดความลาดชันและทิศของด้านลาดโดยใช้เข็มทิศ

2. การเก็บข้อมูลด้านสมบัติของดิน ในพื้นที่แปลงตัวอย่าง

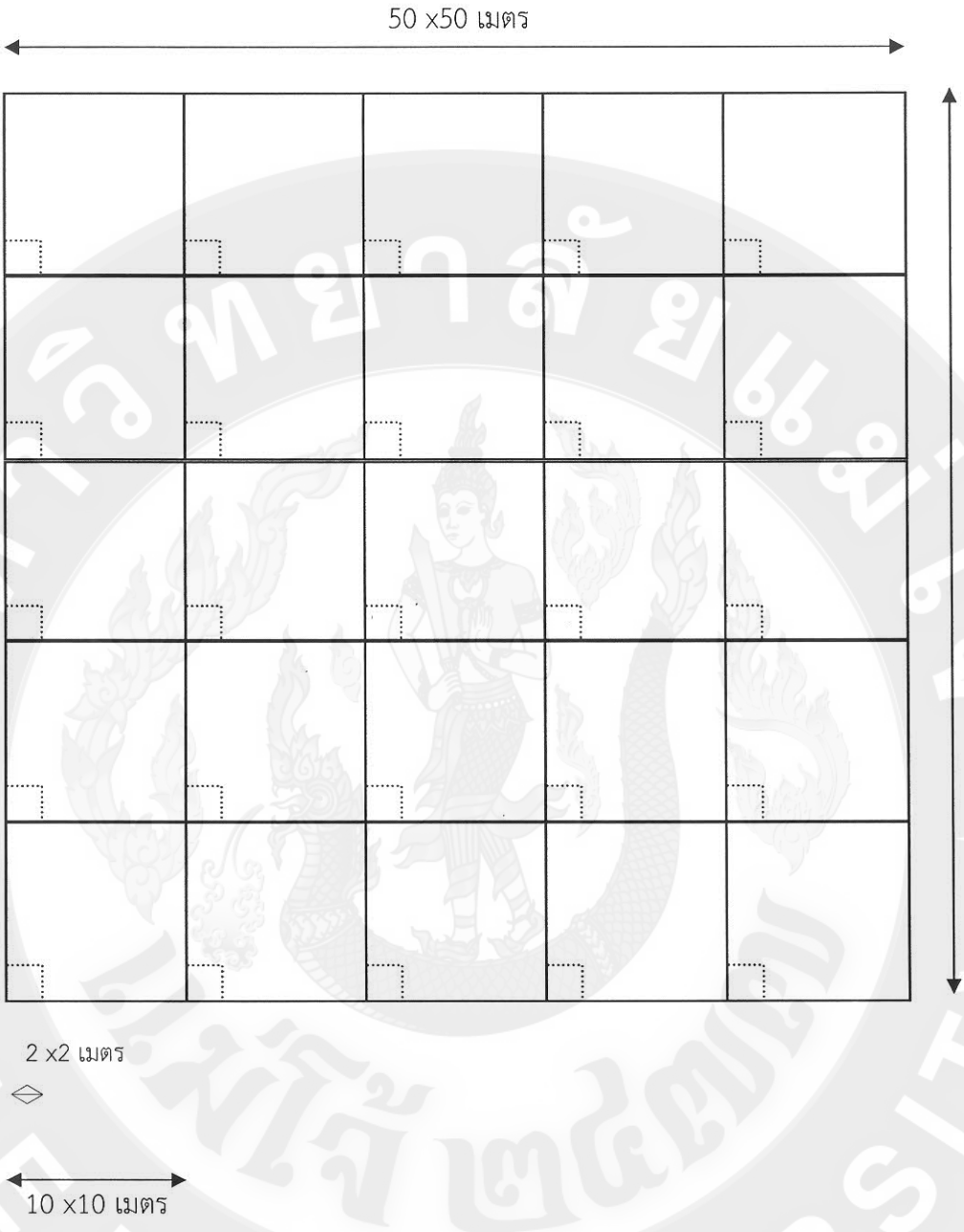
2.1 เก็บตัวอย่างดินในแปลงตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่าง 2 ระดับ ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตรและที่ระดับความลึก 15 -30 เซนติเมตร. โดยเก็บตัวอย่างแบบ composite sample 1 แปลงต่อ 1 ตัวอย่าง โดย 1 ตัวอย่าง ประกอบด้วย ตัวอย่างดินที่เก็บจากจุดต่างๆ ประมาณ 10 จุดกระจายทั่วแปลง ตัวอย่างดินที่เก็บมาได้ ให้แบ่งเป็น 2 ส่วน โดยส่วนหนึ่งจะนำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม หลังจากนั้นนำไปบดและร่อนด้วยตะแกรงขนาด 0.5 และ 2 มิลลิเมตร. โดยตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร. นำไปวิเคราะห์หาสมบัติทางเคมีบางประการของดินได้แก่ pH และตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรง ขนาด 0.5 มิลลิเมตร. นำไปวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic matter) ตัวอย่างดินอีกส่วนหนึ่งนำมาวิเคราะห์หามวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดินซึ่งจะทำการวิเคราะห์ในวันที่เก็บตัวอย่าง

2.2 สุ่มเก็บตัวอย่างดินชั้นบนอีก 3 จุดต่อ 1 แปลง โดยใช้กระบอกเจาะ (Sampling core) เก็บตัวอย่างดิน เพื่อวิเคราะห์หาความหนาแน่นของดิน

ภาพที่ 5 การวางแปลงตัวอย่างและการเก็บข้อมูลด้านโครงสร้างและองค์ประกอบของป่า



ภาพที่ 6 การเก็บตัวอย่างดินในแปลงเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 7 ขนาดของแปลงตัวอย่าง ขนาด 50 x 50 เมตร และแปลง 2x2 เมตร ที่สุ่มเก็บกล้าไม้และเก็บตัวอย่างดิน

3. การเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พื้นที่ป่าต้นน้ำ

นำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ในแปลงตัวอย่างนำมาเสนอให้ชุมชนได้รับทราบอีกครั้ง ในรูปแบบการจัดเวทีชุมชน โดยผู้ศึกษาจะนำเสนอถึงผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลทั้งด้านของชนิดป่า และ คุณสมบัติของดิน แล้วให้ชุมชนมีส่วนร่วมในแสดงความคิดเห็นในเรื่องผลที่ได้จากการฟื้นฟูป่าต้นน้ำของหน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม และนำข้อมูลจากการจัดเวทีชุมชน มาประมวลผลและสรุปอีกครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ลักษณะเชิงวิเคราะห์ (analytical characteristics) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1.1 ความหนาแน่นของพรรณไม้ คำนวณค่าความหนาแน่นของต้นไม้ทั้งหมดในพื้นที่แปลงตัวอย่าง โดยใช้ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative density, R.D.) จากสูตร

$$\text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (\%)} = \frac{\text{จำนวนต้นของพรรณไม้ชนิดนั้นทั้งหมด}}{\text{จำนวนต้นของพรรณไม้ทุกชนิดรวมกัน}} \times 100$$

1.2 ความถี่ ใช้ค่าความถี่สัมพัทธ์ (Relative frequency, R.F.) จากสูตร

$$\text{ความถี่สัมพัทธ์ (\%)} = \frac{\text{ค่าความถี่ของพรรณไม้ชนิดนั้น}}{\text{ผลรวมของค่าความถี่ของพรรณไม้ทุกชนิดรวมกัน}} \times 100$$

1.3 ความเด่นของพรรณพืช ใช้ค่าความเด่นสัมพัทธ์ (Relative dominance, R.Do.) จากสูตร

$$\text{ความเด่นสัมพัทธ์ (\%)} = \frac{\text{ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของพรรณไม้ชนิดนั้น}}{\text{ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของพรรณไม้ทุกชนิด}} \times 100$$

สำหรับพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ (BAi) นั้นคำนวณโดยใช้สูตร

$$BAi = \frac{\pi D^2}{4}$$

ในเมื่อ BAi = พื้นที่หน้าตัดของพรรณไม้ชนิดที่ i (ตารางเมตร) เมื่อ i = 1,2,...n

n = จำนวนชนิดพรรณไม้ทั้งหมด

D = ขนาดเส้นเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (เมตร)

ดังนั้นผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของพรรณไม้ทั้งหมดในแปลงตัวอย่างเท่ากับ $\sum_{i=1}^{n} BAi$

1.4 ค่าดัชนีความสำคัญของพรรณพืช (Importance value index, IVI) คือผลรวมของค่าความสัมพัทธ์ต่างๆ ของชนิดพันธุ์ไม้นั้นในสังคม นั่นคือ ผลรวมของค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ค่าความถี่สัมพัทธ์ และค่าความเด่นสัมพัทธ์

1.5 การสร้างสมการเพื่อพยากรณ์ความสูงต้นไม้ ตามวิธีการของ Ogawa and Kira (1977) โดยนำค่าความสูงต้นไม้ที่ได้ในแต่ละชั้นอายุมาสร้างสมการความสัมพันธ์ในรูปของ hyperbolic ดังนี้

$$H = 1/[(1/AD)+(1/H^*)]$$

โดยที่ H = ความสูงของต้นไม้ (เมตร)

A = ค่าคงที่ที่เฉพาะเจาะจงของแต่ละพื้นที่

H^* = ค่าสัมประสิทธิ์ของความสูงของต้นไม้ (เมตร)

1.6 มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการคำนวณ แยกตามลักษณะโครงสร้างของป่าคือ แปลงป่าปลูกสนสามใบและ แปลงป่าธรรมชาติ

สมการประมาณมวลชีวภาพของสนสามใบ (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon) ใช้ของ Nongnuang (2012) ที่ได้จากการตัดฟันลงในแปลงปลูกไม้สนสามใบตั้งแต่ชั้นอายุ 14 - 34 ปี จากหน่วยจัดการต้นน้ำบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ดังนี้

$$W_S = 0.0503 (D^2H)^{0.8775} \qquad R^2 = 0.9749$$

$$W_B = 0.0012 (D^2H)^{1.0996} \qquad R^2 = 0.4982$$

$$W_L = 0.4536 (W_B)^{0.7933} \qquad R^2 = 0.6324$$

โดยที่ W_S = มวลชีวภาพของลำต้น (กิโลกรัม)

W_B = มวลชีวภาพของกิ่ง (กิโลกรัม)

W_L = มวลชีวภาพของใบ (กิโลกรัม)

สมการประมาณมวลชีวภาพของไม้ชนิดอื่นๆ ที่ทดแทนตามธรรมชาติในแปลงปลูกสนสามใบ (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon) นั้น จะใช้สมการเดียวกับการประมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าธรรมชาติ

สมการประมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าธรรมชาติ คำนวณโดยใช้สมการของ Chave *et al.* (2005) โดยใช้สมการที่เป็น Moist forest stands ส่วนข้อมูลความหนาแน่นของเนื้อไม้เฉลี่ยต่อพื้นที่ได้จากการศึกษาของ Sungpalee *et al.* (2009) และ Sungpalee (2010) ในการประมาณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินดังนี้

$$AGB = 0.112 \times (\rho D^2 H)^{0.916}$$

โดยที่ AGB = มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (กิโลกรัม)

ρ = ค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (เซนติเมตร)

H = ความสูงทั้งหมดของไม้ยืนต้น (เมตร)

2. ลักษณะเชิงสังเคราะห์ของสังคม (synthetical characteristics) ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

2.1 ดัชนีความหลากชนิด (Shannon-Wiener index of diversity) คำนวณตามวิธีการของ Krebs (1972) ดังนี้

$$H = -\sum_{i=1}^{s} pi \ln pi$$

ในเมื่อ pi = สัดส่วนระหว่างจำนวนต้นของพรรณไม้ชนิดที่ i ต่อจำนวนต้นของพรรณไม้ทั้งหมด (เมื่อ i = 1, 2, 3,... s)

s = จำนวนชนิดพรรณไม้ทั้งหมดในแปลงที่ศึกษา

ln = ล๊อกการิทึ่มฐานธรรมชาติ

2.2 ค่าดัชนีความคล้ายคลึง (Similarity index, ISs) ของแต่ละสังคม โดยใช้สมการของ Sorrensen (1948) ดังนี้

$$IS_s = \frac{2W}{A + B} \times 100$$

IS_s = ดัชนีความคล้ายคลึง

W = จำนวนชนิดที่ปรากฏทั้งในสังคม A และ B

A = จำนวนชนิดที่ปรากฏทั้งหมดในสังคม A

B = จำนวนชนิดที่ปรากฏทั้งหมดในสังคม B

จากนั้นสามารถคำนวณหาค่าความแตกต่างขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้ระหว่างแปลงตัวอย่างได้จากสูตร

ดัชนีความแตกต่าง (DI) = 100 – SI

เมื่อ DI = ดัชนีความแตกต่าง (Dissimilarity index)

3. วิเคราะห์หาคุณสมบัติของดิน

3.1 การวิเคราะห์ pH ดิน ชั่งดินจำนวน 20 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ใช้อัตราส่วนของดินต่อน้ำเป็น 1:1 คนให้เข้ากันโดยคน 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 5 นาทีแล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จึงนำไปวัด pH โดยใช้ pH-meter (เนาวรัตน์, 2527)

3.2 อินทรีย์วัตถุในดิน(Organic matter) โดยวิธีการของ Nelson and Sommers (1996) ทำการชั่งตัวอย่างดินที่ร่อนผ่านตะแกรง 0.5 มิลลิเมตร จำนวน 0.5 กรัม ใส่ Erlenmeyer flask 250 มิลลิลิตร เติม $K_2Cr_2O_7$ 1 N จำนวน 10 มิลลิลิตร โดยใช้ volumetric pipette เขย่า flask เบาๆ เพื่อให้น้ำยากับตัวอย่างดินผสมเข้ากัน ใส่ H_2SO_4 จำนวน 20 มิลลิลิตร(รินกรดใส่ทีละน้อยเพื่อป้องกันการกระเด็นของอนุภาคดิน ควรเติมกรดในตู้ควัน) ทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร หยด O-phenanthroline ferrous complex ประมาณ 5-6 หยดแล้วนำมาไตเตรททันทีกับ standard ferrous sulfate 0.5 N จนปริมาตร ferrous sulfate ที่ใช้ในแต่ละตัวอย่าง end point ของ suspension จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง

หาความเข้มข้นที่แท้จริงของ ferrous sulfate โดยการทำ blank คือการใช้ volumetric pipette 10 มิลลิลิตร ดูด $K_2Cr_2O_7$ 1 N จำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ Erlenmeyer flask 250 มิลลิลิตร ใส่กรด H_2SO_4 จำนวน 20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร นำไปไตเตรทกับ ferrous sulfate โดยใช้ diphenylamine หรือ O-phenanthroline เป็น indicator เช่นเดียวกับตัวอย่าง จนปริมาตร ferrous sulfate ที่ใช้กับ blank end point ของ suspension จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง แล้วนำมาคำนวณหาความเข้มข้นดังนี้

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

N_1 = ความเข้มข้นของ $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้

V_1 = ปริมาตรของ $K_2Cr_2O_7$ ที่ใช้

N_2 = ความเข้มข้นของ $FeSO_4$ ที่ใช้

V_2 = ปริมาตรของ $FeSO_4$ ที่ใช้

$$\text{อินทรีย์วัตถุ}(\%) = \frac{\left[10 - \left(M \times 0.5\right)\right] \times 0.672}{W}$$

M = ปริมาตร $FeSO_4$ ที่ไตเตรทได้ (มิลลิลิตร)

W = น้ำหนักดิน (กรัม)

3.3 การวิเคราะห์มวลชีวภาพของจุลินทรีย์ดิน ทำการวิเคราะห์ตามวิธีการของ (Nunan *et al.*, 1998) โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.3.1 เตรียมสารละลาย K_2SO_4 0.5 N ชั่ง K_2SO_4 87.14 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร

3.3.2 หามวลชีวภาพของจุลินทรีย์โดยวิธี chloroform fumigation และ UV-absorption ที่ 280 *nm* ชั่งตัวอย่างดิน 20 กรัม ด้วยช้อนตักสารที่ผ่านการจุ่ม alcohol แล้วเผาไฟ และใช้กระดาษที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วใส่ลงในขวดแก้วขนาด 50 มิลลิลิตร โดยแยกดินออกเป็น 2 ชุด ชุดละ 3 ตัวอย่าง โดยชุดที่ 1 สำหรับรม chloroform และชุดที่ 2 ไม่รม chloroform

3.3.3 นำตัวอย่างดินชุดที่ 1 ใส่ลงในโถดูดความชื้นที่มีกระดาษทิชชูชื้นวางอยู่ด้านล่าง ใส่ chloroform ปริมาตร 40 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์แล้วนำไปวางไว้ในโถดูดความชื้น ปิดฝาโถดูดความชื้นใช้เครื่องดูดอากาศดูดอากาศในโถดูดความชื้นออกจนกระทั่งไอของ chloroform มาเกาะตามผนังของโถดูดความชื้น รม chloroform ไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมงในที่มืด

3.3.4 สำหรับดินชุดที่ 2 นำไปบ่มไว้ในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน เมื่อครบ 24 ชั่วโมงนำ chloroform และกระดาษทิชชูออก ดูด chloroform ที่เหลือในตัวอย่างดินออกโดยใช้เครื่องดูดอากาศดูดอากาศออก 8 ครั้งๆละ 3 นาที นำดินถ่ายใส่ขวดพลาสติกที่มีฝาปิด เติม K_2SO_4 0.5 N จำนวน 100 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 30 นาที แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 นำสารละลายที่กรองได้ไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงของ UV ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 280 *nm* ภายใน 1 ชั่วโมงหลังจากการกรอง นำค่าที่อ่านได้ไปคำนวณหาปริมาณชีวมวลคาร์บอนและชีวมวลไนโตรเจนดังสมการ

$$\text{Biomass C} = 21{,}747(E_{280})$$

$$\text{Biomass N} = 3{,}479(E_{280}) + 40$$

เมื่อ E_{280} : ค่าการดูดกลืนแสงต่อกรัมของดิน

Biomass C : มีหน่วยเป็น $\mu C.g^{-1}$ soil

Biomass N : มีหน่วยเป็น $\mu N.g^{-1}$ soil

3.4 หาความหนาแน่นรวม (bulk density) โดย Cold method (จักรพงษ์, 2546) ตามวิธีการดังนี้

3.4.1 เลือกก้อนดินแห้งที่มีน้ำหนักประมาณ 30 กรัม ปัดฝุ่นหรืออนุภาคดินที่ไม่เกาะติดกับก้อนดินออก

3.4.2 ผูกก้อนดินด้วยเส้นด้ายเพื่อให้แขวนลอยในอากาศได้ แล้วชั่งน้ำหนัก (W)

3.4.3 หย่อนก้อนดินลงในพาราฟินที่อุ่นจนเหลวและมีอุณหภูมิประมาณ 59 °C ไม่เกิน 1 นาที ยกก้อนดินขึ้น ตรวจสอบว่าพาราฟินเคลือบก้อนดินทั่วหรือไม่ แล้วชั่งน้ำหนักก้อนดินที่เคลือบด้วยพาราฟินอีกครั้ง (Wp)

3.4.4 ชั่งน้ำหนักก้อนดินที่เคลือบด้วยพาราฟินอย่างทั่วแล้วในน้ำ โดยให้ก้อนดินแขวนอยู่ (Ww) นำมาคำนวณ ดังสมการ

$$\rho b = \frac{W}{\frac{(Wp - Ww)}{\rho w} - \frac{(Wp - w)}{\rho p}}$$

เมื่อ ρw = ความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

ρp = ความหนาแน่นของพาราฟินเท่ากับ 0.9 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร

W = น้ำหนักดิน (กรัม)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4.1 ทดสอบความแปรปรวนลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบของป่าต้นน้ำที่ปลูกฟื้นฟูโดยไม้สนสามใบแปลงชั้นอายุ 37 ปี (ปลูกปี พ.ศ. 2519) และป่าธรรมชาติ ตามลักษณะในเชิงปริมาณต่างๆ ได้แก่ จำนวนของชนิดพันธุ์ไม้ จำนวนของสกุล จำนวนของวงศ์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกสูงสุด พื้นที่หน้าตัดทั้งหมด และปัจจัยแวดล้อมได้แก่ คุณสมบัติดินทางชีวภาพ ทางกายภาพ และ เคมีโดยใช้ Kruskal-Wallis test เนื่องจากตั้งข้อสมมติฐานไว้ว่าข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบไม่เป็นเส้นโค้งปรกติจึงใช้สถิติแบบไม่อิงพารามิเตอร์ (nonparametric statistics) (Zar, 1999) และทำการ เปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะในเชิงปริมาณต่างๆ โดยทำการเปรียบเทียบต่อแบบ nonparametric multiple comparisons โดยใช้วิธีของ Nemenyi (Zar, 1999)

4.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของการกระจายชั้นขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก ของแปลงปลูกป่าแต่ละชั้นอายุ และแปลงในป่าธรรมชาติโดยใช้วิธีของการทดสอบ Two-sample Kolmogorov-Smirnov test (Zar, 1999)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบของป่าต้นน้ำที่ปลูกฟื้นฟูโดยไม้สนสามใบและในป่าธรรมชาติ และการวิเคราะห์ความแตกต่างของการกระจายชั้นขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก จะดำเนินการโดยการใช้โปรแกรม R (R Development Core Team, 2008)

5. การวิเคราะห์ข้อมูลจากเวทีชุมชน

นำข้อมูลที่ได้จากการจัดเวทีชุมชนมาสรุปประเด็นให้ชัดเจน และให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เพื่อใช้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์และจัดการพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรกระหว่างหน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวมและชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรกไว้ต่อไปในอนาคต

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษา

1. บริบทการฟื้นฟูป่าต้นน้ำโดยการปลูกไม้สนสามใบ

การฟื้นฟูพื้นที่ไร่ร้างในพื้นที่ต้นน้ำบนที่สูงโดยการปลูกป่ามีความสำคัญอย่างมากต่อระบบนิเวศป่าไม้ ที่ผ่านมาส่วนใหญ่กรมป่าไม้และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืชมีการปลูกไม้สนสามใบเป็นสวนป่า ต่อมาได้มีการปลูกพันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ ได้แก่ กำลังเสือโคร่ง แอปเปิลป่า นางพญาเสือโคร่ง เป็นต้น สวนป่าไม้สนสามใบบางแห่งไม่มีไม้ใบกว้างขึ้นปะปนหรือมีน้อย ซึ่งเกิดจากวิธีการจัดการแบบเก่าที่มีการแผ้วถางป่าเดิมที่เสื่อมโทรมจนโล่งเตียนก่อนการปลูกไม้และมีการตัดสางออกเพื่อลดการแก่งแย่งกับไม้สน ทำให้ขาดแม่ไม้และส่งผลทำให้เกิดการทดแทนในสวนป่าน้อย ต่อมาได้มีการพัฒนาการปลูกเป็นแบบปลูกเสริมป่าโดยไม่ตัดฟันไม้ที่เหลือออก ทำให้สวนป่าไม้สนสามใบในระยะต่อมามีต้นไม้ใบกว้างขึ้นปะปนมาก ซึ่งประกอบด้วยต้นไม้ที่เหลืออยู่เดิม พันธุ์ไม้ที่แตกหน่อจากตอไม้และที่เกิดการทดแทนจากเมล็ดไม้ที่ร่วงหล่นสวนป่าไม้สนสามใบของประเทศไทยมีอยู่ทั้งหมดประมาณ 150,000 เฮกแตร์ (RFD, 1993)

1.1ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของไม้สนสามใบ

ไม้สนสามใบ (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon) เป็นพืชในกลุ่มสน (conifers) เป็นไม้อยู่ในวงศ์ Pinaceae อันดับ Coniferales จัดเป็นพืชในกลุ่มเมล็ดเปลือย (gymnosperm) ไม้สนเป็นพืชดึกดำบรรพ์กลุ่มแรกที่เกิดขึ้นในยุคมีโซโซอิค (mesozoic era) นับว่าเป็นไม้เก่าแก่ที่สุดในบรรดาพืชที่มีเมล็ดทั้งหลาย ในประเทศไทยมีชื่อเรียกแตกต่างกันดังนี้ ชื่อทั่วไปเรียกว่า สนสามใบ ภาคกลางเรียกว่า สนเขา ภาคเหนือ เรียกว่า เกี๊ยะเปลือกแดง แต่จังหวัดเชียงใหม่เรียกว่า เกี๊ยะเปลือกบาง จังหวัดแม่ฮ่องสอนเรียกว่า เชี้ยงบั้ง จังหวัดเพชรบูรณ์เรียกว่า แปก ทางภาคอีสานเรียกว่า จ๋วง (เต็ม , 2544)

สนสามใบเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงใหญ่มีความสูงประมาณ 35–45 เมตร ในประเทศไทยสนสามใบจะเป็นไม้ขนาดกลาง ความสูงประมาณ 30 เมตร และเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 40 เซนติเมตรลำต้นตรงเปลา มีเรือนยอดเป็นพุ่มกลมขณะมีอายุยังน้อยเรือนยอดไม้สนสามใบจะมีรูปปิรามิดและเมื่อโตเต็มที่มีเรือนยอดเป็นรูปร่มเปลือกหนามีสีชมพูหรือสีน้ำตาลแดงและจะแตกหลุดออกเป็นเกล็ดหรือแผ่น เมื่อต้นมีอายุเต็มวัยแล้วใบเป็นลักษณะใบเดี่ยวเล็กเรียวยาวเป็นรูปเข็มรวมเป็นกระจุกกระจุกละ 3 ใบมีความยาวประมาณ 12-25 เซนติเมตรหนาประมาณ 0.5-1.0 มิลลิเมตรมี

สีเขียวอ่อน มีท่อน้ำมัน 3-5 ท่อต่อผิวใบโคนของกระจุกใบหรือกลุ่มใบจะมีเยื่อหุ้มสีน้ำตาลเทายาวประมาณ 0.5-1.5 เซนติเมตรดอกตัวผู้(strobili) เป็นรูปทรงกระบอกยาวประมาณ 2-3 เซนติเมตร ออกเป็นกลุ่มรวมกันแต่ละดอกกว้างประมาณ 0.5 เซนติเมตรระยะแรกๆจะมีสีเหลืองซีดหรือน้ำตาลอ่อนเมื่อแก่จัดจะมีสีออกสีม่วงเกสรตัวผู้จะมีอยู่ระหว่างเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ดอกตัวเมีย (conelet) จะมีสีม่วงอมเขียวเป็นเกล็ดเล็กๆเรียงสลับเวียนกัน แต่ละเกล็ดทางด้านล่างของเกล็ดมีกาบรองรับอยู่ดอกตัวเมียเจริญเติบโตเต็มที่ จะมีรูปกรวยและเกล็ดแข็ง จะออกช่วงเดือนธันวาคมจนถึงต้นกุมภาพันธ์ ช่วงผสมเกสรจะมีอยู่ระหว่างเดือนมกราคม– กุมภาพันธ์โดยเกล็ดเล็กๆตามดอกตัวเมียจะเปิดอ้าออก รับละอองเกสรตัวผู้แล้วพัฒนาเป็นลูกกลม (cone) ในระยะนี้จะมีขนาดเล็กยาว 5-8 เซนติเมตรเส้นผ่าศูนย์กลาง 4-5 เซนติเมตรมีสีเขียวและเมื่อระยะประมาณครบ 23 เดือนลูกสนจะแก่จัดมีสีน้ำตาลเกล็ดจะอ้าออกเปิดโอกาสให้เมล็ดใต้เกล็ด 1–2 เมล็ดขนาด 0.3–0.5 เซนติเมตรหลุดร่วงออกมาเมล็ดจะมีครีบสีขาวบางเป็นปีกอยู่ที่ตอนปลาย ยาวประมาณ 1.5–2.5 เซนติเมตรช่วยในการปลิวกระจายไปตามลม ช่วยในการกระจายพันธุ์ลูกสนแก่จัดในช่วงเดือนธันวาคม – มกราคมการงอกของเมล็ดเริ่มขึ้นหลังจากเมล็ดที่มีปีกเดียวปลิวออกจากผล (cone) ที่แก่จัด ตกตามบริเวณพื้นป่าเมื่อเมล็ดได้รับปริมาณความชื้นพอเพียงในฤดูฝนก็จะเริ่มงอกทันทีโดยรากจะแทงลงในดินหลังจากงอกประมาณ 10-15 วันก็จะมีใบเลี้ยงลักษณะเป็นเส้นๆสีเขียวเกิดโดยรอบ 6-8 เส้นระยะนี้กล้าสนสามใบยังมีแต่รากแก้วอยู่หลังจาก 25-30 วันจะเกิดยอดอ่อนขึ้น ระบบรากก็จะเกิดรากฝอยขึ้นรอบๆรากแก้ว เพื่อใช้ดูดซับธาตุอาหารในดินหล่อเลี้ยงต้นกล้า เป็นระยะที่กล้าสนจะต้องหาอาหารกินเองเมื่อกล้าสนอายุได้ 1 ปีระบบของรากฝอยก็เจริญเติบโตเต็มที่ แผ่กระจายตามหน้าผิวดินทั้งนี้ถ้าเป็นไปตามสภาพของพื้นที่ในป่าธรรมชาติที่สนสามใบขึ้นอยู่ ส่วนใหญ่จะเป็นสันเขาซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,000-1,500 เมตร (สมเกียรติ, 2541)

ในสภาพป่าธรรมชาติที่มีไม้สนสามใบขึ้นอยู่ พบว่าไม้สนสามใบมักขึ้นเป็นกลุ่ม มีบางแห่งที่ขึ้นกระจัดกระจาย เนื่องจากเมล็ดของไม้สนสามใบสามารถงอกและเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่ดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และในที่โล่งแจ้ง อันเนื่องมาจากการทำลายป่า ทำไร่เลื่อนลอยของมนุษย์ และพื้นที่ถูกไฟไหม้ นอกจากนี้ไม้สนสามใบยังมีความได้เปรียบกว่าไม้ใบกว้าง เมื่อต้องแก่งแย่งแข่งขันกัน ดังนั้นไม้สนสามใบจึงเป็นไม้เบิกนำที่ดี เมื่อสภาพดินอุดมสมบูรณ์ขึ้น ไม้ใบกว้างก็จะลุกล้ำเข้ามาแทนที่ป่าสน โดยธรรมชาติแล้ว การคงสภาพเป็นป่าสนอยู่ได้เพราะปัจจัยความไม่อุดมสมบูรณ์ของพื้นที่เกื้อกูลไม่ให้ไม้ใบกว้างสามารถแข่งขันได้ ดังนั้น การปลูกไม้สนสามใบจึงเป็นการเลียนแบบการสร้างดินให้ดีขึ้นโดยพัฒนาการของธรรมชาติตามหลักทางนิเวศวิทยา (ประดิษฐ์, 2540)

1.2 การกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติของไม้สนสามใบ

ไม้สนสามใบมีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติเป็นบริเวณกว้าง ระหว่าง30 องศาเหนือและ 12 องศาเหนือในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ บริเวณประเทศพม่าอินเดียธิเบตลาวเวียดนามไทย ฟิลิปปินส์และจีนสนสามใบจะขึ้นอยู่ในระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 350-2,900 เมตรส่วนใหญ่แล้วจะพบว่าอยู่ในช่วงความสูงเกินกว่า 1,000 เมตรขึ้นไป ป่าสนสามใบในประเทศไทยขึ้นอยู่ในบริเวณที่ราบสูงตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของประเทศ ขึ้นอยู่ระหว่างความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,000 – 1,500 เมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,000 – 2,000 มิลลิเมตร/ปี อุณหภูมิเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส สนสามใบที่ขึ้นอยู่ในประเทศไทยจะขึ้นปะปนกับสนสองใบ โดยสนสองใบจะขึ้นในระดับความสูงที่ต่ำกว่า จนถึงความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,000 เมตร ส่วนสนสามใบจะขึ้นอยู่จากระดับเกินกว่า 1,000 เมตร ที่ระดับความสูงที่สูงที่สุดพบว่า สนสามใบขึ้นอยู่ตามธรรมชาติบริเวณยอดดอยปุยในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพจังหวัดเชียงใหม่ซึ่งสูงจากระดับน้ำทะเล ประมาณ 1,600 เมตรนอกจากนี้บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์จังหวัดเชียงใหม่ บริเวณหลักกิโลเมตรที่ 23-26 พบไม้สนสามใบขึ้นอยู่เป็นกลุ่มใหญ่ ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,200 เมตรและยังมีลักษณะรูปทรงลำต้นการเจริญเติบโตตามธรรมชาติดีมากจนถือได้ว่าเป็นแหล่งไม้สนสามใบธรรมชาติที่ดีที่สุดในประเทศไทย (สมเกียรติ, 2541; ธวัชชัย, 2555)

1.3 การคัดเลือกพื้นที่และการเตรียมพื้นที่ปลูกสนสามใบ

การปลูกสร้างสวนป่าฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำส่วนใหญ่กรมป่าไม้ได้ทำการปลูกพันธุ์ไม้ตระกูลสน เช่น สนสองใบ (*Pinus merkusii*), สนสามใบ (*P. kesiya*), สนคาริเบีย (*P. caribaea*), สนโอคาปาร์ (*P. oocarpa*), สนเทคูมานี่ (*P. palula ssp. tecunumanii*) (ประดิษฐ์, 2540)

การปลูกป่าเชิงอนุรักษ์ป่าต้นน้ำลำธารด้วยไม้สนสามใบ นับว่าถูกต้องตามหลักวิชาการป่าไม้ถ้าเปรียบเทียบกับการปลูกเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการปลูกป่าเชิงปรับปรุงสภาพป่าเสื่อมโทรม เพราะไม้สนสามใบจะขึ้นอยู่ตามพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธารของประเทศโดยธรรมชาติอยู่แล้วประกอบกับเป็นไม้ไม่ผลัดใบทำให้บริเวณที่ปลูกไม้สนสามใบเขียวชุ่มชื้นดีโดยเฉพาะฤดูแล้งบริเวณป่าสนสามใบจะมีความชื้นอยู่มากเมื่อเทียบกับไม้ที่ผลัดใบในฤดูแล้ง (สมเกียรติ, 2541) โดยการคัดเลือกพื้นที่และการเตรียมพื้นที่ปลูกสนสามใบมีขั้นตอนดังนี้

1.3.1 การสำรวจพื้นที่และการจัดทำแผนที่เบื้องต้นเพื่อต้องการทราบว่าอาณาเขตพื้นที่อยู่ในที่ใดบ้างจะปลูกเนื้อที่เท่าไรแล้วลากแนวขอบเขตลงในแผนภูมิประเทศหรือแผนที่ระวางมาตราส่วน 1: 50,000 ให้ได้จำนวนพื้นที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ที่จะปลูกเชิงอนุรักษ์ต้นน้ำโดยกำหนดไว้ก่อนเลยว่าพื้นที่ที่จะปลูกไม้สนสามใบ จะต้องอยู่ในระหว่างความสูง 1,000 – 1,500 เมตรจากระดับน้ำทะเล

1.3.2 การเตรียมพื้นที่สำหรับปลูกสนสามใบเชิงอนุรักษ์ต้นน้ำลำธารการสร้างถนนป่าไม้และแนวป้องกันไฟเพื่อใช้เป็นเส้นทางคมนาคมอำนวยความสะดวกในการขนส่งกล้าไม้เข้าไปในพื้นที่ที่จะปลูกสนสามใบ การขนส่งคนงานเข้าไปปฏิบัติงานในพื้นที่ใช้เป็นเส้นทางตรวจสอบการปฏิบัติงานและควบคุมงานใช้เป็นแนวป้องกันไฟและแนวเขตแปลงปลูกป่าในการปลูกสนสามใบนอกจากจะต้องทำแนวป้องกันไฟโดยรอบแปลงปลูก เพื่อเป็นการป้องกันไฟแล้วถนนป่าไม้ยังช่วยป้องกันไฟภายในแปลงปลูกอีกด้วย

1.3.3 การกำจัดวัชพืชในพื้นที่ที่จะดำเนินการปลูกสนสามใบพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่ผ่านการบุกรุกทำลายมาแล้วมักจะไม่มีต้นไม้ขนาดใหญ่หลงเหลืออยู่ แต่หากปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลานานหลายปีอาจจะมีลูกไม้ขนาดเล็กที่ไม่ทราบชนิดขึ้นบ้างมีหญ้าชนิดต่างๆขึ้นบ้างจึงควรจะกำจัดออกให้หมดเพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงานการกำจัดวัชพืช ควรเริ่มกำจัดระหว่างเดือนมกราคม – มีนาคม

1.4 วิธีการปลูกสนสามใบและระยะปลูกที่เหมาะสม

หลังจากทำการเตรียมพื้นที่เสร็จเรียบร้อยแล้วก็มามาถึงขั้นตอนที่จะทำการปลูกโดยมีขั้นตอนดังนี้

1.4.1 ตัดหลักหมายแนวปลูกหลักที่จะใช้หมายแนวปลูกนั้นปกติจะใช้ไม้ไผ่มาทำการผ่าแบ่งออกให้ได้ขนาดยาวประมาณ 1 เมตรแล้วตัดหรือเหลาให้ได้ปลายแหลมปกติจะต้องทำไว้ให้เสร็จก่อนเดือนเมษายนโดยรวมกองไว้เป็นมัดๆเพื่อสะดวกในการแบกหาม เข้าปักหลักในพื้นที่

1.4.2 การปักหลักหมายแนวปลูกมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดตำแหน่งของต้นไม้ที่จะปลูกให้เป็นไปตามระยะปลูกที่กำหนด เพื่อความสะดวกต่อการปลูก การบำรุงรักษา การจัดการตามขั้นตอนการเจริญเติบโตระยะปลูกที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ของการปลูกไม้สนสามใบโดยปกติทั่วไปในการปลูกป่าเชิงอนุรักษ์ต้นน้ำลำธารนิยมปลูกกันที่ระยะ 4x4 เมตรจะได้ต้นไม้ที่ปลูก 100 ต้น/ไร่

1.4.3 การขนส่งกล้าไม้ในการขนส่งถ้าใช้รถยนต์ในการขนส่งควรมีวัสดุคลุมกล้าไม้เพื่อป้องกันอันตรายจากลมพัดขณะรถยนต์วิ่งเช่นตาข่ายพรางแสง 3.4 เมื่อไปถึงบริเวณแปลงปลูกแล้วควรหาที่พักกล้าไม้ในที่ร่มเช่นใต้ร่มไม้ หรือที่ใกล้กับแหล่งน้ำให้มากที่สุด

1.4.4 การเตรียมหลุม คนงานขุดหลุมปกติ ใช้จอบขุดให้มีความกว้างยาวและลึกประมาณ 25 ซม. และต้องขุดในตำแหน่งเดียวกันตลอดเช่นขุดห่างจากหลักแนวปลูกประมาณ 1 หน้าจอบ จะต้องขุดในแนวนี้ไปตลอด และควรกระทำในวันเดียวกับที่มีการปลูก

1.4.5 การปลูกหลังจากขุดหลุมปลูกแล้วใช้คนงาน 2 กลุ่มกลุ่มแรกจะขนกระบะบรรจุกล้าไม้เข้าแปลงปลูกและนำกล้าไม้สนสามใบวางเรียงตามหลุดที่ขุดไว้คนงานกลุ่มที่ 2 จะทำการปลูกโดยฉีกถุงพลาสติกออก แล้วนำถุงครอบไว้ที่ปลายหลักหมายแนวปลูกเพื่อแสดงว่าได้ฉีกถุงแล้ว เมื่อวางกล้าสนให้ตรงแล้ว กลบดินให้มิดโคนกล้าสน ในขณะเดียวกันควรกวาดเศษไม้ใบหญ้าใกล้ๆมาทำการสุม โดยกันน้ำฝนชะล้างหน้าดินที่กลบไว้

1.5 การบำรุงรักษาไม้สนสามใบ

การบำรุงรักษาสวนป่าไม้สนสามใบ เป็นขั้นตอนที่จำเป็นต่อการปลูกไม้สนทั้งนี้เพื่อให้กล้าไม้สนที่ปลูก มีอัตราการรอดตายสูง และการเจริญเติบโตได้ดี พ้นจากการแก่งแย่งของวัชพืชและสัตว์อื่นๆตลอดจนเป็นการปรับปรุงสภาพการปลูกสวนไม้สนสามใบ ให้มีคุณภาพมากขึ้นด้วยโดยมีขั้นตอนการปฏิบัติการดังนี้

1.5.1 การกำจัดวัชพืชวัชพืชเป็นตัวแก่งแย่งธาตุอาหารในดินความชื้นแสงแดดตลอดจนการเลื้อยพ้นกล้าสนสามใบที่ปลูก จนทำให้เสียรูปทรงได้ ช่วงเวลาที่จะกำจัดวัชพืชให้พิจารณาจากระยะเวลาเมื่อเริ่มเข้าฤดูแล้งซึ่ง จะต้องถางให้เสร็จก่อนฤดูแล้งเพื่อวัตถุประสงค์ในการป้องกันไฟป่าในสวนสนด้วย

1.5.2 การปลูกซ่อมการปลูกซ่อมจะกระทำเมื่อกล้าสนสามใบที่นำไปปลูกเกิดมีอัตราการรอดตายต่ำกว่าร้อยละ 80 หลังจากการแผ้วถางวัชพืช ต้องรีบดำเนินการปลูกซ่อมต้นที่ตายให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ทั้งนี้เพื่อให้กล้าสนที่นำไปปลูกซ่อมใหม่ สามารถเจริญเติบโตทันต้นสนสามใบที่ปลูกครั้งแรก

1.5.3 การใส่ปุ๋ยการใส่ปุ๋ยจะกระทำหลังจากปลูกกล้าสนสามใบได้ประมาณ 1 เดือน หรือเมื่อเห็นว่ากล้าสนที่ปลูกตั้งตัวได้ดีและเริ่มมีการเจริญเติบโตปุ๋ยที่นิยมใช้คือสูตร 15:15:15 โดยใส่ปุ๋ยให้กล้าสนสามใบประมาณ 50 กรัม/ต้น

1.5.4 การป้องกันไฟความสำเร็จในการปลูกสร้างสวนป่าคือ ความสามารถในการที่จะป้องกันไฟป่า ไม่ให้เกิดขึ้นภายในพื้นที่ปลูกสวนป่าได้อย่างที่ทราบว่าไฟป่าเกิดจากฝีมือของมนุษย์เท่านั้น ในพื้นที่ป่าเกือบทุกแห่งจะเกิดไฟป่าไหม้ทุกปีจึงต้องกำหนดมาตรการในการป้องกันไฟอย่างรัดกุมและเหมาะสม

1.5.5 การป้องกันโรคและแมลงโดยการถางกำจัดวัชพืชหรือการจัดการให้แปลงปลูกป่าสนสามใบที่ปลูกสะอาดอยู่เสมอตามระยะเวลาที่เหมาะสม

1.5.6 การป้องกันสัตว์เลี้ยง สัตว์เลี้ยงที่ทำความเสียหายให้แก่สวนป่าไม้มากที่สุด ได้แก่ วัว ควายที่ชาวบ้านเลี้ยงไว้และปล่อยให้หากินเองตามธรรมชาติ การป้องกันสัตว์เลี้ยงอาจทำได้หลายวิธีเช่น การทำรั้วล้อมรอบสวนป่า แต่สำหรับพื้นที่แปลงปลูกที่มีขนาดใหญ่ ไม่อาจทำได้ทั่วถึง จึงควรหามาตรการอื่นๆแก้ไขเช่นการกำจัดวัชพืชแบบทางลวง ให้สัตว์เดินไปมาเฉพาะในเส้นทางลวงเท่านั้นไม่เหยียบย่ำกล้าไม้สนที่ปลูก

1.5.7 การลิดแต่งกิ่งและการตัดสางขยายระยะไม้สนสามใบในเมื่ออายุยังน้อย รูปทรงของเรือนยอดจะเป็นพุ่มกลม มีกิ่งก้านโดยรอบต้นมากตั้งแต่โคนต้นขึ้นมาเมื่อเจริญเติบโตไปได้ระยะหนึ่งการแต่งกิ่งนับว่าเป็นการช่วยให้สนสามใบไม่เป็นโรคแมลงและเร่งการเจริญเติบโตอีกด้วย การลิดกิ่งจะกระทำเมื่อสนสามใบอายุได้ 5 ปีขึ้นไป โดยสังเกตว่ามีกิ่งแห้งทางด้านล่างของลำต้นมาก หรือมีกิ่งซึ่งไม่สามารถจะพัฒนาต่อไปได้ หากปล่อยทิ้งไว้กิ่งจะต้องแห้งตาย จึงควรใช้เลื่อยแต่งกิ่งตัดกิ่งแห้งหรือกิ่งที่ไม่สมบูรณ์ออกหลังจากตัดกิ่งออกแล้วควรใช้ปูนแห้งทาที่รอยแผลที่เกิดจากการตัดของเลื่อยทั้งนี้เพื่อป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อราหรือแมลงตรงรอยแผลได้

1.6 การศึกษาการปลูกไม้สนสามใบในพื้นที่ป่าต้นน้ำในพื้นที่อื่นๆ

อำไพ (2553) ศึกษาผลการเจริญเติบโตของต้นไม้ในสวนป่า (Growth of trees in pine plantation)สนสามใบของหน่วยจัดการต้นน้ำบ่อแก้ว จำนวน 21 ชั้นอายุ ระหว่าง 14-34 ปี พบว่ามีความเพิ่มพูนทางความสูงเฉลี่ย 0.82 เมตร./ปี แปรผันระหว่าง 0.52-1.15เมตร./ปี และความเพิ่มพูนทางเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 1.28 เซนติเมตร./ปี แปรผันระหว่าง 0.94-2.24 เซนติเมตร./ปี โดยช่วงอายุ 14-15 ปี มีความเพิ่มพูนด้านความสูงมากที่สุดเฉลี่ย 1.09เมตร/ปี และความเพิ่มพูนด้านเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 2.08 เซนติเมตร/ปี ตามลำดับ ส่วนพันธุ์ไม้อื่นๆ ที่ขึ้นทดแทนในสวนป่าสนสามใบมีความเพิ่มพูนทางความสูงเฉลี่ย 0.62 เมตร/ปี แปรผันระหว่าง 0.37-0.88 เมตร/ปี และความเพิ่มพูนทางเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย 0.96 เซนติเมตร/ปี แปรผันระหว่าง 0.66-1.58 เซนติเมตร/ปี (ตารางที่ 2) การเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้ในสวนป่าสนสามใบมีความแปรผันมาก เนื่องจากสวนป่าครอบคลุมพื้นที่มากถึง 14,280 ไร่ มีระดับความสูงของพื้นที่แตกต่างกันตั้งแต่ 1,202-1,655 เมตรจากระดับน้ำทะเล ทำให้พันธุ์ไม้ที่ขึ้นทดแทนไม้สนสามใบในสวนป่ามีความแตกต่างกันทั้งชนิดและจำนวน ความหนาแน่นไม้สนสามใบ 12-69 ต้น/ไร่ และพันธุ์ไม้ชนิดอื่น 21-344 ต้น/ไร่ ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Shannon-Wiener index) 1.57-4.67 พันธุ์ไม้ที่ขึ้นทดแทนมากในสวนป่าได้แก่ วงศ์ก่อ (FAGACEAE) วงศ์มะขามป้อม (PHYLLANTHACEAE) วงศ์ค่าหด (JUGLANDACEAE) วงศ์ไม้อบเชย (LAURACEAE) และวงศ์ชมพู่ (MYRTACEAE) เป็นต้น ทำให้สวนป่าไม้สนสามใบมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้มากขึ้นและมีแนวโน้มพัฒนาไปเป็นป่าดิบเขาธรรมชาติ

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตและความเพิ่มพูนของพันธุ์ไม้ในสวนป่าสนสามใบในพื้นที่หน่วยจัดการต้นน้ำบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

สนสามใบ				
อายุ (ปี)	การเจริญเติบโต		ความเพิ่มพูนรายปี	
	H (m)	DBH (cm)	H (m)	DBH (cm)
14-15	15.72	30.02	1.09	2.08
16-20	17.00	27.30	0.95	1.53
21-25	18.24	25.58	0.80	1.12
26-30	18.67	30.21	0.67	1.08
30-34	21.68	33.58	0.67	1.04
ค่าเฉลี่ย	18.64	28.58	0.82	1.28

พันธุ์ไม้อื่นๆ				
อายุ (ปี)	การเจริญเติบโต	ความเพิ่มพูน	อายุ (ปี)	การ
	H (m)	DBH (cm)		H (m)
14-15	12.39	22.15	0.86	1.53
16-20	14.24	19.78	0.79	1.11
21-25	13.06	19.13	0.57	0.83
26-30	13.68	22.02	0.49	0.79
30-34	14.73	24.33	0.45	0.75
ค่าเฉลี่ย	13.39	20.16	0.62	0.96

สมชาย (2553) ศึกษาผลการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพสนสามใบและพันธุ์ไม้ที่ขึ้นทดแทนในสวนสวนป่าสนสามใบ พบว่า สวนป่าอายุ 14-34 ปี มีมวลชีวภาพป่าไม้ในสวนป่าผันแปรระหว่าง 11,281-39,707 กิโลกรัม./ไร่ เป็นมวลชีวภาพไม้สนสามใบผันแปร 3,777-34,032 กิโลกรัม./ไร่ และมวลชีวภาพพันธุ์ไม้อื่นๆผันแปร 1,479-15,057 กิโลกรัม/ไร่ การสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพของสวนป่าผันแปรระหว่าง 5,567-19,596 กิโลกรัม/ไร่ โดยมีการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพไม้สนสามใบผันแปร 1,864-16,795 กิโลกรัม/ไร่ และการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพพันธุ์ไม้อื่นๆ ผันแปร 636-6,305 กิโลกรัม/ไร่ การสะสมคาร์บอนของพันธุ์ไม้ที่เข้ามาทดแทนมีแนวโน้มผกผันกับความหนาแน่นต้นไม้ แต่แปรผันตามพื้นที่หน้าตัดลำต้นพันธุ์ไม้หลายชนิดที่ขึ้นทดแทนสนสามใบมีการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพ 4.16-71.73% ของปริมาณทั้งหมด ส่วนใหญ่เป็นไม้วงศ์ก่อ (FAGACEAE) วงศ์เมี่ยง (THEACEAE) วงศ์ชมพู่ (MYRTACEAE) วงศ์ถั่ว (FABACEAE) วงศ์มะขามป้อม (PHYLLANTHACEAE) วงศ์เข็ม (RUBIACEAE) และวงศ์อบเชย (LAURACEAE) เป็นต้น

สุนทร (2544) ได้ศึกษาผลกระทบทางนิเวศวิทยาของการปลูกป่าไม้สนสามใบเป็นสวนป่าที่สวนป่าดอยบ่อหลวง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตรายปีของสวนป่าไม้สนสามใบมีความผันแปรตามช่วงอายุต่างๆ โดยมีอัตราที่เร็วมากในช่วง 10 ปีแรก ลดต่ำลงมากในช่วงอายุ 12-32 ปี และเร็วขึ้นในช่วงอายุ 32-37 ปี โดยมีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะความหนาแน่นของต้นไม้ การตัดสางขยายระยะ และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน ผลการย่อยสลายของใบสนสามใบและใบพลวงทำให้ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรด แต่ใบสนทำให้ดินเป็นกรดมากกว่า ขณะที่ใบกระถินยักษ์ทำให้ดินเป็นด่างมาก ซึ่งส่งผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน มีพันธุ์ไม้หลายชนิดที่สามารถขึ้นอยู่ร่วมกับไม้สนสามใบในสวนป่า แม้ว่าดินจะมีสภาพเป็นกรดมากก็ตาม พันธุ์ไม้เหล่านี้เป็นพันธุ์ไม้ดั้งเดิมที่ขึ้นอยู่ในป่าธรรมชาติในพื้นที่ซึ่งเป็นป่าเต็งรังผสมไม้สน มีความสามารถแตกหน่อขึ้นจากตอไม้ที่ถูกตัดได้ดี อย่างไรก็ตามการที่สวนป่าไม้สนสามใบที่พบเห็นทั่วไปไม่ค่อยมีพันธุ์ไม้ชนิดอื่นขึ้นอยู่นั้นเกิดจากการจัดการสวนป่า ซึ่งมักมีการแผ้วถางและตัดฟันต้นไม้ชนิดอื่นเพื่อลดการแก่งแย่งกับไม้สนที่ปลูก

2. การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าต้นน้ำที่ได้รับการฟื้นฟูโดยการใช้ไม้สนสามใบ

2.1 การเปรียบลักษณะโครงสร้างและองค์ประกอบของป่าทั้ง 3 ชนิดป่า

2.1.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าในแปลงตัวอย่าง จากการวิเคราะห์ข้อมูล โครงสร้างและองค์ประกอบของป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ จากแปลงตัวอย่าง ขนาด 50 ตารางเมตร ในพื้นที่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลที่ใกล้เคียงกันทั้งหมด 12 แปลง แบ่งเป็น ป่าปลูกไม้สนสามใบ (Pine Plantation, PP) ปี พ.ศ. 2519 อายุ 37 ปี 4 แปลง ป่าทดแทนธรรมชาติ (Natural Succession, NS) ที่เป็นไร่ฝิ่นเก่าที่ปล่อยให้เกิดการทดแทนเองตามธรรมชาติ 4 แปลง และป่าธรรมชาติ (Natural Forest, NF) ที่พบในลุ่มน้ำแม่แรก 4 แปลง ผลจากการศึกษาพบว่า ไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 1 เซนติเมตรขึ้นไป ปรากฏในแปลงตัวอย่างทั้งหมดรวม 8,449 ต้น 203 ชนิด 149 สกุล 62 วงศ์ ไม่สามารถจำแนกชนิดได้อีกจำนวน 32 ชนิด ไม้ในวงศ์ PHYLLANTHACEAE และ MALVACEAE มีชนิดมากที่สุดถึง 14 ชนิดเท่ากัน รองลงมาได้แก่วงศ์ FAGACEAEMORACEAE และ RUBIACEAE มีชนิดมากถึง 12 ชนิดเท่ากัน จำนวนต้นไม้ที่พบมากที่สุดคือ แข้งกวาง พบจำนวน 342 ต้น คิดเป็นร้อยละ 4.05 ของจำนวนต้นไม้ทั้งหมด รองลงมาคือ ก่อหยุม พบจำนวน 334 ต้น คิดเป็นร้อยละ 3.96 ของจำนวนต้นไม้ทั้งหมด ต้นไม้ที่สำรวจพบทั้ง 3 ชนิดป่า มีทั้งหมด 30 ชนิด และพบจำนวนมาก 5 อันดับแรกได้แก่ กะทัง ทะโล้ แคหางค่าง หว้าขี้กวาง และหว้า ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 1) สำหรับไม้เด่นในแต่ละชนิดป่า จากการวิเคราะห์พบว่า ป่าปลูกไม้สนสามใบเป็นชนิดไม้ที่มีเรือนยอดสูงสุดเป็นไม้เด่น ของป่าชนิดนี้เรือนยอดชั้นรองของป่าปลูกไม้สนสามใบได้แก่ ไม้ในวงศ์ MORACEAE , FABECEAE และ

LAURACEAE เช่น มะเดื่อ มะหาด กางขี้มอด ทองหลาง กะทัง เป็นต้น ส่วนไม้ที่มีลำดับชั้นรองลงมา ได้แก่ ไม้ในวงศ์ BIGNONIACEAE และ LAURACEAE , EUPHOBIACEAE เช่น แคหางค่าง ตองลาด กะทัง สิวาละที ตองแตบ เป็นต้น ป่าทดแทนธรรมชาติ ไม้เด่นของป่าชนิดนี้จะมีความสูงน้อยกว่าป่าปลูกไม้สนสามใบ ไม้เด่นที่เป็นไม้เรือนยอดชั้นบนของป่าชนิดนี้ ได้แก่ ไม้ในวงศ์ THEACEAE , FABACEAE , ELAEOCARACEAE , EUPHOBIACEAE เช่น ทะโล้ ทองหลาง กางขี้มอด เติม เป็นต้น ส่วนไม้ที่มีลำดับชั้นรองได้แก่ ไม้ในวงศ์ LAURACEAE ,BIGNONIACEAE ANNONACEAE และ, EUPHOBIACEAE เช่น ตองลาด กระพี้จั่น ประดู่สะแลน แคหางค่าง ยางโอน คำแสด เป็นต้น ส่วนไม้ที่มีเรือนยอดชั้นรองลงมาได้แก่ ไม้ในวงศ์ FABACEAE , LAURACEAE , BIGNONIACEAE , TILIACEAE เช่น ประดู่สะแลน ตองลาด แค เม่าไข่ปลา ปอชนิดต่างๆ เป็นต้น สำหรับป่าธรรมชาติ ไม้ที่มีเรือนยอดสูงและเป็นไม้เด่น ได้แก่ ไม้ในวงศ์ PINACEAE , FAGACEAE , THEACEAE , ANACARDIACEAE เช่น สนสามใบ ก่อชนิดต่างๆ ทะโล้ รักใหญ่ มะกอก เป็นต้น เรือนยอดชั้นรอง ได้แก่ ไม้ในวงศ์ PHYLLANTHACEAE , EUPHOBIACEAE , THEACEAE ,PROYIACEAE , MYRTACEAE เช่น เหมือดโลด มะขามป้อม สารภีป่า เหมือดคนตัวผู้ หว้า เป็นต้น ส่วนเรือนยอดชั้นรองลงมาส่วนมากได้แก่ไม้ในวงศ์ RUBIACEAE , EUPHOBIACEAE , FABACEAE เช่น แข้งกวาง เม่าไข่ปลา เก็ดดำ เป็นต้น จากตารางที่ 3 เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมแล้ว จำนวนชนิดที่พบในป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 67.85±10.81 ชนิด/แปลง รองลงมาคือ ป่าธรรมชาติ (NF) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 63±30.07 ชนิด/แปลง และป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 38.5±15.3 ชนิด/แปลง ด้านความหนาแน่นของพรรณไม้ พบว่าความหนาแน่นในป่าทดแทนธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 942.8±327.5 ต้น/แปลง รองลงมาคือป่าธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 773.5±23.2 ต้น/แปลง และป่าปลูกไม้สนสามใบมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 379.25±233.1 ต้น/แปลง ในด้านพื้นที่หน้าตัดรวมของแปลงที่ศึกษาพบว่าพื้นที่หน้าตัดรวมในป่าปลูกไม้สนสามใบมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 34.31 ตารางเมตร รองลงมาคือป่าทดแทนธรรมชาติมีค่าเท่ากับ 30.95 ตารางเมตร และป่าธรรมชาติมีพื้นที่หน้าตัดน้อยที่สุดเท่ากับ 27.61 ตารางเมตร ส่วนค่าดัชนีความหลากชนิดพบว่า ป่าทดแทนธรรมชาติมีค่าความหลากชนิดเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.29±0.26 รองลงมาคือป่าธรรมชาติมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.89±0.37 และป่าปลูกไม้สนสามใบมีค่าความหลากชนิดเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 2.69±0.62 ซึ่ง Krebs (1972) อธิบายว่าความหลากหลายของพืชชนิดหนึ่งจะมีความสัมพันธ์กับความเด่นของพันธุ์พืช โดยที่ความหลากหลายจะเพิ่มมากขึ้นไปตามยุคของการทดแทนของพันธุ์พืช กล่าวคือ ในยุคต้นๆ จะพบพันธุ์พืชเพียงไม่กี่ชนิด แต่การเพิ่มของชนิดพันธุ์พืชนี้จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อถึงยุคสุดท้ายที่ค่อนข้างเสถียรภาพ (stability) หรือไม่เปลี่ยนแปลงแล้ว (Shimwell, 1971) ก็จะปรากฏว่า มีพันธุ์พืชเพียงไม่กี่ชนิดที่เป็นพืชเด่น เมื่อมีพืชเด่นเกิดขึ้นจำนวนชนิดพืชรองก็จะลดลง นั่นคือ เมื่อมีพืชเด่นเกิดขึ้นมากความหลากชนิดก็จะลดลง ซึ่งสอดคล้องกับสนิท และคณะ (2520) ทำการศึกษาการทดแทนของสังคมพืชในพื้นที่การทำไร่

เลื่อนลอยในป่าดิบเขาดอยปุย พบว่า ในระยะแรกหลังจากการทำไร่แล้วปล่อยให้ป่าฟื้นตัว พันธุ์ไม้ที่ขึ้นมีปริมาณน้อยเพราะเพิ่งมีการตั้งตัวและเริ่มมีชนิดพันธุ์ไม้มากขึ้น แต่พอนานเข้าปริมาณของพันธุ์ไม้จะเริ่มลดลง เนื่องจากพันธุ์ไม้มีการแก่งแย่งแข่งขันในเรื่องอาหารและแสงสว่าง แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมทั้ง 3 ชนิดป่าแล้ว พบว่า ค่าเฉลี่ยของจำนวนชนิด ความหนาแน่นต่อพื้นที่ จำนวนสกุลจำนวนวงศ์พื้นที่หน้าตัด และค่าดัชนีความหลากชนิด (H') ที่พบในแปลงป่าต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 3 ผลทดสอบความแปรปรวนโดยวิธี Kruskal-Wallis (H) ของค่าเฉลี่ยลักษณะทางนิเวศวิทยาบางประการระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)

ลักษณะทางนิเวศวิทยา	Mean ± SD			
	PP	NS	NF	H
จำนวนชนิด (ชนิด/แปลง)	38.5±15.3	67.85±10.81	63±30.07	11^{ns}
ความหนาแน่น (ต้น/แปลง)	379.25±233.1	942.8±327.5	773.5±23.2	3.962^{ns}
จำนวนสกุล (สกุล/แปลง)	35±13.83	57±4.20	45±20.83	4.062^{ns}
จำนวนวงศ์ (วงศ์/แปลง)	20±5.43	31.5±4.20	27±11.16	3.860^{ns}
พื้นที่หน้าตัดรวม (ตารางเมตร)	34.31	30.95	27.61	-
พื้นที่หน้าตัด (ตารางเมตร/แปลง)	8.57±2.09	7.75±1.15	6.752±0.45	1.654^{ns}
ค่าดัชนีความหลากชนิด (H')	2.69±0.62	3.29±0.26	2.89±0.37	1.891^{ns}

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p>0.05$)

ในด้านดัชนีความคล้ายคลึง (Similarity index, ISs) โดยใช้ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสังคมตามแบบของ Sorensen โดยการนำแปลงตัวอย่างทุกแปลงมาหาค่าความคล้ายคลึงกัน ตามตารางที่4 พบว่า ทั้ง 3 ชนิดป่ามีความคล้ายคลึงกันน้อยมากป่าที่มีค่าความคล้ายคลึงกันสูงที่สุดคือป่าปลูกไม้สนสามใบ กับ ป่าทดแทนธรรมชาติ มีค่าเท่ากับร้อยละ 56.9 ป่าทดแทนธรรมชาติกับป่าธรรมชาติมีค่ากับร้อยละ 38.81 ส่วนป่าปลูกไม้สนสามใบกับป่าธรรมชาติมีความคล้ายคลึงกันน้อยที่สุดเท่ากับ 30.48 ทั้งนี้ อาจมาจากสภาพพื้นที่ที่เก็บข้อมูลระหว่างป่าปลูกไม้สนสามใบกับป่าธรรมชาติ อยู่ห่างกันมากกว่าป่าปลูกไม้สนสามใบกับป่าทดแทนธรรมชาติ ทำให้การกระจายของชนิดพรรณไม้จากป่าธรรมชาติ สู่ป่าปลูกไม้สนสามใบมีน้อยกว่า ป่าทดแทนธรรมชาติสู่ป่าปลูกไม้สนสามใบซึ่งสอดคล้องกับ

อำไพ และคณะ (2553) ได้ศึกษา พบว่าความคล้ายคลึงของสังคมพืชระหว่างหย่อมป่ามีความผันแปรระหว่างร้อยละ 13-81 ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างหย่อมป่าและตามความสูงของพื้นที่

ตารางที่ 4 ค่าดัชนีความคล้ายคลึง (Ssimilarity index) และค่าดัชนีความแตกต่าง (Dissimilarity index)ขององค์ประกอบขององค์ประกอบของชนิดพันธุ์ไม้ระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ(NS) และป่าธรรมชาติ (NF)

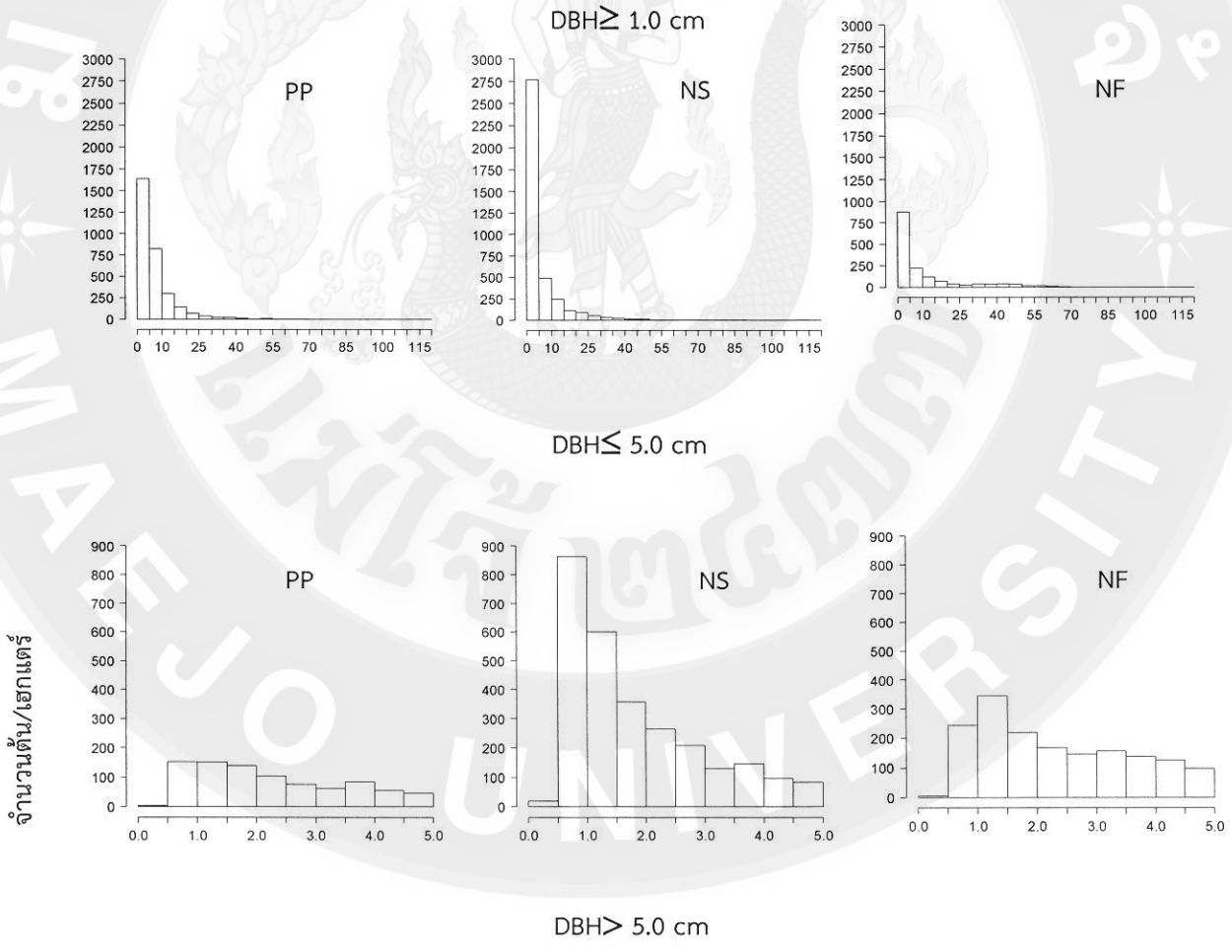
ดัชนีความแตกต่าง(DI) (ร้อยละ)	ดัชนีความคล้ายคลึง(SI) (ร้อยละ)			
	ชนิดป่า	PP	NS	NF
	PP	X	56.90	30.48
	NS	43.1	X	38.81
	NF	69.52	61.19	X

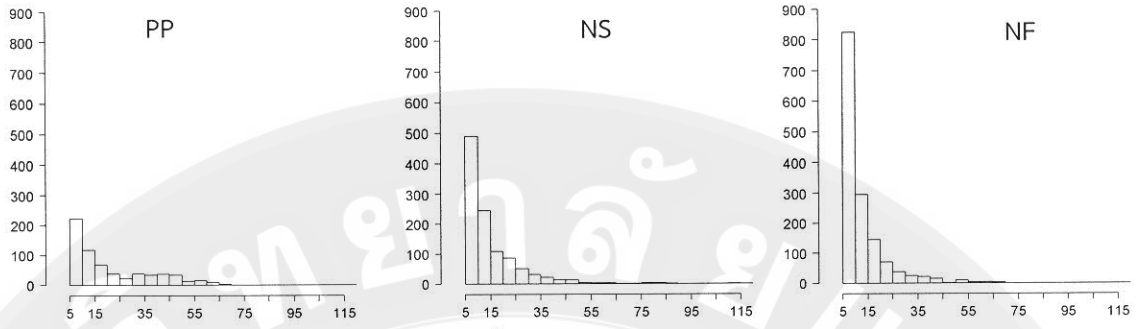
2.1.2 การจัดชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH)

จากภาพที่ 8 เมื่อมีการจัดลักษณะการกระจายของชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) ตั้งแต่ 1 ซม.ขึ้นไป พบว่าจำนวนต้นไม้มีรูปแบบการกระจายในลักษณะการเพิ่มขึ้นแบบชี้กำลังเชิงลบ (negative exponential growth form) หรือแบบ L-shape มีจำนวนต้นไม้ในชั้นเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกที่มีขนาดเล็กมีจำนวนมากและลดจำนวนลงเมื่อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเพิ่มขึ้น หรือมีไม้ขนาดเล็กมีจำนวนมากกว่าไม้ใหญ่ ซึ่งการศึกษาการกระจายตามชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของไม้ในป่า สามารถบ่งบอกถึงแนวทางการสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นในป่านั้นๆ ได้ (Poorter et al., 1996) กล่าวคือ เมื่อมีรูปแบบการกระจายแบบ negative exponential growth form แสดงว่าพื้นที่ป่าดังกล่าวมีการกระจายและสืบต่อพันธุ์ตามธรรมชาติอย่างเป็นปกติ คือ มีต้นไม้ขนาดเล็กจานวนมากที่สามารถสืบต่อพันธุ์ทดแทนไม้ใหญ่ได้ในอนาคต โดยการกระจายดังกล่าวนี้ แสดงให้เห็นว่าป่านั้น ๆ อยู่ในสภาวะที่เรียกว่า “stable stage” คืออยู่ในสภาวะที่ค่อนข้างคงที่มีการทดแทนที่ดี (Ogawa et al., 1965)

โดยป่าทดแทนธรรมชาติมีจำนวนต้นไม้มากกว่า 2,700 ต้น/เฮกแตร์ และป่าธรรมชาติมีจำนวนต้นไม้มากกว่า 1,500 ต้น/เฮกแตร์ ส่วนป่าปลูกไม้สนสามใบมีจำนวนต้น 800 ต้น/เฮกแตร์ และเมื่อพิจารณาเฉพาะไม้ขนาดเล็ก (DBH≤5 ซม) เปรียบเทียบกันจากตารางที่5 พบว่า ระหว่างป่าธรรมชาติกับป่าปลูกไม้สนสามใบ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนป่าธรรมชาติกับป่าทดแทนธรรมชาติ และระหว่างป่าปลูกไม้สนสามใบกับป่าทดแทนธรรมชาติ มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อ

พิจารณาไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอกมากกว่า 5 ซม.ขึ้นไปพบว่า เมื่อเปรียบเทียบทุกประเภทป่าต่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยในป่าธรรมชาติและป่าทดแทนธรรมชาติ มีการสืบต่อพันธุ์ของไม้หนุ่มที่จะเติบโตเป็นไม้ใหญ่ในอนาคตหรืออยู่ในสภาวะคงที่ได้ดีแสดงให้เห็นว่าป่าธรรมชาติและป่าทดแทนธรรมชาติ สามารถรักษาโครงสร้างได้ดี ไม้ขนาดเล็กสามารถเจริญทดแทนเป็นไม้ใหญ่ได้อย่างเป็นปกติ ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับรูปแบบการกระจายของต้นไม้ตามชั้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของป่าดิบเขาธรรมชาติดอยสุเทพ – ปุย ที่เคยมีรายงาน (มงคล, 2528; กิติชัย, 2538) และสอดคล้องกับการเจริญทดแทนกับรายงานในป่าดิบเขาห้วยน้ำดัง (พัฒนพงษ์, 2530; พรรณรงค์ ,2530; มนทิรา, 2540) ในขณะที่การสืบต่อพันธุ์ในแปลงป่าปลูกไม้สนสามใบ มีจำนวนที่จะเจริญเติบโตของเป็นไม้ใหญ่ในอนาคตได้น้อย ทั้งนี้อาจมาจากการเติบโตที่ช้าลงหรือมีอัตราการตายของไม้รุ่นมากขึ้น เนื่องจากปัจจัยแวดล้อมอื่นๆในป่าปลูกไม้สนสามใบ





ภาพที่ 8 ลักษณะการกระจายของชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) ระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ(PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ(NS) และ ป่าธรรมชาติ (NF)

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบลักษณะการกระจายของชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) ระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF) โดยวิธี Two-sample Kolmogorov-Smirnov test

DBH / แปลง		DBH> 5 cm.		
		PP	NS	NF
DBH≤ 5 cm.	PP	-	0.186***	0.264***
	NS	0.183***	-	0.113***
	NF	0.047	0.184***	-

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p>0.05$)

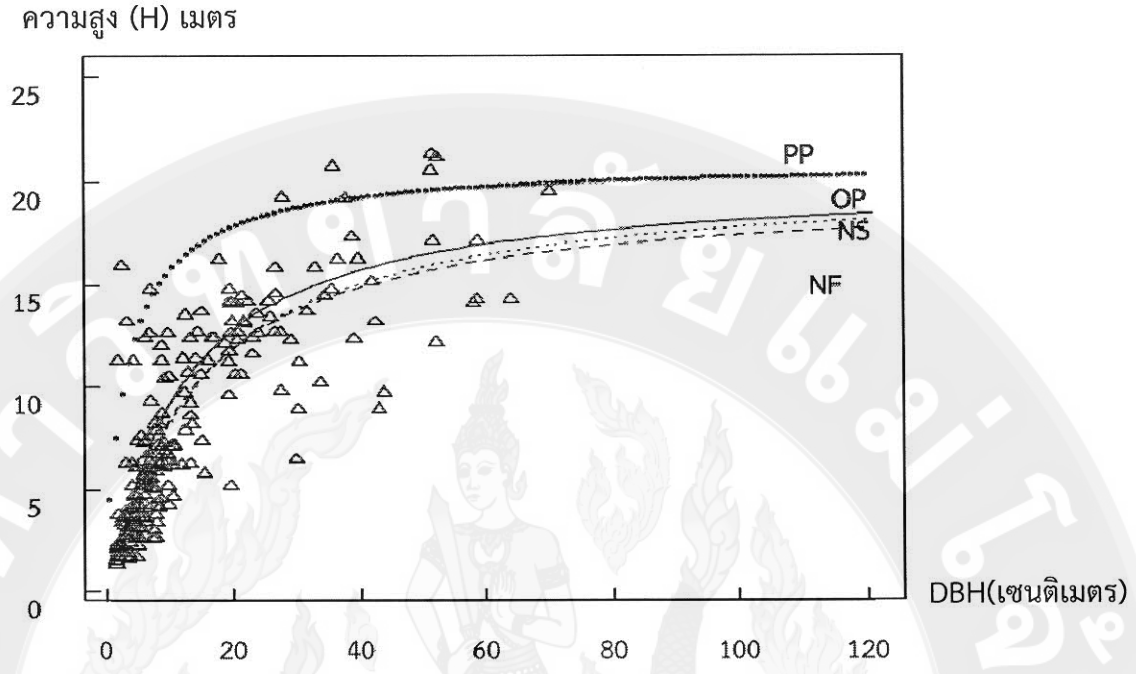
*** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.05 ($p<0.001$)

2.1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) และความสูงทั้งหมด

จากภาพที่ 8 เมื่อเปรียบเทียบเส้นแนวโน้มความสูงของต้นไม้ ทั้ง 3 ประเภทป่า ที่ได้จากการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่าง DBH และความสูงทั้งหมดจากต้นไม้ที่สุ่มวัดในแปลงตัวอย่าง มาสร้างสมการความสัมพันธ์ในรูปของ hyperbolic พบว่า เส้นแนวโน้มความสูงในแปลงปลูกไม้สนสามใบ มีค่าสูงกว่าไม้ในแปลงป่าอื่นๆ ทุกชั้นขนาดความโต (DBH) ที่เท่ากันซึ่งแสดงให้เห็นว่า เมื่อมี

ความสูงที่มากกว่าย่อมมีปริมาตรที่สูงกว่าไม้ชนิดอื่นและส่งผลถึงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนอีกด้วย และจากตารางที่ 6 จะพบว่า ค่าความสูงที่มากที่สุดที่จะเกิดขึ้นได้ (Hmax) ของป่าปลูกไม้สนสามใบมีค่า เท่ากับ 21.21 เมตร และไม้อื่นๆในแปลงปลูกสนสามใบ มีเส้นแนวโน้มความสูงรองลงมา เท่ากับ 20.23 เมตร ในขณะที่ ป่าทดแทนธรรมชาติ มีเส้นแนวโน้มความสูงเท่ากับ 19.66 เมตร และป่าธรรมชาติมีเส้นแนวโน้มความสูงน้อยที่สุด เท่ากับ 18.27 เมตร สาเหตุที่ไม้ในแปลงปลูกไม้สนสามใบมีความสูงมากกว่าป่าธรรมชาติและป่าทดแทนธรรมชาติ อาจเกิดจากวิธีการปลูกไม้สน โดยปกติทั่วไปในการปลูกป่าเชิงอนุรักษ์ต้นน้ำลำธาร นิยมปลูกกันที่ระยะ 4x4 เมตร จะได้ต้นไม้ที่ปลูก 100 ต้น/ไร่ ซึ่งมีความหนาแน่นน้อย และในการปลูกไม้สนสามใบเพื่อฟื้นฟูป่าใน 10 ปีแรกจะมีการบำรุง ดูแลไม้สนสามใบอย่างเข้มข้น ทำให้ ไม้สนสามใบมีอัตราการเติบโตเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับสุนทร (2544) ได้ศึกษาผลกระทบทางนิเวศวิทยาของการปลูกป่าไม้สนสามใบเป็นสวนป่าที่สวนป่าดอยบ่อหลวง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตรายปีของสวนป่าไม้สนสามใบมีความผันแปรตามช่วงอายุต่างๆ โดยมีอัตราที่เร็วมากในช่วง 10 ปีแรก ลดต่ำลงมากในช่วงอายุ 12 - 32 ปี และเร็วขึ้นในช่วงอายุ 32 - 37 ปี โดยมีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะความหนาแน่นของต้นไม้ การตัดสางขยายระยะ และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินและในรายงานของ FAO (1968) กล่าวว่า การเจริญเติบโตของสนสามใบในป่าธรรมชาติมีอัตราการเจริญเติบโตด้านความสูงในช่วงอายุระหว่าง 10-15 ปีเฉลี่ยปีละ 0.80 ม. และเพิ่มเป็นเฉลี่ยปีละ 1.00 ม. เมื่ออายุระหว่าง 15-20 ปี เป็นปีละ 1.17 ม. เมื่ออายุระหว่าง 20-25 ปี และการเจริญเติบโตด้านเส้นผ่าศูนย์กลางในช่วง 15 ปีแรกเฉลี่ยปีละ 0.94 ซม. ในช่วงอายุ 15-20 ปีเจริญเติบโตเฉลี่ยปีละ 1.06 ซม. และลดลงเหลือปีละ 0.82 ซม. ในช่วงปีที่ 20-25 การเจริญเติบโตของสนสามใบในแต่ละพื้นที่แตกต่างกันมีสาเหตุจากปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ความหนาแน่นของต้นไม้ต่อพื้นที่ ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะดิน และลักษณะภูมิอากาศ เป็นต้น

เมื่อพิจารณาไม้ชนิดอื่นๆที่พบในป่าปลูกไม้สนสามใบ จะพบว่าความสูงของไม้ชนิดอื่นมีค่าความสูงใกล้เคียงกับไม้สนสามใบ ทั้งนี้อาจเนื่องจากการแก่งแย่งปัจจัยทางด้านแสงสว่าง เพราะไม้สนสามใบมีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็วในระยะแรก จึงทำให้ไม้ชนิดอื่นในแปลงปลูกป่าสนสามใบต้องแข่งขันกับไม้สนเพื่อการเจริญเติบโต ส่วนไม้ในป่าธรรมชาติที่มีความสูงน้อยกว่าปกตินั้น เมื่อพิจารณาสภาพพื้นที่ของแปลงตัวอย่างที่ทำการเก็บข้อมูล พบว่า แปลงตัวอย่างอยู่บริเวณที่ราบสันเขาที่มีความลาดชันสูง ทำให้ได้รับอิทธิพลจากความรุนแรงของลมและไฟป่ามากกว่าหมู่ไม้ในแปลงแปลูกไม้สนสามใบและป่าทดแทนธรรมชาติ ปัจจัยเกี่ยวกับภูมิประเทศ (topographic factor) จึงส่งอิทธิพลต่อความสูงของสังคมพืช (อุทิศ, 2542)



ภาพที่ 9 เส้นแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (เซนติเมตร) และ ความสูงทั้งหมด (เมตร) ของต้นไม้ ในแปลงป่าปลูกไม้สนสามใบ ที่ประกอบไปด้วย ไม้สนสามใบ (เส้นรูปดาว : PP) และ ชนิดไม้อื่นๆ ในแปลงป่าปลูกไม้สนสามใบ (เส้นทึบ : OP)ป่าทดแทนธรรมชาติ (เส้นประไข่ปลาใหญ่ : NS)ป่าธรรมชาติ (เส้นประไข่ปลาเล็ก : NF)จากการประมาณโดยใช้สมการรูป Hyperbolic equation (H=1/[(1/aD)+(1/H*)]

ที่มา: Ogawa and Kira (1977)

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์เฉพาะเจาะจงของแต่ละพื้นที่ (a) และ ค่าความสูงสูงสุด (upper limit) (H*) ที่ได้จากการประมาณโดยใช้สมการรูป Hyperbolic equation (H=1/[(1/aD)+(1/H*)]

แปลง/ชนิดไม้	a	Hmax
แปลงปลูกไม้สนสามใบ		
สนสามใบ (PP)	6.15	21.21
ไม้อื่นๆ ในแปลงปลูกไม้สนสามใบ (OP)	1.83	20.23
แปลงป่าทดแทนธรรมชาติ (NS)	1.57	19.66
แปลงป่าธรรมชาติ (NF)	1.63	18.27

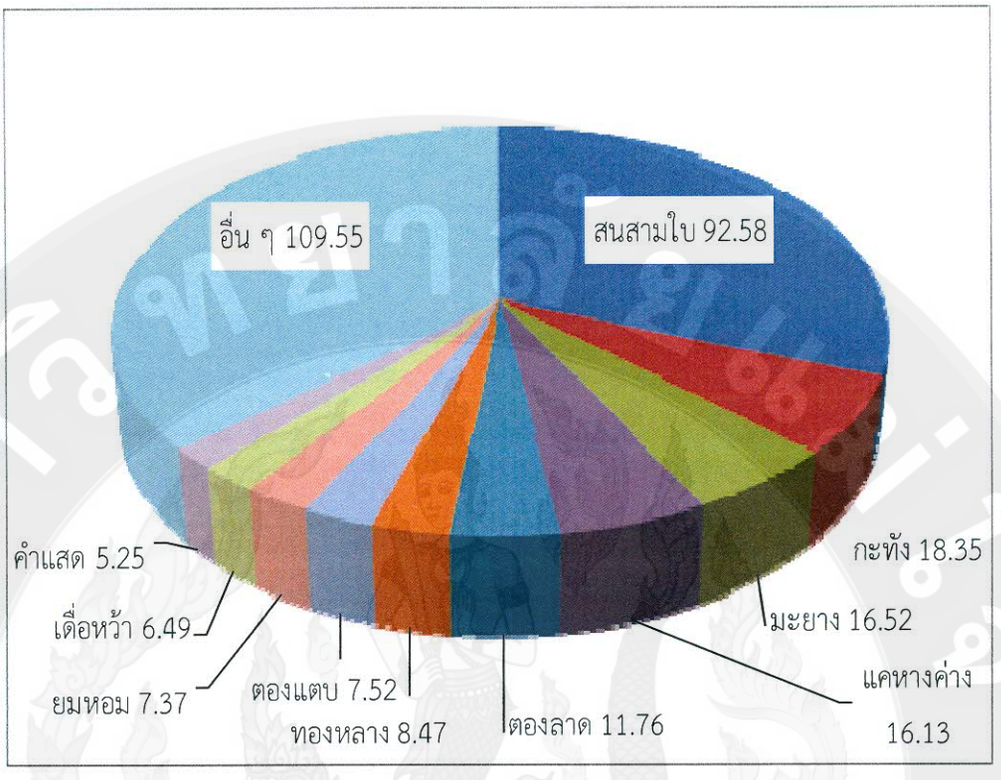
ที่มา: Ogawa and Kira (1977)

2.1.4 ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดพันธุ์ (Importance value index, IVI)

1) สังคมพืชในแปลงป่าปลูกไม้สนสามใบ (Pine Plantation, PP) พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด1,517 ต้น 30 วงศ์ 68 สกุล 78 ชนิด ไม่ทราบชนิดอีก 11 ชนิด โดยมี วงศ์ไม้สน (PINACEAE) เป็นวงศ์เด่น ครอบครองพื้นที่หน้าตัดมากที่สุด 21.44 ตารางเมตร/เฮกแตร์ และชนิดพันธุ์ไม้ที่พบจำนวนต้นมากที่สุด คือ มะยาง จำนวน 181 ต้น/เฮกแตร์ เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ สนสามใบ (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon) กะทัง (*Litsea monopetala* Pers.) มะยาง (*Sarcosperma arboreum* Hook.f.) แคหางค่าง (*Markhamia stipulata* Seem. var. *stipulate*) ตองลาด (*Actinodaphne henryi* Gamble) ทองหลาง (*Erythrina stricta* Roxb.) ตองแตบ (*Macaranga denticulata* Muell. Arg.) ยมหอม (*Toona ciliata* M.Roem.) เดื่อหว้า (*Ficus auriculata* Lour.) คำแสด (*Mallotus philippensis* Mll.Arg.) เป็นต้น โดยมีค่าเท่ากับ 92.58, 18.35, 16.52, 16.13, 11.76, 8.47, 7.52, 7.37, 6.49 และ 5.25 ตามลำดับ (ตารางที่ 7ภาพที่ 9)

ตารางที่ 7 ชนิดพันธุ์ไม้ จำนวนต้น (N) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RDe) ค่าความเด่นสัมพัทธ์ (RDo) ค่าความถี่สัมพัทธ์ (RF) และค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ของชนิดพันธุ์ไม้ในแปลงปลูกไม้สนสามใบ (Pine Plantation, PP)

ชื่อสามัญ	ชื่อพฤกษศาสตร์	Family	N	RDe	RDo	RF	IVI	ร้อยละ
สนสามใบ	*Pinus kesiya* Royle ex Gordon	PINACEAE	142	16.29	61.68	14.61	92.58	30.86
กะทัง	*Litsea monopetala* Pers.	LAURACEAE	129	6.31	5.69	6.35	18.35	6.12
มะยาง	*Sarcosperma arboreum* Hook.f.	SAOTACEAE	181	9.07	1.43	6.02	16.52	5.51
แคหางค่าง	*Markhamia stipulata* Seem. var. *stipulata*	BIGNONIACEAE	168	8.73	1.23	6.18	16.13	5.38
ตองลาด	*Actinodaphne henryi* Gamble	LAURACEAE	103	6.11	1.29	4.36	11.76	3.92
ทองหลาง	*Erythrina stricta* Roxb.	FABACEAE	29	2.31	3.41	2.75	8.47	2.82
ตองแตบ	*Macaranga denticulata*(Blume) Mall.Arg.	EUPHORBIACEAE	71	3.41	1.43	2.69	7.52	2.51
ยมหอม	*Toona ciliata* M.Roem.	MELIACEAE	44	2.57	1.99	2.81	7.37	2.46
เดื่อหว้า	*Ficus auriculata* Lour.	MORACEAE	31	2.61	1.83	2.05	6.49	2.16
คำแสด	*Mallotus philippensis* Mll.Arg.	EUPHORBIACEAE	41	2.22	1.13	1.90	5.25	1.75
อื่น ๆ			578	40.36	18.90	50.29	109.55	36.52
รวม			1,517	100	100	100	300	100



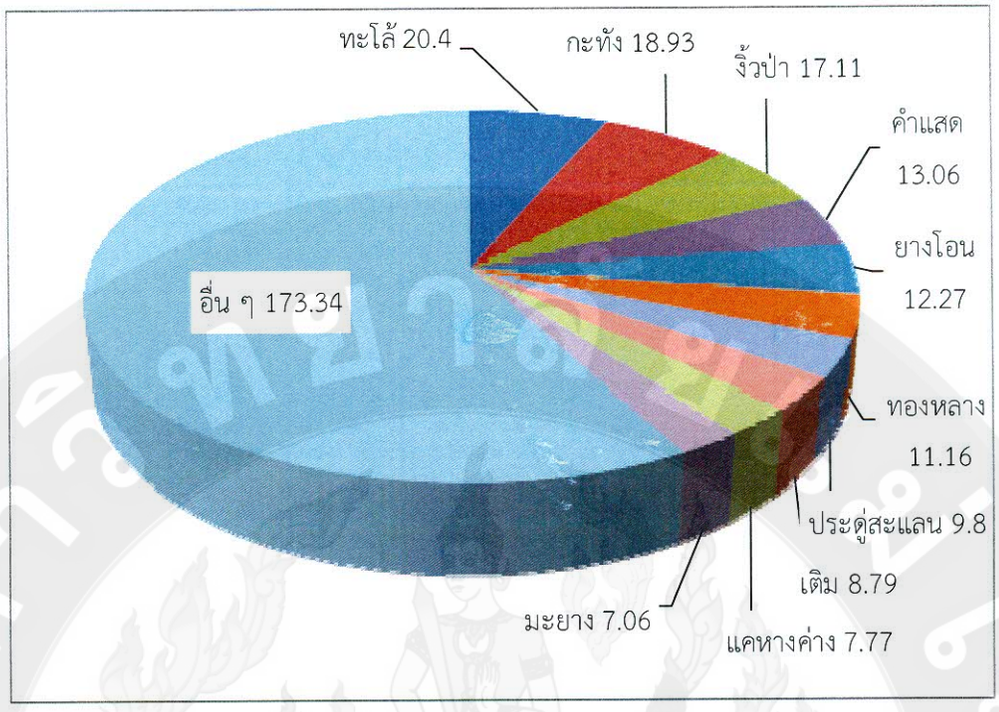
ภาพที่ 10 สัดส่วนจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่มีค่า IVI สูงสุด 10 อันดับแรกที่พบในแปลงป่าปลูกไม้สนสามใบ(Pine Plantation, PP)

2) สังคมพืชป่าทดแทนธรรมชาติ (Natural Succession, NS) พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 3,840 ต้น 48 วงศ์ 102 สกุล 129 ชนิด ไม่ทราบชนิดอีก 16 ชนิดโดยมีวงศ์ไม้ทะโล้ (THEACEAE) เป็นวงศ์เด่น ครอบครองพื้นที่หน้าตัดมากที่สุด 5.08 ตารางเมตร/เฮกแตร์ โดยไม้ทะโล้มีช่วงความทนทานทางนิเวศวิทยากว้างสามารถขึ้นได้ทุกสภาพพื้นที่จากการรายงานของสำนักงานหอพรรณไม้ (2555) พบว่าทะโล้เป็นไม้เบิกนำโตเร็วขึ้นในที่โล่งแจ้งกระจายเป็นบริเวณกว้างในป่าดิบชื้น ป่าเต็งรังและป่าดิบเขาระดับสูงตลอดจนพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมหรือทุ่งหญ้าเปิดโล่งจากชายทะเลจนถึงระดับความสูง 2,500 เมตรจากระดับน้ำทะเลโดยเฉพาะพื้นที่ที่ดินถูกชะล้างพังทลายหรือเป็นดินปนทรายดินเหนียวปนลูกรังเหมาะกับการปลูกพื้นฟูป่าในเขตต้นน้ำอย่างยิ่ง (Marod *et al.*, 2012; แหลมไทย, 2549) และชนิดพันธุ์ไม้ที่พบจำนวนต้นมากที่สุด คือ ประดู่สะแลน (*Dalbergia ovata* Graham) จำนวน 329 ต้น/เฮกแตร์ เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ ทะโล้ (*Schima wallichii* (DC.) Korth.) กะทัง (*Litsea monopetala* Pers.) งิ้วป่า (*Bombax anceps* Pierre) คำแสด (*Mallotus philippensis* Mll.Arg.) ยางโอน (*Polyalthia viridis* Craib) ทองหลาง

(*Erythrina stricta* Roxb.) ประดู่สะแลน (*Dalbergia ovata* Graham) เติม (*Bischofia javensis* Blume) แคหางค่าง (*Markhamia stipulata* Seem. var. *stipulata*) มะยาง (*Sarcosperma arboreum* Hook.f.) เป็นต้น โดยมีค่าเท่ากับ 20.4, 18.93, 17.11, 13.06, 12.27,11.16, 9.8, 8.79, 7.77 และ 7.06 ตามลำดับ (ตารางที่ 8, ภาพที่ 10)

ตารางที่ 8 ชนิดพันธุ์ไม้ จำนวนต้น (N) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RDe) ค่าความเด่นสัมพัทธ์ (RDo) ค่าความถี่สัมพัทธ์ (RF) และค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าทดแทนธรรมชาติ (Natural Succession, NS)

ชื่อสามัญ	ชื่อพฤกษศาสตร์	Family	N	RDe	RDo	RF	IVI	ร้อยละ
ทะโล้	*Schima wallichii* (DC.) Korth.	THEACEAE	198	5.16	14.53	1.96	20.40	6.80
กะทัง	*Litsea monopetala* Pers.	LAURACEAE	180	4.69	9.20	4.63	18.93	6.31
งิ้วป่า	*Bombax anceps* Pierre	MALVACEAE	97	2.53	11.55	2.48	17.11	6.03
คำแสด	*Mallotus philippensis* Mall.Arg.	EUPHORBIACEAE	240	6.25	0.86	4.93	13.06	4.35
ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	ANNONACEAE	199	5.18	1.77	3.12	12.27	4.09
ทองหลาง	*Erythrina stricta* Roxb.	FABACEAE	37	0.96	7.19	2.49	11.16	3.72
ประดู่สะแลน	*Dalbergia ovata* Graham	FABACEAE	329	8.57	1.57	1.82	9.80	3.27
เติม	*Bischofia javensis* Blume	PHYLLANTHACEAE	130	3.39	3.29	2.22	8.79	2.93
แคหางค่าง	*Markhamia stipulata* Seem. var. *Stipulata*	BIGNONIACEAE	60	1.56	3.46	2.40	7.77	2.59
มะยาง	*Sarcosperma arboreum* Hook.f.	SAPOTACEAE	102	2.66	0.71	3.34	7.06	2.35
อื่น ๆ			2,268	63.28	45.86	70.48	173.34	57.56
รวม			1,517	100	100	100	300	100



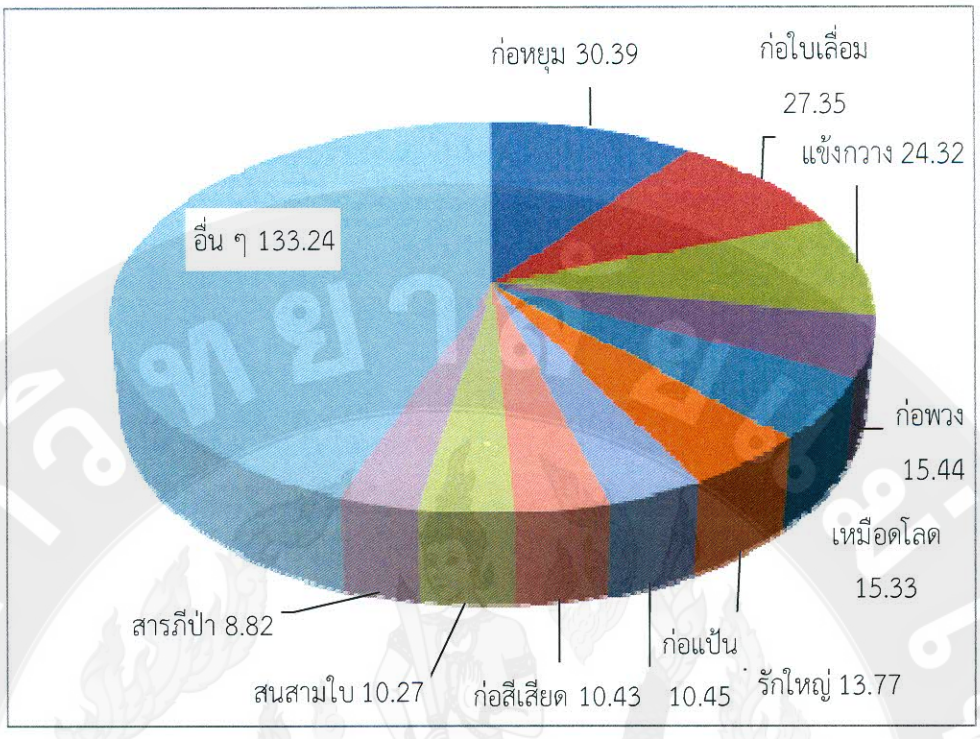
ภาพที่ 11 สัดส่วนจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่มีค่า IVI สูงสุด 10 อันดับแรกที่พบในป่าทดแทนธรรมชาติ(Natural Succession, NS)

3) สังคมพืชป่าธรรมชาติ (Natural Forest, NF) พบพันธุ์ไม้ทั้งหมด 3,092 ต้น 48 วงศ์ 91 สกุล 118 ชนิด ไม่ทราบชนิดอีก 5 ชนิดโดยมีวงศ์ไม้ก่อ (FAGACEAE) เป็นวงศ์ที่ครอบครองพื้นที่หน้าตัดมากที่สุด 12.04 ตารางเมตร/เฮกแตร์ แสดงให้เห็นถึงการเติบโตและการสืบต่อพันธุ์ที่ดีของไม้วงศ์นี้ สอดคล้องกับรายงานของสุคิด (2552) ที่พบว่า ไม้วงศ์ก่อเป็นไม้เด่นที่พบในสังคมป่าดิบเขาระดับต่ำ และชนิดพันธุ์ไม้ที่พบจำนวนต้นมากที่สุด คือ ก่อหยุม จำนวน 84 ต้น/เฮกแตร์ เมื่อพิจารณาจากค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ ก่อหยุม (*Castanopsis argyrophylla* King ex Hook.f). ก่อใบเลื่อม (*Castanopsis tribuloides* (Sm.) A.DC.) แข้งกวาง (*Wendlandia tinctoria* (Roxb.) DC.) ก่อพวง (*Lithocarpus fenestratus* (Roxb.) Rehder) เหมือดโลด (*Aporosa villosa* (Wall. ex Lindl.) Baill.) รักใหญ่ (*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou) ก่อแป้น (*Castanopsis diversifolia* (Kurz) King) ก่อสีเสียด (*Quercus brandisiana* Kurz) สนสามใบ (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon) สารภีป่า (*Anneslea fragrans* Wall.) เป็นต้น โดยมีค่าเท่ากับ 30.39, 27.35, 24.32, 15.44, 15.33, 13.77, 10.45, 10.43, 10.27 และ 8.82 ตามลำดับ (ตารางที่ 9, ภาพที่ 11)

จากค่าดัชนีความสำคัญเมื่อพิจารณาถึงพันธุ์ไม้ดั้งเดิมภายหลังที่มีการปลูกฟื้นฟู พบว่า พันธุ์ไม้ดั้งเดิมในป่าที่สามารถเข้ามาตั้งตัวในพื้นที่ป่าปลูกไม้สนสามใบได้ดี คือ ทะโล้ กะทัง งิ้วป่า คำแสด แคหางค่าง ทองหลาง และ ตองลาด เป็นต้น สอดคล้องกับ อำไพ และคณะ (2553) ศึกษาลักษณะเชิงปริมาณของพันธุ์ไม้ ที่เหลือเป็นหย่อมป่าในพื้นที่ป่าต้นน้ำที่ความสูง 1,200-1,500 ม. จากระดับน้ำทะเลพบว่า พันธุ์ไม้ที่มีค่าความถี่ของการพบสูงกว่าร้อยละ 80 เป็นพันธุ์ไม้ที่พบได้ทั่วไปในป่ามีอยู่ 4 ชนิด คือ สนสามใบ ก่อเดือย ทะโล้และแข้งกวาง เนื่องจากปัจจัยแวดล้อมในเรื่องความเข้มแสง สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดินในป่าฟื้นฟู มีแนวโน้มใกล้เคียงกับป่าทดแทนธรรมชาติ ทำให้ไม้ดั้งเดิมมีโอกาสตั้งตัวได้สูง

ตารางที่ 9 ชนิดพันธุ์ไม้ จำนวนต้น (N) ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RDe) ค่าความเด่นสัมพัทธ์ (RDo) ค่าความถี่สัมพัทธ์ (RF) และค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยา (IVI) ของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าธรรมชาติ(Natural Forest, NF)

ชื่อสามัญ	ชื่อพฤกษศาสตร์	Family	N	RDe	RDo	RF	IVI	ร้อยละ
ก่อหยุม	*Castanopsis argyrophylla* King ex Hook.f.	FAGACEAE	334	11.81	13.01	5.57	30.39	10.13
ก่อใบเลื่อม	*Castanopsis tribuloides* (Sm.) A.DC.	FAGACEAE	244	9.70	11.75	5.90	27.35	9.12
แข้งกวาง	*Wendlandia tinctoria* (Roxb.) DC.	RUBIACEAE	282	10.63	6.21	7.49	24.32	8.11
ก่อพวง	*Lithocarpus fenestratus* (Roxb.) Rehder	FAGACEAE	144	4.99	7.72	2.72	15.44	5.15
เหมือดโลด	*Aporosa villosa* (Wall. ex Lindl.) Baill.	PHYLLANTHACEAE	239	6.51	3.63	5.19	15.33	5.11
รักใหญ่	*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou	ANACARDIACEAE	158	5.09	4.18	4.50	13.77	4.59
ก่อแป้น	*Castanopsis diversifolia* (Kurz) King	FAGACEAE	46	1.62	6.57	2.27	10.45	3.48
ก่อสีเสียด	*Quercus brandisiana* Kurz	FAGACEAE	102	3.76	3.67	3.00	10.43	3.48
สนสามใบ	*Pinus kesiya* Royle ex Gordon	PINACEAE	29	1.07	7.49	1.72	10.27	3.42
สารภีป่า	*Anneslea fragrans* Wall.	THEACEAE	61	2.02	3.49	3.32	8.82	2.94
อื่น ๆ			1,453	42.77	32.28	58.19	133.24	44.47
รวม			3,092	100	100	100	300	100



ภาพที่ 12 สัดส่วนจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ที่มีค่า IVI สูงสุด 10 อันดับแรกที่พบในป่าธรรมชาติ (Natural Forest, NF)

2.1.5 เปรียบเทียบการกักเก็บมวลชีวภาพคาร์บอน

จากตารางที่ 10 การสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Aboveground Biomass; ABG) ของแปลงตัวอย่างมีค่าระหว่าง 120 – 160 เมกะกรัม/เฮกแตร์ ป่าปลูกไม้สนสามใบอายุ 37 ปี มีค่าความหนาแน่นของชนิดไม้เท่ากับ 1,517 ต้น/เฮกแตร์ ชนิดไม้ที่เข้ามาทดแทนมากที่สุดคือไม้วงศ์แคหางค่าง (BIGNONIACEAE) วงศ์มะยาง (SAPOTACEAE) และวงศ์อบเชย (LAURACEAE) การกักเก็บคาร์บอนจากมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน พบว่าป่าปลูกไม้สนสามใบมีค่ามวลชีวภาพมากที่สุด เฉลี่ยเท่ากับ 156.85±39.59 เมกะกรัม/เฮกแตร์ โดยมวลชีวภาพจากไม้สนสามใบมีมากกว่าไม้ชนิดอื่นๆในแปลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ไม้สนสามใบมีขนาดความโต และความสูงที่มากกว่าไม้ชนิดอื่นในแปลงแต่ละประเภท ทำให้ป่าปลูกไม้สนสามใบมีการสะสมมวลชีวภาพมากกว่าป่าชนิดอื่น สอดคล้องกับ สมชาย และคณะ (2553) พบว่า ไม้สนสามใบขนาดใหญ่มีเส้นรอบวง 50-150 ซม.จะมีมวลชีวภาพมากกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่น แต่มีความผันแปรที่สูงมาก นอกจากนี้ ยังพบว่ามวลชีวภาพของสนสามใบไม่ได้มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามอายุสวนป่า แต่มีความผันแปรที่สูงมาก เนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ความผันแปรของสภาพภูมิประเทศ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ระยะปลูก การแผ้วถางวัชพืช และการทดแทนของพันธุ์ไม้ที่มากน้อยผันแปรตามพื้นที่ รองลงมาได้แก่ ป่าทดแทนธรรมชาติมีค่าความหนาแน่นของชนิดไม้เท่ากับ 3,840 ต้น/เฮกแตร์ ชนิด

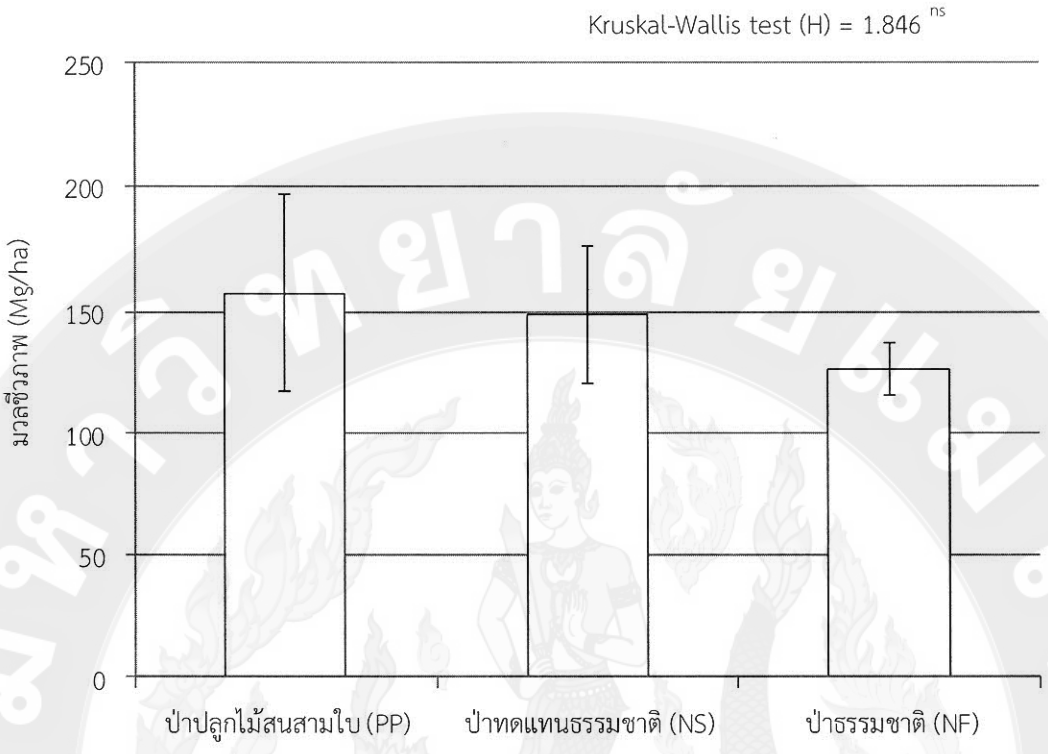
ไม้ที่เข้ามาทดแทนมากที่สุดคือไม้วงศ์ถั่ว (FABACEAE) วงศ์ทะโล้ (THEACEAE) และ วงศ์อบเชย (LAURACEAE) มีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 148.61±27.81 เมกะกรัม/เฮกแตร์ และป่าธรรมชาติมีค่าความหนาแน่นของชนิดไม้เท่ากับ 3,092 ต้น/เฮกแตร์ ชนิดไม้ที่พบมาก3 วงศ์แรก ได้แก่ ไม้ในวงศ์ก่อ (FAGACEAE) วงศ์เข็ม (RUBIACEAE) วงศ์มะขามป้อม (PHYLLANTHACEAE) มีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 126.64±10.93 เมกะกรัม/เฮกแตร์ เมื่อทำการทดสอบทางสถิติ พบว่าไม่มีค่าความแตกต่างกันทางสถิติแต่อย่างใด

นอกจากนี้ยังพบว่า ในผลการศึกษาครั้งนี้แม้ว่าป่าปลูกไม้สนสามใบจะมีมวลชีวภาพมากกว่าป่าชนิดอื่น แต่ยังคงมีน้อย เมื่อเทียบกับป่าปลูกไม้สนสามใบในพื้นที่อื่นๆ ซึ่ง สมชาย และคณะ (2553)ได้ศึกษาการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพสนสามใบและพันธุ์ไม้ที่ขึ้นทดแทนในสวนป่าสนสามใบของหน่วยจัดการต้นน้ำบ่อแก้ว พบว่า สวนป่าสนสามใบมีมวลชีวภาพป่าไม้ของพันธุ์ไม้ทุกชนิดในสวนป่าอายุ 14-34 ปี ผันแปรระหว่าง 11,281-39,707 กิโลกรัม/ไร่ เป็นมวลชีวภาพไม้สนสามใบผันแปร 3,777-34,032 กิโลกรัม/ไร่ และมวลชีวภาพพันธุ์ไม้อื่นๆ ผันแปร 1,479-15,057กิโลกรัม/ไร่ พันธุ์ไม้ที่ขึ้นทดแทนในสวนป่านั้นพันธุ์ไม้ในวงศ์ก่อ (FAGACEAE) มีการสะสมมวลชีวภาพมากที่สุด รองลงมา คือ วงศ์เมี่ยง (THEACEAE) วงศ์หว้า (MYRTACEAE) วงศ์ถั่ว (FABACEAE) วงศ์มะขามป้อม (PHYLLANTHACEAE) วงศ์เข็ม (RUBIACEAE) และวงศ์อบเชย (LAURACEAE) เป็นต้น อย่างไรก็ตามมวลชีวภาพรวมของสวนป่าสนสามใบในทุกชั้นอายุมีค่าต่ำกว่ามวลชีวภาพของป่าดิบเขาธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ที่สุดที่เหลือเป็นหย่อมบริเวณข้างเคียงที่มีค่าเท่ากับ 40,535 กิโลกรัม./ไร่ หรือ 289.535 เมกะกรัม/เฮกแตร์

ตารางที่ 10 การกักเก็บมวลชีวภาพคาร์บอน ของพันธุ์ไม้ทั้งหมด ระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)

Plot	มวลชีวภาพ (Mg/ha) Mean ± SD
PP	156.85±39.59
NS	148.61±27.81
NF	126.64±10.93
Kruskal-Wallis test (H)	1.846^{ns}

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p>0.05$)



ภาพที่ 13 การกักเก็บมวลชีวภาพคาร์บอนที่พบระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)

1.6 ความหลากหลายของชนิดพรรณไม้ที่เป็นกล้าไม้ที่มีขนาดต่ำกว่า 1.3 เมตร

จากการเก็บข้อมูลนับโดยการนับจำนวนและระบุชื่อกล้าไม้ที่มีขนาดความสูงน้อยกว่า1.3 เมตร ในแปลงขนาด 2 x 2 เมตร จำนวน 10 จุด ต่อ 1 แปลงตัวอย่าง พบว่ามีจำนวนกล้าไม้ทั้งหมด 1,074 ต้น 108 ชนิดโดยจำนวนกล้าไม้ที่พบมากที่สุดได้แก่ กะทัง พบจำนวน 209 ต้น คิดเป็นร้อยละ 19.46 รองลงมาคือก่อใบเลื่อม มะเดื่อหอม พบจำนวน 47 ต้นเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 4.38 และเมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วพบว่า กะทัง จะมีเฉพาะในป่าปลูกไม้สนสามใบและป่าทดแทนธรรมชาติ ไม่พบในป่าธรรมชาติ ส่วนไม้ในวงศ์ก่อพบเฉพาะในป่าธรรมชาติเท่านั้น ส่วนกล้าไม้ที่พบทั้ง 3 ชนิดป่า ได้แก่ แคหางค่าง มะเดื่อหอม มันปลา (ตารางผนวกที่ 2)

จากตารางที่ 11 และ ภาพที่ 13 ชนิดและจำนวนของกล้าไม้ในแปลงตัวอย่างเปรียบเทียบกัน พบว่า ป่าธรรมชาติและป่าทดแทนธรรมชาติมีจำนวนชนิดที่ใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันมากนักคือมีชนิดไม้เฉลี่ย 20.25±2.22 ชนิด/แปลง และ 19.75± 11.84 ชนิด/แปลง ตามลำดับ ส่วนป่าปลูกไม้สนสามใบ มีจำนวนชนิดกล้าไม้น้อยที่สุดเฉลี่ย 12 ± 4.24ชนิด/แปลง เมื่อทดสอบทางสถิติพบว่า ไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ

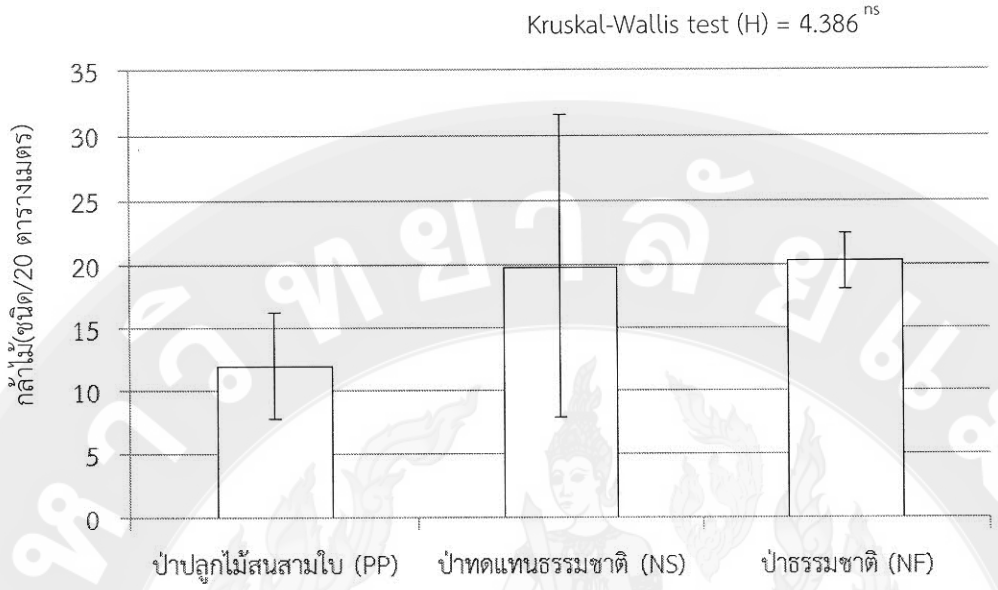
สำหรับจำนวนกล้าไม้ ป่าธรรมชาติ พบจำนวนกล้าไม้มากกว่าแปลงป่าชนิดอื่น คือพบจำนวนกล้าไม้เฉลี่ย เท่ากับ 103.5±60.64 ต้น/แปลง รองลงมาได้แก่ แปลงป่าปลูกไม้สนสามใบ มีจำนวนกล้าไม้เฉลี่ยเท่ากับ 83.5±9.40 ต้น/แปลง ส่วนป่าทดแทนธรรมชาติมีจำนวนกล้าไม้เฉลี่ยเท่ากับ 81.5±50.81 ต้น/แปลง

เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 13 และ 14 จะพบว่าในแปลงทั้ง 3 ชนิดป่าทดแทนธรรมชาติและป่าธรรมชาติมีจำนวนชนิดไม้ใกล้เคียงกันมากกว่าป่าปลูกไม้สนสามใบ แสดงให้เห็นว่าความหลากชนิดของไม้ในป่าปลูกไม้สนสามใบยังมีไม่มาก ในขณะเดียวกันเมื่อพิจารณาในด้านของจำนวนกล้าไม้ จะพบว่า ป่าธรรมชาติมีจำนวนกล้าไม้มากกว่าแปลงป่าปลูกไม้สนสามใบและป่าทดแทนธรรมชาติ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากป่าธรรมชาติ มีไม้เด่นเป็นไม้ก่อ เป็นส่วนใหญ่และมีการกระจายในแปลงเป็นจำนวนมาก จึงทำให้ป่าธรรมชาติมีจำนวนกล้าไม้มากกว่าแปลงชนิดอื่นและอีกปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการทดแทนของกล้าในสวนป่าสนสามใบ ได้แก่ ไฟป่า แสง และแม่ไม้บริเวณข้างเคียงที่จะกระจายพันธุ์ไปสู่สวนป่า (Kiianmaa, 2005)

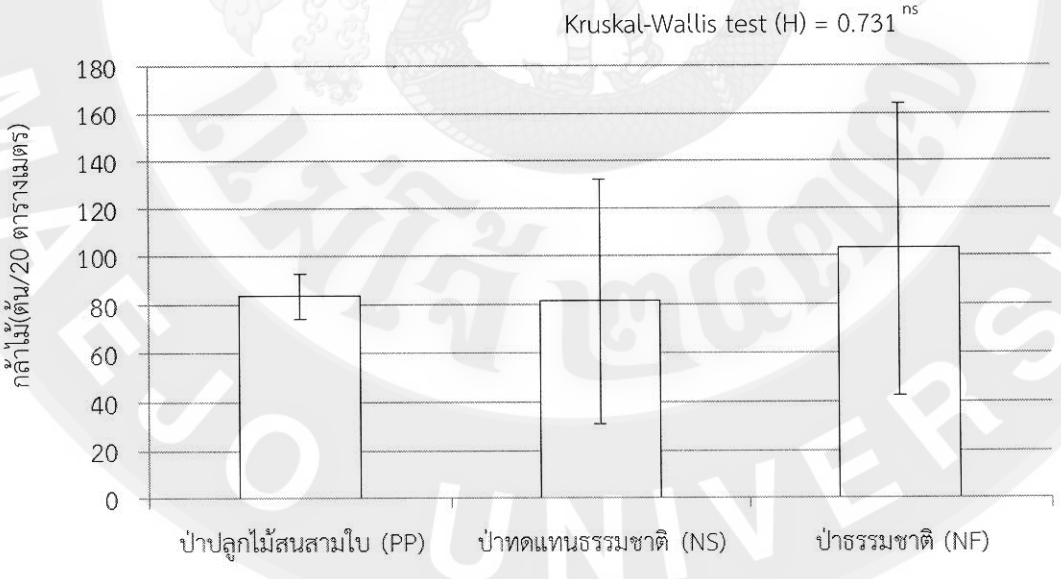
ตารางที่ 11 ผลทดสอบความแปรปรวนโดยวิธี Kruskal-Wallis (H) ของค่าเฉลี่ยของ ชนิดและจำนวนต้นของกล้าไม้ ที่พบใน ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)

Plot	กล้าไม้(ชนิด)	กล้าไม้(ต้น)
	Mean ± SD	
PP	12±4.24	83.5±9.40
NS	19.75±11.84	81.5±50.81
NF	20.25±2.22	103.5±60.64
Kruskal-Wallis test (H)	4.386 $^{ns.}$	0.731 ^{ns}
P-value	P > 0.05	P > 0.05

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p>0.05)



ภาพที่ 14 ชนิดกล้าไม้ต่อแปลงขนาด 20 ตารางเมตร ที่พบในแปลงป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)



ภาพที่ 15 จำนวนกล้าไม้ต่อแปลงขนาด 20 ตารางเมตร ที่พบในป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)

2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติบางประการของดิน

นอกจากการวางทำการวางแปลงตัวอย่างเพื่อเก็บองค์ประกอบของพรรณไม้และชนิดของป่าในขนาด 50x50 ตารางเมตร ทั้งหมด 12 แปลง ได้แก่ 1. พื้นที่ป่าธรรมชาติ จำนวน 4 แปลง 2. พื้นที่แปลงป่าปลูกไม้สนสามใบอายุ 37 ปี จำนวน 4 แปลง และ 3. พื้นที่แปลงไร่ฝิ่นเก่าที่ปล่อยให้เกิดการทดแทนตามธรรมชาติจำนวน 4 แปลง ในขณะเดียวกันได้มีการเก็บตัวอย่างของดิน ทั้ง12 แปลง ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร โดยได้เก็บตัวอย่างของดินในช่วงเดือนกุมภาพันธุ์ถึงเดือนมีนาคม เพื่อทำการศึกษาถึงคุณสมบัติบางประการและเปรียบเทียบความแตกต่างของดินทั้ง 3 ชนิดป่า พบผลการศึกษาดังนี้

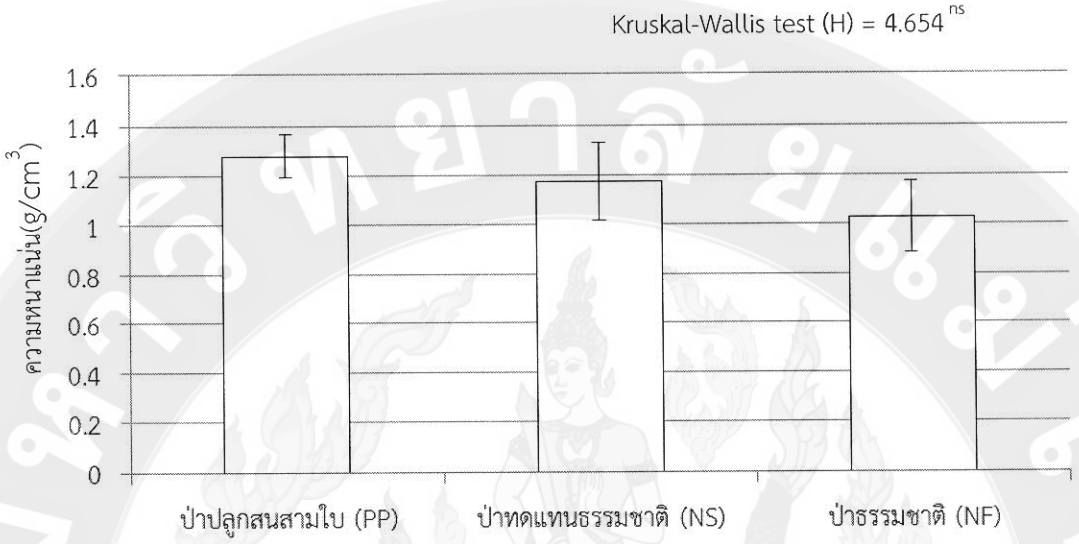
2.2.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

จากตารางที่ 12 และภาพที่ 15การวิเคราะห์หาความหนาแน่นรวมของดิน(bulk density)ในแปลงตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดป่า เมื่อพิจารณาความหนาแน่นรวมของดินเฉลี่ยโดยภาพรวมแล้วผลปรากฏว่า จะพบว่า ป่าทั้ง 3 ชนิดนี้ มีค่าความหนาแน่นรวมของดินไม่แตกต่างกันมาก ค่าความหนาแน่นรวมของดินอยู่ในค่าที่ต่ำ แสดงให้เห็นว่ามีปริมาณอินทรีวัตถุมาก ป่าปลูกไม้สนสามใบมีค่าความหนาแน่นรวมมากที่สุดเท่ากับ1.28±0.09 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร รองลงมาคือป่าที่ปล่อยให้เกิดการทดแทนตามธรรมชาติมีค่าความหนาแน่นรวมเท่ากับ1.18±0.15 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร และป่าธรรมชาติ มีค่าความหนาแน่นรวมน้อยที่สุด เท่ากับ1.03±0.15 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งสอดคล้องกับ อำไพและคณะ (2553) ได้ศึกษาความผันแปรของลักษณะดินและปริมาณธาตุอาหารสะสมในดินป่าดิบเขาต่ำที่เหลือเป็นหย่อม อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าความหนาแน่นในดินชั้นบนของป่าดิบเขามักจะต่ำหรือต่ำมาก เกิดจากมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินมาก ซึ่งมีน้ำหนักเบา อินทรียวัตถุส่วนใหญ่เกิดจากการผุสลายของซากพืชที่ร่วงหล่น เมื่อเปรียบเทียบกันทางสถิติ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 12 ผลทดสอบความแปรปรวนโดยวิธี Kruskal-Wallis (H) ของค่าเฉลี่ยของ ความหนาแน่นในดินระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)

Plot	ความหนาแน่นรวม (g/cm^3)
	Mean ± SD
PP	1.28±0.09
NS	1.18±0.15
NF	1.03±0.15
Kruskal-Wallis test(H)	4.654^{ns}

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p>0.05)



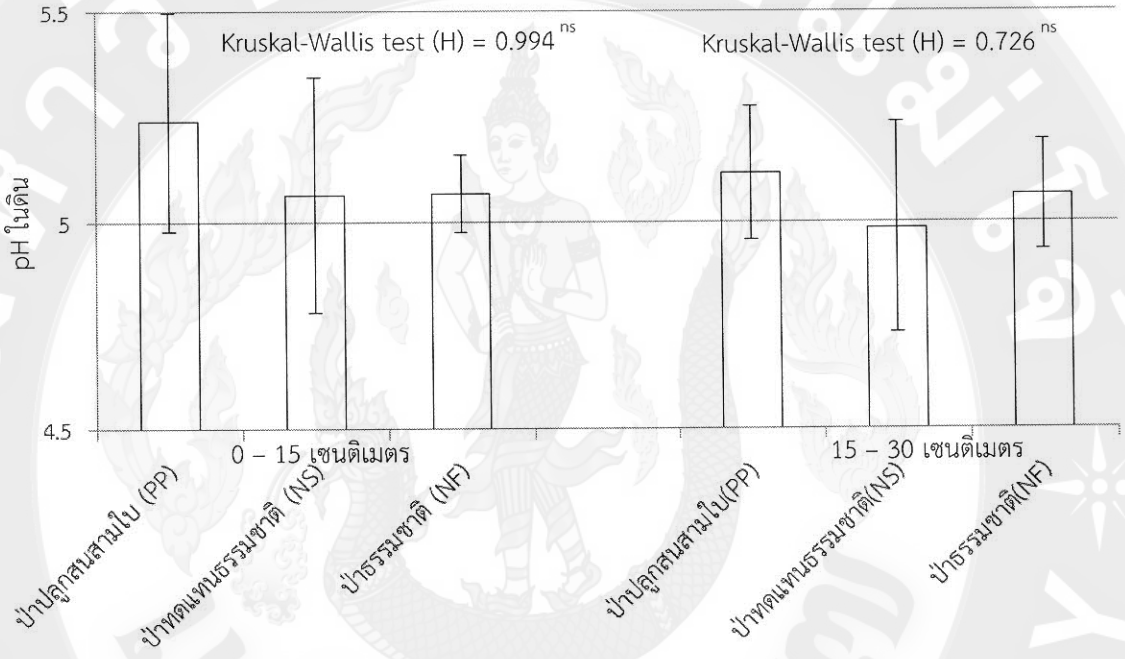
ภาพที่ 16 ความหนาแน่นรวมของดินระหว่างป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)

2.2.2 คุณสมบัติทางเคมี

1) ปฏิกิริยาของดินหรือ pH ของดินเป็นสมบัติที่มีอิทธิพลต่อขบวนการทางเคมีและชีวภาพในดิน ปฏิกิริยาของดินจะนำไปพิจารณาถึงการเกิดความเป็นพิษหรือการขาดธาตุอาหารต่างๆในดิน ผลจากการศึกษาพบว่า ทั้ง 3 ชนิดป่า สภาพดินเป็นกรด พบว่าที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ดินมีสภาพเป็นกรดมาก โดยป่าปลูกไม้สนสามใบมีค่าเฉลี่ย pH มากที่สุดเท่ากับ 5.24±0.26 รองลงมาคือป่าธรรมชาติดินมีสภาพเป็นกรดมาก มีค่าเฉลี่ย pH เท่ากับ 5.07±0.09 และป่าที่ปล่อยให้เกิดการทดแทนตามธรรมชาติดินมีสภาพเป็นกรดมาก มีค่าเฉลี่ย pH น้อยที่สุด เท่ากับ 5.06±0.28 ตามลำดับ (ตารางที่ 13) และเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ส่วนที่ระดับความลึกของดินตั้งแต่ 15-30 เซนติเมตร ป่าปลูกไม้สนสามใบดินมีสภาพเป็นกรดมาก มีค่าเฉลี่ย pH มากที่สุดเท่ากับ 5.12±0.16 รองลงมาคือป่าธรรมชาติดินมีสภาพเป็นกรดมากมีค่าเฉลี่ย pH เท่ากับ 5.06±0.13 และป่าที่ปล่อยให้เกิดการทดแทนตามธรรมชาติดินมีสภาพเป็นกรดมาก มีค่าเฉลี่ย pH น้อยที่สุดเท่ากับ 4.99±0.25 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้พบว่า ค่า pH ระหว่างดินชั้นบนจะสูงกว่าดินชั้นล่าง (ภาพที่ 16) แต่อย่างไรก็ตามดินทั้ง 3 ชนิดป่า มีค่าเป็นกรดจัด ทั้งนี้เนื่องจากสภาพดั้งเดิมเป็นป่าดิบ

เขา ซึ่งโดยทั่วไปดินในป่าดิบเขามักมีปฏิกิริยาเป็นกรด เช่นเดียวกับป่าดิบเขาในอุทยานแห่งชาติ ดอยสุเทพ-ปุย ซึ่งมีค่า pH ของดินชั้นผิวหน้าบริเวณยอดเขาและบริเวณเชิงเขาเท่ากับ 5.21 และ 5.86 ตามลำดับ (สุนทร และดุสิต, 2541) และสอดคล้องกับ ณัฐลักษณ์, (2552) ศึกษาดินป่าดิบเขาบริเวณอุทยานดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ดินชั้นบนเป็นกรดรุนแรงมาก ส่วนดินชั้นล่างเป็นกรดจัดมาก

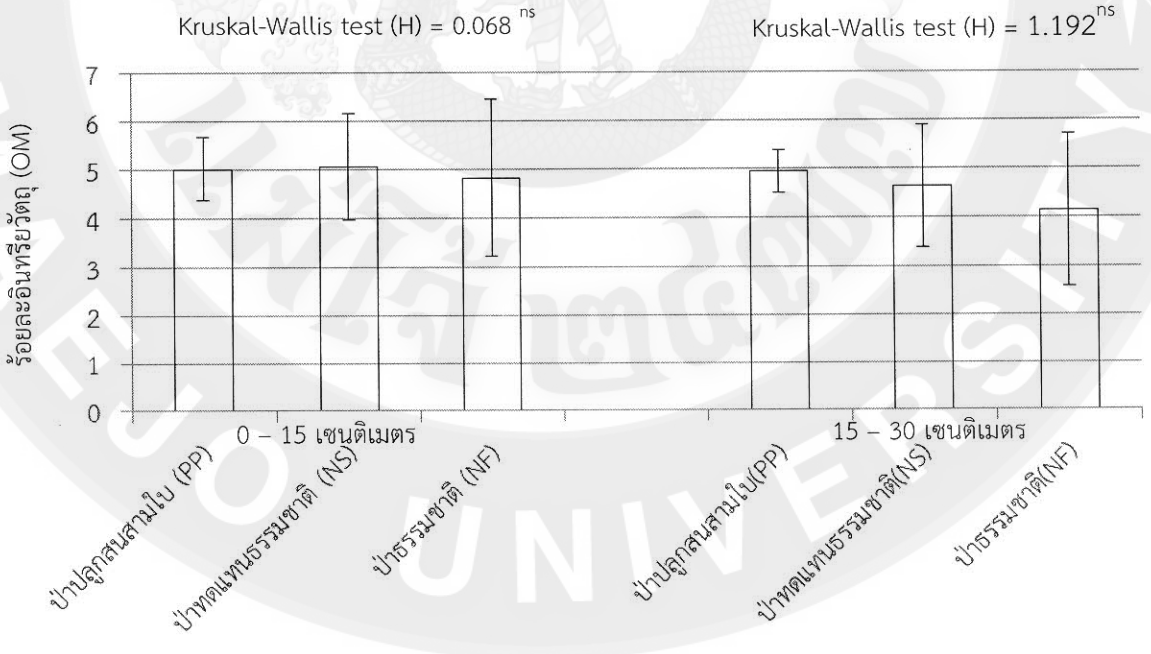


ภาพที่ 17 ปฏิกิริยาของดินหรือ pH ของดินระหว่างป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)

2) ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ค่าอินทรียวัตถุมีค่าใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันมากนัก กล่าวคือ ป่าที่ปล่อยให้เกิดการทดแทนตามธรรมชาติ มีค่าอินทรียวัตถุเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 5.07±1.09 รองลงมาได้แก่ป่าปลูกไม้สนสามใบมีค่าอินทรียวัตถุเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 5.02±0.65 และป่าธรรมชาติ มีค่าอินทรียวัตถุเฉลี่ยน้อยที่สุด เท่ากับร้อยละ 4.84 ±1.61 ตามลำดับ (ตารางที่ 13) และเมื่อเปรียบเทียบกันพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ส่วนที่ระดับความลึกของดินตั้งแต่ 15-30 เซนติเมตร ค่าอินทรียวัตถุในแปลงมีค่าลดลงจากระดับความลึกของดินชั้นบนเล็กน้อย (ภาพที่ 17) แต่ยังมีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันมากนัก กล่าวคือ ป่าปลูกไม้สนสามใบมีค่าอินทรียวัตถุเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 4.95±0.44 รองลงมาได้แก่แปลงป่าที่ปล่อยให้เกิดการทดแทนตามธรรมชาติมีค่าอินทรียวัตถุเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 4.64±1.24 และป่าธรรมชาติมีค่าอินทรียวัตถุเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับร้อยละ 4.15±1.56 ตามลำดับและเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

โดยเฉลี่ยแล้วปริมาณอินทรียวัตถุทั้ง 3 ชนิดป่า จัดว่าอยู่ในระดับที่สูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากซากอินทรียวัตถุที่ทับถมกันอยู่บนพื้นที่ป่าหรือที่ปกคลุมดินอยู่นั้น เมื่อถูกย่อยสลาย ธาตุอาหารจะถูกปลดปล่อยออกมา ทั้งนี้เพราะอัตราการร่วงหล่นของซากอินทรีย์ลงสู่พื้นป่าจะเกิดขึ้นเร็วกว่าอัตราการย่อยสลายของซากอินทรีย์บนพื้นป่านั่นเอง นอกจากนี้ Pampasit (2000) พบว่าสภาพภูมิประเทศและการเกิดไฟป่าเป็นปัจจัยที่มีต่อผลต่อปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารในดินชั้นอินทรียวัตถุบนพื้นป่าจึงเป็นแหล่งสำรองของธาตุอาหารที่สำคัญในระบบนิเวศป่าไม้ และยังช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของหน้าดินจากการชะล้างของน้ำฝน รวมทั้งช่วยควบคุมอุณหภูมิของดินไม่ให้เปลี่ยนแปลงรวดเร็วเกินไป (รุ่ง, 2550)

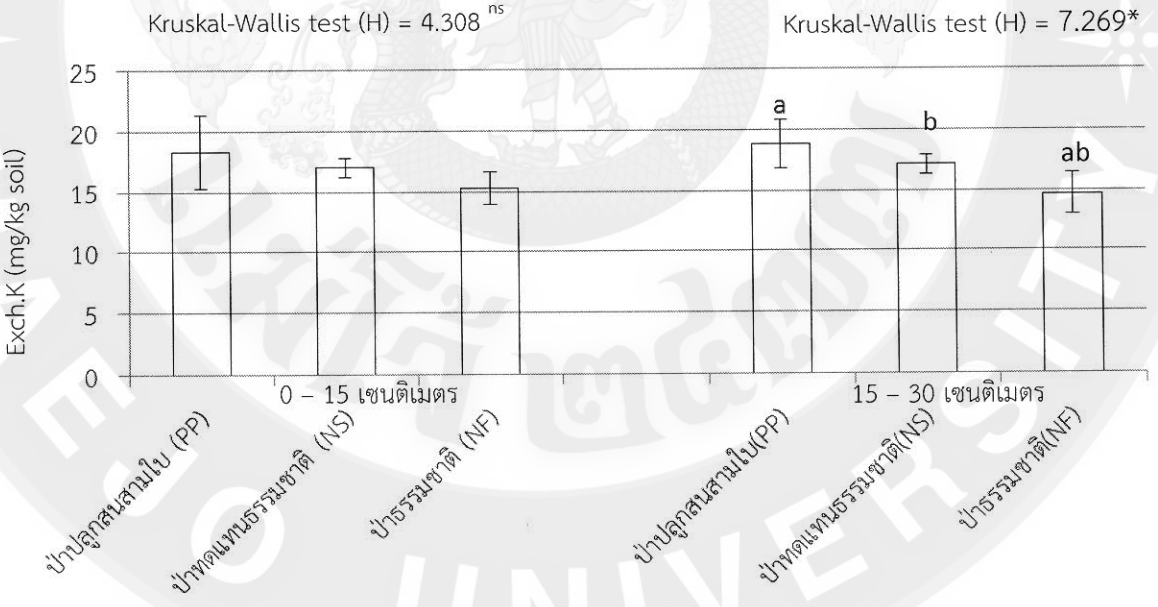


ภาพที่ 18 ร้อยละอินทรียวัตถุ (Organic matter) ระหว่างป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)

3) ปริมาณโพแทสเซียม (K) ที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน (Exchangeable K)

จากตารางที่ 13 และภาพที่ 18 ปริมาณ โพแทสเซียม (K) ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีโพแทสเซียมในระดับที่ต่ำมาก (< 30 mg/kg soil) ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่าดินในแปลงปลูกป่าสนสามใบมีปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 18.28±3.01 mg/kg soil รองลงมาได้แก่แปลงป่าทดแทนธรรมชาติ มีปริมาณค่าโพแทสเซียมเฉลี่ยเท่ากับ 17.01±0.79 mg/kg soil ส่วนป่าธรรมชาติมีปริมาณค่าโพแทสเซียมเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ 15.25±1.34 mg/kg soil และเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อระดับความลึกของดินที่ระดับ 15- 30 เซนติเมตรพบว่าดินในป่าปลูกไม้สนสามใบ มีปริมาณค่าโพแทสเซียมเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 18.83±1.99 mg/kg soil รองลงมาได้แก่ป่าทดแทนธรรมชาติมีปริมาณค่าโพแทสเซียมเฉลี่ยเท่ากับ 17.13±0.76 mg/kg soil ส่วนป่าธรรมชาติมีปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ยน้อยที่สุดเท่ากับ14.69±1.69 mg/kg soil และเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยป่าปลูกไม้สนสามใบมีค่าแตกต่างกับป่าทดแทนธรรมชาติทั้งนี้ธาตุดังกล่าวอาจจะถูกพืชดูดไปใช้ในการปรุงอาหารและเสริมสร้างต้นไม้ได้



ภาพที่ 19 ปริมาณโพแทสเซียม (K) ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินระหว่างป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)

ตารางที่13 ผลทดสอบความแปรปรวนโดยวิธี Kruskal-Wallis (H) ของค่าเฉลี่ยของปฏิกิริยาของดินหรือ pH ปริมาณอินทรียวัตถุ (Organic matter) โพแทสเซียม (K) ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)

	Plot	pH	OM ร้อยละ	Exch.K (mg/kg soil)
		Mean ± SD		
แปลงย่อย	PP	5.24±0.26	5.02±0.65	18.28±3.01
ความลึก	NS	5.06±0.28	5.07±1.09	17.01±0.79
0 – 15เซนติเมตร	NF	5.07±0.09	4.84±1.61	15.25±1.34
Kruskal-Wallis test		0.994 ^{ns}	0.068 ^{ns}	4.308 ^{ns}
แปลงย่อย	PP	5.12±0.16	4.95±0.44	18.83±1.99 ^{a}
ความลึก	NS	4.99±0.25	4.64±1.24	17.13±0.76 ^{b}
15 – 30เซนติเมตร	NF	5.06±0.13	4.15±1.56	14.69±1.69 ^{ab}
Kruskal-Wallis test		0.726 ^{ns}	1.192 ^{ns}	7.269*

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p>0.05$)

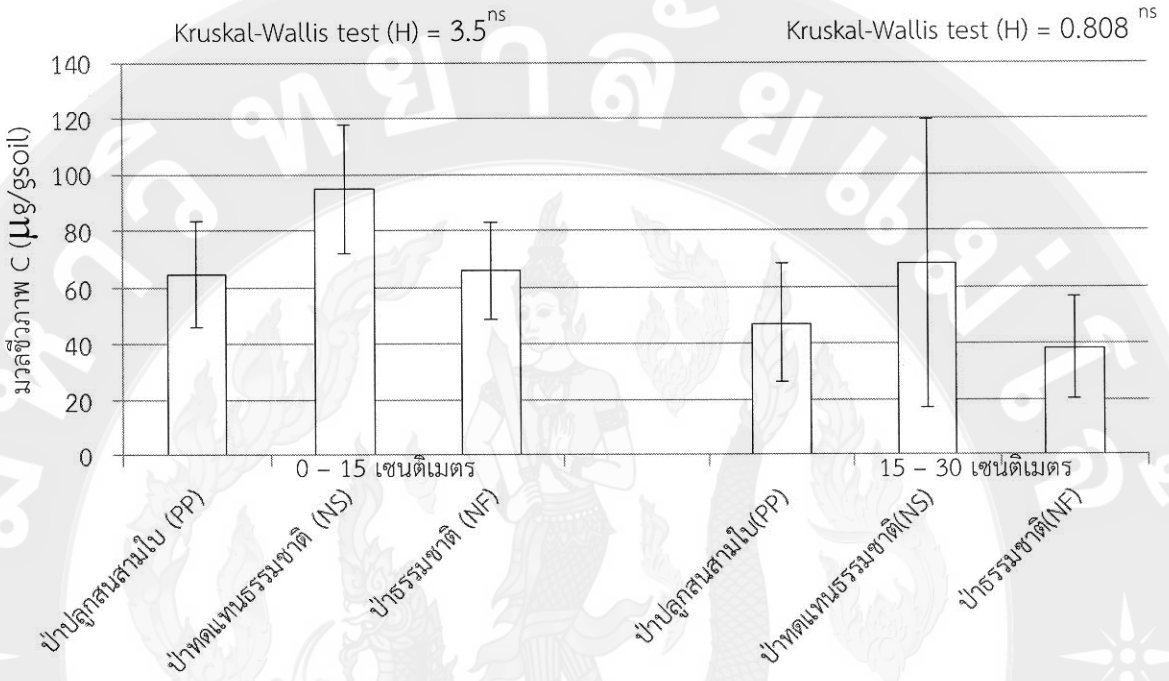
* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.05 ($p<0.05$)

2.2.3 คุณสมบัติทางชีวภาพของดิน

1) จากตารางที่ 14 และภาพที่ 19 พบว่ามวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน (Microbial biomass C) ในดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ในป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) มีค่ามวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 94.79±22.92 μg/gsoil ในขณะที่ป่าธรรมชาติกับป่าปลูกไม้สนสามใบมีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ยใกล้เคียงกัน โดยมีค่าเท่ากับ 65.88±17.21 μg/gsoil และ 64.66±18.61 μg/gsoil ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วพบว่า ป่าทั้ง 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อระดับความลึกของดินที่ระดับ 15- 30 เซนติเมตรพบว่ามวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน (Microbial biomass C) ในดินทั้ง 3 ชนิดแปลงตัวอย่าง มีค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันที่ระดับความลึก 0 – 15 เซนติเมตร แต่มีค่าจุลินทรียน้อยกว่า กล่าวคือ ในป่าที่ปล่อยให้เกิดการทดแทนตามธรรมชาติ มีค่ามวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 68.29±51.27 μg/gsoil รองลงมาได้แก่ แปลงปลูกป่าสนสามใบมีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 47.28±20.68 μg/gsoil และ ป่า

ธรรมชาติมีค่ามวลชีวภาพน้อยที่สุด เท่ากับ 38.54±18.12 μg/gsoil เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

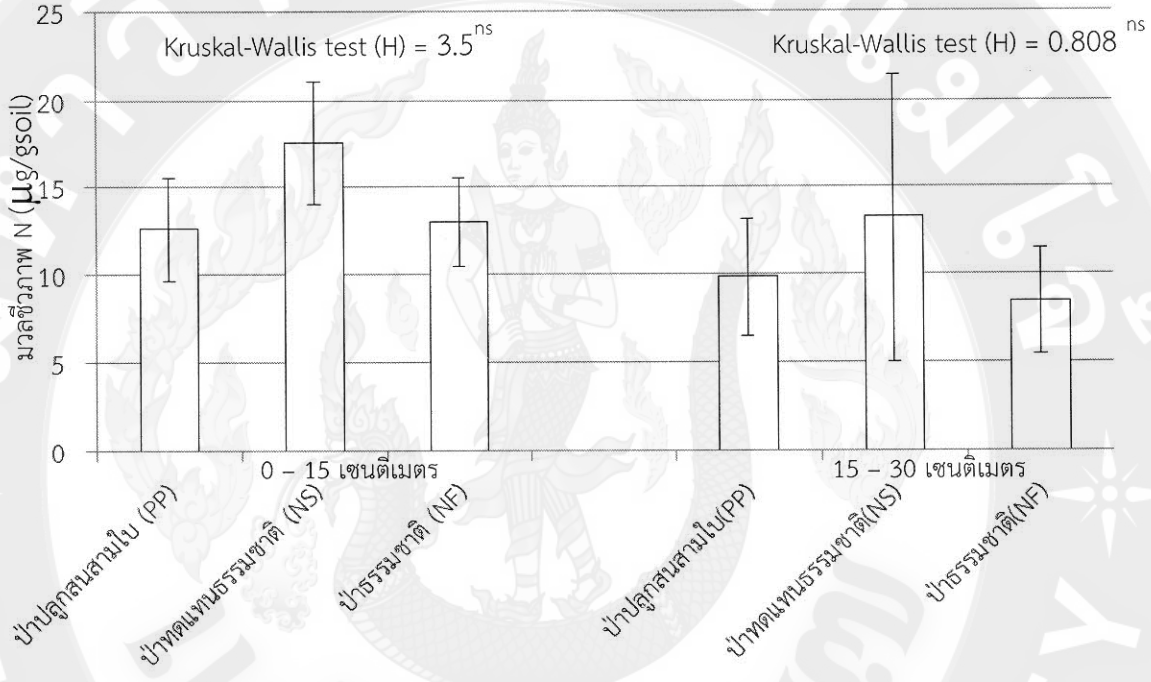


ภาพที่ 20 ปริมาณมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน (Microbial biomass C) ในดินระหว่างป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)

2) จากตารางที่ 14 และภาพที่ 20 ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่าค่ามวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (Microbial biomass N) ในดิน มีค่าใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ป่าทดแทนธรรมชาติมีค่ามวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 55.17±3.67 μg/gsoil ในขณะที่ป่าธรรมชาติมีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 54.83±10.31 μg/gsoil และป่าปลูกไม้สนสามใบมีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 50.35±2.98 μg/gsoil ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อระดับความลึกของดินที่ระดับ 15- 30 เซนติเมตรพบว่ามวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (Microbial biomass N) ในดินทั้ง 3 ชนิดแปลงตัวอย่าง มีค่าจุลินทรีย์ใกล้เคียงกับดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร กล่าวคือ ในป่าทดแทนธรรมชาติมีค่ามวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 50.93±8.20 μg/gsoil รองลงมาได้แก่ป่าปลูกไม้สนสามใบมีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ

47.57±3.31 μg/gsoil และป่าธรรมชาติมีค่ามวลชีวภาพน้อยที่สุด เท่ากับ46.24±2.98 μg/gsoil และเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเมื่อพิจารณาแล้วพบว่ามวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน (Microbial biomass C) และมวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (Microbial biomass N) ในดินมีความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน



ภาพที่ 21 มวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (Microbial biomass N) ในดิน ระหว่างป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)

ตารางที่ 14 ผลทดสอบความแปรปรวนโดยวิธี Kruskal-Wallis (H) ของค่าเฉลี่ยของมวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (Microbial biomass N) และมวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน (Microbial biomass C) ระหว่าง ป่าปลูกไม้สนสามใบ (PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (NS) และป่าธรรมชาติ (NF)

	Plot	Microbial biomass C (µg/gsoil)	Microbial biomass N (µg/gsoil)
		Mean ± SD	
แปลงย่อย	PP	64.66±18.61	50.35±2.98
ความลึก	NS	94.79±22.92	55.17±3.67
0 – 15 เซนติเมตร	NF	65.88±17.21	54.83±10.31
Kruskal-Wallis test		3.5^{ns}	3.5^{ns}
แปลงย่อย	PP	47.28±20.68	47.57±3.31
ความลึก	NS	68.29±51.27	50.93±8.20
15 – 30เซนติเมตร	NF	38.54±18.12	46.24±2.98
Kruskal-Wallis test		0.808^{ns}	0.808^{ns}

หมายเหตุ ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p>0.05$)

3. บทบาทการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พื้นที่ป่าต้นน้ำที่ได้รับการฟื้นฟูของชุมชนในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก

3.1 ความคิดเห็นของชุมชนสภาพก่อนและหลังการฟื้นฟูป่าต้นน้ำแม่แรก

หลังจากที่ได้ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูล จากการเก็บข้อมูลในแปลงตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด ผู้วิจัยได้นำข้อมูลดังกล่าวนำมานำเสนอให้กับชุมชนบ้านสามสบบน หมู่ที่ 1 ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ เนื่องจากชุมชนดังกล่าว เป็นชุมชนที่อยู่ใกล้ในบริเวณพื้นที่วางแปลงตัวอย่าง โดยผู้ศึกษาได้นำเสนอผลการศึกษาที่วิเคราะห์ได้ให้ชุมชนทราบ โดยอธิบาย ข้อมูลที่ได้ให้ง่ายต่อชุมชนทุกชั้นอายุ จากนั้นผู้ศึกษาได้แบ่งกลุ่มชุมชนเป็นกลุ่มย่อย จำนวน 3 กลุ่ม เพื่อประชุมและซักถามให้ละเอียดมากขึ้นโดยการใช้วิธีการประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) โดยมีผู้ดำเนินการสนทนา (moderator) เป็นผู้จุดประเด็น ได้แก่กลุ่มเยาวชน กลุ่มผู้สูงอายุ กลุ่มผู้ที่เคยทำงานเป็นลูกจ้างและเคยปลูกป่าสนสามใบของหน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม เพื่อซักถามความคิดเห็น เรื่องของการฟื้นฟูป่าต้นน้ำ โดยการปลูกไม้สนสามใบ รวมถึงการหาแนวทางการอนุรักษ์และจัดการป่า ทั้ง 3 ชนิดป่า โดยแต่ละกลุ่มมีความคิดเห็นและแนวทางการอนุรักษ์ป่าทั้ง 3 ชนิดดังนี้

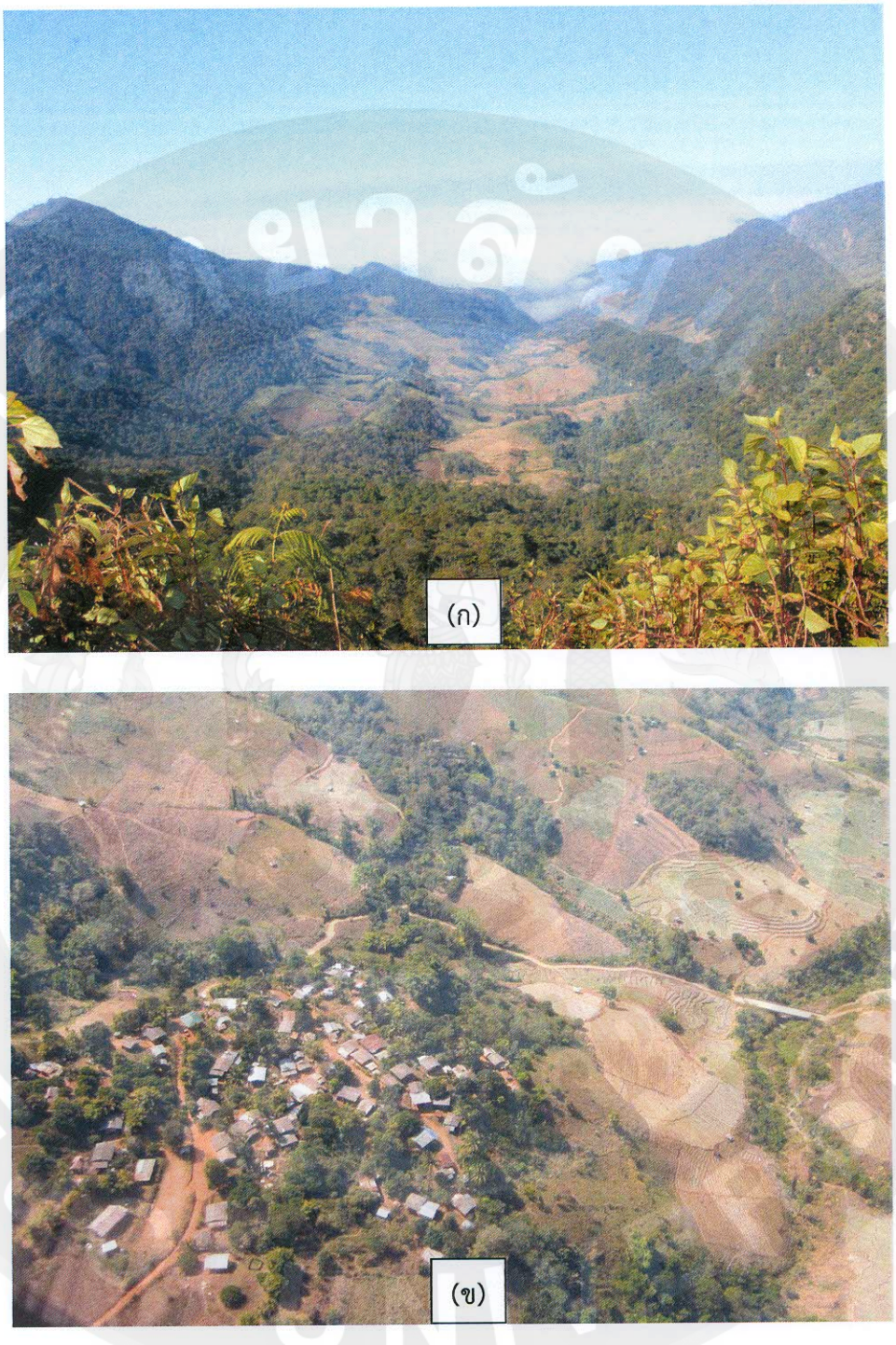
ปลูกไม้สนสามใบ รวมถึงการหาแนวทางการอนุรักษ์และจัดการป่า ทั้ง 3 ชนิดป่า โดยแต่ละกลุ่มมีความคิดเห็นและแนวทางการอนุรักษ์ป่าทั้ง 3 ชนิดดังนี้

ตารางที่ 15 แสดงจำนวนผู้เข้าร่วมเสวนาเพื่อหาแนวทางในการฟื้นฟูป่าต้นน้ำแม่แรก

ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมเสวนา	**จำนวน(คน)**	**ร้อยละ**
เพศ		
1. ชาย	29	72.5
2. หญิง	11	27.5
รวม	40	100

ตารางที่ 16 การจำแนกกลุ่มผู้เข้าร่วมเสวนาเป็นกลุ่มย่อย (Focus group)

ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมเสวนา	**จำนวน(คน)**	**ร้อยละ**	**หมายเหตุ**
อายุ			
1.กลุ่มเยาวชน ต่ำกว่า 25 ปี	7	17.5	ไม่เคยปลูกป่าสนสามใบ
2. กลุ่ม 25-50 ปี	25	62.5	เคยปลูกป่าสนสามใบ
3.มากกว่า 50 ปี ขึ้นไป	8	20	เคยปลูกป่าสนสามใบ
รวม	40	100	



ภาพที่ 22 ลักษณะทั่วไปของลุ่มน้ำแม่แรก (ก)บริเวณพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรก (ข) สภาพการตั้งถิ่นฐานของชุมชนบ้านสามสบบน ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่

ภาพที่ 23 การนำเอาผลข้อมูลที่วิเคราะห์ได้นำมาเสนอให้ชุมชนทราบพร้อมหาแนวทางในการดูแลพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรก

3.1.1 กลุ่มผู้เข้าร่วมเสวนาอายุ ต่ำกว่า 25 ปี

คิดเห็นตอนเริ่มปลูกฟื้นฟูป่าต้นน้ำโดยใช้ไม้สนสามใบเนื่องจากกลุ่มเยาวชน เป็นกลุ่มที่เกิดหลังจากที่ได้มีการฟื้นฟูป่าโดยการปลูกไม้สนสามใบ การแสดงความคิดเห็นของเยาวชน พบว่า ป่าปลูกไม้สนสามใบ ป่าฟื้นฟูตามธรรมชาติ และป่าธรรมชาติ มีความเหมือนที่คล้ายคลึงกัน และให้ประโยชน์กับชุมชนคล้ายๆกัน หากบนพื้นที่ป่าต้นน้ำของชุมชนไม่ได้รับการฟื้นฟูหรือว่ายังมีการบุกรุกไม่ได้รับการดูแล อาจจะส่งผลกระทบต่อชุมชนในพื้นที่ โดยเฉพาะในเรื่องของการขาดน้ำ เพราะปัจจุบันแม้จะมีป่าบนพื้นที่ต้นน้ำกลุ่มเยาวชนยังมองว่ายังมีการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรอยู่เป็นบางครั้ง ต้องมีการแบ่งเวรกันใช้น้ำจากป่า และเมื่อพิจารณาในด้านการใช้ประโยชน์ พบว่ากลุ่มเยาวชนได้ใช้ประโยชน์จากป่าทั้ง 3 ชนิด ทั้งทางตรงกล่าวคือ ป่าปลูกไม้สนสามใบ จะใช้ประโยชน์จากไม้ฟื้น เชื้อเพลิง และของป่าเช่น บุกรอก หรืออีหง้อ (*Amorphophallussp.*)หนอนไม้ไผ่ หน่อไม้ ไม้ก่อ ตองสาด ไม่ไผ่ ส่วนประโยชน์ทางอ้อม พบว่า เป็นแหล่งท่องเที่ยวของชุมชนและบุคคลภายนอก เป็นป่าต้นน้ำ และเป็นแหล่งที่ลดมลพิษทางอากาศ

ความคิดเห็นสภาพป่าในปัจจุบัน

สภาพป่าในปัจจุบันที่กลุ่มเยาวชน มีความเห็นว่า ปัจจุบันพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรกไม่มีการทำไร่หมุนเวียนเหมือนในอดีต สภาพป่าปลูกไม้สนสามใบมีความคล้ายคลึงกับป่าธรรมชาติ แต่ยังไม่เหมือนป่าธรรมชาติมากนัก เพราะป่าปลูกไม้สนสามใบ ยังไม่มีต้นไม้ใหญ่ขึ้นปกคลุมและขึ้นเป็นจำนวนมากที่เหมือนกับป่าธรรมชาติ และในป่าปลูกไม้สนสามใบ ต้นไม้แต่ละต้นจะมีเฉพาะความสูงและจำนวนชั้นเรือนยอดยังไม่หนาแน่นเท่ากับป่าธรรมชาติ และป่าทดแทนธรรมชาติ หากมีการปลูกป่าหรือการฟื้นฟูป่าต้นน้ำ กลุ่มเยาวชนเห็นว่าควรจะมีการปลูกป่าที่มีชนิดพันธุ์ไม้หลายชนิด ไม่ควรจะเป็นไม้สนสามใบอย่างเดียว เนื่องจากใบของไม้สนสามใบ เป็นเชื้อเพลิงอย่างดีในการเกิดไฟป่าและดับได้ยาก

แนวทางในการดูแลป่าปลูกไม้สนสามใบและป่าต้นน้ำ

กลุ่มเยาวชนได้เสนอแนวคิดว่า ป่าทั้ง 3 ชนิด จะต้องมีการป้องกันไฟป่า ทั้งการทำแนวกันไฟ และการลาดตระเวนป้องกันรักษาป่า ไม่ให้มีไฟป่าเกิดขึ้นในพื้นที่ การปลูกจิตสำนึกส่งเสริม เผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้ชุมชนเห็นความสำคัญของ ป่าทั้ง 3 ชนิดบนพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรก จะเป็นแนวทางที่จะช่วยให้ป่าปลูกไม้สนสามใบและป่าทดแทนธรรมชาติ สามารถฟื้นกลับคืนเป็นป่าธรรมชาติได้เร็วยิ่งขึ้น

3.1.2 กลุ่มผู้เข้าร่วมเสวนาอายุ 25-50 ปี

คิดเห็นตอนเริ่มปลูกฟื้นฟูป่าต้นน้ำโดยใช้ไม้สนสามใบ

กลุ่มผู้เข้าร่วมเสวนาอายุ 25-50 ปี เป็นกลุ่มที่เคยทำงานเป็นลูกจ้างของหน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม และเคยปลูกป่าไม้สนสามใบในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก มีความคิดเห็นว่า ในอดีตสภาพป่าต้นน้ำของลุ่มน้ำแม่แรก บางส่วนเป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำที่สมบูรณ์ ไม่มีปัญหาเรื่องของการขาดแคลนแหล่งน้ำ และมีสัตว์ป่าขนาดใหญ่เหลืออยู่เป็นจำนวนมาก แปลงปลูกป่าสนสามใบของหน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม แต่เดิมเป็นไร่ฝิ่นเก่า โดยปัจจุบันในพื้นที่แปลงปลูกป่าสนสามใบและป่าทดแทนธรรมชาติ ยังคงมีร่องรอยของการนำหินมากองไว้เป็นกอง เพื่อง่ายต่อการปลูกฝิ่นอยู่ นอกจากนี้ผู้เข้าร่วมเสวนา มีความคิดเห็นว่าการปลูกป่าสนสามใบของหน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม ทำให้ชุมชนมีรายได้ ลดการทำไร่หมุนเวียนลง

ความคิดเห็นสภาพป่าในปัจจุบัน

แปลงปลูกป่าสนสามใบในปัจจุบัน มีการเติบโตได้ดี เมื่อพิจารณาถึงการปกคลุมเรือนยอด กลุ่มผู้เข้าร่วมเสวนามีความเห็นว่า แปลงปลูกป่าสนสามใบยังมีการปกคลุมเรือนยอดน้อยและไม่มีความแตกต่างทางด้านความสูงของต้นไม้ในแปลงปลูกไม้สนสามใบ นอกจากนี้ต้นสนสามใบที่มีอายุมากขึ้นมีการล้มตายตามอายุและแมลงที่กินรากของไม้สนสามใบ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณา

สภาพป่าปลูกไม้สนสามใบ ป่าทดแทนธรรมชาติและป่าธรรมชาติแล้ว ชุมชนให้ความเห็นว่าสภาพป่าทั้ง 3 ชนิด มีความคล้ายคลึงกัน และให้ประโยชน์กับชุมชนเหมือนกันทั้งทางตรงและทางอ้อม

แนวทางในการดูแลป่าปลูกไม้สนสามใบและป่าต้นน้ำ

ผู้เข้าร่วมเสวนาให้ความเห็นว่า การใช้กฎระเบียบของชุมชนอย่างจริงจังและเข้มงวดจะเป็นแนวทางการดูแลรักษาป่าต้นน้ำ สำหรับชุมชนและชุมชนต่างถิ่นที่เข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่ นอกจากนี้ การทำแนวกันไฟป้องกันไฟป่า การลาดตระเวนในพื้นที่ป่าต้นน้ำ โดยไม่ให้มีไฟป่าเกิดขึ้นในพื้นที่ จะเป็นแนวทางที่ช่วยให้ป่าปลูกไม้สนสามใบและป่าทดแทนธรรมชาติกลับคืนเป็นป่าต้นน้ำดังเดิมได้ และอีกประการที่สำคัญคือ การสนับสนุนงบประมาณด้านสิ่งแวดล้อมของหน่วยงานภาครัฐอย่างต่อเนื่อง จะทำให้ ชุมชนมีส่วนร่วมในการดูแล รักษาพื้นที่ป่าต้นน้ำได้มากกว่าเดิม

3.1.3 กลุ่มผู้เข้าร่วมเสวนาอายุมากกว่า 50 ปี ขึ้นไป

คิดเห็นตอนเริ่มปลูกฟื้นฟูป่าต้นน้ำโดยใช้ไม้สนสามใบ

กลุ่มที่มีอายุมากกว่า 50 ปี เป็นกลุ่มที่เคยทำงานเป็นลูกจ้างของหน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม และเคยปลูกป่าไม้สนสามใบ เหมือนกับกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ให้ความเห็นว่าเดิมสภาพป่าต้นน้ำมีทั้งป่าธรรมชาติ และป่าธรรมชาติมีสัตว์ป่าพบเห็นได้ง่ายกว่าปัจจุบัน ไม่มีการขาดแคลนแหล่งน้ำใช้สอย บางส่วนเป็นพื้นที่ไร่หมุนเวียน และบางส่วนเป็นป่าหญ้าคาและไร่ฝิ่น โดยไร่ฝิ่นมีคนพื้นล่างเป็นเจ้าของไร่ ชุมชนบ้านสามสบบนเป็นเพียงผู้รับจ้างเท่านั้น โดยมีค่าจ้างเป็นฝิ่นตอบแทน เมื่อหน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม (แม่แรกเดิม) เข้ามาปลูกฟื้นฟูป่า ชุมชนจึงเป็นคนงานของหน่วยและได้ค่าจ้างจากการจ้างปลูกป่าไม้สนสามใบ

ความคิดเห็นสภาพป่าในปัจจุบัน

กลุ่มผู้เข้าร่วมเสวนามองว่าป่าทั้งสามประเภทโดยเฉพาะป่าปลูกไม้สนสามใบและป่าทดแทนธรรมชาติ เป็นป่าต้นน้ำที่มีต้นไม้ใหญ่ขึ้นปกคลุม แต่อย่างไรก็ตาม กลุ่มยังมองว่าไม้สนสามใบยังไม่ถือว่าเป็นป่าธรรมชาติ เนื่องจากป่าปลูกไม้สนสามใบ มีไม้สนเพียงชนิดเดียวที่มีมากที่สุด ส่วนไม้อื่นๆ ไม้ดั้งเดิมมีน้อย เนื่องจากในการดูแลไม้สนสามใบในระยะแรกนั้นจะมีการกำจัดวัชพืชและไม้ชนิดอื่นทำให้ไม้สนสามใบไม่มีไม้อื่นมาแก่งแย่งการเจริญเติบโต

แนวทางในการดูแลป่าปลูกไม้สนสามใบและป่าต้นน้ำ

กลุ่มผู้เข้าร่วมเสวนามองว่าป่าทั้ง 3 ชนิด จะมีสภาพที่สมบรูณ์ได้นั้น ชุมชนและหน่วยงานจะต้องให้ความสำคัญ โดยเฉพาะเรื่องของไฟป่า การป้องกันไม่ให้เกิดไฟป่าจะทำให้ป่ามีสภาพเป็นป่าต้นน้ำที่สมบูรณ์มากขึ้น นอกจากนี้ การไม่บุกรุกขยายพื้นที่เพื่อการเกษตรของชุมชนเองจะทำให้ป่าคงสภาพไว้ได้นานขึ้น

3.2 รูปแบบและแนวทางการในการจัดการป่าต้นน้ำแม่แรกของชุมชนบ้านสามสบบน

ภายหลังจากพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรกที่เคยเป็นไร่ฝิ่นเก่าและป่าหญ้าคา ได้เปลี่ยนสภาพเป็นป่าดังปัจจุบัน โดยเฉพาะป่าปลูกไม้สนสามใบที่พ้นการบำรุงดูแลรักษา และชุมชนได้มีส่วนในการดูแลรักษาพื้นที่ป่าต้นน้ำดังกล่าว เกิดกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนบ้านสามสบบน ในด้านการจัดการพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรก โดยผู้ศึกษาได้วิเคราะห์กระบวนการของชุมชนไว้ 4 ขั้นตอน (ปรัชญา, 2528) ดังนี้

3.2.1. การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ (decision making) กระบวนการด้านนี้ส่วนใหญ่เกิดจากผู้นำของชุมชนที่เป็นผู้มีส่วนร่วม กระบวนการตัดสินใจของชุมชนในเรื่องการดูแลป่าต้นน้ำที่สำคัญ คือการวางแผนในการทำแนวป้องกันไฟป่า และช่วยกันดับไฟป่าในพื้นที่ป่าต้นน้ำของชุมชนเอง ทั้งป่าธรรมชาติ ป่าทดแทนธรรมชาติและป่าปลูกไม้สนสามใบ โดยการวางแผนนอกจากจะทำกันเองในหมู่บ้านแล้ว ชุมชนยังร่วมกับหน่วยงานท้องถิ่น และทางภาครัฐร่วมวางแผนในการแก้ไขปัญหาทรัพยากรในพื้นที่ของตนเองด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ ศิริศักดิ์ (2537) กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรจะช่วยสร้างความเชื่อมั่นในศักยภาพของชุมชนในการจัดการทรัพยากร โดยถือเป็นจุดสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากร

3.2.2. การมีส่วนร่วมในการดำเนินงาน (implementation) ในส่วนนี้ในช่วงแรกของการปลูกป่าไม้สนสามใบ ชุมชนมีส่วนร่วมในลักษณะของการมีแรงจูงใจ นั่นคือการได้รับค่าแรงจากการดูแลป่าที่ชุมชนปลูก แต่หลังจากที่แปลงปลูกป่าสนสามใบของหน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวมหมดงบประมาณในการดูแลรักษาหรือพ้นระยะการบำรุงไปแล้ว ชุมชนยังคง ช่วยหน่วยจัดการต้นน้ำในการดูแลรักษาป่าต้นน้ำดังกล่าว โดยเฉพาะการเข้าไปร่วมดับไฟป่า การเฝ้าระวังไฟป่า และการเป็นหูเป็นตาแทนเจ้าหน้าที่ป่าไม้คอยสอดส่องการลักลอบล่าสัตว์หรือการเข้ามาทำประโยชน์ของคนต่างหมู่บ้าน ในขณะเดียวกันแม้จะไม่มีงบประมาณการดูแลป่าปลูกไม้สนสามใบแล้วก็ตาม แต่หน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม ยังมองว่าชุมชนบ้านสามสบ เป็นชุมชนที่ตั้งอยู่บนพื้นที่ป่าต้นน้ำ เป็นชุมชนที่หน่วยจะต้องขอความร่วมมือในการทำกิจกรรมด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ฉะนั้นการให้ความสำคัญกับชุมชนนี้ยังคงมีอย่างต่อเนื่อง

3.2.3. การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ (benefits) ในพื้นที่ป่าต้นน้ำของชุมชนทั้ง 3 ชนิดแปลง ชุมชนจะมีส่วนร่วมในการได้รับผลประโยชน์ทั้งทางตรง และทางอ้อมทางตรงคือการเก็บหาของป่า สมุนไพร พืชอาหารจากป่า แหล่งท่องเที่ยวพักผ่อน ทางอ้อมได้แก่การกักเก็บน้ำของป่าทั้ง 3 ชนิด แล้วปล่อยน้ำท่าให้ชุมชนได้ใช้ในการเกษตร การอุปโภค บริโภค และการกักเก็บคาร์บอนของต้นสนสามใบที่ชุมชนปลูก ซึ่งสอดคล้องกับ สุรินทร์ (2536) ที่กล่าวว่า ชาวบ้านมีทัศนคติที่ดีต่อการอนุรักษ์ผ่านชุมชน โดยเข้าใจว่าป่าชุมชนมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน เป็นศูนย์กลางของการผลิต และมีประโยชน์ทางตรงและทางอ้อม

3.2.4. การมีส่วนร่วมในการประเมินผล (evaluation) ผู้ศึกษาได้วิเคราะห์ว่า การประเมินผลของชุมชน คือรูปแบบและแนวทางในการบริหารจัดการพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรกที่ได้ฟื้นฟูแล้ว โดยการมีส่วนร่วมของชุมชนในพื้นที่ จากการเสวนาประเด็นที่สำคัญที่ทุกกลุ่มย่อยให้ความสำคัญและมีความคิดเห็นที่เหมือนกัน นั่นคือการป้องกันไฟป่าในพื้นที่ป่าต้นน้ำ ทั้งนี้เนื่องจากทั้ง 3 กลุ่มผู้เข้าร่วมเสวนา ให้ความเห็นว่า ถ้ามีการป้องกันไฟป่าไม่ให้เกิดไฟป่าในพื้นที่ป่าต้นน้ำของชุมชน ทั้งการทำแนวกันไฟ การลาดตระเวนและการปลูกฝังจิตสำนึกให้กับเยาวชนรุ่นหลัง ป่าต้นน้ำจะมีความสมบรูณ์และมีความหลากหลายเพิ่มขึ้น

ภาพที่ 24 การประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) และการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถามปลายเปิด

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาที่ได้จากการเก็บข้อมูลทั้งการวางแปลงศึกษาโครงสร้างของป่าทั้ง 3 ชนิดป่า การเก็บข้อมูลลักษณะของดินบางประการในแปลงตัวอย่าง ที่อยู่ในพื้นที่ป่าต้นน้ำลุ่มน้ำแม่แรก และการนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ นำมาเสนอให้แก่ชุมชน บ้านสามสบบน หมู่ที่ 1 ตำบลท่าผา อำเภอแม่แจ่มและเปิดเวทีขนาดเล็กให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นเป็นกลุ่มย่อย (Focus group) ในด้านการฟื้นฟูป่าต้นน้ำลำธาร ของหน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม และแนวทางที่จะดูแลรักษาป่าต้นน้ำของชุมชนบ้านสามสบบน ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

โครงสร้างและองค์ประกอบของป่าในแปลงตัวอย่าง

โครงสร้างและองค์ประกอบของป่าในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก ทั้ง 3 ชนิดป่า พบพันธุ์ไม้ที่ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 1 เซนติเมตรขึ้นไป ปรากฏในแปลงตัวอย่างทั้งหมดรวม 8,449 ต้น 203 ชนิด 149 สกุล 62 วงศ์ ไม่สามารถจำแนกชนิดได้อีกจำนวน 32 ชนิด ไม้ในวงศ์ PHYLLANTHACEAE และ MALVACEAE มีชนิดมากที่สุดถึง 14 ชนิดเท่ากัน รองลงมาได้แก่วงศ์ FAGACEAE ,MORACEAE และ RUBIACEAE มีชนิดมากถึง 12 ชนิดเท่ากัน จำนวนต้นไม้ที่พบมากที่สุดได้แก่ แข้งกวาง คิดเป็นร้อยละ 4.05 รองลงมาคือก่อหยุม คิดเป็นร้อยละ 3.96 ของจำนวนต้นไม้ทั้งหมด สำหรับต้นไม้ที่สำรวจพบทั้ง 3 ชนิดป่ามีทั้งหมด 30 ชนิด และพบจำนวนมาก 5 อันดับแรกได้แก่ กะทัง ทะโล้ แคหางค่าง หว้าขี้กวาง และหว้า ตามลำดับ

จำนวนชนิดไม้เฉลี่ยที่พบในป่าปลูกไม้สนสามใบ ป่าทดแทนธรรมชาติและป่าธรรมชาติ เท่ากับ 38.5±15.3 , 67.85±10.81 และ 63±30.07 ชนิด/แปลง มีความหนาแน่นเฉลี่ยเท่ากับ 379.25±233.1 , 942.8±327.5 และ 773.5±23.2 ต้น/แปลง มีพื้นที่หน้าตัดรวมเท่ากับ 34.31 , 30.95 และ 27.61 ตารางเมตร และมีค่าดัชนีความหลากชนิด เฉลี่ยเท่ากับ 2.89±0.37, 3.29±0.26 และ 2.69±0.62 ตามลำดับ

สำหรับไม้เด่นในแต่ละชนิดป่าพบว่า ป่าปลูกไม้สนสามใบ ไม้สนสามใบ เป็นชนิดไม้ที่มีเรือนยอดสูงสุดเป็นไม้เด่น ของป่าชนิดนี้ ป่าทดแทนธรรมชาติ ไม้เด่นของป่าชนิดนี้จะมีความสูงน้อยกว่าป่าปลูกไม้สนสามใบ ไม้เด่นที่เป็นไม้เรือนยอดชั้นบนของป่าทดแทนธรรมชาติ ได้แก่ ไม้ในวงศ์ THEACEAE , FABACEAE , ELAEOCARACEAE , EUPHOBIACEAE เช่น ทะโล้ ทองหลาง กางขี้มอด

เติม เป็นต้น สำหรับป่าธรรมชาติ ไม้ที่มีเรือนยอดชั้นบนของป่าและเป็นไม้เด่น ได้แก่ ไม้ในวงศ์ PINACEAE , FAGACEAE , THEACEAE , ANACARDIACEAE เช่น สนสามใบ ก่อชนิดต่างๆ ทะโล้ รักใหญ่ มะกอก เป็นต้น

การจัดชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH)

ลักษณะการกระจายของชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) ตั้งแต่ 1 เซนติเมตรขึ้นไปพบว่า จำนวนต้นไม้มีรูปแบบการกระจายในลักษณะการเพิ่มขึ้นแบบชี้กำลังเชิงลบ (negative exponential growth form) โดยป่าทดแทนตามธรรมชาติมีจำนวนต้นไม้มากกว่า 2,700 ต้น/เฮกแตร์ และป่าธรรมชาติมีจำนวนต้นไม้มากกว่า 1,500 ต้น/เฮกแตร์ ส่วนป่าปลูกไม้สนสามใบมีจำนวนต้น 800 ต้น/ เฮกแตร์ และเมื่อจัดชั้นการกระจายของไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอกมากกว่า 5 ซม.ขึ้นไปพบว่า ป่าธรรมชาติและป่าทดแทนธรรมชาติมีการสืบต่อพันธุ์ของไม้หนุ่มที่จะเติบโตเป็นไม้ใหญ่ในอนาคตหรืออยู่ในสภาวะคงที่ได้ดีกว่าป่าปลูกไม้สนสามใบ

ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) และความสูงทั้งหมด

จากการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่าง DBH และความสูงทั้งหมดจากต้นไม้ที่สุ่มวัดในแปลงตัวอย่าง เส้นแนวโน้มความสูงในป่าปลูกไม้สนสามใบ มีค่าเท่ากับ 21.21 เมตร และไม้อื่นๆในป่าปลูกไม้สนสามใบมีเส้นแนวโน้มความสูงรองลงมาเท่ากับ 20.23 เมตร ในขณะที่ป่าทดแทนธรรมชาติมีเส้นแนวโน้มความสูงเท่ากับ 19.66 เมตร และป่าธรรมชาติมีเส้นแนวโน้มความสูงน้อยที่สุดเท่ากับ 18.27 เมตร

ค่าดัชนีความสำคัญของชนิดพันธุ์ (importance value index, IVI)

สังคมพืชในป่าปลูกไม้สนสามใบ (Pine Plantation, PP) พบชนิดพันธุ์ไม้ทั้งหมด 1,517 ต้น 30 วงศ์ 68 สกุล 78 ชนิด ไม่ทราบชนิดอีก 11 ชนิด ค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ สนสามใบ กะทัง มะยาง แคหางค่าง ตองลาด ทองหลาง ตองแตบ ยมหอม เดื่อหว้า คำแสด โดยมีค่าเท่ากับ 92.58, 18.35, 16.52, 16.13, 11.76, 8.47, 7.52, 7.37, 6.49 และ 5.25 ตามลำดับ

สังคมพืชป่าทดแทนตามธรรมชาติ (Natural Succession, NS) พบชนิดพันธุ์ไม้ทั้งหมด 3,840 ต้น 48 วงศ์ 102 สกุล 129 ชนิด ไม่ทราบชนิดอีก 16 ชนิดค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ ทะโล้ กะทัง งิ้วป่า คำแสด ยางโอน ทองหลาง ประดู่สะแลน เติม แคหางค่าง มะยาง โดยมีค่าเท่ากับ 20.4, 18.93, 17.11, 13.06, 12.27,11.16, 9.8, 8.79, 7.77 และ 7.06 ตามลำดับ

สังคมพืชป่าธรรมชาติ (Natural Forest, NF) พบชนิดพันธุ์ไม้ทั้งหมด 3,092 ต้น 48 วงศ์ 91 สกุล 118 ชนิด ไม่ทราบชนิดอีก 5 ชนิด ค่าดัชนีความสำคัญ 10 ชนิดแรก ได้แก่ ก่อหยุม ก่อใบเลื่อม แข้งกวาง ก่อพวง เหมือดโลด รักใหญ่ ก่อแป้น ก่อสีเสียด สนสามใบ สารภีป่า โดยมีค่าเท่ากับ 30.39, 27.35, 24.32, 15.44, 15.33, 13.77, 10.45, 10.43, 10.27 และ 8.82 ตามลำดับ

เปรียบเทียบการกักเก็บมวลชีวภาพคาร์บอน

การกักเก็บคาร์บอนจากมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ป่าปลูกไม้สนสามใบมีค่ามวลชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 156.85±39.59 เมกะกรัม/เฮกแตร์ รองลงมาได้แก่ ป่าทดแทนธรรมชาติมีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 148.61±27.81 เมกะกรัม/เฮกแตร์ และป่าธรรมชาติมีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 126.64±10.93 เมกะกรัม/เฮกแตร์ เมื่อทำการทดสอบทางสถิติแล้วพบว่า ป่าทั้ง 3 ชนิด ไม่มีค่าความแตกต่างกันทางสถิติ

ความหลากหลายของชนิดพรรณไม้ที่เป็นกล้าไม้ที่มีขนาดต่ำกว่า 1.3 เมตร

กล้าไม้ที่มีขนาดความสูงน้อยกว่า 1.3 เมตร พบว่ามีจำนวนกล้าไม้ทั้งหมด 1,074 ต้น 110 ชนิด จำนวนกล้าไม้ที่พบมากที่สุดได้แก่ กะทัง พบจำนวน 209 ต้น คิดเป็นร้อยละ 19.46 รองลงมาคือก่อใบเลื่อม มะเดื่อหอม พบจำนวน 47 ต้นเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 4.38 และเมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วพบว่า กะทัง จะมีเฉพาะในป่าปลูกไม้สนสามใบและป่าทดแทนธรรมชาติ ไม่พบในป่าธรรมชาติ ส่วนไม้ในวงศ์ก่อ พบเฉพาะในป่าธรรมชาติเท่านั้น ส่วนกล้าไม้ที่พบทั้ง 3 ชนิดป่า ได้แก่ แคหางค่าง มะเดื่อหอม มันปลา และป่าทดแทนธรรมชาติพบจำนวนกล้าไม้มากกว่าป่าชนิดอื่น พบจำนวนกล้าไม้เฉลี่ยเท่ากับ 117.5±26.86 ส่วนป่าธรรมชาติและป่าปลูกไม้สนสามใบมีจำนวนกล้าไม้เฉลี่ยเท่ากับ 103.75±62.76 และ 81.75±50.14 ต้น ตามลำดับ

คุณสมบัติบางประการของดิน

ความหนาแน่นรวมของดินใน ป่าปลูกไม้สนสามใบ ป่าทดแทนธรรมชาติและป่าธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.28±0.09 , 1.18±0.15 และ 1.03±0.15 เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

ปฏิกิริยาของดินหรือ pH ของดิน ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ดินมีสภาพเป็นกรดมาก โดยป่าปลูกไม้สนสามใบ ป่าทดแทนธรรมชาติ และป่าธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.24±0.26 , 5.06±0.13 และ 5.07±0.09 ส่วนที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร มีค่า pH ของดินเท่ากับ 5.12±0.16 , 4.99±0.25 และ 5.06±0.13 ตามลำดับ

ค่าอินทรียวัตถุมีที่ระดับความลึก 0 -15 เซนติเมตร มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดยป่าปลูกไม้สนสามใบ ป่าทดแทนธรรมชาติและป่าธรรมชาติ มีค่าอินทรียวัตถุเฉลี่ยร้อยละ 5.02±0.65 , 5.07±1.09 และ 4.84 ±1.61 ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความลึก 15-30 เซนติเมตร ค่าอินทรียวัตถุในแปลงมีค่าลดลงจากระดับความลึกของดินชั้นบนเล็กน้อย แต่ยังมีค่าใกล้เคียงกันและไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 4.95±0.44 , 4.64±1.24 และ 4.15±1.56 ตามลำดับ

ปริมาณ โพแทสเซียม (K) ที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร ป่าปลูกไม้สนสามใบ ป่าทดแทนธรรมชาติและป่าธรรมชาติ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ18.28±3.01 , 17.01±0.79 และ 15.25±1.34 mg/kg soil ที่ระดับความลึก 15- 30 เซนติเมตร โพแทสเซียม(K) ที่แลกเปลี่ยนได้ในดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.83±1.99, 17.13±0.76 และ 14.69±1.69 mg/kg soil ตามลำดับ

มวลชีวภาพจุลินทรีย์คาร์บอน (Microbial biomass C) ในดิน ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่าดินในป่าปลูกไม้สนสามใบ ป่าทดแทนธรรมชาติและป่าธรรมชาติ มีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 64.66±18.61 , 94.79±22.92 , 65.88±17.21 μg/gsoil ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความลึก 15- 30 เซนติเมตร พบว่า มีค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันที่ระดับความลึก 0 – 15 เซนติเมตร แต่มีค่าจุลินทรีย์คาร์บอนน้อยกว่า โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.28±20.68 , 68.29±51.27 , 38.54±18.12 μg/gsoil ตามลำดับ

มวลชีวภาพจุลินทรีย์ไนโตรเจน (Microbial biomass N) ในดิน ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร พบว่าดินในป่าปลูกไม้สนสามใบ ป่าทดแทนธรรมชาติ และป่าธรรมชาติ มีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 50.35±2.98 ,55.17±3.67 ,54.83±10.31 μg/gsoil ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความลึก 15- 30 เซนติเมตร พบว่ามีค่ามวลชีวภาพเฉลี่ยเท่ากับ 47.57±3.31 ,50.93±8.20 46.24±2.98 μg/gsoil ตามลำดับ

แนวทางการดูแลป่าต้นน้ำแม่แรกโดยชุมชนบ้านสามสบบน

สำหรับแนวทางในการอนุรักษ์ป่าต้นน้ำแม่แรก ชุมชนมีความเห็นว่า ควรจะป้องกันไม่ให้มีไฟป่าเกิดขึ้นในพื้นที่ป่าต้นน้ำ เมื่อไม่มีไฟป่าจะทำให้ป่าเกิดความหลากหลายมากขึ้นและมีสภาพฟื้นกลับเป็นป่าดั้งเดิมได้เร็วขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ในอดีตการทำงานของหน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม (แม่แรกเดิม) มุ่งเน้นไปที่การเร่งรัดปลูกสร้างสวนป่าปลูกไม้สนสามใบ เพื่อฟื้นฟูสภาพป่าต้นน้ำแม่แรกที่ถูกบุกรุกทำลายให้ฟื้นคืนสภาพที่อุดมสมบูรณ์ตามเดิม การเข้าไปดำเนินการในพื้นที่ดังกล่าวจึง ไม่มีส่วนร่วมของชุมชนในพื้นที่ ชุมชนเพียงแต่ได้ทราบข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินการปลูกป่าในแต่ละปี และได้รับประโยชน์จากจากการจ้างแรงงานเพื่อการปลูกป่าเท่านั้น อย่างไรก็ตาม การปลูกป่าทดแทนยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เนื่องจากสาเหตุการขยายพื้นที่ทำกินและปัญหาการเพิ่มขึ้นของประชากร การหันมาให้ความสำคัญกับชุมชนในพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรกจึงเริ่มมีความสำคัญขึ้น โดยหน่วยเริ่มมีการผนวกกิจกรรมด้านการพัฒนาคุณภาพชีวิต เศรษฐกิจของชุมชนบ้านสามสบบน ควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ โดยมุ่งเน้นกระบวนการเสริมสร้าง และสนับสนุนการมีส่วนร่วมของชุมชน เพื่อที่ต้องการให้ชุมชนเห็นความสำคัญของป่าต้นน้ำ เนื่องจากพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรกมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อองค์ประกอบ และบทบาทของหน้าที่ของระบบนิเวศต้นน้ำ ทั้งความอุดมสมบูรณ์ของดิน ผลผลิตของน้ำและปัจจัยในการดำรงชีพ หากพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรกถูกทำลายการทำหน้าที่ที่สมบูรณ์ก็จะต้องหายไปด้วย ดังนั้นการที่จะดูแลรักษาพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรกให้ยั่งยืนได้มีจาก สองปัจจัยดังนี้คือ

1. ปัจจัยภายนอก การมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วนมีภาคีเครือข่าย มีกฎ กติกาของชุมชนที่สามารถนำมาใช้ได้จริงและทุกคนยอมรับ การสร้างจิตสำนึกให้เยาวชนให้ตระหนักรักและหวงแหนถึงคุณค่าของทรัพยากรป่าต้นน้ำ

2. ปัจจัยภายใน ในที่นี้ได้แก่สภาพของพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรก โดยเฉพาะแปลงปลูกป่าจะต้องไม่ให้เกิดไฟป่าเข้ามาในพื้นที่ และ จำเป็นที่จะต้องมีการปลูกเสริมชนิดไม้ท้องถิ่นเข้าไปในป่าสน เนื่องจากไม้สนสามใบในแปลงศึกษาเมื่ออายุมากขึ้นพบการล้มตายของไม้สนสามใบมากขึ้น และจากการวิเคราะห์การทดแทนของป่าปลูกไม้สนสามใบในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แรก โดยใช้วิธีการการจัดชั้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก (DBH) ขนาดตั้งแต่ 1 เซนติเมตร จะพบว่า ป่าสนสามใบในพื้นที่ป่าต้นน้ำแม่แรก การทดแทนของพันธุ์ไม้เป็นไม้รุ่นต่อไปยังมีน้อยมาก หากไม่มีการช่วยเข้าไปปลูกเสริมจะทำให้แปลงปลูกป่าสนสามใบกลับฟื้นเป็นป่าดั้งเดิมจะต้องใช้เวลาที่มากขึ้น และชนิดพันธุ์ไม้ที่จะปลูกเสริมควรจะเป็นไม้ท้องถิ่น ไม้ดั้งเดิม โดยเฉพาะไม้ข้างเคียงที่มีค่าดัชนีความสำคัญสูงอันดับต้นๆของป่าชนิดนั้น ซึ่งก็คือ ไม้ในวงศ์ก่อ ทะโล้ กะทัง งิ้วป่า คำแสด แคหางค่าง ทองหลางและ ตองลาด เป็นต้น เนื่องจากปัจจัยแวดล้อมในเรื่องความเข้มแสง สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของดินในป่าฟื้นฟูมีแนวโน้มใกล้เคียงกับป่าทดแทนตามธรรมชาติทำให้ไม้ดั้งเดิมมีโอกาสตั้งตัวได้สูง และชนิดพันธุ์ไม้ดังกล่าวมีการกระจายได้กว้างขวางและครอบคลุมสภาพปัจจัยแวดล้อมที่หลากหลาย พืชในกลุ่มนี้จึงมีความเหมาะสมสำหรับประยุกต์ใช้ในการฟื้นฟูป่าดิบเขาระดับต่ำ ให้ฟื้นกลับคืนสู่สภาพป่า

ธรรมชาติดั้งเดิม (อัจฉรา, 2557) และจะทำให้แปลงปลูกป่าไม้สนสามใบมีลักษณะทางโครงสร้างคล้ายคลึงกับป่าดั้งเดิมมากขึ้นและทำหน้าของป่าได้เต็มศักยภาพ

บรรณานุกรม

เกษม จันทร์แก้ว. 2527. **การจัดการลุ่มน้ำดินและป่า**. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ. (เอกสารอัดสำเนา).

_____. 2551. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกษม จันทร์แก้ว, ประชุม สันทัดการ และ นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2517. **การเสื่อมค่าทางเคมีของดินป่าดิบเขาภายหลังถูกแผ้วถางเป็นไร่เลื่อนลอย**. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.

เกษม จันทร์แก้ว และ ณรงค์ มหรรณพ. 2534. **นิเวศวิทยาและการจัดการทรัพยากรป่าไม้**. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

กิตติชัย รัตนะ. 2538. **ลักษณะโครงสร้างของป่าดิบเขาธรรมชาติของพื้นที่ต้นน้ำลำธารดอยปุย จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กิติชัย รัตนะ และ วิชา นิยม. 2547. **การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเชิงบูรณาการ**. กรุงเทพฯ: คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณิต ธนูธรรมเจริญ. 2553. **พรรณไม้ป่าลุ่มน้ำห้วยฮ่องไคร้: ผลการฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำลำธารตามพระราชดำริ**. เชียงใหม่: ศุภนิตย์การพิมพ์.

จตุรงค์ ลออพันธ์สกุล. 2543. **ลักษณะของดินกับความหลากหลายของชนิดป่าบริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จินตวีร์ เกษมศุข. ม.ป.ป. **การสร้างกระบวนการมีส่วนร่วม**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.edupol.org/pknow/Course/C2/document/10/10_8.pdf/ (5ตุลาคม 2556).

เฉลียว แก่นจันทร์ และ Ulrich Oberhauser. 2539. การศึกษาโครงสร้างของป่าในขั้นตอนของการทดแทนบนพื้นที่ไร่ร้างของป่าเบญจพรรณและป่าดิบเขา. น. 129-133. ใน **เอกสารสมทบการประชุมการป่าไม้แห่งชาติ ประจำปี 2538 "หนึ่งศตวรรษการป่าไม้ไทยเพื่อประชาชน"**. ระหว่างวันที่ 20-24 พฤศจิกายน 2538 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

ชาญยุทธ จันทรากุล. 2543. **ศักยภาพในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ของประชาชนในลุ่มแม่น้ำอิงตอนบน จังหวัดพะเยา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชิดชนก สุขมงคล. 2549. **ความพึงพอใจต่อการดำเนินการตามกิจกรรมการจัดการลุ่มน้ำเพื่อการอนุรักษ์และพัฒนาป่าไม้ กรณีศึกษา: หน่วยจัดการต้นน้ำขุนน่าน จังหวัดน่าน.** กรุงเทพฯ: สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ.

นิวัติ อนงค์รักษ์. 2546. **ลำดับดินบนพื้นที่สูง ที่ได้รับอิทธิพลจากการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินในบริเวณดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่**. ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนาวรัตน์ ศิวศิลป. 2527. **คู่มือการปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน พืช และปุ๋ย**. เชียงใหม่: ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บุญมา ดีแสง, จำเนียร เผื่อนดา และ นิตยา ภูรีวิโรจน์กุล. 2545. การศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายทางชีวภาพต่อสมบัติทางกายภาพของดินในพื้นที่ต้นน้ำ จังหวัดเพชรบูรณ์. น. 1-7. ใน **รายงานการวิจัยพื้นที่ต้นน้ำ.** กรุงเทพฯ: ส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ.

บุญฤทธิ์ ภูริยากร. 2525. **การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินในป่าธรรมชาติตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินที่สะแกราช ปักธงไชย นครราชสีมา** . วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประชุม สันทัดการ, เกษม จันทร์แก้ว และ นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2517. **การศึกษาค่าทางเคมีของดินป่าดิบเขาภายหลังถูกแผ้วถางเป็นไร่เลื่อนลอย**. การวิจัยลุ่มน้ำห้วยคอกม้า เล่มที่ 26. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

ประดิษฐ์ หอมจีน. 2540. **การปลูกสร้างสวนป่าไม้สนในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

ประพันธ์ ผลพันพัว. 2553. **ความรู้การปฏิบัติงานอาชีพด้านการจัดการพื้นที่ต้นน้ำ (ลุ่มน้ำ)**. กรุงเทพฯ: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

ปรัชญา เวสารัชช์. 2528. **รายงานการวิจัยเรื่องการมีส่วนร่วมของประชาชนในกิจกรรมเพื่อการพัฒนาชนบท**. กรุงเทพฯ: สถาบันไทยคดีศึกษา มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล และ พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์. 2553. การจัดการพื้นที่ต้นน้ำอย่างยั่งยืน น.1-14. ใน **รายงานงานวิจัยการจัดการต้นน้ำ ประจำปี พ.ศ. 2553.** กรุงเทพฯ: ส่วนวิจัยต้นน้ำสำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล, สำเริง ปานอุทัย และ บุญมา ดีแสง. 2554. **แบบจำลองน้ำท่าป่าต้นน้ำ**. [จุลสาร]. ม.ป.ท.: สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ.

พรพรรณ จงสุขสันติกุล และ วิศาล เลิศนิติวงศ์. 2542. การประเมินชนิดไม้ตระกูลถั่วสำหรับปรับปรุงดินที่ศูนย์อนุรักษ์พันธุ์ไม้ป่าหนองคู จังหวัดสุรินทร์. น. 35-52 ใน **รายงานวนวัฒนวิจัยประจำปี 2542.** กรุงเทพฯ: ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

ณัฐลักษณ์ คำยอง. 2552. **ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ ลักษณะดินและการสะสมคาร์บอนในป่าชนิดต่างๆ บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ดนัย แสนจันทอง . 2542. **ลักษณะของดินป่าไม้ชนิดต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เต็ม สมิตินันทน์. 2544. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้.

ถวิล หน่อคำ. 2545. **ลักษณะและการกำเนิดของดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ยะ เขตอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทนงศักดิ์ ปะระไทย. 2546. **สมบัติของดินและการเจริญเติบโตของไม้สนสามใบที่มีอายุต่างกันในสวนป่าดอยบ่อหลวง จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทรงธรรม สุขสว่าง, พงษ์ศักดิ์ วิทวัสชุติกุล, พิณทิพย์ ธิติโรจนะวัฒน์, วารินทร์ จิระสุขทวีกุล, เอกชัย ลิ่มถาวรศิริพงษ์, ไพลิน เหล็กคง, ยลจิต เอกอุรุ และ สมาน รวยสูงเนิน. 2531. **การ หมุนเวียนธาตุอาหารของป่าดิบแล้งบริเวณสถานีวิจัยเพื่อรักษาต้นน้ำห้วยหินดาด จ. ระยอง**. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.

ธนัญช์ หงษ์ศักดิ์. 2542. **การประเมินคุณภาพของที่ดินจากการใช้ที่ดินแบบต่างๆในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่**. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธวัชชัย สันติสุข. 2555. **ป่าของประเทศไทย**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.

นรินทร์ชัย พัฒนาพงศา. 2546. **การมีส่วนร่วม หลักการพื้นฐาน เทคนิค และกรณีตัวอย่าง**. เชียงใหม่: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2543. **ระบบนิเวศต้นน้ำและผลกระทบ**. สัมมนาวิชาการวิกฤติป่าต้นน้ำภาคเหนือ มีทางออกโดยสันติวิธีหรือไม่. กรณีศึกษาลุ่มน้ำจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่.26–28 เมษายน 2543. ณ โรงแรมอมิตี้กรีนฮิลล์ เชียงใหม่. ม.ป.พ.: ม.ป.พ.

นิพนธ์ ตั้งธรรม, สามัคคี บุณยะวัฒน์ และ วีระศักดิ์ อุดมโชค. 2539. ผลกระทบของพัฒนาการการใช้ที่ดินต่อสมดุลของน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา. น. 219-224. <u>ใน</u> **สรุปผลการดำเนินงานวิจัยโครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ประเภท ข ประจำปี 2537 และ 2538.** กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิวัติ เรืองพานิช. 2542. **การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรรณรงค์ ปล้องสุวรรณ. 2530. **ลักษณะโครงสร้างแบบโมเสคและพลวัตประชากรต้นไม้ที่มีความสำคัญบางชนิดในป่าดิบเขา บริเวณต้นน้ำห้วยน้ำดัง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พัฒนพงษ์ สุขสมอรรถ. 2530. **การเปลี่ยนแปลงสังคมพืชของป่าดิบเขาบริเวณสถานีต้นน้ำ ห้วยน้ำดัง จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ไพรัตน์ เตชะรินทร์. 2527. **นโยบายและกลวิธีการมีส่วนร่วมของชุมชนและยุทธศาสตร์การพัฒนาในปัจจุบัน การมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนา**. กรุงเทพฯ: ศูนย์ศึกษานโยบายสาธารณสุข มหาวิทยาลัยมหิดล.

มงคล วรรณประเสริฐ. 2528. **ลักษณะโครงสร้างและการกระจายของขนาดช่องว่างระหว่างเรือนยอดในป่าดิบเขาธรรมชาติดอยปุย เชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนทิรา พลเสน. 2540. **การเปรียบเทียบความหลากหลายของพืชพรรณระหว่างป่าดิบเขากับพื้นที่ไร่ร้างอายุต่าง ๆ ของชาวไทยภูเขาเผ่ากะเหรี่ยงและลีซอ บริเวณลุ่มน้ำแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุวัฒน์ วุฒิเมธี. 2526. **การพัฒนาชุมชนกับการพัฒนาชนบท**. กุรงเทพฯ: ไทยอนุเคราะห์ไทย.

รุ่งศักดิ์ ขุนวิเศษ. 2542. **สมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินของพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินรูปแบบต่างๆบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช กิ่งอำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรลักษณ์ เนียมพูลทอง. 2554. **ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ ลักษณะดินและการสะสมธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้ที่เป็นหินตะกอนบริเวณวนอุทยานไม้กลายเป็นหิน จังหวัดตาก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่เชียงใหม่.

ศิริศักดิ์ มีเมล์. 2537. **บทบาทการมีส่วนร่วมขององค์กรพัฒนาเอกชนต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในกิจกรรมการอนุรักษ์ป่าไม้: ศึกษากรณีการดำเนินงานของมูลนิธิธรรมนาถ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่:** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สคาร ทีจันทึก. ม.ป.ป. **รากฐานวนวัฒนวิทยา**. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.rmutphysics.com/charud/general/1/silviculture/main.htm (5ตุลาคม 2556).

สนิท อักษรแก้ว, สามัคคี บุณยะวัฒน์ และ ปรีชา ธรรมานนท์. 2520. **การทดแทนของสังคมพืชกับปริมาณตะกอนบนพื้นที่หลังการทำไร่เลื่อนลอยในป่าดิบเขา ดอยปุย เชียงใหม่**. [จุลสาร] กรุงเทพฯ: คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมเกียรติ กลั่นกลิ่น. 2541. **สนสามใบ Pinus kesiya Royle ex Gordon.** กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

สมชาย นองเนือง. 2549. **โครงสร้าง องค์ประกอบของป่า และการจัดการทรัพยากรป่าไม้: กรณีศึกษา โครงการสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริ ดอยอมพาย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

สมชาย นองเนือง, สุนทร คำยอง, นิวัติ อนงค์รักษ์ และ เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง. 2553. **การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพสนสามใบและพันธุ์ไม้ที่ขึ้นทดแทนในสวนป่าสนสามใบ.** การประชุมเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ครั้งที่ 2. วันที่ 26 พฤศจิกายน 2553. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่: ม.ป.พ.

สมศักดิ์ วังใน. 2526. **ปุ๋ยอินทรีย์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สวิตาการพิมพ์.

สมศักดิ์ สุขวงศ์. 2536. ป่าเขตร้อน คุณค่าความหลากหลายของสรรพชีวิต. น 76-100 ใน **รายงานสถิติพื้นที่ป่าไม้ในช่วงปี 2504 ถึง 2534.** กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

สรรเสริญ วงศ์ชอุ่ม. 2554. **การวางแผนพัฒนาประเทศ.** กรุงเทพฯ: ศูนย์การพิมพ์เพชรรุ่ง.

สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. 2535. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ ส่วนส่งเสริมและพัฒนาต้นน้ำ. 2555. **100 ถาม-ตอบ สาระน่ารู้สำหรับคนอยู่ต้นน้ำ.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ.

สิริพัฒน์ ลาภจิตร. 2550. **ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจมีส่วนร่วมของประชาชนในการสนับสนุนการบริหารงานองค์การบริหารส่วนตำบล อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2540. **ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์.** กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.

สุนทร คำยอง. 2544. **ผลกระทบทางนิเวศวิทยาของการปลูกป่าไม้สนสามใบเป็นสวนป่า บนพื้นที่ต้นน้ำที่สูงในภาคเหนือ.** เชียงใหม่: ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.

สุนทร คำยอง, ตฤณ เสรเมธากุล และเสวียน เปรมประสิทธิ์. 2551. การสะสมของคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ชนิดต่างๆ บริเวณดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่. น. 126-136. ใน **การประชุมทางวิชาการสิ่งแวดล้อมนเรศวร ครั้งที่ 4.** ระหว่างวันที่ 26-27 พฤษภาคม 2551. ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตพะเยา จังหวัดพะเยา. พะเยา: ม.ป.พ

สุนทร คำยอง และ ดุสิต เสรเมธากุล. 2541. **การศึกษาปริมาณและคุณภาพเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพของพืชในป่าชนิดต่างๆในอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิธีการวิเคราะห์สังคมพืช: ตอนที่ 1 ป่าดิบเขา.** เชียงใหม่: ม.ป.พ.

สุรินทร์ สุริยวงศ์. 2536. การมีส่วนร่วมของชาวบ้านในการอนุรักษ์ป่าชุมชนทุ่งยาว อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน. ปัญหาพิเศษปริญญาโท. สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้.

หน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม. 2556. **รายงานสรุปผลงานประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556**. เชียงใหม่: ส่วนจัดการต้นน้ำ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16.

อคิน ระพีพัฒน์. 2527. **การมีส่วนร่วมของชุมชนในการพัฒนาชนบทในสภาพสังคมและวัฒนธรรมไทย ใน การมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนา**. กรุงเทพฯ: ศักดิ์โสภาการพิมพ์.

อัจฉรา จิ้งจ่าย 2557: **ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมต่อการกระจายของพรรณไม้ป่าดิบเขาระดับต่ำบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อัมพร ปานมงคล. 2540. **ลักษณะโครงสร้างของป่าดิบเขาบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่**. กรุงเทพฯ: ส่วนอุทยานแห่งชาติ กรมป่าไม้.

อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์, สุนทร คำยอง, เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง และ นิวัติ อนงค์รักษ์. 2553. ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าที่เหลือเป็นหย่อมและอิทธิพลต่อการปลูกป่าฟื้นฟูพื้นที่ต้นน้ำในภาคเหนือของประเทศไทย. น. 63-74. <u>ใน</u> **การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมนเรศวร ครั้งที่ 6.** ระหว่างวันที่ 1-2 สิงหาคม 2553. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก. พิษณุโลก: ม.ป.พ.

อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์, สุนทร คำยอง, นิวัติ อนงค์รักษ์ และ เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง. 2554. **ความผันแปรของลักษณะดินและปริมาณธาตุอาหารสะสมในดินป่าดิบเขาต่ำที่เหลือเป็นหย่อม อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่**. การประชุมวิชาการดินและปุ๋ยแห่งชาติ ครั้งที่ 2. วันที่ 11-13 พฤษภาคม 2554. มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่. เชียงใหม่: ม.ป.พ.

อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ 2525. **ความสัมพันธ์ระหว่างดินกับพืช เล่ม 1**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อิศรา วงศ์ข้าหลวง. 2526. **หลักนิเวศวิทยา**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรทัย ก๊กผล. 2555. **บทวิเคราะห์ร่างกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการบริหารงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น**. กรุงเทพฯ: สถาบันพระปกเกล้า.

อุทิศ กุฎอินทร์. 2522. **การวิเคราะห์สังคมพืชป่า**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2542. **นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Brady, N.C. 1974. **The nature and properties of soils.** 8th ed. New York: MacMillan.

Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns. M.A., Chambers, J.Q., Eamus, D., Fölster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.P., Nelson, B.W., Ogawa, H., Puig, H., Riéra. B. & Yamakura, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia**, 145, 87–99.

Clapham, A.R. 1932. The Form of the Observation Unit in Quantitative Ecology. **J. Ecol.** 20, 192-197.

Cooling, E.N.G. 1968. **Fast growing timber trees of the lowland tropics pinus merkusii.** London: Commonw. For. Inst, Oxford University.

Corbett, J.R. 1969. **The living soil: the process of soil formation.** Australia: Martindale Press.

Dhanmanonda, P. 1988. **Gap regeneration in a dry dipterocarp forest at Sakaerat.** Ph D Thesis. Kyoto Univ. Japan.

Fisher, A.R., Gorbert & C.B. Williams. 1943. The Relation between the Number of Species and number of Individuals in a Random Sample of and Annual Population. **J. Anim. Ecol.** 12, 42-58.

Fisher & D. Binkley. 2000. **Ecology and management of forest soils.** 3rd ed. New York: John Wiley & Sons.

Food and Agriculture Organization (FAO). 1968. **Pulp and paper material survey. Thailand.** Vol. 1. N.P.: Food and Agriculture Organization (FAO).

Greig, S. 1964. **Quantitative plant ecology.** 2nd ed. London: Butterworts.

Hendricks, C.A. 1981. **Soil-vegetation relation in the north continental highland region of Thailand; A preliminary investigation of soil-vegetation correlation.** [Technical Bulletin] No. 32. N.P.: Soi Survey Division. Dept. of Land Development. Ministry of Agriculture & Cooperating.

Husch, B., C.I. Miller & T.W. Beers. 1972. **Forest mensuration.** New York: The Ronald Press.

Khamyong, S, J. Pinthong, D. Seramethakun & S' Sangawongse. 2001. Characterization of some forest soil in the Doi Inthanon Nationnal Park: Relationship between forests and soil. In **Thai-Denish research cooperation on forest and people in Thailand soil and water**. Chiang Mai: Chiang Mai University.

Khamyong, S., S. Pramprasit & J. Pinthong. 1994. The rotations hip between Plant Association and soil characteristics in a dry dipterocarp forest in Thailand p 117-137. In: S.Appamah & K.C.Khoo. 1994. **Proceedings fifth round-table conference on dipterocarp, 7-10 November 1994. Chiang Mai, Thailand.** Chiang Mai: n.p.

Kiianmaa, S. 2005. **Natural regeneration and ecological succession in Pinus kesiya watershed plantations in northern Thailand: implications for plantation management**. Master's Thesis. University of Helsinki.

Krebs, C.J. 1972. **Ecology the experimental analysis of distribution and abundance**. New York: Harper & Row.

Nelson, D. W. & L. E. Sommers. 1996. **Method of soil analysis part 3 chemical method**. N.P.: n.p.

Nunan, N., M. A. Morgan & M. Herlihy. 1997. Ultraviolet absorbance (280 nm) of compounds released from soil during chloroform fumigation as an estimate of the microbial biomass. **Soil Biol. Biochem**, 30, 1599-1603.

Ogawa, H.K., K. Yoda, K. Ogino, T.Shidei, D. Ratanawongse & C. Apasutaya. 1965. Comparative ecology study on three main types of forest vegetation in Thailand. I. Structure and floristic composition. **Nature and Life in Southeast Asia,** 4, 13-48.

Ogawa, H.K. & Kira T. 1977. Methods of estimating forest biomass. pp. 15–25, 35–36 in Shidei T, Kira T (eds.). **Primary productivity of Japanese forests. Productivity of terrestrial communities**. Tokyo: University of Tokyo Press.

Oosting, H.J. 1956. **The study of plant community, an introduction to plant ecology**. 2nd ed. W. H. Freeman. Sanfrancisco: n.p.

Pampasit, S., S. Khamyong, G. Breulmann, I. Ninomiya & K. Ogino. 2000. Mineral element accumulation in soil and tree in tropical hill evergreen forest, northern Thailand. **Tropics**, 9(4), 275-286.

Poorter, L., F. Bongers, R.S.A.R. van Rompaey & M. de Klerk. 1996. Regeneration of canopy tree species at five sites in west African moist forest. For. Ecol. **Manage**, 84, 61- 69.

R Development Core Team. 2008. **R: A Language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for statistical computing.

Richard, P.W. 1957. **The tropical rain forest**. London: Cambridge at the university Press.

Royal Forest Department (RFD). 1993. **Statistics of forest in Thailand.** Bangkok: Planning division, RFD.

Sahunalu, P. & P. Dhanmanonda. 1995. Structure and dynamics of dry dipterocarp forest, Sakaerat, northeastern Thailand. **Vegetation Science in Forestry**, 456-494.

Shannon, C.E. & W. Weaver. 1943. **The mathematical theory of community**. Urbana: Univ. Illinois Press.

Shimmwell, D. W. 1971. **The description classification of vegetation**. Seattle: Univ. of Washington Press.

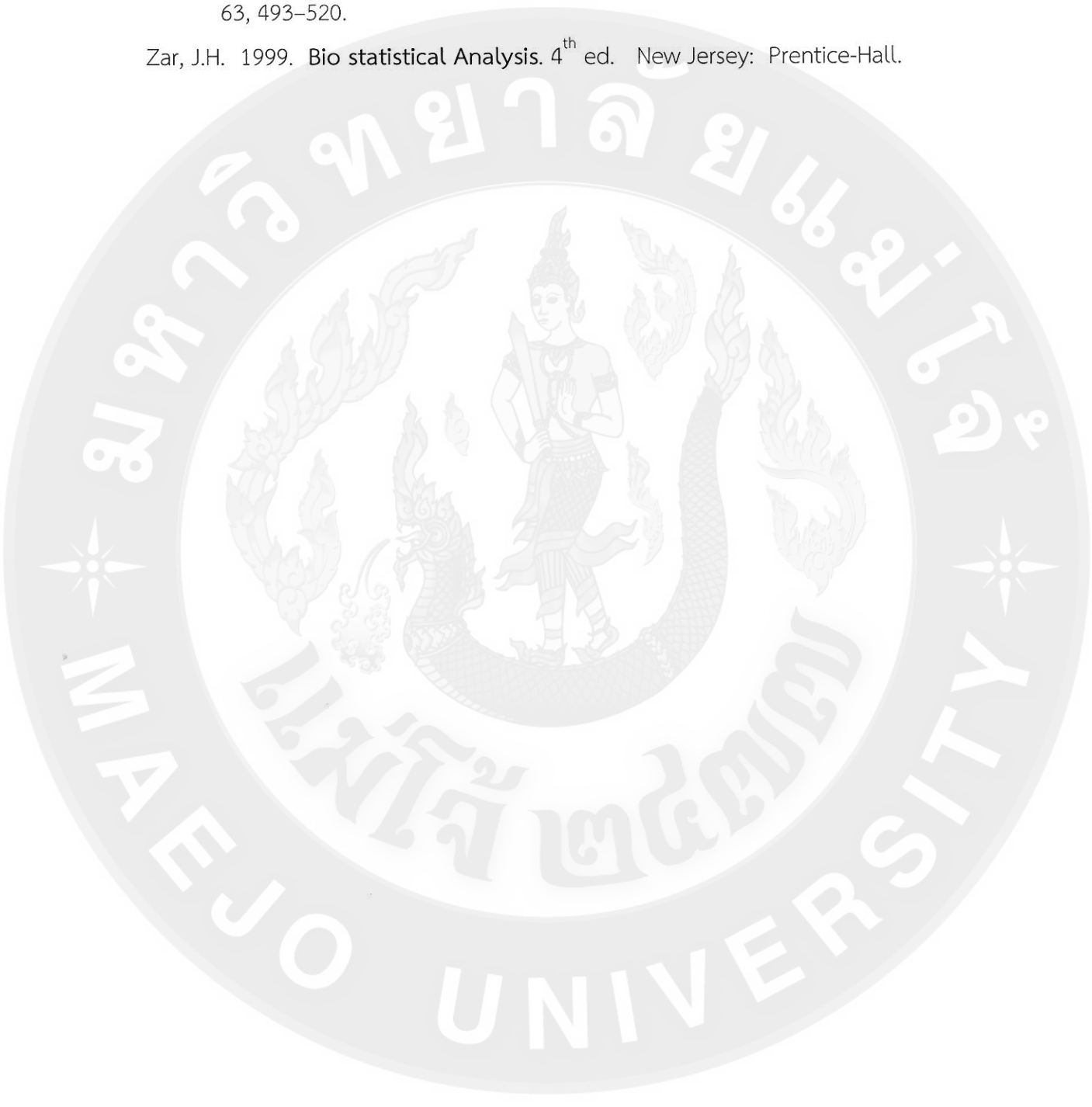
Nongnuang, Somchai 2555. **Carbon sinks and nutrient accumulation in ecosystems of series of pinus kesiya planttions and fragmented forests in boakaew highland watershed, Chiang Mai province.** Ph D Thesis. Chiang Mai University.

Sungpalee, W., Itoh, A., Kanzaki, M., Sri-Ngernyuang, K., Noguchi, H., Mizuno, T., Teejuntuk, S., Hara, M., Chai-Udom, K., Ohkubo, T., Sahunalu, P., Dhanmmanonda, P., Nanami, S., Yamakura, T. & Sorn-Ngai, A. 2009. Intra- and interspecific variation in wood density and fine-scale spatial distribution of stand-level wood density in a northern Thai tropical montane forest. **Journal of Tropical Ecology**, 25, 359–370.

UNESCO. 1978. **Tropical Forest Ecosystems -State of Knowledge: Natural Resources Research XIV.** France: UNESCO/UNEP/FAO.

Westman, W. E., & R. H. Whittaker. 1975. The pygmy forest region of northern California: studies on biomass and primary productivity. **Journal of Ecology,** 63, 493–520.

Zar, J.H. 1999. **Bio statistical Analysis.** 4th ed. New Jersey: Prentice-Hall.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางผนวก

ตารางผนวกที่ 1 รายชื่อ จำนวนต้น และจำนวนร้อยละ ของชนิดพันธุ์ไม้ ที่มีขนาดความสูงมากกว่า 1.3 เมตรขึ้นไปที่พบในป่าปลูกไม้สนสามใบ (Pine Plantation, PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (Natural Succession, NS) และป่าธรรมชาติ (Natural Forest, NF)

ลำดับที่	ชื่อต้นไม้	ชนิดป่าที่พบ			จำนวนต้น	ร้อยละที่พบ
		PP	NS	NF		
1	กรวยใบเกลี้ยง		✓		15	0.178
2	กรวยป่า	✓	✓		60	0.710
3	กระจับเขา		✓		2	0.024
4	กระโดนแดง			✓	17	0.201
5	กระท่อมหมู			✓	12	0.142
6	กระพี้จั่น	✓	✓		69	0.817
7	กระพี้หยวก		✓		2	0.024
8	กฤษณา		✓		3	0.036
9	กล้วยฤาษี			✓	42	0.497
10	ก่อขาว			✓	2	0.024
11	ก่อแดง			✓	7	0.083
12	ก่อนก			✓	9	0.107
13	ก่อใบเลื่อม		✓	✓	245	2.900
14	ก่อแป้น			✓	46	0.544
15	ก่อพวง			✓	144	1.704
16	ก่อแพะ			✓	2	0.024
17	กอมขม		✓		4	0.047
18	ก่อสีเสียด			✓	102	1.207
19	ก่อหยุม			✓	334	3.953
20	กะเจียน	✓	✓		89	1.053
21	กะทัง	✓	✓	✓	312	3.693
22	กางขี้มอด	✓	✓	✓	16	0.189
23	กางหลวง	✓	✓	✓	20	0.237
24	กาสะลองคำ	✓			5	0.059

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อต้นไม้	ชนิดป่าที่พบ			จำนวนต้น	ร้อยละที่พบ
		PP	NS	NF		
25	กาสามปีก			✓	3	0.036
26	กำยาน			✓	9	0.107
27	เก็ดดำ	✓	✓	✓	74	0.876
28	เก็ดแดง	✓	✓	✓	43	0.509
29	ไก่แดง			✓	12	0.142
30	ขว้าว			✓	1	0.012
31	ข่อย		✓		1	0.012
32	ขันทองพยาบาท		✓	✓	12	0.142
33	ข้าวสารหลวง		✓	✓	44	0.521
34	ขี้หนอนคาย	✓	✓		42	0.497
35	เข็มป่า			✓	19	0.225
36	แข้งกวาง		✓	✓	342	4.048
37	แข้งกวางดง	✓			1	0.012
38	ไข่ปลา	✓			2	0.024
39	คอไก่			✓	1	0.012
40	ค่าหด		✓	✓	102	1.207
41	คำไก่ขน	✓	✓	✓	21	0.249
42	คำมอกหลวง			✓	4	0.047
43	คำแสด	✓	✓		281	3.326
44	แคทราย	✓	✓	✓	21	0.249
45	แคหางค่าง	✓	✓	✓	231	2.734
46	ไคร้มด		✓	✓	23	0.272
47	งิ้วป่า	✓	✓		102	1.207
48	เงาะป่า	✓	✓		11	0.130
49	จวงหอม		✓		3	0.036
50	จำปีป่า	✓	✓	✓	64	0.757
51	ช้างน้าว			✓	3	0.036

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อต้นไม้	ชนิดป่าที่พบ			จำนวนต้น	ร้อยละที่พบ
		PP	NS	NF		
52	ช้างเผือก		✓		1	0.012
53	ช้าแป้น	✓			3	0.036
54	ซ้อ	✓	✓		23	0.272
55	เดื่อขน	✓		✓	16	0.189
56	เดื่อหว้า	✓	✓		35	0.414
57	ตองเต่าขน	✓	✓	✓	47	0.556
58	ตองแตบ	✓	✓	✓	95	1.124
59	ตองลาด	✓	✓		129	1.527
60	ต่อไส้	✓	✓		10	0.118
61	ตะเกรา			✓	2	0.024
62	ตะขบป่า	✓	✓		2	0.024
63	ตะคร้ำ		✓		2	0.024
64	ตะเคียนหนู	✓	✓		6	0.071
65	ตะแบกเปลือกบาง		✓		99	1.172
66	ต่างไก่ป่า			✓	1	0.012
67	ต้างหลวง	✓	✓		58	0.686
68	ตาฉี่เคย			✓	10	0.118
69	ตาตุ่มบก	✓			3	0.036
70	ตานเสี้ยน		✓	✓	5	0.059
71	ตาเป็ดตาไก่		✓		4	0.047
72	ตาเสือ	✓	✓	✓	127	1.503
73	ตาเสือทุ่ง	✓	✓	✓	52	0.615
74	ติ้วเกลี้ยง		✓		1	0.012
75	ติ้วขน		✓		8	0.095
76	ตูมกาขาว			✓	13	0.154
77	เต็ง			✓	63	0.746
78	เติม	✓	✓		151	1.787

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อต้นไม้	ชนิดป่าที่พบ			จำนวนต้น	ร้อยละที่พบ
		PP	NS	NF		
79	ทองหลาง	✓	✓		66	0.781
80	ทะโล้	✓	✓	✓	253	2.994
81	เทียนขโมย		✓		4	0.047
82	นางพญาเสือโคร่ง			✓	4	0.047
83	นีเลง		✓		2	0.024
84	เน่าใน			✓	7	0.083
85	ประคำไก่	✓	✓		25	0.296
86	ประดู่			✓	1	0.012
87	ประดู่สะแลน		✓		329	3.894
88	ประยงค์ขนบาง		✓		19	0.225
89	ปลายสาน		✓		1	0.012
90	ปอกระด้าง		✓		22	0.260
91	ปอขนุน			✓	4	0.047
92	ปอหู			✓	12	0.142
93	ปอต๊อก	✓	✓		26	0.308
94	ปอบ้าน		✓		9	0.107
95	ปอใบโพธิ์			✓	1	0.012
96	ปอฝ้าย			✓	2	0.024
97	ปอมีน	✓			1	0.012
98	ปอลาย	✓	✓	✓	47	0.556
99	ปอเลียง	✓	✓		14	0.166
100	ปอสา	✓	✓	✓	24	0.284
101	เปล้าเลือด		✓		34	0.402
102	ผักไผ่ต้น			✓	1	0.012
103	ผักหวาน			✓	2	0.024
104	ผ่าเสี้ยน	✓	✓		73	0.864
105	พญาไม้	✓			1	0.012

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อต้นไม้	ชนิดป่าที่พบ			จำนวนต้น	ร้อยละที่พบ
		PP	NS	NF		
106	พรมคต		✓	✓	14	0.166
107	พระเจ้าร้อยท่า	✓	✓		15	0.178
108	พะยอมดง		✓		8	0.095
109	พะวา			✓	2	0.024
110	มณฑาดอย		✓		3	0.036
111	มะกล่ำต้น		✓		2	0.024
112	มะกอกเกลื้อน		✓	✓	71	0.840
113	มะกอกพราน	✓	✓	✓	146	1.728
114	มะขามป้อม		✓	✓	126	1.491
115	มะขามแป	✓	✓	✓	37	0.438
116	มะคังดง	✓	✓		28	0.331
117	มะคำดีควาย	✓	✓		23	0.272
118	มะเดื่อ			✓	15	0.178
119	มะเดื่อเกลี้ยง	✓	✓		10	0.118
120	มะเดื่อปล้อง	✓	✓	✓	27	0.320
121	มะเดื่อหอม	✓	✓	✓	24	0.284
122	มะแฟน		✓	✓	41	0.485
123	มะไฟ		✓		2	0.024
124	มะม่วงป่า			✓	1	0.012
125	มะม่วงหัวแมงวัน			✓	19	0.225
126	มะมุ่นดง	✓	✓	✓	21	0.249
127	มะเม่าสาย			✓	3	0.036
128	มะยมป่า		✓		1	0.012
129	มะยาง	✓	✓		283	3.350
130	มะหนามนิ้ง		✓	✓	5	0.059
131	มะห้า		✓	✓	20	0.237
132	มะหากาหนัง			✓	25	0.296

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อต้นไม้	ชนิดป่าที่พบ			จำนวนต้น	ร้อยละที่พบ
		PP	NS	NF		
133	มะหาด	✓	✓	✓	33	0.391
134	มันปลา	✓	✓	✓	103	1.219
135	เม่าไข่ปลา		✓	✓	120	1.420
136	เม่าสร้อย		✓	✓	96	1.136
137	โมกมัน		✓		41	0.485
138	โมกใหญ่		✓	✓	12	0.142
139	ยมหอม	✓	✓		64	0.757
140	ยาแก้			✓	2	0.024
141	ยางบง	✓			2	0.024
142	ยางพลวง			✓	35	0.414
143	ยางโอน	✓	✓		201	2.379
144	ระไมรอด		✓		3	0.036
145	รักขี้หมู	✓	✓	✓	53	0.627
146	รักใหญ่			✓	158	1.870
147	รัง			✓	12	0.142
148	ลำปิด			✓	2	0.024
149	ลำไยป่า	✓	✓	✓	49	0.580
150	ลูบลีบ		✓		5	0.059
151	เลียงฝ้าย	✓	✓	✓	24	0.284
152	เลี่ยน	✓	✓		14	0.166
153	สนสองใบ			✓	1	0.012
154	สนสามใบ	✓		✓	171	2.024
155	ส้มแป๊ะ			✓	7	0.083
156	ส้มผด	✓	✓		6	0.071
157	สมอไทย			✓	22	0.260
158	สลอดน้ำ		✓		2	0.024
159	สะทิบ	✓	✓		8	0.095

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อต้นไม้	ชนิดป่าที่พบ			จำนวนต้น	ร้อยละที่พบ
		PP	NS	NF		
160	สะลีกดง	✓	✓		13	0.154
161	สัก			✓	1	0.012
162	สัตบรรณ	✓	✓		21	0.249
163	ส้านหิ่ง		✓	✓	13	0.154
164	ส้านเห็บ			✓	16	0.189
165	สารภีป่า			✓	61	0.722
166	สิวาละที	✓	✓	✓	93	1.101
167	เสี้ยว			✓	11	0.130
168	หนามจี้		✓		1	0.012
169	หนามแท่ง			✓	4	0.047
170	หนามมะเค็ด		✓	✓	12	0.142
171	หม่อนหลวง	✓	✓		20	0.237
172	หมีเหม็น			✓	7	0.083
173	หว้า	✓	✓	✓	160	1.894
174	หว้าขี้กวาง	✓	✓	✓	169	2.000
175	หว้าใบหอม			✓	4	0.047
176	หัวกา		✓		2	0.024
177	หานช้างร้อง	✓	✓		14	0.166
178	หานเดื่อ	✓	✓		14	0.166
179	เหมือดคนตัวผู้		✓	✓	47	0.556
180	เหมือดจี้ดง		✓	✓	52	0.615
181	เหมือดดอย			✓	1	0.012
182	เหมือดโลด		✓	✓	264	3.125
183	แหลบุก	✓	✓	✓	82	0.971
184	อบเชย	✓	✓		9	0.107
185	อ้อยช้าง			✓	1	0.012
186	อูนป่า		✓	✓	20	0.237

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อต้นไม้	ชนิดป่าที่พบ			จำนวนต้น	ร้อยละที่พบ
		PP	NS	NF		
187	ฮ้อยจั่น			✓	19	0.225
188	*Aglia sp.*		✓		1	0.012
189	*Albizzia sp.*			✓	1	0.012
190	*Ardisia sp.*		✓		1	0.012
191	*Bridelia sp.1*		✓		1	0.012
192	*Bridelia sp.2*		✓		7	0.083
193	*Castanopsis sp.1*			✓	1	0.012
194	*Castanopsis sp.2*			✓	1	0.012
195	*Chlorodendrum sp.*		✓		1	0.012
196	*Dalbergia sp.*			✓	5	0.059
197	*Diospyros sp.*		✓		4	0.047
198	*Ficus sp.*			✓	3	0.036
199	*Quercus sp.*			✓	1	0.012
200	F.Annonaceae 1		✓		1	0.012
201	F.Annonaceae 2		✓		2	0.024
202	F.Lamiaceae		✓		6	0.071
203	F.Rubiaceae			✓	1	0.012
204	Unknown 1		✓		9	0.107
205	Unknown 2		✓		24	0.284
206	Unknown 3		✓		5	0.059
207	Unknown 4			✓	1	0.012
208	Unknown 5	✓			3	0.036
209	Unknown 6			✓	4	0.047
210	Unknown 7		✓		1	0.012
211	Unknown 8	✓			1	0.012
212	Unknown 9		✓		2	0.024
213	Unknown 10	✓			1	0.012

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อต้นไม้	ชนิดป่าที่พบ			จำนวนต้น	ร้อยละ 100 ที่พบ
		PP	NS	NF		
214	Unknown 11		✓		1	0.012
215	Unknown 12	✓			1	0.012
216	Unknown 13		✓		1	0.012
217	Unknown 14		✓		1	0.012
218	Unknown 15	✓			1	0.012
219	Unknown 16	✓			2	0.024
220	Unknown 17		✓		1	0.012
221	Unknown 18	✓			1	0.012
222	Unknown 19	✓			2	0.024
223	Unknown 20		✓		1	0.012
224	Unknown 21	✓			3	0.036
225	Unknown 22			✓	1	0.012
226	Unknown 23		✓		1	0.012
227	Unknown 24	✓			5	0.059
228	Unknown 25			✓	2	0.024
229	Unknown 26		✓		1	0.012
230	Unknown 27	✓			1	0.012
231	Unknown 28			✓	1	0.012
232	Unknown 29		✓		1	0.012
233	Unknown 30		✓		1	0.012
234	Unknown 31		✓		1	0.012
235	Unknown 32		✓		1	0.012
		รวม			8,449	100

ตารางผนวกที่ 2 รายชื่อ จำนวนต้น และจำนวนร้อยละ ของกล้าไม้ที่มี ขนาดความสูงน้อยกว่า 1.3 เมตรที่พบในป่าปลูกไม้สนสามใบ (Pine Plantation, PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (Natural Succession, NS) และป่าธรรมชาติ (Natural Forest, NF)

ลำดับที่	ชื่อกล้าไม้	ชนิดป่าที่พบ			จำนวนต้น	ร้อยละที่พบ
		PP	NS	NF		
1	กรวยป่า		✓		3	0.28
2	กระทงลาย		✓		3	0.28
3	กระท่อมหมู			✓	1	0.09
4	กระพี้จั่น	✓			1	0.09
5	กล้วยฤาษี		✓	✓	2	0.19
6	ก่อ		✓		1	0.09
7	ก่อขาว			✓	4	0.37
8	ก่อแดง			✓	13	1.21
9	ก่อนก			✓	2	0.19
10	ก่อใบเลื่อม			✓	47	4.38
11	ก่อแป้น			✓	18	1.68
12	ก่อพวง			✓	5	0.47
13	ก่อสีเสียด			✓	18	1.68
14	ก่อหยุม			✓	4	0.37
15	กะเจียน	✓	✓		8	0.74
16	กะทัง	✓	✓		209	19.46
17	เก็ดดำ			✓	1	0.09
18	เก็ดแดง		✓	✓	13	1.21
19	ขว้าว			✓	33	3.07
20	ข้าวสารป่า			✓	3	0.28
21	ข้าวสารหลวง			✓	2	0.19
22	แข้งกวาง			✓	31	2.89
23	แข้งกวางดง			✓	7	0.65
24	คอไก่			✓	1	0.09

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อกล้าไม้	ชนิดป่าที่พบ			จำนวนต้น	ร้อยละที่พบ
		PP	NS	NF		
25	ค่าหด	✓	✓		22	2.05
26	คำแสด	✓	✓		18	1.68
27	แคหางค่าง	✓	✓	✓	25	2.33
28	ไคร้มด			✓	4	0.37
29	ช้างน้าว			✓	12	1.12
30	ซ้อ	✓			4	0.37
31	เดื่อขน	✓	✓		2	0.19
32	ตองเต้า	✓	✓		15	1.40
33	ตองแตบ		✓		1	0.09
34	ตองลาด	✓	✓		39	3.63
35	ต่อไส้		✓	✓	16	1.49
36	ต้าง	✓	✓		18	1.68
37	ตาฉี่เคย			✓	11	1.02
38	ตาลเสี้ยน			✓	2	0.19
39	ตาเสือ		✓		1	0.09
40	ติ้วขน			✓	2	0.19
41	ตีนเป็ดดอย		✓		3	0.28
42	เต็ง			✓	5	0.47
43	เติม	✓	✓		14	1.30
44	ทองหลาง	✓			5	0.47
45	ทะโล้		✓	✓	9	0.84
46	นางพญาเสือโคร่ง			✓	1	0.09
47	ประดู่ตะเลน		✓		6	0.56
48	ประยงค์ขน		✓		1	0.09
49	ปอ	✓			5	0.47
50	ปอลาย		✓	✓	3	0.28
51	ประคำไก่		✓		4	0.37

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อกล้าไม้	ชนิดป่าที่พบ			จำนวนต้น	ร้อยละที่พบ
		PP	NS	NF		
52	เปล้า		✓		10	0.93
53	ผักไผ่ต้น			✓	1	0.09
54	พรหมคต			✓	6	0.56
55	พฤกษ์			✓	1	0.09
56	พลับพลา		✓		1	0.09
57	มะกล่ำต้น		✓		2	0.19
58	มะกอกเกลื้อน			✓	3	0.28
59	มะกอกพราน	✓	✓		13	1.21
60	มะกา		✓		1	0.09
61	มะขามแป		✓	✓	11	1.02
62	มะเดื่อ		✓		4	0.37
63	มะเดื่อปล้อง	✓	✓		4	0.37
64	มะเดื่อหอม	✓	✓	✓	47	4.38
65	มะยาง		✓		8	0.74
66	มะหากาหนัง			✓	3	0.28
67	มะหาด		✓		6	0.56
68	มันปลา	✓	✓	✓	7	0.65
69	เม่าไข่ปลา		✓		2	0.19
70	เม่าสร้อย		✓		1	0.09
71	โมกใหญ่		✓	✓	2	0.19
72	ยมแดง		✓		3	0.28
73	ยมหอม		✓		1	0.09
74	ยาแก้			✓	1	0.09
75	รักใหญ่			✓	11	1.02
76	ลำไยป่า	✓	✓		2	0.19
77	เลียน	✓			5	0.47
78	ส้มแปะ			✓	16	1.49

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อกล้าไม้	ชนิดป่าที่พบ			จำนวนต้น	ร้อยละที่พบ
		PP	NS	NF		
79	สะทิบ		✓	✓	7	0.65
80	สังหยู		✓		5	0.47
81	ส้านหิ่ง			✓	3	0.28
82	สิวาละที		✓		6	0.56
83	สีฟันคนฑา		✓		4	0.37
84	เสี้ยวป่า		✓		14	1.30
85	หนามมะเค็ด			✓	2	0.19
86	หว้า		✓	✓	27	2.51
87	หว้าขี้กวาง	✓			18	1.68
88	หัสคุณ			✓	27	2.51
89	เหมือดคนตัวผู้			✓	6	0.56
90	เหมือดคนมีหยัก			✓	7	0.65
91	เหมือดพลอง			✓	1	0.09
92	เหมือดโลด		✓	✓	44	4.10
93	เหมือดวอน		✓		3	0.28
94	เหมือดหอม			✓	1	0.09
95	แหลบุก		✓	✓	10	0.93
96	*Ardisia sp.*			✓	10	0.93
97	*Colona sp.*		✓		2	0.19
98	F.Euphorbiaceae 1		✓		1	0.09
99	F.Euphorbiaceae 2		✓		1	0.09
100	F.Euphorbiaceae 3		✓		5	0.47
101	F.Euphorbiaceae 4		✓		5	0.47
102	*Mollotus sp.*		✓		6	0.56
103	Unknown 1			✓	2	0.19
104	Unknown 2		✓		1	0.09
105	Unknown 3		✓		1	0.09

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อกล้าไม้	ชนิดป่าที่พบ			จำนวนต้น	ร้อยละที่พบ
		PP	NS	NF		
106	Unknown 4		✓		1	0.09
107	Unknown 5		✓		3	0.28
108	Unknown 6		✓		1	0.09
	รวม				1,074	100

ตารางภาคผนวกที่ 3 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo) ความถี่สัมพัทธ์ (RF) และค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของไม้ใหญ่ทุกชนิดในป่าปลูกไม้สนสามใบ(PP)

ที่	ชื่อสามัญ	RDe	RDo	RF	IVI	ร้อยละ
1	สนสามใบ	16.291	61.682	14.608	92.580	30.860
2	กะทัง	6.312	5.687	6.355	18.354	6.118
3	มะยาง	9.070	1.429	6.018	16.517	5.506
4	แคหางค่าง	8.730	1.227	6.176	16.133	5.378
5	ตองลาด	6.112	1.288	4.360	11.760	3.920
6	ทองหลาง	2.314	3.411	2.746	8.471	2.824
7	ตองแตบ	3.405	1.425	2.686	7.516	2.505
8	ยมหอม	2.574	1.989	2.809	7.372	2.457
9	เดื่อหว้า	2.610	1.829	2.055	6.494	2.165
10	คำแสด	2.220	1.131	1.900	5.251	1.750
11	ขี้หนอนคาย	1.791	0.308	2.337	4.436	1.479
12	มะหาด	1.114	1.576	1.602	4.293	1.431
13	มะคังดง	1.968	0.134	2.143	4.245	1.415
14	มันปลา	2.065	0.084	1.994	4.142	1.381
15	เลี่ยน	2.158	0.075	1.865	4.099	1.366
16	หว้าขี้กวาง	1.761	0.402	1.789	3.952	1.317
17	กางหลวง	0.459	2.300	0.836	3.596	1.199
18	หม่อนหลวง	1.417	0.494	1.677	3.589	1.196
19	จำปีป่า	1.036	0.897	1.569	3.501	1.167
20	มะกอกพราน	1.529	0.162	1.581	3.272	1.091
21	มะเดื่อปล้อง	0.810	0.779	1.617	3.206	1.069
22	ปอเลียง	1.040	0.552	1.519	3.112	1.037
23	สิวาละที	1.003	0.256	1.787	3.045	1.015
24	มะเดื่อเกลี้ยง	0.802	0.955	1.219	2.975	0.992
25	กระพี้จั่น	1.125	0.506	1.267	2.898	0.966
26	ทะโล้	1.376	0.089	1.316	2.781	0.927
27	กางขี้มอด	0.541	0.905	1.080	2.526	0.842
28	มะคำดีควาย	0.839	0.467	0.927	2.233	0.744

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ที่	ชื่อสามัญ	RDe	RDo	RF	IVI	ร้อยละ
29	ตองเต่าขน	0.375	1.298	0.556	2.229	0.743
30	เติม	1.086	0.110	1.002	2.198	0.733
31	ซ้อ	0.459	0.774	0.857	2.090	0.697
32	ปอต๊อก	0.704	0.299	1.047	2.050	0.683
33	แคทราย	1.112	0.033	0.819	1.964	0.655
34	ลำไยป่า	0.949	0.033	0.924	1.905	0.635
35	Unknown 1	1.147	0.271	0.439	1.857	0.619
36	กะเจียน	0.774	0.021	0.889	1.683	0.561
37	มะเดื่อหอม	0.453	0.158	0.891	1.501	0.500
38	ผ่าเสี้ยน	0.553	0.381	0.529	1.463	0.488
39	ต้างหลวง	0.657	0.009	0.778	1.443	0.481
40	เก็ดดำ	0.506	0.346	0.550	1.402	0.467
41	Unknown 2	0.688	0.257	0.439	1.384	0.461
42	รักขี้หมู	0.418	0.120	0.735	1.272	0.424
43	เก็ดแดง	0.369	0.110	0.711	1.190	0.397
44	ตาเสือ	0.615	0.016	0.508	1.139	0.380
45	ยางบง	0.189	0.601	0.316	1.107	0.369
46	กรวยป่า	0.469	0.028	0.473	0.970	0.323
47	เลียงฝ้าย	0.217	0.206	0.527	0.950	0.317
48	Unknown 3	0.189	0.442	0.316	0.947	0.316
49	Unknown 4	0.229	0.237	0.439	0.905	0.302
50	หานช้างร้อง	0.375	0.152	0.333	0.860	0.287
51	มะขามแป	0.276	0.007	0.550	0.833	0.278
52	ปอลาย	0.211	0.280	0.314	0.806	0.269
53	เงาะป่า	0.324	0.010	0.418	0.752	0.251
54	ช้าแป้น	0.283	0.150	0.316	0.750	0.250
55	เดื่อขน	0.189	0.371	0.158	0.718	0.239
56	Unknown 5	0.229	0.026	0.439	0.694	0.231
57	สัตบรรณ	0.229	0.000	0.439	0.668	0.223
58	สะทิบ	0.188	0.121	0.333	0.642	0.214
59	มะมุ่นดง	0.211	0.103	0.314	0.628	0.209
60	ต่อไส้	0.205	0.002	0.407	0.613	0.204
61	แหลบุก	0.235	0.028	0.333	0.596	0.199

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

ที่	ชื่อสามัญ	RDe	RDo	RF	IVI	ร้อยละ
62	สะลีกดง	0.082	0.294	0.203	0.579	0.193
63	Unknown 6	0.189	0.055	0.316	0.560	0.187
64	พระเจ้าร้อยท่า	0.211	0.002	0.314	0.527	0.176
65	ปอสา	0.123	0.012	0.305	0.439	0.146
66	ตะเคียนหนู	0.094	0.140	0.158	0.393	0.131
67	กาสะลองคำ	0.205	0.078	0.102	0.385	0.128
68	คำไก่ขน	0.094	0.026	0.222	0.342	0.114
69	ยางโอน	0.088	0.007	0.213	0.307	0.102
70	ตาเสือทุ่ง	0.047	0.134	0.111	0.292	0.097
71	ส้มผด	0.141	0.021	0.111	0.273	0.091
72	แข้งกวางดง	0.094	0.003	0.158	0.256	0.085
73	Unknown 7	0.141	0.003	0.111	0.254	0.085
74	Unknown 8	0.094	0.001	0.158	0.253	0.084
75	ตาตุ่มบก	0.123	0.002	0.102	0.226	0.075
76	งิ้วป่า	0.041	0.084	0.102	0.226	0.075
77	ตะขบป่า	0.041	0.078	0.102	0.220	0.073
78	ไข่ปลา	0.082	0.006	0.102	0.189	0.063
79	เม่าไข่ปลา	0.082	0.001	0.102	0.185	0.062
80	ประคำไก่	0.047	0.002	0.111	0.160	0.053
81	Unknown 9	0.047	0.001	0.111	0.159	0.053
82	Unknown 10	0.047	0.001	0.111	0.159	0.053
83	พญาไม้	0.047	0.001	0.111	0.159	0.053
84	Unknown 11	0.047	0.000	0.111	0.158	0.053
85	อบเชย	0.047	0.000	0.111	0.158	0.053
86	ปอมีน	0.041	0.007	0.102	0.150	0.050
87	รักใหญ่	0.041	0.002	0.102	0.144	0.048
88	หว้า	0.041	0.001	0.102	0.144	0.048
89	หานเดื่อ	0.041	0.001	0.102	0.143	0.048
	รวม	100	100	100	300	100

ตารางผนวกที่ 4 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo) ความถี่สัมพัทธ์ (RF) และค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของไม้ใหญ่ทุกชนิดในป่าทดแทนธรรมชาติ(NS)

ที่	ชื่อสามัญ	RDe	RDo	RF	IVI	ร้อยละ
1	ทะโล้	5.156	14.530	1.958	20.397	6.799
2	กะทัง	4.688	9.198	4.632	18.934	6.311
3	จิ้วป่า	2.630	12.257	2.670	18.085	6.028
4	คำแสด	6.250	0.856	4.929	13.057	4.352
5	ยางโอน	5.182	1.774	3.121	12.266	4.089
6	ทองหลาง	0.964	7.194	2.493	11.163	3.721
7	ประดู่สะแลน	8.568	1.574	1.824	9.798	3.266
8	เติม	3.385	3.289	2.224	8.789	2.930
9	แคหางค่าง	1.563	3.457	2.397	7.774	2.591
10	มะยาง	2.656	0.710	3.336	7.057	2.352
11	กระพี้จั่น	1.146	4.518	1.247	6.723	2.241
12	มันปลา	1.745	2.163	2.663	6.390	2.130
13	หว้าขี้กวาง	3.021	0.479	2.315	5.900	1.967
14	ซ้อ	0.495	3.650	1.315	5.621	1.874
15	ตะแบกเปลือกบาง	2.578	1.100	1.757	5.461	1.820
16	ค่าหด	2.448	0.703	2.665	5.423	1.808
17	หว้า	4.115	0.110	1.593	4.775	1.592
18	กางขี้มอด	0.286	3.389	0.616	4.295	1.432
19	ตาเสือ	2.396	0.479	1.629	4.189	1.396
20	กะเจียน	1.875	0.145	1.995	4.102	1.367
21	ผ่าเสี้ยน	1.667	0.724	1.535	3.934	1.311
22	ตองเต่าขน	0.990	0.995	1.692	3.853	1.284
23	มะกอกพราน	1.693	0.230	1.884	3.815	1.272
24	ปอลาย	0.755	1.107	1.553	3.444	1.148
25	มะหาด	0.234	2.107	0.796	3.308	1.103
26	รักขี้หมู	1.172	0.598	1.550	3.239	1.080
27	เก็ดแดง	0.599	1.593	0.920	3.024	1.008
28	จำปีป่า	1.146	0.564	1.451	2.988	0.996
29	แข้งกวาง	1.563	0.392	1.179	2.766	1.563
30	ยมหอม	0.521	1.275	0.897	2.718	0.521

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ที่	ชื่อสามัญ	RDe	RDo	RF	IVI	ร้อยละ
31	โมกมัน	1.068	1.005	0.606	2.596	1.068
32	ตาเสือทุ่ง	1.250	0.301	1.130	2.579	1.250
33	มะเดื่อหอม	0.677	0.956	0.950	2.548	0.849
34	เก็ดดำ	0.807	0.587	1.308	2.548	0.849
35	ตองลาด	0.677	0.054	1.247	2.526	0.842
36	ลำไยป่า	0.651	0.047	1.057	2.514	0.838
37	เม่าสร้อย	0.911	0.076	1.376	2.411	0.804
38	กรวยป่า	1.302	0.290	0.992	2.393	0.798
39	สิวาละที	0.938	0.332	1.213	2.357	0.786
40	ตองแตบ	0.573	0.287	1.358	2.345	0.782
41	ต้างหลวง	1.146	0.249	0.982	2.230	0.743
42	เหมือดจี้ดง	1.250	0.048	1.011	2.179	0.726
43	เหมือดคนตัวผู้	0.833	0.435	1.081	2.176	0.725
44	หานเดื่อ	0.339	1.272	0.610	2.170	0.723
45	มะมุ่นดง	0.078	1.397	0.311	1.861	0.620
46	มะขามป้อม	0.599	0.394	0.932	1.831	0.610
47	ส้านหิ่ง	0.260	1.035	0.505	1.759	0.586
48	สะลีกดง	0.286	0.433	0.724	1.576	0.525
49	เปล้าเลือด	0.885	0.347	0.514	1.520	0.507
50	ปอบ้าน	0.234	0.735	0.498	1.508	0.503
51	Unknown 1	0.625	0.113	0.806	1.504	0.501
52	มะกอกเกลื้อน	0.547	0.237	0.831	1.495	0.498
53	เลี่ยน	0.078	1.214	0.174	1.451	0.484
54	เหมือดโลด	0.651	0.156	0.755	1.451	0.484
55	ปอสา	0.495	0.348	0.693	1.437	0.479
56	ปอต๊อก	0.313	0.478	0.608	1.409	0.470
57	Unknown 2	0.234	0.120	0.622	1.322	0.441
58	ปอเลียง	0.182	0.349	0.498	1.297	0.432
59	พระเจ้าร้อยท่า	0.260	0.239	0.657	1.282	0.427
60	ข้าวสารหลวง	0.443	0.456	0.440	1.249	0.416
61	ปอกระด้าง	0.573	0.122	0.603	1.208	0.403
62	ประคำไก่	0.625	0.068	0.603	1.198	0.399

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ที่	ชื่อสามัญ	RDe	RDo	RF	IVI	ร้อยละ
63	พะยอมดง	0.208	0.706	0.179	1.103	0.368
64	โมกใหญ่	0.286	0.449	0.365	1.080	0.360
65	กางหลวง	0.286	0.152	0.574	1.029	0.343
66	เดื่อหว้า	0.104	0.465	0.313	0.991	0.330
67	เลียงฝ้าย	0.156	0.139	0.492	0.930	0.310
68	ติ้วขน	0.208	0.450	0.319	0.929	0.310
69	มะขามแป	0.469	0.037	0.500	0.924	0.308
70	ประยงค์ขนบาง	0.495	0.099	0.384	0.901	0.300
71	หม่อนหลวง	0.286	0.431	0.219	0.892	0.297
72	สัตตบรรณ	0.521	0.020	0.450	0.857	0.286
73	ไคร้มด	0.339	0.064	0.501	0.855	0.285
74	กรวยใบเกลี้ยง	0.391	0.016	0.493	0.839	0.280
75	มะแฟน	0.208	0.042	0.558	0.818	0.273
76	มะคังดง	0.260	0.095	0.448	0.757	0.252
77	มะคำดีควาย	0.156	0.078	0.423	0.713	0.238
78	ขี้หนอนคาย	0.234	0.007	0.453	0.701	0.234
79	อบเชย	0.208	0.136	0.310	0.681	0.227
80	แคทราย	0.234	0.011	0.289	0.540	0.180
81	ตะเคียนหนู	0.130	0.041	0.179	0.499	0.166
82	Unknown 3	0.130	0.137	0.193	0.427	0.142
83	หานช้างร้อง	0.156	0.094	0.164	0.391	0.130
84	คำไก่ขน	0.130	0.008	0.253	0.367	0.122
85	ลูบลีบ	0.130	0.015	0.219	0.344	0.115
86	กอมขม	0.104	0.003	0.241	0.339	0.113
87	แหลบุก	0.104	0.017	0.238	0.337	0.112
88	ต่อไส้	0.130	0.001	0.219	0.330	0.110
89	*Bridelia sp.1*	0.182	0.008	0.164	0.326	0.109
90	เงาะป่า	0.182	0.018	0.124	0.313	0.104
91	Unknown 4	0.026	0.118	0.124	0.307	0.102
92	อูนป่า	0.078	0.092	0.124	0.289	0.096
93	มะกล่ำต้น	0.052	0.013	0.189	0.285	0.095

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ที่	ชื่อสามัญ	RDe	RDo	RF	IVI	ร้อยละ
94	สลอดน้ำ	0.052	0.002	0.124	0.256	0.085
95	ก่อใบเลื่อม	0.026	0.164	0.064	0.247	0.082
96	สะทิบ	0.104	0.013	0.129	0.219	0.073
97	*Diospyros sp.*	0.104	0.021	0.110	0.219	0.073
98	มะเดื่อเกลี้ยง	0.026	0.030	0.124	0.219	0.073
99	F.Lamiaceae	0.156	0.015	0.055	0.202	0.067
100	Unknown 5	0.026	0.002	0.124	0.191	0.064
101	Unknown 6	0.026	0.001	0.124	0.190	0.063
102	Unknown 7	0.026	0.000	0.124	0.189	0.063
103	ระไมรอด	0.078	0.004	0.110	0.179	0.060
104	จวงหอม	0.078	0.002	0.110	0.177	0.059
105	ติ้วเกลี้ยง	0.026	0.093	0.064	0.177	0.059
106	ตะคร้ำ	0.052	0.078	0.055	0.177	0.059
107	พรมคต	0.052	0.002	0.124	0.175	0.058
108	Unknown 8	0.052	0.001	0.129	0.168	0.056
109	กระพี้หยวก	0.052	0.006	0.110	0.159	0.053
110	ขันทองพยาบาท	0.052	0.004	0.110	0.158	0.053
111	หัวกา	0.052	0.003	0.110	0.157	0.052
112	กระจับเขา	0.052	0.002	0.110	0.156	0.052
113	Unknown 9	0.026	0.077	0.055	0.154	0.051
114	เทียนขโมย	0.104	0.006	0.055	0.149	0.050
115	หนามจี้	0.026	0.064	0.055	0.141	0.047
116	ตานเสี้ยน	0.078	0.001	0.062	0.137	0.046
117	เม่าไข่ปลา	0.026	0.048	0.064	0.131	0.044
118	กฤษณา	0.078	0.005	0.055	0.126	0.042
119	มณฑาดอย	0.078	0.002	0.055	0.122	0.041
120	มะหนามนิ้ง	0.052	0.002	0.064	0.105	0.035
121	นีเลง	0.052	0.003	0.055	0.102	0.034
122	มะไฟ	0.052	0.000	0.055	0.099	0.033
123	*Bridelia sp.2*	0.026	0.004	0.062	0.090	0.030
124	หนามมะเค็ด	0.026	0.001	0.062	0.088	0.029
125	Unknown 10	0.026	0.004	0.064	0.088	0.029

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

ที่	ชื่อสามัญ	RDe	RDo	RF	IVI	ร้อยละ
126	Unknown 11	0.026	0.003	0.064	0.087	0.029
127	มะห้า	0.026	0.000	0.062	0.086	0.029
128	ข่อย	0.026	0.010	0.055	0.086	0.029
129	Unknown 12	0.026	0.009	0.055	0.085	0.028
130	Unknown 13	0.026	0.001	0.064	0.084	0.028
131	ปลายสาน	0.026	0.000	0.064	0.084	0.028
132	Unknown 14	0.026	0.000	0.064	0.084	0.028
133	*Aglia sp.*	0.026	0.004	0.055	0.081	0.027
134	Unknown 15	0.026	0.004	0.055	0.081	0.027
135	มะยมป่า	0.026	0.001	0.055	0.078	0.026
136	Unknown 16	0.026	0.001	0.055	0.077	0.026
137	F.Annonaceae	0.026	0.001	0.055	0.077	0.026
138	มะเดื่อปล้อง	0.026	0.001	0.055	0.077	0.026
139	ช้างเผือก	0.026	0.000	0.055	0.077	0.026
140	*Chlorodendrum sp.*	0.026	0.000	0.055	0.077	0.026
รวม			100	100	100	300

ตารางผนวกที่ 5 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (RD) ความเด่นสัมพัทธ์ (RDo) ความถี่สัมพัทธ์ (RF) และค่าดัชนีความสำคัญ (IVI) ของไม้ใหญ่ทุกชนิดในป่าธรรมชาติ(NF)

ที่	ชื่อสามัญ	RDe	RDo	RF	IVI	ร้อยละ
1	ก่อหยุม	11.808	13.014	5.573	30.394	10.131
2	ก่อใบเลื่อม	9.704	11.749	5.897	27.350	9.117
3	แข้งกวาง	10.626	6.208	7.491	24.325	8.108
4	ก่อพวง	4.991	7.722	2.723	15.436	5.145
5	เหมือดโลด	6.505	3.629	5.194	15.328	5.109
6	รักใหญ่	5.088	4.185	4.501	13.773	4.591
7	ก่อแป้น	1.617	6.567	2.270	10.454	3.485
8	ก่อสีเสียด	3.758	3.674	3.000	10.432	3.477
9	สนสามใบ	1.070	7.485	1.716	10.272	3.424
10	สารภีป่า	2.021	3.486	3.315	8.822	2.941
11	ทะโล้	1.716	3.515	3.058	8.288	2.763
12	มะขามป้อม	3.289	1.123	3.545	7.957	2.652
13	เต็ง	1.582	2.973	1.897	6.453	2.151
14	เก็ดดำ	1.272	1.536	2.754	5.563	1.854
15	เม่าไข่ปลา	2.874	0.371	1.599	4.844	1.615
16	กล้วยฤาษี	1.622	0.326	2.339	4.286	1.429
17	ยางพลวง	0.796	2.713	0.644	4.154	1.385
18	แหลบุก	2.007	0.378	1.535	3.921	1.307
19	มะกอกเกลื้อน	1.205	1.180	1.386	3.771	1.257
20	สิวาละที	1.125	1.782	0.755	3.662	1.221
21	มะม่วงหัวแมงวัน	0.599	1.646	1.291	3.535	1.178
22	เม่าสร้อย	1.916	0.157	1.056	3.129	1.043
23	มะกอกพราน	1.439	0.528	0.906	2.873	0.958
24	สมอไทย	0.684	0.518	1.584	2.787	0.929
25	ข้าวสารหลวง	1.001	0.211	1.499	2.711	0.904
26	รัง	0.497	1.018	1.064	2.578	0.859
27	มันปลา	0.711	0.129	1.404	2.244	0.748
28	มะห้า	0.585	0.881	0.736	2.202	0.734
29	หว้าขี้กวาง	0.560	0.940	0.652	2.152	0.717
30	ฮ้อยจั่น	0.432	0.931	0.644	2.008	0.669
31	กระโดนแดง	0.555	0.337	1.056	1.947	0.649

ตารางผนวกที่5 (ต่อ)

ที่	ชื่อสามัญ	RDe	RDo	RF	IVI	ร้อยละ
32	เหมือดคนตัวผู้	0.473	0.517	0.924	1.915	0.638
33	มะหากาหนัง	0.673	0.191	1.030	1.894	0.631
34	มะแฟน	0.929	0.435	0.529	1.893	0.631
35	ปอลาย	0.480	0.058	1.168	1.706	0.569
36	มะขามแป	0.708	0.030	0.880	1.618	0.539
37	ปอต๊อก	0.395	0.217	0.853	1.466	0.489
38	ไคร้มด	0.381	0.019	1.028	1.429	0.476
39	เดื่อขน	0.318	0.655	0.387	1.360	0.453
40	มะมุ่นดง	0.550	0.007	0.796	1.353	0.451
41	พรมคต	0.312	0.309	0.705	1.326	0.442
42	เข็มป่า	0.580	0.034	0.680	1.294	0.431
43	เลียงฝ้าย	0.304	0.390	0.599	1.294	0.431
44	ส้านเห็บ	0.364	0.327	0.580	1.271	0.424
45	ก่อนก	0.298	0.503	0.395	1.195	0.398
46	เก็ดแดง	0.322	0.163	0.711	1.195	0.398
47	ปอฝ้าย	0.083	0.947	0.133	1.163	0.388
48	ตาเสือ	0.625	0.093	0.419	1.138	0.379
49	มะเดื่อ	0.341	0.182	0.580	1.103	0.368
50	อูนป่า	0.438	0.156	0.490	1.084	0.361
51	ตาฉี่เคย	0.329	0.238	0.479	1.046	0.349
52	คำไก่ขน	0.318	0.077	0.644	1.040	0.347
53	กำยาน	0.359	0.071	0.486	0.916	0.305
54	กระท่อมหมู	0.281	0.087	0.535	0.903	0.301
55	หนามมะเค็ด	0.344	0.041	0.503	0.888	0.296
56	ตาเสือทุ่ง	0.096	0.346	0.308	0.750	0.250
57	เสี้ยว	0.250	0.014	0.451	0.716	0.239
58	ไก่แดง	0.315	0.061	0.297	0.673	0.224
59	ก่อแดง	0.296	0.051	0.318	0.666	0.222
60	ค่าหด	0.199	0.035	0.426	0.659	0.220
61	เน่าใน	0.210	0.207	0.232	0.649	0.216
62	นางพญาเสือโคร่ง	0.169	0.001	0.478	0.648	0.216
63	หมีเหม็น	0.219	0.125	0.252	0.595	0.198
64	*Castanopsis sp.1*	0.031	0.460	0.084	0.575	0.192

ตารางผนวกที่5 (ต่อ)

ที่	ชื่อสามัญ	RDe	RDo	RF	IVI	ร้อยละ
65	ตูมกาขาว	0.296	0.132	0.129	0.557	0.186
66	สนสองใบ	0.023	0.447	0.064	0.534	0.178
67	สมแป๊ะ	0.197	0.043	0.262	0.501	0.167
68	แคทราย	0.106	0.032	0.330	0.468	0.156
69	หนามแท่ง	0.110	0.021	0.326	0.457	0.152
70	ขันทองพยาบาท	0.227	0.025	0.193	0.445	0.148
71	กางหลวง	0.125	0.001	0.292	0.418	0.139
72	มะเดื่อหอม	0.114	0.007	0.258	0.379	0.126
73	กะทัง	0.077	0.131	0.148	0.356	0.119
74	คำมอกหลวง	0.116	0.006	0.232	0.355	0.118
75	เหมือดจี้ดง	0.091	0.003	0.258	0.352	0.117
76	ส้านหิ่ง	0.114	0.008	0.217	0.339	0.113
77	จำปีป่า	0.122	0.003	0.213	0.338	0.113
78	มะเม่าสาย	0.085	0.020	0.232	0.337	0.112
79	ปอขนุน	0.091	0.052	0.193	0.336	0.112
80	Unknown 1	0.125	0.015	0.168	0.308	0.103
81	แคหางค่าง	0.077	0.016	0.213	0.305	0.102
82	ตองแตบ	0.045	0.180	0.064	0.290	0.097
83	ก่อแพะ	0.045	0.114	0.129	0.288	0.096
84	*Ficus sp.*	0.094	0.023	0.168	0.285	0.095
85	มะหนามนิ้ง	0.094	0.020	0.168	0.281	0.094
86	ส้มผด	0.085	0.036	0.148	0.269	0.090
87	*Dalbergia sp.*	0.156	0.006	0.084	0.246	0.082
88	ผักหวาน	0.063	0.009	0.168	0.240	0.080
89	ยาแก้	0.063	0.001	0.168	0.231	0.077
90	ตาเป็ดตาไก่	0.091	0.001	0.129	0.221	0.074
91	หว้า	0.041	0.037	0.133	0.211	0.070
92	ปอสา	0.054	0.008	0.148	0.210	0.070
93	ช้างน้าว	0.068	0.011	0.129	0.208	0.069
94	กางขี้มอด	0.023	0.118	0.064	0.205	0.068
95	ก่อขาว	0.045	0.029	0.129	0.204	0.068
96	F.Annonceae 2	0.042	0.000	0.159	0.202	0.067
97	*Albizzia sp.*	0.041	0.024	0.133	0.199	0.066
98	ลำไยป่า	0.023	0.106	0.064	0.193	0.06

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

ที่	ชื่อสามัญ	RDe	RDo	RF	IVI	ร้อยละ
99	ประดู่	0.041	0.012	0.133	0.187	0.062
100	Unknown 2	0.041	0.012	0.133	0.187	0.062
101	ตะขบป่า	0.041	0.007	0.133	0.181	0.060
102	ตะเกรา	0.045	0.004	0.129	0.178	0.059
103	สัก	0.041	0.004	0.133	0.178	0.059
104	หว้าใบหอม	0.091	0.010	0.064	0.166	0.055
105	รักขี้หมู	0.063	0.011	0.084	0.158	0.053
106	พะวา	0.045	0.041	0.064	0.151	0.050
107	ตานเสี้ยน	0.063	0.001	0.084	0.148	0.049
108	ลำปิด	0.045	0.038	0.064	0.148	0.049
109	มะม่วงป่า	0.031	0.030	0.084	0.145	0.048
110	กาสามปีก	0.068	0.001	0.064	0.133	0.044
111	มะเดื่อปล้อง	0.045	0.021	0.064	0.131	0.044
112	Unknown 4	0.045	0.019	0.064	0.129	0.043
113	โมกใหญ่	0.031	0.011	0.084	0.126	0.042
114	คอไก่	0.031	0.007	0.084	0.122	0.041
115	อ้อยช้าง	0.023	0.031	0.064	0.119	0.040
116	มะหาด	0.023	0.031	0.064	0.118	0.039
117	*Ardisia sp.*	0.031	0.001	0.084	0.116	0.039
118	*Castanopsis sp.2*	0.031	0.001	0.084	0.116	0.039
119	*Quercus sp.*	0.031	0.000	0.084	0.116	0.039
120	ผักไผ่ต้น	0.023	0.024	0.064	0.111	0.037
121	Unknown 3	0.023	0.012	0.064	0.099	0.033
122	ตองเต่าขน	0.023	0.007	0.064	0.094	0.031
123	เหมือดดอย	0.023	0.007	0.064	0.094	0.031
124	ปอใบโพธิ์	0.023	0.003	0.064	0.091	0.030
125	Unknown 5	0.023	0.003	0.064	0.090	0.030
126	ขว้าว	0.023	0.002	0.064	0.089	0.030
127	F.annonaceae 1	0.023	0.000	0.064	0.088	0.029
128	F.Rubiaceae	0.023	0.000	0.064	0.087	0.029
129	ต่างไก่ป่า	0.023	0.000	0.064	0.087	0.029
	รวม	100	100	100	300	100

ตารางผนวกที่ 6 รายชื่อชนิดพันธุ์ไม้ ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อวงศ์ ของไม้ทุกชนิดที่สำรวจพบในป่าปลูกไม้สนสามใบ (Pine Plantation, PP) ป่าทดแทนธรรมชาติ (Natural Succession, NS) และป่าธรรมชาติ (Natural Forest, NF)

ชื่อสามัญ	ชื่อพฤกษศาสตร์	ชื่อวงศ์	ไม้ต้น	กล้าไม้
กรวยใบเกลี้ยง	*Casearia calva* Craib	SALICACEAE	✓	
กรวยป่า	*Casearia grewiifolia* Vent. var. *grewiifolia*	FLACOURTIACEAE	✓	✓
กระจับเขา	*Euonymus colonoides* Craib	CELASTRACEAE	✓	
กระโดนแดง	*Tristaniopsis burmanica* (Griff.) Peter G.Wilson & J.T.Waterh. var. *burmanica*	MYRTACEAE	✓	
กระทงลาย	*Celastrus paniculata* Willd.	CELASTRACEAE		✓
กระท่อมหมู	*Mitragyna rotundifolia* (Roxb.) Kuntze	RUBIACEAE	✓	✓
กระพี้จั่น	*Millettia brandisiana* Kurz	FABACEAE	✓	✓
กระพี้หยวก	*Dalbergia lanceolaria* L. f.	FABACEAE	✓	
กฤษณา	*Aquilaria crassna* Pierre ex Lecomte	THYMELAEACEAE	✓	
กล้วยฤาษี	*Diospyros glandulosa* Lace	EBENACEAE	✓	✓
กอมขม	*Picrasma javanica* Blume	SIMAROUBACEAE	✓	
ก่อขาว	*Castanopsis argentea* (Blume) A.DC.	FAGACEAE	✓	✓
ก่อแดง	*Quercus kingiana* Craib	FAGACEAE	✓	✓
ก่อนก	*Lithocarpus polystachyus* (A.DC.) Rehder	FAGACEAE	✓	✓
ก่อใบเลื่อม	*Castanopsis tribuloides* (Sm.) A.DC.	FAGACEAE	✓	✓
ก่อแป้น	*Castanopsis diversifolia* (Kurz) King	FAGACEAE	✓	✓
ก่อพวง	*Lithocarpus fenestratus* (Roxb.) Rehder	FAGACEAE	✓	✓
ก่อแพะ	*Quercus kerrii* Craib	FAGACEAE	✓	✓
ก่อสีเสียด	*Quercus brandisiana* Kurz	FAGACEAE	✓	✓
ก่อหยุม	*Castanopsis argyrophylla* King ex Hook.f.	FAGACEAE	✓	✓
กะเจียน	*Polyalthia cerasoides* (Roxb.) Benth. ex Bedd.	ANNONACEAE	✓	✓
กะทัง	*Litsea monopetala* Pers.	LAURACEAE	✓	✓
กางขี้มอด	*Albizia odoratissima* (L.f.) Benth.	FABACEAE	✓	
กางหลวง	*Albizia chinensis* (Osbeck) Merr.	FABACEAE	✓	
กาสะลองคำ	*Radermachera ignea* (Kurz) Steenis	BIGNONIACEAE	✓	
กาสามปีก	*Vitex peduncularis* Wall. ex Schauer	LAMIACEAE	✓	
กำยาน	*Styrax benzoides* Craib	STYRACACEAE	✓	

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อพฤกษศาสตร์	ชื่อวงศ์	ไม้ต้น	กล้าไม้
เก็ดดำ	*Dalbergia cultrata* Graham ex Benth.	FABACEAE	✓	✓
เก็ดแดง	*Dalbergia oliveri* Gamble	FABACEAE	✓	✓
ไก่แดง	*Ternstroemia gymnanthera* (Wight & Arn.) Bedd.	THEACEAE	✓	
ขว้าว	*Haldina cordifolia (Roxb.)* Ridsdale	RUBIACEAE	✓	✓
ข่อย	*Streblus asper* Lour.	MORACEAE	✓	
ขันทองพยาบาท	*Suregada multiflorum* (A.Juss.) Baill.	EUPHORBIACEAE	✓	
ข้าวสารหลวง	*Maesa ramentacea* (Roxb.) A.DC.	MYRSINACEAE	✓	✓
ขี้หนอนคาย	*Celtis tetrandra* Roxb.	ULMACEAE	✓	
เข็มป่า	*Ixora Cibdela* Craib	RUBIACEAE	✓	
แข้งกวาง	*Wendlandia tinctoria* (Roxb.) DC.	RUBIACEAE	✓	✓
แข้งกวางดง	*Wendlandia paniculata* (Roxb.) DC.	RUBIACEAE	✓	✓
ไข่ปลา	*Debregeasia velutina* Gaudich	URTICACEAE	✓	
คอไก่	*Tarennoidea wallichii* (Hook.f.) Tirveng. & Sastre	RUBIACEAE	✓	✓
ค่าหด	*Engelhardtia spicata* Blume	JUGLANDACEAE	✓	✓
คำไก่ขน	*Olea sp.*	OLEACEAE	✓	
คำมอกหลวง	*Gardenia sootepensis* Hutch.	RUBIACEAE	✓	
คำแสด	*Mallotus philippensis* Muell. Arg.	EUPHORBIACEAE	✓	✓
แคทราย	*Stereospermum colias* (Buch.-Ham. ex Dillwyn) Mabb.	BIGNONIACEAE	✓	
แคหางค่าง	*Markhamia stipulata* Seem. var. *stipulata*	BIGNONIACEAE	✓	✓
ไคร้มด	*Glochidion eriocarpum* Champ.	PHYLLANTHACEAE	✓	✓
งิ้วป่า	*Bombax anceps* Pierre	MALVACEAE	✓	
เงาะป่า	*Sloanea tomentosa* (Benth.) Rehder & Wilson	ELAEOCARPACEAE	✓	
จวงหอม	*Neocinnamomum caudatum* Kosterm.	LAURACEAE	✓	
จำปีป่า	*Michelia baillonii* (Pierre) Finet & Gagnep.	MAGNOLIACEAE	✓	
ช้างน้าว	*Ochna integerrima* (Lour.) Merr.	OCHNACEAE	✓	✓
ช้างเผือก	*Xanthophyllum siamensis* Craib	XANTHOPHYLLACEAE	✓	
ช้าแป้น	*Callicarpa arborea* Roxb.	LAMIACEAE	✓	
ซ้อ	*Gmelina arborea* Roxb.	LAMIACEAE	✓	✓

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อพฤกษศาสตร์	ชื่อวงศ์	ไม้ต้น	กล้าไม้
เดื่อขน	*Ficus semicordata* Buch.-Ham. ex Sm.	MORACEAE	✓	
เดื่อหว้า	*Ficus auriculata* Lour.	MORACEAE	✓	
ตองเต่าขน	*Pterospermum grandiflorum* Craib	MALVACEAE	✓	
ตองแตบ	*Macaranga denticulate* (Blume) Müll. Arg.	EUPHORBIACEAE	✓	✓
ตองลาด	*Actinodaphne henryi* Gamble	LAURACEAE	✓	✓
ต่อไส้	*Allophylus cobbe* (L.) Raeusch.	SAPINDACEAE	✓	✓
ตะเกรา	*Eriobotrya bengalensis* (Roxb.) Hook.f. forma *bengalensis*	ROSACEAE	✓	
ตะขบป่า	*Flacourtia indica* (Burm.f.) Merr.	FLACOURTIACEAE	✓	
ตะคร้ำ	*Garuga pinnata* Roxb.	BURSERACEAE	✓	
ตะเคียนหนู	*Anogeissus acuminata* (Roxb. ex DC.) Guill. & Perr. var. *lanceolata* C.B.Clarke	COMBRETACEAE	✓	
ตะแบกเปลือกบาง	*Lagerstroemia duperreana* Pierre ex Gagnep.	LYTHRACEAE	✓	
ต่างไก่ป่า	*Polygala arillata* Buch.-Ham. ex D.Don	POLYGALACEAE	✓	
ต้างหลวง	*Trevesia palmata* (Roxb. ex Lindl.) Vis.	ARALIACEAE	✓	
ตาฉี่เคย	*Craibiodendron stellatum* (Pierre) W.W.Sm.	ERICACEAE	✓	✓
ตาตุ่มบก	*Sapium insigne* Benth.	EUPHORBIACEAE	✓	
ตานเสี้ยน	*Xantolis burmanica* (Collett & Hemsl.) P.Royen	SAPOTACEAE	✓	✓
ตาเป็ดตาไก่	*Ardisia sp.*	MYRSINACEAE	✓	
ตาเสือ	*Aphanamixis polystachya* (Wall.) R.Parker	MELIACEAE	✓	✓
ตาเสือทุ่ง	*Heynea trijuga* Roxb. ex Sims	MELIACEAE	✓	✓
ติ้วเกลี้ยง	*Cratoxylum cochicinensis* (Jack) Dyer subsp. *pruniflorum* (Kurz) Gogel	HYPERICACEAE	✓	
ติ้วขน	*Cratoxylum formosum* (Jack) Dyer subsp. *pruniflorum* (Kurz) Gogel	HYPERICACEAE	✓	✓
ตีนเป็ดดอย	*Alstonia rupestris* Kerr	APOCYNACEAE		✓
ตูมกาขาว	*Strychnos nux-blanda* A.W.Hill	STRYCHNACEAE	✓	
เต็ง	*Shorea obtusa* Wall. ex Blume	DIPTEROCARPACEAE	✓	✓

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อพฤกษศาสตร์	ชื่อวงศ์	ไม้ต้น	กล้าไม้
เติม	*Bischofia javensis* Blume	PHYLLANTHACEAE	✓	✓
ทองหลาง	*Erythrina stricta* Roxb.	FABACEAE	✓	✓
ทะโล้	*Schima wallichii* (DC.) Korth.	THEACEAE	✓	✓
เทียนขโมย	*Drypetes hoaensis* Gagnep.	EUPHORBIACEAE	✓	
นางพญาเสือโคร่ง	*Prunus cerasoides* D.Don	ROSACEAE	✓	✓
นีเลง	*Gomphandra tetrandra* (Wall.) Sleum.	ICACINACEAE	✓	
เน่าใน	*Ilex umbellulata* Loes.	AQUIFOLIACEAE	✓	
ประคำไก่	*Drypetes roxburghii* (Wall.) Hurusawa	EUPHORBIACEAE	✓	
ประดู่	*Pterocarpus macrocarpus* Kurz	FABACEAE	✓	
ประดู่สะแลน	*Dalbergia ovata* Graham	FABACEAE	✓	✓
ประยงค์ขนบาง	*Glycosmis puberula* Lindl.	RUTACEAE	✓	✓
ปลายสาน	*Eurya acuminata* DC.	THEACEAE	✓	
ปอ	-	TILIACEAE		✓
ปอกระด้าง	*Pterocymbium macranthum* Kosterm.	MALVACEAE	✓	
ปอขนุน	*Sterculia urena* Roxb. var. *thorelii* (Pierre) Phengklai	MALVACEAE	✓	
ปอต๊อก	*Hibiscus macrophyllus* Roxb. ex Hornem.	MALVACEAE	✓	
ปอบ้าน	*Sterculia pexa* Pierre	MALVACEAE	✓	
ปอใบโพธิ์	-	MALVACEAE	✓	
ปอฝ้าย	*Firmiana colorata* (Roxb.) R.Br.	MALVACEAE	✓	
ปอมืน	*Colona floribunda* (Kurz) Craib	MALVACEAE	✓	
ปอลาย	*Grewia eriocarpa* Juss.	MALVACEAE	✓	✓
ปอเลียง	*Eriolaena candollei* Wall.	MALVACEAE	✓	
ปอหู	*Hibiscus macrophyllus* Roxb. ex Hornem.	MALVACEAE	✓	
ปอสา	*Broussonetia papyrifera* (L.) Vent.	MORACEAE	✓	
เปล้า	*Croton sp.*	EUPHORBIACEAE		✓
เปล้าเลือด	*Croton robustus* Kurz	EUPHORBIACEAE	✓	
ผักไผ่ต้น	*Pittosporum nepaulense* (DC.) Rehd. & Wilson	PITTOSPORACEAE	✓	✓
ผักหวาน	*Champereia manillana* (Blume) Merr.	OPILIACEAE	✓	
ผ่าเสี้ยน	*Vitex canescens* Kurz	LAMIACEAE	✓	
พญาไม้	*Podocarpus neriifolius* D.Don	PODOCARPACEAE	✓	

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อพฤกษศาสตร์	ชื่อวงศ์	ไม้ต้น	กล้าไม้
พรมคต	*Heliciopsis terminalis* (Kurz) Sleumer	PROTEACEAE	✓	✓
พระเจ้าร้อยท่า	*Heteropanax fragrans* (Roxb. ex DC.) Seem.	ARALIACEAE	✓	
พฤกษ์	*Albizzia sp.*	FABACEAE		✓
พลับพลา	*Microcos paniculata* L.	MALVACEAE		✓
พะยอมดง	*Meliosma pinnata* Walp.	SABIACEAE	✓	
พะวา	*Garcinia speciosa* Wall.	CLUSIACEAE	✓	
มณฑาดอย	*Manglietia garrettii* Craib	MAGNOLIACEAE	✓	
มะกล่ำต้น	*Adenanthera microsperma* Teijsm. & Binn.	FABACEAE	✓	✓
มะกอกเกลื้อน	*Canarium subulatum* Guillaumin	BURSERACEAE	✓	✓
มะกอกพราน	*Turpinia pomifera* (Roxb.) DC.	STAPHYLEACEAE	✓	✓
มะขามป้อม	*Phyllanthus emblica* L.	PHYLLANTHACEAE	✓	
มะขามแป	*Archidendron clypearia* (Jack) I.C.Nielsen	FABACEAE	✓	✓
มะคังดง	*Ostodes paniculata* Blume var. *paniculata*	EUPHORBIACEAE	✓	
มะคำดีควาย	*Sapindus rarak* DC.	SAPINDACEAE	✓	
มะเดื่อ	*Ficus sp.*	MORACEAE	✓	✓
มะเดื่อเกลี้ยง	*Ficus racemosa* L.	MORACEAE	✓	
มะเดื่อปล้อง	*Ficus hispida* L.f.	MORACEAE	✓	✓
มะเดื่อหอม	*Ficus hirta* Vahl	MORACEAE	✓	✓
มะแฟน	*Protium serratum* Engl.	BURSERACEAE	✓	
มะไฟ	*Baccaurea ramiflora* Lour.	PHYLLANTHACEAE	✓	
มะม่วงป่า	*Mangifera caloneura* Kurz	ANACARDIACEAE	✓	
มะม่วงหัวแมงวัน	*Buchanania lanzan* Spreng.	ANACARDIACEAE	✓	
มะมุ่นดง	*Elaeocarpus sphaericus* (Gaertn.) K.Schum.	ELAEOCARPACEAE	✓	
มะเม่าสาย	*Antidesma sootepense* Craib	PHYLLANTHACEAE	✓	
มะยมป่า	*Phyllanthus roseus* (Craib & Hutch.) Beille	PHYLLANTHACEAE	✓	
มะยาง	*Sarcosperma arboreum* Hook.f.	SAPOTACEAE	✓	✓
มะหนามนิ้ง	*Vangueria pubescens*. Kurz	RUBIACEAE	✓	
มะห้า	*Syzygium albiflorum* (Duthie & Kurz) Bahadur & R.C.Guar	MYRTACEAE	✓	

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อพฤกษศาสตร์	ชื่อวงศ์	ไม้ต้น	กล้าไม้
มะหากาหนัง	*Euonymus similis* Craib	CELASTRACEAE	✓	✓
มะหาด	*Artocarpus lacucha* Roxb.	MORACEAE	✓	✓
มันปลา	*Glochidion sphaerogynum* (M.-A.) Kurz	PHYLLANTHACEAE	✓	✓
เม่าไข่ปลา	*Antidesma ghaesembilla* Gaertn.	PHYLLANTHACEAE	✓	✓
เม่าสร้อย	*Antidesma acidum* Retz.	PHYLLANTHACEAE	✓	✓
โมกมัน	*Wrightia arborea* (Dennst.) Mabb.	APOCYNACEAE	✓	
โมกใหญ่	*Holarrhena pubescens* Wall. ex G.Don	APOCYNACEAE	✓	✓
ยมหอม	*Toona ciliata* M.Roem.	MELIACEAE	✓	✓
ยาแก้	*Vernonia volkameriifolia* Wall. ex DC.	COMPOSITAE	✓	✓
ยางบง	*Persea kurzii* (King ex Hook. f.) Kosterm.	LAURACEAE	✓	
ยางพลวง	*Dipterocarpus tuberculatus* Roxb.	DIPTEROCARPACEAE	✓	
ยางโอน	*Polyalthia viridis* Craib	ANNONACEAE	✓	✓
ระไมรอด	*Antidesma cuspidatum* Müll. Arg.	PHYLLANTHACEAE	✓	
รักขี้หมู	*Semecarpus cochinchinensis* Engl.	ANACARDIACEAE	✓	
รักใหญ่	*Gluta usitata* (Wall.) Ding Hou	ANACARDIACEAE	✓	✓
รัง	*Shorea siamensis* Miq.	DIPTEROCARPACEAE	✓	
ลำปิด	*Diospyros ferrea* (Willd.) Bakh.	EBENACEAE	✓	
ลำไยป่า	*Dimocarpus longan* Lour	SAPINDACEAE	✓	✓
ลูบลีบ	*Ulmus lancifolia* Roxb.	ULMACEAE	✓	
เลียงฝ้าย	*Kydia calycina* Roxb.	MALVACEAE	✓	
เลี่ยน	*Melia azedarach* L.	MELIACEAE	✓	✓
สนสองใบ	*Pinus merkusii* Jungh. & de Vriese	PINACEAE	✓	
สนสามใบ	*Pinus kesiya* Royle ex Gordon	PINACEAE	✓	
ส้มแปะ	*Vaccinium sprengelii* (G.Don) Sleumer	ERICACEAE	✓	✓
ส้มผด	*Rhus javanica* L. var. *chinensis* (Mill.) T.Yamaz.	ANACARDIACEAE	✓	
สมอไทย	*Terminalia chebula* Retz.	COMBRETACEAE	✓	
สลอดน้ำ	*Ficus heterophylla* L.f.	MORACEAE	✓	
สะทิบ	*Phoebe paniculata* (Nees) Nees	LAURACEAE	✓	✓
สะลีกดง	*Alangium kurzii* Craib	ALANGIACEAE	✓	
สัก	*Tectona grandis* L.f.	LAMIACEAE	✓	
สัตบรรณ	*Alstonia scholaris* (L.) R.Br.	APOCYNACEAE	✓	

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อพฤกษศาสตร์	ชื่อวงศ์	ไม้ต้น	กล้าไม้
ส้านหิ่ง	*Dillenia parviflora* Griff.	DILLENIACEAE	✓	✓
ส้านเห็บ	*Saurauia roxburghii* Wall.	ACTINIDIACEAE	✓	
สารภีป่า	*Anneslea fragrans* Wall.	THEACEAE	✓	
สิวาละที	*Bridelia glauca* Blume	PHYLLANTHACEAE	✓	✓
สีฟันคนฑา	*Harrisonia perforata* (Blanco) Merr.	SIMAROUBACEAE		✓
เสี้ยว	*Bauhinia variegata* L.	FABACEAE	✓	✓
หนามจี้	*Harrisonia perforata* (Blanco) Merr.	SIMAROUBACEAE	✓	
หนามแท่ง	*Catunaregam tomentosa* (Blume ex DC.) Tirveng.	RUBIACEAE	✓	
หนามมะเค็ด	*Canthium parvifolium* Roxb.	RUBIACEAE	✓	✓
หม่อนหลวง	*Morus macroura* Miq.	MORACEAE	✓	
หมีเหม็น	*Litsea glutinosa* (Lour.) C.B.Rob.	LAURACEAE	✓	
หว้า	*Syzygium cumini* (L.) Skeels	MYRTACEAE	✓	✓
หว้าขี้กวาง	*Canthium umbellatum* Wight	RUBIACEAE	✓	✓
หว้าใบหอม	*Cleistocalyx nervosum* (DC.) A. J. D. H. Kosterm.	MYRTACEAE	✓	
หัวกา	*Pterygota alata* (Roxb.) R. Br.	MALVACEAE	✓	
หัสคุณ	*Clausena excavata* Burm.f.	RUTACEAE		✓
หานช้างร้อง	*Dendrocnide sp.*	URTICACEAE	✓	
หานเดื่อ	*Dendrocnide sp.*	URTICACEAE	✓	
เหมือดคนตัวผู้	*Helicia nilagirica* Bedd.	PROTEACEAE	✓	✓
เหมือดคนมีหยัก	*Helicia sp.*	PROTEACEAE		✓
เหมือดจี้ดง	*Memecylon plebejum* Kurz	MELASTOMATACEAE	✓	
เหมือดดอย	*Symplocos macrophylla* Wall. ex DC. subsp. *sulcata* (Kurz) Noot. var. *sulcata*	SYMPLOCACEAE	✓	
เหมือดโลด	*Aporosa villosa* (Wall. ex Lindl.) Baill.	PHYLLANTHACEAE	✓	✓
เหมือดวอน	*Aporosa wallichii* Hook.f.	PHYLLANTHACEAE		✓
เหมือดหอม	*Symplocos racemosa* Roxb.	SYMPLOCACEAE		✓
แหลบุก	*Phoebe lanceolata* (Wall. ex Nees) Nees	LAURACEAE	✓	✓
อบเชย	*Cinnamomum sp.*	LAURACEAE	✓	
อ้อยช้าง	*Lannea coromandelica* (Houtt.) Merr.	ANACARDIACEAE	✓	
อูนป่า	*Viburnum sambucinum* Blume var. *tomentosum* Hallier f.	CAPRIFOLIACEAE	✓	

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อพฤกษศาสตร์	ชื่อวงศ์	ไม้ต้น	กล้าไม้
ฮ้อยจั่น	*Engelhardtia serrata* Blume	JUGLANDACEAE	✓	
F.Annonaceae 1		ANNONACEAE	✓	
F.Annonaceae 2		ANNONACEAE	✓	
Diospyros sp.	*Diospyros sp.*	EBENACEAE	✓	
F.Euphorbiaceae 1		EUPHORBIACEAE		✓
F.Euphorbiaceae 2		EUPHORBIACEAE		✓
F.Euphorbiaceae 3		EUPHORBIACEAE		✓
F.Euphorbiaceae 4		EUPHORBIACEAE		✓
Mollotus sp.		EUPHORBIACEAE		✓
Castanopsis sp.1	*Castanopsis sp.1*	FAGACEAE	✓	
Castanopsis sp.2	*Castanopsis sp.2*	FAGACEAE	✓	
Quercus sp.	*Quercus sp.*	FAGACEAE	✓	
Chlorodendrum sp.	*Chlorodendrum sp.*	LAMIACEAE	✓	
F.Lamiaceae		LAMIACEAE	✓	
Albizzia sp.	*Albizzia sp.*	FABACEAE	✓	
Dalbergia sp.	*Dalbergia sp.*	FABACEAE	✓	
Aglia sp.	*Aglia sp.*	MELIACEAE	✓	
Ficus sp.	*Ficus sp.*	MORACEAE	✓	
Ardisia sp.	*Ardisia sp.*	MYRSINACEAE	✓	✓
Bridelia sp.2	*bridelia sp.2*	PHYLLANTHACEAE	✓	
Bridelia sp.1	*bridelia sp.1*	PHYLLANTHACEAE	✓	
F.Rubiaceae		RUBIACEAE	✓	
Colona sp.	*Colona sp.*	MALVACEAE		✓
Unknown 1				✓
Unknown 2				✓
Unknown 3				✓
Unknown 4				✓
Unknown 5				✓
Unknown 6				✓

ภาคผนวก ข

ประวัติผู้วิจัย

ประวัตินักศึกษา

ชื่อ – สกุล	นายสกุลเดช นันตา	
เกิดเมื่อ	12 กันยายน 2523	
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2546	วท.บ.(วนศาสตร์) มหาวิทาลัยเกษตรศาสตร์
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2549 – 2551	ส่วนจัดการต้นน้ำ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 15 (เชียงราย) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
	พ.ศ. 2551 – 2554	ส่วนจัดการต้นน้ำ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 (เชียงใหม่) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
	พ.ศ. 2554 – 2555	หัวหน้าสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูงตามพระราชดำริดอยอมพาย อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ ส่วนประสานงานโครงการพระราชดำริ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 (เชียงใหม่) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
	พ.ศ. 2555 – ปัจจุบัน	หัวหน้าหน่วยจัดการต้นน้ำแม่อวม ส่วนจัดการต้นน้ำ สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 16 (เชียงใหม่) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช