คำนำ

ในปัจจุบันพื้นที่ป่าในประเทศไทย ได้ลดลงอย่างมากเนื่องจากมีการขยายพื้นที่ทำการเกษตรให้พอเพียงกับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น สำหรับประเทศไทยในระยะ 10 ปี ที่ผ่านมา คือ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 – 2541 พื้นที่ป่าทั่วประเทศได้ลดลงถึง 9.79 เปอร์เซ็นต์ และในภาคเหนือได้ลดลงคิดเป็น 52.16 เปอร์เซ็นต์ ขอะประเทศ ดังตารางภาคผนวกที่ 1 ซึ่งเป็นปริมาณสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกภาคของประเทศไทย (กรมป่าไม้ , 2544) เมื่อพื้นที่ป่าไม้ถูกทำลาย และมีการเพาะปลูกพืชบนที่สูงซึ่งมีความลาดชัน ดินจึงเกิดการชะล้างพังทลายได้ง่าย ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลงตามระยะเวลาของการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ ยิ่งไปกว่านั้นการทำการเพาะปลูกบนที่สูงยังอาจส่งผลให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมขึ้น โดยเฉพาะปัญหาการปนเปื้อนของสารเคมีต่าง ๆ ที่มาจากการทำการเกษตรในแหล่งน้ำตามธรรมชาติบนพื้นที่สูง ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำของประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ราบลุ่ม ถึงแม้ว่าการทำการเกษตรบนพื้นที่สูงนั้นก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมามากมาย แต่เป็นการยากที่จะหยุดกิจกรรมดังกล่าว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาปรับปรุงวิธีการทำการเกษตรบนพื้นที่สูงเพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมีการเกษตรให้น้อยลง และใช้ระบบการปลูกพืชที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถลดการชะล้างพังทลายของดินได้ อย่างไรก็ตามการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ต้องอาศัยข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในลักษณะต่าง ๆ เพื่อที่จะทราบถึงผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินบนพื้นที่สูงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของดิน ดังนั้นการศึกษาเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของดิน ในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์เพื่อทำการเกษตรกรรมบนที่สูงและพื้นที่ป่าไม้ในภาคเหนือของประเทศไทยจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ สำหรับพื้นที่บนที่สูงบนดอยอินทนนท์ในภาคเหนือของประเทศไทย ที่จะใช้ในการศึกษาดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากพื้นที่นี้มีปัญหาด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับป่าไม้ และการทำการเกษตรบนพื้นที่สูง และยังเป็นพื้นที่ที่ยังมีป่าดิบเขาที่สมบูรณ์ที่สุด และยังไม่ถูกรบกวนหลงเหลืออยู่ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งทรัพยากรชีวภาพที่สำคัญของประเทศไทยอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาถึงผลของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อสมบัติทางเคมีของดินบนที่สูง ณ ดอยอินทนนท์

ตรวจเอกสาร

1. พื้นที่ศึกษาดอยอินทนนท์ (กรมป่าไม้, 2545)

ดอยอินทนนท์เดิมชื่อ ดอยหลวง ดอยกาหลวง หรือ ดอยอ่างกาหลวง ต่อมาปี พ.ศ. 2440 เมื่อพระราชชายารัศมี โปรดให้นำอัฐิของเจ้าอินทวิทยานนท์ ไปประดิษฐานไว้ที่ยอดดอย ซึ่งเป็นจุดที่สูงที่สุด ดอยนี้จึงเปลี่ยนชื่อเป็นดอยอินทนนท์

1.1 ที่ตั้ง บริเวณพื้นที่ศึกษา (ปิยฉัตร, 2536)

ดอยอินทนนท์ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่อยู่ในเขตอำเภอจอมทอง อำเภอสันป่าตอง และอำเภอแม่แจ่ม เป็นอุทยานแห่งชาติที่ประกอบด้วย ภูเขาสูงใหญ่ ดอยอินทนนท์ตั้งอยู่ระหว่างเส้นลองติจูด (latitude) ที่ 18 องศา 25 ลิปดา และ 18 องศา 40 ลิปดาเหนือ และระหว่างเส้นลองติจูด (longtitude) ที่ 98 องศา 25 ลิปดา และ 98 องศา 40 ลิปดาตะวันออก ห่างจากอำเภอเมืองเชียงใหม่ ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ประมาณ 70 กิโลเมตร ตัวอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ มีเนื้อที่ประมาณ 301,500 ไร่ หรือประมาณ 482 ตารางกิโลเมตร

1.2 สภาพทางภูมิศาสตร์ และระบบการระบายน้ำ (ปิยฉัตร, 2536)

ภูมิประเทศเป็นแบบเทือกเขาสูง ภูมิประเทศทั่วไปเกิดจากอิทธิพลของการคดโค้งของหินซึ่งเชื่อมโยงจากเทือกเขาหิมาลัย มีการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาจากการทรุดตัวของแผ่นเปลือกอินเดีย (India plate) ซึ่งทำให้เกิดแรงบีบอัดในแนวตะวันออกและตะวันตก เป็นผลทำให้พื้นแผ่นดินโก่งงอกลายเป็นแนวสูงคือ ภูเขาและเทือกเขาในแนวเหนือใต้ ระหว่างแนวเทือกเขาเหล่านี้มีที่ราบระหว่างภูเขา (intermontane basin) ซึ่งเรียกว่า แอ่งแม่แจ่ม (Mae Chaem Basin) และแอ่งเชียงใหม่ (Chiang Mai Basin) สภาพพื้นที่ประกอบไปด้วยภูเขาและหุบเขา มีแม่น้ำสำคัญที่ไหลผ่าน คือ น้ำแม่กลาง ไหลจากยอดดอยอินทนนท์ไปทางทิศตะวันออก น้ำแม่ปาน – ห้วยทรายเหลือง ไหลจากยอดดอยไปทางทิศใต้และวกออกไปทางทิศตะวันตก และห้วยน้ำกากอง ห้วยแม่มะลอ ห้วยต้นผึ้ง ห้วยขุนแม่วาก ห้วยปากขอน โดยทั่วไปแล้ว ไหลจากยอดดอยไปทางทิศตะวันตก

สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่ ประกอบด้วยยอดเขา สูงต่ำสลับซับซ้อน ยอดเขาที่สูงที่สุดคือยอดดอยอินทนนท์ ซึ่งสูงถึง 2,565 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลางและนับเป็นยอดเขาที่สูงที่สุดในประเทศไทย ซึ่งจะปรากฏอยู่เกือบเหนือสุดของพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ จากยอดดอยดังกล่าวลงมา ความสูงของภูเขาจะค่อยๆ ลดหลั่นลงไปตามทิศทางโดยรอบ

ยอดเขาในแนวตะวันออก-ตะวันตกความสูงของยอดเขาและสภาพพื้นที่จะค่อยๆ ลดลงไปทางด้านทิศตะวันออกในขณะที่ทางทิศตะวันตกจะมีความลาดชันมากกว่า ส่วนในแนวเหนือ-ใต้ ความสูงของพื้นที่และยอดเขาจะค่อยๆ ลดต่ำไปในทางทิศเหนือ-ใต้ ในลักษณะคล้ายกัน นอกจากยอดดอยอินทนนท์แล้ว ยอดเขาอื่นๆ ที่มีระดับความสูงรองๆ ลงมาได้แก่ ดอยหัวหมดหลวง (2,330 เมตร) ดอยหัวหมดน้อย (1,900 เมตร) ดอยหัวเสือ (1,881 เมตร) ดอยป่าคา (1,851 เมตร) ดอยขุนปอน (1,810 เมตร) ดอยปางสมเด็จ (1,800 เมตร) ดอยบ่อแฮ (1,671 เมตร) ดอยผาน้อย (1,632 เมตร) ดอยผาหมอน (1,610 เมตร) ดอยอ่างกาน้อย (1,481 เมตร) ดอยผาหยวก (1,400 เมตร) ดอยม่วงคุ (1,393) ดอยงาม (1,340 เมตร) ดอยผาแว่น (1,300 เมตร) ดอยผากันจ่อน (1,269 เมตร) แนวเขาสูงที่ทอดไปในแนวเหนือ-ใต้ เป็นสันปันน้ำซึ่งแบ่งพื้นที่รับน้ำออกเป็น 2 ทิศทาง คือด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก

ทางทิศตะวันออก ซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำเพื่อผันน้ำลงสู่แม่น้ำปิงโดยตรงนั้น ประกอบด้วย ลำห้วยต่าง ๆ ที่นำน้ำลงสู่ลำน้ำขนาดใหญ่ 3 สาย คือ ลำน้ำแม่วาง ลำน้ำแม่กลาง และสาขารับน้ำจากบริเวณยอดดอยอินทนนท์ บริเวณตอนเหนือและตอนกลางของพื้นที่ ลำน้ำแม่ยะและสาขารับน้ำจากบริเวณพื้นที่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ และไหลไปรวมกับลำน้ำแม่กลางทางทิศตะวันตก ลำน้ำสายนี้เป็นส่วนหนึ่งของต้นน้ำแม่แจ่มซึ่งจะนำน้ำลงสู่แม่น้ำปิงที่อำเภอฮอด สำหรับพื้นที่รับน้ำทางทิศตะวันตกประกอบด้วย ลำห้วยหรือลำธารขนาดใหญ่ซึ่งส่วนใหญ่จะมีน้ำไหลตลอดปี โดยลำน้ำทั้งหมดทางทิศนี้จะนำน้ำลงสู่ลำน้ำแม่แจ่ม

1.3 ลักษณะทางธรณีวิทยา (ปิยฉัตร, 2536)

จากแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:250,000 ระวางจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าหินที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษามีอายุตั้งแต่ประมาณยุคพรีแคมเบรียน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นหินไนส์จนถึงยุคเทอร์เชียรี่ซึ่งจะเป็นหินพวกหินกรวดมน (Conglomerate) โดยลักษณะการกระจายของหินชนิดต่างๆ ในพื้นที่ศึกษาสามารถอธิบายได้ดังนี้ คือ

<u>หินไนส์</u> พบเกิดเป็นแกนใหญ่ ปรากฏทางทิศตะวันตกของพื้นที่ซึ่งจะเรียงตัวในแนวเหนือ – ใต้ และทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และที่บริเวณยอดดอยอินทนนท์ เป็นหิน Sillimanite gneiss และ biotite gneiss สีเทา – เทาอ่อน เนื้อหยาบและหยาบปานกลาง ประกอบด้วยแร่สำคัญ คือ quartz , K – fledspar , plagioclase , biotite , sillimanite , muscovite และแร่ประกอบรองอื่น ๆ หินชนิดนี้เป็นหินที่เกิดในยุคพรีแคมเบรียน อายุมากกว่า 600 ล้านปี

<u>หินแกรนิต</u> เป็นหินชุดที่ปกคลุมพื้นที่มาก ใกล้เคียงกับหินไนส์ ปรากฏกระจายอยู่ทางทิศตะวันออกของพื้นที่และทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ หินแกรนิตที่พบ จะเป็นหินสีเทา เนื้อแน่น ค่อนข้างละเอียดถึงหยาบปานกลาง ส่วนใหญ่มีเนื้อสม่ำเสมอ ประกอบด้วย quartz – fledspar และ biotite เป็นส่วนใหญ่ โดยหินแกรนิตที่พบนี้จะเป็นหินที่เกิดในยุคคาร์นิฟอรัส อายุประมาณ 280 – 345 ล้านปี

หินแกรโนไดโอไรต์ พบทางตอนกลางของพื้นที่เรียงตัวในแนวเหนือใต้ เป็นหินที่เกิดในยุคไตรแอสซิก อายุประมาณ 195 – 230 ล้านปี

หินปูน พบทางทิศตะวันออกสุดของพื้นที่ เป็นหินยุคออโดวิเชียน อายุประมาณ 435 – 500 ล้านปี ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นหินแทรกด้วยหินเชลสีเขียว และหินเชลปนทราย

1.4 พืชพรรณธรรมชาติ (ปิยฉัตร, 2536)

ป่าดิบเขา (Hill Evergreen Forest)

ป่าดิบเขาเป็นป่าที่พบในพื้นที่ที่มีระดับความสูงตั้งแต่ 1,500 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลางขึ้นไป ซึ่งจะปรากฏอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของพื้นที่และเรียงตัวตามแนวเหนือ – ใต้ โดยมากเป็นป่าที่มีเรือนยอดเบียดกันหนาแน่น ลำต้นและกิ่งก้านจะถูกปกคลุมด้วยมอส บริเวณผิวดิน จะมีเศษไม้ – ใบไม้ปกคลุมดินหนา และเป็นป่าที่มีอิทธิพลต่อการเพิ่มปริมาณน้ำในพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากโดยทั่วไปแล้ว พื้นที่ป่าดิบเขาจะมีฝนตกเกือบตลอดทั้งปีและมีอุณหภูมิต่ำอยู่เสมอ จึงทำให้อากาศในบริเวณดังกล่าวมีปริมาณไอน้ำสูง การคายระเหยน้ำสู่บรรยากาศมีน้อย อีกทั้งมีพืชปกคลุมดินหนาแน่นและดินซึมน้ำได้ดี จึงทำให้มีน้ำไหลบ่าหน้าดินน้อยด้วย พืชส่วนใหญ่จะผสมกันระหว่าง พืชในแถบอบอุ่น ได้แก่ พืชในวงศ์ก่อ วงศ์จำปีป่า วงศ์สารภีป่า และวงศ์กุหลาบพันปี และพืชในแถบร้อน ได้แก่ พืชในวงศ์อบเชย พืชสกุลพญาไม้ สกุลมะขามป้อมดง และมะเมื่อย

ป่าดิบแล้ง (Dry Evergreen Forest)

เป็นป่าที่พบอยู่ทางตอนกลางของพื้นที่และเรียงตัวตามแนวเหนือ – ใต้ พบในพื้นที่ที่มีระดับความสูงตั้งแต่ 1,000 – 1, 500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ประกอบด้วยพันธุ์ไม้วงศ์ไม้ยาง ได้แก่ ยางแดง ยางขาว กะบาก ตะแบกเลือด แดง ตะเคียนทอง แดงน้ำ หว้า ก่อดำ ก่อหยุม มะไฟ ยมหอม ฯลฯ

ป่าผสมผลัดใบ (Mixed Decidous Forest)

เป็นป่าที่พบอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันออกเฉียงใต้ของพื้นที่ ระดับความสูงตั้งแต่ 300 – 700 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง พันธุ์ไม้ชั้นบนส่วนใหญ่ประกอบด้วยไม้ประดู่เลือด ตะแบกแดง สัก เก็ดแดง งิ้ว กระท่อมหมู มะหาด ส้มกบ แสนคำ ฯลฯ ในป่าชนิดนี้จะพบไม้ไผ่กระจายอยู่ทั่วไป เช่น ไผ่ไร่ ไผ่ซางนวล ไผ่บง ไผ่รวก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในป่าผสมที่เป็นแนวแคบข้างลำห้วย

ป่าเต็งรัง (Dry Dipterocarp Forest)

เป็นป่าที่พบในที่แห้งแล้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางต่ำกว่า 700 เมตร พื้นที่โล่ง ผิวดินโดยทั่วไปปกคลุมด้วยก้อนกรวด สามารถแบ่งป่าเต็งรังตามชนิดของพืชเด่น ได้แก่ ป่าเต็งรังที่มีไม้ขาวเป็นไม้เด่น ป่าเต็งรังที่มีรังขนเด่น ป่าเต็งรังที่มีไม้เหียงเด่น ป่าเต็งรังที่มีไม้พลวงเด่น และป่าเต็งรังที่มีไม้เต็งรังเด่น

ป่าเต็งรังผสมสนเขา (Pine - Dipterocarp Forest)

ป่าประเภทนี้จะมีสนสามใบและสนสองใบขึ้นปะปนกัน โดยมากมักพบในระดับความสูงประมาณ 700 – 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ปรากฏกระจายเป็นหย่อม ๆ อยู่โดยทั่วไปทั้งทางทิศตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทิศใต้และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ไม้ชั้นบนประกอบด้วย สนสามใบ สนสองใบ ไม้ชั้นกลาง ประกอบด้วย ไม้ในป่าเต็งรังต่าง ๆ เช่น เต็ง พลวง ก่อแพะ ฯลฯ ไม้ชั้นล่างส่วนใหญ่เป็นแฝกและหญ้าคา

ป่าสนเขาผสมก่อ (Pine – Oak Forest)

เป็นป่าที่พบในพื้นที่ที่มีระดับความสูงประมาณ 800 –1,500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง พบกระจายอยู่เป็นหย่อม ๆ ทางตอนกลางของพื้นที่และทางตอนใต้ ป่าประเภทนี้เป็นป่าที่เด่นแตกต่างไปจากป่าชนิดอื่น ๆ คือ พันธุ์ไม้ชั้นบนเป็นสนสามใบเพียงอย่างเดียว มีเรือนยอดเด่นสูงกว่าเรือนยอดไม้ชนิดอื่น ๆ ไม้ชั้นล่างประกอบด้วย พันธุ์ไม้ที่พบทั้งในป่าเต็งรังและป่าดิบเขา แต่ไม่มีไม้เต็งขึ้นปะปน มีไม้ก่อเป็นส่วนประกอบมากกว่า ปริมาณสนสามใบจะผันแปรตามสภาพพื้นที่ พันธุ์ไม้ที่สำคัญได้แก่ ก่อหยุม ก่อหัววอก หัวแหวน แข้งกวาง เม้าแดง ฯลฯ พันธุ์ไม้เหล่านี้จะมีเรือนยอดแยกขึ้นจากไม้สนสามใบอย่างชัดเจน พืชคลุมดินประกอบด้วยกล้าไม้ต่างๆ โดยเฉพาะกล้าไม้สนสามใบ วัชพืชที่พบมีอยู่บ้าง เช่น หญ้าคมบาง หนาด สาบหมา สาบเสือ กะตังใบ พืชวงศ์ถั่วและวงศ์ขิงข่าต่าง ๆ

1.5 ลักษณะดิน (ปิยฉัตร, 2536)

โดยทั่วไป ลักษณะและชนิดของดินจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ หลายปัจจัย ได้แก่สภาพภูมิอากาศ ระดับความสูงต่ำของพื้นที่ พืชพรรณธรรมชาติ การกระทำของมนุษย์ เวลา และลักษณะทางธรณีวิทยา

เนื่องจากพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน การศึกษาและจำแนกลักษณะดินตลอดจนการหาขอบเขตของหน่วยพื้นที่ทำได้ยากและมีความไม่แน่นอน ดังนั้น คณะวนศาสตร์ (ม.ป.ป.) ; อ้างโดย ปิยฉัตร (2536) จึงได้จำแนกดินในพื้นที่ศึกษาออกตามลักษณะของป่าที่ขึ้นปกคลุม ดังนี้

ดินป่าเต็งรัง

เป็นดินที่พบในป่าประเภทป่าเต็งรัง (ที่ไม่มีสนเขาขึ้นปะปน) ภายในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ส่วนใหญ่ปรากฏครอบคลุมพื้นที่ในระดับต่ำกว่า 700 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ลักษณะดินเป็นดินที่ไม่ดี ดินตื้น มีหินปนอยู่มากและมีปริมาณทรายในดินสูง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ มีความเป็นกรดอ่อนๆ ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.0 - 5.9 แต่อย่างไรก็ตาม ดินป่าเต็งรังยังผันแปรไปตามสังคมพืชเด่นที่ขึ้นปกคลุมพื้นที่ ดินป่าเต็งรังที่มีไม้รังเด่น เป็นดินที่พบส่วนใหญ่ในระดับต่ำกว่าป่าเต็งรังประเภทอื่นๆ ดินมีการระบายน้ำอย่างรวดเร็ว ผิวหน้าดินมีการชะล้างพังทลายอย่างรุนแรง มีพืชคลุมดินน้อย ผิวหน้าดินปกคลุมด้วยก้อนกรวดและหินที่มีเหลี่ยม 80-90 % ดินต้นรากพืชลงได้ลึกสูงสุดประมาณ 32 เซนติเมตร ดินมีปริมาณทรายสูง ปริมาณทรายที่ผิวดินและที่ลึก 50 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกันมาก อยู่ระหว่าง

60-67 % ดินป่าเต็งรังที่มีไม้เหียงเด่น ผิวหน้าดินมีการชะล้างพังทลายน้อย มีการระบายน้ำปานกลาง ดินมีสีน้ำตาลแดง ผิวหน้าดินไม่มีก้อนหินและก้อนกรวด แต่มีเม็ดดินลูกรัง (lateritic nodules) ปนอยู่ในชั้นดิน ดินลึกกว่าดินประเภทแรก รากพืชปรากฏที่ระดับลึกประมาณ 48 เซนติเมตร ดินมีความเป็นทรายน้อยลง ปริมาณทรายแตกต่างกันมากที่ระดับผิวหน้าดินและที่ลึก 50 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 33 - 59 % ปริมาณทรายลดลงที่ระดับลึกเพิ่มขึ้นดินเป็นกรดอ่อน ค่า pH 5.9 อินทรีย์วัตถุ (0 - 5 เซนติเมตร) สูงประมาณ 4.25 % ดินป่าเต็งรังที่มีพลวงเด่น มีลักษณะใกล้เคียงกับดินที่มีเหียงเด่น ดินมีการระบายน้ำเลว มีการชะล้างหน้าดินที่ไม่รุนแรง ดินลึกกว่าดินป่าเต็งรังสองชนิดแรก โดยที่ราก ปรากฏลึกถึง 52 เซนติเมตร ก้อนกรวดปรากฏในชั้นดิน ปริมาณทรายในดินแตกต่างกันมากที่ผิวหน้าและที่ลึก 50 เซนติเมตร โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 39 - 55 % ค่า pH อยู่ระหว่าง 5.3 - 5.6 อินทรีย์วัตถุที่ผิวดิน (0 - 5 เซนติเมตร) 3.33 % ลักษณะการใช้ที่ดินพบในดินบริเวณป่าประเภทนี้ มีไม่มากนักและมักถูกใช้ไปในการเพาะปลูกพืชไร่ต่างๆ และบางส่วนปรากฏสภาพของไร่ร้าง และป่าเสื่อมโทรม

<u>ดินป่าเต็งรังผสมสนเขาและป่าสนเขาผสมก่อ</u>

เป็นดินที่พบในพื้นที่ที่มีระดับความสูงตั้งแต่ 700 – 1,500 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ดินมีสีน้ำตาลแดง มีการระบายน้ำปานกลาง มีการชะล้างหน้าดินปานกลาง ดินลึกกว่าดินประเภทอื่นข้างต้น รากพืชลึกถึง 75 เซนติเมตร ผิวดินไม่มีก้อนกรวดและเม็ดดินลูกรัง ดินมีปริมาณทรายน้อยลงและปริมาณไม่แตกต่างกันมากที่ระดับผิวดินและลึก 50 เซนติเมตร มีค่าระหว่าง 37 – 45 % ดินเป็นกรดอ่อน ค่า pH 5.6 – 6.0 อินทรีย์วัตถุไม่สูงนัก ที่ผิวดิน (0 – 5 เซนติเมตร) มี 2.69 % ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินพบในดินบริเวณป่าประเภทนี้ จะปรากฏทั้งในลักษณะของการทำไร่ ไร่ร้างและป่าเสื่อมโทรม

<u>ดินป่าดิบเขา</u>

เป็นดินที่พบตั้งแต่ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,500 เมตรขึ้นไป ดินบริเวณนี้โดยทั่วไป ลึกมากและมีความชื้นสูง ผิวดินปกคลุมด้วยซากพืชหนา ดินมีสีค่อนข้างดำ ความลึกมากกว่า 5 เซนติเมตร มีความเป็นกรดปานกลาง มีค่า pH 5.1 ดินชั้น B ลึกมากกว่า 60 เซนติเมตร เป็นดิน loam สีน้ำตาลแดงหรือสีส้มปนแดง (red-brown loam หรือ orange-red loam) มีค่า pH ประมาณ 5.4 ดินทั้งสองชั้นไม่มีก้อนกรวดปนหรือมีน้อยมาก ในบริเวณดังกล่าว ส่วนใหญ่ยังคงสภาพของพื้นที่ป่าไม้ แต่มีบางส่วนของพื้นที่ที่ปรากฏสภาพไร่ร้างและป่าเสื่อมโทรม ส่วนในบริเวณหุบเขาซึ่งเป็นที่ราบ ซึ่งกระจายอยู่ทางตอนกลางของพื้นที่และทางทิศใต้นั้น ลักษณะดินจะเป็นดินตะกอนรุ่นควอร์เทอร์นารีจนถึงปัจจุบัน ซึ่งส่วนมากเป็นดินเหนียว ทำนาได้ดี

1.6 การจำแนกดินในบริเวณดอยอินทนนท์ (Pinthong *et al.*, 2001)

จากการสำรวจดินในบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ซึ่งมีพื้นที่ 482 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่วาก ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของอุทยาน (Pinthong *et al.*, 2001) ได้จำแนกดินในบริเวณดังกล่าว โดยอาศัยหลักการจำแนกของ Soil Taxonomy (1999) และพบว่าดินในพื้นที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่สำรวจอยู่ใน order Ultisols นอกจากนี้ยังพบดิน order Inceptisols และ Alfisols ซึ่งมีประมาณ 1 ใน 3 และ 1 ใน 5 ของพื้นที่ที่สำรวจตามลำดับ พื้นที่ซึ่งใช้ในการเกษตร ในปัจจุบันจะอยู่ในบริเวณที่มีความสูงต่ำกว่า 1,500 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ส่วนพื้นที่ที่ปลูกข้าวนาดำ อยู่ในบริเวณเชิงเขา สำหรับพื้นที่ที่เป็นหมู่บ้านอยู่ในบริเวณที่เป็นเขา ซึ่งมีระดับความสูงมากกว่า

ดินใน order Alfisols เป็นดินที่สำคัญในการใช้ปลูกพืชผัก และทำนา ส่วนดินที่ใช้ปลูกพืชไร่ตลอดจนไม้ผล เป็นดินใน order Ultisols ซึ่งเป็นดินที่เป็นกรด อิ่มตัวด้วยประจุบวกด่างต่ำ และมีการระบายน้ำดี

สำหรับดินในพื้นที่ป่าเต็งรัง (Dry dipterocarp forest ; DDF) อยู่ในพื้นที่ที่มีความสูงต่ำกว่า 1,000 เมตร เป็นดินตื้นและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และจัดเป็นดินที่มีสภาพความชื้นแบบ ustic soil moisture regime

สำหรับป่าประเภท ป่าดิบเขา (Evergreen forest) ที่อยู่ในพื้นที่ซึ่งมีระดับความสูงมากกว่า ป่าเต็งรัง (DDF) เป็นพื้นที่ซึ่งดินชื้นตลอดปี มีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในระดับสูง และอยู่ในกลุ่มดิน Ultisols ตรงบริเวณยอดดอยที่ระดับสูงกว่า 2,200 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง เป็นพื้นที่ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยของดิน ต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส พบดินประเภท mesic Ultisols หรือ mesic Inceptisols สำหรับดิน thermic Ultisols ในพื้นที่ซึ่งเป็นป่าดิบเขา และมีฝนตกชุกแต่อยู่ต่ำลงมา มีสภาพความชื้นเป็นแบบ udic moisture เป็นดินที่เคยใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืชมาก่อน กล่าวโดยรวมแล้วดินในบริเวณอุทยานส่วนใหญ่ มีเนื้อดินผันแปรตามวัตถุต้นกำเนิดดิน

1.7 สภาพภูมิอากาศ (ปิยฉัตร, 2536)

เนื่องจากดอยอินทนนท์มีเนื้อที่ 301,500 ไร่ หรือ ประมาณ 482 ตารางกิโลเมตร และประกอบไปด้วยยอดเขาสลับซับซ้อนที่มีความสูงต่ำแตกต่างกันมาก ระดับความสูงของพื้นที่เริ่มตั้งแต่ 300 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ถึงระดับ 2565 เมตร ซึ่งเป็นระดับที่สูงที่สุดในประเทศไทย ดังนั้น สภาพอากาศจึงผันแปรแตกต่างกันอย่างมาก คือ มีตั้งแต่สภาพอากาศแบบในเขตร้อน (Tropical Climate) ซึ่งเป็นสภาพอากาศทั่วไปของประเทศไทย จนถึงสภาพอากาศแบบกึ่งอบอุ่น (Sub-temperate Climate) ซึ่งมีอากาศหนาวเย็นเกือบทั้งปี อุณหภูมิที่ระดับต่ำ โดยทั่วไป มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลขึ้นอยู่กับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดพาเอาความแห้งแล้งและหนาวเย็นมาจากประเทศจีน และลมมรสุม

ตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดพาเอาฝนและความชุ่มชื้นเข้ามาทำให้มีฝนตกและอากาศอบอุ่นชื้น อุณหภูมิโดยทั่วไปจะลดลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น

2. ผลกระทบของไฟป่าที่มีต่อสมบัติของดิน (เสวียน, 2538 ; Marafa and Chau, 1999)

ไฟป่ามีอิทธิพลต่อสมบัติของดินทั้งทางกายภาพ เคมี และฟิสิกส์ ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อสมบัติของดินในแง่ของสมบัติทางกายภาพ ไฟป่าที่ผิวดินมีผลกระทบต่อโครงสร้างและความพรุนของดินเล็กน้อย แต่ถ้าไฟป่ามีความรุนแรงมากจะทำลายสารคอลลอยด์อินทรีย์ ทำให้โครงสร้างของดินถูกทำลาย รวมทั้งความพรุนของดินก็จะลดลงด้วย แต่ในดินเนื้อละเอียดอาจมีโครงสร้างดินเพิ่มขึ้น โดยที่อนุภาคดินจะถูกประจุบวก พวกแคลเซียม และแมกนีเซียมดูดยึดเอาไว้ สำหรับความชื้นของดินนั้นจะลดลงเมื่อถูกไฟไหม้ โดยเฉพาะในดินเนื้อหยาบ เนื่องจากความชื้นส่วนใหญ่จะถูกดูดยึดไว้โดยอินทรีย์วัตถุ นอกจากนี้ไฟป่ายังทำให้ความสามารถในการซึมน้ำของดินลดลง ซึ่งมีสาเหตุจากการมีขี้เถ้าเข้าไปอุดช่องว่างในดิน โครงสร้างของดินถูกทำลาย รวมทั้งความร้อนยังทำให้เกิดการพัฒนาของชั้นดินที่ไม่ยอมดูดซับน้ำ เป็นผลให้อัตราการซึมผ่านของน้ำลงไปในดินลดลง นอกจากนี้ไฟป่ายังทำให้อุณหภูมิของดินเพิ่มขึ้นอีกด้วย ในแง่ของผลกระทบต่อคุณสมบัติทางเคมีของดิน ไฟป่าทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลง โดยเฉพาะบริเวณดินผิวปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สูญเสียไปขึ้นอยู่กับ ความรุนแรงของไฟและความชื้นของเชื้อเพลิง นอกจากนี้ความร้อนของไฟจะเร่งกระบวนการ mineralization ของอินทรีย์วัตถุ นอกจากนี้ไฟป่ายังทำให้มีธาตุประจุบวกได้แก่ Ca , Mg และ K เหลืออยู่มาก จึงทำให้ค่า pH ของดินเพิ่มขึ้น แต่การเพิ่มค่า pH ของดินจะขึ้นอยู่กับความเป็นบัฟเฟอร์ของดิน (Virp,1974 ; อ้างโดย เสวียน, 2538) ผลกระทบของไฟป่าที่มีต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารของพืชก็คือ ไฟป่าทำให้สารประกอบคาร์บอนถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซ CO และ CO_2 ส่วนธาตุฟอสฟอรัส และซัลเฟอร์บางส่วนจะสูญเสียโดยกระบวนการ gasification ธาตุโปแตสเซียมจะสูญเสียไปเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 500 องศาเซลเซียส ธาตุโบรอนจะสูญเสียไปในช่วงไฟไหม้ สำหรับธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียมจะสูญเสียไปในรูปของขี้เถ้า โดยถูกน้ำชะล้างและถูกพืชดูดไปใช้ ธาตุอาหารอื่น ๆ จะสูญเสียออกจากพื้นที่โดยขี้เถ้าและควันไฟ ผลกระทบของไฟป่ายังเกิดกับพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในชั้นอินทรีย์วัตถุบนผิวดิน โดยเฉพาะที่ชั้น L และ F นอกจากนี้ Metz and Ferrier (1971) ; อ้างโดย เสวียน (2538) ยังพบว่าไฟป่าจะทำให้จำนวนปลวกและ collembola ในดินลดลงตลอดเวลา 5 ปีที่ทำการศึกษา

จากการศึกษาผลกระทบของไฟป่าต่อสมบัติของดินบนที่ดอนในเขตอุทยานของ ฮ่องกง ซึ่งมีลักษณะภูมิอากาศแบบเขตร้อนชื้นและมีภูมิประเทศที่หลากหลาย คือ ประกอบด้วยหุบเขา ป่าละเมาะ ป่าไม้ธรรมชาติและ ป่าปลูกใหม่ โดยเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ที่มีไฟไหม้ 2 ลักษณะด้วยกัน คือ พื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ใหม่ และพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้เป็นเวลานานแล้ว สำหรับพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ใหม่ เกิดไฟไหม้ 3 ครั้งด้วยกัน คือ ในปี ค.ศ. 1988 , 1991 และ 1994 ส่วนพื้นที่ที่มีไฟไหม้เป็นเวลานาน

แล้วนั้น เกิดไฟไหม้เพียงครั้งเดียว คือ ในปี ค.ศ. 1988 และปล่อยทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 6 ปี ก่อนที่จะมีการเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่นี้ประกอบด้วยทุ่งหญ้า และ ป่าละเมาะ ซึ่งตรงกันข้ามกับพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ใหม่ ซึ่งทุ่งหญ้าจะถูกเผาจนไม่มีเหลืออยู่เลย ในการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละพื้นที่ ใช้พื้นที่เก็บตัวอย่างขนาด 110 เมตร x 110 เมตร และเก็บในเดือน มีนาคม ค.ศ. 1994 ซึ่งสำหรับในพื้นที่ซึ่งถูกไฟไหม้ใหม่เป็นช่วงเวลา 2 สัปดาห์ หลังการเกิดไฟป่า เก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 2 ระดับ คือ ที่ระดับ 0 – 5 เซนติเมตร และ 5 –10 เซนติเมตร ในแต่ละพื้นที่ เก็บตัวอย่างจำนวน 30 จุด โดยเก็บแบบสุ่ม และแต่ละจุดห่างกัน 5 เมตร แต่ละตัวอย่างซึ่งเก็บแบบ composite sample ประกอบด้วย ตัวอย่างที่เก็บจากดิน 4 – 5 หลุม โดยดินที่เก็บจะเป็นดินที่มีความเป็นกรดจัด (strongly acidic)

Marafa and Chau (1999) พบว่า การเผาในพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ใหม่ จะทำให้ pH เพิ่มขึ้น 0.33 หน่วย ในดินชั้น 0 – 5 เซนติเมตร และเพิ่มขึ้น 0.27 หน่วย ในดินชั้น 5 – 10 เซนติเมตร รายงานผลการวิจัยดังกล่าวคล้ายคลึงกับรายงานของ Smith (1970) , Wodmansee and Wallach (1981) และ Thomas *et al.* (1991) ; อ้างโดย Marafa and Chau (1999) การที่ pH เพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดการปลดปล่อยออกไซด์ (oxides) และคาร์บอเนต (carbonates) ลงสู่ดิน (Viro, 1974 ; อ้างโดย Marafa and Chau, 1999) และเกิดการสูญเสียกรดอินทรีย์ (organic acids) ในระหว่างการเผา (Ulery *et al.*,1993 ; อ้างโดย Marafa and Chau, 1999) และเนื่องจากอุณหภูมิดินลดลงในความลึกที่เพิ่มขึ้น (Humphreys and Craig, 1981 ; อ้างโดย Lawal and Chan, 1999) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ดินชั้นบนมี pH เพิ่มขึ้นมากกว่าดินชั้นล่าง ส่วนในพื้นที่ที่ไฟไหม้เป็นเวลานานแล้ว pH ลดลงเป็น 4.57 ในชั้น 0 – 5 เซนติเมตร และ 4.54 ในดินชั้น 5 – 10 เซนติเมตร ซึ่งตรงกันข้ามกับพื้นที่ที่เกิดไฟไหม้ใหม่ มีการดูดใช้ธาตุอาหารจากขี้เถ้าโดยพืช (uptake) และ มีการชะล้าง (leaching) ของขี้เถ้าในขณะที่เกิดฝนตกหนัก จึงทำให้ pH ลดลง (Raison, 1979 ; Wodmansee and Wallach, 1981 ; อ้างโดย Marafa and Chau, 1999)

นอกจากนี้ยังพบว่า exchangeable H และ K เพิ่มขึ้นมากกว่า 100% แต่ในพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ใหม่ทำให้มีการลดลงของ total exchangeable acidity 85 % , organic matter 86 % , total Kjeldahl nitrogen 75 % , NH^+_4 44%, NO^-_3 42 % , total phosphorus 66 % , exchangeable Na 42 % , Ca 83 % , Mg 41 % , Mn 14 % , Fe 12 % และ Zn 4 % ส่วนในพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้เป็นเวลานานแล้วนั้นปรากฏว่าอินทรีย์วัตถุของดินในชั้น 0 – 5 เซนติเมตร ลดลงเพียง 14 % และ17 % ดินในชั้น 5 – 10 เซนติเมตร และยังทำให้ total Kjeldahl nitrogen ของดินลดลงอีกด้วย เนื่องจากอินทรีย์วัตถุของดินลดลง และไนโตรเจนจะสูญเสียจากกระบวนการ volatilization ไปสู่บรรยากาศในระหว่างที่เกิดไฟไหม้ (Raison *et al.*, 1985a, 1990 ; Binkley *et al.*,1992 ; อ้างโดย Marafa and Chau 1999) ส่วน NH^+_4 และ NO^-_3 จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากพื้นที่ไม่ถูกไฟไหม้เป็นเวลานานแล้ว มีการสะสมอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งถูกเปลี่ยนเป็น NH^+_4 และ NO^-_3 ได้ และ total phosphorus มีปริมาณมาก โดยที่ในดินที่เป็นกรด (strongly acid)

ฟอสฟอรัส จะอยู่ในรูปสารประกอบเชิงซ้อน (complexed) ของ Al , Fe และ Mn (Tan, 1993 ; อ้างโดย Marafa and Chau, 1999)

การเกิดไฟไหม้เป็นเวลานาน ยังทำให้ exchangeable K ลดลงในขณะที่ Na , Ca และ Mg เพิ่มขึ้น ซึ่งมีรายงานที่อ้างโดย Marafa and Chau (1999) ว่า Khanna and Raison (1986) ; Thomas *et al.*, (1991) พบว่า ธาตุที่เป็นด่างจะเพิ่มขึ้นหลังจากการถูกไฟไหม้ ส่วนสาเหตุที่โปแตสเซียมลดลง เนื่องจากพืชที่ขึ้นอยู่ดูดใช้โปแตสเซียมไปใช้มากกว่า Na , Ca และ Mg นอกจากนี้ K ยังเป็นธาตุที่พืชสามารถดูดซับไปได้มากกว่าความต้องการ (Tisdale *et al.*,1993 ; อ้างโดย Marafa and Chau , 1999) จึงทำให้มีความเข้มข้นในดินมีต่ำ และการเกิดไฟไหม้ไม่มีผลต่อธาตุ Cu ส่วนธาตุ Mn , Fe และ Zn มีมากขึ้นในพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้เป็นเวลานานแล้ว ซึ่ง Marafa and Chau (1999) อ้างว่าข้อมูลนี้มีความคล้ายคลึงกับรายงานของ Stark (1977)

3. ผลกระทบของไฟป่าที่มีต่อพืช (เสวียน, 2538)

ความทนทานของพืชต่อไฟป่ามีหลายประการ พืชจะมีการวิวัฒนาการของเปลือกที่ลำต้นให้มีความหนาและความแข็งมากขึ้น และเป็นเนื้อเยื่อที่ติดไฟยาก จึงทำให้พืชรอดตายจากการถูกไฟไหม้ ลักษณะความหนาของเปลือกไม้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของต้นไม้ สภาพแวดล้อมก็มีส่วนทำให้ความหนาของเปลือกไม้ต่างกัน เช่น ความชื้น โครงสร้างของพืชและลักษณะของพื้นที่ เป็นต้น (Gill, 1975 ; อ้างโดย เสวียน, 2538) ส่วนลักษณะการติดไฟของเนื้อไม้นั้นต้นไม้จะมีการพัฒนาเนื้อไม้ให้มีความชื้นสูง และลดปริมาณน้ำมันหรือยางไม้ สำหรับสังคมของพืชที่มีความหลากหลายของชนิดไม้มากจะดีกว่าที่มีพันธุ์ไม้ชนิดเดียว โดยเฉพาะไม้ที่ติดไฟได้ง่าย เช่น ไม้สน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดไฟไหม้เรือนยอดที่รุนแรง พืชบางชนิดมีการวิวัฒนาการให้รอดตายจากไฟไหม้ได้หลายอย่าง เช่น มีความสามารถในการแตกตาใหม่ได้มากและเร็วกว่าพืชชนิดอื่น หลังจากถูกไฟไหม้ โดยเฉพาะตาที่อยู่ใต้ดิน พืชบางชนิดมี lignotuber ซึ่งจะมีความสามารถในการแตกต้นใหม่ได้รวดเร็วกว่าพืชชนิดอื่นๆ เพราะมีแหล่งสำรองอาหารไปหล่อเลี้ยงลำต้น ส่วนพืชที่มี rhizome ก็จะมีความทนทานต่อไฟป่าได้เช่นกัน พืชมีความสามารถในการปรับตัวเกี่ยวกับการขยายพันธุ์ในพื้นที่ที่มีไฟป่าได้ ไฟป่าจะทำให้เกิดการกระตุ้นให้พืชบางชนิดออกดอก โดย ethylene ในควันไฟ จะกระตุ้นให้พืชออกดอก ความร้อนของไฟป่ายังสามารถทำให้เมล็ดสามารถงอกได้ง่าย เช่น มะค่าแต้ มะค่าโมง กะบก เป็นต้น (Gill, 1975 ; อ้างโดย เสวียน, 2538)

4. ผลกระทบของการเผาพื้นที่ที่มีต่อคุณสมบัติของดิน

Hayashi *et al.* (1996) ศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่จากการทำไร่เลื่อนลอยเป็นพื้นที่เพาะปลูกอย่างต่อเนื่อง ต่อผลผลิตพืช โดยใช้พื้นที่ศึกษาในภาคเหนือของประเทศไทยและรายงานว่า จากการเผาพื้นที่ซึ่งปล่อยรกร้างไว้เป็นเวลา 9 ปี มีปริมาณของขี้เถ้าจากการเผาประมาณ 12.7 ตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งมี pH 11.5 และมีปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ดังนี้ Na 0.41 , K 108.2 , Ca 0.06 , Mg 0.07 , NH^{+}_{4} 0.015 cmol(+) kg^{-1} และปริมาณ P 34.6 mgP_2O_5 / 100 g ปริมาณขี้เถ้าดังกล่าวมีผลให้ข้าวโพดและข้าวไร่ที่ปลูกมีใบสีเข้มขึ้น และทำให้ผลผลิตเมล็ดข้าวโพดเพิ่มขึ้นด้วย การไถพรวนดินด้วยรถแทรกเตอร์ แม้ว่าทำให้ผลผลิตพืชมากขึ้น แต่มีผลทำให้เกิดการสูญเสียดิน โดยมีการชะล้างเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง การปลูกข้าวโพดและข้าวไร่แซมด้วยถั่วเหลือง ทำให้ผลผลิตเมล็ดต่อต้นของข้าวโพดและข้าวไร่สูงกว่าการปลูกพืชเดี่ยว ทั้งในระบบที่มีและไม่มีการไถพรวน

Roder *et al.* (1993) ได้ศึกษาผลของการเผาพื้นที่ที่มีผลกระทบต่อสมบัติของดิน โดยเป็นพื้นที่ที่ปล่อยทิ้งร้างในระบบการทำการเกษตรแบบไร่เลื่อนลอยซึ่งมีหญ้าขึ้นอยู่ ใน Bhutan และพื้นที่นี้เคยมีการปลูกพืช คือ backwheat (*Fagopymm tataricum*) และพื้นที่นี้มีการใช้ที่ดินอย่างต่อเนื่อง โดยในแต่ละปีจะใช้ที่ดินประมาณ 150 – 401 วัน คิดเป็น 65 – 85 % นอกจากนี้ยังมีการเผาพื้นที่ซึ่งมีอุณหภูมิสูงถึง 500 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า ผลของการเผาพบว่า ทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้นจาก 6.0 เป็น 6.9 และ available K เพิ่มขึ้นจาก 34 mg kg^{-1} เป็น 69 mg kg^{-1} ส่วน organic C ลดลงจาก 3.3 % เป็น 0.8 % และ total N ลดลงจาก 0.17 % เป็น 0.08 % นอกจากนี้จะมีการปลดปล่อย P ออกมาจากอินทรีย์วัตถุและ plant material และ C/N ratio ก็แคบ เนื่องมาจากการลดลงของ organic C มีสูงกว่า total N ซึ่งเป็นผลดีต่อพืชปลูก ในขณะเดียวกัน การเผายังทำให้ C ประมาณ 16 MT ha^{-1} และ N ประมาณ 470 kg ha^{-1} ถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศ นอกจากนี้การเผายังทำให้ CEC ลดลง อีกด้วย เนื่องจากอินทรีย์วัตถุของดินลดลง

Funakana *et al.* (1997a) พบว่าพื้นที่ป่าที่มีอายุน้อย และมีการเผาป่า ในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย พบว่า กระบวนการ nitrogen mineralization มี lag period ในระยะแรกหลังจากนั้นปริมาณของไนโตรเจนในรูปของ NO^{-}_{3} - N , NH^{+}_{4} - N และปริมาณ total N เพิ่มขึ้น สำหรับพื้นที่ที่ปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลา 7 ปี แล้วจึงทำการเพาะปลูก พบว่าไม่มีความแตกต่างของ nitrogen mineralization ในดินระยะก่อนเผาและหลังเผา และพื้นที่ดังกล่าวมีการสะสม biomass ของพืชมีน้อย (38.7 ตันต่อเฮกตาร์) ส่วนพื้นที่ที่มีการปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลา 20 ปี ซึ่งมีการสะสม biomass ของพืชถึง 58.4 ตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งมีปริมาณต้นไม้ขนาดใหญ่ถูกเผารวมอยู่ด้วย พบว่าความแตกต่างของ nitrogen mineralization ในดินเผาและหลังเผาอย่างชัดเจน และยังพบว่าหลังจากการเผาพื้นที่มีปริมาณไนโตรเจนที่เกิดจากกระบวนการ nitrogen mineralization เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากกระบวนการ ammonification ใน 1 mole ของ RNH_2 โปรตอนจะถูกใช้ไป 1 mole แต่การเกิด nitrification จะมีการ

ปลดปล่อยโปรตอน 2 mole ดังนั้นปริมาณสุทธิของโปรตอนที่เกิดขึ้น หรือที่สะสมในดินจากกระบวนการ nitrogen mineralization จึงเท่ากับจำนวน mole ของ NO^-_3 – N ลบด้วย mole ของ NH^+_4 – N เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของ pH กับปริมาณของ NH^+_4 - N และ NO^-_3 – N โดยใช้ข้อมูลจากการ incubate ดินเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าความเป็นกรดของดินจะเพิ่มขึ้นจากกระบวนการ nitrification และสภาวะดังกล่าวอาจทำให้ประจุบวกที่เป็นด่างในส่วนที่เหลือจากการดูดใช้ของรากพืช จะสูญเสียออกไปจากดินได้ อย่างไรก็ตามการที่พืชขึ้นปกคลุมผิวดินหลังจากการเผาพื้นที่อาจช่วยป้องกันการสูญเสียประจุบวกที่เป็นด่างจากการถูกชะล้างได้ (Funakava, 1997a)

5. ผลกระทบของการทำไร่เลื่อนลอยที่มีต่อสมบัติของดิน

ภาคเหนือของประเทศไทย มีการทำไร่เลื่อนลอยบนพื้นที่สูงซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้พื้นที่ป่าลดน้อยลง แต่ผลของการเกษตรระบบนี้ต่อการเปลี่ยนแปลงของดินขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการพื้นที่ดังรายงานของ Funakawa *et al.* (1997b) ซึ่งได้ศึกษา ความแตกต่างของปริมาณอินทรีย์วัตถุ ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน ในพื้นที่ป่าที่ไม่เคยมีการใช้ประโยชน์และพื้นที่ซึ่งมีการทำไร่เลื่อนลอยตามวิธีการต่างๆ คือ 1) ระบบการทำไร่เลื่อนลอยของชาวกะเหรี่ยงแบบดั้งเดิม ณ หมู่บ้าน Dee La Poe : DP ซึ่งมีการปลูกพืชในพื้นที่เพียง 1 ปี หลังจากนั้นทิ้งพื้นที่ให้รกร้างว่างเปล่าเป็นเวลาอย่างน้อย 7 ปี ก่อนหมุนเวียนกลับมาใช้พื้นที่เดิมอีกครั้งหนึ่ง 2) ระบบไร่เลื่อนลอยของชาวกะเหรี่ยง ณ หมู่บ้าน Huai Mak Num : HN ซึ่งลดเวลาการฟื้นฟูพื้นที่เดิมจาก 8 ปี เป็น 4 ปี และระบบการทำไร่เลื่อนลอยของชาวม้งและคนไทย ที่หมู่บ้านรักแผ่นดิน ซึ่งมีการปลูกพืชชนิดต่างๆ รวมทั้งข้าวไร่ อย่างต่อเนื่อง เป็นเวลา 2-5 ปี และปล่อยพื้นที่รกร้าง 3-5 ปี สำหรับพื้นที่ศึกษาในหมู่บ้านสุดท้ายมีความสูงจากระดับน้ำทะเล 500-550 เมตร เป็นพื้นที่ที่มีต้นไผ่หรือไม้พุ่มเป็นไม้หลัก ในขณะที่พื้นที่ที่ศึกษาของหมู่บ้าน HM และ DP มีความสูงประมาณ 700 - 850 เมตร และ 1,100 - 1,300 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลตามลำดับ และมีต้นไม้ซึ่งมีความสูงประมาณ 10 - 15 เมตร เป็นพืชหลัก ส่วนดินจัดจำแนกเป็นดิน Typic Haplustults หรือ Ustic Dystropepts ผลการศึกษาพบว่าโดยทั่วไปดินชั้นบน จากพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องมีปริมาณ total C ต่ำกว่า 30 gC kg^{-1} ในขณะที่พื้นที่ซึ่งมีการปล่อยพื้นที่ให้ว่างเปล่าตามธรรมชาติมากกว่า 10 ปี หรือป่าธรรมชาติจะมีมากกว่า 30 gC kg^{-1}ในพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกเพียงปีเดียวและมีการปล่อยทิ้งว่างไว้จะมีค่าของ total C และ available N อยู่ระหว่างพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องและป่าธรรมชาติ สำหรับพื้นที่ป่าธรรมชาติมีปริมาณ available N มากกว่า 130 mg kg^{-1} ส่วนพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่องมีน้อยกว่า 100 mg kg^{-1} จากข้อมูลดังกล่าวนี้ชี้ให้เห็นว่า อินทรีย์วัตถุมีแนวโน้มลดลงถ้ามีการใช้พื้นที่อย่างต่อเนื่อง เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เกิดการสลายตัวในหน้าดินกับปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สะสมอยู่ในชั้นดินในช่วงความลึก 0 - 50 เซนติเมตร พบว่าในหน้าดินซึ่งมีการปลูกพืชปริมาณอินทรีย์วัตถุที่สลายตัวในหนึ่งปีมีปริมาณ 10 % ของอินทรีย์วัตถุที่สะสมช่วง

ชั้นความลึก 50 เซนติเมตร เนื่องจากพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกชิ้นส่วนที่ร่วงหล่นทับถมอยู่หน้าดินมีปริมาณน้อย ดังนั้นการเพาะปลูกพืชแบบต่อเนื่องจึงมีผลทำให้อินทรีย์วัตถุลดลงอย่างรวดเร็ว และนอกจากนี้ยังพบว่าในพื้นที่ที่ถูกเผาจะมีความแตกต่างของ nitrogen mineralization ในดินก่อนเผาและหลังเผาอย่างชัดเจน โดยพบว่าหลังจากการเผาในพื้นที่นี้มีปริมาณไนโตรเจนที่เกิดจากกระบวนการ nitrogen mineralization เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีของดินที่ใช้ทำไร่เลื่อนลอยในบริเวณดังกล่าว Funakawa *et al.* (1997b) พบว่าดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูง ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินชั้นบนอยู่ในช่วงตั้งแต่ 11.4 ถึง 63.3 gC kg^{-1} ส่วน pH ของดินส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5 - 7 และความเป็นกรดของดินเพิ่มขึ้นตามความลึกของดิน ส่วน exchangeable cation ในดินชั้นบน ส่วนใหญ่คือ Ca และ Mg แต่ที่พบในดินชั้นล่าง คือ Al ปริมาณ clay มีมากกว่า 30 % ซึ่งเป็นดินเหนียวประเภท kaolin ผสมกับ Mica การเพิ่มขึ้นของประจุลบในดินชั้นบนเกิดจากอินทรีย์วัตถุ ปริมาณของอินทรีย์วัตถุมีอิทธิพลต่อ CEC ของดินในระดับความลึก 10 เซนติเมตร ส่วนในระดับความลึก 30-40 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับปริมาณ clay องค์ประกอบของ exchangeable cation ส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับความเป็นกรดของดินและปริมาณอินทรีย์วัตถุยังมีความสัมพันธ์กับปริมาณของ N ที่เป็นประโยชน์ในดินชั้นบนอีกด้วย

6. ผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างต่อเนื่องที่มีต่อสมบัติของดิน

จากการศึกษาผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างต่อเนื่อง โดยทำการศึกษาความแตกต่างของดิน Andisol ในประเทศญี่ปุ่น ในพื้นที่ป่าที่ไม่ถูกใช้ประโยชน์ และพื้นที่ที่ใช้ในการเพาะปลูกพืชอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาถึง 270 ปี Higuchi and Kashiwagi (1993) พบว่าความหนาของดินชั้น A ลดลง กล่าวคือดินจากพื้นที่ป่าไม่ถูกรบกวน มีความหนาของดินชั้น A ประมาณ 52 - 80 เซนติเมตร ในขณะที่ดินที่ใช้เพาะปลูกพืช (C_1 - C_5) มีความหนาประมาณ 25 - 52 เซนติเมตร นอกจากนี้ปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินและปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมด จากพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์มีต่ำกว่าดินจากพื้นที่ป่า ยกเว้นพื้นที่ C_1 ซึ่งมีชั้น A ค่อนข้างหนา และมีปริมาณของอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดในดินไม่แตกต่างจากพื้นที่ป่า เพราะเกษตรกรเจ้าของพื้นที่ใช้ปุ๋ยคอกในปริมาณที่มากกว่าพื้นที่อื่น และยังมีการปลูกต้นชาทุก ๆ 10 เมตร ตลอดจนมีการใช้เศษพืชคลุมดิน ซึ่งสามารถป้องกันการสูญเสียดินโดยกระบวนการชะล้างพังทลายได้ ความหนาของชั้นดินตั้งแต่ระดับผิวดินจนถึงด้านบนของชั้น Tc2 ซึ่งมีชิ้นส่วนของวัตถุต้นกำเนิดดินปะปนอยู่ มีประมาณ 90 – 97 เซนติเมตร สำหรับพื้นที่ป่า ในขณะที่ดินจากแปลง C_1 , C_2 , C_3 , C_4 และ C_5 ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ มีความหนาของชั้นดินทั้งหมดประมาณ 72 , 50 , 45 , 60 และ 54 เซนติเมตร ตามลำดับ ความแตกต่างของความหนาของชั้นดินเป็นผลจากการสูญเสียดินโดยอิทธพลของลม เพราะพื้นที่ที่ศึกษาเป็นพื้นที่ราบ เมื่อใช้ค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นของดิน ซึ่งมีค่าประมาณ 0.6 Mg m^{-3} และในการคำนวณ ปริมาณการสูญเสียดิน ในช่วงเวลา 270 ปี ที่ดิน

ถูกใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง พบว่าการสูญเสียดินจากแปลง C_1 , C_2 , C_3 , C_4 และ C_5 มีปริมาณ 1,320 , 2,640 , 2,940 , 2,040 และ 2,160 Mg ha^{-1} ตามลำดับ โดยปริมาณการสูญเสียดินต่อปีอยู่ในช่วง 4.9 – 10.9 Mg ha^{-1}

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของ organic C และไนโตรเจนทั้งหมดในดินชั้น A_2 จากพื้นที่ป่ากับชั้น Ap จากพื้นที่ที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นเพราะในพื้นที่ที่ศึกษามีการนำใบไม้ที่ร่วงหล่นในพื้นที่ออกไปจากพื้นที่ และมีการใช้ปุ๋ยคอกซึ่งมีเศษใบพืชปะปนอยู่ในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ในปริมาณที่สูงมาก ทำให้ความแตกต่างของ organic C และไนโตรเจนทั้งหมด ระหว่างพื้นที่ป่ากับพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์มีน้อย อย่างไรก็ตามดินจากพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ยังพบว่ามีค่า C:N ratio แคบกว่า แสดงว่าอัตราการสูญเสีย organic C ในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์มากกว่าการสูญเสียไนโตรเจน ซึ่ง Higuchi and Kashiwagi (1993) อ้างว่าข้อมูลดังกล่าวคล้ายคลึงกับรายงานของ Newton *et al.* (1945) , Martel and Peul (1974) , Voroney *et al.* (1981) , Cambell and Souster (1982) and Aguilarr and Heil (1988)

สำหรับค่าความหนาแน่นรวมของดิน พบว่าดินจากพื้นที่ป่ามีความหนาแน่นไม่แตกต่างจากดินจากพื้นที่ ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ มีผลการวิจัยที่รายงานเกี่ยวกับ ผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งทำให้ความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้น (Bauer and Black, 1981 ; Voroney *et al.*,1981 ; อ้างโดย Higuchi and Kashiwagi, 1993) และ Sander *et al.*, (1986) ยังรายงานว่าความหนาแน่นรวมของดินมีสหสัมพันธ์ในทางลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความเข้มข้นของ organic C และอินทรีย์วัตถุเป็นปัจจัยหลักในการทำให้เกิด aggregate ดังนั้นการลดลงของอินทรีย์วัตถุจึงมีผลเสียต่อความคงทนของเม็ดดิน และทำให้ความหนาแน่นของดินเพิ่มขึ้น (Black and Fosberg, 1989 ; อ้างโดย Higuchi and Kashiwagi, 1993) เนื่องจากการลดลงของอินทรีย์วัตถุในดินจากพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์เกิดน้อย จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงด้านความหนาแน่นรวมของดินไม่ชัดเจน

จากการศึกษาสมบัติทางเคมีของดินบริเวณเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยศึกษาในพื้นที่ป่าดิบแล้ง (dry evergreen forest) พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ได้แก่ สวนไผ่ สวนมะขาม และพื้นที่ที่เคยทำการเกษตรมาก่อน Boonma *et al.* (no date) พบว่า ในพื้นที่ป่าดิบเขา สวนไผ่ และพื้นที่ที่เคยทำการเกษตรมาก่อน pH ของดินไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในพื้นที่สวนมะขาม pH ของดินต่ำ คืออยู่ในช่วง 5.9 – 6.4 เนื่องจากมีการเกิดกระบวนการ nitrification เพิ่มขึ้นในดินของพื้นที่ที่เคยเป็นป่ามาก่อนแล้วถูกนำมาใช้ประโยชน์ (Gabel, 1996 ; อ้างโดย Boonma *et al.*(no date) และนอกจากนี้ธาตุอาหารที่เป็นด่าง เกิดการสูญหายโดยการชะล้างพังทลาย และถูกดูดไปใช้โดยพืช (Foth, 1990 ; Department of Soil Science, 1998 ; อ้างโดย Boonma *et al.*(no date)

สำหรับอินทรีย์วัตถุพบว่าพื้นที่ป่าดิบเขา มีอินทรีย์วัตถุ อยู่ในช่วง 1.0 – 7.2 % ซึ่งจะลดลงตามความลึกของดิน ส่วนในสวนไผ่ พื้นที่ที่เคยทำการเกษตรมาก่อน และสวนมะขามมีอินทรีย์วัตถุในดิน

ประมาณ 1.1 – 4.1 , 0.9 – 3.6 และ 1.2 – 4.4 % ตามลำดับ การที่พื้นที่ที่ใช้ประโยชน์มีอินทรีย์วัตถุน้อยกว่าพื้นที่ที่เป็นป่านั้นเนื่องมาจากมีอัตราการสลายตัวของซากพืชเป็นอินทรีย์วัตถุในดินมีน้อย (Lickacz and Penny, 1998 ; อ้างโดย Boonma *et al.*(no date) นอกจากนี้อินทรีย์วัตถุในดินที่มีอยู่ยังเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพให้พืชได้ใช้ประโยชน์อยู่ตลอดเวลาอีกด้วย จึงทำให้อินทรีย์วัตถุในดินมีน้อยลง (Gow and Pidwirny, 1996 ; USDA Natural Resource Conservation Service, 1996b ; อ้างโดย Boonma *et al.* (no date)

ปริมาณ available P พบว่าในพื้นที่ป่าดิบเขา มีปริมาณ available P ในดินอยู่ในช่วง 4 – 40 mg kg^{-1} ส่วนในสวนไผ่ พื้นที่ที่เคยทำการเกษตรมาก่อน และสวนมะขาม มีปริมาณ available P อยู่ในช่วง 3 – 19 , 1 – 25 และ 1 – 5 mg kg^{-1} ตามลำดับ เนื่องจากการดูดใช้ฟอสฟอรัสของพืช จึงทำให้พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์มีปริมาณ available P ต่ำ (Simmons, 1996 ; Department of Soil Science, 1998 ; อ้างโดย Boonma *et al.* (no date) นอกจากนี้ฟอสฟอรัสยังอาจถูกตรึงไว้ในโครงสร้างของดินอีกด้วย (Hanlon, 1992 ; อ้างโดย Boonma *et al.* (no date)

ปริมาณ available K พบว่าในดินชั้นบนมีปริมาณสูง (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973 ; อ้างโดย Boonma *et al.* (no date) โดยมีปริมาณลดลงตามความลึกของดิน และยังพบอีกว่าในสวนมะขามมีปริมาณ available K มากในดินชั้นบน นอกจากนี้ธาตุ Ca และ Mg ยังมีปริมาณสูงในทุกพื้นที่โดยทุกพื้นที่มีปริมาณใกล้เคียงกัน (Land Classification Division and FAO Project Staff, 1973 ; อ้างโดย Boonma *et al.* (no date) เนื่องจาก เป็นธาตุที่มีประจุบวกซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของพืช (Kheoruenromne *et al.*,1991 ; อ้างโดย Boonma *et al.*, no data) อย่างไรก็ตามพบว่าดินในสวนมะขาม มีปริมาณของ Ca ค่อนข้างต่ำกว่าพื้นที่อื่น ๆ ที่เหลือ ซึ่งเนื่องมาจากเกิดการสูญเสียโดยการชะล้างพังทลายและพืชดูดไปใช้ (Nye and Greenland, 1964 ; อ้างโดย Boonma *et al.*, no data)