

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

3.1 การศึกษาการเติบโตต่อเนื่องของชนิดไม้สนพื้นเมืองและสนต่างถิ่นที่มีถิ่นกำเนิดต่างกัน

วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับชิดดิน (diameter at root collar) ความสูง และตรวจสอบอัตราการรอดตายของไม้สนทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ สนสองใบ สนสามใบ สนคาริเบีย สนโอคาร์ปา และสนเทकुมานี ชนิดละ 2 ถิ่นกำเนิด (ตารางที่ 1) ซึ่งปลูกทดสอบเมื่อปี พ.ศ. 2560 ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ (หน่วยย่อยห้วยงู) ทุก 6 เดือนนับจากวันที่ทำการปลูก โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design: RCBD) จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 5 ชนิดๆ ละ 2 ถิ่นกำเนิด ดังภาพที่ 6 ทั้งนี้จะทำการกำจัดวัชพืชน้อยปีละ 2 ครั้ง

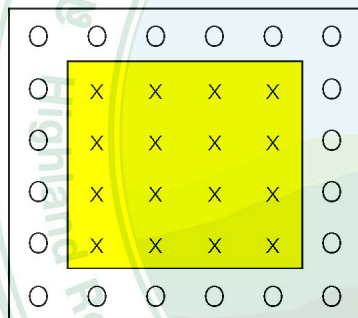
ตารางที่ 1 ชนิด ถิ่นกำเนิดดั้งเดิม ถิ่นกำเนิด และพิกัดแหล่งเก็บเมล็ดไม้สนทั้ง 5 ชนิด

ชนิด	ถิ่นกำเนิดดั้งเดิม	ถิ่นกำเนิด	พิกัด
สนสามใบ	ดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่	แม่สะนาม จังหวัดเชียงใหม่	18.172233, 98.288274
	ดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่	ดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่	18.766666, 98.833333
สนสองใบ	บ่อแก้ว จังหวัดเชียงใหม่	ห้วยบง จังหวัดเชียงใหม่	18.158131, 98.402781
	ห้วยทา จังหวัดศรีสะเกษ	ห้วยบง จังหวัดเชียงใหม่	18.152839, 98.421311
สนคาริเบีย	Limones, Honduras	ห้วยบง จังหวัดเชียงใหม่	18.156959, 98.431949
	Santa Carlos, Honduras	ห้วยบง จังหวัดเชียงใหม่	18.152855, 98.431045
สนโอคาร์ปา	Guamaca, Honduras	ห้วยบง จังหวัดเชียงใหม่	18.149411, 98.426908
	Mal Paso, Guatemala	แม่สะนาม จังหวัดเชียงใหม่	18.174351, 98.294671
สนเทकुมานี	Rafael, Nicaragua	ห้วยบง จังหวัดเชียงใหม่	18.134502, 98.416889
	Yucul, Nicaragua	แม่สะนาม จังหวัดเชียงใหม่	18.166383, 98.303070

ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3
ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 4

PM ₂	PO ₁	PC ₁	PK ₂	PT ₁	PC ₁	PO ₁	PT ₁	PM ₂	PT ₂
PC ₂	PT ₂	PO ₂	PK ₁	PM ₁	PK ₁	PC ₂	PK ₂	PO ₂	PM ₁
PT ₁	PM ₂	PM ₁	PK ₂	PO ₂	PO ₂	PT ₁	PO ₁	PC ₂	PM ₂
PK ₁	PC ₂	PT ₂	PC ₁	PO ₁	PK ₁	PK ₂	PM ₁	PC ₁	PT ₂

ถนน



○ = กล้าสนที่ปลูกเป็น buffer

X = กล้าสนที่จะทำการเก็บข้อมูลความโต

ภาพที่ 6 ผังการปลูกทดสอบไม้สนในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ (หน่วยย่อยห้วยงู)

หมายเหตุ: PK₁คือ สนสามใบจากดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่

PK₂คือ สนสามใบจากดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่

PM₁คือ สนสองใบจากบ่อแก้ว จังหวัดเชียงใหม่

PM₂คือ สนสองใบจากห้วยทา จังหวัดศรีสะเกษ

PC₁คือ สนคาริเบียจาก Limones, Honduras

PC₂คือ สนคาริเบียจาก Santa Carlos, Honduras

PO₁คือ สนโอคาร์ปาจาก Guimaca, Honduras

PO₂คือ สนโอคาร์ปาจาก Mal Paso, Guatemala

PT₁คือ สนเทคุมนานี้จาก Rafael, Nicaragua

PT₂คือ สนเทคุมนานี้จาก Yucul, Nicaragua

3.2 การศึกษาระบบวนวัฒน์ในการจัดการไม้สนในปีที่ 3

3.2.1 การติดตามการเจริญทดแทนตามธรรมชาติต่อเนื่องของไม้สนสองใบ

3.2.1.1 ติดตามการเติบโต และการเจริญทดแทนของไม้สนสองใบในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ (หน่วยย่อยห้วยงู) โดยวัดการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลาง (DBH) ความสูงของไม้ต้น ไม้รุ่น และลูกไม้จากเบอร์ที่เคยติดไว้ในแปลงตัวอย่างถาวร ขนาด 40x40 เมตร ซึ่งได้ทำการวางแปลงย่อยขนาด 10x10 เมตร 4x4 เมตร และ 1x1 เมตร ที่เป็นตัวแทนพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของไม้สนมาก จำนวน 3 แปลง และพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของไม้สนน้อย จำนวน 3 แปลง โดยทำการวัดข้อมูลทุกๆ 6 เดือน นับจากวันที่ทำการวัดครั้งแรก ฉะนั้นครั้งต่อไปจะครบกำหนดการตรวจวัดข้อมูลในเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 โดยหากพบต้นไม้ที่มีการเกิดขึ้นใหม่ (recruitment) ในแปลงจะทำการวัดการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลาง (DBH) ความสูง และติดเบอร์ที่ต้นไม้เพิ่ม

3.2.1.2 ข้อมูลไม้รุ่น (sapling) และกล้าไม้ (seedling) มาวิเคราะห์แนวโน้มการเจริญทดแทน ได้แก่ ความหนาแน่น ความโตเฉลี่ย ความสูงเฉลี่ย อัตราการเติบโต อัตราการเพิ่มขึ้นของกล้าไม้/ไม้รุ่น อัตราการตายตามธรรมชาติ การกระจายตามชั้นเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และเสนอแนะวิธีการในการจัดการลูกไม้ กล้าไม้ และไม้รุ่นของไม้สน เพื่อส่งเสริมสนับสนุนกระบวนการทดแทนตามธรรมชาติ เป็นต้น โดยมีวิธีการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ความหนาแน่น (density, D) เป็นจำนวนต้นของพืชชนิดนั้นต่อหน่วยพื้นที่ หรือต่อแปลงตัวอย่าง หาได้จากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{จำนวนของพืชชนิดนั้นทั้งหมด}}{\text{พื้นที่แปลงตัวอย่างที่ศึกษา}} \times 100$$

2) ความโตเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ย หาได้จากค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลาง (DBH) และค่าเฉลี่ยความสูงของข้อมูลไม้รุ่นที่เก็บมา

3) อัตราการเติบโต

- การวิเคราะห์การเติบโตทั้งหมด (Gross growth; Gg) (Bertram *et al*, 1972) โดยสามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

$$Gg = V_2 + M + C - I - V_1$$

โดย Gg คือ การเติบโตทั้งหมดของลักษณะที่สนใจในช่วงเวลาหนึ่ง

V₂ คือ ค่าลักษณะที่สนใจในการวัดครั้งที่สอง

V₁ คือ ค่าลักษณะที่สนใจในการวัดครั้งแรก

M คือ การตายในช่วงเวลาที่ศึกษา (periodic mortality)

C คือ การตัดฟันในช่วงเวลาที่ศึกษา (periodic cut)

I คือ ไม้เลื่อนชั้นในช่วงเวลาที่ศึกษา (periodic ingrowth)

- การวิเคราะห์การเติบโตสุทธิ (Net growth ;Gn) (Bertram *et al*, 1972) โดยสามารถวิเคราะห์ได้ ดังนี้

$$Gn = V_2 + C - I - V_1$$

โดย Gn คือ การเติบโตสุทธิของลักษณะที่สนใจในช่วงเวลาหนึ่ง

V₂ คือ ค่าลักษณะที่สนใจในการวัดครั้งที่สอง

V_1 คือ ค่าลักษณะที่สนใจในการวัดครั้งแรก

C คือ การตัดฟันในช่วงเวลาที่ศึกษา (periodic cut)

I คือ ไม้เลื้อยขึ้นในช่วงเวลาที่ศึกษา (periodic ingrowth)

- อัตราการเพิ่มขึ้นของกล้าไม้/ไม้รุ่น และอัตราการตายตามธรรมชาติหาได้จากการนับจำนวนของกล้าไม้ที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเก็บข้อมูลในครั้งที่ n เปรียบเทียบกับการเก็บข้อมูลในครั้งที่ $n-1$

อัตราการเพิ่มขึ้นของกล้าไม้และอัตราการตายตามธรรมชาติ

$$= \frac{(\text{จำนวนต้นไม้ปีที่ } n) - (\text{จำนวนต้นไม้ในปีที่ } n - 1)}{\text{จำนวนต้นไม้ในปีที่ } n - 1}$$

3.2.2 การติดตามการเติบโตต่อเนื่องของไม้สนคาริเบียที่เหลือจากการตัดขยายระยะ

3.2.2.1. ในการศึกษาการเติบโตต่อเนื่องของไม้สนคาริเบียหลังจากการตัดขยายระยะ มีขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

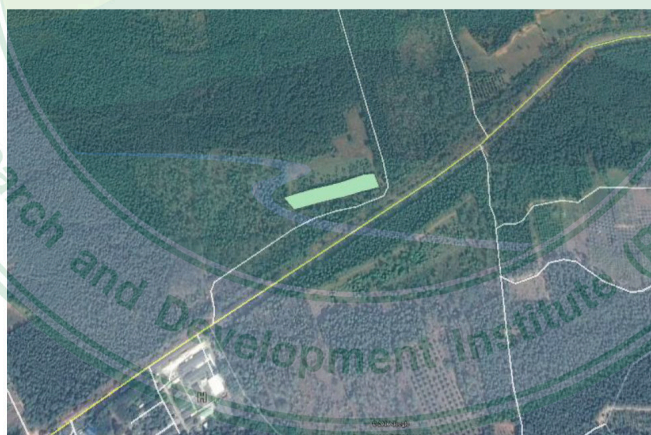
1) พื้นที่ศึกษาการตัดขยายระยะของไม้สนต่างถิ่น กรณีศึกษาไม้สนคาริเบีย

ข้อมูลเบื้องต้นลักษณะโครงสร้างของแปลงตัดขยายระยะไม้สนคาริเบีย พื้นที่ศึกษาแปลงตัวอย่างไม้สนคาริเบียที่สถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล จังหวัดเชียงใหม่ (ภาพที่ 7) พื้นที่โดยรอบแปลงตัวอย่างเป็นป่าเต็งรังมีไม้พลวงเป็นไม้เด่น ดินเป็นดินร่วนปนทราย มีค่าปฏิกิริยาดินอยู่ที่ประมาณ 5.06 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินอยู่ที่ประมาณ 25 กรัมต่อกิโลกรัม ความหนาแน่นของดินอยู่ที่ 1.27 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีปริมาณไนโตรเจนเท่ากับ 0.75 กรัมต่อกิโลกรัม ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เท่ากับ 13.63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่สกัดได้เท่ากับ 282.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียมเท่ากับ 385.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แมกนีเซียมเท่ากับ 154.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโซเดียมเท่ากับ 492.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในด้านสภาพภูมิอากาศ พบว่า มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีอยู่ที่ประมาณ 25-26 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 20 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยอยู่ที่ 31-32 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนต่อปีอยู่ที่ประมาณ 1,287 มิลลิเมตรต่อปี

โดยพื้นที่แปลงตัวอย่างมีขนาด 5 ไร่ มีความกว้างเท่ากับ 40 เมตร ความยาวเท่ากับ 200 เมตร (ภาพที่ 8) ซึ่งเป็นแปลงสวนรวมพันธุ์สนคาริเบียของกรมป่าไม้ โดยจะทำการแบ่งตัดพื้นที่เป็น 5 บล็อก บล็อกละ 1 ไร่ ขนาด 40x40 เมตร ใน 1 บล็อก ได้ทำการปลูกต้นสน 32 ชุด แบ่งเป็นแถวด้านกว้าง 4 แถว ด้านยาว 32 แถว ในแต่ละชุดได้ปลูกต้นสนทั้งหมด 9 ต้น ระยะปลูก 1.5x3 เมตร ต้นสนคาริเบียที่ปลูกมีอายุ 12 ปี ซึ่งดำเนินการปลูกในปี พ.ศ. 2548 ในแต่ละชุดได้ปลูกต้นสนที่มีสายพันธุ์แตกต่างกัน (ตารางที่ 2) และมีอัตราการรอดตายที่แตกต่างกัน ในลักษณะตามแผนผังแปลงสวนรวมพันธุ์ไม้สนคาริเบีย (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 7 แปลงไม้สนคาริเบียที่สถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 8 แปลงตัวอย่างศึกษาการตัดขยายระยะไม้สนคาริเบีย บริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล จังหวัดเชียงใหม่

ตารางที่ 2 ข้อมูลชนิดพันธุ์ไม้สนคาร์เบียในแปลงสวนรวมพันธุ์ไม้สนคาร์เบีย เพื่อใช้ประโยชน์ในเชิงอนุรักษ์
(ปลูกปี พ.ศ. 2548 : อายุ 12 ปี)

No.	Lot. No.	Provenance	Origin
1	2071	HB Prog. 1980	Byfield, Queensland, Australia
2	2083	HB Prog. 1980	Byfield, Queensland, Australia
3	2086	HB Prog. 1980	Byfield, Queensland, Australia
4	2094	HB Prog. 1980	Byfield, Queensland, Australia
5	2169	HB Prog. 1981	Byfield, Queensland, Australia
6	2212	HB Prog. 1981	Limones, Honduras site No.P.C. 13
7	2220	HB Prog. 1981	Limones, Honduras site No.P.C. 14
8	2223	HB Prog. 1981	Limones, Honduras Rep.
9	2253	HB Prog. 1981	MPR., Belize siteNo.P.C.20
10	2256	HB Prog. 1981	MPR., Belize siteNo.P.C.20
11	2259	HB Prog. 1981	MPR., Belize siteNo.P.C.20
12	2261	HB Prog. 1981	MPR., Belize siteNo.P.C.20
13	2263	HB Prog. 1981	MPR., Belize siteNo.P.C.20
14	2272	HB Prog. 1981	Queensland, Australia site
15	2273	HB Prog. 1981	Queensland, Australia site
16	2279	HB Prog. 1981	St. Clara, Nicaragua
17	2046	HB Prog. 1981	La Mosquita, Honduras
18	2059	HB Prog. 1980	Byfield, QLD, Austrlia
19	2062	HB Prog. 1980	Byfield, QLD, Austrlia
20	2069	HB Prog. 1980	Byfield, QLD, Austrlia
21	2085	HB Prog. 1980	Byfield, QLD, Austrlia
22	2092	HB Prog. 1980	Byfield, QLD, Austrlia
23	2093	HB Prog. 1980	Byfield, QLD, Austrlia
24	2119	HB Prog. 1980	Card well, QLD, Australia
25	2120	HB Prog. 1980	Card well, QLD, Australia
26	2191	HB Prog. 1981	Karawala, Nicaragua site No.P.C.02
27	2197	HB Prog. 1981	Karawala, Nicaragua site No.P.C.02
28	2204	HB Prog. 1981	Alamicamba, Nicaragua site No.P.C.03
29	2238	HB Prog. 1981	Guauaja, Honduras site Mo.P.C,03
30	2243	HB Prog. 1981	Guauaja, Honduras site Mo.P.C,03

2) ข้อมูลก่อนและหลังการตัดขยายระยะไม้สนคาริเบีย

จากข้อมูลเบื้องต้นลักษณะโครงสร้างของแปลงตัดขยายระยะไม้สนคาริเบีย ทำการแบ่งบล็อกทุกบล็อกเป็น 4 บล็อกย่อย ขนาดแปลง 20x20 เมตร เพื่อศึกษาวงศ์พันธุ์ โดยมุ่งเน้นเรื่องการตัดขยายระยะที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ได้ทั้งหมดจำนวน 20 บล็อก ดังแสดงในภาพที่ 9

1-2	1-3	2-2	2-3	3-2	3-3	4-2	4-3	5-2	5-3
1-1	1-4	2-1	2-4	3-1	3-4	4-1	4-4	5-1	5-4

ภาพที่ 9 แผนผังการปลูกสนคาริเบียสายพันธุ์ที่แตกต่างกันและมีอัตราการรอดตายที่แตกต่างกัน ในแปลงสวนรวมพันธุ์ไม้สนคาริเบีย ณ สถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล จังหวัดเชียงใหม่

โดยแบ่งประเภทของบล็อกตามเปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอดจากภาพถ่ายเรือนยอด โดย H คือ บล็อกที่มีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอดสูง และ L คือบล็อกที่มีเปอร์เซ็นต์การปกคลุมเรือนยอดต่ำ ส่วน C คือบล็อกที่เป็นแปลงควบคุม ดังนั้นจึงกำหนดการศึกษาเป็น 5 รูปแบบ รูปแบบละ 3 ซ้ำ (บล็อก) ยกเว้นแปลงควบคุม (C) ที่มีจำนวน 8 ซ้ำ (บล็อก) ดังภาพที่ 10 มีรายละเอียดการศึกษาดังนี้

2.1) ไม่มีการตัดขยายระยะ แปลงควบคุม (C) จำนวน 8 ซ้ำ

2.2) ตัดขยายระยะให้เหลือร้อยละ 30 ของร้อยละการปกคลุมเรือนยอด ในบริเวณที่มีการปกคลุมเรือนยอดสูง H30 (ตัดหนัก) จำนวน 3 ซ้ำ

2.3) ตัดขยายระยะให้เหลือร้อยละ 30 ของร้อยละการปกคลุมเรือนยอด ในบริเวณที่มีการปกคลุมเรือนยอดต่ำ L30 (ตัดหนัก) จำนวน 3 ซ้ำ

2.4) ตัดขยายระยะให้เหลือร้อยละ 50 ของร้อยละการปกคลุมเรือนยอด ในบริเวณที่มีการปกคลุมเรือนยอดสูง H50 (ตัดเบา) จำนวน 3 ซ้ำ

2.5) ตัดขยายระยะให้เหลือร้อยละ 50 ของร้อยละการปกคลุมเรือนยอด ในบริเวณที่มีการปกคลุมเรือนยอดต่ำ L50 (ตัดเบา) จำนวน 3 ซ้ำ

L30	L50	C	H50	C	H50	C	H30	C	C
C	L50	L30	H30	H50	H30	L30	L50	C	C

ภาพที่ 10 บล็อกย่อยที่ใช้ในการศึกษาไม้สนคาริเบียตามแผนการทดลอง

หมายเหตุ: C = แปลงควบคุม ไม่มีการตัดขยายระยะ

H = แปลงที่มีร้อยละของการปกคลุมเรือนยอดจากภาพถ่ายเรือนยอดสูง

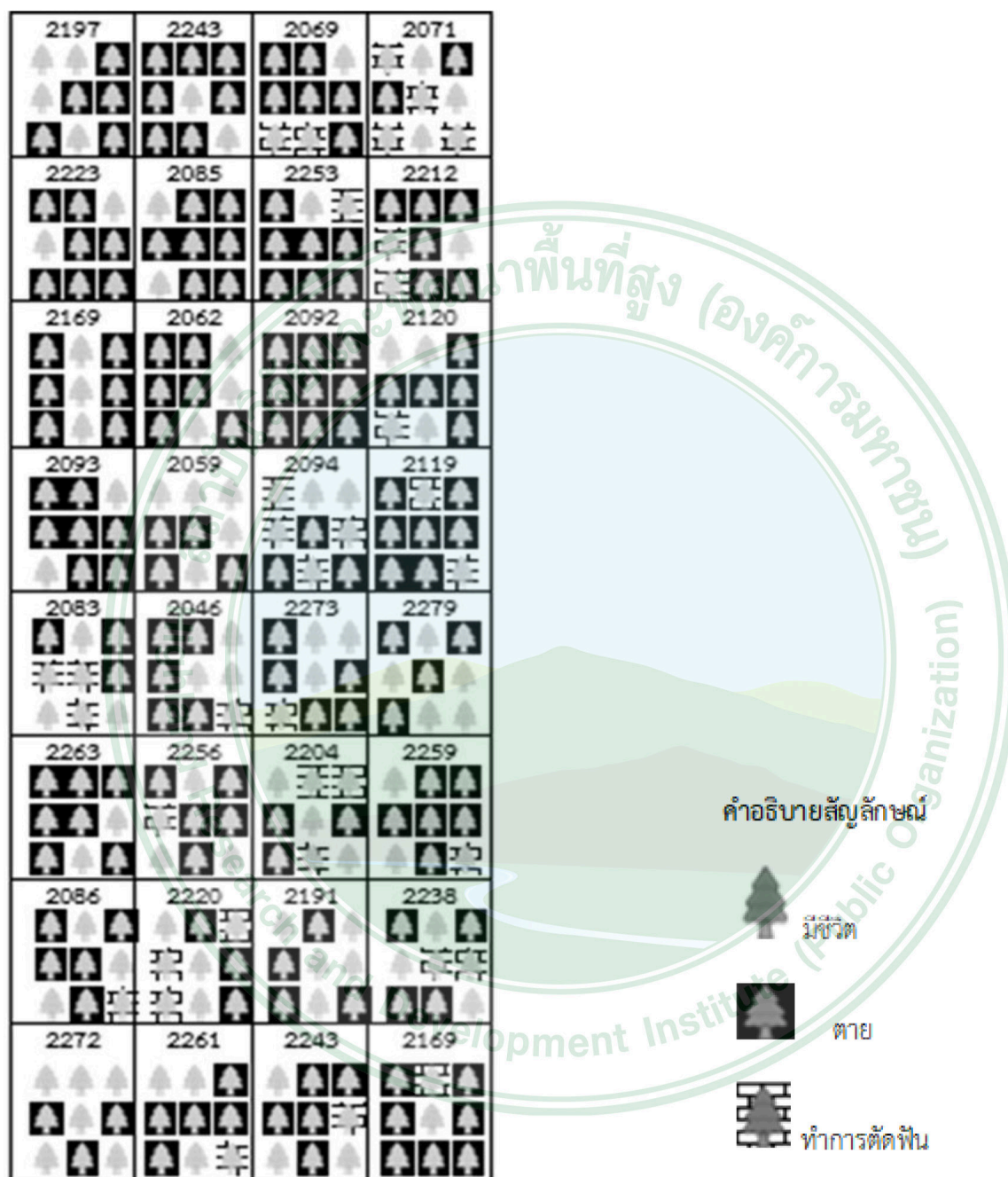
L = แปลงที่มีร้อยละของการปกคลุมเรือนยอดจากภาพถ่ายเรือนยอดต่ำ

30 = แปลงที่มีการตัดขยายระยะให้เหลือร้อยละ 30 ของร้อยละการปกคลุมเรือนยอด (ตัดหนัก)

50 = แปลงที่มีการตัดขยายระยะให้เหลือร้อยละ 50 ของร้อยละการปกคลุมเรือนยอด (ตัดเบา)

การเลือกต้นที่จะตัดในแต่ละบล็อกจะคิดจากค่าสัดส่วนการตัดขยายระยะ และใช้ระบบเลือกตัด (selection thinning) โดยจะมีการเลือกเก็บต้นแม่ไม้ที่มีลักษณะดีของแต่ละสายพันธุ์ไว้ เพื่อเก็บเมล็ด โดยต้นอื่นๆ ที่ใกล้ต้นแม่ไม้จะถูกเลือกเป็นต้นแรกๆ ในการตัดขยายระยะและทำการตัดต้นไม้ตามจำนวนสัดส่วนที่ได้จากการคำนวณการปกคลุมเรือนยอดจนครบตามแผนการทดลอง (ภาพที่ 11-15)

บล็อก 1



ภาพที่ 11 แผนผังแสดงการตัดขยายระยะแปลงสวนรวมพันธุ์ไม้สนคาร์เบีย ตัวเลขในกรอบสี่เหลี่ยม แสดงรหัสของแหล่งพันธุ์กรรมไม้สนคาร์เบียที่ต่างกัน (บล็อก 1)

บล็อก 2



คำอธิบายสัญลักษณ์



มีชีวิต



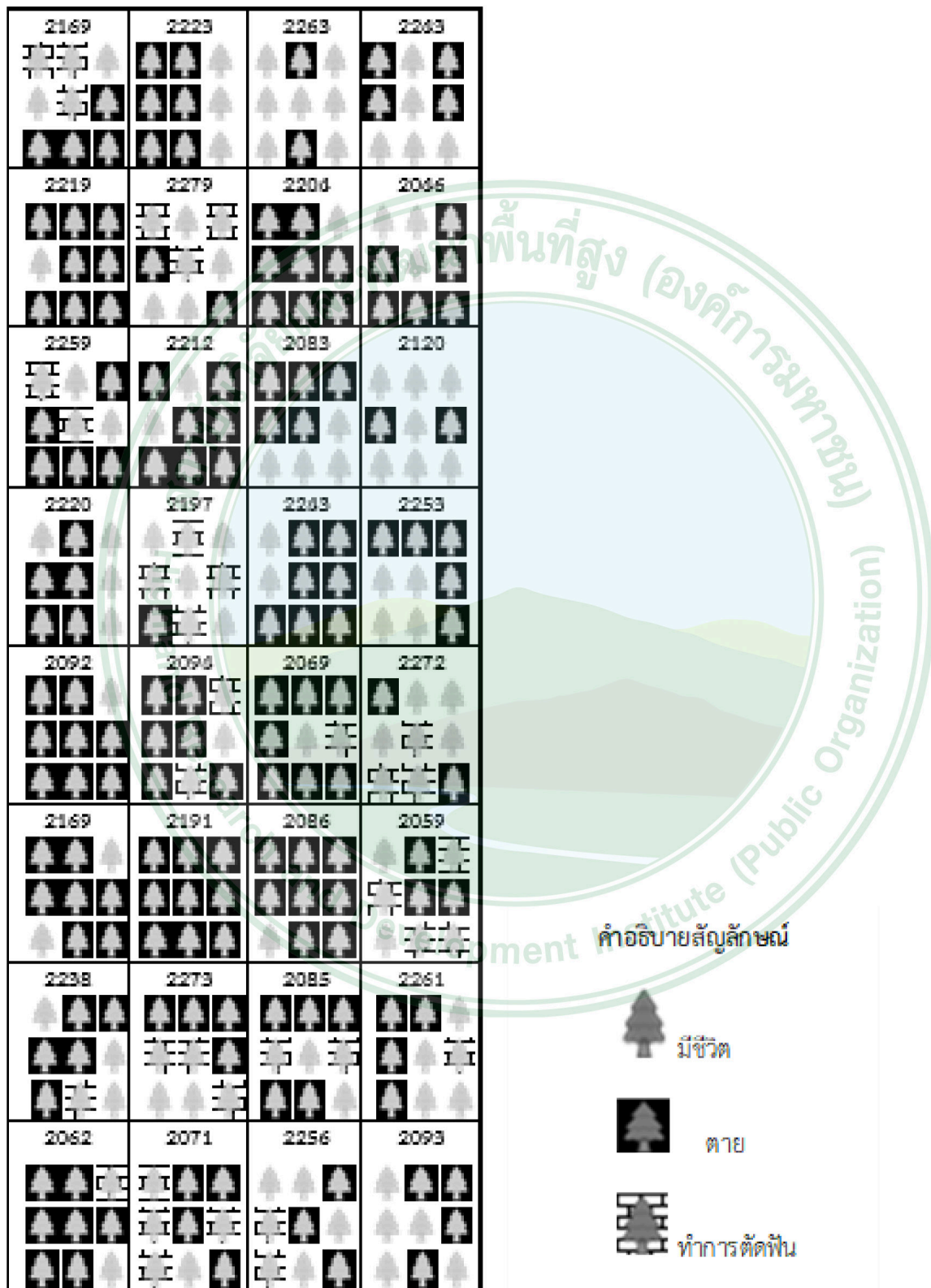
ตาย



ทำการตัดฟัน

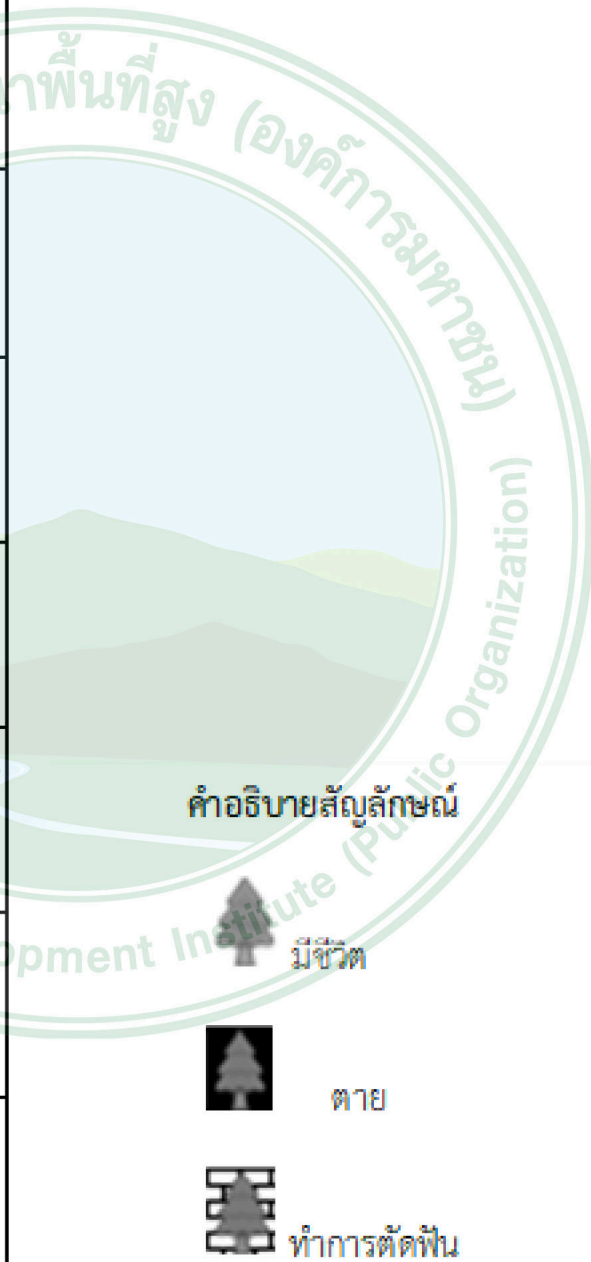
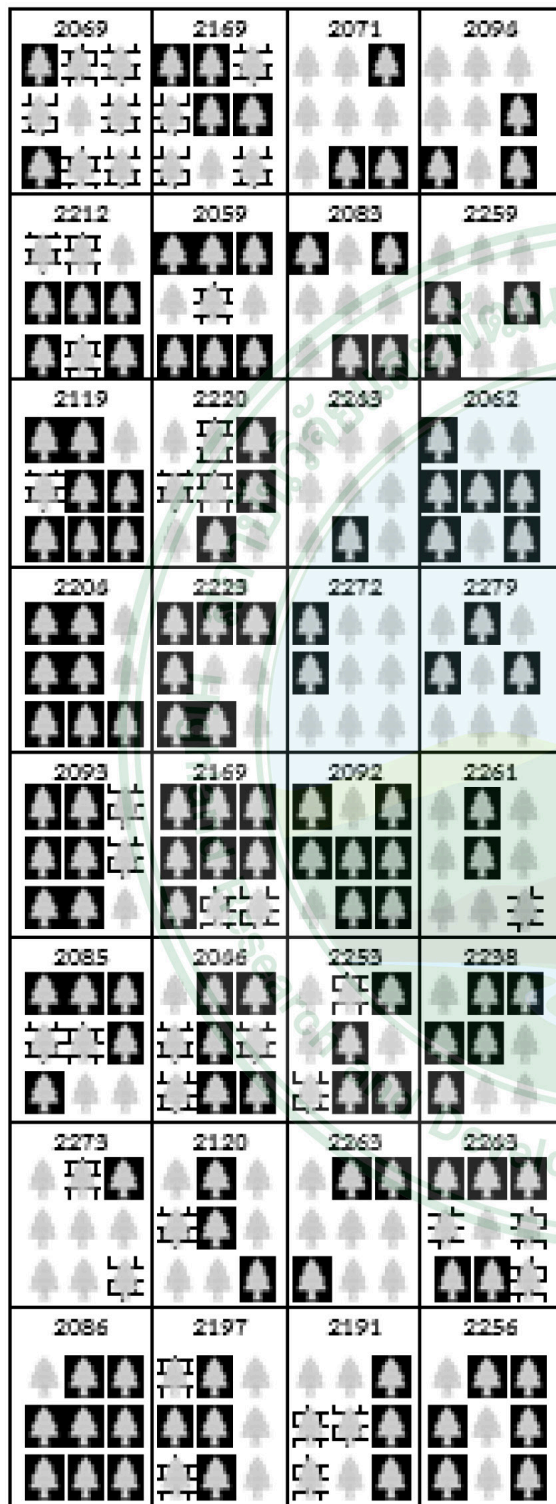
ภาพที่ 12 แผนผังแสดงการตัดขยายระยะแปลงสวนรวมพันธุ์ไม้สนคาริเบีย ตัวเลขในกรอบสี่เหลี่ยมแสดงรหัสของแหล่งพันธุ์กรรมไม้สนคาริเบียที่แตกต่างกัน (บล็อก 2)

บล็อก 3



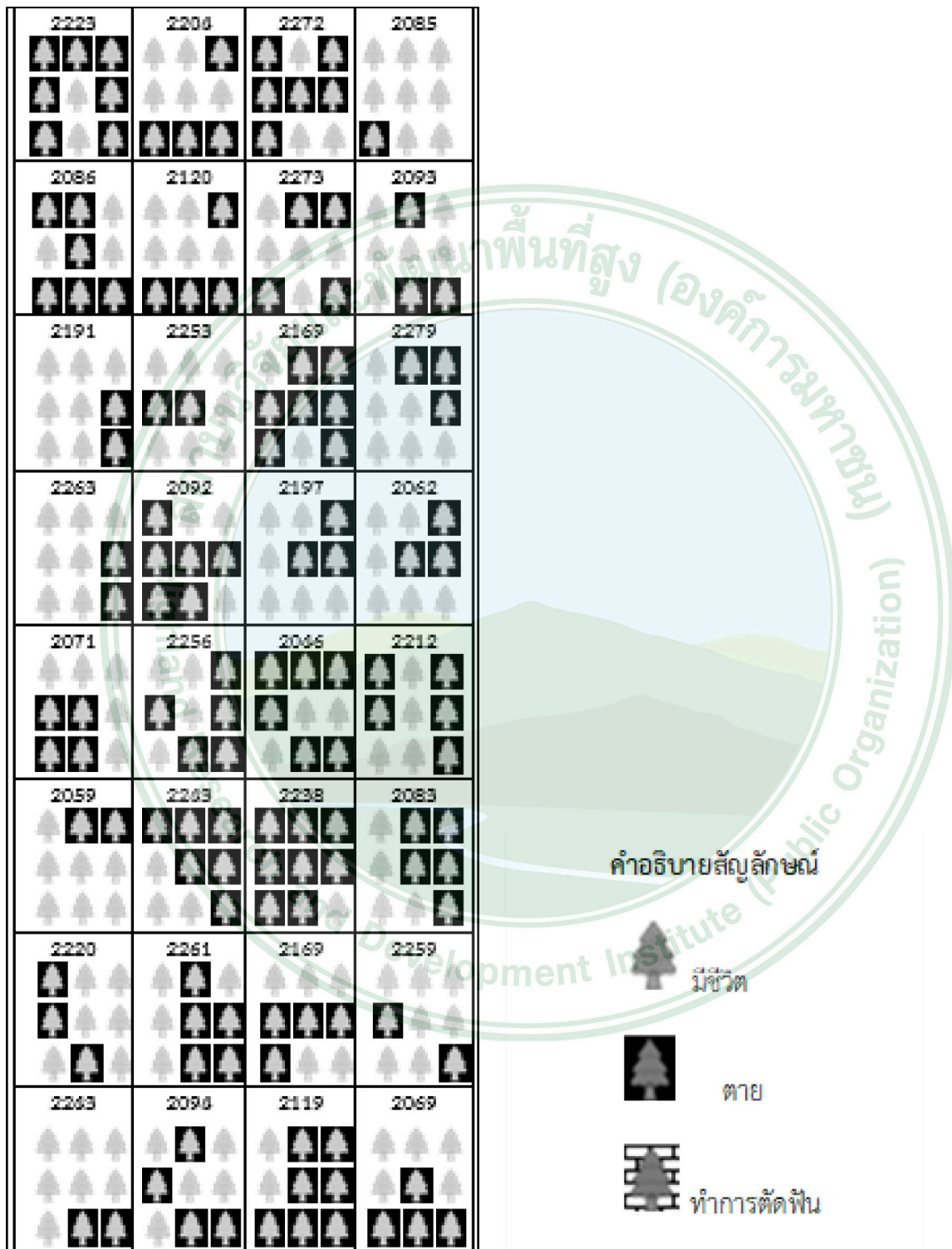
ภาพที่ 13 แผนผังแสดงการตัดขยายระยะแปลงสวนรวมพันธุ์ไม้สนคาริเบีย ตัวเลขในกรอบสี่เหลี่ยมแสดงรหัสของแหล่งพันธุ์กรรมไม้สนคาริเบียที่แตกต่างกัน (บล็อก 3)

บล็อก 4



ภาพที่ 14 แผนผังแสดงการตัดขยายระยะแปลงสวนรวมพันธุ์ไม้สนคาริเบีย ตัวเลขในกรอบสี่เหลี่ยม
แสดงรหัสของแหล่งพันธุกรรมไม้สนคาริเบียที่แตกต่างกัน (บล็อก 4)

บล็อก 5



ภาพที่ 15 แผนผังแสดงการตัดขยายระยะแปลงสวนรวมพันธุ์ไม้สนคาริเบีย ตัวเลขในกรอบสี่เหลี่ยมแสดงรหัสของแหล่งพันธุ์กรรมไม้สนคาริเบียที่ต่างกัน (บล็อก 5)

ดำเนินการในพื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยอินทิล โดยแต่ละรูปแบบการตัดฟันมีขนาดแปลง 20x20 เมตร จำนวน 3 ซ้ำ ยกเว้นแปลงควบคุมที่มีจำนวน 8 ซ้ำ ทั้งนี้การติดตามการเติบโตจะดำเนินการทุก 12 เดือน นับจากวันที่ทำการตัดขยายระยะในเดือนเมษายน พ.ศ. 2560 โดยวัดความโต และความสูงของไม้สนคาริเปีย ครั้งต่อไปในเดือนเมษายน พ.ศ. 2562

3.2.2.2 วิเคราะห์การเติบโตของไม้สนคาริเปียหลังจากการตัดขยายระยะ ได้แก่ ความหนาแน่นของหมู่ไม้ ความโตเฉลี่ย ความสูงเฉลี่ย อัตราการเติบโตทางความโต และความสูง การปกคลุมเรือนยอดของหมู่ไม้ ภายหลังการตัดขยายระยะ เป็นต้นโดยมีวิธีการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ความหนาแน่นของหมู่ไม้ เป็นจำนวนต้นของพืชชนิดนั้นต่อหน่วยพื้นที่ หรือต่อแปลง ตัวอย่าง หาได้จากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{จำนวนของพืชชนิดนั้นทั้งหมด}}{\text{พื้นที่ทั้งหมดที่หมู่ไม้อยู่}} \times 100$$

2) ความโตเฉลี่ย และความสูงเฉลี่ย หาได้จากค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลาง (DBH) และค่าเฉลี่ยความสูงของข้อมูลไม้รุ่นที่เก็บมา

3) อัตราการเติบโตทางความโตหาได้จากค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางที่ความสูงระดับอก (DBH) ของไม้หนุ่มที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเก็บข้อมูลในครั้งที่ n เปรียบเทียบกับการเก็บข้อมูลในครั้งที่ n-1

$$\text{อัตราการการเติบโตทางความโต} = \frac{(\text{DBH ปีที่ } n) - (\text{DBH ในปีที่ } n-1)}{\text{DBH ปีที่ } n-1}$$

4) อัตราการเติบโตทางความสูงหาได้จากค่าความสูง (H) เฉลี่ยของไม้หนุ่มที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเก็บข้อมูลในครั้งที่ n เปรียบเทียบกับการเก็บข้อมูลในครั้งที่ n-1

$$\text{อัตราการการเติบโตทางความโต} = \frac{(H \text{ ปีที่ } n) - (H \text{ ในปีที่ } n-1)}{H \text{ ปีที่ } n-1}$$

3.3 การศึกษาการเติบโตของชนิดไม้สนต่างถิ่นจำนวน 3 ชนิดที่ปลูกทดสอบในพื้นที่ของเกษตรกร จำนวน 5 ราย

3.3.1 ในพื้นที่ของเกษตรกรที่ร่วมโครงการปลูกป่ากับสวนป่าบ้านวัดจันทร์ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ แต่ละรายจะทำการปลูกเสริมไม้สนต่างถิ่น 3 ชนิด ได้แก่ สนคาริเปีย สนโอคาร์ปา และสนเทकुมนานี้ โดยปลูกไม้สน ชนิดละ 1 ไร่ จำนวน 30 ต้นต่อไร่ รวม 3 ไร่ต่อราย โดยจะเลือกปลูกไม้สนตามช่องว่างของเรือนยอดหมู่ไม้เดิมในแต่ละพื้นที่

3.3.2 ติดตามการเติบโตของกล้าไม้สนที่ได้ทำการปลูกในพื้นที่แปลงของเกษตรกรเมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ สนคาริเปีย สนโอคาร์ปา และสนเทकुมนานี้ โดยวัดการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับขีดดิน ความสูงของกล้าและอัตราการรอดตายของชนิดไม้สนดังกล่าว เมื่ออายุ 6 เดือน และ 1 ปี นับจากวันที่ทำการปลูก รวมทั้งวิเคราะห์ผลการเจริญเติบโตของไม้สนทั้ง 3 ชนิด

ภาพที่ 17 การวางแผนทดลองเพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชและลักษณะของเชื้อเพลิง

3.4.5 ทำการทดลองเผาแปลง ในขณะที่แปลงคู่กันจะทำการป้องกันไม่เผา (แปลงควบคุม) ในระหว่างการเผา จะทำการศึกษาพฤติกรรมไฟ (อัตราไฟลาม ความรุนแรง ความยาวเปลวไฟ และรอยไฟไหม้) โดยทำความเข้าใจ และประสานงานร่วมกับชุมชนก่อนทำการทดลองเผา

3.4.6 ภายหลังจากการเผา ทำการสำรวจเชื้อเพลิงที่เหลือในแปลงเพื่อคำนวณปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกเผา ซึ่งจะนำไปคำนวณความรุนแรงของไฟ

3.4.7 ติดตามสำรวจเห็ดเหาะในแปลงที่เผาและแปลงที่ไม่เผา และติดตามในภาพรวมของพื้นที่ (โดยสอบถามชาวบ้านถึงบริเวณที่มีไฟไหม้และไฟไหม้ไหม และสัมภาษณ์การเก็บเห็ด)

3.4.8 ติดตามการเกิด การตาย การเติบโตของไม้สนในแปลงที่เผาและไม่เผา ทุก 6 เดือน

3.4.9 วิเคราะห์ผลกระทบของไฟต่อปริมาณเห็ดและการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของไม้สน

3.4.10 ติดตามผลในปีที่ 2 ต่อเนื่อง

3.5 การศึกษาและติดตามการดำเนินงานด้านการฟื้นฟูและจัดการทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์โดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน

3.5.1 ประชุมกลุ่มย่อยกับผู้นำชุมชนและกลุ่มแกนนำในแต่ละชุมชนเพื่อทำความเข้าใจโครงการวางแผนกิจกรรมการดำเนินงานด้านการฟื้นฟูและจัดการทรัพยากรป่าไม้ พร้อมกำหนดตัวชี้วัดผลการดำเนินกิจกรรมร่วมกัน

3.5.2 ประชุมกับสมาชิกในชุมชนแต่ละชุมชนเพื่อชี้แจงการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ด้านการฟื้นฟูและจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่จะดำเนินการในปี พ.ศ. 2562

3.5.3 ดำเนินกิจกรรมตามแผนที่กำหนดไว้ของแต่ละชุมชน โดยบ้านวัดจันทร์-ห้วยอ้อ ดำเนินกิจกรรมตามกรอบของโครงการจัดการไฟในพื้นที่ป่าสนวัดจันทร์ บ้านแจ่มน้อย ดำเนินกิจกรรมในโครงการฟื้นฟูป่าต้นน้ำห้วยแม่แจ่มน้อย และบ้านเด่น ดำเนินกิจกรรมในโครงการฟื้นฟูพื้นที่ป่าต้นน้ำอย่างมีส่วนร่วม

3.5.4 ติดตามผลของการดำเนินกิจกรรมในแต่ละหมู่บ้าน ด้วยการสังเกตการณ์ การประชุมร่วมกับชุมชน และการบันทึกผลการดำเนินกิจกรรม เช่น ขนาดของแนวกันไฟ ระยะทางของแนวกันไฟ จำนวนครั้งของการเกิดไฟที่ไม่มีการควบคุมและอัตราการรอดตายของต้นไม้ที่ปลูก เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตัวชี้วัดที่กำหนดร่วมกับชุมชน

3.5.5 ประเมินผลความสำเร็จของแต่ละกิจกรรม โดยการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง พร้อมถอดบทเรียนกระบวนการฟื้นฟูและใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้อย่างยั่งยืนโดยการมีส่วนร่วมจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

3.6 สถานที่ดำเนินการวิจัย

1) พื้นที่บริเวณศูนย์พัฒนาโครงการหลวงวัดจันทร์ อำเภอกัลยาณิวัฒนาจังหวัดเชียงใหม่ โดยจะทำการศึกษาในพื้นที่ชุมชนบ้านวัดจันทร์-ห้วยอ้อ บ้านแจ่มน้อย และบ้านเด่น

2) พื้นที่เกษตรกรที่ร่วมโครงการปลูกป่ากับสวนป่าบ้านวัดจันทร์องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้

3) พื้นที่สถานีวนวัฒนวิจัยอินทิลอำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่