ผลกระทบของไฟป่าต่อสมบัติทางกายภาพ-เคมี และการสะสมธาตุอาหารในดินป่าเต็งรัง สถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล จังหวัดเชียงใหม่

Impacts of Forest Fire on Soil Physico-chemical Properties and Nutrient Storages in Dry Dipterocarp Forest, In Takin Silvicultural Research Station,Chiang Mai Province

สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล[1/] สุนทร คำยอง[1/] นิวัติ อนงค์รักษ์[1/] และ เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง[2/]*

Saroj Wattanasuksakul[1/], Soontorn Khamyong[1/], Niwat Anongrak[1/] and Kriangsak Sri-ngernyuang[2/]*

Abstract: Impacts of forest fire on changes of soil physico-chemical properties and nutrient storages in dry dipterocarp forest (DDF) were studied at In Takin Silvicultural Research Station, Chiang Mai Province by comparing two sites, DDF with and without fire for at least 10 years. Soil study was taken in the two sites by making two soil pits (150 cm. width x 200 cm. depth) in each site. Soil samples were collected along the profiles, and later analyzed for physical and chemical properties. It is found that surface soil in DDF with fire had loamy sand whereas non-fire site was sandy loam. Other soil parameters in the surface soils of DDF with and without fire had some differences; bulk density: 1.26, 1.11 Mg m^{-3}, pH: 5.1, 5.5 (strongly acid), contents of organic matter: 25.0, 32.1 g kg^{-1}, carbon: 14.5, 18.6 g kg^{-1}, nitrogen: 0.8, 1.2 g kg^{-1}, available P: 13.6, 34.9 mg kg^{-1}, extractable K: 282.8, 359.8 mg kg^{-1}, Ca: 385.2, 621.9 mg kg^{-1}, Mg: 154.7, 271.5 mg kg^{-1} and Na: 10.6, 18.9 mg kg^{-1}, respectively. Average amounts of organic matter, carbon and nitrogen within 200 cm depth soil of fire site were 124, 72 and 7.9 Mg ha^{-1}, respectively while the higher amounts of 212, 123 and 8.0 Mg ha^{-1} were for non-fire site. Extractable P, K, Ca, Mg and Na amounts of fire site were in the order of 50; 6,421; 3,827; 2,902 and 493 kg ha^{-1} while those of non-fire site were 156; 6,227; 4,287; 3,921 and 412 kg ha^{-1}, respectively.

Keywords: soil properties, nutrient accumulations, dry dipterocarp forest, forest fire

---

[1/]ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่

[2/]คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

[1/]Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

[2/]Faculty of Architecture and Environmental Design, Mae Jo University, Chiang Mai 50200, Thailand

*Corresponding author E-mail: ampai44@hotmail.com

บทคัดย่อ: ศึกษาผลกระทบของไฟป่าต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ-เคมีและปริมาณธาตุอาหารสะสมในดินป่าเต็งรัง บริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล จ. เชียงใหม่ เปรียบเทียบระหว่างป่าที่มีไฟป่าและไม่มีไฟป่าเป็นระยะเวลาอย่างน้อยสิบปี เพื่อเป็นข้อมูลในการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าเต็งรัง โดยดำเนินการขุดหลุมดินกว้าง 150 ซม. ลึก 200 ซม. ป่าละ 2 หลุม เก็บตัวอย่างดินตามความลึกเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี พบว่า ดินชั้นบนในป่าที่มีไฟป่าเป็นดินทรายปนร่วนและป่าที่ไม่มีไฟป่าเป็นดินร่วนปนทราย ค่าเฉลี่ยตัวแปรอื่นๆ ในดินชั้นบนสุดของป่าที่มีและไม่มีไฟป่าแตกต่างกันเล็กน้อยดังนี้ ความหนาแน่นรวม เท่ากับ 1.26, 1.11 Mg m^{-3} pH: 5.1, 5.5 (กรดจัด) อินทรียวัตถุ: 25.0, 32.1 g kg^{-1} คาร์บอน: 14.5, 18.6 g kg^{-1} ไนโตรเจน: 0.8, 1.2 g kg^{-1} ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์: 13.6, 34.9 mg kg^{-1} โพแทสเซียมที่สกัดได้: 282.8, 359.8 mg kg^{-1} แคลเซียม: 385.2, 621.9 mg kg^{-1} แมกนีเซียม: 154.7, 271.5 mg kg^{-1} และโซเดียม: 10.6, 18.9 mg kg^{-1} ตามลำดับ ป่าที่มีไฟป่ามีปริมาณอินทรียวัตถุ คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมดในดินลึก 200 ซม. เฉลี่ย 124, 72 และ 7.9 Mg ha^{-1} ตามลำดับ ในขณะที่ป่าที่ไม่มีไฟป่ามีปริมาณสูงกว่า (212, 123 และ 8.0 Mg ha^{-1}) ป่าที่มีไฟป่ามีปริมาณที่สกัดได้ของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมในดินเฉลี่ย 50; 6,421; 3,827; 2,912 และ 493 kg ha^{-1} ตามลำดับ ส่วนป่าที่ไม่มีไฟป่ามีค่า 156; 6,227; 4,287; 3,921 และ 412 kg ha^{-1} ตามลำดับ

คำสำคัญ: สมบัติของดิน การสะสมธาตุอาหารในดิน ป่าเต็งรัง ไฟป่า

คำนำ

ป่าเต็งรังเป็นป่าผลัดใบที่ขึ้นในพื้นที่แห้งแล้ง พันธุ์ไม้เด่นคือ วงศ์ไม้ยาง (Dipterocarpaceae) ได้แก่ เต็ง รัง เหียงและพลวง จัดเป็นสังคมพืชป่าไม้ถาวรที่มีไฟเป็นปัจจัยกำหนด (fire climax community) ถ้าไม่มีไฟป่าจะเปลี่ยนสภาพไปเป็นป่าชนิดอื่น (Cooling, 1968) มีการกระจายตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรีขึ้นไปตามแนวเทือกเขาด้านตะวันตกของประเทศจนถึงเหนือสุดในจังหวัดเชียงราย เป็นป่าที่พบมากในภาคเหนือ ตะวันออกเฉียง เหนือและภาคกลาง โดยขึ้นสลับกับป่าเบญจพรรณ มักจะพบบนพื้นที่สันเนิน พื้นที่ราบที่เป็นทรายจัดมีหินโผล่มากหรือดินลูกรัง ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเล 50 ม. จนถึง 1,000 ม. (Bunyavejchewin, 1979) บางพื้นที่สูงถึง 1,300 ม. โดยมีป่าเบญจพรรณตามพื้นที่เชิงเขาและริมห้วย ในภาคเหนือนั้นมักจะพบป่าเต็งรังขึ้นตามภูเขาที่มีหินโผล่ ดินตื้นและอุดมสมบูรณ์ต่ำ มีก้อนหินและลูกรังปะปนมากที่เป็นหินทรายและ แกรนิต ป่าเต็งรังที่มีสภาพป่าอุดมสมบูรณ์ที่สุดของประเทศอยู่ที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จ. อุทัยธานี (Maksirisombat, 1997) ปกติจะมีไฟป่าเกิดขึ้นในป่าเต็งรังทุกปี ซึ่งเป็นไฟผิวดินที่ไหม้ใบไม้แห้งและพืชพื้นล่างตามพื้นป่า ยกเว้นป่าในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ที่เป็นอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่มีการป้องกันไฟเป็นอย่างดี ป่าเต็งรังบริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล จ. เชียงใหม่ เป็นป่ารุ่นสองที่ฟื้นตัวจากการทำไม้ในอดีต มีพื้นที่ป่าเต็งรังบางส่วนประมาณ 30 ไร่ ที่มีการป้องกันไฟป่าเป็นอย่างดี ทำให้ไม่มีไฟไหม้ติดต่อกันไม่น้อยกว่า 10 ปี สภาพป่าจึงมีความอุดมสมบูรณ์มากกว่าบริเวณอื่นที่ถูกไฟไหม้ทุกปี

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาผลกระทบของไฟป่าต่อสมบัติทางกายภาพ-เคมีและการสะสมธาตุอาหารในดินป่าเต็งรัง บริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล สำหรับเป็นข้อมูลในการฟื้นฟูระบบนิเวศป่าเต็งรังต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่วิจัยคือ สถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล อ. แม่แตง จ. เชียงใหม่ ตั้งอยู่ที่ กม. 45 ถนนเชียงใหม่-ฝาง บริเวณเส้นรุ้งที่ 17^{0} 08´ เหนือ และเส้นแวงที่ 96^{0} 57´ ตะวันออก ณ พิกัด 47Q 0495421 UTM 2117377 พื้นที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 400 ม. สภาพป่าโดยทั่วไปเป็นป่าเต็งรัง ทำการสุ่มเลือกป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่าเกิดขึ้นและที่มีไฟป่าเกิดขึ้นทุกปีซึ่งทั้งสองบริเวณอยู่ใกล้กัน (ระยะห่างกันประมาณ 500 เมตร) และมีสภาพแวดล้อมไม่แตกต่างกัน ขุดหลุมดินป่าละ 2 หลุม แต่ละหลุมขุดดินลึก 200 ซม. เก็บตัวอย่างดินเดือน

มกราคม 2554 ตามระดับความลึก 13 ระดับ คือ 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80, 80-100, 100-120, 120-140, 140-160, 160-180 และ 180-200 ซม. เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ เนื้อดิน วิเคราะห์การกระจายของอนุภาคดินโดยวิธี hydrometer method และหาความหนาแน่นรวมโดยวิธี core method วิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าปฏิกิริยาของดิน (pH) ความเข้มข้นของอินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมที่สกัดได้ หาปริมาณมวลดินต่อพื้นที่ เพื่อคำนวณหาปริมาณคาร์บอนและธาตุอาหารต่าง ๆ ที่สะสมในดิน

ผลการวิจัย

1. **สมบัติทางกายภาพของดิน** (physical properties)

ข้อมูลสมบัติทางกายภาพของดินแสดงไว้ในตารางที่ 1 และผลกระทบของไฟป่าต่อสมบัติทางกายภาพของดินแสดงในตารางที่ 2

ความหนาแน่นรวมของดิน: ป่าเต็งรังที่มีไฟป่ามีความหนาแน่นรวมของดินค่อนข้างต่ำถึงปานกลางในดินชั้นบนและเพิ่มสูงขึ้นในดินชั้นล่าง ดินชั้นบน (0 - 5 ซม.) มีค่าเฉลี่ย 1.27 Mg m^{-3} และแปรผันระหว่าง 1.28 - 1.63 Mg m^{-3} ที่ความลึก 5 - 200 ซม. ขณะที่ป่าที่ไม่มีไฟป่ามีความหนาแน่นต่ำถึงปานกลางและเพิ่มสูงขึ้นในดินชั้นล่าง มีค่าเฉลี่ย 1.11 Mg m^{-3} ในดินชั้นบน (0 - 5 ซม.) และแปรผันระหว่าง 1.28 - 1.58 Mg m^{-3} ที่ระดับความลึก 5 - 200 ซม. ไฟป่ามีผลให้ความหนาแน่นของดินชั้นบน (0 - 5 ซม.) เพิ่มขึ้น ดินที่มีไฟป่ามีปริมาณก้อนกรวด (gravel) แปรผันระหว่าง 1.37 - 12.82% ขณะที่บริเวณที่ไม่มีไฟป่ามีปริมาณ 1.11 - 6.06%

การกระจายของอนุภาคดิน: ป่าที่มีไฟป่าและไม่มีไฟป่ามีอนุภาคทรายมากในดินชั้นบนและแนวโน้มลดลงตามความลึก อนุภาคทรายแป้งและดินเหนียวมีน้อยในดินชั้นบนและเพิ่มขึ้นตามความลึก ไฟป่าที่เกิดในป่าเต็งรังเป็นประจำจะทำให้เกิด sheet erosion และ rill erosion แบบไม่รุนแรงในดินชั้นบน (0 - 5 และ 5 - 10 ซม.) ทำให้ดินชั้นบนสูญเสียอนุภาคดินเหนียวและอนุภาคทรายแป้ง แนวโน้ม % อนุภาคดินเหนียวและอนุภาคทรายแป้งจึงลดลง ส่งผลให้ % อนุภาคทรายเพิ่มขึ้น

เนื้อดิน: ดินชั้นบนสุด (0 - 5 ซม.) ของป่าที่มีไฟป่าเป็นดินทรายปนดินร่วน (loamy sand) และดินชั้นล่างลงไปมีเนื้อปานกลางถึงเนื้อละเอียด ได้แก่ ดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทราย และดินเหนียว ขณะที่ดินชั้นบนสุด (0 - 5 ซม.) ของป่าที่ไม่มีไฟป่าเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) และดินชั้นล่างลงไปมีเนื้อปานกลางและเนื้อละเอียด ได้แก่ ดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทราย และดินเหนียว แสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยของเนื้อดินในดินชั้นบนสุด (0 - 5 ซม.)

2. **สมบัติทางเคมีของดิน** (soil chemical properties)

ข้อมูลสมบัติทางเคมีของดินในป่าเต็งรังที่มีไฟป่าและไม่มีไฟป่า แสดงในตารางที่ 3 และผลกระทบของไฟป่าต่อสมบัติทางเคมีของดินแสดงในตารางที่ 4

(1) ปฏิกิริยาดิน (soil reaction) พบความแตกต่างเกี่ยวกับปฏิกิริยาดินเล็กน้อยในดินชั้นบน (0 - 5 ซม.) โดยที่ดินที่มีไฟป่ามีค่า pH เฉลี่ย = 5.1 ส่วนดินที่ไม่มีไฟป่ามีค่า 5.5 ซึ่งเป็นกรดจัดเหมือนกัน ดินที่อยู่ลึกลงไปได้รับผลกระทบจากไฟป่าน้อยหรือน้อยมาก มีค่าปฏิกิริยาเป็นกรดปานกลางถึงกรดจัดหรือกรดจัดมาก

(2) อินทรียวัตถุ (soil organic matter) อินทรียวัตถุในดินชั้นบน (0 - 5 ซม.) ของป่าที่มีไฟป่ามีค่าเฉลี่ย 25.0 g kg^{-1} ขณะที่ของป่าที่ไม่มีไฟไหม้มีค่าสูงกว่า (32.1 g kg^{-1}) อิทธิพลของไฟป่าที่มีต่อปริมาณอินทรียวัตถุในชั้นดินที่อยู่ลึกลงไปเกิดจากการเคลื่อนย้ายลงไปจากดินชั้นบน อย่างไรก็ตามปริมาณอินทรียวัตถุมีค่าลดลงตามความลึก

(3) คาร์บอนในดิน (soil carbon) คาร์บอนในดินมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับอินทรียวัตถุ คาร์บอนในดินชั้นบน (0 - 5 ซม.) ของป่าที่มีไฟป่ามีค่าเฉลี่ย 14.5 g kg^{-1} ขณะที่ของป่าที่ไม่มีไฟไหม้มีค่าสูงกว่า (18.6 g kg^{-1})

(4) ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (total nitrogen) ไนโตรเจนในดินชั้นบน (0 - 5 ซม.) ของป่าที่มีไฟป่ามี

Table 1 Some physical properties of the soil profiles under dry dipterocarp forests with and without fire

Plot	Soil depth (cm)	Bulk density ($Mg\ m^{-3}$)	*	Gravel (%)	Soil particle distribution (%)			Soil texture
					Sand	Silt	Clay	
Fire/1	0-5	1.32	ML	2.02	80.0	11.8	8.2	Loamy sand
	5-10	1.38	ML	1.37	77.4	11.9	10.7	Sandy loam
	10-20	1.41	M	3.75	72.3	9.4	18.3	Sandy loam
	20-30	1.49	M	2.21	62.2	9.5	28.3	Sandy clay loam
	30-40	1.50	M	3.36	59.6	9.6	30.8	Sandy clay loam
	40-60	1.53	M	1.86	57.1	5.4	37.5	Sandy clay
	60-80	1.46	M	2.03	54.7	5.3	40.0	Sandy clay
	80-100	1.51	M	2.44	54.7	7.8	37.5	Sandy clay
	100-120	1.52	M	1.64	54.7	7.8	37.5	Sandy clay
	120-140	1.47	M	3.32	54.7	7.8	37.5	Sandy clay
	140-160	1.63	M	2.13	52.1	9.6	38.3	Sandy clay
	160-180	1.56	M	4.44	52.1	9.6	38.3	Sandy clay
	180-200	1.58	M	4.94	51.7	8.3	40.0	Sandy clay
Fire/2	0-5	1.21	ML	3.46	80.2	14.1	5.7	Loamy sand
	5-10	1.44	M	5.21	75.0	11.1	13.9	Sandy loam
	10-20	1.42	M	6.23	67.3	9.5	23.2	Sandy clay loam
	20-30	1.35	ML	9.66	54.7	11.3	34.0	Sandy clay loam
	30-40	1.35	ML	8.81	49.6	11.3	39.1	Sandy clay
	40-60	1.28	ML	7.59	47.0	8.9	44.1	Sandy clay
	60-80	1.39	ML	6.93	44.5	9.7	45.8	Clay
	80-100	1.35	ML	11.58	41.9	8.9	49.2	Clay
	100-120	1.43	M	8.56	41.3	10.4	48.3	Clay
	120-140	1.48	M	10.09	44.5	9.7	45.8	Clay
	140-160	1.47	M	10.54	44.5	9.7	45.8	Clay
	160-180	1.47	M	12.05	44.5	10.5	45.0	Clay
	180-200	1.42	M	12.82	41.9	12.3	45.8	Clay
Without Fire/1	0-5	1.02	L	3.19	74.6	17.5	7.9	Sandy loam
	5-10	1.31	ML	1.38	67.2	15.5	17.3	Sandy loam
	10-20	1.34	ML	3.90	67.2	13.7	19.1	Sandy loam
	20-30	1.44	M	4.10	64.6	13.8	21.6	Sandy clay loam
	30-40	1.32	ML	4.50	59.5	12.2	28.3	Sandy clay loam
	40-60	1.28	ML	4.82	54.4	12.3	33.3	Sandy clay loam
	60-80	1.36	ML	1.28	51.9	12.3	35.8	Sandy clay
	80-100	1.43	M	1.62	51.9	12.3	35.8	Sandy clay
	100-120	1.35	ML	1.11	49.3	14.0	36.7	Sandy clay
	120-140	1.33	ML	1.98	51.3	12.9	35.8	Sandy clay
	140-160	1.39	ML	2.54	49.3	12.3	38.4	Sandy clay
	160-180	1.29	ML	3.32	46.8	12.3	40.9	Sandy clay
	180-200	1.39	ML	5.38	44.2	14.9	40.9	Clay
Without Fire/2	0-5	1.20	ML	2.13	77.3	13.7	9.0	Sandy loam
	5-10	1.43	M	1.29	67.2	13.7	19.1	Sandy loam
	10-20	1.39	ML	3.07	62.1	13.8	24.1	Sandy clay loam
	20-30	1.50	M	1.32	54.5	12.2	33.3	Sandy clay loam
	30-40	1.46	M	2.16	46.9	12.3	40.8	Sandy clay
	40-60	1.39	ML	5.26	41.8	7.3	50.9	Clay
	60-80	1.42	M	2.38	40.0	10.7	49.3	Clay
	80-100	1.49	M	2.82	41.8	11.4	46.8	Clay
	100-120	1.42	M	3.80	41.8	12.3	45.9	Clay
	120-140	1.50	M	3.80	39.2	14.0	46.8	Clay
	140-160	1.58	M	2.56	39.2	14.0	46.8	Clay
	160-180	1.48	M	6.06	36.7	16.5	46.8	Clay
	180-200	1.56	M	2.83	38.4	14.8	46.8	Clay

Note * L = low, ML = moderately low, M = medium (Kanchanaprasert, 1986)

Table 2 Effect of fire on some physical properties of soil profiles under dry dipterocarp forests

Soil	Bulk density (Mg m^{-3})			Gravel (%)			Sand (%)			Silt (%)			Clay (%)		
(cm)	F	WF	EF	F	WF	EF	F	WF	EF	F	WF	EF	F	WF	EF
0-5	1.26	1.11	0.16	2.7	2.7	0.1	80.1	76.0	4.1	13.0	15.6	-2.7	7.0	8.5	-1.5
5-10	1.41	1.37	0.04	3.3	1.3	2.0	76.2	67.2	9.0	11.5	14.6	-3.1	12.3	18.2	-5.9
10-20	1.41	1.37	0.05	5.0	3.5	1.5	69.8	64.7	5.1	9.5	13.8	-4.3	20.8	21.6	-0.9
20-30	1.42	1.47	-0.05	5.9	2.7	3.2	58.5	59.6	-1.1	10.4	13.0	-2.6	31.2	27.5	3.7
30-40	1.42	1.39	0.03	6.1	3.3	2.8	54.6	53.2	1.4	10.5	12.3	-1.8	35.0	34.6	0.4
40-60	1.40	1.34	0.07	4.7	5.0	-0.3	52.1	48.1	4.0	7.2	9.8	-2.7	40.8	42.1	-1.3
60-80	1.43	1.39	0.04	4.5	1.8	2.7	49.6	46.0	3.7	7.5	11.5	-4.0	42.9	42.6	0.4
80-100	1.43	1.46	-0.03	7.0	2.2	4.8	48.3	46.9	1.5	8.4	11.9	-3.5	43.4	41.3	2.1
100-120	1.48	1.39	0.09	5.1	2.5	2.6	48.0	45.6	2.5	9.1	13.2	-4.1	42.9	41.3	1.6
120-140	1.48	1.42	0.06	6.7	2.9	3.8	49.6	45.3	4.4	8.8	13.5	-4.7	41.7	41.3	0.4
140-160	1.55	1.49	0.06	6.3	2.6	3.8	48.3	44.3	4.1	9.7	13.2	-3.5	42.1	42.6	-0.6
160-180	1.51	1.39	0.13	8.2	4.7	3.6	48.3	41.8	6.6	10.1	14.4	-4.4	41.7	43.9	-2.2
180-200	1.50	1.48	0.02	8.9	4.1	4.8	46.8	41.3	5.5	10.3	14.9	-4.6	42.9	43.9	-1.0

Note F = Fire, WF = Without fire, EF = Effect of fire

ค่าเฉลี่ย 0.8 g kg^{-1} ขณะที่ของป่าที่ไม่มีไฟไหม้มีค่าสูงกว่า (1.2 g kg^{-1}) และมีค่าลดลงตามชั้นความลึก

(5) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (available phosphorus) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินชั้นบน (0 - 5 ซม.) ของป่าที่มีไฟป่ามีค่าเฉลี่ย 13.6 mg kg^{-1} ขณะที่ของป่าที่ไม่มีไฟไหม้มีค่าสูงกว่า (34.9 mg kg^{-1})

(6) โพแทสเซียมที่สกัดได้ (extractable potassium) โพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินชั้นบน (0-5 ซม.) ของป่าที่มีไฟป่ามีค่าเฉลี่ย 282.8 mg kg^{-1} ขณะที่ของป่าที่ไม่มีไฟไหม้มีค่าสูงกว่า (359.8 mg kg^{-1})

(7) แคลเซียมที่สกัดได้ (extractable calcium) แคลเซียมที่สกัดได้ในดินชั้นบน (0 - 5 ซม.) ของป่าที่มีไฟป่ามีค่าเฉลี่ย 385.2 mg kg^{-1} ขณะที่ของป่าที่ไม่มีไฟไหม้มีค่าสูงกว่า (621.9 mg kg^{-1})

(8) แมกนีเซียมที่สกัดได้ (extractable magnesium) แมกนีเซียมที่สกัดได้ในดินชั้นบน (0 - 5 ซม.) ของป่าที่มีไฟป่ามีค่าเฉลี่ย 154.7 mg kg^{-1} ส่วนของป่าที่ไม่มีไฟไหม้มีค่าสูงกว่า (271.5 mg kg^{-1})

(9) โซเดียมที่สกัดได้ (extractable sodium) โซเดียมที่สกัดได้ในดินชั้นบน (0 - 5 ซม.) ของป่าที่มีไฟป่ามีค่าเฉลี่ย 10.6 mg kg^{-1} และของป่าที่ไม่มีไฟไหม้มีค่า 18.9 mg kg^{-1} ซึ่งไม่แตกต่างกัน

3. การกักเก็บธาตุอาหารในดิน (nutrient storages in soil)

ปริมาณธาตุอาหารในชั้นดินของป่าเต็งรังที่มีไฟป่าและไม่มีไฟป่า แสดงในตารางที่ 5

(1) ปริมาณอินทรียวัตถุ (organic matter) ป่าที่มีไฟป่ามีปริมาณอินทรียวัตถุในดินลึก 200 ซม. เท่ากับ 151 และ 97 Mg ha^{-1} (เฉลี่ย 124 Mg ha^{-1}) ขณะที่ป่าที่ไม่มีไฟป่ามีปริมาณ เท่ากับ 200 และ 224 Mg ha^{-1} (เฉลี่ย 212 Mg ha^{-1})

(2) ปริมาณคาร์บอน (carbon) ป่าที่มีไฟป่ามีปริมาณคาร์บอนในดินลึก 200 ซม. เท่ากับ 88 และ 56 Mg ha^{-1} (เฉลี่ย 72 Mg ha^{-1}) ขณะที่ป่าที่ไม่มีไฟป่ามีปริมาณ เท่ากับ 116 และ 130 Mg ha^{-1} (เฉลี่ย 123 Mg ha^{-1})

Table 3 Chemical properties of soil profiles under dry dipterocarp forests with and without fire

Plot	Soil depth (cm)	pH		O.M. ($g\ kg^{-1}$)	*	C ($g\ kg^{-1}$)	*	Total N ($g\ kg^{-1}$)	*	Available P ($mg\ kg^{-1}$)	*	Extractable ($mg\ kg^{-1}$) K	*	Ca	*	Mg	*	Na	*
Fire/1	0 - 5	4.93	very strongly acid	26.7	MH	15.5	MH	1.3	L	14.4	M	266.5	VH	321.8	VL	139.1	M	10.2	VL
	5 - 10	5.03	very strongly acid	16.0	M	9.3	M	0.4	VL	17.4	MH	222.8	VH	88.2	VL	90.0	L	10.7	VL
	10 - 20	5.26	strongly acid	9.9	L	5.7	L	0.3	VL	17.9	MH	243.3	VH	53.4	VL	127.9	M	10.8	VL
	20 - 30	5.36	strongly acid	8.4	L	4.9	L	0.2	VL	5.9	L	253.8	VH	48.5	VL	139.2	M	15.8	VL
	30 - 40	5.31	strongly acid	8.2	L	4.8	L	0.3	VL	2.3	VL	233.3	VH	58.4	VL	168.1	M	12.4	VL
	40 - 60	5.41	strongly acid	7.7	L	4.5	L	0.3	VL	1.3	VL	240.0	VH	78.3	VL	159.2	M	11.9	VL
	60 - 80	5.50	strongly acid	6.9	L	4.0	L	0.3	VL	0.8	VL	236.8	VH	80.8	VL	112.3	L	19.3	VL
	80 - 100	5.47	strongly acid	2.5	VL	1.5	VL	0.4	VL	0.5	VL	234.3	VH	98.2	VL	101.1	L	11.9	VL
	100 - 120	5.55	strongly acid	2.4	VL	1.4	VL	0.3	VL	0.7	VL	167.5	VH	85.7	VL	76.6	L	12.5	VL
	120 - 140	5.61	moderately acid	2.5	VL	1.5	VL	0.2	VL	0.5	VL	194.3	VH	53.4	VL	94.4	L	12.7	VL
	140 - 160	5.62	moderately acid	2.0	VL	1.2	VL	0.2	VL	0.5	VL	221.5	VH	108.1	VL	90.0	L	11.0	VL
	160 - 180	5.72	moderately acid	2.3	VL	1.3	VL	0.2	VL	0.4	VL	203.5	VH	147.9	VL	114.5	L	12.9	VL
	180 - 200	5.89	moderately acid	1.3	VL	0.8	VL	0.3	VL	0.3	VL	207.5	VH	145.4	VL	114.5	L	10.7	VL
Fire/2	0 - 5	5.20	strongly acid	23.3	M	13.5	M	0.2	VL	12.8	M	299.0	VH	448.6	L	170.3	M	11.0	VL
	5 - 10	5.47	strongly acid	9.5	L	5.5	L	0.4	VL	3.4	L	267.8	VH	31.1	VL	60.9	L	11.8	VL
	10 - 20	5.31	strongly acid	5.1	L	3.0	L	0.4	VL	1.5	VL	254.5	VH	16.2	VL	69.9	L	15.5	VL
	20 - 30	5.25	strongly acid	4.6	VL	2.7	VL	0.3	VL	1.3	VL	230.5	VH	31.1	VL	78.8	L	20.5	VL
	30 - 40	5.48	strongly acid	3.9	VL	2.3	VL	0.4	VL	1.1	VL	209.0	VH	18.6	VL	63.2	L	20.2	VL
	40 - 60	5.46	strongly acid	3.6	VL	2.1	VL	0.3	VL	0.7	VL	232.3	VH	18.6	VL	45.3	L	18.7	VL
	60 - 80	5.64	moderately acid	3.0	VL	1.7	VL	0.2	VL	0.2	VL	222.8	VH	142.9	VL	54.2	L	24.6	L
	80 - 100	5.62	moderately acid	3.0	VL	1.7	VL	0.3	VL	0.4	VL	164.0	VH	133.0	VL	65.4	L	18.0	VL
	100 - 120	5.72	moderately acid	2.5	VL	1.5	VL	0.3	VL	0.5	VL	216.5	VH	182.7	VL	78.8	L	21.1	VL
	120 - 140	5.79	moderately acid	2.3	VL	1.3	VL	0.2	VL	0.4	VL	209.8	VH	177.7	VL	90.0	L	20.8	VL
	140 - 160	5.82	moderately acid	2.3	VL	1.3	VL	0.2	VL	0.6	VL	186.5	VH	254.7	VL	114.5	L	16.8	VL
	160 - 180	5.83	moderately acid	2.0	VL	1.2	VL	0.1	VL	0.5	VL	245.0	VH	244.8	VL	94.4	L	31.0	L
	180 - 200	5.91	moderately acid	1.6	VL	0.9	VL	0.1	VL	0.4	VL	254.5	VH	344.2	VL	141.3	M	28.3	L
Without Fire/1	0 - 5	5.92	moderately acid	37.8	H	21.9	H	1.3	L	43.2	H	365.3	VH	785.3	L	319.9	M	25.1	L
	5 - 10	5.62	moderately acid	15.1	M	8.8	M	0.6	VL	79.7	VH	253.8	VH	205.0	VL	141.3	M	15.4	VL
	10 - 20	5.63	moderately acid	12.1	ML	7.0	ML	0.3	VL	78.7	VH	220.5	VH	123.0	VL	125.7	M	12.6	VL
	20 - 30	5.47	strongly acid	8.0	L	4.6	L	0.4	VL	39.5	H	236.3	VH	147.9	VL	134.6	M	11.8	VL
	30 - 40	5.60	moderately acid	7.4	L	4.3	L	0.2	VL	8.5	ML	280.8	VH	137.9	VL	132.4	M	12.2	VL
	40 - 60	5.54	strongly acid	6.4	L	3.7	L	0.3	VL	1.1	VL	186.5	VH	157.8	VL	145.8	M	14.5	VL
	60 - 80	5.68	moderately acid	6.2	L	3.6	L	0.4	VL	0.7	VL	217.8	VH	180.2	VL	208.3	M	11.0	VL
	80 - 100	5.72	moderately acid	7.4	L	4.3	L	0.4	VL	0.6	VL	178.8	VH	145.4	VL	150.2	M	12.4	VL
	100 - 120	5.73	moderately acid	6.4	L	3.7	L	0.2	VL	0.6	VL	196.5	VH	142.9	VL	143.5	M	13.1	VL
	120 - 140	5.72	moderately acid	5.9	L	3.4	L	0.3	VL	0.6	VL	260.3	VH	135.4	VL	130.1	M	16.4	VL
	140 - 160	5.74	moderately acid	5.7	L	3.3	L	0.1	VL	0.5	VL	166.8	VH	160.3	VL	148.0	M	10.0	VL
	160 - 180	5.80	moderately acid	6.0	L	3.5	L	0.3	VL	0.2	VL	166.8	VH	145.4	VL	143.5	M	11.3	VL
	180 - 200	5.73	moderately acid	5.4	L	3.1	L	0.2	VL	0.3	VL	205.3	VH	180.2	VL	150.2	M	28.2	L
Without Fire/2	0 - 5	5.14	strongly acid	26.3	MH	15.3	MH	1.1	L	26.6	H	354.3	VH	458.5	L	223.2	M	12.7	VL
	5 - 10	5.46	strongly acid	15.5	M	9.0	M	0.4	VL	9.1	ML	223.5	VH	120.5	VL	94.4	L	13.7	VL
	10 - 20	5.48	strongly acid	9.4	L	5.5	L	0.4	VL	6.5	ML	228.0	VH	75.8	VL	98.9	L	15.9	VL
	20 - 30	5.57	strongly acid	6.8	L	3.9	L	0.2	VL	2.9	VL	215.5	VH	55.9	VL	136.8	M	10.6	VL
	30 - 40	5.44	strongly acid	8.8	L	5.1	L	0.2	VL	1.4	VL	244.5	VH	68.3	VL	150.2	M	14.4	VL
	40 - 60	5.66	strongly acid	7.6	L	4.4	L	0.3	VL	0.9	VL	205.5	VH	65.9	VL	168.7	M	14.7	VL
	60 - 80	5.70	strongly acid	7.1	L	4.1	L	0.2	VL	0.7	VL	211.3	VH	133.0	VL	150.2	M	10.7	VL
	80 - 100	5.60	strongly acid	6.6	L	3.8	L	0.2	VL	0.5	VL	222.5	VH	108.1	VL	121.2	L	9.8	VL
	100 - 120	5.77	strongly acid	6.5	L	3.8	L	0.2	VL	0.4	VL	191.5	VH	135.4	VL	114.5	L	10.8	VL
	120 - 140	5.66	strongly acid	7.0	L	4.1	L	0.2	VL	1.5	VL	286.8	VH	185.1	VL	125.7	M	10.2	VL
	140 - 160	5.65	strongly acid	6.8	L	3.9	L	0.4	VL	0.4	VL	216.8	VH	152.8	VL	101.1	L	23.2	L
	160 - 180	5.81	strongly acid	6.5	L	3.8	L	0.2	VL	0.4	VL	295.3	VH	234.8	VL	134.6	M	14.1	VL
	180 - 200	5.88	strongly acid	6.3	L	3.7	L	0.2	VL	0.3	VL	208.3	VH	142.9	VL	96.5	L	25.6	L

Note * VL = very low, L = low, ML = moderately low, M = medium, MH = moderately high, H = high, VH = very high

(Land Classification and FAO Project Staff, 1973; Soil Survey Division Staff, 1993; Land Use Planning Division, 1993)

Table 4 Effect of fire on chemical properties of soil profiles under dry dipterocarp forests

Soil depth	pH			O.M. (g kg^{-1})			C (g kg^{-1})			Total N (g kg			Available P (mg kg		
(cm)	F	WF	EF	F	WF	EF	F	WF	EF	F	WF	EF	F	WF	EF
0 - 5	5.1	5.5	-0.5	25.0	32.1	-7.1	14.5	18.6	-4.1	0.8	1.2	-0.5	13.6	34.9	-21.2
5 - 10	5.3	5.5	-0.3	12.8	15.3	-2.6	7.4	8.9	-1.5	0.4	0.5	-0.1	10.4	44.4	-34.0
10 - 20	5.3	5.6	-0.3	7.5	10.8	-3.3	4.4	6.2	-1.9	0.4	0.4	0.0	9.7	42.6	-32.9
20 - 30	5.3	5.5	-0.2	6.5	7.4	-0.9	3.8	4.3	-0.5	0.3	0.3	-0.1	3.6	21.2	-17.6
30 - 40	5.4	5.5	-0.1	6.1	8.1	-2.1	3.5	4.7	-1.2	0.4	0.2	0.2	1.7	4.9	-3.2
40 - 60	5.4	5.6	-0.2	5.7	7.0	-1.4	3.3	4.1	-0.8	0.3	0.3	0.0	1.0	1.0	0.1
60 - 80	5.6	5.7	-0.1	5.0	6.7	-1.7	2.9	3.9	-1.0	0.3	0.3	-0.1	0.5	0.7	-0.2
80 - 100	5.5	5.7	-0.1	2.8	7.0	-4.3	1.6	4.1	-2.5	0.4	0.3	0.1	0.5	0.5	-0.1
100 - 120	5.6	5.8	-0.1	2.5	6.5	-4.0	1.4	3.7	-2.3	0.3	0.2	0.1	0.6	0.5	0.1
120 - 140	5.7	5.7	0.0	2.4	6.5	-4.1	1.4	3.7	-2.3	0.2	0.3	-0.1	0.5	1.1	-0.6
140 - 160	5.7	5.7	0.0	2.2	6.3	-4.1	1.2	3.6	-2.4	0.2	0.3	-0.1	0.5	0.4	0.1
160 - 180	5.8	5.8	0.0	2.2	6.3	-4.1	1.2	3.6	-2.4	0.2	0.3	-0.1	0.4	0.3	0.1
180 - 200	5.9	5.8	0.1	1.5	5.9	-4.4	0.8	3.4	-2.6	0.2	0.2	0.0	0.4	0.3	0.1

Table 4 (continue) Effect of fire on chemical properties of soil profiles under dry dipterocarp forests

Soil depth	K (mg kg^{-1})			Ca (mg kg^{-1})			Mg (mg kg^{-1})			Na (mg kg^{-1})		
(cm)	F	WF	EF	F	WF	EF	F	WF	EF	F	WF	EF
0 - 5	282.8	359.8	-77.0	385.2	621.9	-236.7	154.7	271.5	-116.9	10.6	18.9	-8.3
5 - 10	245.3	238.6	6.6	59.6	162.8	-103.1	75.5	117.9	-42.4	11.3	14.5	-3.2
10 - 20	248.9	224.3	24.6	34.8	99.4	-64.6	98.9	112.3	-13.4	13.1	14.3	-1.2
20 - 30	242.1	225.9	16.3	39.8	101.9	-62.1	109.0	135.7	-26.7	18.1	11.2	6.9
30 - 40	221.1	262.6	-41.5	38.5	103.1	-64.6	115.6	141.3	-25.7	16.3	13.3	3.0
40 - 60	236.1	196.0	40.1	48.5	111.8	-63.4	102.2	157.2	-55.0	15.3	14.6	0.7
60 - 80	229.8	214.5	15.3	111.8	156.6	-44.7	83.3	179.2	-96.0	22.0	10.9	11.1
80 - 100	199.1	200.6	-1.5	115.6	126.7	-11.2	83.3	135.7	-52.5	14.9	11.1	3.9
100 - 120	192.0	194.0	-2.0	134.2	139.2	-5.0	77.7	129.0	-51.3	16.8	12.0	4.9
120 - 140	202.0	273.5	-71.5	115.6	160.3	-44.7	92.2	127.9	-35.7	16.7	13.3	3.4
140 - 160	204.0	191.8	12.3	181.4	156.6	24.9	102.2	124.6	-22.3	13.9	16.6	-2.7
160 - 180	224.3	231.0	-6.8	196.3	190.1	6.2	104.5	139.1	-34.6	22.0	12.7	9.3
180 - 200	231.0	206.8	24.3	244.8	161.5	83.3	127.9	123.4	4.5	19.5	26.9	-7.4

Note F = Fire, WF = Without fire, EF = Effect of fire

Table 5 Amounts of soil carbon and nutrients in forests with and without fire

Plot	OM	C	Total N	Available P	Extractable (kg ha^{-1})			
	(Mg ha^{-1})	(Mg ha^{-1})	(kg ha^{-1})	(kg ha^{-1})	K	Ca	Mg	Na
Fire/1	151	88	9,024	74	6,623	2,969	3,435	385
Fire/2	97	56	6,677	26	6,220	4,685	2,389	600
Average Fire	**124**	**72**	**7,850**	**50**	**6,421**	**3,827**	**2,912**	**493**
Without Fire/1	200	116	8,239	259	5,628	4,471	4,094	390
Without Fire/2	224	130	7,749	52	6,827	4,103	3,748	434
Average Without Fire	**212**	**123**	**7,994**	**156**	**6,227**	**4,287**	**3,921**	**412**

(3) ปริมาณไนโตรเจนในดิน (nitrogen) ป่าที่มีไฟป่ามีปริมาณไนโตรเจนในดินลึก 200 ซม. เท่ากับ 9.0 และ 6.7 Mg ha^{-1} (เฉลี่ย 7.9 Mg ha^{-1}) ขณะที่ป่าที่ไม่มีไฟป่ามีปริมาณ เท่ากับ 8.2 และ 7.8 Mg ha^{-1} (เฉลี่ย 8.0 Mg ha^{-1})

(4) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (phosphorus available) ป่าที่มีไฟป่ามีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินลึก 200 ซม. เท่ากับ 26 และ 74 kg ha^{-1} (เฉลี่ย 50 kg ha^{-1}) ขณะที่ป่าที่ไม่มีไฟป่ามีปริมาณเท่ากับ 52 และ 259 kg ha^{-1} (เฉลี่ย 156 kg ha^{-1})

(5) โพแทสเซียมที่สกัดได้ (potassium) ป่าที่มีไฟป่ามีโพแทสเซียมที่สกัดได้ในดินลึก 200 ซม. เท่ากับ 6,220 และ 6,623 kg ha^{-1} (เฉลี่ย 6,421 kg ha^{-1}) ขณะที่ป่าที่ไม่มีไฟป่ามีปริมาณ เท่ากับ 5,628 และ 6,827 kg ha^{-1} (เฉลี่ย 6,227 kg ha^{-1})

(6) แคลเซียมที่สกัดได้ (calcium) ป่าที่มีไฟป่ามีแคลเซียมที่สกัดได้ในดินลึก 200 ซม. เท่ากับ 2,969 และ 4,685 kg ha^{-1} (เฉลี่ย 3,827 kg ha^{-1}) ขณะที่ป่าที่ไม่มีไฟป่ามีปริมาณ เท่ากับ 4,103 และ 4,471 kg ha^{-1} (เฉลี่ย 4,287 kg ha^{-1})

(7) แมกนีเซียมที่สกัดได้ (magnesium) ป่าที่มีไฟป่ามีแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดินลึก 200 ซม. เท่ากับ 2,389 และ 3,435 kg ha^{-1} (เฉลี่ย 2,912 kg ha^{-1}) ขณะที่ป่าที่ไม่มีไฟป่ามีปริมาณ เท่ากับ 3,748 และ 4,094 kg ha^{-1} (เฉลี่ย 3,921 kg ha^{-1})

(8) โซเดียมที่สกัดได้ (sodium) ป่าที่มีไฟป่ามีโซเดียมที่สกัดได้ในดินลึก 200 ซม. เท่ากับ 385 และ 600 kg ha^{-1} (เฉลี่ย 493 kg ha^{-1}) ขณะที่ป่าที่ไม่มีไฟป่ามีปริมาณ เท่ากับ 390 และ 434 kg ha^{-1} (เฉลี่ย 412 kg ha^{-1})

(7) แมกนีเซียมที่สกัดได้ (magnesium) ป่าที่มีไฟป่ามีแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดินลึก 200 ซม. เท่ากับ 2,389 และ 3,435 kg ha^{-1} (เฉลี่ย 2,912 kg ha^{-1}) ขณะที่ป่าที่ไม่มีไฟป่ามีปริมาณ เท่ากับ 3,748 และ 4,094 kg ha^{-1} (เฉลี่ย 3,921 kg ha^{-1})

(8) โซเดียมที่สกัดได้ (sodium) ป่าที่มีไฟป่ามีโซเดียมที่สกัดได้ในดินลึก 200 ซม. เท่ากับ 385 และ 600 kg ha^{-1} (เฉลี่ย 493 kg ha^{-1}) ขณะที่ป่าที่ไม่มีไฟป่ามีปริมาณ เท่ากับ 390 และ 434 kg ha^{-1} (เฉลี่ย 412 kg ha^{-1})

4. การสะสมของธาตุอาหารในระบบนิเวศ (nutrient storages in ecosystem)

ปริมาณการสะสมธาตุอาหารในระบบนิเวศของป่าเต็งรังที่มีไฟป่าและไม่มีไฟป่าแสดงในตารางที่ 6

การสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าเต็งรังที่มีไฟป่าเฉลี่ย 126.3 Mg ha^{-1} ในขณะที่การสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่าเฉลี่ย 188.3 Mg ha^{-1} เห็นได้ว่าหากมีการป้องกันไฟในป่าเต็งรังช่วง 10 ปี สามารถเพิ่มปริมาณการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศ 62.0 Mg ha^{-1} โดยเป็นความเพิ่มพูนจากพืชและดิน 10.7 และ 51.3 Mg ha^{-1}

วิจารณ์ผล

เปรียบเทียบผลการศึกษานี้กับป่าเต็งรังในพื้นที่อื่นซึ่งมีไฟไหม้เป็นประจำและมีชนิดพรรณไม้เด่นแตกต่างกัน พบว่า ป่าเต็งรังบริเวณชุมชนบ้านทรายทอง จังหวัดลำพูน มีไม้เหียงเป็นไม้เด่น ดินที่ระดับความลึก 0 - 80 ซม. มีความหนาแน่นรวม 1.27 - 1.60 Mg m^{-3}

Table 6 Amounts of soil carbon and nutrients in forests with and without fire

Carbon storages		DDF with fire (Mg ha^{-1})			DDF without fire (Mg ha^{-1})			Increment (Mg ha^{-1})
		Plot 1	Plot 2	Average	Plot 1	Plot 2	Average	
Plant *	Biomass	123.5	97.4	110.5	134.2	129.9	132.1	21.6
	Carbon	61.0	48.1	54.5	66.3	64.1	65.2	10.7
Soil	Organic	151.0	96.5	123.7	200.3	224.1	212.2	88.5
	Carbon	87.6	56.0	71.8	116.2	130.0	123.1	51.3
Ecosystem	Carbon	148.6	104.1	126.3	182.5	194.1	188.3	62.0

Note * Wattanasuksakul *et al.* (2010)

ปริมาณก้อนกรวด 0.3 - 75.6% เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ทรายปนดินร่วน ดินร่วนเหนียวปนทราย และดินเหนียว ดินมีค่าปฏิกิริยากรดรุนแรงมากในดินชั้นบนและเป็นกรดจัดมากในดินชั้นล่าง (4.1 - 5.4) อินทรียวัตถุมีค่าต่ำถึงค่อนข้างสูง (4.5 - 29.7 g kg^{-1}) ไนโตรเจนมีค่าต่ำมาก (0.3 - 0.8 g kg^{-1}) (แสงคำ, 2552) และป่าเต็งรังบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ มี พลวง เต็ง รัง และเหียงเป็นไม้เด่น ดินที่ระดับความลึก 0 - 80 ซม. มีความหนาแน่นรวม 1.32 - 1.77 Mg m^{-3} ปริมาณก้อนกรวด 5.2 - 48.8% เนื้อดินเป็นทรายปนดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทราย และดินเหนียว ดินมีค่าปฏิกิริยากรดรุนแรงมากในดินชั้นบนและเป็นกรดจัดมากในดินชั้นล่าง (3.7 - 4.9) อินทรียวัตถุมีค่าต่ำถึงค่อนข้างสูง (1.8 - 31.3 g kg^{-1}) ไนโตรเจนมีค่าต่ำมาก (0.2 - 0.9 g kg^{-1}) (ณัฐลักษณ์, 2552) พบว่า ป่าเต็งรังบริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล ทั้งบริเวณที่มีไฟป่าและไม่มีไฟป่า จากการศึกษานี้ ซึ่งมีไม้พลวง เป็นไม้เด่น มีความหนาแน่นรวมของดิน และปริมาณก้อนกรวดน้อยกว่า แต่มีปริมาณอินทรียวัตถุและธาตุอาหารมากกว่า สาเหตุจากอิทธิพลของวัตถุต้นกำเนิดดินและชนิดพรรณไม้ที่ขึ้นอยู่ ดินในป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเด่นมีความอุดมสมบูรณ์มากที่สุด รองลงมาคือดินในสังคมพืชที่มีไม้เหียง ไม้เต็งและไม้รังเด่น ตามลำดับ โดย เสวียน (2537) พบว่าดินในป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเด่นมีการสะสมของอินทรียวัตถุและไนโตรเจนมากกว่าป่าเต็งรังที่มีไม้รังเด่นถึง 4 เท่า

ไฟป่าที่เกิดขึ้นเป็นประจำในป่าเต็งรังมีผลกระทบต่อสมบัติทางกายภาพของดินชั้นบน (0 - 5 ซม.) ทำให้มีความหนาแน่นรวมมากกว่าป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่า เนื่องจากป่าเต็งรังที่ถูกไฟไหม้เป็นประจำจะทำลายซากพืชที่อยู่ผิวหน้าดิน ซึ่งเป็นการลดปริมาณฮิวมัสลงด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับป่าเต็งรังบริเวณที่ไม่มีไฟป่าจะมีซากพืชและฮิวมัสมากกว่า ทำให้ผิวหน้าดินหนาขึ้นและมีความพรุนมากขึ้น ความหนาแน่นรวมของดินชั้นบนจึงลดลง อนุภาคทรายถูกเซาะกร่อนได้ง่ายกว่า จึงพบอนุภาคดินเหนียวและทรายแป้งในป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่ามากกว่าบริเวณที่มีไฟป่าเป็นประจำ

ผลกระทบของไฟป่าต่อสมบัติทางเคมีของดิน พบว่า ผลของไฟทำให้ค่าปฏิกิริยาของดินชั้นบน (0 - 5 ซม.) ลดลง และมีแนวโน้มลดลงที่ชั้น 5 - 30 ซม. เพราะการสูญเสีย basic cation (Ca และ Mg) นอกจากนี้ ไฟป่ายังทำให้อินทรียวัตถุในดินชั้นบนลดลงอย่างชัดเจนและมีแนวโน้มลดลงในดินที่ระดับลึกลงไป ส่งผลให้สูญเสียแหล่งอินทรียวัตถุที่จะถูกย่อยสลายกลายเป็นอินทรียวัตถุของดิน ถึงแม้ว่าไฟป่าทำให้เกิดขี้เถ้าแต่ส่วนใหญ่จะถูกชะล้างออกไปกับน้ำที่ไหลบ่าหน้าดินในช่วงฤดูฝนจึงไม่ส่งผลให้ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้น ดินในป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่ามีแนวโน้มสะสมอินทรียวัตถุและธาตุอาหารในชั้นดินมากขึ้น การย่อยสลายของซากพืชที่ร่วงหล่นลงสู่พื้นดินในแต่ละปีจะส่งผลทำมีการเคลื่อนย้ายของอินทรียวัตถุ คาร์บอนและธาตุอาหารต่างๆ ลงไปตามความลึกของดิน ทำให้มีปริมาณการกระจายลงไปถึงความลึก 100 - 160 ซม. ซึ่งมากกว่าบริเวณป่าเต็งรังที่มีไฟไหม้ ที่มีการกระจายลงไปที่ความลึกเพียง 30 - 80 ซม.

จากการศึกษาผลความถี่ของไฟต่อคุณสมบัติของดินของในป่าเต็งรังสะแกราช พบว่า ไฟป่าที่เกิดต่อเนื่องเป็นเวลา 5 ปี มีปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในดินเพิ่มขึ้น (อุทัย, 2533) ซึ่งขัดแย้งกับผลการศึกษานี้ที่พบว่าปริมาณธาตุอาหารบริเวณที่ไม่มีไฟป่ามีมากกว่าบริเวณที่มีไฟป่า สาเหตุอาจเนื่องมาจากการศึกษาครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบคนละพื้นที่ซึ่งอยู่ในบริเวณเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ธาตุอาหารบริเวณผิวหน้าดินมีโอกาสถูกชะล้างไปได้ง่ายโดยเฉพาะในพื้นที่ลาดชัน ป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟไหม้จะมีเศษไม้ใบไม้ปกคลุมพื้นดินซึ่งช่วยลดการกระแทกของเม็ดฝนต่อผิวดินและช่วยชะลอการไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ทำให้การซึมซับของน้ำลงสู่ดินชั้นล่างมีมากกว่าป่าเต็งรังที่มีไฟไหม้ซึ่งหน้าดินเปิดโล่ง นอกจากนี้ ซากพืชที่ปกคลุมพื้นป่ายังช่วยลดการชะล้างของธาตุอาหารในดินได้เป็นอย่างดี ทำให้ป่าเต็งรังที่ไม่มีไฟป่ามีโอกาสสะสมปริมาณธาตุอาหารในดินได้มากกว่าป่าเต็งรังที่มีไฟป่า

สรุปผลการวิจัย

ไฟป่ามีผลกระทบต่อสมบัติดินในป่าเต็งรังทั้งทางกายภาพและเคมี สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่นรวมเพิ่มขึ้นในดินชั้นบน เนื่องจากซากพืชถูกเผาไหม้ทำให้ปริมาณฮิวมัสลดลง ในขณะที่ สมบัติทางเคมีมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ได้แก่ ค่า pH ความเข้มข้นของอินทรียวัตถุ คาร์บอนและไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมมีความเป็นประโยชน์มากขึ้น แต่โซเดียมไม่เปลี่ยนแปลง

ปริมาณอินทรียวัตถุ คาร์บอนและไนโตรเจนทั้งหมดในดินลึก 200 ซม. ของป่าที่มีไฟป่ามีค่าเฉลี่ย 124, 72 และ 7.85 Mg ha^{-1}ตามลำดับ ดินป่าที่ไม่มีไฟป่ามีค่าสูงกว่า (212, 123 และ 7.99 Mg ha^{-1}) ปริมาณที่สกัดได้เฉลี่ยของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมและโซเดียมในดินป่าที่ไม่มีไฟป่ามีค่า 50; 6,421.5; 3,827; 2,902 และ 492.5 kg ha^{-1} ตามลำดับ ส่วนป่าที่ไม่มีป่าไฟป่ามีค่า 155.5; 6,227.5; 4,287; 3,921 และ 412.0 kg ha^{-1} ตามลำดับ การป้องกันไฟการเกิดในป่าเต็งรังในช่วงระยะเวลา 10 ปี สามารถเพิ่มปริมาณการสะสมคาร์บอนและไนโตรเจน รวมทั้งปริมาณความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินได้มาก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนอุดหนุนการทำวิจัยนี้ รวมทั้งคุณสมชาย นองเนือง หัวหน้าสถานีวนวัฒนวิจัยอินทขิล จังหวัดเชียงใหม่ และเจ้าหน้าที่ทุกคนที่ได้อำนวยความสะดวกต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

ณัฐลักษณ์ คำยอง. 2552. ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ ลักษณะดินและการสะสมคาร์บอนในป่าชนิดต่าง ๆ บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 334 หน้า.

เสวียน เปรมประสิทธิ์. 2537. การศึกษาเชิงนิเวศวิทยาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างสังคม พืชในป่าเต็งรังกับคุณสมบัติของดิน บริเวณอุทยานแห่งชาติ ดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 386 หน้า.

แสงคำ ผลเจริญ. 2552 ความหลากหลายของชนิดพืช ลักษณะดินและการใช้ประโยชน์ป่าชุมชนบ้านทรายทอง ตำบลป่าสัก อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 192 หน้า.

อุทัย ชาญสุข. 2533. ผลของความถี่ไฟต่อคุณสมบัติของดินในป่าเต็งรังสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 224 หน้า.

Bunyavejchewin, S. 1979. Phytosociological Structure and Soil Property in Nam Pong Basin. M.S. thesis, Kasetesrt University, Bangkok. 123 p.

Cooling, E., N.G. 1968. Fast Growing Timber Trees of The Lowland Tropics: *Pinus merkusii*. Commonwealth Forestry Institute. Oxford Univer. 312 p.

Kanchanaprasert, N. 1986. A Study on Vital Diagnostic Features in Soil Development and Land Potential Evaluation of Alfisols and Inceptisols in Mae Klong Drainage Basin. Ph.D. Thesis, Department of Soil Science, Kasetsart University, Bangkok 483 p (in Thai).

Land Use Planning Division. 1993. Repot on land Suitability Study for High Land Development Planning in Chiang Mai Province. Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok 393 p. (in Thai).

Maksririsombart, C. 1997. Characteristic of Dry Dipterocarp Forest After Forest Fire: Case

Study in Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary. B.S. Special paper Faculty of Environmental and Resource science, Mahidol. 52 p.

Wattanasuksakul , S., S. Khamyong, K. Sri-ngernyuang and N. Anongrak. 2010. Plant diversity and carbon stocks potential in dry dipterocarp forest with and without fire at In Takin Silvicultural Research Station, Chiang Mai Province. The 2nd CMU Graduate Research Conference. 26th November 2010. The Graduate School, Chiang Mai University, Chiang Mai. 9 p.