

## บทที่ 5

### ผลการศึกษา

การศึกษาสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของไม้สนสามใบที่มีอายุต่างกันในส่วนป่าดอยบ่อหลวง จังหวัดเชียงใหม่ ประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน คือ (1) การศึกษาถึงอิทธิพลของใบไม้สนสามใบที่มีต่อสมบัติของดินในห้องปฏิบัติการ (2) การศึกษาในพื้นที่สวนป่าและป่าธรรมชาติข้างเคียง ซึ่งประกอบด้วยการศึกษาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตไม้สนสามใบ ลักษณะของดินต่างๆ ได้แก่ การพัฒนาของชั้นดิน สมบัติทางกายภาพและทางเคมี การสะสมของธาตุอาหารในดินและการทดแทนของพรรณไม้ในสวนป่า

#### 5.1 ผลการย่อยสลายของใบไม้ที่มีต่อสมบัติของดินในห้องปฏิบัติการ

##### 5.1.1 สมบัติของดินที่ใช้ในการทดลอง

ตัวอย่างดินที่นำมาใช้ในการทดลองเกี่ยวกับผลการย่อยสลายของใบไม้ที่มีต่อสมบัติของดินในห้องปฏิบัติการเป็นดินชั้นบนที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ซึ่งได้เก็บมาจากพื้นที่โล่งในไร่แม่เหิยะ ก่อนที่จะนำมาทดลองได้ทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินดังข้อมูลในตารางที่ 5-1 พบว่า pH (H<sub>2</sub>O) ของดินมีค่าเท่ากับ 4.68 ซึ่งจัดเป็นกรดแก่จัด (very strongly acid) (กองสำรวจดิน, 2523) และค่า pH (KCl) เท่ากับ 3.96 มีปริมาณของอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดในดินอยู่ในระดับต่ำ (8.8 และ 0.4 g/kg ตามลำดับ) ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สามารถสกัดได้ พบว่า ฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำมาก (0 mg/kg) แต่โพแทสเซียมมีค่าสูงมาก (302 mg/kg) ส่วนแคลเซียมและแมกนีเซียมมีค่าต่ำ โดยมีค่าเท่ากับ 837 และ 361 mg/kg ตามลำดับ

##### 5.1.2 สมบัติทางเคมีของใบไม้ที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองนี้ได้ใช้ใบ 3 ชนิด คือ ใบไม้สนสามใบ กระจดินยักษ์และพลวง ในการศึกษา โดยทำการเปรียบเทียบผลการย่อยสลายของใบไม้สนสามใบกับใบไม้อื่นอีก 2 ชนิดดังกล่าว ผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีของใบไม้ก่อนการทดลอง ซึ่งประกอบด้วย pH, C, N, P, K, Ca และ Mg แสดงไว้ใน ตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 สมบัติทางเคมีและองค์ประกอบของธาตุอาหารในดินและใบไม้ 3 ชนิด ก่อนทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างพืช	ค่าปฏิกิริยาเคมี (pH)		ปริมาณของธาตุอาหาร							อัตราส่วน C/N
	H <sub>2</sub> O	KCl	N	O.M.	C	P	K	Ca	Mg	
			(g/kg)			(mg/kg)				
ดิน	4.68	3.96	0.4	8.8	5.5	0	302	837	361	12.39
ใบสน	3.70	3.47	17.9	-	547.5	980	9,500	7,000	500	30.59
ใบพลวง	4.40	3.95	10.8	-	540.1	1,500	6,500	1,300	1,800	50.01
ใบกระถินยักษ์	5.79	5.54	28.3	-	472.8	1,450	21,500	22,000	2,300	16.71

หมายเหตุ : - หมายถึง ไม่แสดงค่าการวิเคราะห์

ใบสนสามใบที่บดแล้วมีค่า pH(H<sub>2</sub>O) เท่ากับ 3.70 มีปริมาณคาร์บอน ไนโตรเจนและสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 547.5 g/kg, 17.9 g/kg และ 30.59 ตามลำดับ ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม เท่ากับ 980, 9,500, 7,000 และ 500 mg/kg ตามลำดับ

ใบกระถินยักษ์มีค่า pH(H<sub>2</sub>O) เท่ากับ 5.79 มีปริมาณคาร์บอน ไนโตรเจนและสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 472.8 g/kg, 28.3 g/kg และ 16.71 ตามลำดับ โดยมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม เท่ากับ 1,450, 21,500, 22,000 และ 2,300 mg/kg ตามลำดับ

ใบพลวงมีค่า pH(H<sub>2</sub>O) เท่ากับ 4.40 ส่วนปริมาณคาร์บอน ไนโตรเจนและสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีค่าเท่ากับ 540.1 g/kg, 10.8 g/kg และ 50.01 ตามลำดับ ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม เท่ากับ 1,500, 6,500 1,300 และ 1,800 mg/kg ตามลำดับ

ข้อมูลแสดงให้เห็นว่าสมบัติทางเคมีของใบไม้ 3 ชนิดมีค่าแตกต่างกันอย่างมาก โดยที่ค่า pH ของใบกระถินยักษ์ที่บดแล้วมีค่าเป็นกรดเล็กน้อย ใบพลวงเป็นกรดมากกว่าและใบสนสามใบเป็นกรดจัด ปริมาณคาร์บอนไนโตรเจนในใบสนสามใบและใบพลวงมีค่าใกล้เคียงกัน แต่มีค่าสูงกว่าใบกระถินยักษ์ ส่วนปริมาณของไนโตรเจนพบว่าใบกระถินยักษ์มีค่าสูงกว่าใบไม้อื่น 2 ชนิด โดยที่ใบพลวงมีค่าต่ำที่สุด สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนของใบพลวงมีค่าสูง ใบสนสามใบมีค่าปานกลางและใบกระถินยักษ์มีค่าต่ำที่สุด สำหรับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในใบพลวงและใบกระถินยักษ์มีค่าสูงและใกล้เคียงกันแต่มีค่าต่ำในใบสน โพแทสเซียมและแคลเซียมในใบกระถินยักษ์มีค่าสูงกว่าใบสนสามใบและใบพลวง ขณะที่แมกนีเซียมในใบกระถินยักษ์มีมากกว่าใบไม้อื่น 2 ชนิด

ความผันแปรเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของใบไม้เหล่านี้จะส่งผลต่อสมบัติทางด้านเคมีของดิน ในระหว่างการย่อยสลายของใบไม้

### 5.1.3 การเปลี่ยนแปลงสมบัติของดินผสมใบไม้บดในระหว่างการหมัก

การหมักดินด้วยใบไม้บดในห้องปฏิบัติการเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการศึกษาถึงอิทธิพลของใบไม้ที่มีต่อสมบัติทางเคมีของดินที่เกิดจากการย่อยสลายของซากใบไม้โดยตรง เนื่องจากเราสามารถควบคุมอิทธิพลของปัจจัยภายนอกต่างๆ ได้ เช่น ความชื้น ไฟป่า กษัยการ น้ำฝน การชะล้าง ซากร่วงหล่นของพันธุ์ไม้ชนิดอื่น ความผันแปรของพื้นที่ เป็นต้น การศึกษาประกอบด้วยการเปลี่ยนแปลงค่าปฏิกิริยาของดินและธาตุอาหารต่างๆ รวมทั้งกระบวนการ mineralization และ immobilization ของไนโตรเจน ดังข้อมูลใน ตารางที่ 5-2

#### (1) ปฏิกิริยาของดินและดินผสมใบไม้บด

ตัวอย่างดินที่มักใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ ซึ่งพบว่า pH(H<sub>2</sub>O) ณ สัปดาห์ที่ 2 ภายหลังกการหมักมีค่าเท่ากับ 5.69 จัดเป็นกรดปานกลาง (moderately acid) สัปดาห์ที่ 4 มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 6.12 ซึ่งเป็นกรดเล็กน้อย (slightly acid) ส่วนสัปดาห์ที่ 12 มีค่าลดลงเป็น 5.64 หรือเป็นกรดปานกลาง

ตัวอย่างดินผสมใบสนสามใบที่อัตราส่วน 2 ต่อ 1 ณ สัปดาห์ที่ 2 มีค่า pH เท่ากับ 4.66 จัดเป็นกรดแก่จัด (very strongly acid) สัปดาห์ที่ 4 มีค่าเท่ากับ 5.44 ซึ่งเป็นกรดแก่ (strongly acid) และสัปดาห์ที่ 12 มีค่าเท่ากับ 6.00 (กรดปานกลาง) ขณะที่ดินผสมใบสนที่อัตราส่วน 5 ต่อ 1 พบว่า ณ สัปดาห์ที่ 2 มีค่า pH เท่ากับ 4.78 (กรดแก่จัด) สัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 5.19 (กรดแก่) และสัปดาห์ที่ 12 เท่ากับ 5.72 (กรดปานกลาง)

ตัวอย่างดินผสมใบกระถินยักษ์ที่อัตราส่วน 2 ต่อ 1 มีค่า pH ณ สัปดาห์ที่ 2 เท่ากับ 8.48 จัดเป็นด่างแก่ (strongly alkaline) สัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 8.89 จัดเป็นด่างแก่เช่นกันและสัปดาห์ที่ 12 มีค่าเท่ากับ 9.45 ซึ่งเป็นด่างแก่มาก (very strongly alkaline) ที่อัตราส่วน 5 ต่อ 1 นั้น ค่า pH ที่วัดได้ ณ สัปดาห์ที่ 2 เท่ากับ 8.37 จัดเป็นด่างปานกลาง (moderately alkaline) สัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 8.92 (ด่างแก่) และสัปดาห์ที่ 12 เท่ากับ 9.25 (ด่างแก่มาก)

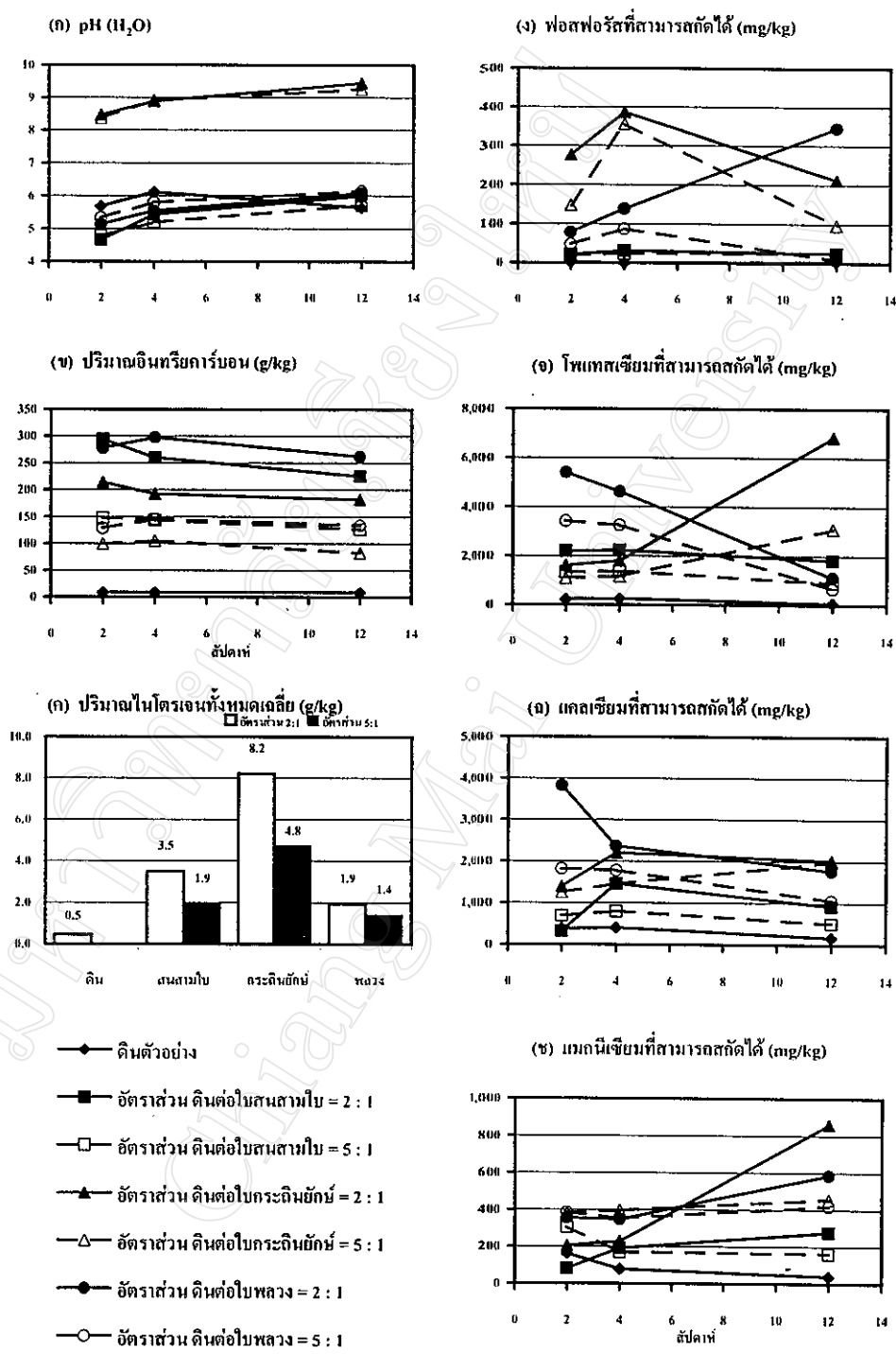
ตัวอย่างดินผสมใบพลวงที่อัตราส่วน 2 ต่อ 1 มีค่า pH ที่วัดได้ ณ สัปดาห์ที่ 2 เท่ากับ 5.14 (กรดแก่) สัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 5.55 (กรดปานกลาง) และสัปดาห์ที่ 12 เท่ากับ 6.08 (กรดเล็กน้อย) ที่อัตราส่วน 5 ต่อ 1 นั้น พบว่าสัปดาห์ที่ 2 มีค่าเท่ากับ 5.33 (กรดแก่) สัปดาห์ที่ 4 เท่ากับ 5.80 (กรดปานกลาง) และสัปดาห์ที่ 12 เท่ากับ 6.15 (กรดเล็กน้อย)

ตารางที่ 5-2 สมบัติทางเคมีของดินและดินผสมใบไม้บดของพันธุ์ไม้ 3 ชนิด (อัตราส่วน 2:1 และ 5:1) ที่เปลี่ยนแปลงไปในระหว่างการหมัก 12 สัปดาห์ ณ ห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่าง	อัตราส่วน (ดิน:พืช)	เวลา (สัปดาห์)	PH		ปริมาณและความเข้มข้นธาตุอาหาร						
			H <sub>2</sub> O	KCl	C	N	C/N	P	K	Ca	Mg
ดิน	1 : 0	2	5.69	4.32	5.4	0.4	12.35	3	227	389	163
		4	6.12	4.36	5.4	0.5	11.81	0	251	409	79
		12	5.64	4.08	5.4	0.5	12.03	4	80	176	40
สน	2 : 1	2	4.66	3.67	171.7	3.3	52.51	22	2,205	329	83
		4	5.44	4.24	142.7	3.4	42.59	32	2,235	1,467	193
		12	6.00	4.64	124.2	3.9	31.68	25	1,840	930	278
สน	5 : 1	2	4.78	3.74	94	1.9	48.98	19	1,340	689	305
		4	5.19	3.91	89.9	1.9	46.82	23	1,375	801	171
		12	5.72	4.54	77.2	1.9	40.01	25	915	510	162
พลวง	2 : 1	2	5.14	4.26	178.7	1.9	93.06	80	5,405	3,825	357
		4	5.55	4.52	185.5	2.1	88.75	140	4,635	2,369	349
		12	6.08	5.24	164.8	1.8	92.05	346	1,135	1,776	587
พลวง	5 : 1	2	5.33	4.16	75.8	1.3	60.16	48	3,425	1,817	387
		4	5.80	4.63	88.6	1.5	58.32	87	3,260	1,785	353
		12	6.15	5.29	81.4	1.4	56.56	8	675	1,066	420
กระถิน ยักษ์	2 : 1	2	8.48	7.74	132.1	6.4	20.64	277	1,625	1,395	205
		4	8.89	7.96	112	8.9	12.54	387	1,810	2,203	229
		12	9.45	8.42	105.5	9.3	11.32	212	6,840	2,020	861
กระถิน ยักษ์	5 : 1	2	8.37	7.62	58.3	5.1	11.44	148	1,100	1,253	383
		4	8.92	8.00	61.2	4.8	12.65	356	1,165	1,453	397
		12	9.25	8.14	50	4.3	11.61	96	3,105	1,980	456

แสดงให้เห็นว่าค่า pH ของดินและดินผสมใบไม้บดทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก โดยที่ตัวอย่างดินที่หมักมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ใบสนที่อัตราส่วน 2:1 และ 5:1 มีค่าเพิ่มขึ้น แต่ยังทำให้มีปฏิกิริยาเป็นกรด ดินผสมใบพลวงทั้งอัตราส่วน 2 ระดับ ให้ปฏิกิริยาเป็นกรดและมีแนวโน้มเช่นเดียวกับดินผสมใบสนสามใบ สำหรับดินผสมใบกระถินยักษ์ยักษ์นั้นพบว่า มีค่า pH เพิ่มขึ้นมากและให้ปฏิกิริยาเป็นด่างแก่

โดยสรุปก็คือใบสนสามใบและใบพลวงทำให้ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรด ระดับความเป็นกรดขึ้นอยู่กับระยะเวลาของการย่อยสลาย โดยที่ในช่วงแรกจะเป็นกรดมากและลดลงตามระยะเวลาของการหมัก ในทางตรงกันข้ามใบกระถินยักษ์ซึ่งเป็นพันธุ์ไม้ตระกูลถั่วเมื่อย่อยสลายจะให้ปฏิกิริยาเป็นด่างแก่ ดังแสดงไว้ใน รูป 5-1 (ก)



รูปที่ 5-1 การเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินและดินผสมใบไม้บด 3 ชนิด (อัตราส่วน 2:1 และ 5:1) ในระหว่างการหมัก 12 สัปดาห์ ณ ห้องปฏิบัติการ

## (2) คาร์บอน ไนโตรเจนและอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

## (ก) คาร์บอน (g/kg)

ตัวอย่างดินอย่างเดี่ยวที่หมักเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ปริมาณของคาร์บอนมีค่าต่ำ (5.4 g/kg) และไม่เปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาของการหมัก ส่วนตัวอย่างดินผสมไบสนที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าลดลงตามระยะเวลาของการหมัก โดยมีค่า 17.17 g/kg ที่ 2 สัปดาห์ ลดลงเป็น 142.7 g/kg (4 สัปดาห์) และ 124.2 g/kg (12 สัปดาห์) ที่อัตราส่วน 5:1 มีค่าลดลงเช่นเดียวกัน คือ 94.0, 89.9 และ 77.2 g/kg ตามลำดับ

ตัวอย่างดินผสมไบพลวงทั้ง 2 อัตรา มีค่าลดลงตามระยะเวลาของการหมักเช่นกัน โดยที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าเท่ากับ 178.7, 185.5 และ 164.8 g/kg ตามลำดับ และที่อัตราส่วน 5:1 มีค่าเท่ากับ 75.8, 88.6 และ 81.4 g/kg ตามลำดับ

สำหรับตัวอย่างดินผสมไบกระถินยักษ์ทั้ง 2 อัตราส่วนมีปริมาณคาร์บอนต่ำกว่าไบสนและไบพลวง โดยมีค่าลดลงตามระยะเวลาของการหมัก ที่อัตราส่วน 2:1 ของสัปดาห์ที่ 2, 4 และ 12 มีค่าเท่ากับ 132.1, 112.0 และ 105.5 g/kg ตามลำดับ ส่วนที่อัตราส่วน 5:1 มีค่าเท่ากับ 58.3, 61.2 และ 50.0 g/kg ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนในตัวอย่างดินผสมไบไม้ทั้ง 3 ชนิด ที่หมักเป็นเวลา 12 สัปดาห์ มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการหมัก ดังแสดงไว้ใน รูป 5-1 (ข) ตามทฤษฎีแล้วในระหว่างการย่อยสลายของซากอินทรีย์จุลินทรีย์จะมีการใช้ประโยชน์จากคาร์บอนและบางส่วนจะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปของ CO<sub>2</sub> ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าไบสนสามใบและไบพลวงมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอยู่มาก เมื่อถูกย่อยสลายจะมีการสะสมของคาร์บอนในดินมากกว่าไบกระถินยักษ์

## (ข) ไนโตรเจนทั้งหมด (Total N, g/kg)

ตัวอย่างดินอย่างเดี่ยวที่หมักในช่วง 12 สัปดาห์ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยมีค่าเท่ากับ 0.5 g/kg และจัดเป็นปริมาณที่ต่ำ ตัวอย่างดินผสมไบไม้ทั้ง 3 ชนิดก็ให้ผลเช่นเดียวกัน คือ ไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน ดินผสมไบสนที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.5 g/kg ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงมากและที่อัตราส่วน 5:1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.9 g/kg จัดเป็นปริมาณที่สูง ตัวอย่างดินผสมไบพลวงที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าเฉลี่ยของไนโตรเจนทั้งหมด เท่ากับ 1.9 g/kg (ปริมาณสูง) และที่อัตราส่วน 5:1 มีค่า 1.4 g/kg (ปริมาณค่อนข้างสูง) ตัวอย่างดินผสมไบกระถินยักษ์ที่อัตราส่วน 2:1 และ 5:1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.2 และ 4.7 g/kg ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงมาก

ข้อมูลชี้ให้เห็นว่า ไบโม่สามชนิดนี้มีการสลายตัวให้ปริมาณไนโตรเจนในดินที่แตกต่างกัน โดยที่ไบโม่ชนิดนี้มีการสลายตัวให้ไนโตรเจนมาก รองลงมาคือไบโม่สามไบโม่ ขณะที่ไบโม่พลวงให้ปริมาณน้อยที่สุด ดังแสดงไว้ใน รูปที่ 5-1 (ค) การที่ปริมาณไนโตรเจนในดินผสมไบโม่ชนิดนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาของการหมัก แสดงให้เห็นว่ามีการสูญเสียไนโตรเจนในรูปก๊าซและได้รับไนโตรเจนจากการตรึงโดยจุลินทรีย์มีน้อย เนื่องจากกระถินยักษ์เป็นพันธุ์ไม้ตระกูลถั่วจึงมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบในใบสูง ซึ่งแตกต่างจากไบโม่สามไบโม่และไบโม่พลวง

#### (ค) อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน

ตัวอย่างดินหมักที่ 2, 4 และ 12 สัปดาห์ มีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยมีค่าเท่ากับ 12.35, 11.81 และ 12.03 ตามลำดับ ดินผสมไบโม่สามไบโม่ที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าเท่ากับ 52.51, 42.59 และ 31.68 ตามลำดับ และที่อัตราส่วน 5:1 มีค่าเท่ากับ 48.98, 46.82 และ 40.01 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าลดลงตามระยะเวลาของการหมัก แต่ยังมีสัดส่วนอยู่ในระดับสูง

ดินผสมไบโม่พลวงมีอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนอยู่ในระดับสูงมากทั้ง 2 ระดับ และมีค่าลดลงอย่างช้าๆ ตามระยะเวลาการหมัก พบว่า ที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าเท่ากับ 93.06, 88.75 และ 92.05 ตามลำดับ และที่อัตราส่วน 5:1 มีค่าเท่ากับ 60.16, 58.32 และ 56.56 ตามลำดับ

สำหรับตัวอย่างดินผสมไบโม่ชนิดนี้ อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนอยู่ในระดับต่ำทั้ง 2 ระดับและมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 12 สัปดาห์ของการหมัก โดยที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าของ C/N เท่ากับ 20.64, 12.54 และ 11.32 ตามลำดับ และที่อัตราส่วน 5:1 มีค่าเท่ากับ 11.44, 12.65 และ 11.61 ตามลำดับ (ตารางที่ 5-2)

จากการที่ดินผสมไบโม่สามไบโม่มีค่า C/N มีค่าสูง ดินผสมไบโม่พลวงมีค่าที่สูงมากและดินผสมไบโม่ชนิดนี้มีค่าที่ต่ำ แสดงให้เห็นว่า อัตราการย่อยสลายเกิดขึ้นได้ช้ามากสำหรับไบโม่พลวง รองลงมาคือไบโม่สามไบโม่ แต่ในกระถินยักษ์เกิดขึ้นได้รวดเร็ว สิ่งดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการ mineralization-immobilization ของไนโตรเจน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยไนโตรเจนให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ต่อพืช

#### (4) ฟอสฟอรัสที่สามารถสกัดได้ (Extractable P)

ฟอสฟอรัสที่สามารถสกัดได้จากตัวอย่างดินหมักในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 3 และ 0 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับต่ำมาก ส่วนสัปดาห์ที่ 12 มีค่าเท่ากับ 4 mg/kg จัดอยู่ในระดับต่ำ สำหรับดินผสมไบโม่ที่อัตราส่วน 2:1 ในสัปดาห์ที่ 2 มีค่าเท่ากับ 22 mg/kg อยู่ในระดับค่อนข้างสูง ในสัปดาห์ที่ 4 และ 12 มีค่าเท่ากับ 32 และ 25 mg/kg ตามลำดับ จัดอยู่ในระดับสูง ที่อัตราส่วน 5:1 สัปดาห์ที่ 2, 4 และ 12 มีค่าค่อนข้างสูง (19, 23 และ 25 mg/kg ตามลำดับ)

ดินผสมใบพลวงที่อัตราส่วน 2:1 ในสัปดาห์ที่ 2, 4 และ 12 จัดอยู่ในระดับสูงมาก โดยมีค่าเท่ากับ 80, 140 และ 346 ตามลำดับ ที่อัตราส่วน 5:1 พบว่า สัปดาห์ที่ 2 และ 4 มีค่าเท่ากับ 48 และ 87 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับที่สูงมากเช่นกัน ณ สัปดาห์ที่ 12 มีค่าเท่ากับ 8 mg/kg แต่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ

ดินผสมใบกระถินยักษ์ที่อัตราส่วน 2 ระดับมีค่าอยู่ในระดับสูงมากตลอดระยะเวลาของการหมัก ที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าเท่ากับ 277, 387 และ 212 mg/kg ตามลำดับ และอัตราส่วน 5:1 มีค่าเท่ากับ 148, 356 และ 96 mg/kg ตามลำดับ

สรุปแล้วใบสนสามใบมีการย่อยสลายให้ฟอสฟอรัสต่ำ ขณะที่ใบพลวงและกระถินยักษ์มีการย่อยสลายให้ฟอสฟอรัสมาก แต่ใบพลวงมีการย่อยสลายช้าและปลดปล่อยฟอสฟอรัสมากขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก ส่วนใบกระถินยักษ์ย่อยสลายเร็วและปลดปล่อยฟอสฟอรัสมาก ณ สัปดาห์ที่ 4 แต่ลดลงในสัปดาห์ที่ 12 ซึ่งน่าจะเกิดจากการตรึงฟอสฟอรัสไว้โดยสารฮิวมัส ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-1 (ง)

#### (5) โปแทสเซียมที่สามารถสกัดได้ (Extractable K)

ตัวอย่างดินที่หมักในช่วงเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ มีโปแทสเซียมที่สามารถสกัดได้อยู่ในระดับสูงมาก (227 และ 251 mg/kg ตามลำดับ) และที่ 12 สัปดาห์ อยู่ในระดับปานกลาง (80 mg/kg) แต่เมื่อเปรียบเทียบกับดินผสมใบไม้มีค่าที่ต่ำกว่า โดยที่ดินผสมใบสนทั้ง 2 อัตราการผสมมีค่าอยู่ในระดับสูงมากและเปลี่ยนแปลงน้อยตลอดระยะเวลาของการหมัก ที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าเท่ากับ 2,205, 2,235 และ 1,840 mg/kg ตามลำดับ และอัตราส่วน 5:1 มีค่าเท่ากับ 1,340, 1,375 และ 915 mg/kg ตามลำดับ

ดินผสมใบพลวงที่อัตราการผสมทั้ง 2 ระดับมีค่าอยู่ในระดับที่สูงมากเช่นกัน โดยที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าในแต่ละช่วงเวลาเท่ากับ 5,405, 4,635 และ 1,135 mg/kg ตามลำดับ และที่อัตราส่วน 5:1 มีค่าเท่ากับ 3,425, 3,260 และ 675 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งพบว่า มีปริมาณมากในช่วง 2 สัปดาห์แรกและลดลงตามระยะเวลาของการหมัก

ดินผสมใบกระถินยักษ์มีโปแทสเซียมที่สกัดได้ในช่วง 2, 4 และ 12 สัปดาห์ อยู่ในระดับสูงมากทั้งอัตราส่วน 2 ระดับ โดยที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าเท่ากับ 1,625, 1,810 และ 6,840 mg/kg ตามลำดับ และอัตราส่วน 5:1 มีค่าเท่ากับ 1,100, 1,165 และ 3,105 mg/kg ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก

ระดับความเป็นประโยชน์ของโปแทสเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินผสมใบไม้บด 3 ชนิด มีความผันแปรตามระยะเวลาของการหมัก ซึ่งเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อัตราการย่อย



สลาย องค์ประกอบทางเคมีในใบไม้ ค่า pH อัตราการเกิด immobilization เป็นต้น ดังที่แสดงไว้ในรูป 5-1 (จ)

#### (6) แคลเซียมที่สามารถสกัดได้ (Extractable Ca)

ตัวอย่างดินที่หมักมีแคลเซียมที่สามารถสกัดได้อยู่ในระดับที่ต่ำหรือต่ำมากตลอดช่วง 12 สัปดาห์ของการหมัก (176-409 mg/kg) ส่วนดินผสมใบสนนั้นมีการเปลี่ยนแปลงน้อยตามระยะเวลาของการหมัก ที่อัตราส่วน 2:1 ณ สัปดาห์ที่ 2, 4 และ 12 มีค่าเท่ากับ 329 mg/kg (ต่ำมาก) 1,467 mg/kg (ปานกลาง) และ 930 mg/kg (ต่ำ) ที่อัตราส่วน 5:1 มีค่าอยู่ในระดับต่ำ เท่ากับ 689, 801 และ 510 mg/kg ตามลำดับ

ดินผสมใบพลวงที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าสูงในช่วง 4 สัปดาห์แรก (2,369-3,825 mg/kg) และลดลงอยู่ในระดับปานกลาง ณ สัปดาห์ที่ 12 (1,776 mg/kg) ที่อัตราส่วน 5:1 มีค่าอยู่ในระดับปานกลางทั้ง 3 ช่วงเวลาของการหมัก โดยมีค่าเท่ากับ 1,817, 1,785 และ 1,066 mg/kg ตามลำดับ

ดินผสมใบกระถินยักษ์มีแคลเซียมที่สามารถสกัดได้ในระดับใกล้เคียงกับใบพลวง ที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าเท่ากับ 1,395 mg/kg (ปานกลาง) 2,203 mg/kg (สูง) และ 2,020 mg/kg (สูง) ที่อัตราส่วน 5:1 มีค่าอยู่ในระดับปานกลางทั้ง 3 ช่วงเวลา เท่ากับ 1,253, 1,453 และ 1,980 mg/kg ตามลำดับ

ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-1 (จ) ระดับความเป็นประโยชน์ของแคลเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินผสมใบสนมีค่าต่ำกว่าดินผสมใบพลวงและใบกระถินยักษ์ โดยพบว่าปริมาณความเป็นประโยชน์มีค่าใกล้เคียงกันในระหว่างการย่อยสลายของใบพลวงและกระถินยักษ์

#### (7) แมกนีเซียมที่สามารถสกัดได้ (Extractable Mg)

ตัวอย่างดินที่หมักมีค่าอยู่ในระดับต่ำ-ปานกลาง ตลอดระยะเวลาของการหมัก (40-163 mg/kg) สำหรับดินผสมใบสนนั้นมีการเปลี่ยนแปลงน้อยทั้งอัตราส่วน 2 ระดับ ที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าเท่ากับ 83 mg/kg (ต่ำ) 193 mg/kg (ปานกลาง) และ 278 mg/kg (ปานกลาง) ที่อัตราส่วน 5:1 มีค่าอยู่ในระดับปานกลางทั้ง 3 ช่วงเวลา (30, 171 และ 162 mg/kg ตามลำดับ)

ดินผสมใบพลวงที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามระยะเวลาของการหมัก แต่ไม่เปลี่ยนแปลงที่อัตราส่วน 5:1 ที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าเท่ากับ 357 mg/kg (ปานกลาง) 349 mg/kg (ปานกลาง) และ 587 mg/kg (สูง) ที่อัตราส่วน 5:1 มีค่าเท่ากับ 387 mg/kg (สูง) 353 mg/kg (ปานกลาง) และ 420 mg/kg (สูง)

ดินผสมใบกระถินยักษ์มีแนวโน้มน้ำเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการหมัก ที่อัตราส่วน 2:1 มีค่าเท่ากับ 205 mg/kg (ปานกลาง) 229 mg/kg (ปานกลาง) และ 861 mg/kg (สูง) และที่อัตราส่วน 5:1 มีค่าอยู่ระดับสูงทั้ง 3 ช่วงเวลา โดยมีค่าเท่ากับ 383, 397 และ 456 mg/kg ตามลำดับ

ระดับความเป็นประโยชน์ของแมกนีเซียมที่สามารสกัดได้ในดินผสมใบสนสามใบมีค่าต่ำกว่าดินผสมใบพลวงและใบกระถินยักษ์ในลักษณะเช่นเดียวกับแคลเซียมที่สามารสกัดได้ ดังแสดงไว้ใน รูปที่ 5-1 (ข)

#### (8) ไนโตรเจนในรูปสารอนินทรีย์ (Inorganic N)

ไนโตรเจนในรูปสารอนินทรีย์ประกอบด้วยแอมโมเนียม ( $\text{NH}_4^+$ ) ไนเตรต ( $\text{NO}_3^-$ ) และไนไตรท์ ( $\text{NO}_2^-$ ) แต่ที่พบและมีการสะสมในดินมักจะอยู่ในรูปของแอมโมเนียมและไนเตรต (Jansson & Persson, 1982) ซึ่งจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกระบวนการ mineralization และ immobilization กระบวนการเกิด mineralization มักจะเกิดได้ดีในสภาวะที่มีค่า C/N ต่ำกว่า 20 ขณะที่ immobilization จะเกิดได้ดีในสภาวะที่มี C/N สูงกว่า 30 (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีศาสตร์, 2541) ตารางที่ 5-3 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแอมโมเนียมและไนเตรตในดินและดินผสมใบไม้บดที่หมักเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ในห้องปฏิบัติการ (รูปที่ 5-2)

ความเข้มข้นของแอมโมเนียมในตัวอย่างดินก่อนการหมักมีค่าเท่ากับ 1.81 mg/kg และหลังทำการหมัก 2, 4 และ 12 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 3.23, 7.91 และ 0 mg/kg ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ามีการปลดปล่อยให้แอมโมเนียมในช่วง 4 สัปดาห์แรกของการหมักและหลังจากนั้นถูกเปลี่ยนให้เป็นไนเตรต

สำหรับดินผสมใบสนนั้นมีความเข้มข้นของแอมโมเนียมมากในสัปดาห์ที่ 2 และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงสัปดาห์ที่ 12 ความเข้มข้นของไนเตรตตลอดช่วงเวลาของการหมักก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกัน แอมโมเนียมที่อัตราส่วน 2:1 ณ สัปดาห์ที่ 2, 4 และ 12 มีค่าเท่ากับ 15, 5 และ 0 mg/kg และมีไนเตรตเท่ากับ 11, 2 และ 0 mg/kg ตามลำดับ ขณะที่อัตราส่วน 5:1 มีแอมโมเนียมเท่ากับ 9, 4 และ 1.51 mg/kg ตามลำดับ ส่วนไนเตรตนั้นมีค่า 1, 2 และ 2 mg/kg ตามลำดับ การลดลงของแอมโมเนียมน่าจะเป็นผลจากการเกิด immobilization

ดินผสมใบพลวงที่อัตราส่วน 2:1 มีการสลายตัวให้แอมโมเนียมเพียงอย่างเดียวในช่วง 12 สัปดาห์ของการหมัก ณ สัปดาห์ที่ 2, 4 และ 12 มีค่าเท่ากับ 7, 8 และ 8 mg/kg ตามลำดับ ที่อัตราส่วน 5:1 พบว่า มีการเปลี่ยนรูปจากแอมโมเนียมเป็นไนเตรตหรือเกิด nitrification โดยมีแอมโมเนียมเท่ากับ 7, 3 และ 4 mg/kg และไนเตรตเท่ากับ 1, 3 และ 0 mg/kg ตามลำดับ

สำหรับดินผสมใบกระถินยักษ์นั้นที่อัตราส่วน 2:1 มีการปลดปล่อยให้แอมโมเนียมมาก แต่มีไนเตรตน้อยมาก โดยมีแอมโมเนียมเท่ากับ 155, 668 และ 585 mg/kg ตามลำดับ และมีไนเตรต

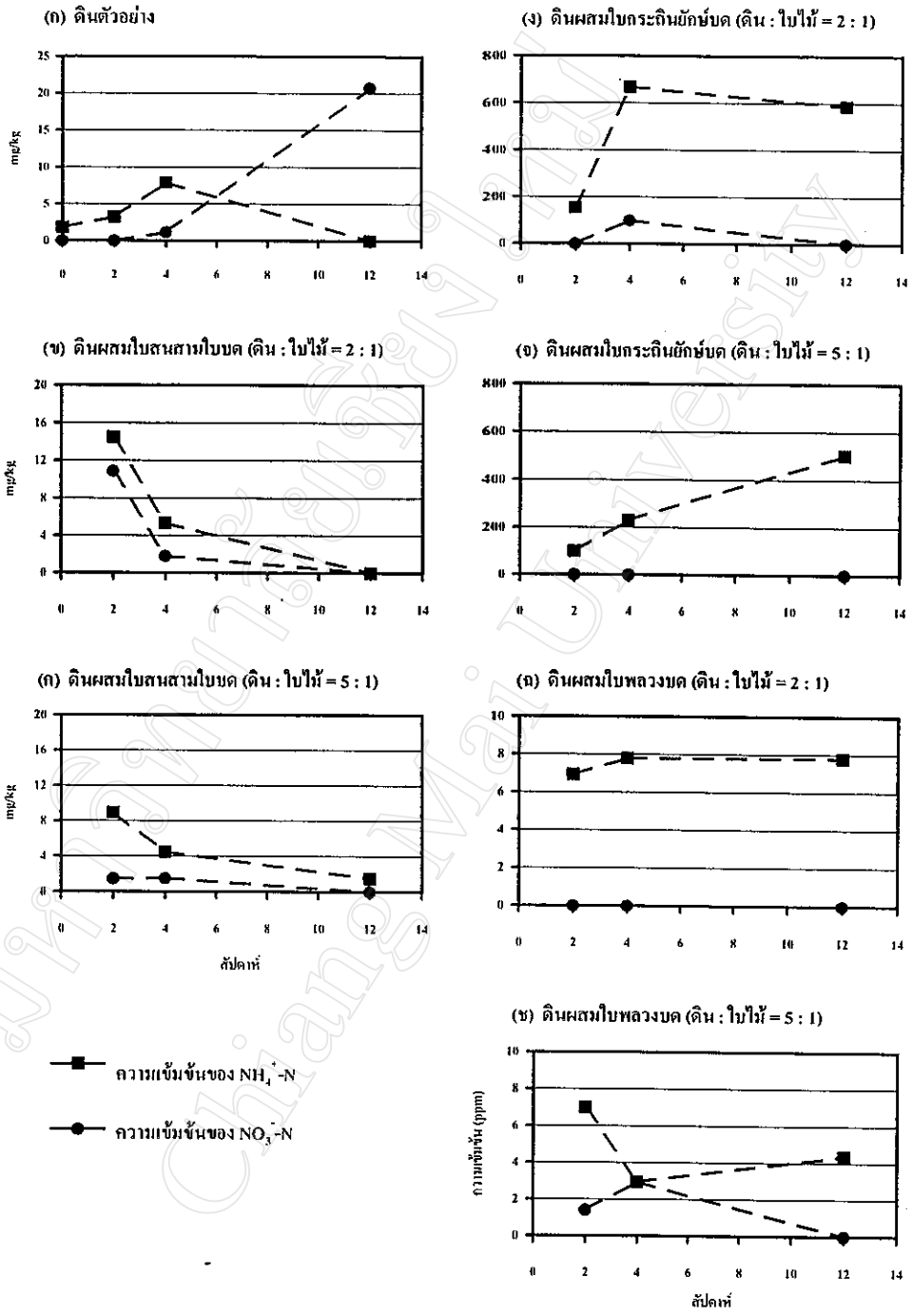
เท่ากับ 0, 99 และ 0 mg/kg ตามลำดับ ที่อัตราส่วน 5:1 มีการปลดปล่อยเฉพาะแอมโมเนียมอย่างเดียว โดยมีค่าเท่ากับ 99, 231 และ 503 mg/kg ตามลำดับ

ตารางที่ 5-3 การเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับความเข้มข้นของแอมโมเนียม-ไนเตรต ในดินและดินผสมใบไม้บดที่หมักในช่วงเวลาต่างๆ ณ ห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่าง	อัตราส่วน ดิน:พืช	เวลา (สัปดาห์)	แอมโมเนียม (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N)	ไนเตรต (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
			(mg/kg)		
ดิน	1 : 0	0	2	0	2
		2	3	0	3
		4	8	1	9
		12	0	21	21
สน	2 : 1	2	15	11	25
		4	5	2	7
		12	0	0	0
สน	5 : 1	2	9	1	10
		4	4	2	6
		12	2	0	2
พลวง	2 : 1	2	7	0	7
		4	8	0	8
		12	8	0	8
พลวง	5 : 1	2	7	1	8
		4	3	3	6
		12	4	0	4
กระถินยักษ์	2 : 1	2	155	0	155
		4	668	99	767
		12	585	0	585
กระถินยักษ์	5 : 1	2	99	0	99
		4	231	0	231
		12	503	0	503

ในระหว่างการย่อยสลายของใบไม้ 3 ชนิดตลอดช่วง 12 สัปดาห์ พบว่า มีการปลดปล่อยไนโตรเจนในรูปสารอนินทรีย์ที่สามารถเป็นประโยชน์ต่อพืชแตกต่างกันอย่างมาก โดยที่ใบกระถินยักษ์สลายตัวให้แอมโมเนียมมากแต่ใบสนและใบพลวงปลดปล่อยแอมโมเนียมน้อย ทั้งนี้เนื่องจากกระถินยักษ์เป็นพันธุ์ไม้ตระกูลถั่วที่มีไนโตรเจนสะสมอยู่มากทำให้ค่า C/N ในใบต่ำและมีปฏิกิริยาเป็นต่าง ส่งผลให้อัตราการย่อยสลายหรือ mineralization เกิดขึ้นรวดเร็ว ขณะที่ใบสนสามใบและใบพลวงมีไนโตรเจนอยู่น้อย ค่า C/N สูง และมีปฏิกิริยาเป็นกรดมาก จึงเกิด immobilization มากกว่า mineralization

สรุปแล้วไบสนสามใบมีปริมาณไนโตรเจนค่อนข้างต่ำ คาร์บอนสูง ฟอสฟอรัสและแมกนีเซียมต่ำ โปแทสเซียมและแมกนีเซียมปานกลาง เมื่อเปรียบเทียบกับไบกระดิ่งและไบพลวง การย่อยสลายของไบสนจะทำให้ดินเป็นกรดมากโดยเฉพาะในช่วง 2 สัปดาห์แรกของการย่อยสลาย ต่อจากนั้นระดับความเป็นกรดจะลดลง ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับไบพลวง แต่แตกต่างจากการย่อยสลายของไบกระดิ่งที่ทำให้ดินเป็นด่างมาก ระดับความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่างๆ ได้แก่ ฟอสฟอรัส โปแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมในดินผสมไบสนมีค่าต่ำกว่าไบพลวงและไบกระดิ่ง สำหรับความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกัน



รูปที่ 5-2 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ  $\text{NH}_4^+-\text{N}$  และ  $\text{NO}_3^--\text{N}$  ในดินและดินผสมใบไม้บดสามชนิด ที่อัตราส่วน 2:1 และ 5:1 ในช่วง 12 สัปดาห์ของการหมัก ณ ห้องปฏิบัติการ

## 5.2 ลักษณะของดินในสวนป่าไม้สนสามใบ

### 5.2.1 ลักษณะของชั้นดิน

ป่าธรรมชาติที่อยู่ใกล้กับสวนป่าเป็นป่าสนผสมป่าเต็งรังผสมป่าดิบเขาและจัดเป็นป่ารุ่นสองที่กำลังมีการฟื้นตัว เนื่องจากมีการตัดฟันต้นไม้ขนาดใหญ่ออกไปในอดีตและเหลืออยู่ประปราย บางบริเวณเป็นป่าที่เกิดขึ้นภายหลังการทำไร่เลื่อนลอย ลักษณะของดินในป่ามีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เนื่องจากมีไฟป่าและการชะเซาะกร่อนหน้าดินสูง

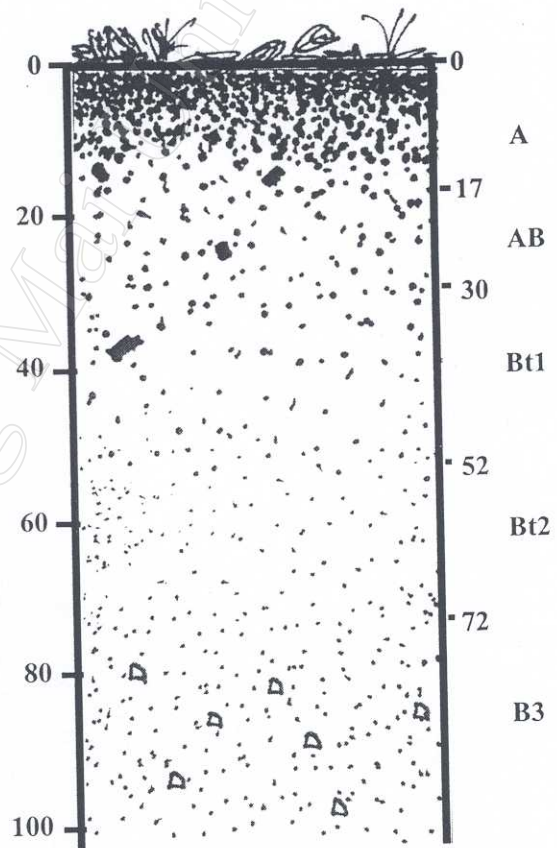
อิทธิพลของไม้สนสามใบที่ปลูกที่มีต่อดินเกิดจากหลายปัจจัยหลายอย่าง โดยเฉพาะซากใบไม้ กิ่งไม้และส่วนอื่นๆ ของไม้สนที่ร่วงหล่นลงสู่พื้นดิน รวมทั้งส่วนของรากที่ตายลง ซึ่งจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามอายุสวนป่าและมีการสะสมอยู่ในดิน อย่างไรก็ตามดินในสวนป่าที่มีอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี โดยทั่วไปมีซากส่วนต่างๆ ของไม้สนปกคลุมอยู่บนพื้นดินน้อยเนื่องจากเกิดไฟไหม้บนพื้นป่าในช่วงฤดูแล้ง มีการชะล้างซึ้เถาและหน้าดินมากในช่วงฤดูฝน สวนป่าอายุ 10 ปีขึ้นไปค่อนข้างจะรุ่มรื่นเนื่องจากการชดกันของเรือนยอดไม้สน ขณะที่สวนป่าอายุ 7 ปีนั้นเรือนยอดของไม้สนยังไม่ชดกันทำให้แสงสามารถส่องผ่านลงสู่พื้นดินได้ดี

เนื่องจากพื้นที่ที่ใช้ปลูกป่าไม้สนสามใบเคยเป็นไร่ร้างหรือป่าเสื่อมโทรม ซึ่งมีดินที่ตื้นและอุดมสมบูรณ์ต่ำมาก การปลูกไม้สนสามใบจะทำให้เกิดการพัฒนาของชั้นดินตามอายุของสวนป่าที่มากขึ้น อย่างไรก็ตามมีปัจจัยเกี่ยวกับสภาพพื้นที่ที่ผันแปรซึ่งจะทำให้เกิดความผันแปรของชั้นดินในสวนป่า (รูปที่ 5-3 ถึง 5-11) ชั้นดินในสวนป่าประกอบไปด้วยชั้น A-AB-Bt1-Bt2-Bt3 ซึ่งส่วนใหญ่จัดอยู่ในดินอันดับ Ultisols (ตารางภาคผนวกที่ 3) แต่ในบางพื้นที่จะพบว่าในดินชั้นล่างเป็น BC หรือ Bw เช่น สวนป่าชั้นอายุ 7 ปี และ 10 ปี สำหรับดินชั้นบนนั้นพบว่าเป็นดินชั้น A ของสวนป่าที่มีอายุ 28 ปีขึ้นไปจะมีสีคล้ำและเข้มขึ้น ในสวนป่าชั้นอายุ 37 ปี ดินชั้น A มีสีคล้ำเข้มตรงผิวดินหนาประมาณ 2.5 ซม. ซึ่งเป็นผลมาจากการสะสมของซึ้เถาที่เกิดจากไฟไหม้ในช่วงฤดูแล้ง

จากการสังเกตพบว่า ดินชั้น A และ AB มีความหนามากขึ้นตามอายุของสวนป่า ซึ่งพิจารณาได้จากสีของดินที่มีความเข้มมากขึ้นจากอิทธิพลของอินทรีย์วัตถุที่สะสมอยู่ ดินชั้น Bt ก็มีแนวโน้มมากขึ้นที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาของชั้นดิน (Duchaufour, 1977)

## (1) ป่าธรรมชาติ

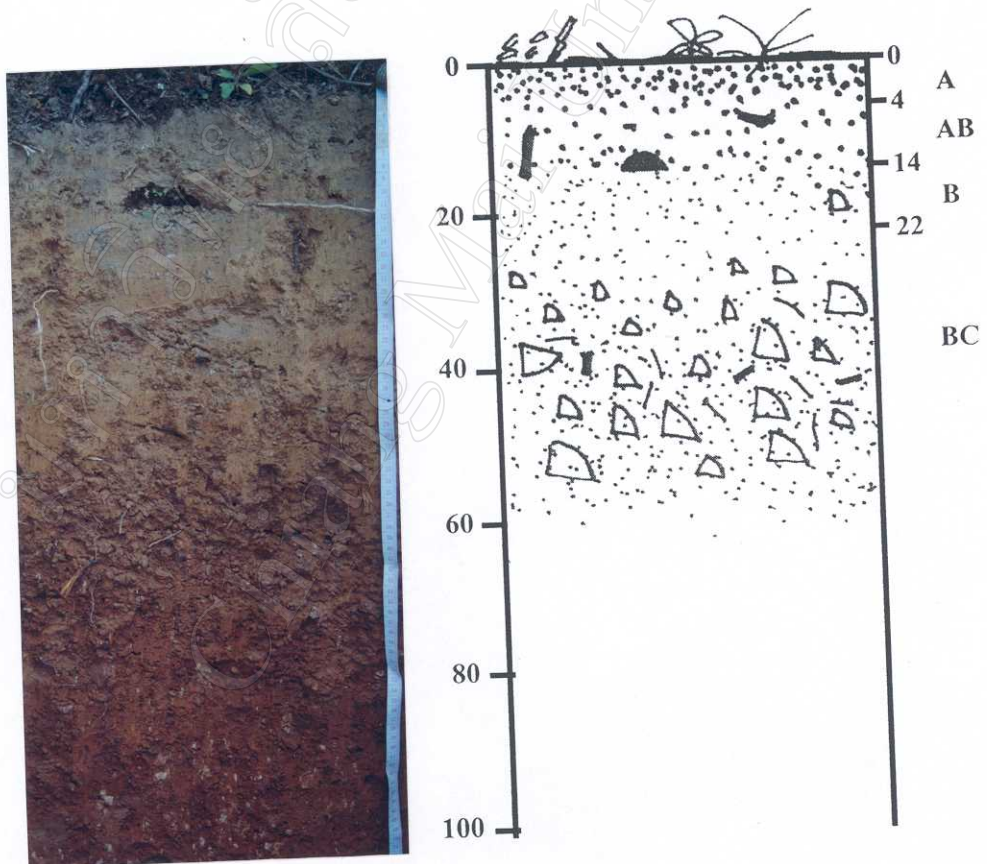
- A: มีความลึกอยู่ในช่วง 0-17 ซม. สีน้ำตาลเข้ม (dark brown) พบรากไม้ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 ซม. กระจาย
- AB: พบที่ระดับความลึก 17-30 ซม. สีน้ำตาลอ่อน (light brown) พบรากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 ซม. เช่นเดียวกับชั้น A
- Bt1: มีความลึกอยู่ในช่วง 30-52 ซม. สีน้ำตาลอ่อน โดยพบรากไม้ขนาดใหญ่กว่าและมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0-1.5 ซม. อยู่ประปราย
- Bt2: พบในช่วงความลึก 52-72 ซม. มีสีน้ำตาลปนแดง ไม่พบรากไม้ในดินชั้นนี้
- Bt3: เป็นชั้นดินที่ระดับความลึกมากกว่า 72 ซม. มีสีแดงหรือน้ำตาลแดง ไม่พบรากไม้ในชั้นดิน แต่พบก้อนกรวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5-3.0 ซม. กระจายอยู่มากในชั้นดิน



รูปที่ 5-3 ลักษณะของชั้นดินในพื้นที่ป่าธรรมชาติใกล้บริเวณสวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

## (2) สวนป่าไม้สนสามใบชั้นอายุ 7 ปี

- A: เป็นดินชั้นบนสุดที่มีความลึก 4 ซม. จากผิวดิน มีสีน้ำตาลเข้ม พบรากฝอยของพืชพื้นล่าง จำพวกหญ้า
- AB: อยู่ที่ระดับความลึก 4-14 ซม. มีสีน้ำตาลอ่อน พบโพรงของปลวกและรากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. ในชั้นดิน ซึ่งกระจายอยู่ประปราย
- B: เป็นชั้นดินที่ระดับความลึก 14-22 ซม. มีสีน้ำตาล พบก้อนกรวดเล็กน้อยโดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 ซม. และมีรากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. อยู่บ้างเล็กน้อย
- BC: พบที่ระดับความลึกมากกว่า 22 ซม. สีน้ำตาลปนแดง มีการสะสมแร่ดินเหนียวมาก พบก้อนกรวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-10 ซม. กระจายอยู่อย่างหนาแน่น มีรากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1.0 ซม. อยู่บ้าง

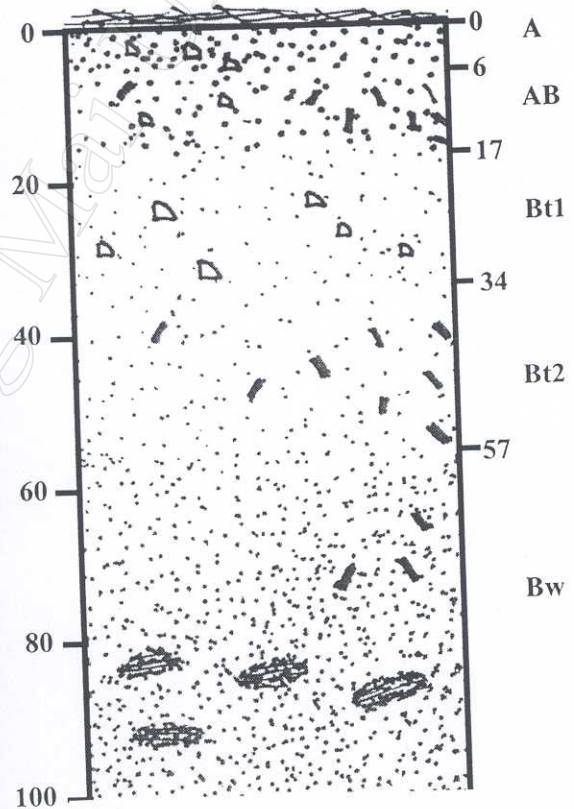


รูปที่ 5-4 ลักษณะของชั้นดินในสวนป่าไม้สนสามใบอายุ 7 ปี บริเวณสวนป่าคอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่



## (3) สวนป่าไม้สนสามใบชั้นอายุ 10 ปี

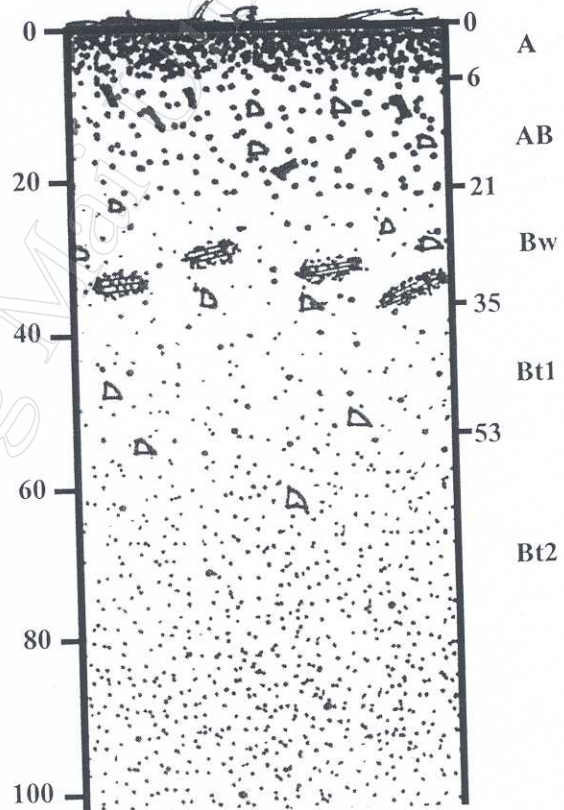
- A: เป็นชั้นดินที่ระดับความลึก 0-6 ซม. มีสีน้ำตาลอ่อน พบก้อนกรวดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.0 ซม. ค่อนข้างมาก มีรากฝอยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1-0.3 ซม. อยู่มาก
- AB: อยู่ที่ช่วงความลึก 6-17 ซม. มีสีน้ำตาลเหลือง พบรากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 ซม. และก้อนกรวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1 ซม. กระจายอยู่ทั่วไปในชั้นดิน
- Bt1: พบที่ระดับ 17-34 ซม. มีสีน้ำตาลแดง มีก้อนหินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0-3.0 ซม. ค่อนข้างมากและพบรากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.2-0.5 ซม. อยู่บ้าง
- Bt2: เป็นชั้นดินที่ระดับความลึก 34-57 ซม. มีสีแดงหรือน้ำตาลแดง พบรากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1-0.5 ซม. ค่อนข้างมากและมีแร่ดินเหนียวสะสมอยู่มาก
- Bw: พบที่ความลึกมากกว่า 57 ซม. มีสีแดงหรือน้ำตาลแดงเข้ม รากไม้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1-0.5 ซม. พบเล็กน้อยและมีหินผุกระจายอยู่ในชั้นดิน



รูปที่ 5-5 ลักษณะของชั้นดินในสวนป่าไม้สนสามใบอายุ 10 ปี บริเวณสวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

## (4) สวนป่าไม้สนสามใบชั้นอายุ 14 ปี

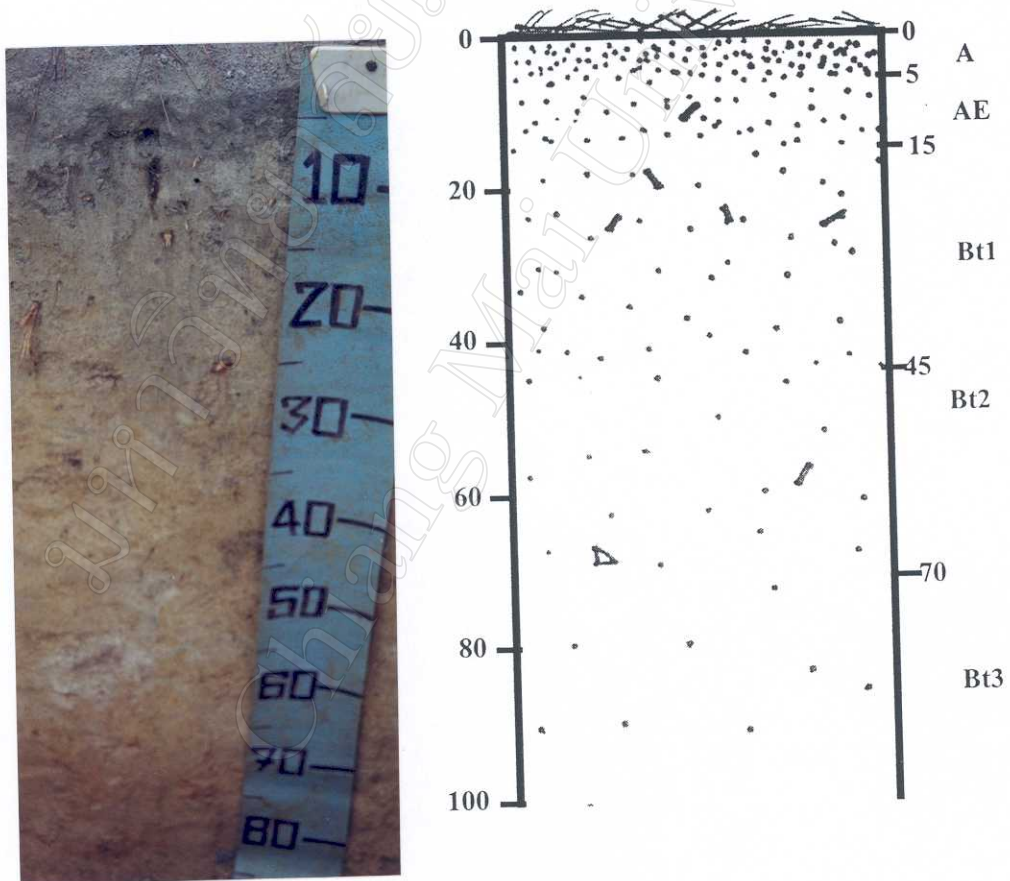
- A: มีความลึก 6 ซม. สีน้ำตาลเข้ม พบรากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 ซม. อยู่บ้าง  
 กระจาย
- AB: พบที่ระดับความลึก 6-21 ซม. สีน้ำตาลเหลือง มีรากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1.5 ซม.  
 ค่อนข้างมากและก้อนกรวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 ซม. กระจายทั่วไป
- Bw: อยู่ที่ระดับความลึก 21-35 ซม. มีสีน้ำตาลแดง พบก้อนกรวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0-2.5  
 ซม. และหินผุอยู่ทั่วไป มีรากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1-0.5 ซม. เล็กน้อย
- Bt1: พบที่ความลึก 35-53 ซม. สีน้ำตาลแดง มีก้อนกรวดกระจายอยู่ในชั้นดินเล็กน้อย รวมทั้ง  
 รากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1-0.5 ซม.
- Bt2: เป็นชั้นดินที่มีความลึกมากกว่า 53 ซม. สีน้ำตาลแดงเข้ม มีการสะสมแร่ดินเหนียวมาก



รูปที่ 5-6 ลักษณะของชั้นดินในสวนป่าไม้สนสามใบอายุ 14 ปี บริเวณสวนป่าคอยบ่อหลวง  
 อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

## (5) สวนป่าไม้สนสามใบชั้นอายุ 18 ปี

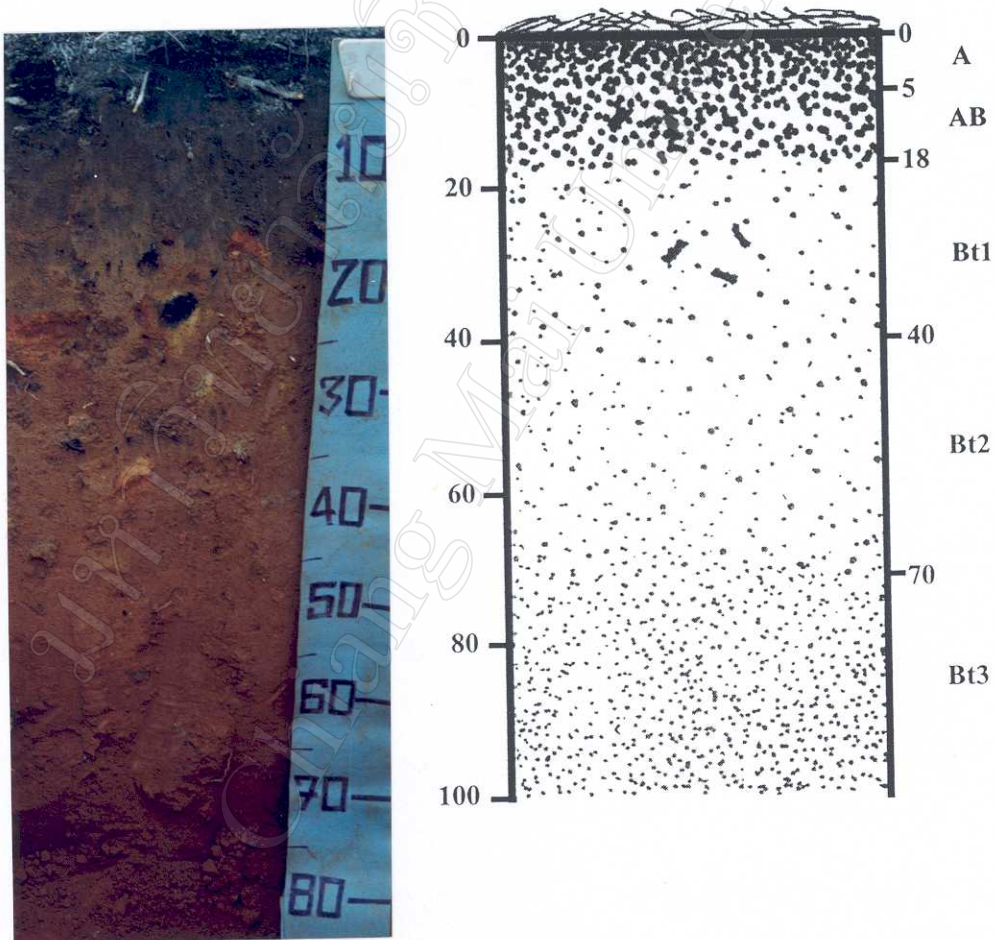
- A: มีความลึก 5 ซม. สีเทา ไม้พบรากไม้และก้อนกรวด
- AE: อยู่ที่ระดับความลึก 5-15 ซม. สีเทาปนเหลือง พบรากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. อยู่เล็กน้อย
- Bt1: พบที่ระดับความลึก 15-45 ซม. สีเหลือง มีรากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 ซม. กระจายอยู่ในชั้นดินค่อนข้างมาก
- Bt2: เป็นชั้นดินที่ระดับความลึก 45-70 ซม. สีเหลือง พบรากไม้และก้อนกรวดในชั้นดินเล็กน้อย
- Bt3: เป็นชั้นดินที่ความลึกมากกว่า 70 ซม. มีสีเหลืองแดง ไม้พบรากไม้และก้อนกรวดในชั้นดิน



รูปที่ 5-7 ลักษณะของชั้นดินในสวนป่าไม้สนสามใบอายุ 18 ปี บริเวณสวนป่าดอยยอหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

## (6) สวนป่าไม้สนสามใบชั้นอายุ 21 ปี

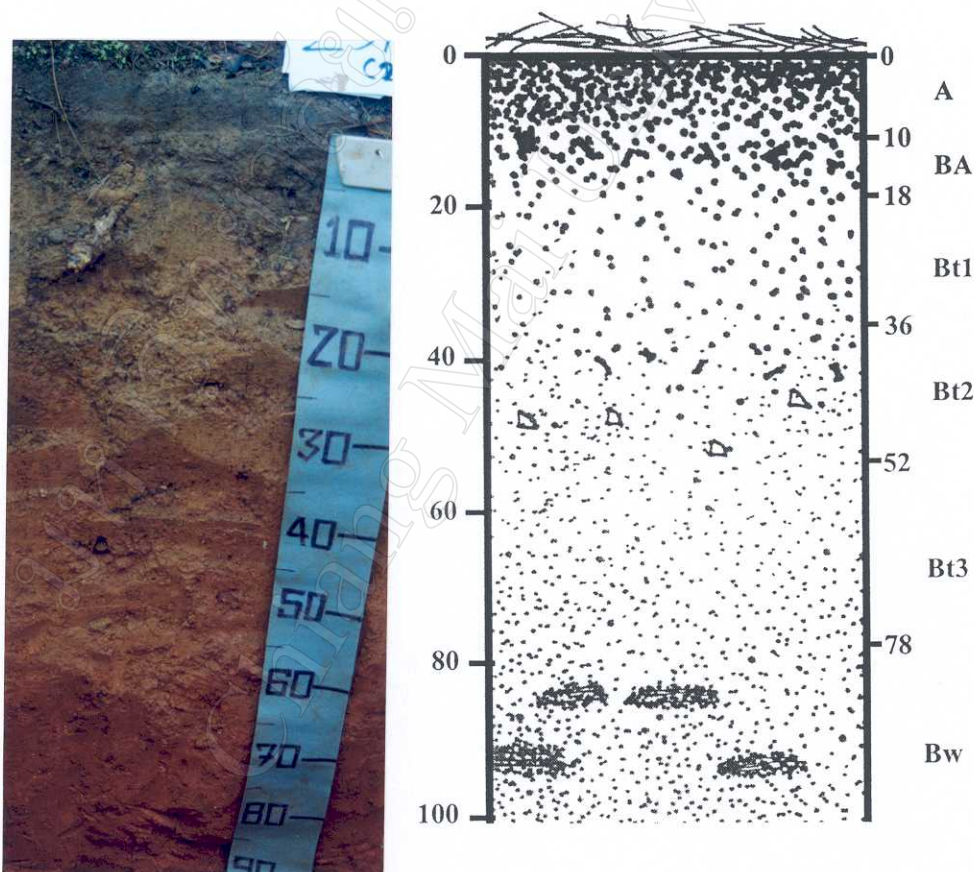
- A: มีความลึก 5 ซม. สีน้ำตาลเข้มมาก พบรากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1.0 ซม. อยู่บ้าง
- AB: พบที่ระดับความลึก 5-18 ซม. สีน้ำตาลเข้ม มีรากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-1.0 ซม. ค่อนข้างมาก
- Bt1: อยู่ที่ความลึก 18-40 ซม. สีน้ำตาลแดง มีรากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.1-0.5 ซม. บ้าง
- Bt2: เป็นชั้นดินที่ระดับความลึก 40-70 ซม. มีสีน้ำตาลแดง ไม่พบรากไม้ในชั้นดิน
- Bt3: เป็นชั้นดินที่ความลึกมากกว่า 70 ซม. สีแดงหรือน้ำตาลแดง มีการสะสมของแร่ดินเหนียวมาก ไม่พบรากไม้และก้อนกรวดในชั้นดิน



รูปที่ 5-8 ลักษณะของชั้นดินในสวนป่าไม้สนสามใบอายุ 21 ปี บริเวณสวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอสอด จังหวัดเชียงใหม่

## (7) สวนป่าไม้สนสามใบชั้นอายุ 28 ปี

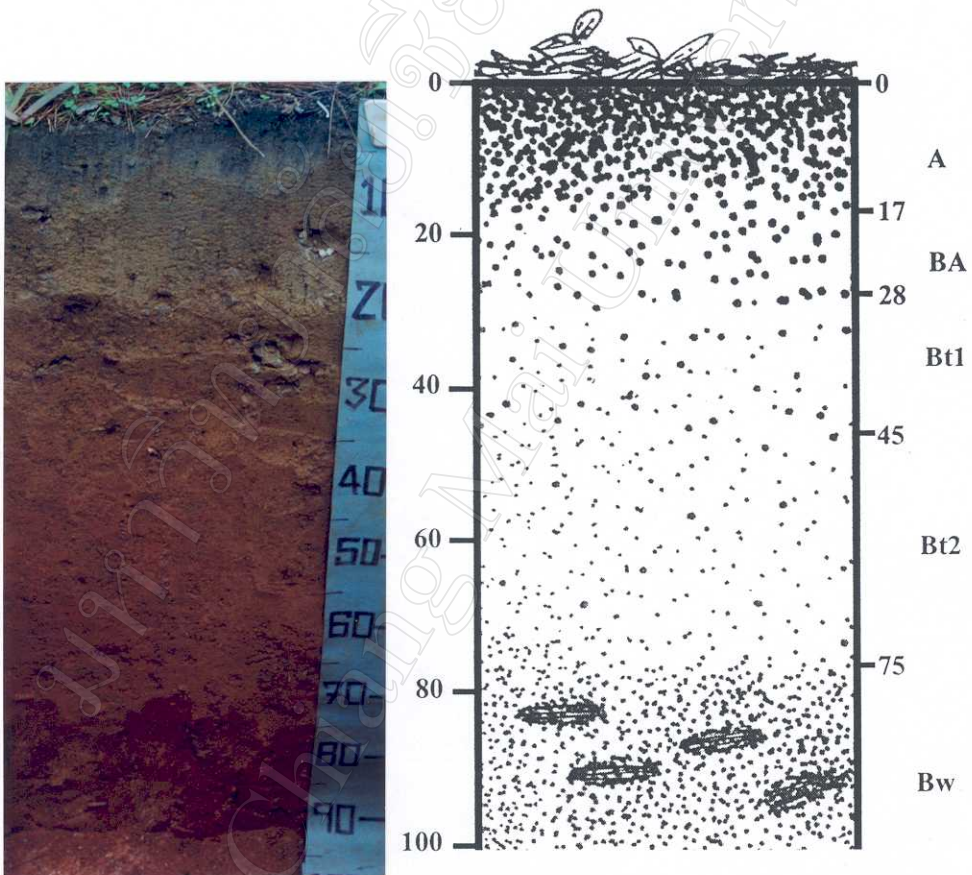
- A: เป็นดินชั้นบนสุด มีความลึก 10 ซม. สีน้ำตาลเข้ม
- BA: พบที่ระดับความลึก 10-18 ซม. สีน้ำตาล พบรากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-3.0 ซม.ค่อนข้างมาก
- Bt1: อยู่ที่ระดับความลึก 18-36 ซม. สีน้ำตาลแดง ไม่พบรากไม้และก้อนกรวดในชั้นดิน
- Bt2: พบที่ความลึก 36-52 ซม. สีน้ำตาลแดง พบรากไม้และก้อนกรวดในชั้นดินค่อนข้างมาก
- Bt3: อยู่ที่ระดับความลึก 52-78 ซม. มีสีแดงน้ำตาล ไม่พบรากไม้และก้อนกรวดในชั้นดิน แต่มีการสะสมแร่ดินเหนียวในชั้นดินมาก
- Bw: เป็นชั้นดินที่ความลึกมากกว่า 78 ซม. มีสีน้ำตาลแดงและพบหินผุในชั้นดิน



รูปที่ 5-9 ลักษณะของชั้นดินในสวนป่าไม้สนสามใบอายุ 28 ปี บริเวณสวนป่าคอยบ่อหลวง อำเภอสอด จังหวัดเชียงใหม่

## (8) สวนป่าไม้สนสามใบชั้นอายุ 32 ปี

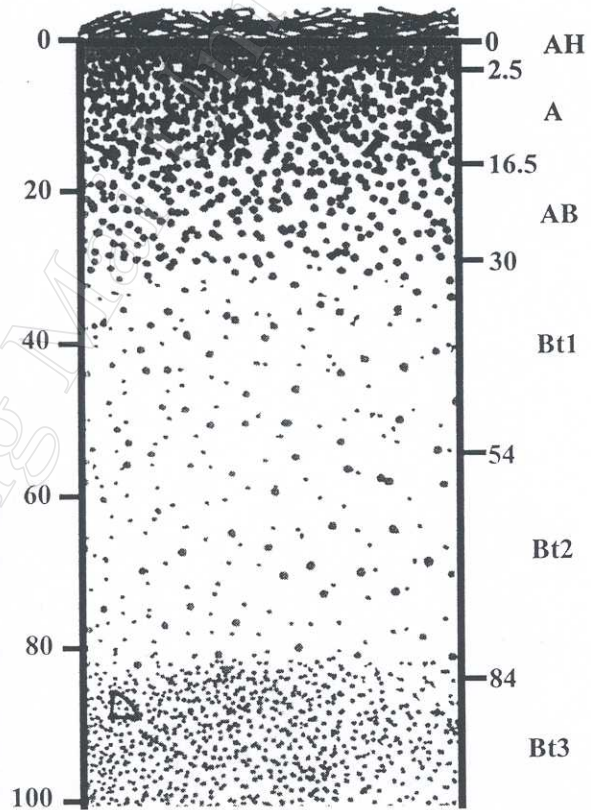
- A: มีความลึก 17 ซม. สีน้ำตาลเข้ม พบรากไม้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 ซม. ก้อนข้างมาก
- BA: อยู่ที่ระดับความลึก 17-28 ซม. สีน้ำตาลอ่อน ไม่พบรากไม้และก้อนกรวด
- Bt1: เป็นชั้นดินที่ระดับความลึก 28-45 ซม. มีน้ำตาลแดงอ่อน พบก้อนกรวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2.5 ซม. เล็กน้อยในชั้นดิน
- Bt2: อยู่ที่ความลึก 45-75 ซม. มีสีแดงหรือน้ำตาลแดง ไม่พบรากไม้และก้อนกรวดในชั้นดิน แต่มีการสะสมของแร่ดินเหนียวมาก
- Bw: เป็นชั้นดินที่ลึกมากกว่า 75 ซม. มีสีแดงและพบหินผุประปรายในชั้นดิน



รูปที่ 5-10 ลักษณะของชั้นดินในสวนป่าไม้สนสามใบอายุ 32 ปี บริเวณสวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

## (9) สวนป่าไม้สนสามใบชั้นอายุ 37 ปี

- AH: เป็นชั้นดินที่ระดับ 0-2.5 ซม. จากผิวดิน มีสีน้ำตาลเข้มมาก
- A: เป็นชั้นดินที่ระดับความลึก 2.5-16.5 ซม. มีสีน้ำตาลเข้ม พบรากไม้ขนาด 0.1-2.5 ซม. ค่อนข้างมาก
- AB: พบที่ระดับความลึก 16.5-30 ซม. สีน้ำตาลเข้ม มีรากไม้ขนาด 0.1-0.5 ซม. อยู่บ้าง
- Bt1: อยู่ที่ความลึก 30-54 ซม. มีสีน้ำตาลแดงและพบรากไม้ขนาดน้อยกว่า 0.5 ซม. เล็กน้อย
- Bt2: เป็นชั้นดินที่ระดับความลึก 54-84 ซม. มีสีน้ำตาลแดงและมีการสะสมแร่ดินเหนียวมาก แต่ไม่พบรากไม้และก้อนกรวดในชั้นดิน
- Bt3: เป็นชั้นดินที่ลึกมากกว่า 84 ซม. มีสีแดงและพบหินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 ซม. อยู่บ้าง



รูปที่ 5-11 ลักษณะของชั้นดินในสวนป่าไม้สนสามใบอายุ 37 ปี บริเวณสวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอสอด จังหวัดเชียงใหม่

### 5.2.2 สมบัติทางกายภาพของดิน

ได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพบางอย่างของดิน ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิของดินชั้นบน ความหนาแน่นรวม ปริมาณกรวด สัดส่วนปริมาณอนุภาคดินและเนื้อดิน ดังนี้

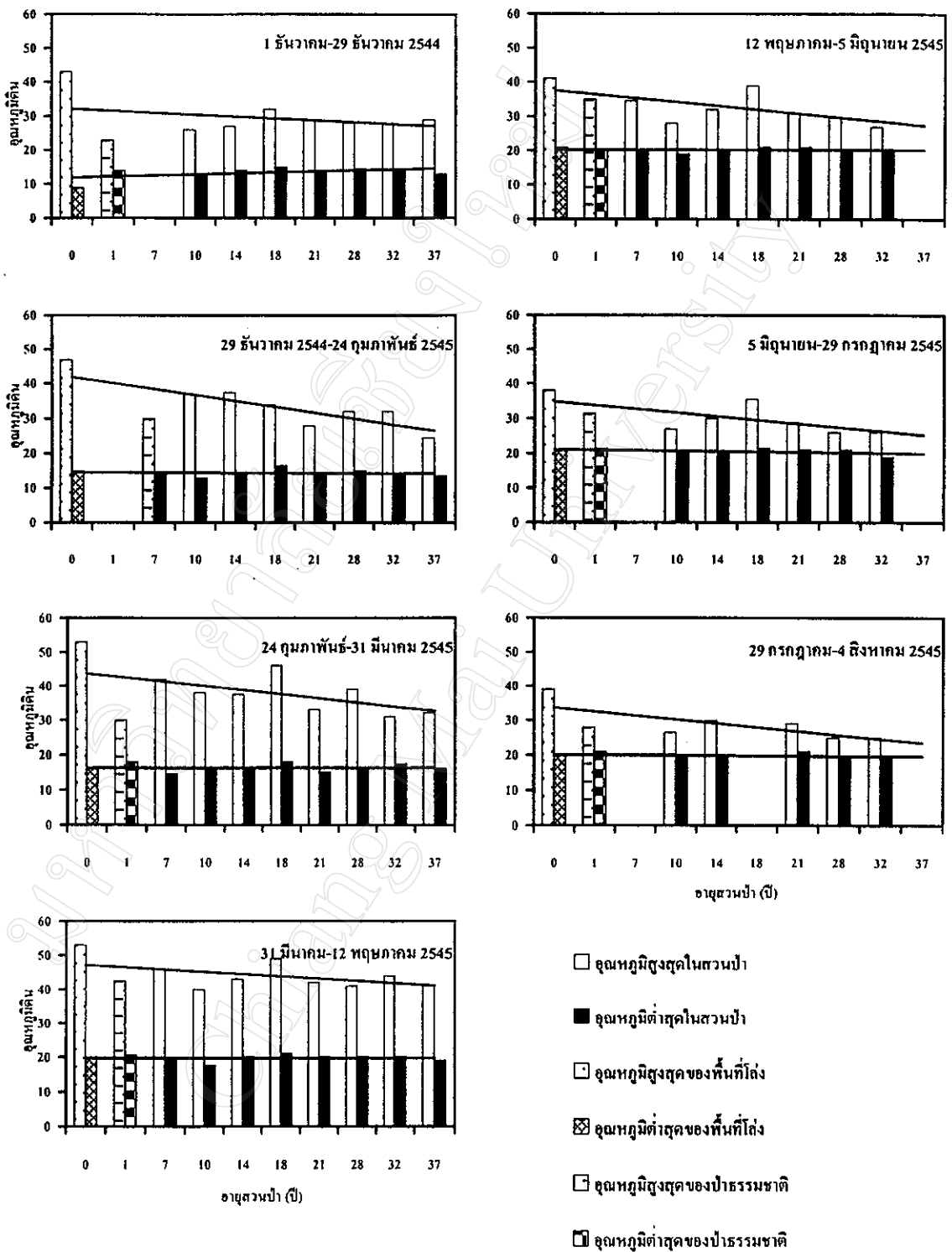
#### (1) อุณหภูมิดิน

อุณหภูมิดินที่ทำการศึกษา คือ อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของพื้นที่โล่ง ป่าธรรมชาติและสวนป่าชั้นอายุ 7-37 ปี ในช่วงเดือนธันวาคม 2544-สิงหาคม 2545 (ตั้งข้อมูลในตารางภาคผนวกที่ 1 และ รูปที่ 5-12) ซึ่งพบว่าอุณหภูมิสูงสุดในพื้นที่โล่งมีค่าสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ โดยมีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 38-53°C ขณะที่ดินในป่าธรรมชาติมีค่า 23-42.5°C สำหรับพื้นที่สวนป่าชั้นอายุ 7-37 ปีนั้นมีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 30-46, 26-40, 27-43, 32-49, 28-42, 25-41, 25-44 และ 24.5-41°C ตามลำดับ

อุณหภูมิต่ำสุดของดินในพื้นที่ต่างๆ ที่ทำการศึกษามีความแตกต่างกันไม่ชัดเจน ในพื้นที่โล่งมีค่าผันแปรในรอบปีอยู่ระหว่าง 9-21°C พื้นที่ป่าธรรมชาติมีค่า 14-21.5°C ส่วนพื้นที่สวนป่าอายุ 7-37 ปี มีค่า 14-20, 13-20, 14-20, 15-21.5, 14-21, 14.5-21, 14-20 และ 13-19°C ตามลำดับ

รูปที่ 5-12 แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิสูงสุดของดินชั้นบนมีแนวโน้มลดลงตามอายุของสวนป่า โดยพบว่าในสวนป่าอายุ 7 ปี มีอุณหภูมิสูงสุดต่ำกว่าในพื้นที่โล่ง (เมษายน 2545) เท่ากับ 7°C และในสวนป่าอายุ 37 ปี มีค่าเท่ากับ 12°C ซึ่งคูสิต (2537) รายงานว่าสวนป่าไม้สนสามใบที่มีอายุ 6 ปี ที่คอยสามหมื่นมีความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดกับพื้นที่โล่ง (มีนาคม 2532) เท่ากับ 9°C ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาคั้งนี้ แต่อุณหภูมิต่ำสุดไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามชั้นอายุของสวนป่า อย่างไรก็ตามความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดมีค่ามากในพื้นที่สวนป่าที่มีอายุน้อย (ชั้นอายุ 7 ปี) ความแตกต่างจะลดน้อยลงในสวนป่าที่มีอายุมากขึ้น แต่เมื่อสวนป่ามีอายุ 20 ปีขึ้นไป ความแตกต่างของอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดเริ่มคงที่ การเจริญเติบโตของไม้สนสามใบมีอิทธิพลต่อสถานะของอุณหภูมิดังกล่าว ซึ่งเป็นผลจากการเจริญเติบโตทางความสูง การแผ่ขยายและการชิดกันของทรงพุ่ม รวมทั้งการปกคลุมของซากอินทรีย์บนพื้นป่า โดยเฉพาะ ใบสนที่ร่วงหล่น





รูปที่ 5-12 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิดิน (°C) ที่ระดับความลึก 5 ซม. จากผิวดิน ในช่วงเดือน ธันวาคม 2544-สิงหาคม 2545 บริเวณพื้นที่โล่ง ป่าธรรมชาติและสวนป่าชั้นอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

## (2) ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density)

ความหนาแน่นรวมของดินหมายถึง มวลหรือน้ำหนักดินแห้งต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร ซึ่งรวมทั้งส่วนที่เป็นของแข็งและช่องอากาศในดิน (Brady, 1974) ค่าความหนาแน่นเกี่ยวข้องกับการถ่ายเทของอากาศ การซึมผ่านของน้ำ กิจกรรมของสัตว์ในดิน เป็นต้น ข้อมูลจากการศึกษาได้แสดงไว้ในตารางที่ 5-4 และรูปที่ 5-13 พบว่า ดินชั้นบนในป่าธรรมชาติ (0-10 ซม.) มีค่าผันแปรระหว่าง  $1.5-1.7 \text{ Mg/m}^3$  และในชั้นดินที่อยู่ลึกลงไปจนถึง 100 ซม. (ดินชั้นล่าง) มีค่า  $1.6-1.7 \text{ Mg/m}^3$  แสดงให้เห็นว่าดินในป่ามีความหนาแน่นมากตลอดชั้นดิน ส่วนดินในสวนป่าอายุ 7 ปีนั้นดินชั้นบนมีค่า  $1.4 \text{ Mg/m}^3$  และดินชั้นล่างมีค่า  $0.8-1.4 \text{ Mg/m}^3$  ในสวนป่าอายุ 10 ปี ดินชั้นบนมีค่า  $1.0-1.4 \text{ Mg/m}^3$  และดินชั้นล่างมีค่า  $1.0-1.3 \text{ Mg/m}^3$  ดินชั้นบนในสวนป่าอายุ 14 ปี มีค่า  $1.3-1.6 \text{ Mg/m}^3$  และที่ระดับลึกลงไปมีค่า  $1.4-1.5 \text{ Mg/m}^3$  สวนป่าอายุ 18 ปี ดินชั้นบนมีค่าอยู่ระหว่าง  $1.3-1.6 \text{ Mg/m}^3$  ส่วนดินชั้นล่างมีค่าอยู่ในช่วง  $1.0-1.5 \text{ Mg/m}^3$

ในสวนป่าอายุ 21 ปี ความหนาแน่นของดินชั้นบนมีค่า  $1.2-1.3 \text{ Mg/m}^3$  และดินชั้นล่างมีค่า  $1.1-1.4 \text{ Mg/m}^3$  สวนป่าอายุ 28 ปี ดินชั้นบนมีค่า  $1.3-1.4 \text{ Mg/m}^3$  และดินชั้นล่างมีค่าอยู่ระหว่าง  $1.1-1.4 \text{ Mg/m}^3$  ขณะที่สวนป่าอายุ 32 ปี มีค่า  $1.2-1.5 \text{ Mg/m}^3$  ในดินชั้นบนและมีค่า  $1.2-1.4 \text{ Mg/m}^3$  ในดินชั้นล่าง สวนป่าอายุ 37 ปีนั้นดินชั้นบนมีค่า  $1.0-1.3 \text{ Mg/m}^3$  และดินชั้นล่างมีค่า  $1.0-1.4 \text{ Mg/m}^3$

ข้อมูลชี้ให้เห็นว่าความหนาแน่นรวมของดินในสวนป่าจากชั้นอายุน้อยไปมาก (7-37 ปี) ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับความหนาแน่นรวมของดิน ดังแสดงใน รูปที่ 5-14 (ก) โดยเฉพาะดินชั้นบนนั้นน่าจะได้รับอิทธิพลจากไม้สนสามใบที่ปลูก ซึ่งโดยทั่วไปแล้วความหนาแน่นของดินน่าจะลดลงตามอายุของสวนป่า ปกติพันธุ์ไม้จะมีอิทธิพลต่อความหนาแน่นรวมของดินได้จากซากอินทรีย์วัตถุที่ร่วงหล่นและระบบราก สำหรับดินชั้นล่างนั้นจะได้รับอิทธิพลน้อย ความหนาแน่นรวมของดินในสวนป่าไม้สนสามใบมีการเปลี่ยนแปลงตามอายุของสวนป่าน้อยหรือซ้ำมาก เนื่องจากไฟป่าที่เกิดขึ้นจะทำให้มีการชะกร่อนหน้าดินสูงและส่งผลต่อความหนาแน่นของดิน ซึ่งเช่นเดียวกับสวนป่าไม้สักที่รายงานโดย สุนทร (2544)

## (3) ปริมาณก้อนกรวด

ก้อนกรวดหมายถึง เศษหินที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-75 มม. ปริมาณก้อนกรวดในชั้นดินเป็นสิ่งบ่งบอกถึงการพัฒนาของชั้นดิน โดยปกติดินที่มีการพัฒนามานานจะไม่มีก้อนกรวดหรือมีน้อย แต่ดินที่เกิดใหม่จะมีปริมาณก้อนกรวดในชั้นดินมาก ข้อมูลจากการศึกษาได้แสดงไว้ในตารางที่ 5-5

ในพื้นที่ป่าธรรมชาติ ดินชั้นบนมีปริมาณกรวด 3.00-5.50% โดยน้ำหนัก และดินชั้นล่างมีค่า 1.50-5.00% ส่วนพื้นที่สวนป่าอายุ 7 ปี ดินชั้นบนมีค่า 21.79-26.09% และดินชั้นล่างมีค่า 26.03-40.32% สวนป่าอายุ 10 ปี ดินชั้นบนมีค่าเท่ากับ 18.37-35.66% และดินชั้นล่างมีค่า 14.42-43.95%

สวนป่าอายุ 14 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่าเฉลี่ย 25.33-34.33 และ 6.00-24.33% ตามลำดับ ส่วนสวนป่าอายุ 18 ปี ดินชั้นบนมีค่าอยู่ในช่วง 5.52-18.48% และดินชั้นล่างมีค่า 3.15-9.95%

ในสวนป่าอายุ 21 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่าอยู่ในช่วง 1.50-2.24 และ 2.29-8.47% ตามลำดับ ส่วนสวนป่าอายุ 28 ปี ชั้นดินบนมีค่าอยู่ระหว่าง 1.03-1.52% และชั้นดินล่างมีค่าอยู่ระหว่าง 1.77-3.44%

สวนป่าอายุ 32 ปี ชั้นดินบนมีค่าอยู่ระหว่าง 2.05-2.19% และชั้นดินล่างมีค่า 3.12-8.47% สำหรับชั้นดินบนและชั้นดินล่างของสวนป่าอายุ 37 ปี มีค่าอยู่ในช่วง 0.58-0.68 และ 0.48-3.76% ตามลำดับ

แสดงให้เห็นว่าปริมาณของก้อนกรวดในชั้นดินของป่าธรรมชาติมีน้อย ดินในสวนป่าที่มีอายุน้อยมีปริมาณก้อนกรวดมากและมีปริมาณลดลงตามอายุของสวนป่า (รูปที่ 5-14 (ข) และ รูปที่ 5-15) ซึ่งเป็นผลจากขบวนการพัฒนาของชั้นดินตามเวลาและเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อินทรีย์วัตถุ ความชื้น ไฟป่า น้ำฝน เป็นต้น ที่มีผลต่อการผุพังสลายตัวของก้อนกรวด

#### (4) สัดส่วนปริมาณอนุภาคดิน (Soil particles)

อนุภาคดินแบ่งออกเป็น 3 อย่าง คือ อนุภาคดินเหนียว (clay) ทรายแป้ง (silt) และทราย (sand) สัดส่วนของอนุภาคดินเหล่านี้มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะของเนื้อดิน ดินที่มีเนื้อละเอียดจะมีอนุภาคของดินเหนียวมาก ขณะที่ดินที่มีเนื้อหยาบจะมีอนุภาคของทรายอยู่ในสัดส่วนที่มาก สัดส่วนของอนุภาคดินอาจเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ซึ่งเกี่ยวข้องกับการพัฒนาของชั้นดินที่ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยหลายอย่าง ปัจจัยหนึ่งก็คือการทดแทนของพืชพรรณไม้ รวมทั้งการปลูกสร้างสวนป่าจากการศึกษา พบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นไม่ชัดเจน โดยมีความผันแปรไปตามพื้นที่และชั้นอายุของสวนป่า (รูปที่ 5-16)

#### (ก) ปริมาณอนุภาคทราย

ป่าธรรมชาติมีปริมาณอนุภาคทรายในดินชั้นบนและชั้นล่างอยู่ในช่วง 68.8-69.0 และ 46.6-63.0% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ดินชั้นบนในสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 40.2-40.8, 42.2-39.8, 53.8-71.1, 68.0-71.6, 65.8-77.8, 54.8-76.8, 58.6-66.4 และ 48.8-52.8% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ส่วนดินชั้นล่างของสวนป่าทั้ง 8 ชั้นอายุ มีค่าผันแปรอยู่ใน

ช่วง 20.0-36.4%, 22.8-46.4, 42.0-48.0, 52.8-68.2, 49.8-77.8, 37.8-44.6, 35.0-55.0 และ 35.0-47.8% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

**(ข) ปริมาณอนุภาคของทรายแป้ง**

พื้นที่ป่าธรรมชาติในชั้นดินบนมีค่าระหว่าง 12.3-15.3% โดยน้ำหนัก และดินชั้นล่างมีค่า 10.3-13.1% โดยน้ำหนัก ส่วนในดินชั้นบนของสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าอยู่ในช่วง 2.9-4.1, 16.1-18.9, 4.2-9.7, 13.5-15.7, 7.7-23.1, 10.7-11.3, 11.5-13.7 และ 3.5-12.3% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ สำหรับดินชั้นล่างของสวนป่ามีค่า 5.1-17.7, 3.7-20.7, 7.7-12.3, 15.5-17.3, 7.9-11.5, 6.5-28.1, 8.7-17.3 และ 5.3-15.1% โดยน้ำหนัก ตามลำดับชั้นอายุสวนป่า

**(ค) ปริมาณอนุภาคดินเหนียว**

ปริมาณอนุภาคดินเหนียวในดินชั้นบนของป่าธรรมชาติมีค่าอยู่ระหว่าง 15.7-18.9% โดยน้ำหนัก และดินชั้นล่างมีค่า 23.9-42.9% โดยน้ำหนัก ส่วนในชั้นดินบนของสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าอยู่ในช่วง 55.1-56.9, 38.9-44.1, 24.7-36.5, 14.9-16.3, 11.1-14.5, 12.5-33.9, 19.9-29.9 และ 38.9-43.7% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ และในชั้นดินล่างมีค่า 54.5-64.5, 44.5-66.5, 39.7-46.6, 16.1-30.3, 12.7-38.7, 32.9-53.5, 36.3-51.7 และ 44.5-49.9% โดยน้ำหนัก ตามลำดับ

อนุภาคทรายและทรายแป้งในดินมีการเปลี่ยนแปลงตามอายุของสวนป่าไม่ชัดเจน ขณะที่ดินเหนียวมีแนวโน้มลดลงบ้างแต่มีความผันแปรตามอายุของสวนป่า ดังแสดงในรูปที่ 5-14 (ง) (จ) และ (ฉ) การชะล้างอนุภาคดินจากดินชั้นบนลงสู่ชั้นดินล่างจะทำให้ปริมาณอนุภาคดินเหนียวในดินชั้นบนลดลงและไปสะสมในดินชั้นล่าง การเผาไหม้ของซากอินทรีย์วัตถุบนพื้นป่าจะทำให้หน้าดินไม่มีซากอินทรีย์วัตถุปกคลุมและทำลายฮิวมัสในดิน พอช่วงต้นฤดูฝนหน้าดินจะถูกชะล้างออกไปได้ง่าย ส่งผลให้ปริมาณอนุภาคดินต่างๆ ดังกล่าวไม่เปลี่ยนแปลงตามอายุของสวนป่า

ปริมาณต่อปริมาตรของอนุภาคของดินเหนียว ทรายแป้งและทรายรวมกัน (เส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 2 มม.) มีความเกี่ยวข้องกับปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารในดิน พบว่า ปริมาณของเนื้อดินในชั้นดินบนและดินล่าง (1 เมตร) ของป่าธรรมชาติมีค่า 14.7-16.7 kg/m<sup>3</sup> สำหรับพื้นที่สวนป่าชั้นอายุ 7-37 ปี ปริมาณเนื้อดินของดินชั้นบนและชั้นล่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุของสวนป่า ดังข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 5-5 (รูปที่ 14-ค) และ รูปที่ 17) ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากการผุพังของวัตถุต้นกำเนิดดินและการสะสมของอินทรีย์วัตถุที่มากขึ้น

### (5) เนื้อดิน (Soil texture)

เนื้อดินเกี่ยวข้องกับสัดส่วนของอนุภาคดินเหนียว ทรายแป้งและทราย ซึ่งอาจจำแนกออกเป็นดินเนื้อละเอียด ปานกลางและหยาบ เนื้อดินที่จัดเป็นดินเหนียว (clayey soil) ต้องมีปริมาณอนุภาคของดินเหนียวมากกว่า 40% ส่วนเนื้อดินที่จัดเป็นทรายแป้ง (silty soil) และทราย (sandy soil) จะต้องประกอบด้วยอนุภาคทรายแป้งและทรายมากกว่า 80 และ 90% ตามลำดับ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) จากการศึกษาดินในป่าธรรมชาติและสวนป่า 8 ชั้นอายุ (ตารางที่ 5-4) ได้ผลดังนี้

ในพื้นที่ป่าธรรมชาติ ดินชั้นบนเป็นดินเนื้อหยาบแบบดินร่วนทราย (sandy loam) และดินชั้นล่างเป็นดินเนื้อปานกลางและเนื้อละเอียด ประกอบด้วยดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) และดินเหนียวปนทราย (sandy clay) สวนป่าอายุ 7 ปี ทั้งดินบนและดินล่างมีเนื้อดินเป็นเหนียว สวนป่าอายุ 10 ปี ดินชั้นบนเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินเหนียว ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทราย

สวนป่าอายุ 14 ปี ดินชั้นบนเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินเหนียวปนทราย ส่วนชั้นล่างเป็นดินเหนียวและดินเหนียวปนทราย สวนป่าอายุ 18 ปี ดินชั้นบนเป็นดินร่วนทราย ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินร่วนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนทราย

สวนป่าอายุ 21 ปี ดินชั้นบนเป็นดินร่วนทราย ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินร่วนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนทราย สำหรับชั้นดินบนของสวนป่าอายุ 28 ปี เป็นดินร่วนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนทราย ส่วนชั้นดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินร่วนเหนียวหรือดินเหนียว

สวนป่าอายุ 32 ปี ดินชั้นบนเป็นดินเหนียวหรือดินร่วนทราย ส่วนดินชั้นล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินร่วนเหนียวหรือดินเหนียว สวนป่าอายุ 37 ปี ดินชั้นบนเป็นดินร่วนเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายและดินชั้นล่างเป็นดินเหนียวปนทรายหรือดินเหนียว

แสดงให้เห็นว่าดินชั้นบนมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามชั้นอายุของสวนป่า โดยมีเนื้อดินที่ละเอียดขึ้น ในสวนป่าชั้นอายุน้อยเป็นดินเนื้อหยาบหรือปานกลางและเป็นดินเนื้อละเอียดเมื่อสวนป่ามีอายุมากขึ้น ส่วนดินชั้นล่างไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนตามอายุของสวนป่า ส่วนใหญ่เป็นดินเนื้อปานกลางหรือเนื้อละเอียด

ตารางที่ 5-4 สมบัติทางกายภาพบางประการของดินในป่าธรรมชาติและสวนป่าไม้สนสามใบที่มีอายุต่างๆ กัน ณ สวนป่าดอยป่าหลวง อำเภอสอด จังหวัดเชียงใหม่

อายุ (ปี)	ความลึก (ซม.)	ความหนาแน่นรวม (Mg/m <sup>3</sup> )				อนุภาคดิน (%)			เนื้อดิน
		แปลง 1	แปลง 2	แปลง 3	เฉลี่ย	ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว	
ป่าธรรมชาติ (P-DDF)	0-5	1.53	-	-	1.53	69	15	16	Sandy loam
	5-10	1.69	-	-	1.69	69	12	19	Sandy loam
	10-20	1.67	-	-	1.67	63	13	24	Sandy clay loam
	20-30	1.64	-	-	1.64	59	13	28	Sandy clay loam
	30-40	1.60	-	-	1.60	57	13	30	Sandy clay loam
	40-60	1.62	-	-	1.62	47	10	43	Sandy clay
	60-80	1.59	-	-	1.59	51	11	38	Sandy clay
	80-100	1.59	-	-	1.59	47	12	42	Sandy clay
7 (2537)	0-5	1.39	1.37	-	1.38	41	4	55	Clay
	5-10	1.40	1.35	-	1.38	40	3	57	Clay
	10-20	1.39	1.32	-	1.36	36	5	59	Clay
	20-30	1.27	1.44	1.07	1.26	20	17	63	Clay
	30-40	1.27	1.30	-	1.28	20	15	65	Clay
	40-60	1.29	1.35	1.48	1.37	28	18	55	Clay
	60-80	1.20	1.42	1.43	1.35	23	17	60	Clay
	80-100	1.01	0.94	0.77	0.91	24	17	60	Clay
10 (2534)	0-5	1.24	1.20	1.03	1.16	42	19	39	Sandy loam
	5-10	1.35	1.25	1.22	1.27	40	16	44	Clay
	10-20	1.02	1.01	1.12	1.05	30	15	55	Clay
	20-30	1.17	1.13	1.26	1.19	30	4	67	Clay
	30-40	1.22	1.23	1.18	1.21	46	9	45	Sandy clay
	40-60	1.22	1.19	1.23	1.21	26	15	58	Clay
	60-80	1.25	1.24	1.31	1.27	29	20	52	Clay
	80-100	1.34	0.99	1.04	1.13	23	21	57	Clay
14 (2530)	0-5	1.28	1.58	1.47	1.44	71	4	25	Sandy clay loam
	5-10	1.44	1.42	1.44	1.43	54	10	37	Sandy clay
	10-20	1.47	1.44	1.45	1.45	42	12	46	Clay
	20-30	1.48	1.48	1.42	1.46	43	11	47	Clay
	30-40	1.46	1.44	1.44	1.45	46	8	47	Clay
	40-60	1.47	1.46	1.44	1.46	44	10	46	Clay
	60-80	1.41	1.44	1.40	1.42	42	12	46	Clay
	80-100	1.46	1.52	1.41	1.47	48	12	40	Sandy clay
18 (2526)	0-5	1.59	1.29	1.38	1.42	68	16	16	Sandy loam
	5-10	1.32	1.38	1.38	1.36	72	14	15	Sandy loam
	10-20	1.03	1.14	1.08	1.08	68	16	16	Sandy loam
	20-30	1.28	1.27	1.29	1.28	68	16	17	Sandy loam

ตารางที่ 5-4 (ต่อ)

อายุ (ปี)	ความลึก (ซม.)	ความหนาแน่นรวม (Mg/m <sup>3</sup> )				อนุภาคดิน (%)			เนื้อดิน
		แปลง 1	แปลง 2	แปลง 3	เฉลี่ย	ทราย	ทรายแป้ง	ดินเหนียว	
18 (2526)	30-40	1.31	1.40	1.33	1.35	66	16	19	Sandy loam
	40-60	1.37	1.39	1.37	1.38	61	16	24	Sandy clay loam
	60-80	1.51	1.47	1.50	1.49	53	17	30	Sandy clay loam
	80-100	-	1.34	-	1.34	54	17	29	Sandy clay loam
21 (2523)	0-5	1.28	1.22	1.18	1.23	78	8	15	sandy loam
	5-10	1.35	1.30	1.29	1.31	66	23	11	sandy loam
	10-20	1.09	1.08	1.06	1.07	78	10	13	sandy loam
	20-30	1.31	1.29	1.28	1.29	72	10	19	sandy loam
	30-40	1.29	1.27	1.27	1.28	66	8	26	sandy loam
	40-60	1.27	1.29	1.30	1.29	66	9	26	sandy clay loam
	60-80	1.31	1.37	1.30	1.32	58	11	31	sandy clay loam
	80-100	1.23	1.33	1.20	1.26	50	12	39	sandy clay loam
28 (2516)	0-5	1.42	1.35	1.34	1.37	77	11	13	sandy clay
	5-10	1.35	1.31	1.32	1.33	55	11	34	sandy loam
	10-20	1.10	1.05	1.09	1.08	45	11	45	sandy clay loam
	20-30	1.28	1.21	1.24	1.25	39	28	33	Clay
	30-40	1.30	1.25	1.21	1.25	39	11	50	clay loam
	40-60	1.41	1.28	1.21	1.30	42	10	49	Clay
	60-80	1.44	1.35	1.17	1.32	41	7	52	Clay
	80-100	1.34	1.32	1.18	1.28	38	9	54	Clay
32 (2512)	0-5	1.49	1.42	1.22	1.37	66	14	20	Clay
	5-10	1.39	1.36	1.41	1.39	59	12	30	sandy loam
	10-20	1.30	1.35	1.24	1.30	55	9	36	sandy clay loam
	20-30	1.34	1.45	1.43	1.41	43	11	46	sandy clay
	30-40	1.32	1.29	1.41	1.34	41	12	47	Clay
	40-60	1.26	1.30	1.44	1.33	35	13	52	Clay
	60-80	1.25	1.34	1.42	1.33	41	13	46	Clay
	80-100	1.30	1.28	1.38	1.32	43	17	39	Clay
37 (2507)	0-5	0.96	1.34	1.32	1.21	53	4	44	clay loam
	5-10	0.99	1.29	1.22	1.17	49	12	39	sandy clay
	10-20	0.97	1.26	1.21	1.15	48	5	47	sandy clay
	20-30	0.97	1.34	1.17	1.16	43	9	48	sandy clay
	30-40	0.97	1.35	1.13	1.15	42	13	46	Clay
	40-60	1.08	1.39	1.20	1.22	44	11	45	Clay
	60-80	1.09	1.34	1.20	1.21	35	15	50	Clay
	80-100	1.09	1.29	1.15	1.18	39	11	50	Clay

หมายเหตุ : - ไม่สามารถเก็บตัวอย่างดินได้

ตารางที่ 5-5 ปริมาณกรวดและอนุภาคดินในพื้นที่สวนป่าและป่าธรรมชาติ บริเวณสวนป่าคอย  
บ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

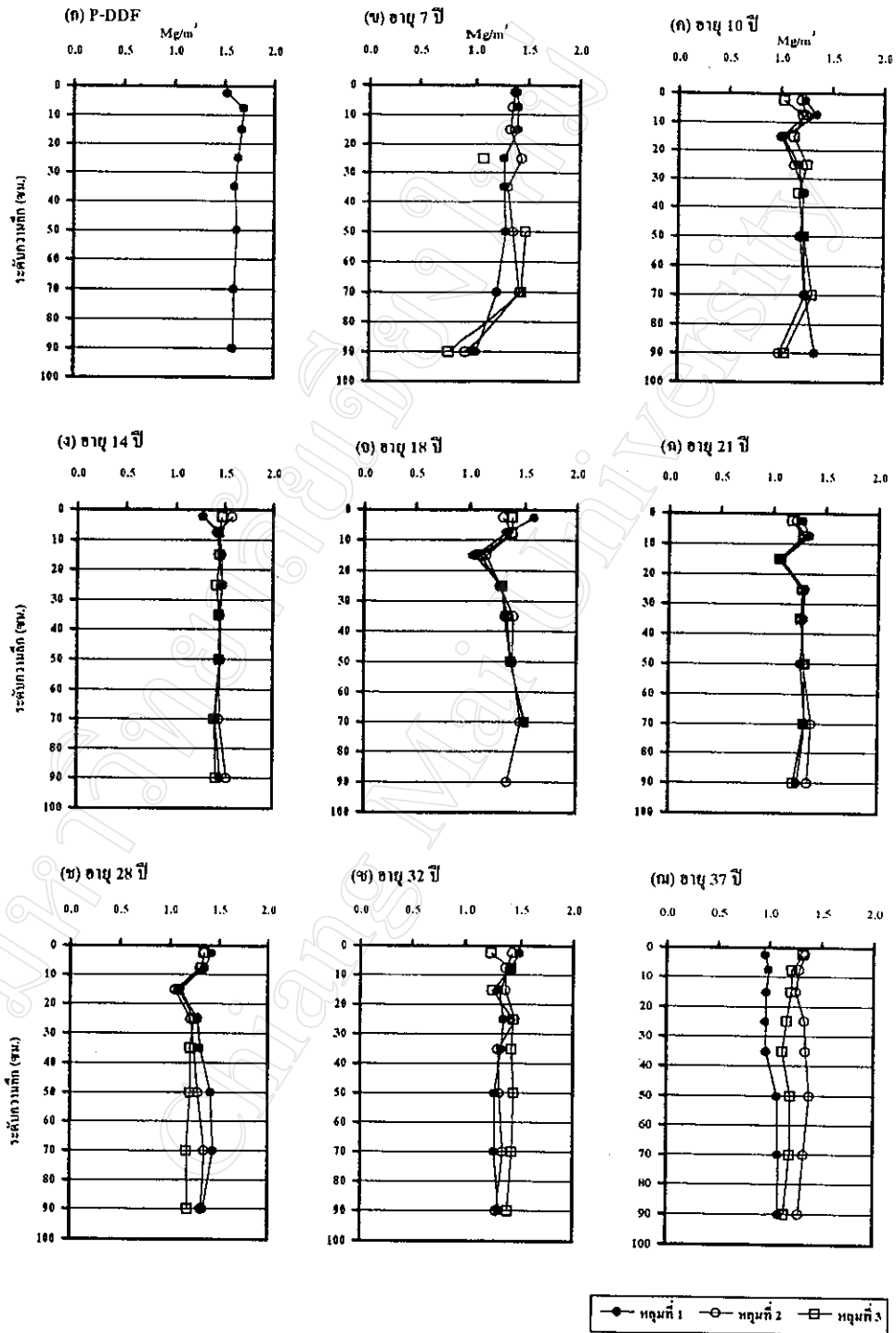
อายุ (ปี)	ความ ลึก (ซม.)	ปริมาณกรวด (% โดยน้ำหนัก)				ปริมาณอนุภาคดิน (kg/m <sup>3</sup> )				ปริมาณอนุภาค ดินเฉลี่ย (% โดยน้ำหนัก)
		แปลง 1	แปลง 2	แปลง 3	เฉลี่ย	แปลง 1	แปลง 2	แปลง 3	เฉลี่ย	
ป่าธรรมชาติ (P-DDF)	0-5	6	-	-	6	15	-	-	15	95
	5-10	3	-	-	3	17	-	-	17	97
	10-20	2	-	-	2	17	-	-	17	98
	20-30	4	-	-	4	16	-	-	16	96
	30-40	5	-	-	5	16	-	-	16	95
	40-60	2	-	-	2	16	-	-	16	99
	60-80	3	-	-	3	16	-	-	16	97
	80-100	5	-	-	5	15	-	-	15	96
7 (2537)	0-5	19	9	38	22	12	13	0	8	78
	5-10	16	8	54	26	12	13	0	8	74
	10-20	18	13	49	27	12	12	0	8	73
	20-30	30	16	49	32	9	12	6	9	68
	30-40	33	38	50	40	9	8	0	6	60
	40-60	12	28	52	31	12	10	7	10	69
	60-80	6	28	44	26	12	10	8	10	74
	80-100	15	34	45	31	9	6	4	7	69
10 (2534)	0-5	17	14	24	18	11	11	8	10	82
	5-10	67	20	20	36	5	10	10	8	64
	10-20	40	42	50	44	6	6	6	6	56
	20-30	18	18	8	14	10	10	12	10	86
	30-40	47	13	8	22	7	11	11	10	78
	40-60	54	5	7	22	6	12	12	10	78
	60-80	18	13	12	15	10	11	12	11	85
	80-100	8	46	-	18	13	6	11	10	82
14 (2530)	0-5	13	45	45	34	11	9	8	10	66
	5-10	18	13	45	25	12	13	8	11	75
	10-20	40	18	13	24	9	12	13	11	76
	20-30	15	40	18	24	13	9	12	11	76
	30-40	12	15	40	22	13	13	9	11	78
	40-60	5	12	15	11	14	13	13	13	89
	60-80	13	5	12	10	13	14	13	13	90
	80-100	-	13	5	6	15	14	14	14	94
18 (2526)	0-5	13	3	1	6	14	13	14	14	95
	5-10	45	10	1	19	7	13	14	11	82
	10-20	16	13	1	10	9	10	11	10	90
	20-30	9	12	1	8	12	11	13	12	93



ตารางที่ 5-5 (ต่อ)

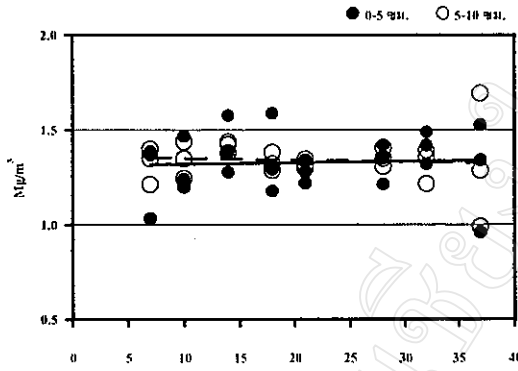
อายุ (ปี)	ความ ลึก (ซม.)	ปริมาณกรวด (% โดยน้ำหนัก)				ปริมาณอนุภาคดิน (kg/m <sup>3</sup> )				ปริมาณอนุภาค ดินเฉลี่ย (% โดยน้ำหนัก)
		แปลง 1	แปลง 2	แปลง 3	เฉลี่ย	แปลง 1	แปลง 2	แปลง 3	เฉลี่ย	
18 (2526)	30-40	8	12	2	7	12	13	13	13	93
	40-60	8	3	3	5	13	14	14	13	96
	60-80	5	2	17	8	15	15	13	14	92
	80-100	4	1	5	3	0	14	0	5	97
21 (2523)	0-5	2	2	3	2	13	12	12	12	98
	5-10	3	1	1	2	13	13	13	13	99
	10-20	15	1	1	6	9	11	11	10	94
	20-30	24	1	1	9	10	13	13	12	92
	30-40	17	1	1	6	11	13	13	12	94
	40-60	6	1	1	2	12	13	13	13	98
	60-80	11	1	0	4	12	14	13	13	96
	80-100	13	1	1	5	11	14	12	12	95
28 (2516)	0-5	1	1	1	1	14	14	14	14	99
	5-10	1	2	2	2	14	13	13	13	99
	10-20	1	2	2	2	11	11	11	11	98
	20-30	1	2	3	2	13	12	12	12	98
	30-40	1	4	3	3	13	12	12	12	97
	40-60	2	2	3	2	14	13	12	13	98
	60-80	3	4	3	3	14	13	12	13	97
	80-100	5	2	2	3	13	13	12	13	97
32 (2512)	0-5	2	2	1	2	15	14	12	14	98
	5-10	3	2	2	2	14	14	14	14	98
	10-20	10	5	6	7	12	13	12	12	93
	20-30	10	5	10	9	12	14	13	13	92
	30-40	7	13	6	9	13	12	14	13	92
	40-60	4	8	7	6	12	12	14	13	94
	60-80	2	2	5	3	13	13	14	13	97
	80-100	2	3	7	4	13	13	13	13	96
37 (2507)	0-5	0	1	1	1	10	14	13	12	99
	5-10	0	1	1	1	10	13	12	12	99
	10-20	1	1	1	1	10	13	12	12	100
	20-30	1	1	0	1	10	14	12	12	100
	30-40	1	1	1	1	10	14	11	12	99
	40-60	1	1	1	1	11	14	12	12	99
	60-80	1	10	1	4	11	12	12	12	96
	80-100	1	4	1	2	11	13	12	12	98

หมายเหตุ: - ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้

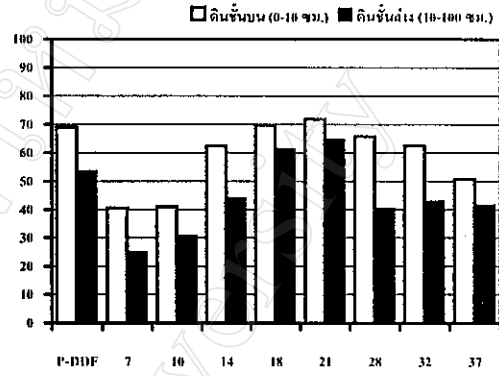


รูปที่ 5-13 การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นรวมของดินตามระดับความลึกในป่าธรรมชาติและสวนป่าไม้สนสามใบอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

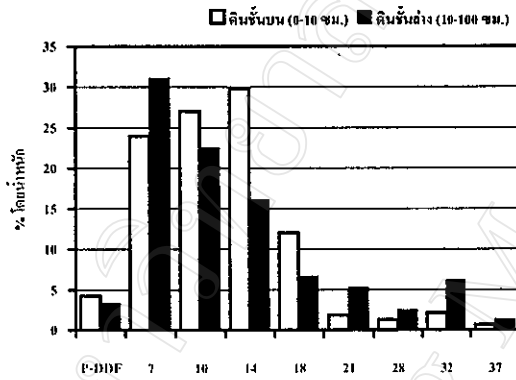
(ก) ความหนาแน่นรวมของดิน



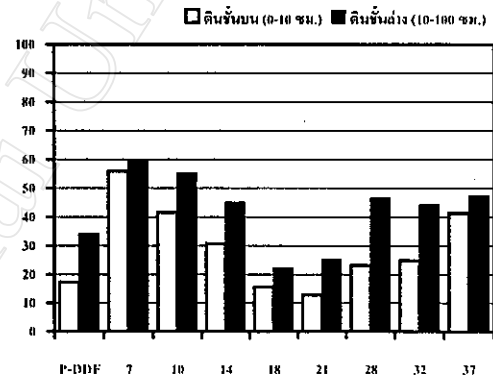
(ง) ปริมาณอนุภาคดินทราย (%)



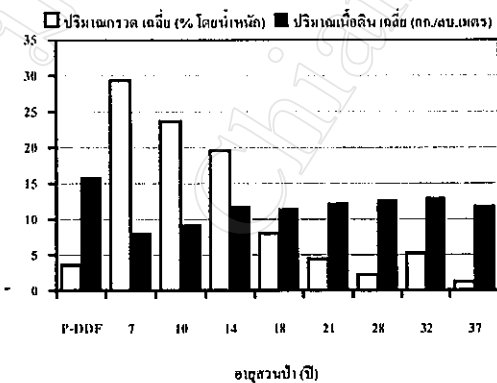
(ข) ปริมาณกรดที่พบในชั้นดินบนและชั้นดินล่าง



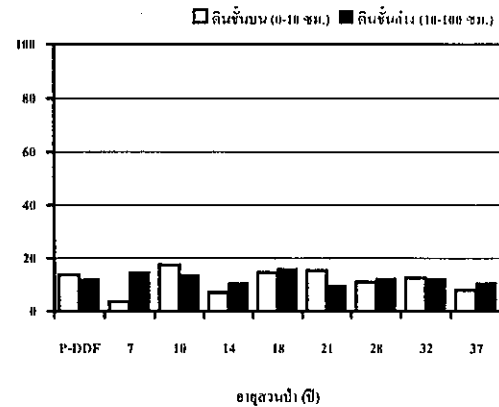
(จ) ปริมาณอนุภาคดินเหนียว (%)



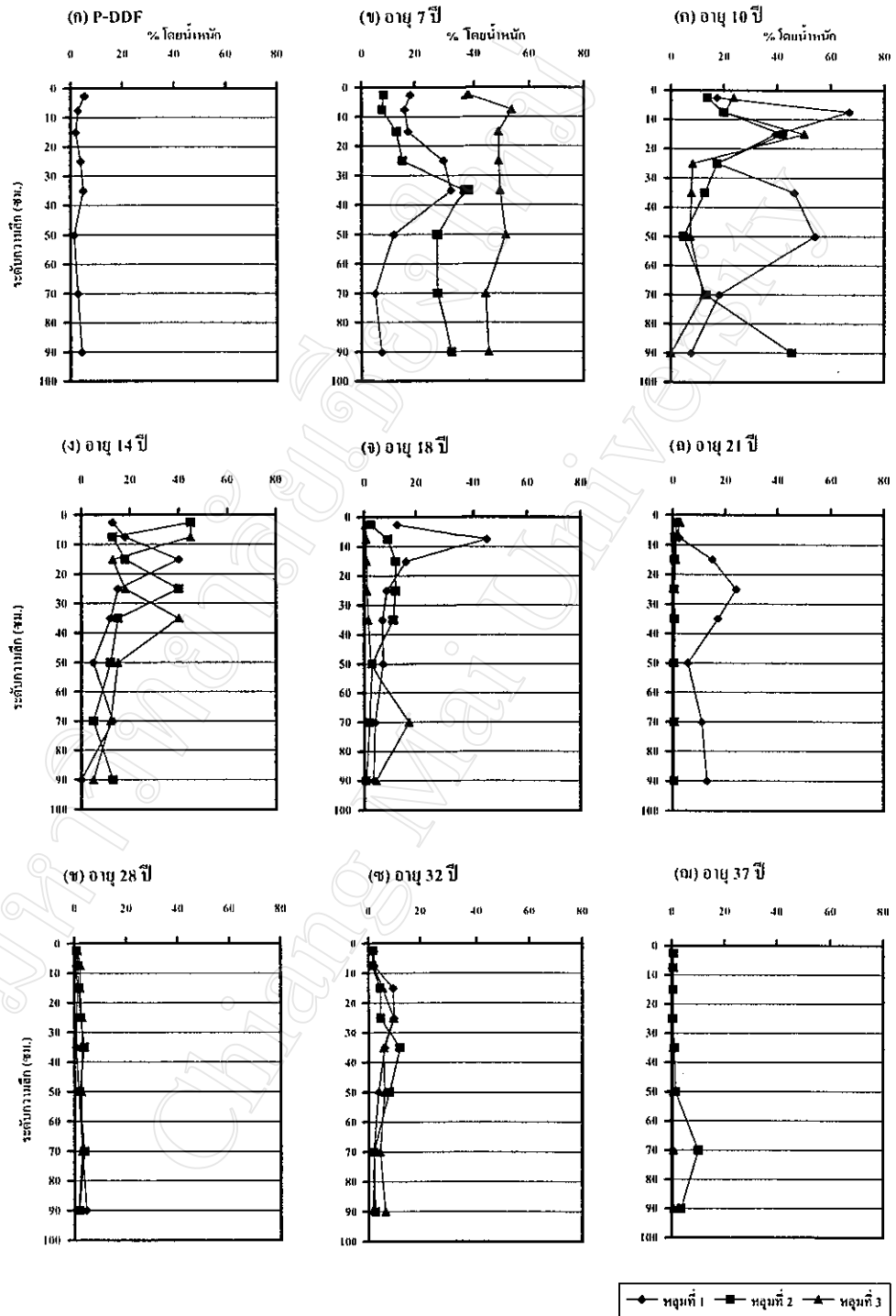
(ค) ปริมาณกรดและเนื้อดินเหนียว



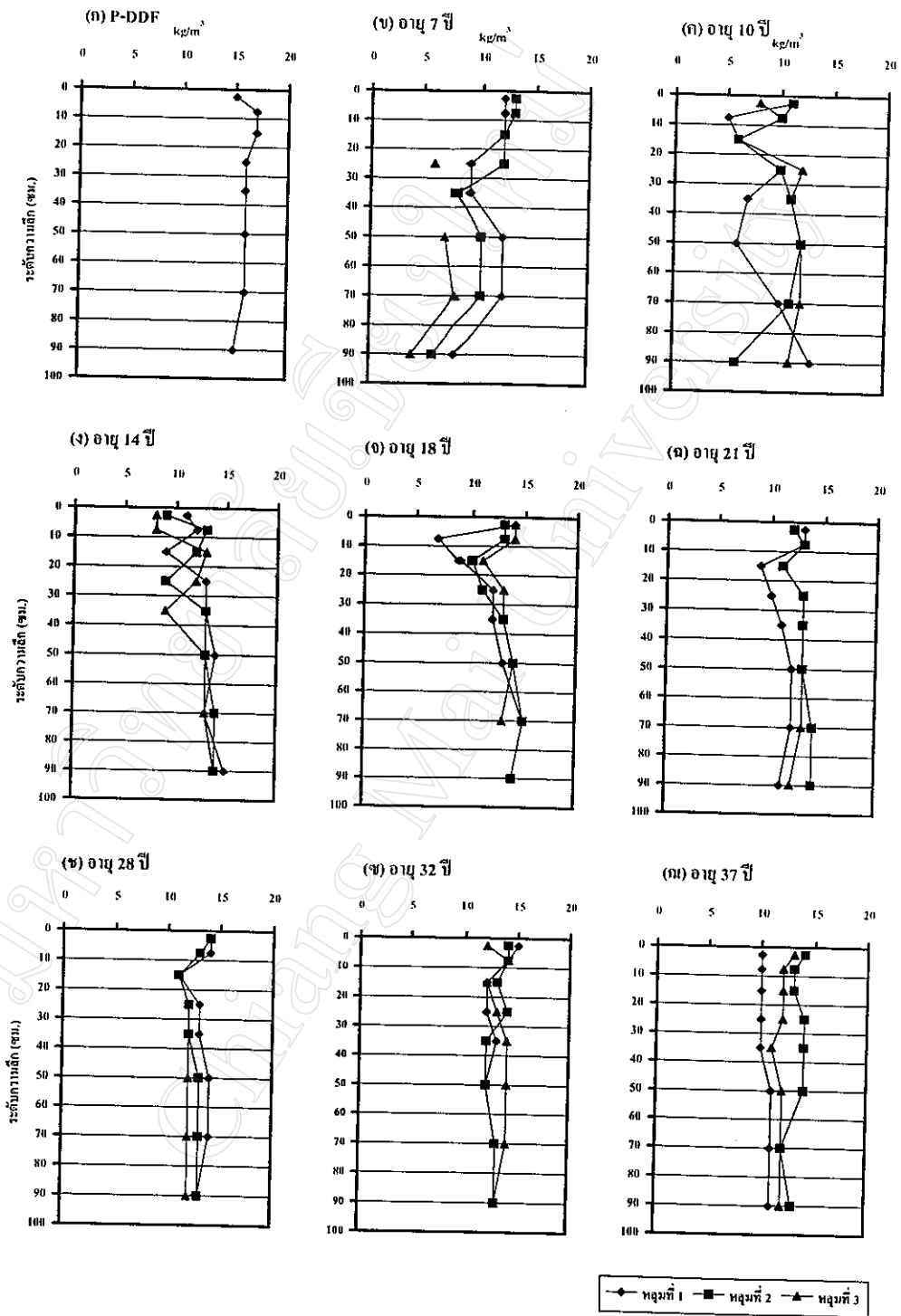
(ฉ) ปริมาณอนุภาคทรายแป้ง (%)



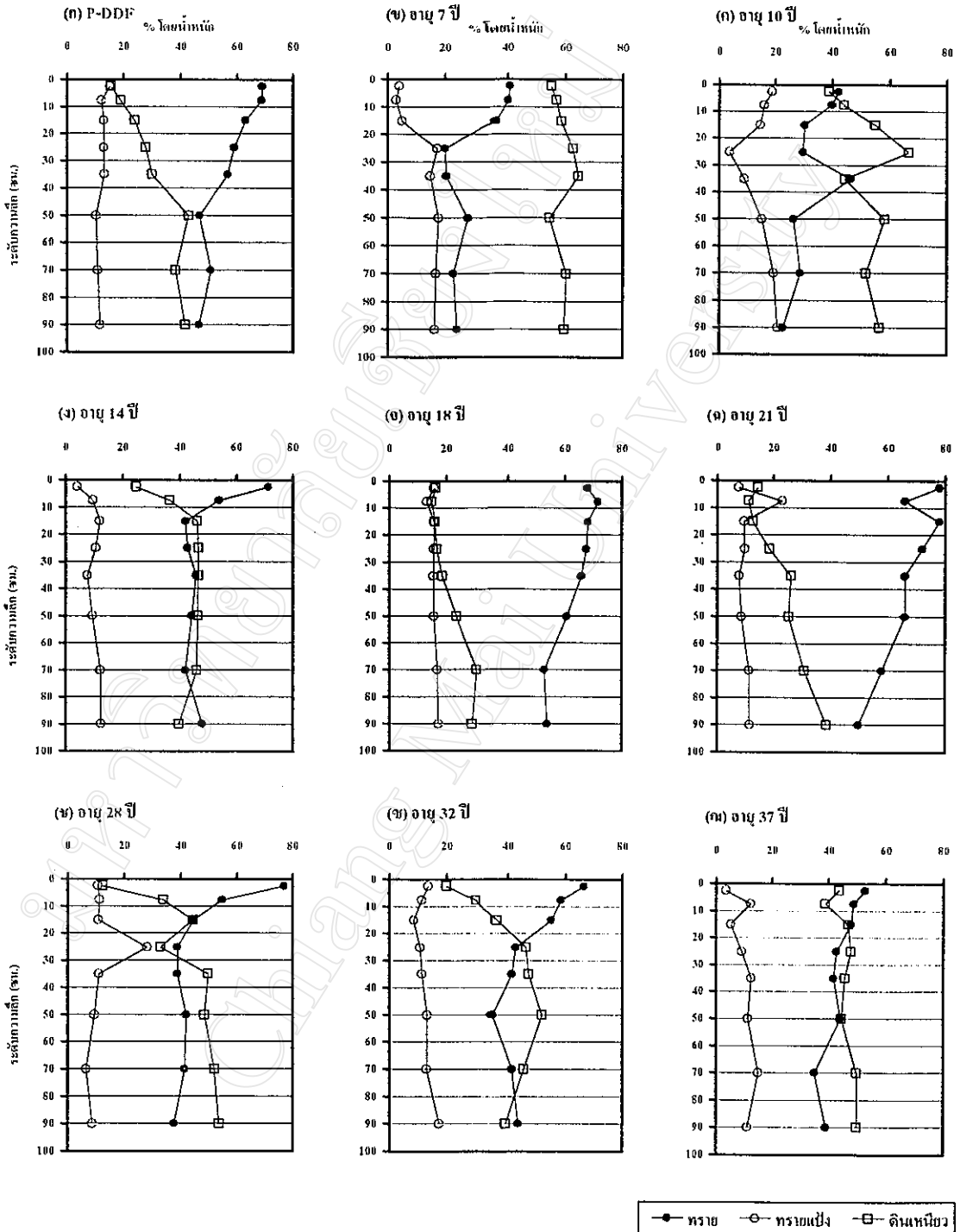
รูปที่ 5-14 ความผันแปรทางกายภาพของดินบริเวณป่าธรรมชาติและพื้นที่สวนป่าชั้นอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 5-15 ปริมาณก่อนกรวดในชั้นดินบริเวณสวนป่าไม้สนสามใบชั้นอายุ 7-37 ปี และพื้นที่ป่าธรรมชาติบริเวณข้างเคียงของสวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 5-16 การกระจายของอนุภาคดินตามระดับความลึกของชั้นดินในสวนป่าชั้นอายุ 7-37 ปี และป่าธรรมชาติ บริเวณสวนป่าคอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 5-17 ปริมาณเนื้อดินในบริเวณสวนป่าชั้นอายุ 7-37 ปี และพื้นที่ป่าธรรมชาติ ณ สวนป่าคอย บ่อหลวง อำเภอยอด จังหวัดเชียงใหม่

### 5.2.3 สมบัติทางเคมี

สมบัติทางเคมีของดินที่ทำการศึกษา ได้แก่ ปฏิกริยาดิน (pH) อินทรีย์วัตถุ คาร์บอน ไนโตรเจนทั้งหมดและธาตุอาหารที่สามารถสกัดได้ ซึ่งประกอบด้วยฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม ผลการศึกษาได้แสดงไว้ใน ตารางที่ 5-6

#### (1) ค่า pH ของดิน

รูปที่ 5-18 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า pH ตามระดับความลึกของดินในป่าธรรมชาติและสวนป่า 8 ชั้นอายุ พบว่า ในป่าธรรมชาตินั้นดินชั้นบนและชั้นล่างมีปฏิกริยาเป็นกรดปานกลาง (pH=5.4-5.8) ดินชั้นบนของสวนป่าอายุ 7 ปี เป็นกรดปานกลางถึงกรดแก่ (5.1-6.0) และดินชั้นล่างเป็นกรดแก่หรือกรดจัด (5.0-5.5) สวนป่าอายุ 10 ปี ดินชั้นบนเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัด (5.0-6.0) และดินชั้นล่างเป็น กรดแก่ (5.0-5.5)

สวนป่าอายุ 14 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัด (4.9-5.8 และ 5.0-5.9 ตามลำดับ) ขณะที่สวนป่าอายุ 18 ปี ดินชั้นบนเป็นด่างอย่างอ่อนถึงกรดปานกลาง (5.7-7.5) และ ดินชั้นล่างเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดแก่ (5.3-6.4)

สวนป่าอายุ 21 ปี ทั้งดินชั้นบนและชั้นล่างเป็นกรดปานกลางถึงกรดแก่ (5.5-6.0 และ 5.4-6.0 ตามลำดับ) สวนป่าอายุ 28 ปี ดินชั้นบนเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดแก่ (5.3-6.1) และดินชั้นล่างเป็นกรดปานกลางถึงกรดแก่ (5.1-6.0)

สวนป่าอายุ 32 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัด (4.9-5.6 และ 4.7-5.9 ตามลำดับ) สำหรับสวนป่าอายุ 37 ปี ดินชั้นบนเป็นกรดปานกลางถึงกรดแก่ (5.1-6.0) และดินชั้นล่างเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัด (4.8-5.7)

ข้อมูลชี้ให้เห็นว่า ค่า pH ของดินในสวนป่าไม้สนสามใบเป็นกรดปานกลางถึงกรดแก่จัดและมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยเมื่ออายุของสวนป่ามากขึ้น โดยเฉพาะที่ระดับความลึก 0-5 ซม. (รูปที่ 5-19 ก) การที่ความเป็นกรดของดินไม่เพิ่มขึ้นมากนักตามอายุของสวนป่าอาจเป็นผลมาจากการเกิดไฟป่าและการเขาะกร่อนหน้าดิน ซึ่งไฟป่าจะทำลายอินทรีย์วัตถุและขี้เถ้ามีปฏิกริยาเป็นด่าง (Pritchett and Fisher, 1987; Kimmins, 1997)

ตารางที่ 5-6 สมบัติทางเคมีของดินในป่าธรรมชาติและสวนป่าไม้สนสามใบที่มีอายุต่างๆ  
ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

อายุ (ปี)	พื้นที่สุ่ม ตัวอย่าง	ความลึก (ซม.)	pH (H <sub>2</sub> O)	O.M.	C	N	Extractable (mg/kg)			
				(g/kg)			P	K	Ca	Mg
ป่าธรรมชาติ (P-DDF)	1	0-5	5.8	22.7	13.1	0.9	2.4	72	177	91
		5-10	5.8	11.7	6.8	0.5	1.1	70	71	63
		10-20	5.6	7.6	4.4	0.3	0.8	75	63	56
		20-30	5.4	6.0	3.5	0.2	0.7	73	46	37
		30-40	5.5	5.6	3.2	0.2	0.4	78	27	29
		40-60	5.6	4.5	2.6	0.2	0.4	78	17	24
		60-80	5.5	3.9	2.3	0.2	0.2	66	14	26
		80-100	5.6	3.1	1.8	0.1	0.2	58	19	26
7 (2537)	1	0-5	5.2	26.9	15.6	1	1.3	137	80	99
		5-10	5.1	17.3	10.1	0.7	0.7	98	21	39
		10-20	5.1	15.3	8.9	0.6	0.4	99	12	34
		20-30	5.0	10.4	6	0.4	0.2	106	9	32
		30-40	5.0	8.3	4.8	0.3	0.2	102	4	33
		40-60	5.3	5.6	3.2	0.2	0.2	82	6	39
		60-80	5.3	3.6	2.1	0.1	0.2	65	7	36
		80-100	5.2	3.7	2.2	0.1	0.1	53	13	38
	2	0-5	5.6	26.9	15.6	1	0.7	145	174	109
		5-10	5.4	19.0	11	0.7	0.5	93	55	51
		10-20	5.2	12.7	7.4	0.5	0.5	85	31	43
		20-30	5.4	11.2	6.5	0.4	0.4	100	19	38
		30-40	5.4	8.9	5.1	0.3	0.4	126	8	39
		40-60	5.5	5.1	3	0.2	0.4	138	6	39
		60-80	5.5	2.8	1.7	0.1	0.1	117	11	29
		80-100	5.4	4.9	2.9	0.2	n.d.	97	17	27
	3	0-5	6.0	33.2	19.3	1.3	1.2	148	416	177
		5-10	5.5	22	12.7	0.8	0.7	118	146	59
		10-20	5.3	15.3	8.9	0.6	0.5	121	107	52
		20-30	5.3	13.3	7.7	0.5	0.4	93	102	48
		30-40	5.4	13.1	7.6	0.5	0.7	116	65	45
		40-60	5.3	11.3	6.6	0.4	0.4	97	100	84
		60-80	5.2	8.3	4.8	0.3	0.2	104	120	99
		80-100	5.1	6.4	3.7	0.2	0.1	116	100	96
10 (2534)	1	0-5	5.8	45.6	26.4	1.8	0.7	234	299	162
		5-10	5.1	35.9	20.8	1.4	0.6	143	58	50
		10-20	5.0	19.5	11.3	0.8	0.4	123	26	38
		20-30	5.1	9.6	5.6	0.4	0.2	49	12	26
		30-40	5.3	8.9	5.2	0.3	0.2	48	10	22
		40-60	5.2	4.7	2.8	0.2	0.2	37	6	16
		60-80	5.4	5.0	2.9	0.2	0.1	29	14	14
		80-100	5.3	4.0	2.3	0.2	0.1	29	13	14



ตารางที่ 5-6 (ต่อ)

อายุ (ปี)	พื้นที่สุ่ม ตัวอย่าง	ความลึก (ซม.)	pH (H <sub>2</sub> O)	O.M.	C	N	Extractable (mg/kg)			
				(g/kg)			P	K	Ca	Mg
10 (2534)	2	0-5	5.5	46.6	27.0	1.8	0.8	293	293	177
		5-10	5.0	29.3	17.0	1.1	0.5	175	57	50
		10-20	5.1	18.9	11.0	0.7	0.5	131	18	32
		20-30	5.2	11.1	6.5	0.4	0.4	100	12	26
		30-40	5.3	9.3	5.4	0.4	0.4	101	8	21
		40-60	5.3	4.5	2.6	0.2	0.2	84	10	15
		60-80	5.4	3.4	2.0	0.1	0.2	62	21	17
		80-100	5.1	6.7	3.9	0.3	0.2	47	65	26
	3	0-5	6.0	52.1	30.2	2.0	0.7	256	617	225
		5-10	5.6	35.4	20.5	1.4	0.5	198	285	73
		10-20	5.5	23.8	13.8	0.9	0.2	167	112	67
		20-30	5.5	14.2	8.2	0.5	0.1	164	47	79
		30-40	5.4	7.1	4.1	0.3	0.1	135	32	40
		40-60	5.3	4.6	2.7	0.2	0.1	95	32	31
60-80		5.1	4.4	2.6	0.2	0.1	49	23	21	
80-100		-	-	-	-	-	-	-	-	
14 (2530)	1	0-5	5.6	25.0	14.5	1.0	1.2	123	142	71
		5-10	4.9	19.2	11.2	0.7	0.7	52	15	13
		10-20	5.1	13.0	7.6	0.5	0.4	40	21	16
		20-30	5.3	11.6	6.8	0.5	0.4	43	50	32
		30-40	5.6	8.3	4.8	0.3	0.4	62	87	50
		40-60	5.8	5.2	3.0	0.2	0.4	76	57	45
		60-80	5.8	6.1	3.6	0.2	0.2	81	66	96
		80-100	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	0-5	5.7	25.8	15.0	1.0	0.6	130	128	104
		5-10	5.0	17.7	10.3	0.7	0.4	129	45	46
		10-20	5.2	13.7	7.9	0.5	0.2	135	23	39
		20-30	5.3	13.4	7.8	0.5	0.2	125	11	37
		30-40	5.5	7.0	4.0	0.3	0.4	128	6	39
		40-60	5.8	5.1	3.0	0.2	0.4	107	9	40
		60-80	5.8	4.6	2.7	0.2	0.2	94	12	41
		80-100	5.9	3.1	1.8	0.1	0.1	73	13	40
	3	0-5	5.8	26.6	15.4	1.0	0.8	110	135	96
		5-10	5.1	20.1	11.7	0.8	0.4	81	11	42
		10-20	5.0	13.5	7.8	0.5	0.2	77	15	50
		20-30	5.6	9.3	5.4	0.4	0.2	64	15	44
		30-40	5.7	5.8	3.3	0.2	0.2	54	21	42
		40-60	5.7	4.7	2.7	0.2	0.1	70	27	41
		60-80	5.6	2.2	1.3	0.1	0.1	73	13	49
		80-100	5.5	4.7	2.7	0.2	0.2	77	24	400

ตารางที่ 5-6 (ต่อ)

อายุ (ปี)	พื้นที่สุ่ม ตัวอย่าง	ความลึก (ซม.)	pH (H <sub>2</sub> O)	O.M.	C	N	Extractable (mg/kg)			
				(g/kg)			P	K	Ca	Mg
18 (2526)	1	0-5	6.1	16.2	9.4	0.6	1.5	46	318	63
		5-10	5.7	6.7	3.9	0.3	0.6	30	159	43
		10-20	5.4	5.4	3.1	0.2	0.5	36	90	33
		20-30	5.3	3.9	2.2	0.1	0.2	27	90	43
		30-40	5.4	2.6	1.5	0.1	0.4	35	86	47
		40-60	5.7	2.7	1.6	0.1	0.2	41	86	44
		60-80	5.8	2.8	1.6	0.1	0.2	41	96	43
		80-100	6.0	2.0	1.2	0.1	0.2	42	150	51
	2	0-5	7.5	15.1	8.7	0.6	1.9	56	989	63
		5-10	6.6	4.0	2.3	0.2	1.1	38	225	30
		10-20	5.4	2.7	1.6	0.1	0.1	37	233	18
		20-30	6.4	2.1	1.2	0.1	n.d.	25	248	21
		30-40	6.4	1.4	0.8	0.1	0.2	47	279	84
		40-60	5.8	2.5	1.5	0.1	0.2	67	206	129
		60-80	5.9	3.3	1.9	0.1	n.d.	99	218	144
		80-100	5.9	3.0	1.7	0.1	0.2	111	225	137
	3	0-5	6.1	15.6	9.1	0.6	0.7	63	288	58
		5-10	6.0	9.0	5.2	0.3	0.9	37	226	33
		10-20	5.9	3.8	2.2	0.1	0.6	32	154	22
		20-30	5.8	3.1	1.8	0.1	0.4	25	150	24
		30-40	5.9	2.9	1.7	0.1	0.2	37	153	27
		40-60	5.9	1.9	1.1	0.1	0.2	34	131	35
		60-80	5.9	2.8	1.6	0.1	0.2	46	210	38
		80-100	5.8	1.0	0.6	0.0	n.d.	61	162	32
21 (2523)	1	0-5	5.9	37.7	21.8	1.5	5.5	72	581	160
		5-10	5.8	13.1	7.6	0.5	1.8	54	194	89
		10-20	5.5	8.2	4.8	0.3	0.8	72	121	58
		20-30	5.6	5.5	3.2	0.2	0.2	101	120	116
		30-40	5.8	3.3	1.9	0.1	0.2	128	86	116
		40-60	5.8	3.0	1.7	0.1	0.1	111	40	96
		60-80	5.6	2.8	1.6	0.1	0.1	114	38	106
		80-100	5.6	2.7	1.6	0.1	n.d.	105	47	86
	2	0-5	5.8	37.1	21.5	1.4	11.1	72	587	124
		5-10	5.9	14.5	8.4	0.6	8.3	28	320	71
		10-20	5.9	7.2	4.2	0.3	6.2	34	204	43
		20-30	5.9	5.6	3.2	0.2	5.9	37	172	48
		30-40	6.0	4.1	2.4	0.2	8.5	53	193	91
		40-60	5.6	2.6	1.5	0.1	8.8	54	156	104
		60-80	5.4	2.3	1.4	0.1	9.3	60	93	114
		80-100	5.4	1.9	1.1	0.1	1.9	67	78	58

ตารางที่ 5-6 (ต่อ)

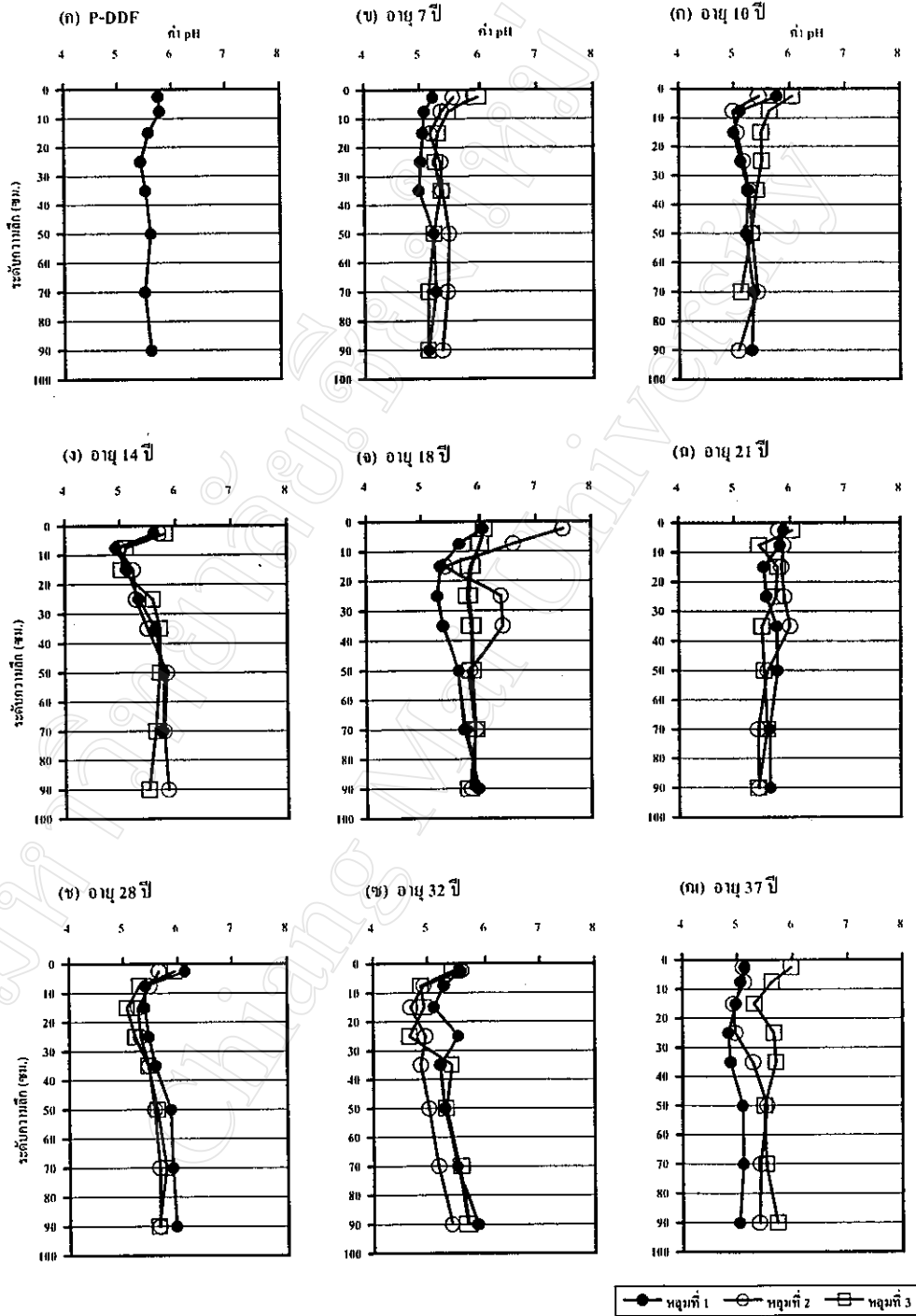
อายุ (ปี)	พื้นที่สุ่ม ตัวอย่าง	ความลึก (ซม.)	pH (H <sub>2</sub> O)	O.M.	C	N	Extractable (mg/kg)			
				(g/kg)			P	K	Ca	Mg
21 (2523)	3	0-5	6.0	44.6	25.9	1.7	12.7	79	625	142
		5-10	5.5	10.5	6.1	0.4	9.8	29	164	56
		10-20	5.8	3.9	2.3	0.2	6.2	34	119	48
		20-30	5.8	4.0	2.3	0.2	7.0	36	168	47
		30-40	5.5	4.1	2.4	0.2	3.6	49	202	86
		40-60	5.5	2.4	1.4	0.1	1.3	58	117	111
		60-80	5.6	2.3	1.4	0.1	0.4	69	53	129
		80-100	5.4	2.3	1.3	0.1	0.6	89	13	38
28 (2516)	1	0-5	6.1	23.5	13.6	0.9	2.4	82	215	96
		5-10	5.4	14.8	8.6	0.6	0.7	65	44	56
		10-20	5.4	11.8	6.9	0.5	0.5	93	15	34
		20-30	5.5	8.2	4.7	0.3	0.5	77	14	25
		30-40	5.6	7.6	4.4	0.3	0.4	81	9	25
		40-60	5.9	3.8	2.2	0.1	0.2	90	7	30
		60-80	5.9	2.8	1.6	0.1	0.1	98	8	41
		80-100	6.0	3.2	1.9	0.1	n.d.	87	14	45
	2	0-5	5.7	28.9	16.8	1.1	2.0	98	178	109
		5-10	5.5	20.8	12.1	0.8	0.8	73	69	81
		10-20	5.3	11.5	6.7	0.4	0.4	58	22	41
		20-30	5.3	11.2	6.5	0.4	0.4	59	12	32
		30-40	5.5	5.1	2.9	0.2	0.1	67	8	22
		40-60	5.6	4.7	2.7	0.2	0.1	71	8	20
		60-80	5.7	2.1	1.2	0.1	0.1	64	12	22
		80-100	5.7	2.3	1.3	0.1	0.1	50	15	21
	3	0-5	6.0	27.0	15.7	1.0	5.5	87	273	119
		5-10	5.3	18.3	10.6	0.7	1.8	60	57	63
		10-20	5.1	13.3	7.7	0.5	0.8	55	18	28
		20-30	5.2	10.3	6.0	0.4	0.2	52	12	29
		30-40	5.5	8.1	4.7	0.3	0.2	86	17	32
		40-60	5.6	4.8	2.8	0.2	0.1	50	43	37
		60-80	5.8	6.9	4.0	0.3	0.1	73	13	30
		80-100	5.6	2.9	1.7	0.1	n.d.	42	29	109
32 (2512)	1	0-5	5.6	35.0	20.3	1.4	0.2	102	250	127
		5-10	5.3	20.4	11.8	0.8	0.1	78	97	81
		10-20	5.1	14.0	8.1	0.5	n.d.	67	40	44
		20-30	5.6	11.3	6.6	0.4	n.d.	64	47	44
		30-40	5.2	6.8	3.9	0.3	n.d.	50	43	45
		40-60	5.3	5.3	3.1	0.2	n.d.	47	40	51
		60-80	5.5	4.8	2.8	0.2	0.1	56	34	79
		80-100	5.9	2.1	1.2	0.1	0.1	58	25	51

ตารางที่ 5-6 (ต่อ)

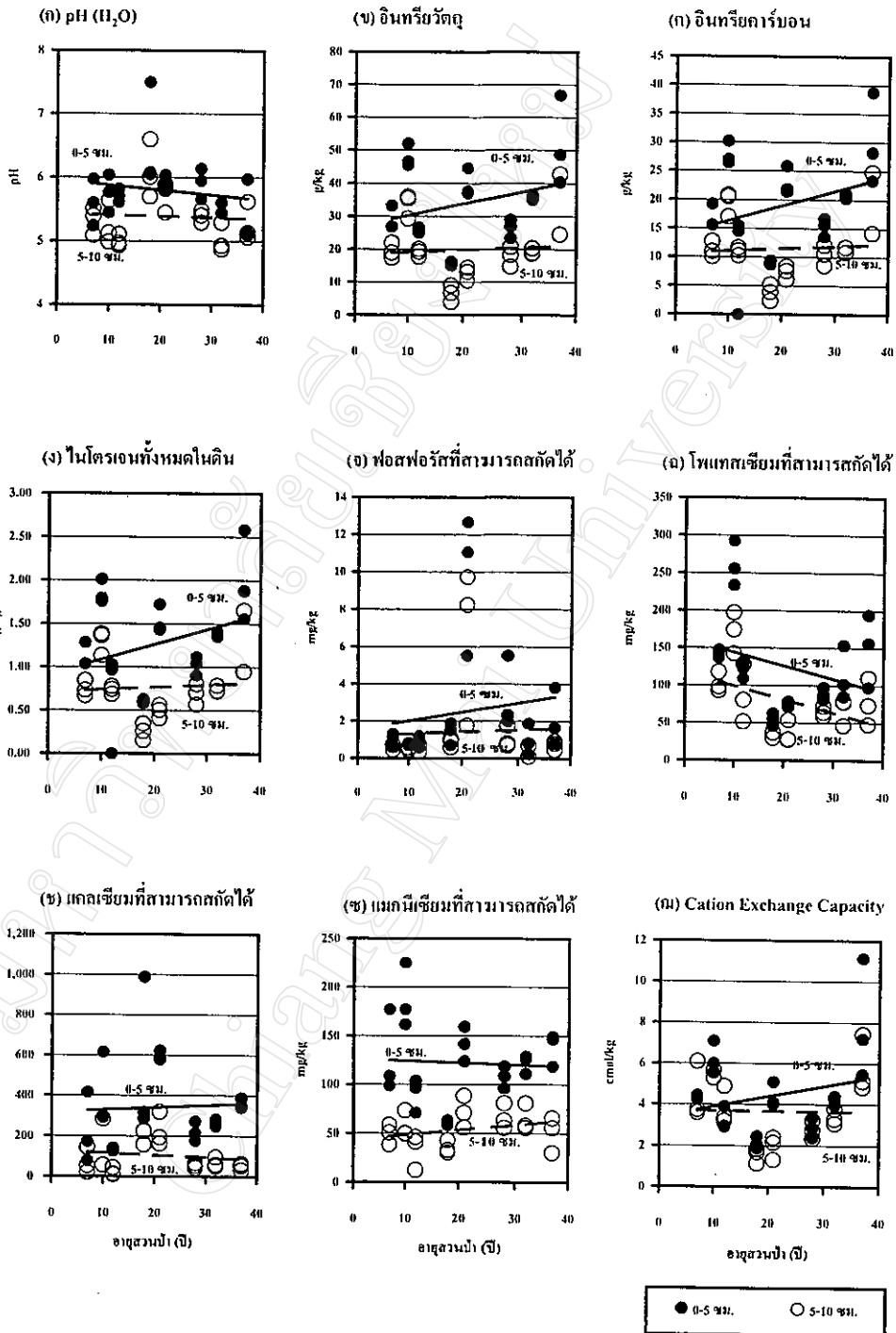
อายุ (ปี)	พื้นที่สุ่ม ตัวอย่าง	ความลึก (ซม.)	pH (H <sub>2</sub> O)	O.M.	C	N	Extractable (mg/kg)			
				(g/kg)			P	K	Ca	Mg
32 (2512)	2	0-5	5.6	36.4	21.1	1.4	0.8	154	284	129
		5-10	4.9	18.8	10.9	0.7	0.7	79	60	58
		10-20	4.7	15.9	9.2	0.6	0.7	60	22	30
		20-30	5.0	10.7	6.2	0.4	0.4	43	10	20
		30-40	4.9	9.6	5.6	0.4	0.5	41	11	24
		40-60	5.0	6.4	3.7	0.2	n.d.	39	12	36
		60-80	5.2	4.5	2.6	0.2	n.d.	32	12	53
		80-100	5.4	3.3	1.9	0.1	0.1	30	15	86
	3	0-5	5.5	35.3	20.5	1.4	1.9	86	261	111
		5-10	4.9	18.8	10.9	0.7	0.7	47	52	56
		10-20	4.9	13.9	8.1	0.5	0.5	47	26	37
		20-30	4.7	8.3	4.8	0.3	0.6	53	31	44
		30-40	5.4	6.9	4.0	0.3	0.6	55	22	44
		40-60	5.3	4.5	2.6	0.2	0.4	67	34	52
		60-80	5.6	3.2	1.9	0.1	0.2	75	42	53
		80-100	5.7	1.5	0.9	0.1	0.4	74	49	49
37 (2507)	1	0-5	5.1	66.8	38.8	2.6	3.8	157	388	147
		5-10	5.1	42.9	24.9	1.7	0.9	74	34	30
		10-20	5.0	39.3	22.8	1.5	0.8	55	18	25
		20-30	4.8	27.1	15.7	1.0	0.5	27	12	23
		30-40	4.9	19.8	11.5	0.8	0.4	12	5	17
		40-60	5.1	15.0	8.7	0.6	0.2	17	5	11
		60-80	5.1	10.7	6.2	0.4	0.1	9	5	9
		80-100	5.0	9.1	5.3	0.4	0.1	13	8	22
	2	0-5	5.1	48.7	28.3	1.9	1.7	98	351	119
		5-10	5.1	24.6	14.3	1.0	0.8	49	55	56
		10-20	4.9	17.2	10.0	0.7	0.8	38	23	33
		20-30	5.0	8.6	5.0	0.3	0.7	19	9	28
		30-40	5.3	7.5	4.4	0.3	0.8	17	8	23
		40-60	5.5	4.8	2.8	0.2	0.8	26	12	16
		60-80	5.4	4.2	2.4	0.2	0.2	22	12	15
		80-100	5.4	4.1	2.4	0.2	0.1	26	14	16
	3	0-5	6.0	40.4	23.4	1.6	0.8	195	343	149
		5-10	5.6	24.6	14.3	1.0	0.5	111	65	66
		10-20	5.3	16.3	9.5	0.6	0.4	68	16	29
		20-30	5.7	11.7	6.8	0.5	0.2	52	36	30
		30-40	5.7	9.1	5.3	0.4	0.1	57	18	24
		40-60	5.5	6.3	3.7	0.2	0.1	41	23	27
		60-80	5.5	5.8	3.4	0.2	n.d.	35	20	31
		80-100	5.7	5.1	3.0	0.2	n.d.	34	27	38

หมายเหตุ; n.d. ไม่สามารถวิเคราะห์ได้

- ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้



รูปที่ 5-18 ค่า pH(H<sub>2</sub>O) ของดินตามระดับความลึกในป่าธรรมชาติและสวนป่าไม้สนสามใบอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าคอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 5-19 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของดินชั้นบน (0-10 ซม.) ในสวนป่าไม้สนสามใบอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

## (2) อินทรีย์วัตถุ คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

## (ก) อินทรีย์วัตถุ

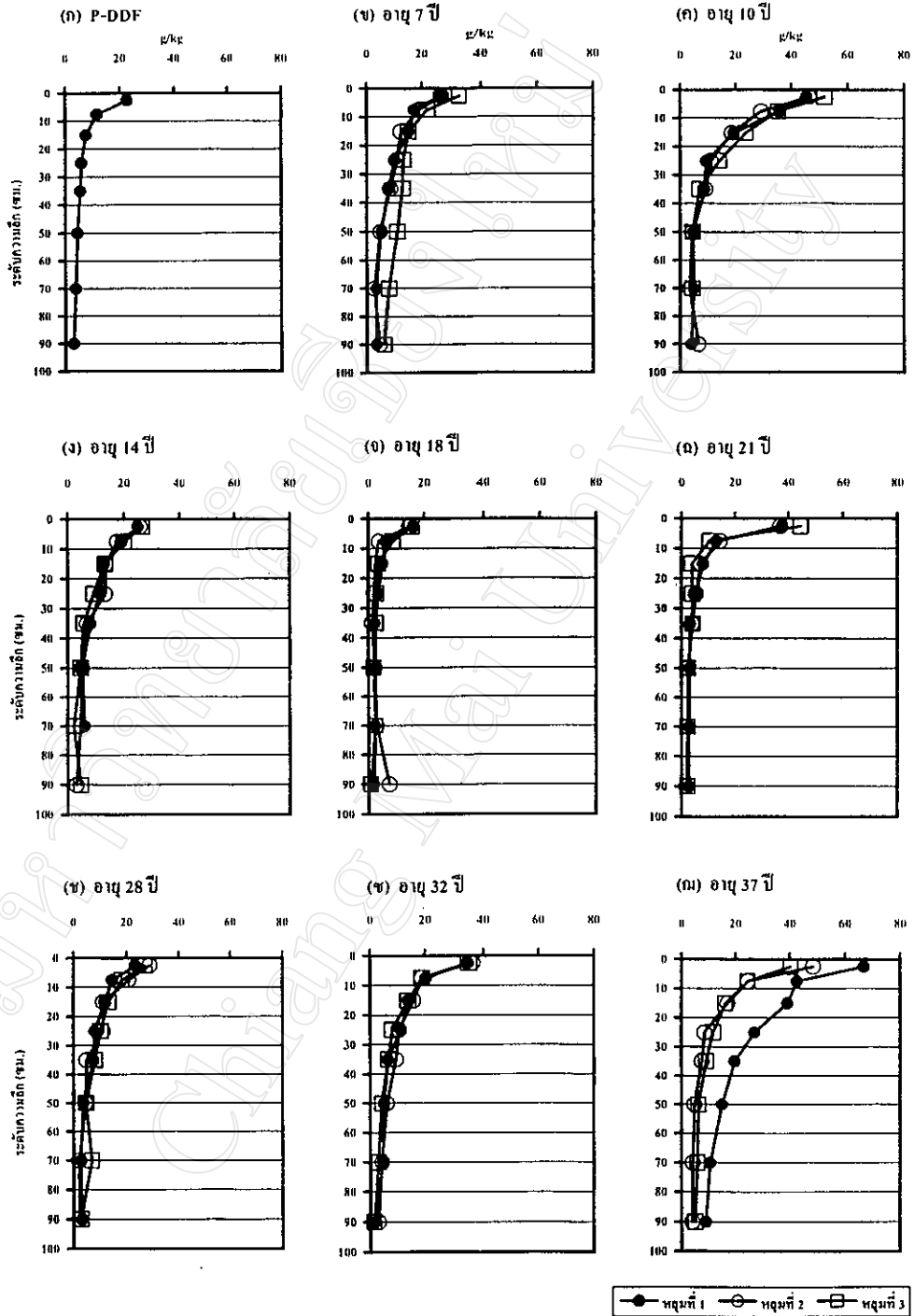
ดินชั้นบนในป่าธรรมชาติมีอินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (11.7-22.7 g/kg) ขณะที่ดินชั้นล่างมีค่าต่ำถึงต่ำมาก (3.1-7.6 g/kg) ในสวนป่าอายุ 7 ปี ดินชั้นบนมีค่าผันแปรจากปานกลางถึงค่อนข้างสูง (17.3-33.2 g/kg) ดินชั้นล่างมีค่าค่อนข้างต่ำถึงต่ำมาก (2.8-15.3 g/kg) สวนป่าอายุ 10 ปี ดินชั้นบนมีค่าค่อนข้างสูงถึงสูงมาก (29.3-52.1 g/kg) ดินชั้นล่างมีค่าปานกลางถึงต่ำมาก (3.4-19.5 g/kg)

สวนป่าอายุ 14 ปี ดินชั้นบนมีค่าปานกลางถึงค่อนข้างสูง (17.7-26.6 g/kg) และดินชั้นล่างมีค่าค่อนข้างต่ำถึงต่ำมาก (2.2-13.7 g/kg) สวนป่าอายุ 18 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำมาก (4.0-16.2 g/kg) และค่อนข้างต่ำถึงต่ำมาก (1.0-5.4 g/kg) ตามลำดับ

สวนป่าอายุ 21 ปี ชั้นดินบนมีค่าผันแปรจากค่อนข้างต่ำถึงสูง (10.5-44.6 g/kg) และดินชั้นล่างมีค่าต่ำถึงต่ำมาก (1.9-8.2 g/kg) สวนป่าอายุ 28 ปี ชั้นดินบนและชั้นดินล่างมีค่าผันแปรจากค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง (14.8-28.9 g/kg) และค่อนข้างต่ำถึงต่ำมาก (2.1-13.3 g/kg) ตามลำดับ

สวนป่าอายุ 32 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่าปานกลางถึงสูง (18.8-36.4 g/kg) และปานกลางถึงต่ำมาก (1.5-15.9 g/kg) ตามลำดับ ในสวนป่าอายุ 37 ปี ดินชั้นบนมีค่าสูงมาก (24.6-66.8 g/kg) และดินชั้นล่างมีค่าผันแปรจากต่ำมากถึงสูง (4.1-39.3 g/kg)

รูปที่ 5-19 (ข) แสดงให้เห็นถึงปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 0-5 และ 5-10 ซม. ของสวนป่าอายุ 7-37 ปี พบว่า ที่ระดับความลึก 0-5 ซม. มีอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นตามอายุของสวนป่าอย่างชัดเจน แต่ที่ระดับ 5-10 ซม. มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ปริมาณอินทรีย์วัตถุในชั้นดินได้แสดงไว้ในรูปที่ 5-20 ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เพิ่มขึ้นในดินชั้นบนเป็นผลมาจากการร่วงหล่นและการผุพังย่อยสลายของใบสนและส่วนอื่นๆ ของไม้สนสามใบ ซึ่งจะมีปริมาณการร่วงหล่นเพิ่มขึ้นตามอายุของสวนป่า อย่างไรก็ตามไฟป่าและการเซาะกร่อนหน้าดินเป็นปัจจัยที่ทำให้มีการสูญเสียอินทรีย์วัตถุไปจากดินในสวนป่า ทำให้ปริมาณการเพิ่มขึ้นของอินทรีย์วัตถุในดินของสวนป่าที่มีอายุมากขึ้นไม่มากเท่าที่ควรจะเป็น



รูปที่ 5-20 ปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินตามระดับความลึกในป่าธรรมชาติและสวนป่าไม้สนสามใบอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าคอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่



**(ข) คาร์บอน**

การศึกษานี้ได้คำนวณปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินเฉลี่ยเท่ากับ 58% ของอินทรีย์วัตถุในดิน รูปที่ 5-21 แสดงปริมาณคาร์บอนตามความลึกของชั้นดิน พบว่า ป่าธรรมชาติมีปริมาณคาร์บอนในดินชั้นบนอยู่ในช่วง 6.8-13.1 g/kg และดินชั้นล่างมีค่า 1.8-4.4 g/kg ในสวนป่าอายุ 7 ปี ดินชั้นบนมีค่า 10.1-19.3 g/kg และดินชั้นล่างมีค่า 1.7-8.9 g/kg สวนป่าอายุ 10 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 17.0-30.2 และ 2.0-13.8 g/kg ตามลำดับ

สวนป่าอายุ 14 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่า 10.3-15.4 และ 1.3-7.9 g/kg ตามลำดับ ในสวนป่าอายุ 18 ปี ดินชั้นบนมีค่า 2.3-9.4 g/kg และดินชั้นล่างมีค่า 0.6-3.1 g/kg

สวนป่าอายุ 21 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่า 6.1-25.9 และ 1.1-4.8 g/kg ตามลำดับ สวนป่าอายุ 28 ปี ในดินชั้นบนมีค่า 8.6-16.8 g/kg และดินชั้นล่างมีค่า 1.2-7.7 g/kg

สวนป่าอายุ 32 ปี ดินชั้นบนมีค่า 10.9-21.1 g/kg และดินชั้นล่างมีค่า 0.9-9.2 g/kg สวนป่าอายุ 37 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่า 14.3-38.8 และ 2.4-22.8 g/kg ตามลำดับ

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคาร์บอนในดินที่ระดับความลึก 0-5 และ 5-10 ซม. มีลักษณะเช่นเดียวกับอินทรีย์วัตถุ (รูปที่ 5-19 (ค))

**(ค) ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน**

ไนโตรเจนทั้งหมดในดินป่าธรรมชาติและสวนป่าไม้สนสามใบ 8 ชั้นอายุ ณ สวนป่าคอยบ่อหลวง เป็นค่าที่คำนวณได้จากสัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน โดยใช้ค่า C/N = 15 (รูปที่ 5-22) ในดินเกษตรทั่วไปสัดส่วน C/N มักจะมีค่า 10-12 แต่ในดินป่าไม้จะมีค่าที่สูงกว่าเนื่องจากการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุเกิดขึ้นไม่สมบูรณ์ (Takada, 1998)

ป่าธรรมชาติมีไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นบนอยู่ในช่วง 0.5-0.9 g/kg และดินชั้นล่างมีค่า 0.1-0.3 g/kg สวนป่าอายุ 7 ปี ชั้นดินบนและดินล่างมีค่า 0.7-1.3 และ 0.1-0.6 g/kg ตามลำดับ ส่วนสวนป่าอายุ 10 ปี ดินชั้นบนมีค่า 1.1-2.0 g/kg และดินชั้นล่างมีค่า 0.1-0.9 g/kg

สวนป่าอายุ 14 ปี ในชั้นดินบนและชั้นดินล่างมีค่า 0.7-1.0 และ 0.1-0.5 g/kg ตามลำดับ ในสวนป่าอายุ 18 ปี ดินชั้นบนมีค่า 0.2-0.6 g/kg และดินชั้นล่างมีค่า 0-0.2 g/kg

สวนป่าอายุ 21 ปี ดินชั้นบนมีค่า 0.4-1.7 g/kg และดินชั้นล่างมีค่า 0.1-0.3 g/kg สวนป่าอายุ 28 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่า 0.6-1.1 และ 0.1-0.5 g/kg ตามลำดับ

สวนป่าอายุ 32 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่า 0.7-1.4 และ 0.1-0.6 g/kg ตามลำดับ สวนป่าอายุ 37 ปี ดินชั้นบนมีค่า 1.0-2.6 g/kg และดินชั้นล่างมีค่า 0.2-1.5 g/kg

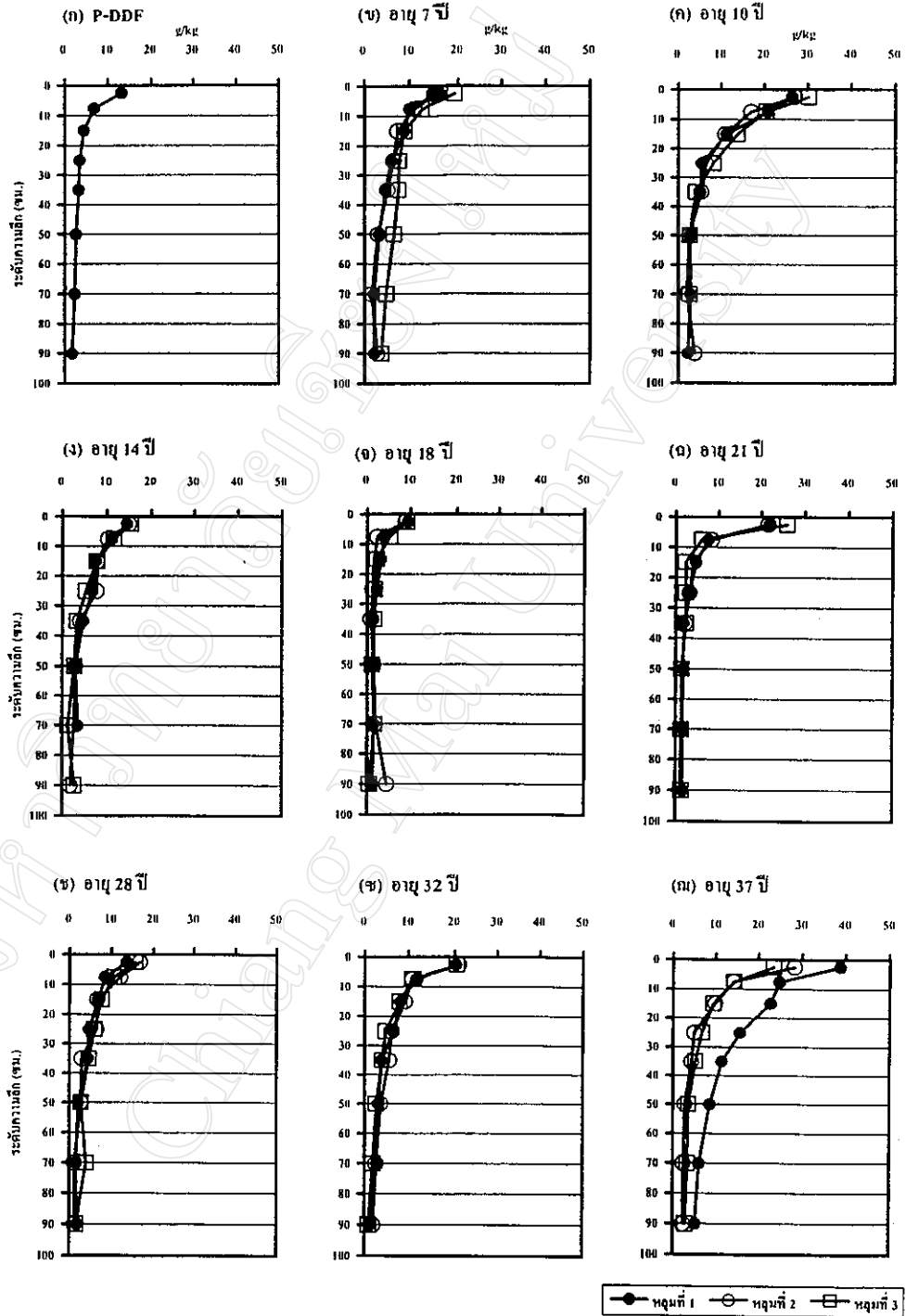
ในโตรเจนทั้งหมดในดินชั้นบนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุของสวนป่า (รูปที่ 5-19 (ง)) เช่นเดียวกับคาร์บอนและอินทรีย์วัตถุ ซึ่งเป็นผลมาจากการร่วงหล่นของซากใบสนและส่วนอื่นๆ ของไม้สนสามใบเป็นส่วนใหญ่

### (3) ฟอสฟอรัสที่สามารถสกัดได้

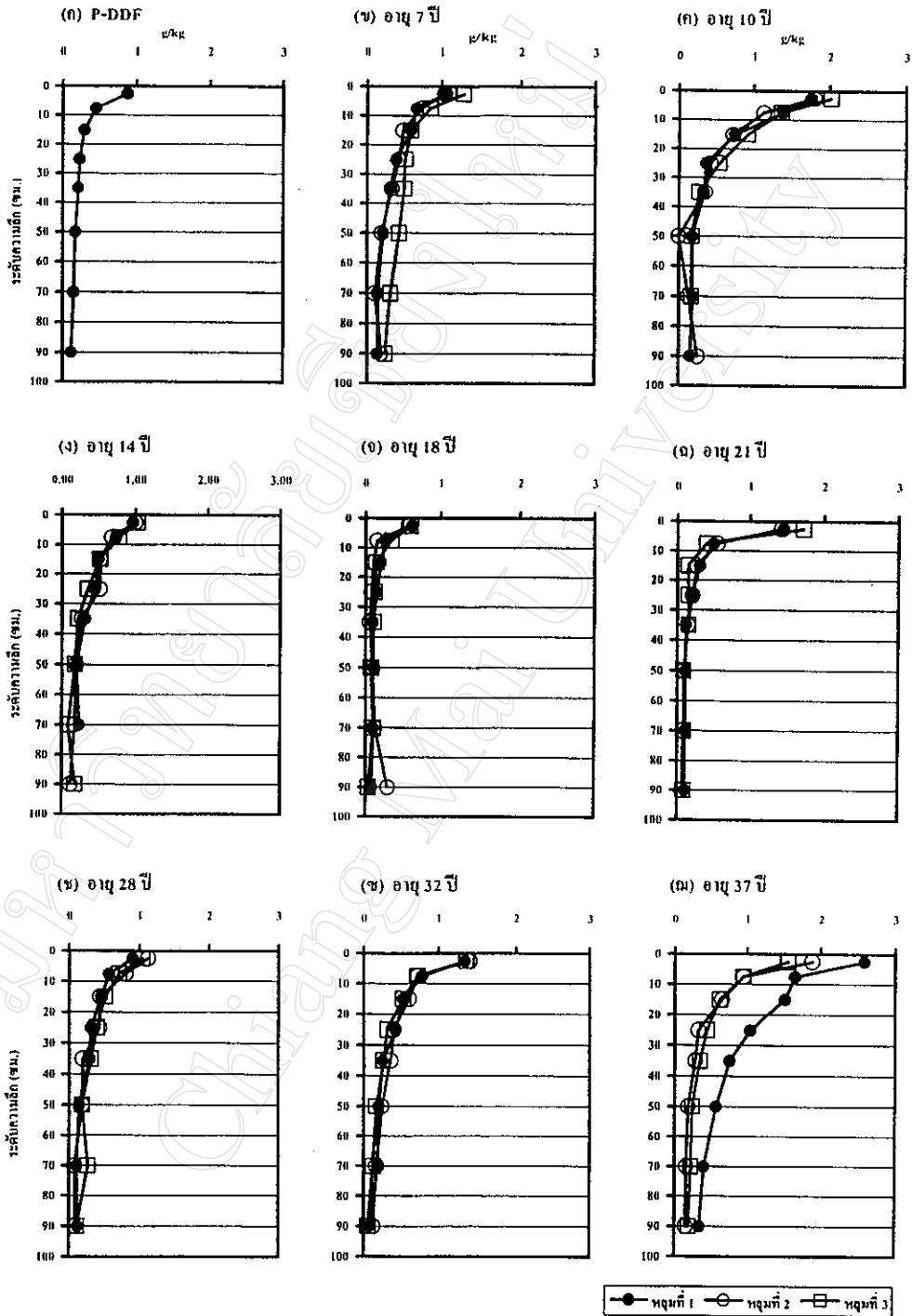
ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่สามารถสกัดได้ในดินป่าธรรมชาติและสวนป่าไม้สนสามใบส่วนใหญ่มีค่าน้อยมาก ยกเว้นสวนป่าบางชั้นอายุ (รูปที่ 5-23) พบว่า ป่าธรรมชาติมีค่าความเข้มข้นฟอสฟอรัสที่สามารถสกัดได้ในชั้นดินบนและชั้นดินล่างอยู่ที่ระดับต่ำมาก (1.1-2.4 และ 0.2-0.8 mg/kg ตามลำดับ) ฟอสฟอรัสที่สามารถสกัดได้ในดินสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18 และ 32 ปี มีค่าอยู่ในระดับต่ำมากทั้งดินชั้นบนและชั้นล่าง

สำหรับสวนป่าอายุ 21 ปี ฟอสฟอรัสในดินชั้นบนอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำมาก (1.8-12.7 mg/kg) และดินชั้นล่างอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงต่ำมาก (0.1-9.3 mg/kg) สวนป่าอายุ 28 ปี ดินชั้นบนมีค่าต่ำถึงต่ำมาก (0.7-5.5 mg/kg) และดินชั้นล่างอยู่ในระดับต่ำมาก (0.1-0.8 mg/kg) ในสวนป่าอายุ 37 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีฟอสฟอรัสอยู่ในระดับต่ำ (0.5-3.8 mg/kg) และ ต่ำมาก (0.1-0.8 mg/kg) ตามลำดับ

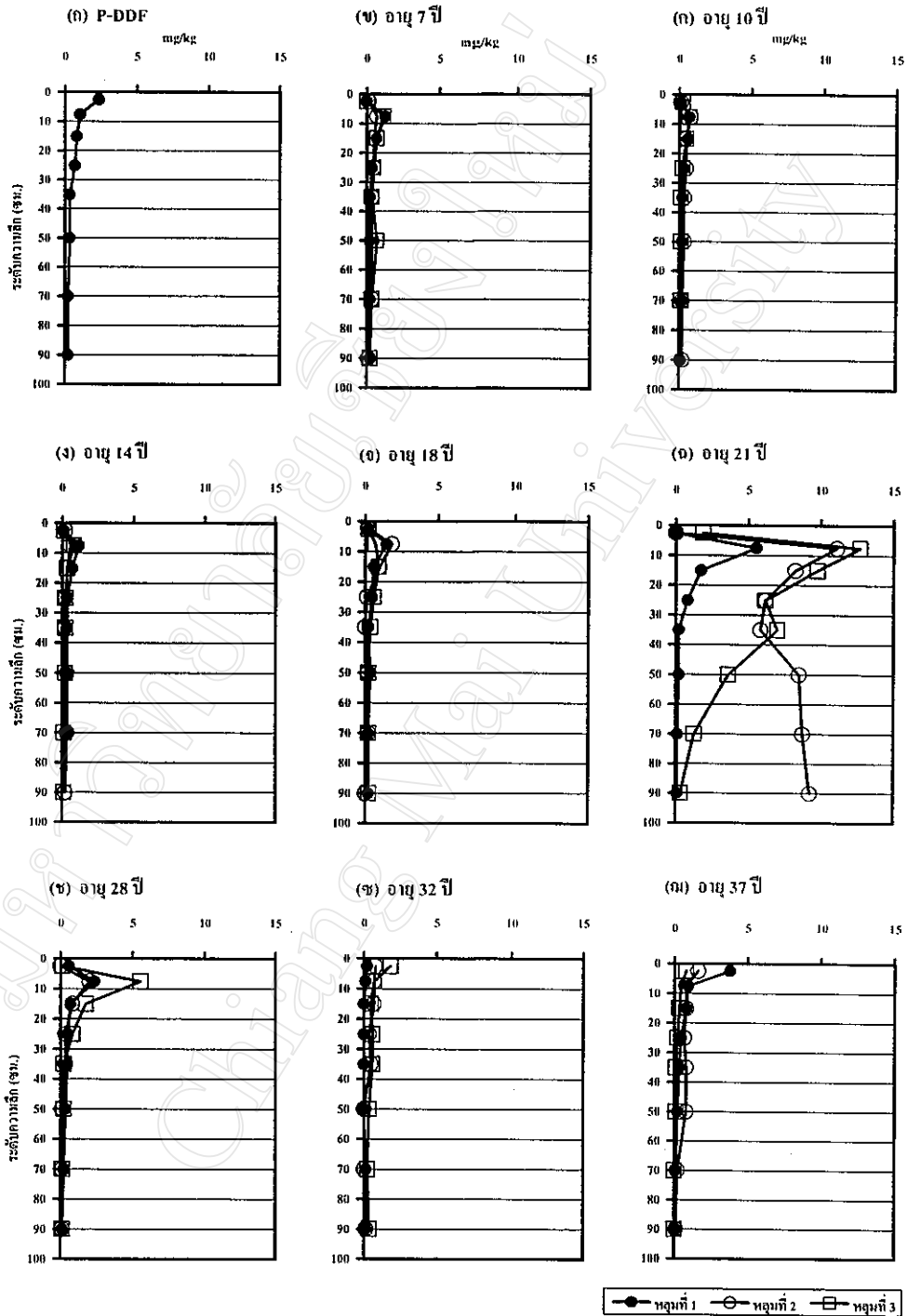
โดยรวมแล้ว ปริมาณของฟอสฟอรัสที่สามารถสกัดได้ในสวนป่าอายุ 7-37 ปี มีค่าผันแปรอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำมาก โดยที่ดินชั้นบนมีค่าสูงกว่าดินชั้นล่างและมีค่าผันแปรเล็กน้อย ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุของสวนป่า (รูปที่ 5-19 (จ)) ฟอสฟอรัสที่สามารถสกัดได้ในพื้นที่สวนป่านั้นส่วนหนึ่งได้จากการผุพังสลายตัวของซากอินทรีย์วัตถุบนพื้นป่า แต่บางส่วนได้จากวัตถุต้นกำเนิดดิน อย่างไรก็ตามพบว่ามีความผันแปรของวัตถุต้นกำเนิดดินในพื้นที่และส่งผลให้เกิดความแปรปรวนของข้อมูล



รูปที่ 5-21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของคาร์บอนในชั้นดินตามระดับความลึกของป่าธรรมชาติและสวนป่าอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 5-22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของไนโตรเจนในดินตามระดับความลึกของป่าธรรมชาติและสวนป่าอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 5-23 ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่สามารถสกัดได้ในชั้นดินของพื้นที่ป่าธรรมชาติและสวนป่าอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

#### (4) โปแทสเซียมที่สามารถสกัดได้

ความเข้มข้นของโปแทสเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินป่าธรรมชาติและสวนป่าไม้สนสามใบ 8 ชั้นอายุ มีความผันแปรตามความลึกของดินและพื้นที่ (รูปที่ 5-24)

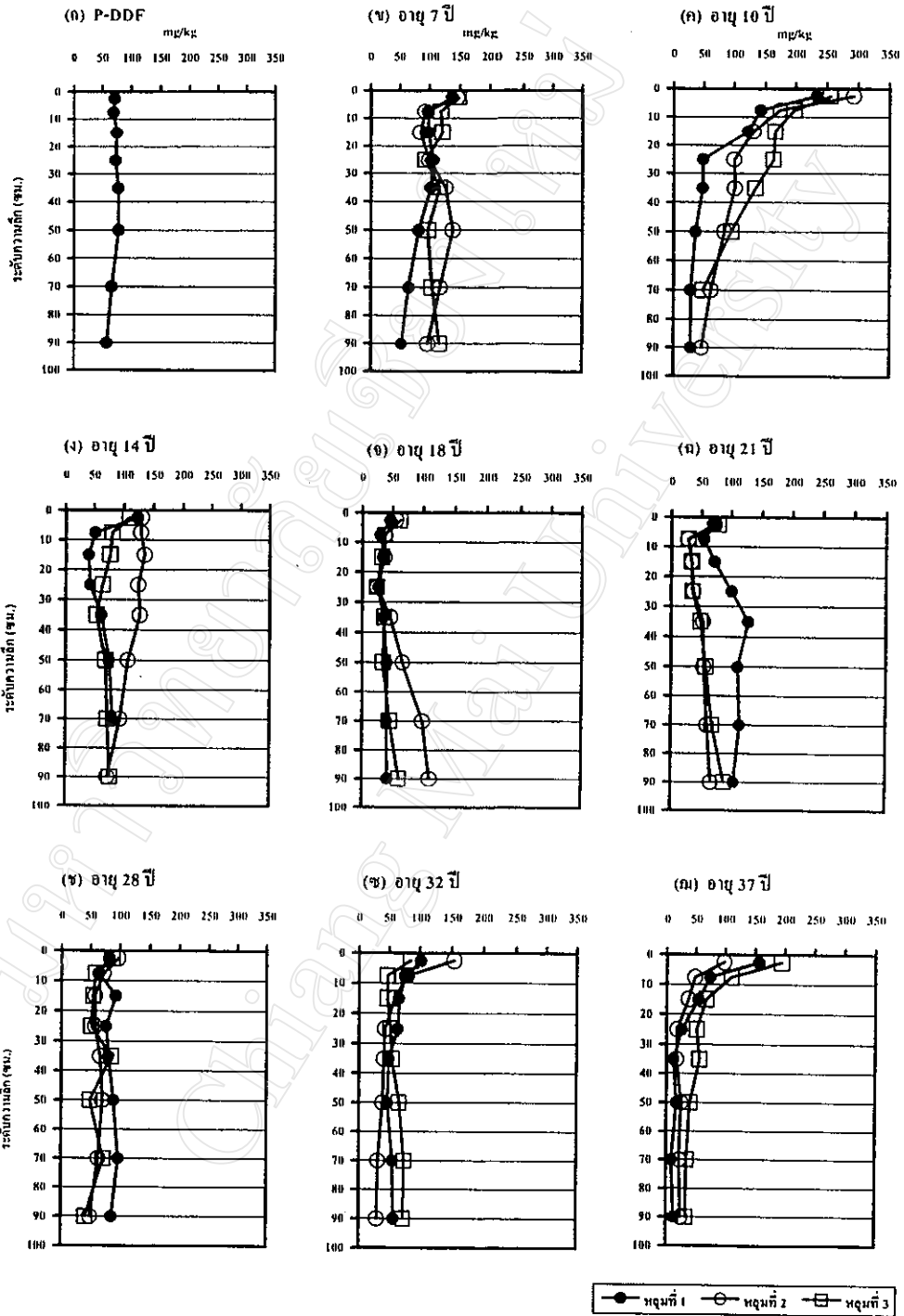
ในป่าธรรมชาติ โปแทสเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินชั้นบนและดินชั้นล่างมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (70-72 mg/kg) และระดับปานกลางถึงต่ำ (58-78 mg/kg) ตามลำดับ สวนป่าอายุ 7 ปี ดินชั้นบนมีโปแทสเซียมอยู่ระดับสูงถึงสูงมาก (93-148 mg/kg) และดินชั้นล่างมีค่าผันแปรจากต่ำถึงสูงมาก (53-138 mg/kg) สวนป่าอายุ 10 ปี ดินชั้นบนมีค่าอยู่ระดับสูงมาก (143-293 mg/kg) และชั้นดินล่างมีค่าผันแปรจากต่ำมากถึงสูงมาก (29-167 mg/kg)

สวนป่าอายุ 14 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่าผันแปรสูงจากระดับต่ำถึงสูงมาก (52-130 และ 40-135 mg/kg ตามลำดับ) สวนป่าอายุ 18 ปี ดินชั้นบนมีค่าอยู่ในช่วงต่ำถึงต่ำมาก (30.00-62.50 mg/kg) และมีค่าผันแปรจากต่ำมากถึงสูงในดินชั้นล่าง (24.50-110.50 mg/kg)

ดินชั้นบนในสวนป่าอายุ 21 ปี มีโปแทสเซียมอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำ (28-79 mg/kg) และอยู่ในระดับต่ำถึงสูงมากในดินชั้นล่าง (34-128 mg/kg) สวนป่าอายุ 28 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่าผันแปรอยู่ในระดับต่ำถึงสูง (60-98 และ 42-98 mg/kg ตามลำดับ)

สวนป่าอายุ 32 ปี ดินชั้นบนมีค่าผันแปรจากต่ำถึงสูงมาก (47-154 mg/kg) และดินชั้นล่างมีค่าปานกลางถึงต่ำ (30-75 mg/kg) สำหรับสวนป่าอายุ 37 ปี มีโปแทสเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินชั้นบนผันแปรจากต่ำถึงสูงมาก (49-194 mg/kg) ส่วนดินชั้นล่างมีค่าปานกลางถึงต่ำมาก (9-68 mg/kg)

กล่าวได้ว่าดินชั้นบนในสวนป่าไม้สนสามใบมีโปแทสเซียมที่สามารถสกัดได้สูงกว่าดินชั้นล่างและมีค่าลดลงตามความลึกของชั้นดิน โดยพบว่าโปแทสเซียมในดินชั้นบนมีแนวโน้มลดลงอย่างชัดเจนตามอายุของสวนป่า (รูปที่ 5-19 (ก)) อาจเป็นผลมาจากการตรึงไว้ในรูปที่ไม่สามารถเป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งเกี่ยวข้องกับระดับความเป็นกรดของดินที่มากขึ้น (Brady, 1974)



รูปที่ 5-24 ความเข้มข้นของโพแทสเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินป่าธรรมชาติและสวนป่าอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าคอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

### (5) แคลเซียมที่สามารถสกัดได้

แคลเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินป่าธรรมชาติและสวนป่าไม้สนสามใบมีความเข้มข้นอยู่ในระดับต่ำหรือต่ำมากทั้งดินชั้นบนและชั้นล่าง อย่างไรก็ตามพบว่ามีความผันแปรไปตามพื้นที่ของสวนป่าแต่ละชั้นอายุ (รูปที่ 5-25)

ความเข้มข้นของแคลเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินชั้นบนและชั้นล่างของป่าธรรมชาติมีค่าอยู่ในระดับต่ำมาก (71-177 และ 14-63 mg/kg ตามลำดับ) สวนป่าอายุ 7 ปี ดินชั้นบนมีค่าต่ำถึงต่ำมาก (21-416 mg/kg) และดินชั้นล่างมีค่าต่ำมาก (4-120 mg/kg) สวนป่าอายุ 10 ปี ดินชั้นบนและดินชั้นล่างมีค่าอยู่ในระดับเดียวกันกับสวนป่าอายุ 7 ปี (57-617 และ 6-112 mg/kg ตามลำดับ)

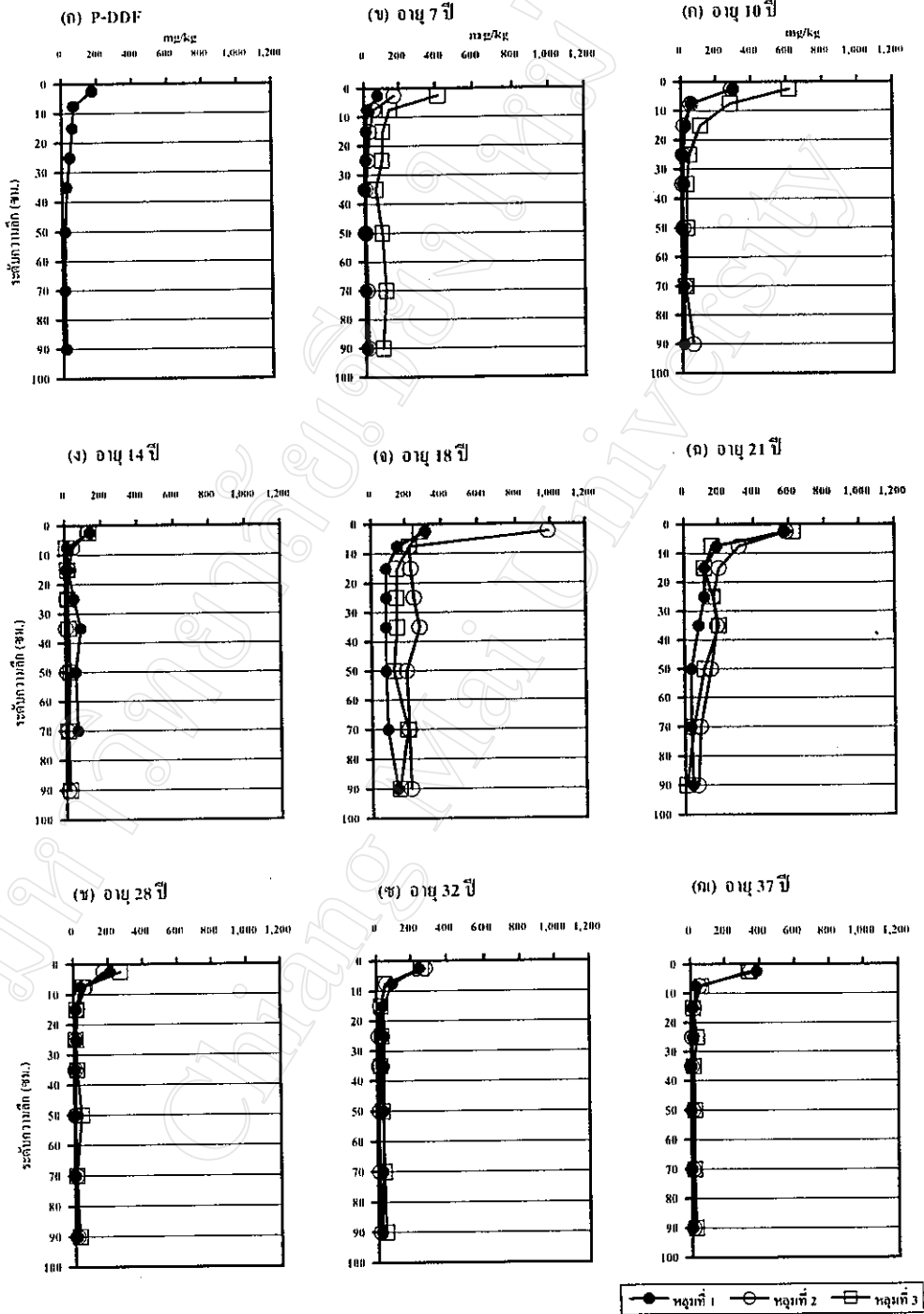
ในสวนป่าอายุ 14 ปี ดินชั้นบนและล่างมีค่าต่ำมาก (11-142 และ 6-86 mg/kg ตามลำดับ) สวนป่าอายุ 18 ปี ชั้นดินบนมีค่าต่ำถึงต่ำมาก (159-989 mg/kg) และชั้นดินล่างมีค่าต่ำมาก (86-279 mg/kg)

สวนป่าอายุ 21 ปี ดินชั้นบนมีค่าต่ำถึงต่ำมาก (164-625 mg/kg) และดินชั้นล่างมีค่าต่ำมาก (13-204 mg/kg) สวนป่าอายุ 28 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่าต่ำมาก (44-273 และ 7-43 mg/kg ตามลำดับ)

สวนป่าอายุ 32 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่าต่ำมาก (52-284 และ 10-49 mg/kg ตามลำดับ) และในสวนป่าอายุ 37 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างก็มีค่าอยู่ที่ระดับต่ำมาก (34-388 และ 5-36 mg/kg ตามลำดับ)

แคลเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินป่าธรรมชาติและสวนป่าไม้สนสามใบบริเวณนี้มีค่าน้อย หินต้นกำเนิดดินน่าจะเป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งพบว่าส่วนใหญ่เป็นหินแกรนิตและหินตะกอนที่อาจจะมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบอยู่น้อย ทำให้ทั้งดินบนและดินล่างมีแคลเซียมอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมาก โดยที่ดินชั้นบนมีค่าสูงกว่าดินชั้นล่างและแคลเซียมในดินชั้นบนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามอายุสวนป่า (รูปที่ 5-19 (ข)) อาจเป็นผลจากแคลเซียมในซากใบไม้และส่วนอื่นๆ ของไม้สนสามใบที่ผุพังสลายตัวหรือถูกไฟป่าเผาไหม้





รูปที่ 5-25 ความเข้มข้นของแคลเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินป่าธรรมชาติและสวนป่าอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าคอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

## (6) แมกนีเซียมที่สามารถสกัดได้

ความเข้มข้นของแมกนีเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินป่าธรรมชาติและสวนป่าไม้สนสามใบ 8 ชั้นอายุ พบว่า มีความผันแปรอยู่ในระดับปานกลาง ต่ำหรือต่ำมาก โดยที่ดินชั้นบนมีค่าสูงกว่าดินชั้นล่าง อย่างไรก็ตามดินชั้นล่างในสวนป่าบางชั้นอายุมีแมกนีเซียมมากกว่าดินชั้นบน (รูปที่ 5-26)

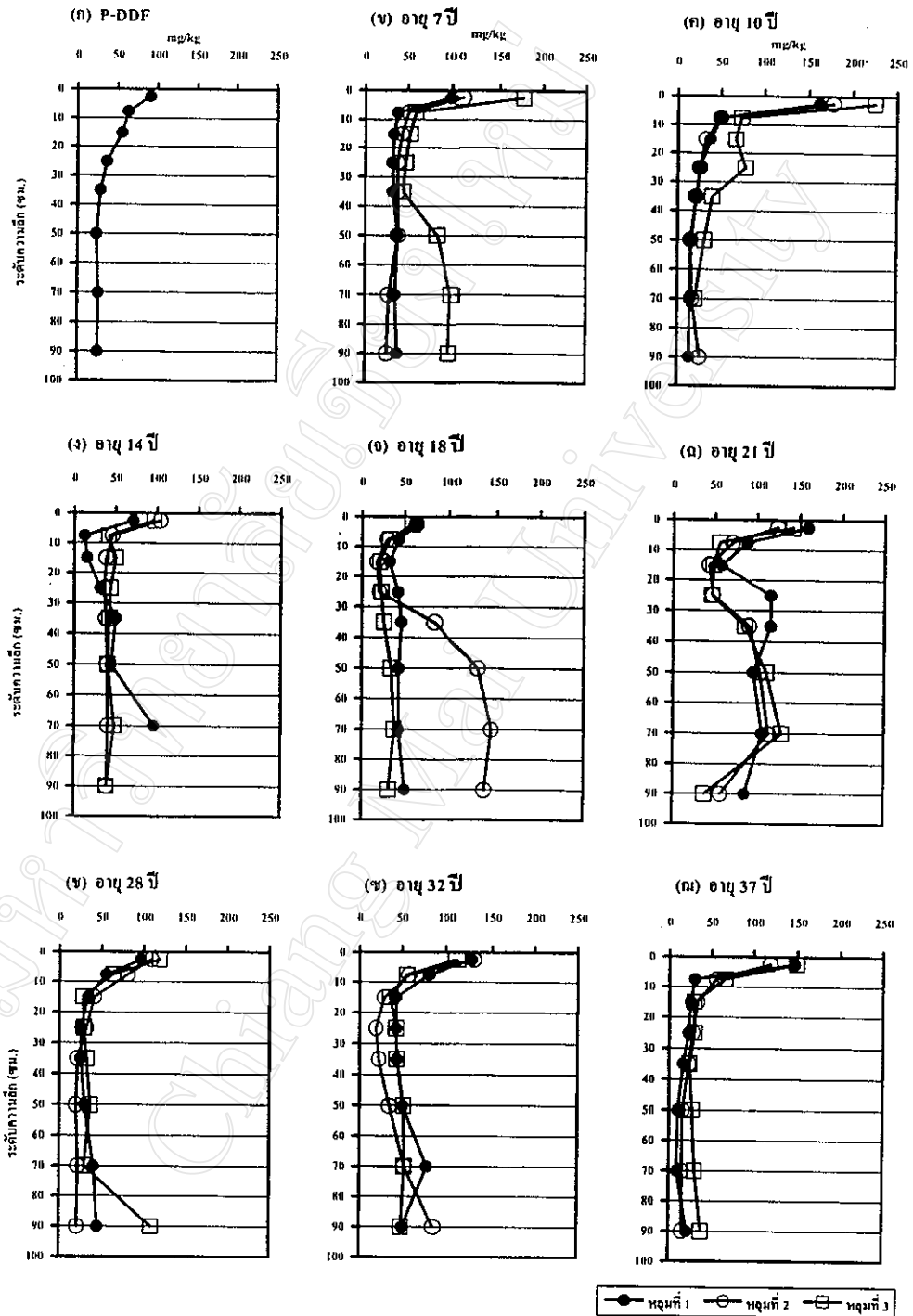
ในป่าธรรมชาติแมกนีเซียมในดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่าอยู่ในระดับต่ำ (63-91 และ 24-56 mg/kg ตามลำดับ) สวนป่าอายุ 7 ปี ดินชั้นบนมีค่าปานกลางถึงต่ำ (39-177 mg/kg) และดินชั้นล่างมีค่าต่ำถึงต่ำมาก (27-99 mg/kg) สวนป่าอายุ 10 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่าอยู่ระดับเดียวกันกับสวนป่าอายุ 7 ปี (50-225 และ 14-79 mg/kg ตามลำดับ)

สวนป่าอายุ 14 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่าต่ำถึงต่ำมาก (13-104 และ 16-96 mg/kg ตามลำดับ) สวนป่าอายุ 18 ปี ดินชั้นบนมีค่าต่ำถึงต่ำมากและดินชั้นล่างมีค่าปานกลางถึงต่ำมาก (30-63 และ 18-144 mg/kg ตามลำดับ)

สวนป่าอายุ 21 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่าปานกลางถึงต่ำ (56-160 และ 38-129 mg/kg ตามลำดับ) สวนป่าอายุ 28 ปี ดินชั้นบนมีค่าต่ำ (56-119 mg/kg) ส่วนดินชั้นล่างมีค่าต่ำถึงต่ำมาก (20-109 mg/kg)

สำหรับสวนป่าอายุ 32 ปีนั้นดินชั้นบนมีค่าปานกลางถึงต่ำ (56-129 mg/kg) และดินชั้นล่างมีค่าต่ำถึงต่ำมาก (20-86 mg/kg) ขณะที่สวนป่าอายุ 37 ปี แมกนีเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินชั้นบนมีค่าปานกลางถึงต่ำมากและดินชั้นล่างมีค่าต่ำถึงต่ำมาก (30-149 และ 9-38 mg/kg ตามลำดับ)

แมกนีเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินบริเวณนี้มีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงต่ำในดินชั้นบนและต่ำมากในดินชั้นล่าง แสดงให้เห็นว่าหินต้นกำเนิดดินมีแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบอยู่น้อย นอกจากนี้ยังไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนตามอายุของสวนป่า (รูปที่ 5-19 (ข))



รูปที่ 5-26 ความเข้มข้นของแมกนีเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินป่าธรรมชาติและสวนป่าอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าคอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

## (7) ประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (CEC.)

ตารางที่ 5-7 (รูปที่ 5-27) แสดงให้เห็นถึง ปริมาณประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินป่าธรรมชาติและสวนป่าไม้สนสามใบอายุ 7-37 ปี มีความผันแปรไปตามพื้นที่และอายุของสวนป่า พบว่า ดินชั้นบนในป่าธรรมชาติมีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงต่ำ (2.1-2.6 cmol/kg) และดินชั้นล่างมีค่าปานกลางถึงต่ำ (2.1-5.4 cmol/kg) สวนป่าอายุ 7 ปี ดินชั้นบนมีค่าปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ (3.6-6.1 cmol/kg) และดินชั้นล่างมีค่าค่อนข้างสูงถึงค่อนข้างต่ำ (4.5-7.7 cmol/kg) สวนป่าอายุ 10 ปี ดินชั้นบนมีค่าปานกลาง (5.3-7.1 cmol/kg) และดินชั้นล่างมีค่าปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ (4.2-6.2 cmol/kg)

สวนป่าอายุ 14 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่าปานกลาง (2.9-4.9 และ 2.8-3.7 cmol/kg ตามลำดับ) ส่วนสวนป่าอายุ 18 ปี ดินชั้นบนมีค่าต่ำถึงต่ำมาก (1.1-2.5 cmol/kg) และดินชั้นล่างมีค่าค่อนข้างต่ำถึงต่ำมาก (1.1-4.0 cmol/kg)

สวนป่าอายุ 21 ปี ดินชั้นบนมีค่าปานกลางถึงต่ำมาก (1.3-5.1 cmol/kg) และดินชั้นล่างมีค่าค่อนข้างต่ำถึงต่ำมาก (1.4-4.5 cmol/kg) สวนป่าอายุ 28 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่าค่อนข้างต่ำถึงต่ำ (2.4-3.4 และ 2.2-4.5 cmol/kg ตามลำดับ)

สวนป่าอายุ 32 ปี ดินชั้นบนและชั้นล่างมีค่าปานกลาง (3.1-4.4 และ 3.0-3.7 cmol/kg ตามลำดับ) และสวนป่าอายุ 37 ปี ดินชั้นบนมีค่าผันแปรจากค่อนข้างต่ำถึงสูง (4.9-11.2 cmol/kg) และดินชั้นล่างมีค่าค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูง (4.0-9.1 cmol/kg)

ข้อมูลแสดงให้เห็นว่า ค่า CEC ของดินชั้นบนมีแนวโน้มสูงขึ้นตามอายุของสวนป่า (รูป 5-19 (ณ)) ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการสะสมของอินทรีย์วัตถุในดินมากขึ้น ทำให้มีการดูดซับประจุบวกมาก การที่ดินชั้นล่างของสวนป่าบางชั้นอายุมีค่า CEC ค่อนข้างมาก น่าจะเป็นผลมาจากการดูดซับประจุบวกที่ถูกชะล้างลงไปโดยดินเหนียวที่สะสมอยู่

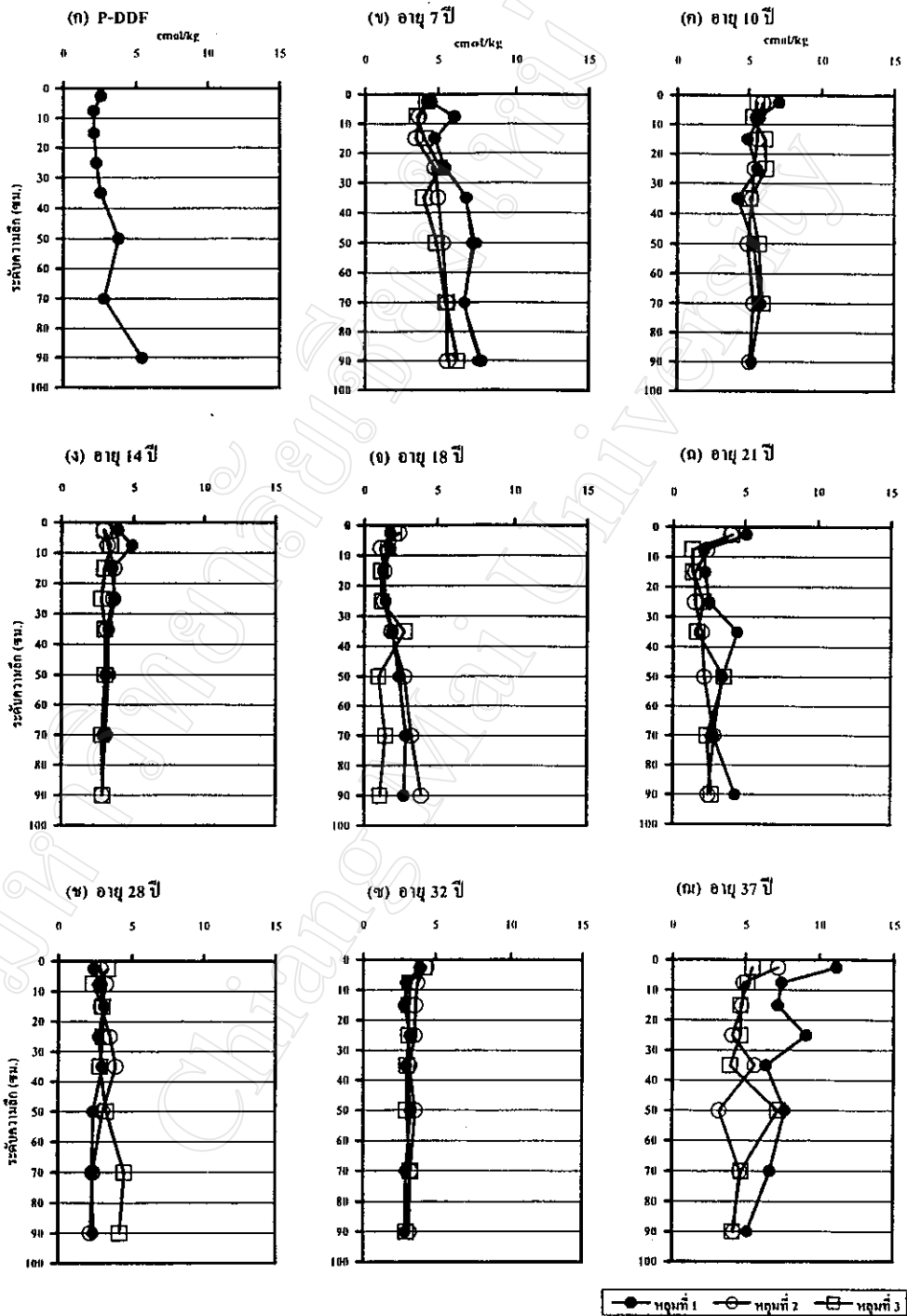
ตารางที่ 5-7 ปริมาณประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ในดินป่าธรรมชาติและสวนป่าไม้สน  
สามใบ 8 ชั้นอายุ ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

อายุ (ปี)	ความ ลึก (ซม.)	ปริมาณประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนได้							
		cmol/kg soil				cmol/kg soil			
		หลุมที่ 1	หลุมที่ 2	หลุมที่ 3	เฉลี่ย	หลุมที่ 1	หลุมที่ 2	หลุมที่ 3	เฉลี่ย
ป่าธรรม ชาติ (P-DDF)	0-5	2.6	-	-	2.6	5.2	-	-	5.2
	5-10	2.1	-	-	2.1	4.2	-	-	4.2
	10-20	2.1	-	-	2.1	4.2	-	-	4.2
	20-30	2.3	-	-	2.3	4.6	-	-	4.6
	30-40	2.6	-	-	2.6	5.1	-	-	5.1
	40-60	3.8	-	-	3.8	7.6	-	-	7.6
	60-80	2.8	-	-	2.8	5.6	-	-	5.6
	80-100	5.4	-	-	5.4	10.9	-	-	10.9
7 (2537)	0-5	4.5	4.4	4.3	4.4	8.9	8.9	8.5	8.8
	5-10	6.1	3.8	3.6	4.5	12.2	7.5	7.2	9.0
	10-20	4.8	3.5	4.1	4.2	9.6	7.1	8.3	8.3
	20-30	5.5	4.8	5.1	5.1	10.9	9.6	10.2	10.2
	30-40	6.9	5.0	4.1	5.3	13.8	10.0	8.1	10.6
	40-60	7.4	5.3	4.9	5.9	14.7	10.7	9.8	11.7
	60-80	6.8	5.6	5.5	6.0	13.6	11.3	11.1	12.0
	80-100	7.7	5.7	6.3	6.5	15.4	11.3	12.6	13.1
10 (2534)	0-5	7.1	6.0	5.6	6.2	14.2	12.0	11.2	12.5
	5-10	5.7	5.6	5.3	5.6	11.4	11.3	10.6	11.1
	10-20	4.9	5.6	6.2	5.6	9.8	11.2	12.3	11.1
	20-30	5.6	5.4	6.2	5.7	11.2	10.8	12.4	11.5
	30-40	4.2	5.2	5.1	4.8	8.4	10.5	10.2	9.7
	40-60	5.4	4.9	5.7	5.3	10.7	9.8	11.4	10.6
	60-80	5.9	5.4	6.0	5.7	11.7	10.7	12.0	11.5
	80-100	5.2	5.1	-	5.2	10.5	10.2	-	10.3
14 (2530)	0-5	3.9	2.9	3.0	3.3	7.8	5.9	5.9	6.5
	5-10	4.9	3.2	3.4	3.8	9.8	6.4	6.8	7.7
	10-20	3.5	3.7	3.0	3.4	7.0	7.3	6.0	6.8
	20-30	3.7	3.6	2.8	3.3	7.4	7.2	5.6	6.7
	30-40	3.3	3.1	3.0	3.1	6.6	6.2	6.0	6.3
	40-60	3.1	3.2	3.0	3.1	6.2	6.5	6.1	6.2
	60-80	3.0	3.0	2.8	2.9	6.0	6.1	5.6	5.9
	80-100	-	2.8	2.9	2.8	-	5.7	5.7	5.7
18 (2526)	0-5	1.9	2.5	2.1	2.1	3.8	4.9	4.2	4.3
	5-10	1.9	1.1	1.7	1.6	3.7	2.3	3.4	3.1
	10-20	1.4	1.5	1.2	1.3	2.8	2.9	2.4	2.7
	20-30	1.6	1.4	1.3	1.4	3.1	2.8	2.5	2.8

ตารางที่ 5-7 (ต่อ)

อายุ (ปี)	ความ ลึก (ซม.)	ปริมาณประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนได้							
		cmol/kg soil				meq/100 g soil			
		หลุมที่ 1	หลุมที่ 2	หลุมที่ 3	เฉลี่ย	หลุมที่ 1	หลุมที่ 2	หลุมที่ 3	เฉลี่ย
18 (2526)	30-40	2.0	1.9	2.8	2.2	4.0	3.9	5.6	4.5
	40-60	2.5	2.8	1.0	2.1	5.0	5.7	2.1	4.2
	60-80	2.9	3.3	1.5	2.6	5.8	6.6	3.1	5.2
	80-100	2.8	4.0	1.1	2.6	5.6	8.0	2.3	5.3
21 (2523)	0-5	5.1	4.0	4.1	4.4	10.2	8.0	8.2	8.8
	5-10	2.2	2.4	1.3	2.0	4.3	4.8	2.7	3.9
	10-20	2.2	1.5	1.4	1.7	4.5	3.1	2.7	3.4
	20-30	2.5	1.5	2.1	2.1	5.0	3.0	4.2	4.1
	30-40	4.5	2.0	1.7	2.7	9.0	4.0	3.4	5.4
	40-60	3.5	2.2	3.6	3.1	6.9	4.3	7.1	6.1
	60-80	2.8	2.9	2.4	2.7	5.6	5.7	4.7	5.4
	80-100	4.3	2.5	2.7	3.2	8.7	4.9	5.4	6.3
28 (2516)	0-5	2.4	2.9	3.4	2.9	4.8	5.7	6.7	5.7
	5-10	2.8	3.2	2.4	2.8	5.5	6.5	4.7	5.6
	10-20	3.1	2.9	3.0	3.0	6.2	5.8	6.0	6.0
	20-30	2.7	3.5	3.0	3.1	5.5	7.0	6.0	6.2
	30-40	3.0	3.9	2.8	3.2	6.0	7.8	5.7	6.5
	40-60	2.4	3.0	3.3	2.9	4.8	6.1	6.6	5.8
	60-80	2.3	2.4	4.5	3.1	4.7	4.7	9.0	6.1
	80-100	2.4	2.2	4.2	2.9	4.8	4.4	8.3	5.9
32 (2512)	0-5	4.0	4.4	4.3	4.2	8.0	8.8	8.5	8.4
	5-10	3.1	3.8	3.3	3.4	6.2	7.6	6.6	6.8
	10-20	3.0	3.7	3.2	3.3	5.9	7.3	6.5	6.6
	20-30	3.3	3.6	3.2	3.4	6.7	7.3	6.5	6.8
	30-40	3.1	3.3	3.1	3.2	6.2	6.6	6.2	6.3
	40-60	3.4	3.7	3.1	3.4	6.8	7.4	6.2	6.8
	60-80	3.0	3.4	3.4	3.3	6.1	6.7	6.7	6.5
	80-100	3.0	3.3	3.1	3.1	6.0	6.6	6.1	6.2
37 (2507)	0-5	11.2	7.2	5.5	7.9	22.3	14.4	11.0	15.9
	5-10	7.4	4.9	5.2	5.8	14.9	9.7	10.3	11.6
	10-20	7.2	4.8	4.7	5.5	14.4	9.5	9.3	11.1
	20-30	9.1	4.1	4.7	6.0	18.3	8.2	9.3	11.9
	30-40	6.4	5.7	4.0	5.3	12.9	11.3	7.9	10.7
	40-60	7.7	3.2	7.2	6.0	15.4	6.4	14.5	12.1
	60-80	6.7	4.6	4.7	5.4	13.4	9.3	9.5	10.7
	80-100	5.2	4.2	4.2	4.5	10.3	8.5	8.3	9.0

หมายเหตุ; - ไม่สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้



รูปที่ 5-27 ปริมาณของประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ตามระดับความลึกของดินในป่าธรรมชาติดและสวนป่าอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

#### 5.2.4 การสะสมของธาตุอาหารในดิน (Nutrient Accumulations)

การสะสมของธาตุอาหารในดินเป็นลักษณะหนึ่งซึ่งแสดงให้เห็นถึงการพัฒนารูปร่างของดิน และสามารถชี้บ่งบอกถึงศักยภาพในการให้ผลผลิตของดินในแต่ละพื้นที่ ซึ่งเกี่ยวข้องกับอัตราของ 2 กระบวนการ คือ (1) การเข้าสู่ระบบดินของธาตุอาหารต่างๆ (nutrient inputs) ที่ส่วนใหญ่ได้จากการร่วงหล่นของซากพืช (litter fall) (2) การสูญเสียธาตุอาหารจากระบบดิน (nutrient losses) เช่น การชะกร่อนหน้าดิน การชะล้าง การสูญเสียในรูปก๊าซ เป็นต้น ความแตกต่างของอัตราการเข้าสู่และสูญเสียจากระบบดินของธาตุอาหารเป็นสิ่งที่ชี้ให้เห็นถึงอัตราการสะสมของธาตุอาหาร อย่างไรก็ตามการอนุรักษ์และรักษาธาตุอาหารต่างๆ ไว้ในดินหรือการสะสมในดินขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดินเป็นสำคัญ เช่น ปริมาณของอนุภาคดิน ลักษณะของเนื้อดิน ความลึกของชั้นดิน เป็นต้น กระบวนการทั้งสองเป็นกระบวนการสำคัญในการรักษาสมดุลของธาตุอาหารในดินป่าธรรมชาติและสวนป่า (Tsutsumi, 1977)

ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด รวมทั้งธาตุอาหารที่สามารถสกัดได้ (ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม) ในดินป่าธรรมชาติและสวนป่าไม้สนสามใบ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5-8 (รูปที่ 5-28) และค่าเฉลี่ยตลอดชั้นความลึก 100 ซม. ในตารางที่ 5-9 และ รูปที่ 5-29

อินทรีย์วัตถุที่สะสมอยู่ในดินสวนใหญ่ได้จากซากใบไม้และส่วนอื่นๆ ของพืชที่ร่วงหล่นลงสู่ดิน ซึ่งจะถูกล่อยสลายและเคลื่อนย้ายลงไปในดิน ในสวนป่าที่มีอายุน้อยระดับความลึกของดินที่อินทรีย์วัตถุถูกเคลื่อนย้ายลงไปมักจะตื้นและจะลึกมากขึ้นในสวนป่าที่มีอายุมาก จากการสังเกตพบว่า ในสวนป่าอายุ 37 ปี มีการเคลื่อนย้ายของอินทรีย์วัตถุลงไปปริมาณมากถึงระดับความลึก ประมาณ 40 ซม. ซึ่งสังเกตได้จากสีของดิน ดังนั้นในการเปรียบเทียบปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุและธาตุอื่นๆ จึงได้ใช้ที่ระดับความลึกนี้ อย่างไรก็ตามได้ใช้ระดับความลึก 1 เมตรในการเปรียบเทียบปริมาณการสะสมอีกระดับหนึ่ง

##### (1) ปริมาณอินทรีย์วัตถุ คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด

##### (ก) อินทรีย์วัตถุ

ในป่าธรรมชาติมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สะสมในดินที่ระดับความลึก 0-40 ซม. เท่ากับ 56.34 t/ha สวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 55.84, 67.95, 57.39, 24.54, 49.02, 63.10, 77.15 และ 104.04 t/ha ตามลำดับ



ตารางที่ 5-8 ปริมาณของอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารในดินป่าธรรมชาติและสวนป่าไม้สนสามใบที่มีอายุต่างๆ ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

อายุสวนป่า (ปี)	พื้นที่	ระดับความลึก (ซม.)	O.M.	C	N kg/ha	Extractable			
			t/ha			P	K	Ca	Mg
						kg/ha			
ป่าธรรมชาติ (P-DDF)	1	0-10	25.99	15.07	1,005	2.6	109	185	118
		10-20	12.50	7.25	484	1.4	123	103	91
		20-30	9.37	5.44	362	1.1	115	72	58
		30-40	8.48	4.92	328	0.5	118	41	44
		40-50	7.27	4.22	281	0.6	125	27	38
		50-60	7.27	4.22	281	0.6	125	27	38
		60-70	6.05	3.51	234	0.4	102	22	40
		70-80	6.05	3.51	234	0.4	102	22	40
		80-90	4.62	2.68	179	0.4	88	28	39
		90-100	4.62	2.68	179	0.4	88	28	39
		รวม	92.23	53.49	3,566	8.1	1,094	556	545
7 (2537)	1	0-10	25.36	14.71	981	0.8	135	58	78
		10-20	17.61	10.21	681	0.8	113	13	39
		20-30	9.19	5.33	356	0.3	93	8	29
		30-40	6.97	4.04	270	0.2	86	3	28
		40-50	6.28	3.64	243	0.3	92	6	43
		50-60	6.28	3.64	243	0.3	92	6	43
		60-70	4.15	2.41	160	0.3	74	7	41
		70-80	4.15	2.41	160	0.3	74	7	41
		80-90	3.20	1.86	124	0.2	46	11	33
		90-100	3.20	1.86	124	0.2	46	11	33
	รวม	86.39	50.11	3,341	3.6	851	131	408	
	2	0-10	28.58	16.58	1,105	0.5	148	143	99
		10-20	14.57	8.45	563	0.5	98	35	49
		20-30	13.61	7.89	526	0.6	121	22	46
		30-40	7.14	4.14	276	0.3	102	6	31
		40-50	4.97	2.88	192	0.3	134	5	38
		50-60	4.97	2.88	192	0.3	134	5	38
		60-70	2.90	1.68	112	0.4	119	11	29
		70-80	2.90	1.68	112	0.4	119	11	29
		80-90	3.08	1.79	119	0.1	60	11	17
		90-100	3.08	1.79	119	0.1	60	11	17
รวม	85.80	49.76	3,318	3.5	1,095	260	393		
3	0-10	18.93	10.98	732	0.4	90	198	83	
	10-20	9.39	5.45	363	0.4	74	66	32	
	20-30	7.27	4.21	281	0.3	51	56	26	
	30-40	8.91	5.17	344	0.2	79.06	43.96	30.36	
	40-50	8.09	4.69	313	0.5	69.17	70.96	59.61	
	50-60	8.09	4.69	313	0.5	69.17	70.96	59.61	

ตารางที่ 5-8 (ต่อ)

อายุสวนป่า (ปี)	พื้นที่	ระดับความลึก (ซม.)	O.M.	C	N kg/ha	Extractable			
			t/ha	kg/ha		P	K	Ca	Mg
						kg/ha			
7 (2537)	3	60-70	6.65	3.86	257	0.3	83	95	79
		70-80	6.65	3.86	257	0.3	83	95	79
		80-90	2.71	1.57	105	0.1	49	42	41
		90-100	2.71	1.57	105	0.1	49	42	41
		รวม	79.40	46.05	3,070	3.1	696	780	530
10 (2534)	1	0-10	31.42	18.23	1,215	0.2	152	166	94
		10-20	12.07	7.00	467	0.4	76	16	24
		20-30	9.29	5.39	359	0.3	47	11	25
		30-40	5.83	3.38	225	0.2	31	6	14
		40-50	2.66	1.54	103	0.1	20	3	9
		50-60	2.66	1.54	103	0.1	20	3	9
		60-70	5.07	2.94	196	0.2	29	14	15
		70-80	5.07	2.94	196	0.2	29	14	15
		80-90	4.97	2.89	192	0.2	36	15	18
		90-100	4.97	2.89	192	0.2	36	15	18
	รวม	84.03	48.74	3,249	2.1	477	265	239	
	2	0-10	38.69	22.44	1,496	0.5	238	180	116
		10-20	11.03	6.40	426	0.3	77	10	19
		20-30	10.39	6.03	402	0.4	93	11	24
		30-40	9.97	5.78	385	0.4	108	8	23
		40-50	5.11	2.95	227	0.4	95	11	17
		50-60	5.11	2.95	227	0.4	95	11	17
		60-70	3.70	2.15	143	0.3	67	22	18
		70-80	3.70	2.15	143	0.3	67	22	18
		80-90	3.60	2.09	139	0.1	25	35	14
90-100		3.60	2.09	139	0.1	25	35	14	
รวม	94.89	55.01	3,728	3.1	890	346	281		
3	0-10	37.71	21.87	1,458	0.4	197	381	124	
	10-20	13.32	7.73	515	0.3	93	62	38	
	20-30	16.39	9.51	634	0.3	189	54	91	
	30-40	7.74	4.49	299	0.1	146	34	43	
	40-50	5.22	3.03	202	0.1	108	36	35	
	50-60	5.22	3.03	202	0.1	108	36	35	
	60-70	5.10	2.96	197	0.1	56	26	24	
	70-80	5.10	2.96	197	0.1	56	26	24	
รวม	95.80	55.57	3,704	1.6	953	657	414		
14 (2530)	1	0-10	25.28	14.66	977	0.8	98.83	87.29	46.91
		10-20	11.52	6.68	446	0.6	35.37	18.13	13.88
		20-30	14.64	8.49	566	0.4	54.07	62.24	40.1

ตารางที่ 5-8 (ต่อ)

อายุสวนป่า (ปี)	พื้นที่	ระดับความลึก (ซม.)	O.M.	C	N kg/ha	Extractable				
			t/ha			P	K	Ca	Mg	
						kg/ha				
14 (2530)	1	30-40	10.62	6.16	411	0.5	80	111	64	
		40-50	7.21	4.18	279	0.5	105	79	62	
		50-60	7.21	4.18	279	0.5	105	79	62	
		60-70	7.48	4.34	289	0.4	99	81	118	
		70-80	7.48	4.34	289	0.4	99	81	118	
		รวม	91.46	53.05	3,536	4.1	676	597	525	
	2	0-10	22.06	12.79	853	0.5	136	83	74	
		10-20	16.19	9.39	626	0.4	160	27	46	
		20-30	11.92	6.92	461	0.2	110	9	32	
		30-40	8.53	4.95	330	0.3	156	7	47	
		40-50	6.57	3.81	254	0.5	137	11	51	
		50-60	6.57	3.81	254	0.5	137	11	51	
		60-70	6.31	3.66	244	0.5	128	16	56	
		70-80	6.31	3.66	244	0.5	128	16	56	
		80-90	4.12	2.39	159	0.3	97	17	52	
		90-100	4.12	2.39	159	0.3	97	17	52	
	รวม	92.71	53.77	3,585	3.9	1,287	213	518		
	3	0-10	18.70	10.85	723	0.4	76	59	55	
		10-20	16.97	9.84	656	0.4	97	19	63	
		20-30	10.75	6.24	416	0.3	74	17	51	
		30-40	4.98	2.89	193	0.2	47	18	37	
		40-50	5.73	3.32	221	0.3	85	33	50	
		50-60	5.73	3.32	221	0.3	85	33	50	
		60-70	2.77	1.61	107	0.2	89	15	60	
		70-80	2.77	1.61	107	0.2	89	15	60	
		80-90	6.31	3.66	244	0.2	103	32	53	
		90-100	6.31	3.66	244	0.2	103	32	53	
	รวม	81.02	46.99	3,133	2.5	851	273	532		
	18 (2526)	1	0-10	13.68	7.93	529	0.7	43	277	59
			10-20	4.67	2.71	181	0.5	31	77	28
20-30			4.49	2.61	174	0.6	31	104	50	
30-40			3.13	1.82	121	0.3	42	104	56	
40-50			3.44	1.99	133	0.5	52	109	55	
50-60			3.44	1.99	133	0.5	52	109	55	
60-70			3.98	2.31	154	0.3	59	138	63	
70-80			3.98	2.31	154	0.3	59	138	63	
80-90			2.76	1.60	107	0.3	56.6	202.13	68.22	
90-100			2.76	1.60	107	0.3	56.6	202.13	68.22	
รวม			46.33	26.87	1,791	4.3	481.1	1,461.10	565.5	

ตารางที่ 5-8 (ต่อ)

อายุสวนป่า (ปี)	พื้นที่	ระดับความลึก (ซม.)	O.M.	C	N kg/ha	Extractable			
			t/ha			P	K	Ca	Mg
					kg/ha				
18 (2516)	2	0-10	11.98	6.95	463	1.3	58	761	59
		10-20	2.71	1.57	105	1.1	37	232	18
		20-30	2.40	1.39	93	0.1	27	277	24
		30-40	1.79	1.04	69	-	58	346	104
		40-50	3.38	1.96	131	0.3	90	276	173
		50-60	3.38	1.96	131	0.3	90	276	173
		60-70	4.67	2.71	181	0.3	142	313	207
		70-80	4.67	2.71	181	0.3	142	313	207
		80-90	4.00	2.32	155	-	147	300	182
		90-100	4.00	2.32	155	-	147	300	182
	รวม	42.96	24.92	1,661	3.8	938	3,393	1,329	
	3	0-10	16.95	9.83	655	0.7	68	352	63
		10-20	4.05	2.35	157	1.0	34	165	23
		20-30	3.93	2.28	152	0.8	31	191	30
		30-40	3.83	2.22	148	0.5	48	200	35
		40-50	2.60	1.51	101	0.3	45	174	47
		50-60	2.60	1.51	101	0.3	45	174	47
		60-70	3.42	1.98	132	0.3	56	261	47
		70-80	3.42	1.98	132	0.3	56	261	47
		80-90	1.24	0.72	48	0.3	75	200	40
90-100		1.24	0.72	48	0.3	75	200	40	
รวม	43.29	25.11	1,674	4.7	536	2,178	420		
21 (2523)	1	0-10	32.22	18.69	1,246	3.6	80	491	158
		10-20	7.56	4.38	292	1.6	66	111	54
		20-30	5.40	3.13	209	0.8	99	119	115
		30-40	3.52	2.04	136	0.3	137	91	124
		40-50	3.58	2.07	138	0.3	132	47	115
		50-60	3.58	2.07	138	0.3	132	47	115
		60-70	3.30	1.91	128	0.1	133	44	124
		70-80	3.30	1.91	128	0.1	133	44	124
		80-90	2.94	1.70	114	0.1	113	50	92
		90-100	2.94	1.70	114	0.1	113	50	92
	รวม	68.34	39.64	2,642	7.4	1,137	1,094	1,112	
	2	0-10	31.65	18.36	1,224	7.1	61	559	120
		10-20	7.67	4.45	296	8.8	36	218	46
		20-30	7.13	4.13	276	7.9	47	220	61
		30-40	5.18	3.01	200	7.4	67.01	243.39	115.22
		40-50	3.31	1.92	128	10.9	69.33	199.66	133.23
		50-60	3.31	1.92	128	10.9	69.33	199.66	133.23
		60-70	3.18	1.85	123	11.9	81.61	126.49	155.01

ตารางที่ 5-8 (ต่อ)

อายุสวนป่า (ปี)	พื้นที่	ระดับความลึก (ซม.)	O.M.	C	N kg/ha	Extractable			
			t/ha			P	K	Ca	Mg
						kg/ha			
21 (2523)	2	70-80	3.18	1.85	123	11.9	82	126	155
		80-90	2.52	1.46	97	12.3	89	103	76
		90-100	2.52	1.46	97	12.3	89	103	76
		รวม	69.65	40.40	2,693	101.4	692	2,100	1,071
	3	0-10	32.30	18.73	1,249	9.1	63	462	117
		10-20	4.11	2.39	159	10.2	36	124	50
		20-30	5.14	2.98	199	7.9	45	213	59
		30-40	5.19	3.01	201	8.8	61	253	108
		40-50	3.08	1.78	119	4.7	75	151	144
		50-60	3.08	1.78	119	4.7	75	151	144
		60-70	3.02	1.75	117	1.7	88	68	167
		70-80	3.02	1.75	117	1.7	88	68	167
		80-90	2.75	1.60	106	0.4	106	15	46
		90-100	2.75	1.60	106	0.4	106	15	46
รวม	64.44	37.38	2,492	49.6	742	1,522	1,048		
28 (2516)	1	0-10	26.47	15.35	1,023	2.0	101	181	105
		10-20	12.90	7.48	499	0.8	101	16	37
		20-30	10.34	6.00	400	0.6	98	18	32
		30-40	9.87	5.73	382	0.6	105	12	33
		40-50	5.23	3.03	202	0.5	124	10	41
		50-60	5.23	3.03	202	0.5	124	10	41
		60-70	3.87	2.24	150	0.3	136	10	57
		70-80	3.87	2.24	150	0.3	136	10	57
		80-90	4.11	2.39	159	0.2	110	17	58
		90-100	4.11	2.39	159	0.2	110	17	58
	รวม	86.01	49.89	3,326	5.9	1,147	301	519	
	2	0-10	32.80	19.02	1,268	1.3	112	163	125
		10-20	11.88	6.89	459	0.9	60	23	42
		20-30	13.31	7.72	515	0.4	69	14	38
		30-40	6.07	3.52	235	0.4	80	10	26
		40-50	5.95	3.45	230	0.2	89	9	25
		50-60	5.95	3.45	230	0.2	89	9	25
		60-70	2.77	1.61	107	0.2	83	15	29
70-80		2.77	1.61	107	0.2	83	15	29	
รวม	87.36	50.67	3,378	3.9	795.1	297	392.3		

ตารางที่ 5-8 (ต่อ)

อายุสวนป่า (ปี)	พื้นที่	ระดับความลึก (ซม.)	O.M.	C	N kg/ha	Extractable				
			t/ha			P	K	Ca	Mg	
						kg/ha				
28 (2516)	3	0-10	29.66	17.20	1,147	3.64	95.92	217.21	119.53	
		10-20	14.10	8.18	545	1.88	57.94	18.60	29.60	
		20-30	12.45	7.22	482	0.99	62.19	14.49	34.85	
		30-40	9.44	5.48	365	0.27	99.79	19.26	37.81	
		40-50	5.62	3.26	217	0.28	58.16	50.05	42.82	
		50-60	5.62	3.26	217	0.28	58.16	50.05	42.82	
		60-70	7.82	4.54	302	0.13	81.96	14.13	33.48	
		70-80	7.82	4.54	302	0.13	81.96	14.13	33.48	
		80-90	3.35	1.94	130	0.14	48.81	33.12	126.52	
		90-100	3.35	1.94	130	0.14	48.81	33.12	126.52	
		รวม	รวม	99.24	57.56	3,837	7.88	693.70	464.20	627.40
32 (2512)	1	0-10	39.26	22.77	1,518	0.25	127.00	246.69	146.88	
		10-20	16.35	9.48	632	-	77.88	46.26	50.99	
		20-30	13.64	7.91	528	-	76.97	55.92	52.36	
		30-40	8.36	4.85	323	-	60.84	52.23	54.75	
		40-50	6.37	3.70	246	-	56.58	48.15	61.55	
		50-60	6.37	3.70	246	-	56.58	48.15	61.55	
		60-70	5.93	3.44	229	0.14	68.57	41.63	96.10	
		70-80	5.93	3.44	229	0.14	68.57	41.63	96.10	
		80-90	2.69	1.56	104	0.15	73.35	31.25	64.91	
		90-100	2.69	1.56	104	0.15	73.35	31.25	64.91	
		รวม	รวม	107.59	62.40	4,160	0.84	739.70	643.20	750.10
	2	2	0-10	37.77	21.90	1,460	1.04	159.50	236.61	128.36
			10-20	20.41	11.84	789	0.91	76.58	28.31	39.09
			20-30	14.66	8.50	567	0.48	59.07	13.74	27.82
			30-40	10.81	6.27	418	0.53	46.25	11.85	26.84
			40-50	7.61	4.42	294	-	46.47	13.70	42.83
			50-60	7.61	4.42	294	-	46.47	13.70	42.83
			60-70	5.84	3.39	226	-	41.74	15.00	69.01
			70-80	5.84	3.39	226	-	41.74	15.00	69.01
			80-90	4.06	2.36	157	0.15	37.27	18.63	106.86
			90-100	4.06	2.36	157	0.15	37.27	18.63	106.86
รวม	รวม	118.68	68.83	4,589	3.26	592.40	385.20	659.50		
3	3	0-10	34.15	19.81	1,320	1.61	83.61	192.27	105.10	
		10-20	16.15	9.37	624	0.55	54.61	30.21	42.35	
		20-30	10.74	6.23	415	0.80	67.53	39.23	56.01	
		30-40	9.16	5.31	354	0.78	72.11	29.11	58.27	
		40-50	6.07	3.52	235	0.47	89.14	44.91	69.90	
		50-60	6.07	3.52	235	0.47	89.14	44.91	69.90	
		60-70	4.32	2.51	167	0.32	101.15	55.97	71.35	

ตารางที่ 5-8 (ต่อ)

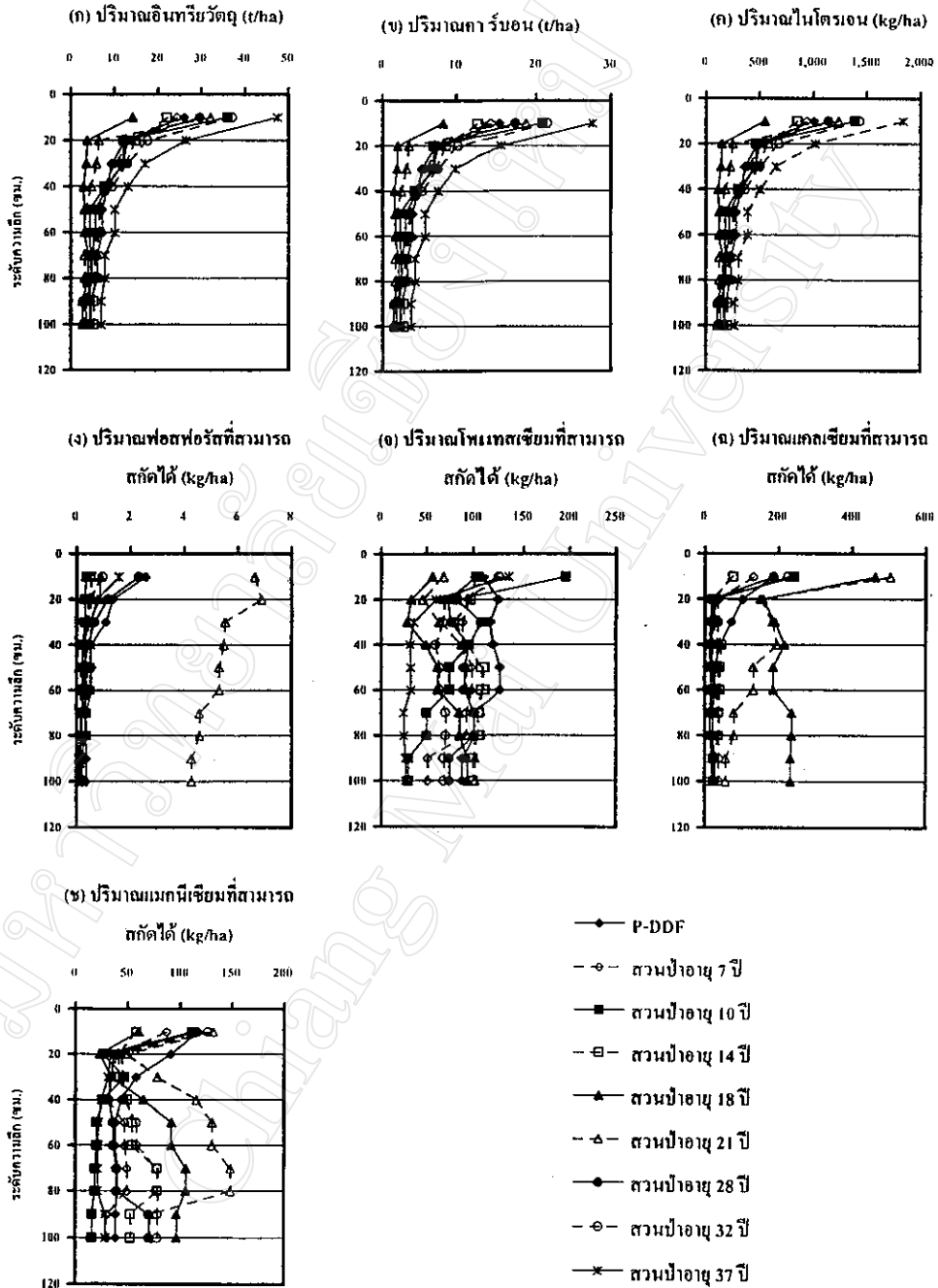
อายุสวนป่า (ปี)	พื้นที่	ระดับความลึก (ซม.)	O.M.	C	N kg/ha	Extractable			
			t/ha	kg/ha		P	K	Ca	Mg
						kg/ha			
32 (2512)	3	70-80	4.32	2.51	167	0.3	101	56	71
		80-90	1.99	1.15	77	0.5	95	62	64
		90-100	1.99	1.15	77	0.5	95	62	64
		รวม	94.95	55.07	3,671	6.2	848	617	671
37 (2507)	1	0-10	53.11	30.81	2,054	2.3	111	202	85
		10-20	37.95	22.01	1,467	0.8	53	17	24
		20-30	26.00	15.08	1,005	0.5	25	12	22
		30-40	19.04	11.04	736	0.3	12	5	16
		40-50	16.12	9.35	623	0.3	18	5	11
		50-60	16.12	9.35	623	0.3	18	5	11
		60-70	11.52	6.68	445	0.1	10	5	10
		70-80	11.52	6.68	445	0.1	10	5	10
		80-90	9.88	5.73	382	0.1	14	8	23
		90-100	9.88	5.73	382	0.1	14	8	23
	รวม	211.14	122.46	8,164	4.9	285	273	238	
	2	0-10	48.21	27.96	1,864	1.6	96	269	115
		10-20	21.48	12.46	831	1.0	47	28	42
		20-30	11.41	6.62	441	0.9	25	12	37
		30-40	10.03	5.82	388	1.1	23	10	31
		40-50	6.63	3.85	256	1.1	35	16	21
		50-60	6.63	3.85	256	1.1	35	16	21
		60-70	5.07	2.94	196	0.3	26	14	19
		70-80	5.07	2.94	196	0.3	26	14	19
		80-90	5.08	2.95	196	0.2	32	17	20
90-100		5.08	2.95	196	0.2	32	17	20	
รวม	124.69	72.32	4,821	7.8	376	413	344		
3	0-10	41.32	23.97	1,598	0.8	194	264	138	
	10-20	19.70	11.43	762	0.4	81	19	35	
	20-30	13.65	7.92	528	0.3	60	42	35	
	30-40	10.23	5.94	396	0.1	64	20	27	
	40-50	7.56	4.39	292	0.1	48	27	33	
	50-60	7.56	4.39	292	0.1	48	27	33	
	60-70	6.95	4.03	269	-	42	23	36	
	70-80	6.95	4.03	269	-	42	23	36	
	80-90	5.82	3.38	225	-	38	31	44	
	90-100	5.82	3.38	225	-	38	31	44	
รวม	125.57	72.83	4,855	1.9	655.4	506.8	461		

หมายเหตุ; - ไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้

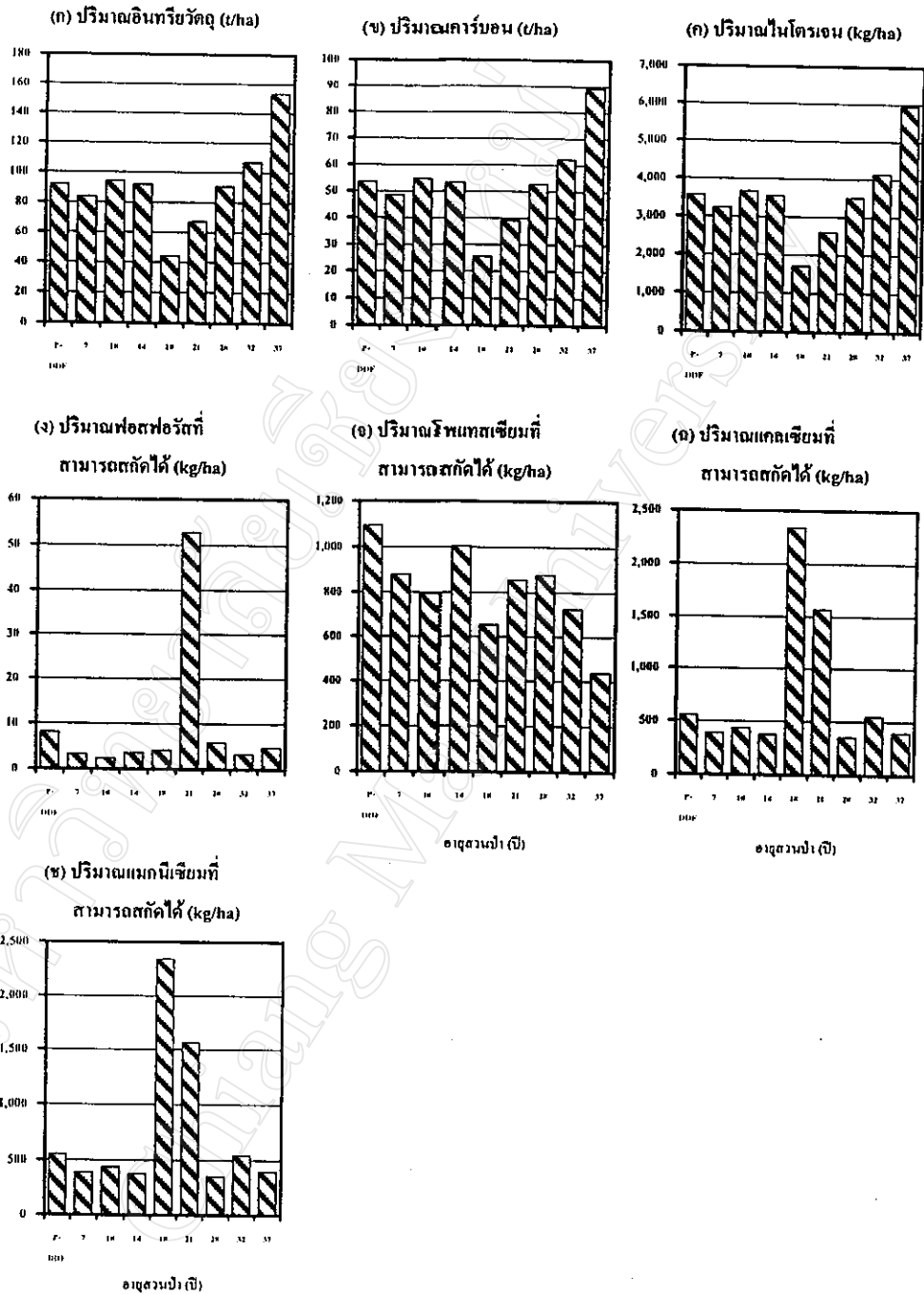
ตารางที่ 5-9 ปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารต่างๆ ในดิน (0-100 ซม.) ของสวนป่าไม้สนสามใบ และป่าธรรมชาติที่อยู่ใกล้กับสวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

อายุสวนป่า (ปี)	พื้นที่	O.M.	Carbon	Total N kg/ha	Extractable nutrients (kg/ha)			
		t/ha			P	K	Ca	Mg
P-DDF	1	92.23	53.49	3,566	8	1,094	556	545
7	1	86.39	50.11	3,341	4	851	131	408
	2	85.80	49.76	3,318	3	1,095	260	393
	3	79.40	46.05	3,070	3	696	780	530
	เฉลี่ย	83.86	48.64	3,243	3	881	391	444
10	1	84.03	48.74	3,249	2	477	265	239
	2	94.89	55.01	3,728	3	890	346	281
	3	95.80	55.57	3,704	2	953	657	414
	เฉลี่ย	91.57	53.11	3,561	2	773	423	312
12	1	91.46	53.05	3,536	4	676	597	525
	2	92.71	53.77	3,585	4	1,287	213	518
	3	81.02	46.99	3,133	2	851	273	532
	เฉลี่ย	88.40	51.27	3,418	4	938	361	525
18	1	46.33	26.87	1,791	4	481	1,461	566
	2	42.96	24.92	1,661	4	938	3,393	1,329
	3	43.29	25.11	1,674	5	536	2,178	420
	เฉลี่ย	44.19	25.63	1,709	4	652	2,344	771
21	1	68.34	39.64	2,642	7	1,137	1,094	1,112
	2	69.65	40.40	2,693	101	692	2,100	1,071
	3	64.44	37.38	2,492	50	742	1,522	1,048
	เฉลี่ย	67.48	39.14	2,609	53	857	1,572	1,077
28	1	86.01	49.89	3,326	6	1,147	301	519
	2	87.36	50.67	3,378	4	795	297	392
	3	99.24	57.56	3,837	8	694	464	627
	เฉลี่ย	90.87	52.71	3,514	6	879	354	513
32	1	107.59	62.40	4,160	1	740	643	750
	2	118.68	68.83	4,589	3	592	385	660
	3	94.95	55.07	3,671	6	848	617	671
	เฉลี่ย	107.07	62.10	4,140	3	727	549	694
37	1	211.14	122.46	8,164	5	285	273	238
	2	124.69	72.32	4,821	8	376	413	344
	3	125.57	72.83	4,855	2	655	507	461
	เฉลี่ย	153.80	89.20	5,947	5	439	398	348





รูปที่ 5-28 ปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด รวมทั้งธาตุอาหารที่สามารถสกัดได้ในดินป่าธรรมชาติและสวนป่าอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าคอยบ่อหลวง อำเภอสอด จังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 5-29 ปริมาณการสะสมเฉลี่ยในชั้นดินลึก 1 เมตร ของอินทรีย์วัตถุ คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด รวมทั้งปริมาณของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สามารถสกัดได้ในป่าธรรมชาติและสวนป่าอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

ในชั้นดินลึก 1 เมตร ป่าธรรมชาติมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สะสมเท่ากับ 92.23 t/ha สวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 83.86, 91.57, 88.40, 44.19, 67.48, 90.87, 107.07 และ 153.80 t/ha ตามลำดับ

แสดงให้เห็นว่าการสะสมของอินทรีย์วัตถุในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุของสวนป่าไม้สนสามใบ แต่มีความแปรปรวนในสวนป่าบางชั้นอายุที่เป็นผลมาจากความผันแปรของพื้นที่และวิธีการจัดการสวนป่าที่แตกต่างกัน เช่น การรีดกึ่ง การตัดสางขยายระยะ การปล่อยให้พืชพรรณไม้ขึ้นทดแทน เป็นต้น

#### (ข) คาร์บอน

ในป่าธรรมชาติมีปริมาณคาร์บอนสะสมในช่วงความลึก 0-40 ซม. เท่ากับ 32.68 t/ha สวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.39, 39.42, 33.29, 14.23, 28.43, 36.60, 44.75 และ 60.35 t/ha ตามลำดับ

สำหรับในชั้นดินลึก 1 เมตร ป่าธรรมชาติมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมเท่ากับ 53.49 t/ha สวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.64, 53.11, 51.27, 25.63, 39.14, 52.71, 62.10 และ 89.20 t/ha ตามลำดับ

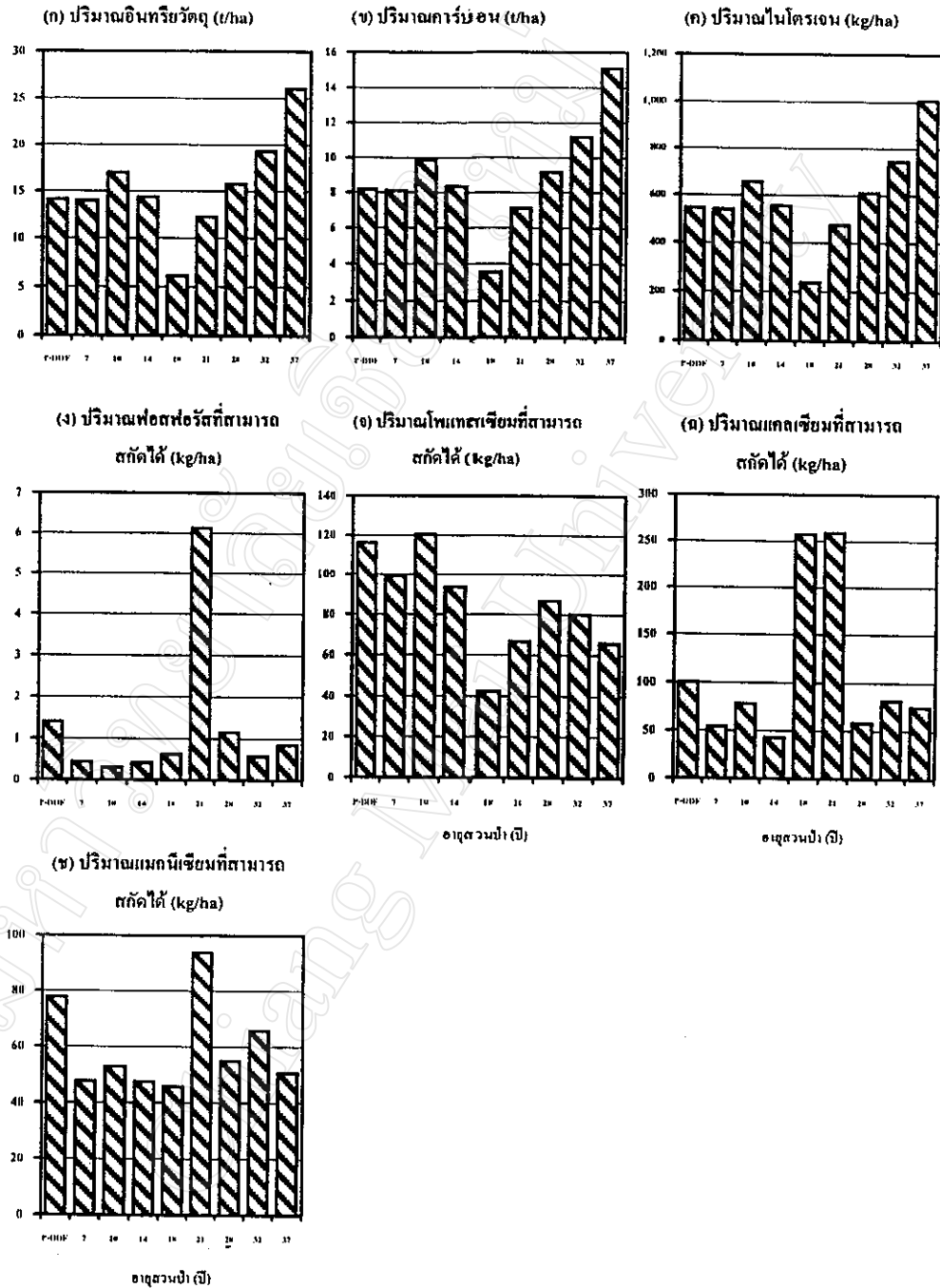
แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับการสะสมของคาร์บอนในดินมีลักษณะเช่นเดียวกับอินทรีย์วัตถุ

#### (ค) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน

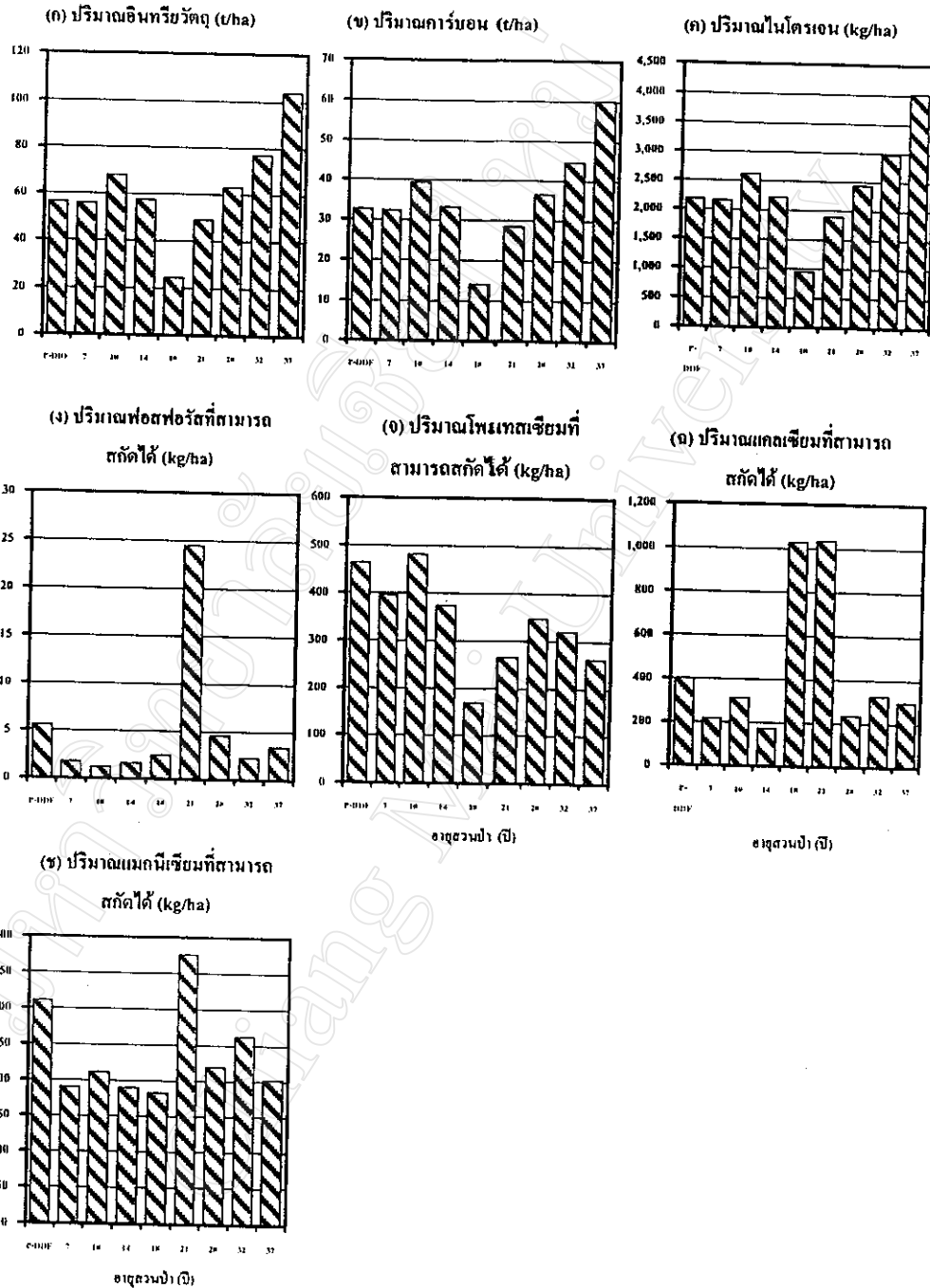
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินที่ความลึก 40 ซม. ของป่าธรรมชาติมีค่า เท่ากับ 2,179 kg/ha ในสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,159, 2,627, 2,219, 949, 1,896, 2,440, 2,983 และ 4,023 kg/ha

ในชั้นความลึก 1 เมตร ป่าธรรมชาติมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดสะสมอยู่เท่ากับ 3,566 kg/ha สำหรับสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,243, 3,561, 3,418, 1,709, 2,609, 3,514, 4,140 และ 5,947 kg/ha

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับการสะสมของไนโตรเจนทั้งหมดในดินมีลักษณะเช่นเดียวกับอินทรีย์วัตถุและคาร์บอน ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-28 ถึง รูปที่ 5-31



รูปที่ 5-30 ปริมาณเฉลี่ยของอินทรีย์วัตถุ คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด รวมทั้งฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินที่ระดับความลึก 0-40 ซม. ในพื้นที่ป่าธรรมชาติและสวนป่าอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 5-31 ปริมาณการสะสมของอินทรีย์วัตถุ คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมด รวมทั้งฟอสฟอรัส โพลีเทคเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินที่ระดับความลึก 0-40 ซม. ในป่าธรรมชาติและสวนป่าอายุ 7-37 ปี ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

## (2) ปริมาณฟอสฟอรัสที่สามารถสกัดได้

ในชั้นดินลึก 40 ซม. ป่าธรรมชาติมีปริมาณของฟอสฟอรัสที่สามารถสกัดได้เท่ากับ 5.6 kg/ha และในสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.8, 1.2, 1.7, 2.5, 24.5, 4.6, 2.3 และ 3.4 kg/ha ตามลำดับ

สำหรับในดินลึก 1 เมตร ป่าธรรมชาติมีปริมาณฟอสฟอรัสที่สามารถสกัดได้เท่ากับ 8 kg/ha สวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3, 2, 4, 4, 53, 6, 3 และ 5 kg/ha ตามลำดับ

แสดงให้เห็นว่าปริมาณของฟอสฟอรัสที่สามารถสกัดได้ในดินลึก 1 เมตร ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามอายุของสวนป่า แต่พบว่ามีปริมาณมากกว่าปกติในดินสวนป่าอายุ 21 ปี ซึ่งอาจเป็นผลจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่แตกต่างกัน (รูปที่ 5-28 ถึง รูปที่ 5-31)

## (3) ปริมาณโพแทสเซียมที่สามารถสกัดได้

ที่ระดับความลึก 0-40 ซม. ป่าธรรมชาติมีปริมาณของโพแทสเซียมที่สามารถสกัดได้เท่ากับ 464 kg/ha และในสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 397, 483, 375, 170, 267, 347, 321 และ 264 kg/ha ตามลำดับ

สำหรับปริมาณของโพแทสเซียมในดินลึก 1 เมตรของป่าธรรมชาติมีค่าเท่ากับ 1,094 kg/ha และในสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 881, 773, 938, 652, 857, 879, 727 และ 439 kg/ha ตามลำดับ

แสดงให้เห็นว่าปริมาณของโพแทสเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินลึก 1 เมตร ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามอายุของสวนป่า (รูปที่ 5-28 ถึง รูปที่ 5-31)

## (4) ปริมาณแคลเซียมที่สามารถสกัดได้

ปริมาณของแคลเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินที่ระดับความลึก 0-40 ซม. พบว่า ป่าธรรมชาติมีค่าเท่ากับ 402 kg/ha และในสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 217, 314, 173, 1,029, 1,035, 235, 328 และ 300 kg/ha ตามลำดับ

ส่วนในชั้นดินลึก 1 เมตร ป่าธรรมชาติมีแคลเซียมที่สามารถสกัดได้เท่ากับ 556 kg/ha และสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 391, 423, 361, 2,344, 1,572, 354, 549 และ 398 kg/ha ตามลำดับ

ข้อมูลชี้ให้เห็นว่าปริมาณของแคลเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินลึก 1 เมตร ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามอายุของสวนป่า แต่พบว่ามีปริมาณมากกว่าปกติในดินสวนป่าอายุ 18 และ 21 ปี ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่แตกต่างกัน (รูปที่ 5-28 ถึง รูปที่ 5-31)

## (5) ปริมาณแมกนีเซียมที่สามารถสกัดได้

ในชั้นดินลึก 40 ซม. ป่าธรรมชาติมีปริมาณแมกนีเซียมที่สามารถสกัดได้เท่ากับ 311 kg/ha และสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 191, 212, 190, 183, 376, 220, 263 และ 203 kg/ha ตามลำดับ

ชั้นดินความลึก 1 เมตร ป่าธรรมชาติมีปริมาณแมกนีเซียมที่สามารถสกัดได้สะสมอยู่เท่ากับ 545 kg/ha และในสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 444, 312, 525, 771, 1,077, 513, 694 และ 348 kg/ha ตามลำดับ

แสดงให้เห็นว่าปริมาณของแมกนีเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินลึก 1 เมตร ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามอายุของสวนป่า แต่พบว่ามีปริมาณมากกว่าปกติในดินสวนป่าอายุ 21 ปี ซึ่งอาจเป็นผลจากวัตถุดิบกำเนิดดินที่ผันแปรแตกต่างกัน (รูปที่ 5-28 ถึง รูปที่ 5-31)

ปริมาณของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สามารถสกัดได้ในดินบางส่วนได้จากการย่อยสลายของซากพืช แต่ธาตุเหล่านี้เป็นองค์ประกอบในหินต้นกำเนิดดินและมีความผันแปรไปตามชนิดของหินที่กระจายไปตามพื้นที่แตกต่างกัน ดังนั้นธาตุเหล่านี้จึงไม่ใช่สิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างพืชพันธุ์ไม้กับดินได้อย่างชัดเจน ซึ่งแตกต่างจากธาตุคาร์บอนและไนโตรเจน ที่ส่วนใหญ่ได้จากซากพืชและเป็นองค์ประกอบในหินต้นกำเนิดดินน้อยมาก ยกเว้นหินพวกที่เกิดจากซากอินทรีย์ของสิ่งมีชีวิต (Allison *et al.*, 1974)

### 5.2.5 การเจริญเติบโตของไม้สนสามใบ

การเจริญเติบโตของไม้สนสามใบพิจารณาเป็น 2 อย่าง คือ การเจริญเติบโตเกี่ยวกับขนาดของลำต้น (stem size) และความสูงของลำต้น (tree height) ไม้สนสามใบจะมีการเจริญเติบโตทั้ง 2 ด้านตามอายุของสวนป่า อย่างไรก็ตามมีปัจจัยหลายอย่างที่ควบคุมอัตราการเจริญเติบโตของไม้สนสามใบในสวนป่า ได้แก่ ความหนาแน่นของไม้สน ความอุดมสมบูรณ์ของดิน สภาพความชื้น การขึ้นทดแทนของพันธุ์ไม้ชนิดอื่น เป็นต้น

#### (1) ความหนาแน่นของไม้สนสามใบ

ระยะปลูกของไม้สนสามใบในสวนป่าบ่อหลวงมีความผันแปรแตกต่างกัน บางปีใช้ระยะปลูก 2 เมตร x 2 เมตร, 2 เมตร x 4 เมตร และ 4 เมตร x 4 เมตร ซึ่งทำให้ระยะห่างระหว่างต้นสนในสวนป่าที่ปลูกใหม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามเมื่อต้นสนมีการเจริญเติบโตขึ้นจนมีเรือนยอดชิดกันก็จะมีการตัดสาออก แต่พบว่าสวนป่าบางสวนไม่มีการตัดสาออก ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับปริมาณที่มีอยู่จำกัด

จากการศึกษา พบว่า สวนป่าอายุ 7 ปี มีความหนาแน่นของไม้สนผันแปรระหว่าง 66-108 ต้น/ไร่ ในสวนป่าอายุ 10, 14 และ 18 ปี มีค่าอยู่ในช่วง 151-179, 110-172 และ 59-93 ต้น/ไร่ ตามลำดับ สวนป่าอายุ 21, 28 และ 32 ปี มีค่าอยู่ในช่วง 103-129, 90-141 และ 99-111 ต้น/ไร่ ตามลำดับ และสวนป่าอายุ 37 ปี มีค่าอยู่ในช่วง 23-35 ต้น/ไร่ (ตารางที่ 5-10 และ รูปที่ 5-32)

ข้อมูลแสดงให้เห็นว่า จำนวนต้นต่อพื้นที่ลดลงในสวนป่าที่มีอายุมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการตัดสาขยายระยะ (thinning) เพื่อเปิดช่องว่างระหว่างเรือนยอดของไม้สนและให้แสงส่องผ่านลงมา จะเป็นการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของไม้สนตามหลักการจัดการหนุ่ไม้ในสวนป่า (วิสุทธิ์, 2539) สำหรับความหนาแน่นของไม้สนสามใบที่ผันแปรในสวนป่าที่มีอายุน้อยนั้นเกิดจากการใช้ระยะปลูกเริ่มแรกที่แตกต่างกัน

#### (2) ขนาดของเรือนยอด (tree crown size)

ขนาดของเรือนยอดไม้สนสามใบเกี่ยวข้องกับการปกคลุมพื้นที่และการรับแสงที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของไม้สนในสวนป่า โดยปกติขนาดของเรือนยอดจะเพิ่มขึ้นตามอายุของไม้สนจนกระทั่งเติบโตถึงระยะหนึ่งเรือนยอดก็จะเริ่มชิดกัน ทำให้แสงไม่สามารถส่องผ่านลงไปยังกิ่งที่อยู่ด้านล่างของเรือนยอดซึ่งจะทำให้กิ่งด้านล่างเริ่มตายลง ทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง การตัดสาขยายระยะจะแก้ปัญหาดังกล่าวนี้

พบว่า สวนป่าอายุ 7 ปี มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มผันแปรอยู่ในช่วง 2.0-3.2 เมตร สวนป่าอายุ 10, 14 และ 18 ปี มีค่าอยู่ในช่วง 3.3-5.1, 3.7-5.7 และ 4.5-6.3 เมตร ตามลำดับ



ตารางที่ 5-10 ความหนาแน่นของไม้สนสามใบในสวนป่าชั้นอายุ 7-37 ปี  
ณ สวนป่าคอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

อายุ (ปี)	ความหนาแน่น (ต้น/ไร่)			เฉลี่ย
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2	แปลงที่ 3	
7	108	87	66	87 ± 21
10	179	151	163	164 ± 14
14	110	125	172	136 ± 32
18	93	73	59	75 ± 17
21	129	123	103	118 ± 14
28	141	105	90	112 ± 26
32	111	99	100	103 ± 7
37	29	35	23	29 ± 6

สวนป่าอายุ 21 และ 28 ปี มีค่าผืนแปรระหว่าง 2.1-6.3 และ 3.3-6.1 เมตร ตามลำดับ และในสวนป่าที่มีอายุ 32 และ 37 ปี ผืนแปรอยู่ในช่วง 2.9-5.9 และ 6.7-11.3 เมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 5-11)

กล่าวได้ว่า สวนป่าไม้สนสามใบมีการแผ่ขยายของทรงพุ่มเพิ่มขึ้นตามอายุของสวนป่า ตามรูปที่ 5-32 (ง) และ รูปที่ 5-33 (ค) การที่ขนาดของทรงพุ่มในสวนป่าชั้นอายุ 21, 28 และ 32 ปี มีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าต่ำกว่าสวนป่าอายุ 18 ปี เพราะสวนป่าชั้นอายุเหล่านี้มีเรือนยอดชิดกันมาก แต่ไม่มีการตัดสางขยายระยะ สำหรับสวนป่าอายุ 37 ปีนั้นมีการตัดสางขยายระยะอยู่เสมอจึงทำให้มีเรือนยอดที่แผ่กว้าง การชิดกันของเรือนยอดมีความสัมพันธ์กับขนาดของทรงพุ่มและความหนาแน่นของต้นไม้ ซึ่งจะส่งผลต่ออัตราการให้ผลผลิตเนื้อไม้

### (3) การเจริญเติบโตทางลำต้น (stem growth)

ในสวนป่าอายุ 7 ปี ไม้สนสามใบมีขนาดเส้นรอบวงที่ระดับ 1.30 เมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.5 ซม. สวนป่าอายุ 10, 14 และ 18 ปี มีค่า 47.3, 53.4 และ 55.0 ซม. ตามลำดับ สวนป่าอายุ 21 และ 28 ปี มีค่า 82.8 และ 67.5 ซม. ตามลำดับ ส่วนสวนป่าอายุ 32 และ 37 ปี มีค่า 85.1 และ 130.8 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 5-11)

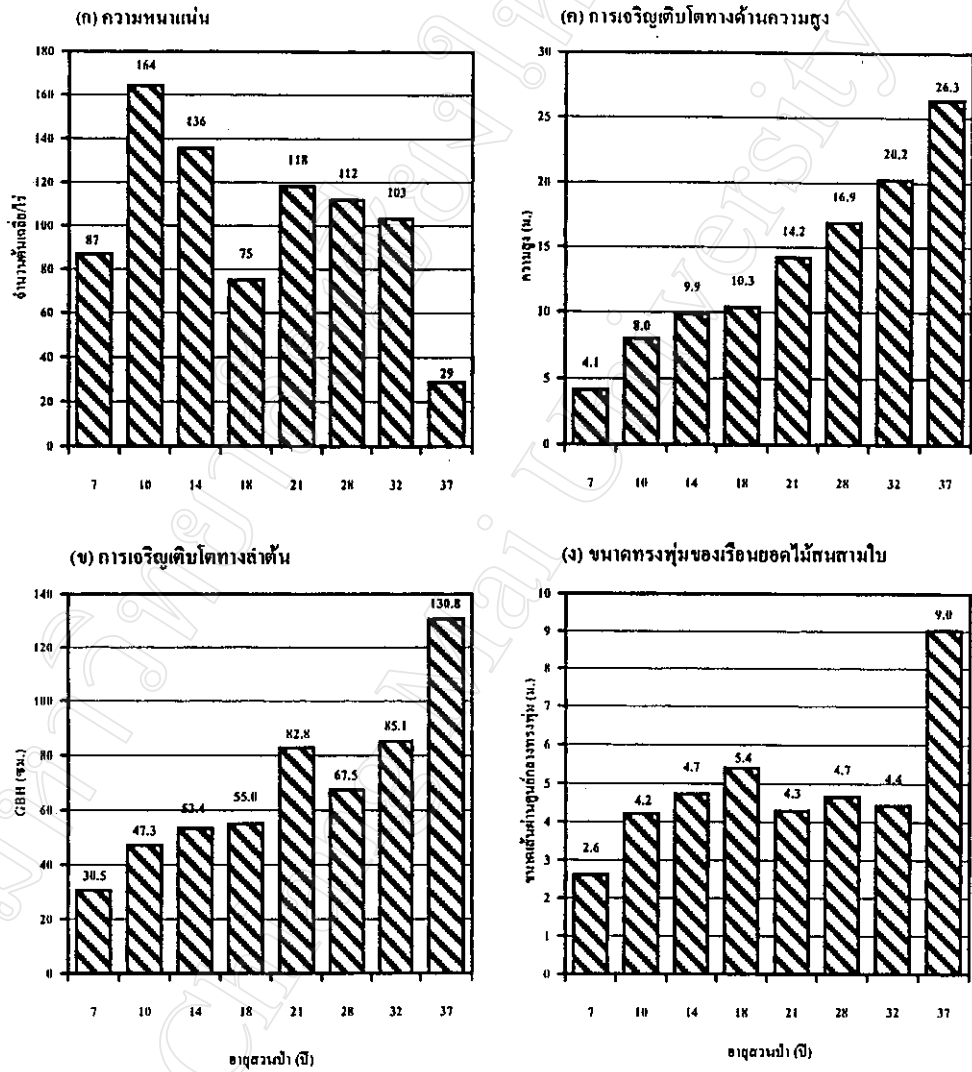
ไม้สนสามใบที่มีการเจริญเติบโตผิดปกติในสวนป่าชั้นอายุมากซึ่งมีลำต้นขนาดเล็กและความสูงต่ำกว่าไม้สนส่วนใหญ่ที่ขึ้นอยู่ เป็นผลมาจากการแก่งแย่งแสงและเป็นต้นไม้ที่ถูกข่ม (suppressed trees) แต่ในสวนป่าชั้นอายุ 7 ปี ไม้สนที่มีขนาดเล็กกว่าต้นอื่นๆ เกิดจากการปลุกซ่อม (ตารางที่ 5-12)

ตารางที่ 5-11 การเจริญเติบโตของไม้สนสามใบในสวนป่าชั้นอายุต่างๆ ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

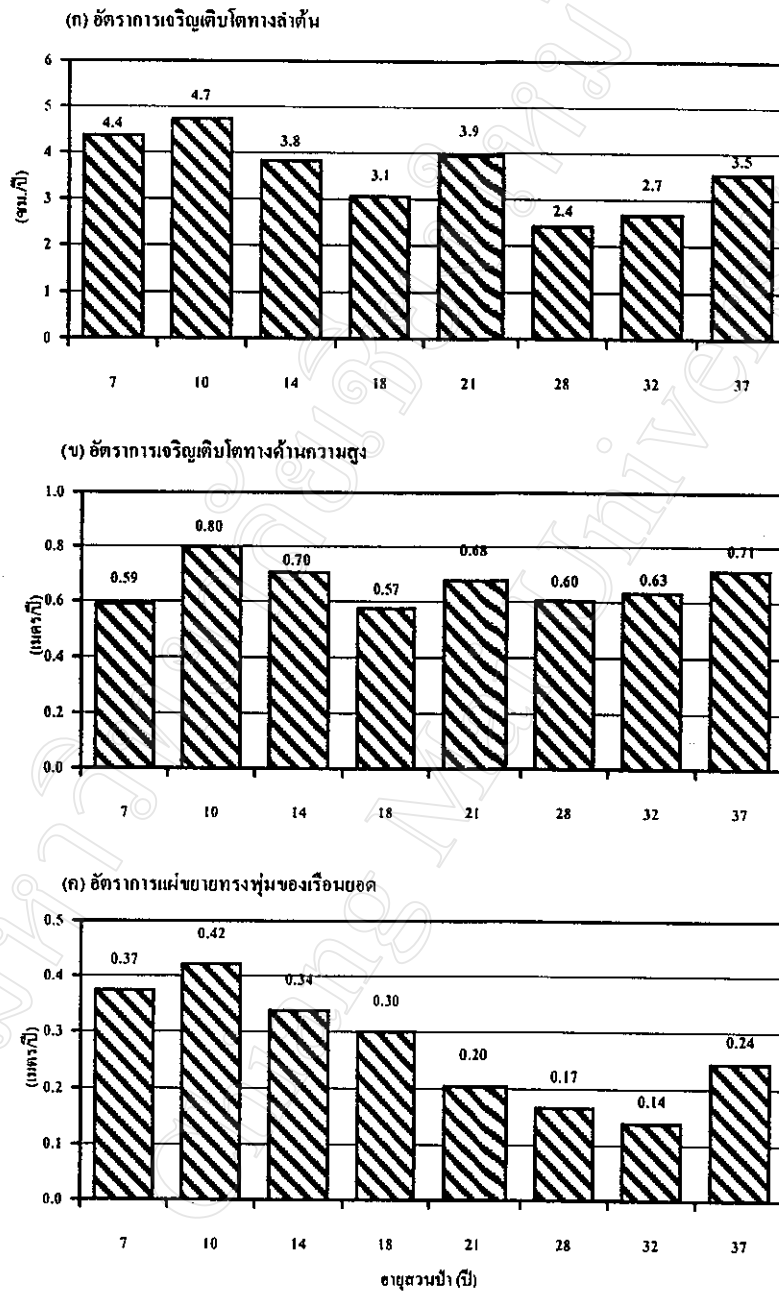
อายุ ปี	พื้นที่สุ่ม ตัวอย่าง	GBH (ซม.)	ความสูง (ม.)	ผ.ศ.ก. เรือนยอด (ม.)	ความหนา แน่น (ต้น/ไร่)	พื้นที่หน้าตัด ลำต้น (ตร.ม./ไร่)
7	1	28.4±6.5	4.2±0.9	2.4±0.6	74	0.49
	2	30.5±6.8	4.2±0.8	2.6±0.6	66	0.52
	3	32.6±7.1	4.1±0.6	2.8±0.6	57	0.55
	เฉลี่ย	30.5	4.2	2.6	66	0.52
10	1	43.1±9.5	8.3±0.9	4.0±0.8	185	3.02
	2	50.6±9.4	7.8±0.7	4.6±1.0	103	2.19
	3	48.1±8.9	7.8±0.7	4.1±0.8	137	2.73
	เฉลี่ย	47.3	8.0	4.2	142	2.64
14	1	60.7±12.7	10.7±0.9	5.7±1.0	107	4.10
	2	51.5±10.5	9.5±1.0	4.6±0.9	97	2.17
	3	48.0±10.1	9.4±2.0	3.8±1.0	172	3.49
	เฉลี่ย	53.4	9.9	4.7	125	3.25
18	1	50.0±11.1	8.8±0.9	5.1±0.8	91	2.34
	2	53.6±9.7	9.1±0.8	5.0±0.8	69	1.80
	3	61.5±13.3	11.3±1.7	6.1±1.2	58	1.90
	เฉลี่ย	55.0	10.3	5.4	73	2.02
21	1	79.4±15.7	20.4±2.5	4.2±2.7	129	6.29
	2	88.1±16.4	22.2±1.9	4.3±2.1	124	7.29
	3	80.8±17.4	20.9±1.8	4.1±1.4	103	5.60
	เฉลี่ย	82.8	21.2	4.2	119	6.39
28	1	65.2±13.1	17.0±1.4	4.2±1.3	140	4.74
	2	66.4±15.7	16.7±2.1	4.7±1.4	105	3.74
	3	71.1±13.3	17.0±1.6	5.0±1.5	89	3.58
	เฉลี่ย	67.5	16.9	4.7	111	4.02
32	1	81.5±15.5	19.3±1.3	3.8±1.4	110	5.95
	2	88.6±15.9	20.4±1.6	5.2±1.7	99	6.07
	3	85.3±19.5	20.9±1.6	4.3±1.4	100	5.96
	เฉลี่ย	85.1	20.2	4.4	103	6.00
37	1	133.5±26.0	26.8±1.1	9.5±2.7	29	3.78
	2	113.7±20.3	25.7±2.0	7.8±2.2	35	3.53
	3	145.2±19.5	26.5±1.4	9.8±2.1	23	3.61
	เฉลี่ย	130.8	26.3	9.0	29	3.64

ตารางที่ 5-12 ไม้สนสามใบที่เจริญเติบโตผิดปกติในสวนป่าชั้นอายุต่างๆ ณ สวนป่าคอยบ่อ  
หลวง อำเภอสอด จังหวัดเชียงใหม่

อายุ (ปี)	พื้นที่	GBH (ซม.)	ความสูง (ม.)	ความหนา แน่น (ต้น/ไร่)	พื้นที่หน้าตัดลำต้น (ลบ.ซม./ไร่)
7	1	6-20	1-4	40	0.05
	2	6-23	1-4	27	0.04
	3	6-25	1-4	13	0.03
	เฉลี่ย	14.5	2.5	27	0.04
10	1	13-32	5-9	25	0.14
	2	10-40	2-9	67	0.39
	3	9-38	2-8	42	0.33
	เฉลี่ย	24	6	45	0.29
14	1	26-45	7-11	19	0.24
	2	16-41	5-10	50	0.39
	3	18-36	5-10	25	0.19
	เฉลี่ย	30.5	8	31	0.27
18	1	22-49	6-9	17	0.14
	2	31-43	7-9	11	0.14
	3	36-46	8-12	11	0.17
	เฉลี่ย	38	8.5	13	0.15
21	1	48-62	12-23	16	0.43
	2	56-70	23-18	19	0.63
	3	49-61	15-19	16	0.41
	เฉลี่ย	57.5	18	17	0.49
28	1	34-50	13-19	19	0.28
	2	26-49	9-19	19	0.26
	3	39-56	12-20	13	0.24
	เฉลี่ย	42.5	15	17	0.26
32	1	51-65	16-21	18	0.50
	2	53-70	13-21	13	0.43
	3	52-63	16-20	12	0.31
	เฉลี่ย	59	18	14	0.42
37	1	94-105	24-27	6	0.48
	2	63-81	16-26	4	0.18
	3	104-120	26-28	3	0.32
	เฉลี่ย	94.5	24.5	4	0.33



รูปที่ 5-32 ความหนาแน่นและการเจริญเติบโตของไม้สนสามใบในสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี ณ สวนป่าคอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่



รูปที่ 5-33 อัตราการเจริญเติบโตทางลำต้น ความสูงและทรงพุ่มของไม้สนสามใบที่มีอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของลำต้นไม้สนสามใบในสวนป่าเพิ่มขึ้นตามชั้นอายุของสวนป่า ดังแสดงใน รูปที่ 5-32 (ข) อัตราการเจริญเติบโตของลำต้นเกิดขึ้นรวดเร็วในสวนป่าชั้นอายุน้อย (7-14 ปี) ต่อจากนั้นมีอัตราการลดลง การที่สวนป่าชั้นอายุ 28 และ 32 ปี มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำมาก สืบเนื่องจากไม่ได้มีการตัดสางขยายระยะ แต่มีอัตราเพิ่มขึ้นในชั้นอายุ 37 ปี อันเป็นผลมาจาก การตัดสางขยายระยะที่ต่อเนื่อง (รูปที่ 5-33 (ก))

#### (4) ความสูงของไม้สนสามใบ

ไม้สนสามใบที่มีอายุ 7 และ 10 ปี มีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 4.2 และ 8.0 เมตร ตามลำดับ ในสวนป่าอายุ 14 และ 18 ปี มีค่า 9.9 และ 10.3 เมตร ตามลำดับ สำหรับสวนป่าอายุ 21 และ 28 ปี นั้นมีค่า 21.2 และ 16.9 เมตร ตามลำดับ และในสวนป่าอายุ 32 และ 37 ปี มีค่า 20.2 และ 26.3 เมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 5-11)

การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของไม้สนสามใบในสวนป่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามอายุของสวนป่า ดังแสดงใน รูปที่ 5-32 (ค) อัตราการเจริญเติบโตทางความสูงของไม้สนมีค่าสูงสุดในสวนป่าชั้นอายุ 10-14 ปี (รูปที่ 5-33 (ข))

#### (5) ปริมาตรไม้ของลำต้น

ข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของลำต้นและความสูงที่สามารถทำเป็นสินค้าได้สามารถนำมาคำนวณหาปริมาณไม้ของไม้สนสามใบในสวนป่าชั้นอายุต่างๆ โดยแบ่งออกเป็นปริมาตรไม้ของไม้สนสามใบ 3 เกรด (เกรด A, B และ C) รวมทั้งปริมาตรของไม้สนที่โตผิดปกติ (ตารางที่ 5-13)

#### (ก) ปริมาตรไม้ของไม้สนสามใบที่โตปกติ

ปริมาตรไม้รวมของไม้สนสามใบทั้ง 3 เกรด ในสวนป่าอายุ 7 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.16 ลบ.ม./ไร่ สวนป่าอายุ 10, 14 และ 18 ปี มีค่า 8.52, 18.45 และ 7.53 ลบ.ม./ไร่ ตามลำดับ สวนป่าอายุ 21 และ 28 ปี มีค่า 47.83 และ 25.01 ลบ.ม./ไร่ ตามลำดับ และในสวนป่าอายุ 32 และ 37 ปี มีค่า 43.81 และ 32.31 ลบ.ม./ไร่ ตามลำดับ

ส่วนปริมาตรไม้ที่คำนวณจากสมการของ Hunter & Gibson (1985) อ้างโดย สุนันทา และคณะ (2532) พบว่าในสวนป่าอายุ 7 และ 10 ปี มีปริมาตรไม้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.63 และ 6.54 ลบ.ม./ไร่ ตามลำดับ สวนป่าอายุ 14 และ 18 ปี มีค่า 10.31 และ 6.25 ลบ.ม./ไร่ สวนป่าอายุ 21 และ 28 ปี มีค่า 47.08 และ 23.52 ลบ.ม./ไร่ และสวนป่าอายุ 32 และ 37 ปี มีค่า 42.28 และ 33.61 ลบ.ม./ไร่ ตามลำดับ

ปริมาตรไม้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุสวนป่า อย่างไรก็ตาม ปริมาตรไม้ในสวนป่าบางชั้นอายุมีค่าต่ำกว่าปกติโดยเฉพาะสวนป่าอายุ 18 ปี ซึ่งอาจเป็นเพราะสภาพพื้นที่ไม่อุดมสมบูรณ์

(poor site) แต่สวนป่าบางชั้นอายุมีปริมาตรไม้ต่อพื้นที่สูง (สวนป่าอายุ 21 ปี) ซึ่งน่าจะเกิดจากการมีสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างความหนาแน่นกับขนาดของต้นสน ดังแสดงในรูปที่ 5-34 (ก)

#### (ข) ปริมาตรไม้ของไม้สนสามใบที่โตผิดปกติ

ในสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีปริมาตรไม้ของไม้สนที่โตผิดปกติโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.11, 0.36, 0.73, 0.41, 3.32, 1.40, 2.71 และ 2.82 ลบ.ม./ไร่ ตามลำดับ ส่วนปริมาตรไม้ที่คำนวณได้จากสมการของ Hunter & Gibson (1985) อ้างโดย สุนันทาและคณะ (2532) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.03, 0.58, 0.74, 0.59, 3.24, 1.34, 2.93 และ 2.91 ลบ.ม./ไร่ ตามลำดับ

โดยเฉลี่ยในสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี ปริมาตรไม้ที่คำนวณได้จากสมการทั้ง 2 มีค่าเท่ากับ 0.07, 0.47, 0.74, 0.50, 3.28, 1.37, 2.82 และ 2.87 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 5-34 (ข)

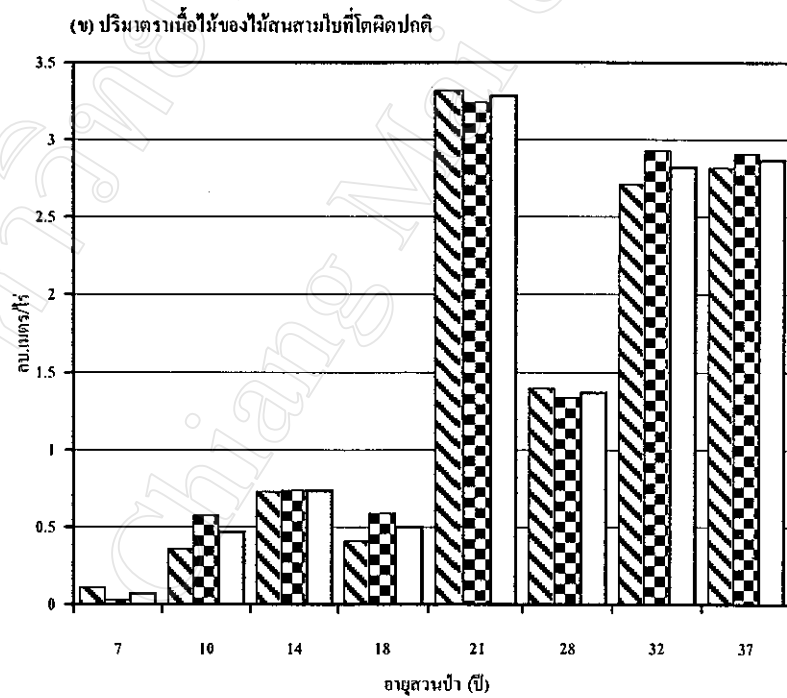
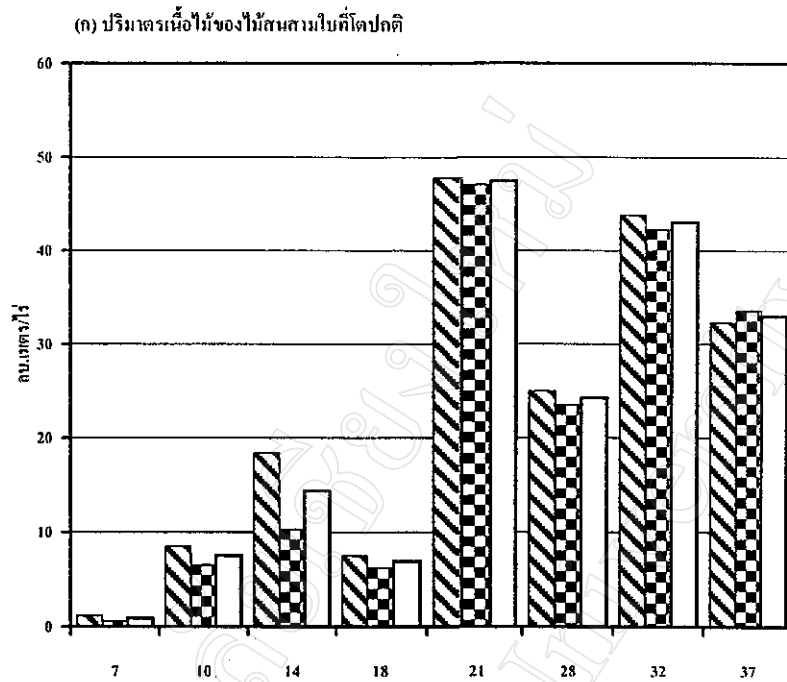
ปริมาตรไม้ของไม้สนสามใบที่โตปกติในสวนป่ามีความผันแปรไปตามพื้นที่มาก ซึ่งเกี่ยวกับสภาพของพื้นที่ที่แตกต่างกัน รวมทั้งวิธีการจัดการสวนป่าที่ไม่สม่ำเสมอตลอดพื้นที่ โดยเฉพาะการแผ้วถางวัชพืช การริดกิ่ง การตัดขยายระยะและการปล่อยให้ไม้พันธุ์ชนิดอื่นๆ ขึ้นทดแทน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างปริมาตรไม้ที่โตผิดปกติกับที่โตปกติของสวนป่าแต่ละชั้นอายุมีค่าไม้เปลี่ยนแปลงโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 6-8%

โดยทั่วไปในการปลูกไม้สนเพื่อผลิตไม้ซุงนั้นจะทำการตัดสายขยายระยะครั้งแรกเมื่ออายุ 10 ปี และนำไม้มาทำเป็นเชื้อกระดาษหรือใช้สอยอื่นๆ ครั้งที่ 2 จะตัดเมื่ออายุ 17 ปี โดยมีการนำไม้มาแปรรูป การตัดฟันรอบสุดท้ายจะกระทำเมื่ออายุ 22-25 ปี สำหรับการแปรรูปไม้ซุงขนาดใหญ่เป็นเฟอร์นิเจอร์ (ประดิษฐ์, 2540)

ตารางที่ 5-13 ปริมาณไม้ของไม้สนสามใบในสวนป่าชั้นอายุต่างๆ ณ สวนป่าคอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

อายุ (ปี)	พื้นที่	จำนวนท่อนไม้ (ท่อน/ไร่)		ปริมาณไม้ของไม้ที่โตปกติ (ลบ.ม./ไร่)				ปริมาณ จากสูตร (ลบ.ม./ไร่)	ปริมาณไม้ที่ตก เกรด (ลบ.ม./ไร่)	
		ปกติ	ตกเกรด	A	B	C	รวม		คำนวณ	สูตร
7	1	74.00	40.00	0.92	0.15	0.03	1.10	0.61	0.15	0.04
	2	66.00	27.00	0.99	0.16	0.02	1.16	0.63	0.11	0.03
	3	57.00	13.00	1.05	0.17	0.00	1.22	0.65	0.06	0.02
	เฉลี่ย	65.67	26.67	0.99	0.16	0.02	1.16	0.63	0.11	0.03
10	1	185.00	25.00	5.18	4.61	0.00	9.79	7.83	0.33	0.33
	2	103.00	67.00	4.96	2.14	0.00	7.10	5.28	0.47	0.71
	3	137.00	42.00	6.05	2.54	0.09	8.68	6.51	0.28	0.69
	เฉลี่ย	141.67	44.67	6.06	3.10	0.03	8.52	6.54	0.36	0.58
14	1	107.00	19.00	10.38	6.05	0.00	16.43	13.83	0.78	0.73
	2	97.00	50.00	5.75	2.26	0.00	8.01	6.53	0.82	1.03
	3	172.00	25.00	30.24	0.67	0.00	30.92	10.58	0.59	0.46
	เฉลี่ย	125.33	31.33	15.46	2.99	0.00	18.45	10.31	0.73	0.74
18	1	91.00	17.00	6.86	1.36	0.00	8.23	6.48	0.32	0.94
	2	69.00	11.00	5.45	1.01	0.00	6.45	5.12	0.41	0.41
	3	58.00	11.00	6.26	1.66	0.00	7.92	7.16	0.49	0.40
	เฉลี่ย	72.67	13.00	6.19	1.34	0.00	7.53	6.25	0.41	0.59
21	1	129.00	16.00	38.60	6.43	0.23	45.26	45.05	2.88	2.76
	2	124.00	19.00	54.81	4.26	0.00	57.69	57.17	4.46	4.48
	3	103.00	16.00	36.76	3.80	0.00	40.55	39.02	2.62	2.47
	เฉลี่ย	118.67	17.00	43.39	4.83	0.08	47.83	47.08	3.32	3.24
28	1	140.00	19.00	12.86	16.42	0.15	29.42	27.72	1.59	1.54
	2	105.00	19.00	14.29	9.06	0.00	23.35	21.96	1.28	1.21
	3	89.00	13.00	10.13	12.13	0.00	22.26	20.88	1.32	1.26
	เฉลี่ย	111.33	17.00	12.43	12.54	0.05	25.01	23.52	1.40	1.34
32	1	110.00	18.00	39.93	1.66	0.00	41.59	39.89	3.20	3.91
	2	99.00	13.00	42.75	2.04	0.00	44.80	43.22	2.84	2.76
	3	100.00	12.00	45.03	8.30	0.00	45.03	43.72	2.09	2.10
	เฉลี่ย	103.00	14.33	42.57	4.00	0.00	43.81	42.28	2.71	2.93
37	1	29.00	6.00	20.10	13.83	0.00	33.93	35.60	4.22	4.39
	2	35.00	4.00	26.57	4.87	0.00	31.40	32.29	1.36	1.38
	3	23.00	3.00	14.02	17.57	0.00	31.59	2.95	2.87	2.96
	เฉลี่ย	29.00	4.33	20.23	12.09	0.00	32.31	33.61	2.82	2.91





■ จำนวนจากสมการคณิตศาสตร์ ■ จำนวนจากสูตร Hunter & Gibson □ ปริมาตรไม้เฉลี่ย

รูปที่ 5-34 ปริมาณไม้เฉลี่ยของไม้สนสามใบที่โตปกติและ โตผิดปกติในสวนป่า 8 ชั้นอายุ ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

### 5.2.6 การทดแทนของพืชพรรณไม้ในสวนป่าไม้สนสามใบ (Plant Succession)

พืชที่ขึ้นทดแทนในพื้นที่สวนป่าไม้สนสามใบประกอบด้วยพืชพื้นล่างและกล้าไม้ของพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ กล้าไม้ (seedlings) จะเจริญเติบโตขึ้นเป็นไม้วัยรุ่น (saplings) ไม้หนุ่ม (immature trees) และไม้ที่โตเต็มที่ (mature trees) ต่อไป จากการศึกษา พบว่า พันธุ์ไม้ที่พบส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไม้ที่ปกตึขึ้นในป่าเต็งรัง ป่าดิบเขาและป่าสนธรรมชาติ ตารางที่ 5-14 และ 5-15 แสดงรายชื่อชนิดพันธุ์ไม้และข้อมูลเชิงปริมาณต่างๆ ของพันธุ์ไม้ สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับพืชพื้นล่างและกล้าไม้ได้แสดงไว้ใน ตารางที่ 5-16 ซึ่งได้แสดงรายชื่อวิทยาศาสตร์ของชนิดพันธุ์ไม้ต่างๆ ไว้ใน ตารางภาคผนวกที่ 4

#### (1) จำนวนชนิดของพันธุ์ไม้ (Species Richness)

ในป่าธรรมชาติซึ่งเป็นป่าสนผสมป่าเต็งรังผสมป่าดิบเขาประกอบด้วยพันธุ์ไม้ยืนต้นทั้งหมด 26 ชนิด สำหรับในสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีจำนวนเท่ากับ 10, 4, 43, 24, 13, 48, 10 และ 14 ชนิด ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-35 (ก)

แสดงให้เห็นว่ามีการทดแทนของพันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ ในสวนป่าไม้สนสามใบ พันธุ์ไม้เหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ไม้ดั้งเดิมที่ขึ้นอยู่ในป่าธรรมชาติก่อนการปลูกสร้างสวนป่า ความผันแปรของจำนวนชนิดพันธุ์ไม้ในสวนป่าแต่ละชั้นอายุที่เกิดขึ้นเป็นผลจากการตัดฟันต้นไม้เหล่านี้ออก แต่มีการตัดฟันไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นจึงไม่พบการเปลี่ยนแปลงตามอายุของสวนป่า

#### (2) ความหนาแน่นของพันธุ์ไม้ (Tree Density)

ความหนาแน่นของต้นไม้ในป่าธรรมชาติมีค่าเท่ากับ 400 ต้น/ไร่ ขณะที่ในสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี ค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9, 2, 84, 196, 13, 166, 7 และ 13 ต้น/ไร่ ตามลำดับ การที่ความหนาแน่นของต้นไม้ที่ขึ้นทดแทนในสวนป่าไม้สนสามใบมีความผันแปรสูง เกิดจากการตัดฟันต้นไม้เหล่านี้ออกที่ไม่สม่ำเสมอ รูปที่ 5-35 (ข)

ตารางที่ 5-14 ปริมาณของพรรณไม้ในป่าสนผสมป่าเต็งรังผสมป่าดิบเขาที่อยู่ใกล้กับสวนป่าไม้  
สนสามใบ ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

ลำดับ	ชื่อสามัญ	ความหนา แน่น (ต้น/ไร่)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.ซม./ไร่)	ค่าสัมพัทธ์ (%)		ดัชนีความสำคัญ	
				ความหนา แน่น	ความเด่น	200	(%)
1	เทียง	66	7,138.00	16.50	20.44	36.94	18.47
2	ก้อหมาก	67	6,051.06	16.75	17.33	34.08	17.04
3	พลวง	38	5,468.83	9.50	15.66	25.16	12.58
4	เต็ง	50	3,333.43	12.50	9.55	22.05	11.02
5	ก้อหัวหมู	26	1,837.42	6.50	5.26	11.76	5.88
6	เคาะ	33	981.13	8.25	2.81	11.06	5.53
7	รักใหญ่	15	2,170.56	3.75	6.22	9.97	4.98
8	ส้มปี้	24	781.39	6.00	2.24	8.24	4.12
9	ก้อแพะ	14	1,449.72	3.50	4.15	7.65	3.83
10	สนสองใบ	5	2,188.34	1.25	6.27	7.52	3.76
11	สารภีป่า	14	652.75	3.50	1.87	5.37	2.68
12	ก้อใบเลื่อม	14	529.08	3.50	1.52	5.02	2.51
13	เหมือดหลวง	4	1,098.18	1.00	3.15	4.15	2.07
14	รัง	5	200.02	1.25	0.57	1.82	0.91
15	ดาวราย	5	199.34	1.25	0.57	1.82	0.91
16	ก้อหม่น	2	265.76	0.50	0.76	1.26	0.63
17	คำมอกหลวง	4	62.84	1.00	0.18	1.18	0.59
18	มะห้า	2	147.16	0.50	0.42	0.92	0.46
19	มะเฒ่าสร้อย	3	25.53	0.75	0.07	0.82	0.41
20	ขี้หนอน	2	108.18	0.50	0.31	0.81	0.40
21	ก้อแดง	2	100.86	0.50	0.29	0.79	0.39
22	พะยอม	1	38.50	0.25	0.11	0.36	0.18
23	สมอไทย	1	31.82	0.25	0.09	0.34	0.17
24	เหมือดคู	1	28.72	0.25	0.08	0.33	0.17
25	หนามนี้้ง	1	15.59	0.25	0.04	0.29	0.15
26	มะขามป้อม	1	9.63	0.25	0.03	0.28	0.14
	รวม	400	34,913.84	100	100	200	100

ตารางที่ 5-15 ปริมาณของพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ ในสวนป่าไม้สนสามใบ ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง  
อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

อายุ (ปี)	ลำดับ	ชื่อสามัญ	พื้นที่				ความถี่ (%)	ความ หนาแน่น (ต้น/ไร่)	พื้นที่หน้า ตัดลำต้น (ตร.ซม./ไร่)	ค่าสัมพัทธ์ (%)			ดัชนีความ สำคัญ	
			1	2	3	รวม				ความถี่	ความ หนาแน่น	ความ เด่น	(300)	(%)
7	1	ก้อดี	5	0	5	10	66.67	3.3	1,878	16.67	35.71	49.37	101.76	35.71
	2	ก้อแดง	0	0	5	5	33.33	1.7	17	8.33	17.86	0.44	26.63	17.86
	3	ก้อหมาก	0	0	2	2	33.33	0.7	629	8.33	7.14	16.54	32.02	7.14
	4	ทะโล้	1	0	1	2	66.67	0.7	835	16.67	7.14	21.95	45.76	7.14
	5	ก้อเดือย	0	0	2	2	33.33	0.7	51	8.33	7.14	1.34	16.81	7.14
	6	ก้อหัวหมู	0	0	2	2	33.33	0.7	4	8.33	7.14	0.10	15.58	7.14
	7	เต็ง	2	0	0	2	33.33	0.7	16	8.33	7.14	0.41	15.89	7.14
	8	ก้อเลื่อมเงิน	0	0	1	1	33.33	0.3	138	8.33	3.57	3.64	15.55	3.57
	9	แข่งกวาง	1	0	0	1	33.33	0.3	11	8.33	3.57	0.30	12.21	3.57
	10	เล็บเหยี่ยว	0	0	1	1	33.33	0.3	224	8.33	3.57	5.90	17.81	3.57
รวม			28				400.00	9.3	3,803	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
10	1	ชิงชัน	0	0	2	2	33.33	0.7	602	25.00	33.33	12.59	70.92	33.33
	2	หว่า	2	0	0	2	33.33	0.7	718	25.00	33.33	15.01	73.35	33.33
	3	พะยอม	0	0	1	1	33.33	0.3	3,193	25.00	16.67	66.78	108.44	16.67
	4	รักเขา	0	0	1	1	33.33	0.3	269	25.00	16.67	5.62	47.29	16.67
รวม			6				133.33	2.0	4,782	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
14	1	พะยอม	6	26	4	36	100.00	12.0	385	4.48	14.23	5.45	24.15	14.23
	2	มันปลา	0	20	0	20	33.33	6.7	55	1.49	7.91	0.77	10.17	7.91
	3	ก้อนก	0	0	20	20	33.33	6.7	4	1.49	7.91	0.06	9.45	7.91
	4	ทะโล้	2	15	0	17	66.67	5.7	37	2.99	6.72	0.52	10.22	6.72
	5	มะม่วงหัว แมลงวัน	0	7	6	13	66.67	4.3	100	2.99	5.14	1.41	9.54	5.14
	6	เหมือดหลวง	6	2	5	13	100.00	4.3	267	4.48	5.14	3.78	13.39	5.14
	7	หว่า	0	10	2	12	66.67	4.0	14	2.99	4.74	0.19	7.92	4.74
	8	มะขามป้อม	4	5	3	12	100.00	4.0	386	4.48	4.74	5.45	14.67	4.74
	9	เล็บเหยี่ยว	3	8	0	11	66.67	3.7	44	2.99	4.35	0.62	7.95	4.35
	10	เคาะ	0	9	2	11	66.67	3.7	71	2.99	4.35	1.00	8.34	4.35
	11	สารภีป่า	1	7	0	8	66.67	2.7	63	2.99	3.16	0.89	7.04	3.16
	12	รักใหญ่	1	4	2	7	100.00	2.3	2,438	4.48	2.77	34.44	41.69	2.77
	13	ก้อดี	2	0	5	7	66.67	2.3	205	2.99	2.77	2.90	8.65	2.77
	14	หนามนั่ง	2	3	1	6	100.00	2.0	116	4.48	2.37	1.64	8.49	2.37
	15	เค็ด	6	0	0	6	33.33	2.0	2	1.49	2.37	0.03	3.89	2.37
	16	สมอไทย	1	2	2	5	100.00	1.7	619	4.48	1.98	8.75	15.20	1.98
	17	ก้อหมาก	0	5	0	5	33.33	1.7	872	1.49	1.98	12.32	15.79	1.98
	18	เหมือดจี้	5	0	0	5	33.33	1.7	81	1.49	1.98	1.15	4.62	1.98
	19	ดาวราย	0	0	4	4	33.33	1.3	13	1.49	1.58	0.19	3.26	1.58

ตารางที่ 5-15 (ต่อ)

อายุ (ปี)	ลำดับ	ชื่อสามัญ	พื้นที่				ความถี่ (%)	ความ หนาแน่น (ตัน/ไร่)	พื้นที่หน้า ตัดลำต้น (ตร.ซม./ไร่)	ค่าสัมพัทธ์ (%)			ดัชนีความ สำคัญ	
			1	2	3	รวม				ความถี่	ความ หนาแน่น	ความ เด่น	(300)	(%)
14	20	ยมแดง	2	0	1	3	66.67	1.0	68	2.99	1.19	0.96	5.13	1.19
	21	กล้วยฤๅษี	3	0	0	3	33.33	1.0	14	1.49	1.19	0.19	2.87	1.19
	22	เน่าใน	0	3	0	3	33.33	1.0	11	1.49	1.19	0.16	2.84	1.19
	23	ตะมอคงคอง	1	1	0	2	66.67	0.7	676	2.99	0.79	9.56	13.33	0.79
	24	แห้งกวาง	1	0	1	2	66.67	0.7	34	2.99	0.79	0.48	4.25	0.79
	25	ก้อหม่น	0	2	0	2	33.33	0.7	53	1.49	0.79	0.75	3.04	0.79
	26	ก้อเดือย	0	1	1	2	66.67	0.7	29	2.99	0.79	0.41	4.19	0.79
	27	ตะแบกเปลือก บาง	1	1	0	2	66.67	0.7	18	2.99	0.79	0.26	4.04	0.79
	28	พุดทราป่า	1	0	0	1	33.33	0.3	47	1.49	0.40	0.66	2.55	0.40
	29	ข้าวสารป่า	0	0	1	1	33.33	0.3	19	1.49	0.40	0.27	2.16	0.40
	30	เก็ดดำ	0	1	0	1	33.33	0.3	126	1.49	0.40	1.77	3.66	0.40
	31	กางหลวง	0	0	1	1	33.33	0.3	5	1.49	0.40	0.07	1.96	0.40
	32	สีเสื่อหลวง	1	0	0	1	33.33	0.3	6	1.49	0.40	0.09	1.98	0.40
	33	ก้อระฆัง	0	1	0	1	33.33	0.3	11	1.49	0.40	0.16	2.05	0.40
	34	ตี้ว	0	1	0	1	33.33	0.3	75	1.49	0.40	1.06	2.95	0.40
	35	เต็ง	0	0	1	1	33.33	0.3	8	1.49	0.40	0.11	2.00	0.40
	36	แดง	0	0	1	1	33.33	0.3	6	1.49	0.40	0.09	1.98	0.40
	37	ก้อเดือยหัววอก	0	1	0	1	33.33	0.3	13	1.49	0.40	0.19	2.08	0.40
	38	ก้อใบเลื่อม	0	1	0	1	33.33	0.3	16	1.49	0.40	0.22	2.11	0.40
	39	ก้อหัวหมู	1	0	0	1	33.33	0.3	9	1.49	0.40	0.13	2.02	0.40
	40	ก้อดลัด	0	1	0	1	33.33	0.3	35	1.49	0.40	0.50	2.39	0.40
	41	อุนป่า	0	0	1	1	33.33	0.3	2	1.49	0.40	0.03	1.92	0.40
	42	ค้ำมอกหลวง	0	1	0	1	33.33	0.3	10	1.49	0.40	0.14	2.02	0.40
	43	โมกหลวง	0	1	0	1	33.33	0.3	11	1.49	0.40	0.16	2.05	0.40
รวม			253				2,233.33	84.3	7,077	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
18	1	เต็ง	24	65	42	131	100.00	43.7	3,744	6.67	22.28	17.05	46.00	22.28
	2	รัง	10	41	38	89	100.00	29.7	3,086	6.67	15.14	14.06	35.86	15.14
	3	เหียง	12	29	31	72	100.00	24.0	1,330	6.67	12.24	6.06	24.97	12.24
	4	ก้อพะ	0	0	69	69	33.33	23.0	8	2.22	11.73	0.04	13.99	11.73
	5	มะม่วงหัว แมลงวัน	0	53	0	53	33.33	17.7	43	2.22	9.01	0.20	11.43	9.01
	6	สมอไทย	12	15	0	27	66.67	9.0	538	4.44	4.59	2.45	11.49	4.59
	7	ก้อแดง	0	22	0	22	33.33	7.3	28	2.22	3.74	0.13	6.09	3.74
	8	รักใหญ่	5	9	6	20	100.00	6.7	818	6.67	3.40	3.73	13.80	3.40
	9	รอกฟ้า	0	0	19	19	33.33	6.3	16	2.22	3.23	0.07	5.52	3.23
	10	มะขามป้อม	0	0	12	12	33.33	4.0	46	2.22	2.04	0.21	4.47	2.04

ตารางที่ 5-15 (ต่อ)

อายุ (ปี)	ลำดับ	ชื่อสามัญ	พื้นที่				ความถี่ (%)	ความ หนาแน่น (ตัน/ไร่)	พื้นที่หน้า ตัดลำต้น (ตร.ซม./ไร่)	ค่าสัมพัทธ์ (%)			ดัชนีความ สำคัญ	
			1	2	3	รวม				ความถี่	ความ หนาแน่น	ความ เด่น	(300)	(%)
18	11	เค็ด	3	1	8	12	100.00	4.0	7,071	6.67	2.04	32.20	40.91	2.04
	12	แดง	4	0	7	11	66.67	3.7	265	4.44	1.87	1.21	7.52	1.87
	13	ต๊อบเต่า	3	0	8	11	66.67	3.7	730	4.44	1.87	3.32	9.64	1.87
	14	ตะแบกใหญ่	0	3	3	6	66.67	2.0	25	4.44	1.02	0.11	5.58	1.02
	15	หว่า	5	1	0	6	66.67	2.0	399	4.44	1.02	1.82	7.28	1.02
	16	สนสองใบ	2	2	1	5	100.00	1.7	276	6.67	0.85	1.26	8.78	0.85
	17	รักขน	0	5	0	5	33.33	1.7	67	2.22	0.85	0.30	3.38	0.85
	18	เคาะ	1	1	2	4	100.00	1.3	615	6.67	0.68	2.80	10.15	0.68
	19	ก้อเดื่อย	0	4	0	4	33.33	1.3	23	2.22	0.68	0.10	3.01	0.68
	20	เหมือดจี่	1	1	1	3	100.00	1.0	2,709	6.67	0.51	12.34	19.52	0.51
	21	เพกา	0	0	2	2	33.33	0.7	8	2.22	0.34	0.04	2.60	0.34
	22	มะตาด	0	2	0	2	33.33	0.7	50	2.22	0.34	0.23	2.79	0.34
	23	ปอยาบ	0	2	0	2	33.33	0.7	44	2.22	0.34	0.20	2.76	0.34
	24	ก้อหมาก	0	0	1	1	33.33	0.3	18	2.22	0.17	0.08	2.47	0.17
รวม			588				1,500.00	196.0	21,956	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
21	1	พะยอม	5	0	8	13	66.67	4.3	316	11.76	34.21	10.77	56.74	34.21
	2	เต็ง	0	0	6	6	33.33	2.0	3	5.88	15.79	0.10	21.77	15.79
	3	รักใหญ่	2	1	1	4	100.00	1.3	358	17.65	10.53	12.21	40.38	10.53
	4	หนามนั่ง	0	3	0	3	33.33	1.0	8	5.88	7.89	0.27	14.05	7.89
	5	ก้อแดง	1	0	1	2	66.67	0.7	13	11.76	5.26	0.46	17.49	5.26
	6	ค้ำมอกหลวง	0	0	2	2	33.33	0.7	72	5.88	5.26	2.44	13.59	5.26
	7	พลวง	0	2	0	2	33.33	0.7	42	5.88	5.26	1.44	12.59	5.26
	8	เหียง	0	0	1	1	33.33	0.3	29	5.88	2.63	1.00	9.52	2.63
	9	ตะคร้ำ	0	0	1	1	33.33	0.3	26	5.88	2.63	0.88	9.39	2.63
	10	มะม่วงหัว แมลงวัน	0	0	1	1	33.33	0.3	1,986	5.88	2.63	67.73	76.24	2.63
	11	ยอป่า	0	0	1	1	33.33	0.3	10	5.88	2.63	0.33	8.84	2.63
	12	มะห้า	0	1	0	1	33.33	0.3	3	5.88	2.63	0.10	8.61	2.63
	13	หว่า	0	0	1	1	33.33	0.3	67	5.88	2.63	2.28	10.80	2.63
รวม			38				566.67	12.7	2,932	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
28	1	รักใหญ่	0	47	32	79	66.67	26.3	36	2.56	15.90	0.24	18.70	15.90
	2	ส้มปี	21	25	27	73	100.00	24.3	1,848	3.85	14.69	12.52	31.06	14.69
	3	เหมือดหลวง	21	38	5	64	100.00	21.3	436	3.85	12.88	2.95	19.68	12.88
	4	พะยอม	17	12	11	40	100.00	13.3	3,216	3.85	8.05	21.80	33.69	8.05
	5	เต็ง	0	0	38	38	33.33	12.7	300	1.28	7.65	2.03	10.96	7.65
	6	มะขามป้อม	0	0	22	22	33.33	7.3	62	1.28	4.43	0.42	6.13	4.43
	7	ทะโล้	10	4	3	17	100.00	5.7	403	3.85	3.42	2.73	10.00	3.42

ตารางที่ 5-15 (ต่อ)

อายุ (ปี)	ลำดับ	ชื่อสามัญ	พื้นที่				ความถี่ (%)	ความ หนาแน่น (ตัน/ไร่)	พื้นที่หน้า ตัดลำต้น (ตร.ซม./ไร่)	ค่าสัมพัทธ์ (%)			ดัชนีความ สำคัญ	
			1	2	3	รวม				ความถี่	ความ หนาแน่น	ความ เด่น	(300)	(%)
28	8	สารภีป่า	12	3	2	17	100.00	5.7	1,685	3.85	3.42	11.42	18.69	3.42
	9	เคาะ	0	0	13	13	33.33	4.3	278	1.28	2.62	1.89	5.79	2.62
	10	UK	3	4	5	12	100.00	4.0	991	3.85	2.41	6.72	12.98	2.41
	11	ก้อเลื่อมเงิน	11	0	0	11	33.33	3.7	0	1.28	2.21	0.00	3.50	2.21
	12	อุนป่า	0	7	4	11	66.67	3.7	82	2.56	2.21	0.56	5.33	2.21
	13	ก้อเลื่อมทอง	2	1	4	7	100.00	2.3	411	3.85	1.41	2.78	8.04	1.41
	14	แข้งกวาง	0	4	3	7	66.67	2.3	977	2.56	1.41	6.62	10.59	1.41
	15	รักชน	7	0	0	7	33.33	2.3	62	1.28	1.41	0.42	3.11	1.41
	16	ดาวราย	0	0	7	7	33.33	2.3	105	1.28	1.41	0.71	3.40	1.41
	17	คำมอกน้อย	0	0	5	5	33.33	1.7	83	1.28	1.01	0.56	2.85	1.01
	18	เครือพันช้าย	2	0	3	5	66.67	1.7	4	2.56	1.01	0.03	3.60	1.01
	19	ตองหอม	1	1	2	4	100.00	1.3	137	3.85	0.80	0.93	5.58	0.80
	20	ก้อหมาก	1	2	1	4	100.00	1.3	92	3.85	0.80	0.62	5.27	0.80
	21	เนาใน	0	0	4	4	33.33	1.3	132	1.28	0.80	0.89	2.98	0.80
	22	มันปลา	0	1	3	4	66.67	1.3	58	2.56	0.80	0.39	3.76	0.80
	23	เหมือดเมีย	0	0	4	4	33.33	1.3	84	1.28	0.80	0.57	2.66	0.80
	24	ซีหนอน	0	0	4	4	33.33	1.3	92	1.28	0.80	0.62	2.71	0.80
	25	คำมอกหลวง	1	1	1	3	100.00	1.0	274	3.85	0.60	1.86	6.31	0.60
	26	หนามนึ่ง	2	1	0	3	66.67	1.0	162	2.56	0.60	1.10	4.26	0.60
	27	เล็บเหยี่ยว	0	3	0	3	33.33	1.0	1	1.28	0.60	0.01	1.89	0.60
	28	กางหลวง	1	0	2	3	66.67	1.0	1,161	2.56	0.60	7.87	11.03	0.60
	29	กาสามปีก	3	0	0	3	33.33	1.0	41	1.28	0.60	0.28	2.17	0.60
	30	แคดอกขาว	1	0	1	2	66.67	0.7	244	2.56	0.40	1.66	4.62	0.40
	31	เพกา	1	1	0	2	66.67	0.7	83	2.56	0.40	0.56	3.53	0.40
	32	สีฟัน	0	1	1	2	66.67	0.7	73	2.56	0.40	0.49	3.46	0.40
	33	เข็มป่า	0	0	2	2	33.33	0.7	75	1.28	0.40	0.51	2.19	0.40
	34	มะกอก	0	0	1	1	33.33	0.3	466	1.28	0.20	3.16	4.64	0.20
	35	หว่า	0	1	0	1	33.33	0.3	51	1.28	0.20	0.35	1.83	0.20
	36	ก้อแดง	0	0	1	1	33.33	0.3	20	1.28	0.20	0.14	1.62	0.20
	37	ตุ้มกว่าว	0	0	1	1	33.33	0.3	2	1.28	0.20	0.01	1.50	0.20
	38	ก้อหัวหมู	1	0	0	1	33.33	0.3	20	1.28	0.20	0.14	1.62	0.20
	39	ไก่อแดง	0	0	1	1	33.33	0.3	8	1.28	0.20	0.05	1.54	0.20
	40	ก้อดี	1	0	0	1	33.33	0.3	32	1.28	0.20	0.22	1.70	0.20
	41	ก้อแพะ	1	0	0	1	33.33	0.3	127	1.28	0.20	0.86	2.35	0.20
	42	ปอยาบ	1	0	0	1	33.33	0.3	58	1.28	0.20	0.39	1.88	0.20
	43	ก้ายาน	0	1	0	1	33.33	0.3	13	1.28	0.20	0.09	1.57	0.20
	44	มะเฒ่าสร้อย	0	0	1	1	33.33	0.3	26	1.28	0.20	0.17	1.66	0.20
	45	ก้อหน่น	0	0	1	1	33.33	0.3	36	1.28	0.20	0.24	1.73	0.20

ตารางที่ 5-15 (ต่อ)

อายุ (ปี)	ลำดับ	ชื่อสามัญ	พื้นที่				ความถี่ (%)	ความ หนาแน่น (ตัน/ไร่)	พื้นที่หน้า ตัดลำต้น (ตร.ซม./ไร่)	ค่าสัมพัทธ์ (%)			ดัชนีความ สำคัญ	
			1	2	3	รวม				ความถี่	ความ หนาแน่น	ความ เด่น	(300)	(%)
28	46	กอดลับ	0	0	1	1	33.33	0.3	148	1.28	0.20	1.00	2.49	0.20
	47	ต๊ับเต่า	0	1	0	1	33.33	0.3	39	1.28	0.20	0.26	1.74	0.20
	48	มะเก็ม	1	0	0	1	33.33	0.3	20	1.28	0.20	0.14	1.62	0.20
รวม						497	2,600.00	165.7	14,756	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
32	1	สมอไทย	2	2	1	5	100.00	1.7	65	21.43	22.73	6.54	50.70	22.73
	2	เล็บเหยี่ยว	2	1	1	4	100.00	1.3	100	21.43	18.18	10.07	49.68	18.18
	3	มะขามป้อม	3	0	0	3	33.33	1.0	54	7.14	13.64	5.41	26.19	13.64
	4	ก้อเดือยหัวอก	0	3	0	3	33.33	1.0	45	7.14	13.64	4.52	25.30	13.64
	5	พะยอม	0	0	2	2	33.33	0.7	11	7.14	9.09	1.16	17.39	9.09
	6	เหมือดหลวง	0	0	1	1	33.33	0.3	23	7.14	4.55	2.32	14.01	4.55
	7	ก้อแดง	0	1	0	1	33.33	0.3	82	7.14	4.55	8.25	19.94	4.55
	8	ค่าหด	0	1	0	1	33.33	0.3	18	7.14	4.55	1.81	13.50	4.55
	9	ค่ามอกหลวง	1	0	0	1	33.33	0.3	4	7.14	4.55	0.45	12.14	4.55
	10	ตะขบป่า	0	0	1	1	33.33	0.3	588	7.14	4.55	59.47	71.15	4.55
รวม						22	466.67	7.3	989	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
37	1	ทะโล้	0	0	10	10	33.33	3.3	26	5.88	25.64	0.84	32.36	25.64
	2	หว่า	0	0	8	8	33.33	2.7	13	5.88	20.51	0.44	26.83	20.51
	3	หนามหนึ่ง	0	0	5	5	33.33	1.7	116	5.88	12.82	3.77	22.47	12.82
	4	ข้าแป้น	1	0	1	2	66.67	0.7	1,929	11.76	5.13	62.96	79.85	5.13
	5	ส้มปี้	1	0	1	2	66.67	0.7	18	11.76	5.13	0.60	17.50	5.13
	6	มะขามป้อม	2	0	0	2	33.33	0.7	65	5.88	5.13	2.13	13.14	5.13
	7	ก้อเลื่อมเงิน	0	1	1	2	66.67	0.7	380	11.76	5.13	12.39	29.28	5.13
	8	ก้อแป้น	2	0	0	2	33.33	0.7	3	5.88	5.13	0.09	11.10	5.13
	9	เหมือดหลวง	0	0	1	1	33.33	0.3	34	5.88	2.56	1.11	9.55	2.56
	10	สารภีป่า	0	0	1	1	33.33	0.3	54	5.88	2.56	1.76	10.20	2.56
	11	ค่าหด	0	0	1	1	33.33	0.3	11	5.88	2.56	0.37	8.82	2.56
	12	เล็บเหยี่ยว	0	0	1	1	33.33	0.3	401	5.88	2.56	13.09	21.54	2.56
	13	ตะขบป่า	0	0	1	1	33.33	0.3	4	5.88	2.56	0.13	8.57	2.56
	14	เหมือดเม็ย	0	1	0	1	33.33	0.3	10	5.88	2.56	0.31	8.76	2.56
รวม						39	566.67	13.0	3,063	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00



### (3) ความเด่นของพันธุ์ไม้ (Tree Dominance)

ในป่าธรรมชาติ พันธุ์ไม้ที่มีค่าความเด่นมากที่สุดคือ ไม้เหียง (20.44%) รองลงมาคือ ก่อหมาก (17.33%) พลวง (15.66%) เต็ง (9.55%) สนสองใบ (6.27%) รักใหญ่ (6.22%) ก่อหัวหมู (5.26%) และก่อแพะ (4.15%) พันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ มีค่าความเด่น 0.03-3.15%

สวนป่าอายุ 7 ปี ความเด่นของไม้ก่อดีมีค่ามากที่สุด (49.37%) รองลงมาคือ ทะโล้ (21.95%) และก่อหมาก (16.54%) พันธุ์ไม้ชนิดอื่นที่เหลือมีค่าน้อย ในสวนป่าอายุ 10 ปี ไม้พะยอมมีค่าความเด่นมากที่สุด (66.68%) พันธุ์ไม้ที่เหลืออีก 3 ชนิด มีค่าอยู่ระหว่าง 5.62-15.01% สวนป่าอายุ 14 ปี พันธุ์ไม้ที่มีค่าความเด่นมากที่สุดคือ รักใหญ่ (34.44%) รองลงมาคือ ก่อหมาก (12.32%) และพะยอม (5.45%) พันธุ์ไม้อื่นๆ ที่เหลือมีค่าน้อยลง สวนป่าอายุ 18 ปี ไม้เต็งมีค่าความเด่นมากที่สุด (32.20%) รองลงมาคือ ไม้เต็ง (17.05%) ไม้รัง (14.06%) และเหมือดจี้ (12.34%) พันธุ์ไม้ที่เหลือมีค่าน้อยกว่า 10%

สวนป่าอายุ 21 ปี มะม่วงหาวแมลงวันมีค่ามากที่สุด (67.73%) รองลงมาคือรักใหญ่ (12.21%) และพะยอม (10.77%) พันธุ์ไม้ที่เหลือมีค่าอยู่ระหว่าง 0.10-2.44% สวนป่าอายุ 28 ปี มีพันธุ์ไม้อยู่มากถึง 48 ชนิด อันดับแรกคือไม้พะยอม (21.80%) รองลงมาคือ ส้มปี้ (12.52%) และสารภีป่าป่า (11.42%) พันธุ์ไม้ที่เหลือมีค่าน้อยกว่า 10% สวนป่าอายุ 32 ปี ตะขบป่า (59.47%) มีค่ามากที่สุด รองลงไป คือ เล็บเหยี่ยว (10.07%) ก่อแดง (8.25%) สมอไทย (6.54%) และมะขามป้อม (5.41%) พันธุ์ไม้อื่นๆ มีค่าน้อยกว่า 5% สวนป่าอายุ 37 ปี อันดับหนึ่งคือ ช้าแป้น (62.96%) รองลงมาคือ เล็บเหยี่ยว (13.09%) และก่อเลื่อมเงิน (12.39%) พันธุ์ไม้อื่นๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.13-3.77%

ชนิดพันธุ์ไม้ที่มีค่าความเด่นสูงในสวนป่าแต่ละชั้นอายุมีความผันแปรแตกต่างกันอย่างมาก อย่างไรก็ตามพันธุ์ไม้เหล่านี้เป็นพันธุ์ไม้ดั้งเดิมที่ขึ้นอยู่ในป่าธรรมชาติบริเวณนี้

### (4) ดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาของพันธุ์ไม้ (Importance value)

ป่าธรรมชาติไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาของพันธุ์ไม้มากที่สุดคือ ไม้เหียง (18.47%) รองลงมาคือ ก่อหมาก (17.04%) พลวง (12.58%) และ เต็ง (11.02%) ส่วนไม้ชนิดอื่นๆ มีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง 0-14-5.88% ในสวนป่าอายุ 7 ปี ก่อดีมีค่ามากที่สุด (35.71%) รองลงมาคือ ก่อแดง (17.86%) ส่วนพันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ มีค่าน้อยกว่า 10% สวนป่าอายุ 10 ปี ชิงชันและหว้ามีค่าเท่ากับ 33.33% ส่วนพะยอมและรักเขามีค่า 16.67% ในสวนป่าอายุ 14 ปี พะยอมมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 14.23% รองลงมาคือ มันปลาและก่อนก (7.91%) ทะโล้ (6.72%) มะม่วงหาวแมลงวันและเหมือดจี้ (5.14%) ส่วนพันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ มีค่าผันแปรระหว่าง 0.40-4.74% สวนป่าอายุ 18 ปี ไม้เต็งมีค่ามากที่สุด (22.28%) รองลงมาคือ รัง (15.14%) เหียง (12.24%) และก่อแพะ (11.73%) สำหรับพันธุ์ไม้ที่เหลือมีค่าน้อยกว่า 10%

สวนป่าอายุ 21 ปี ไม้พะยอมมีค่ามากที่สุด (34.21%) รองลงมาคือ ไม้เต็ง (15.79%) และ รัก (10.53%) ส่วนพันธุ์ไม้ชนิดอื่นจะมีค่าน้อยกว่า 10% สวนป่าอายุ 28 ปี ไม้รักใหญ่มีค่าสูงสุด (15.90%) รองลงมาคือ ส้มปี้และเหมือดหลวง (14.69 และ 12.88% ตามลำดับ) ขณะที่พันธุ์ไม้ชนิดอื่นๆ มีค่าผันแปรระหว่าง 0.20-8.05% ในสวนป่าอายุ 32 ปี ไม้สมอไทยมีค่าดัชนีความสำคัญสูงกว่าพันธุ์ไม้ชนิดอื่น (22.73%) รองลงมาคือ เล็บเหยี่ยว (18.18%) มะขามป้อมและก่อเดือยหัวออก (13.64%) พันธุ์ไม้ชนิดอื่นมีค่าน้อยกว่า 10% และสวนป่าอายุ 37 ปี พันธุ์ไม้ที่มีค่าสูงสุดคือ ทะโล้ (25.64%) รองลงมาคือ หว้า (20.51%) และหนามนั่ง (12.82) ส่วนพันธุ์ชนิดอื่นมีค่าน้อยกว่า 10%

ค่าดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาของพันธุ์ไม้ในสวนป่าแต่ละชั้นอายุมีความผันแปร เช่นเดียวกับค่าความเด่น ซึ่งพันธุ์ไม้ที่มีความเด่นสูง ประกอบด้วย พันธุ์ไม้ที่ปกคลุมในป่าเต็งรัง เช่น เต็ง รัง เหียง เป็นต้น พันธุ์ไม้เด่นที่ปกคลุมในป่าดิบเขา ได้แก่ ก่อหมาก ก่อหนก ก่อเดือยหัวออก ก่อติ ก่อแดงและทะโล้

สรุปได้ว่าเกิดการทดแทนของพันธุ์ไม้ในสวนป่าไม้สนสามใบ พันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่มีทั้ง พันธุ์ไม้ที่ปกคลุมในป่าเต็งรังและป่าดิบเขา ซึ่งสามารถขึ้นอยู่ร่วมกับไม้สนสองใบและสนสามใบ เกิดเป็นป่าสนธรรมชาติ ดังนั้นคำกล่าวที่ว่า การปลูกไม้สนสามใบเป็นสวนป่าจะทำให้ไม่มีพันธุ์ชนิดอื่นขึ้นทดแทนจึงไม่เป็นความจริง

#### (5) จำนวนชนิดและความหนาแน่นของกล้าไม้

จำนวนชนิดพันธุ์ของกล้าไม้ที่พบในสวนป่ามีความผันแปรแตกต่างกันไป (ตารางที่ 5-16 และรูป 5-35) ในสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีจำนวนชนิดพันธุ์ของกล้าไม้ที่พบเท่ากับ 26, 31, 19, 14, 16, 16, 19 และ 29 ชนิด ตามลำดับ

ส่วนค่าความหนาแน่นของพืชพื้นล่างและกล้าไม้ในสวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี มีค่าเท่ากับ 3,691, 1,391, 1,451, 2,048, 2,837, 1,877, 1,365 และ 3,392 ต้น/ไร่ ตามลำดับ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 5-35 (ง) กล้าไม้ที่พบมากได้แก่ เคาะ จ้า เหมือดหลวง แข็งกวาง อ้าหลวง จั้มด พะยอม ตั่ว เหียง รัง ก่อพะยะ ก่อแดง หนามนั่ง มะเหลียมหิน เป็นต้น

ถ้าหากกล้าไม้เหล่านี้มีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่องในพื้นที่สวนป่าก็จะมีการเจริญขึ้นเป็นต้นไม้ จำนวนกล้าไม้มีค่าผันแปรระหว่าง 1,365-3,691 ต้น/ไร่ อย่างไรก็ตามอัตราการเจริญเติบโตเป็นต้นไม้ในพื้นที่สวนป่ามีค่าประมาณ 10% ทั้งนี้อาจเกิดจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น ไฟป่า การแผ้วถางในการจัดการสวนป่า การบดบังแสงหรือร่มเงาของไม้สนสามใบ การรบกวนและทับถมของใบสนและส่วนอื่นๆ ของต้นสนที่ปลูก เป็นต้น

ตารางที่ 5-16 ปริมาณพืชพื้นล่างในสวนป่าไม้สนสามใบอายุต่างๆ ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง  
อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

อายุ (ปี)	ลำดับ	ชื่อสามัญ	พื้นที่				ความถี่ (%)	ความหนาแน่น (ต้นไร่)
			1	2	3	รวม		
7	1	เคาะ	11	11	0	22	66.67	469
	2	จำไวยาว	11	11	0	22	66.67	469
	3	เหมือดหลวง	9	9	4	22	100.00	469
	4	แข่งกวาง	1	12	1	14	100.00	299
	5	เอ็นอำหลวง	5	9	0	14	66.67	299
	6	ขี้มด	2	3	7	12	100.00	256
	7	พะยอม	4	4	3	11	100.00	235
	8	เหมือดหอม	4	0	3	7	66.67	149
	9	ก่อหมาก	1	5	0	6	66.67	128
	10	เหมือดจี	3	0	3	6	66.67	128
	11	กวาวเครือ	2	0	2	4	66.67	85
	12	เค็ด	2	0	2	4	66.67	85
	13	เต็ง	1	1	1	3	100.00	64
	14	มะขามป้อม	1	1	1	3	100.00	64
	15	มันปลา	3	0	0	3	33.33	64
	16	ส้มปี้	1	1	1	3	100.00	64
	17	ก่อเดือย	1	1	0	2	66.67	43
	18	ก่อพวง	2	0	0	2	33.33	43
	19	ก่อหัวหมู	1	1	0	2	66.67	43
	20	ก่อแอบ	1	0	1	2	66.67	43
	21	ข้าวสารป่า	1	1	0	2	66.67	43
	22	สามง่าม	1	0	1	2	66.67	43
	23	หมีเหม็น	1	1	0	2	66.67	43
	24	มะเหลียมหิน	1	0	0	1	33.33	21
	25	รักใหญ่	1	0	0	1	33.33	21
	26	สารภีป่า	1	0	0	1	33.33	21
รวม							1,800.00	3,691
10	1	พะยอม	11	12	8	31	100.00	661
	2	ดี้ว	0	0	20	20	33.33	427
	3	เหมือดหลวง	0	10	3	13	66.67	277
	4	มะเมาะสาย	1	8	0	9	66.67	192
	5	รักใหญ่	2	5	2	9	100.00	192
	6	เก็ดดำ	2	4	1	7	100.00	149
	7	ดาวราย	0	7	0	7	33.33	149
	8	สามง่าม	0	4	3	7	66.67	149
	9	ขี้มด	4	0	2	6	66.67	128
	10	แข่งกวาง	3	1	2	6	100.00	128
	11	เคาะ	0	3	3	6	66.67	128

ตารางที่ 5-16 (ต่อ)

อายุ (ปี)	ลำดับ	ชื่อสามัญ	พื้นที่				ความถี่ (%)	ความหนาแน่น (ตัน/ไร่)
			1	2	3	รวม		
10	12	เต็ง	0	0	6	6	33.33	128
	13	หมี่เหม็น	3	2	1	6	100.00	128
	14	ก้อหัวหมู	0	4	0	4	33.33	85
	15	แก้มขาว	2	0	2	4	66.67	85
	16	ส้มปี้	1	3	0	4	66.67	85
	17	ข้าวสารป่า	0	1	2	3	66.67	64
	18	มะขามป้อม	0	2	1	3	66.67	64
	19	มันปลา	0	3	0	3	33.33	64
	20	ตะมอingkong	2	0	0	2	33.33	43
	21	มะเหลียมหิน	1	0	1	2	66.67	43
	22	แมงเม่านก	2	0	0	2	33.33	43
	23	รังกระแท้	0	0	2	2	33.33	43
	24	สมัด	0	0	2	2	33.33	43
	25	สารกี่ป่า	0	2	0	2	33.33	43
	26	เหมือดหอม	0	2	0	2	33.33	43
	27	ก้อหม่น	0	0	1	1	33.33	21
	28	เข็ม	0	0	1	1	33.33	21
	29	มะแตกเครือ	0	0	1	1	33.33	21
	30	ระย้อม	1	0	0	1	33.33	21
	31	หนามนึ่ง	1	0	0	1	33.33	21
รวม							1,700.00	3,691
14	1	เหมือดหลวง	10	13	0	23	66.67	491
	2	เคาะ	0	9	0	9	33.33	192
	3	มันปลา	1	4	0	5	66.67	107
	4	หนามนึ่ง	4	0	0	4	33.33	85
	5	เหมือดจี้	0	4	0	4	33.33	85
	6	ข้าวสารป่า	0	3	0	3	33.33	64
	7	สารกี่ป่า	0	3	0	3	33.33	64
	8	เหมือดหอม	0	3	0	3	33.33	64
	9	ก้อนก	0	2	0	2	33.33	43
	10	พะยอม	0	2	0	2	33.33	43
	11	ระย้อม	2	0	0	2	33.33	43
	12	ก้อหม่น	1	0	0	1	33.33	21
	13	เกิดคำ	0	1	0	1	33.33	21
	14	แข่งกวาง	0	1	0	1	33.33	21
	15	มะขามป้อม	1	0	0	1	33.33	21
	16	มะม่วงหัวแมลงวัน	0	1	0	1	33.33	21
	17	มะเหลียมหิน	1	0	0	1	33.33	21

ตารางที่ 5-16 (ต่อ)

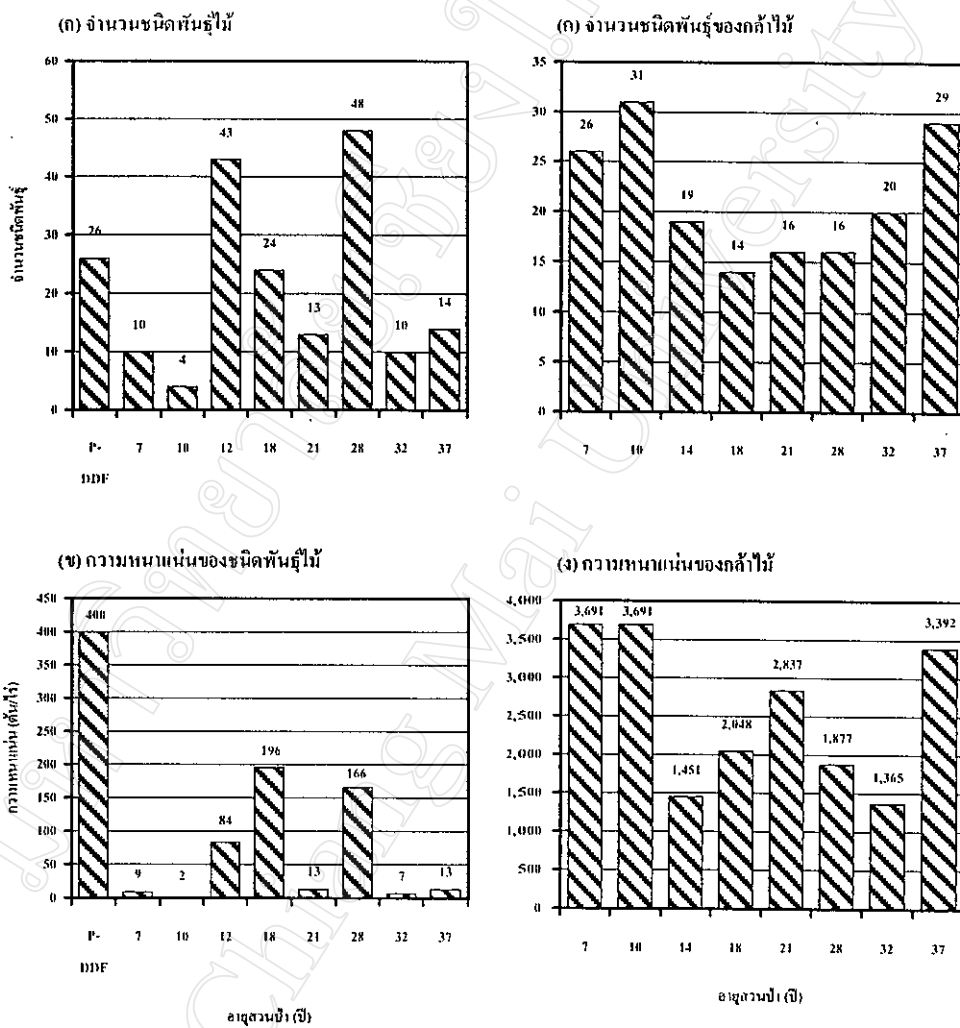
อายุ (ปี)	ลำดับ	ชื่อสามัญ	พื้นที่				ความถี่ (%)	ความหนาแน่น (ตัน/ไร่)
			1	2	3	รวม		
14	18	รักใหญ่	0	1	0	1	33.33	21
	19	คำไคชน	0	1	0	1	33.33	21
รวม							700.00	1,451
18	1	เหียง	5	10	4	19	100.00	405
	2	รัง	4	6	8	18	100.00	384
	3	ก้อแพะ	9	4	4	17	100.00	363
	4	ก้อแดง	4	3	4	11	100.00	235
	5	เต็ง	3	2	4	9	100.00	192
	6	ตาลเหลือง	2	1	2	5	100.00	107
	7	ปุมเบ็ง	2	1	2	5	100.00	107
	8	เค็ด	2	0	1	3	66.67	64
	9	หว่า	0	3	0	3	33.33	64
	10	มะขามป้อม	0	0	2	2	33.33	43
	11	คูน	0	0	1	1	33.33	21
	12	มะม่วงหาว แมลงวัน	0	1	0	1	33.33	21
	13	รักใหญ่	1	0	0	1	33.33	21
	14	สมัด	0	1	0	1	33.33	21
รวม							966.67	2,048
21	1	ขี้มด	27	12	3	42	100.00	896
	2	เต็ง	17	1	9	27	100.00	576
	3	สนสามใบ	3	7	6	16	100.00	341
	4	ก้อหม่น	0	11	0	11	33.33	235
	5	พะยอม	0	8	0	8	33.33	171
	6	ตาลเหลือง	0	3	4	7	66.67	149
	7	ปุมเบ็ง	2	0	4	6	66.67	128
	8	รักใหญ่	0	1	3	4	66.67	85
	9	เหมือดหลวง	0	0	3	3	33.33	64
	10	หนามนึ่ง	0	2	0	2	33.33	43
	11	เหียง	1	1	0	2	66.67	43
	12	คำมอกหลวง	1	0	0	1	33.33	21
	13	เค็ด	1	0	0	1	33.33	21
	14	เคาะ	0	0	1	1	33.33	21
	15	สาวกี่ป่า	0	1	0	1	33.33	21
	16	หว่า	0	1	0	1	33.33	21
รวม							866.67	2,837
28	1	พะยอม	7	0	7	14	66.67	299
	2	หนามนึ่ง	3	11	0	14	66.67	299
	3	ขี้มด	6	3	3	12	100.00	256

ตารางที่ 5-16 (ต่อ)

อายุ (ปี)	ลำดับ	ชื่อสามัญ	พื้นที่				ความถี่ (%)	ความหนาแน่น (ตัน/ไร่)	
			1	2	3	รวม			
28	4	เต็ง	0	9	0	9	33.33	192	
	5	เคาะ	2	2	2	6	100.00	128	
	6	เหมือดหลวง	3	3	0	6	66.67	128	
	7	มะเฒ่าสร้อย	0	5	0	5	33.33	107	
	8	เหมือดหอม	1	0	4	5	66.67	107	
	9	ข้าวสารป่า	0	2	2	4	66.67	85	
	10	ก่อต่าง	0	0	2	2	33.33	43	
	11	คำมอกหลวง	0	1	1	2	66.67	43	
	12	มะขามป้อม	1	0	1	2	66.67	43	
	13	รักใหญ่	0	2	0	2	33.33	43	
	14	เล็บเหยี่ยว	2	0	0	2	33.33	43	
	15	อุยป่า	1	0	1	2	66.67	43	
	16	สามง่าม	0	1	0	1	33.33	21	
	รวม						933.33	1,877	
	32	1	ขี้มด	5	8	1	14	100.00	299
		2	หนามนั่ง	1	0	11	12	66.67	256
3		เชิงแข้งม้า	2	0	4	6	66.67	128	
4		เหมือดหลวง	2	0	3	5	66.67	107	
5		เหมือดหอม	2	2	1	5	100.00	107	
6		แก้มขาว	0	0	3	3	33.33	64	
7		ตาลเหลือง	0	0	3	3	33.33	64	
8		มะขามป้อม	1	0	2	3	66.67	64	
9		เค็ด	0	2	0	2	33.33	43	
10		ทะโล้	2	0	0	2	33.33	43	
11		สีเสื่อหลวง	0	1	0	1	33.33	21	
12		ก่อดี	1	0	0	1	33.33	21	
13		เก็ดดำ	0	1	0	1	33.33	21	
14		ข้าวสารป่า	0	0	1	1	33.33	21	
15		แข้งกวาง	0	1	0	1	33.33	21	
16		แคดอกขาว	1	0	0	1	33.33	21	
17		รักใหญ่	0	1	0	1	33.33	21	
18		เล็บเหยี่ยว	0	0	1	1	33.33	21	
19		สมัด	0	0	1	1	33.33	21	
รวม						900.00	1,365		
37	1	มะเหลียมหิน	28	0	11	39	66.67	832	
	2	เหมือดหลวง	11	5	7	23	100.00	491	
	3	คำไก่ขน	9	0	0	9	33.33	192	
	4	ตองหอม	8	0	0	8	33.33	171	

ตารางที่ 5-16 (ต่อ)

อายุ (ปี)	ลำดับ	ชื่อสามัญ	พื้นที่				ความถี่ (%)	ความหนาแน่น (ตัน/ไร่)	
			1	2	3	รวม			
37	5	ทะโล้	2	6	0	8	66.67	171	
	6	แข่งกวาง	0	2	5	7	66.67	149	
	7	มะเฝ้าสาย	5	0	2	7	66.67	149	
	8	ขี้มด	0	6	0	6	33.33	128	
	9	เค็ด	0	6	0	6	33.33	128	
	10	เหมือดหอม	0	3	3	6	66.67	128	
	11	ข้าวสารป่า	3	0	1	4	66.67	85	
	12	สามง่าม	4	0	0	4	33.33	85	
	13	สนสามใบ	3	0	0	3	33.33	64	
	14	ก้อตี	0	0	3	3	33.33	64	
	15	จำไวยาว	0	0	3	3	33.33	64	
	16	มันปลา	0	1	2	3	66.67	64	
	17	สทิปดำ	0	1	2	3	66.67	64	
	18	หมีเหม็น	0	1	2	3	66.67	64	
	19	ขี้หนอน	0	0	2	2	33.33	43	
	20	ตะมอคง	2	0	0	2	33.33	43	
	21	คานเลียง	0	2	0	2	33.33	43	
	22	ก้อเดี่ยหัว	0	1	0	1	33.33	21	
	23	วอก							
	23	เกิดดำ	0	0	1	1	33.33	21	
	24	แก้มขาว	1	0	0	1	33.33	21	
	25	ดาวราย	0	1	0	1	33.33	21	
	26	มะตาด	0	1	0	1	33.33	21	
	27	มะห้า	0	0	1	1	33.33	21	
	28	รักใหญ่	0	0	1	1	33.33	21	
	29	เล็บเหยี่ยว	0	0	1	1	33.33	21	
			รวม					1,333.33	3392



รูปที่ 5-35 ลักษณะการทดแทนของพันธุ์ไม้ในพื้นที่สวนป่าอายุ 7, 10, 14, 18, 21, 28, 32 และ 37 ปี ณ สวนป่าดอยบ่อหลวง อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่