

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ

Factors Influencing Carbon dioxide Emission from Soil in Mixed Deciduous Forest

อมรรัตน์ แสงทอง¹ ศุภชัย อำคา² และเครือมาศ สมัครการ^{1*}

Amonrat Sangthong¹, Suphachai Amkhaand² and Kruamas Smakgahn^{1*}

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสูญเสียคาร์บอนในดินในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ได้ทำการศึกษาในพื้นที่ในอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร อำเภอ ชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2552 (8 เดือน) โดยการเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่มาวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงธาตุคาร์บอนในดินทุกเดือน และเก็บตัวอย่างอากาศโดยใช้กล่องทึบขนาด 30*15*15 (ก*ย*ส) เซนติเมตร นำตัวอย่างอากาศมาวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟีในทุกเดือนตลอดระยะเวลาที่ศึกษา

ค่าเฉลี่ยการสูญเสียคาร์บอนในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากพื้นที่ศึกษาคือ 40.65 g CO₂/m² ซึ่งพบการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุดในเดือนมิถุนายน 2552 คือ 117.61 g CO₂/m² และค่าต่ำสุดของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์พบในเดือนมีนาคม 2551พบว่าช่วงฤดูฝนคือเดือนพฤศจิกายนดินในพื้นที่ศึกษามีการสูญเสียคาร์บอนในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าในช่วงฤดูแล้ง(เดือนธันวาคมและมกราคม) ประมาณ 67% จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าการสูญเสียคาร์บอนในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในพื้นที่ป่าเบญจพรรณนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นในดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ

คำสำคัญ : การสูญเสียคาร์บอน การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ดินในป่าเบญจพรรณ

ABSTRACT

Influencing factors on soil carbon loss in terms of CO₂ emission in mixed deciduous forest was determine by investigated experiment in natural forest at the Siridhorn International Environmental Park (SIEP), Cha-am district, Phetchaburi province. The study was undertaken in November 2008 to June 2009 (8 months). Air and soil samples were collected every month. Soil sample were collected and analyzed to achieve soil properties included soil carbon loss. The dark static chamber sizing 30*15*15 (W*L*H) was used to collect air sample and to be analyzed for carbon loss as CO₂ by GC.

¹ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

² คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม 73140

Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140

Average carbon dioxide emission rate for 8 months was $40.65 \text{ g CO}_2/\text{m}^2$. Highest emission rate was found in June 2009 ($117.61 \text{ g CO}_2/\text{m}^2$). Lowest emission rate from study site was found in March 2008 ($12.58 \text{ g CO}_2/\text{m}^2$). Carbon dioxide emission rate in rainy season (November) was 67% higher than the rate in dry season (December and January). The result can be concluded that amount of rainfall, soil moisture, and soil organic carbon effect soil carbon loss in terms of CO_2 emission from mixed deciduous forest.

Keywords : Carbon loss, CO_2 emission, mixed deciduous forest soil

E-mail : faaskms@ku.ac.th

คำนำ

ป่าเบญจพรรณหรือป่าผสมผลัดใบ ส่วนใหญ่พบตามภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นป่าไม้ที่ให้เนื้อไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจมาก ไม้ในป่าประเภทนี้ได้แก่ ไม้สัก ไม้มะค่าโมง ไม้ประดู่ เป็นต้น ป่าไม้เป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนในดินจำนวนมากในป่าทำให้น้ำฝนที่ตกลงมาค่อย ๆ ซึมซับลงไปในดินกลายเป็นน้ำใต้ดิน ซึ่งจะไหลซึมมาหล่อเลี้ยงให้แม่น้ำลำธารมีน้ำไหลอยู่ตลอดปี ทำให้เกิดความชุ่มชื้นและควบคุมสภาวะอากาศ ไอน้ำซึ่งเกิดจากการหายใจของพืชจะเกิดขึ้นอยู่มากภายในป่าทำให้อากาศเหนือป่ามีความชื้นสูงเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงไอน้ำเหล่านั้นก็จะกลายเป็นเมฆแล้วกลั่นตัวกลายเป็นฝนตกลงมา ทำให้บริเวณที่มีป่าไม้มีความชุ่มชื้นอยู่เสมอ ฝนตกต้องตามฤดูกาลและไม่เกิดความแห้งแล้ง นอกจากนี้ป่าไม้ยังเป็นแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ซึ่งป่าไม้ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการสังเคราะห์แสงทำให้ช่วยลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกตัวหนึ่ง

ทั้งนี้ในพื้นที่ป่าไม้ก็สามารถปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้จากการหายใจของดิน ซึ่งการหายใจของดินเป็นกระบวนการออกซิไดซ์สารประกอบอินทรีย์คาร์บอนในเศษซากพืชและซากสัตว์ ที่ร่วงลงสู่ดินไปเป็นสารอินทรีย์ในดิน โดยอาศัยกิจกรรมของเอนไซม์ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์แล้วปลดปล่อยเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจากผิวดินไปสู่บรรยากาศ นอกจากนี้การหายใจของสิ่งมีชีวิตในดิน เช่น สัตว์ในดิน จุลินทรีย์และการหายใจของรากพืชก็เป็นแหล่งปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เช่นกัน การประมาณค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินของโลกมีค่าอยู่ระหว่าง 50-75 พันล้านตันคาร์บอนต่อปี (Rayment and Jarvis, 2000) ซึ่งปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากพื้นที่ป่านั้นขึ้นอยู่กับกิจกรรมของจุลินทรีย์ภายในดิน ลักษณะดินที่เกิดจากการทับถมของเศษซากต้นไม้ ใบไม้ สารอินทรีย์ในดิน และลักษณะทางปฐพีวิทยาของดิน บริเวณพื้นดินในป่าที่มีสีดำเนื่องจากมีอินทรีย์วัตถุอยู่ในดินสูงจะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจของจุลินทรีย์สูง นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ฤดูกาล ความแตกต่างของอุณหภูมิในป่า ปริมาณน้ำฝนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระดับน้ำใต้ดิน ระดับน้ำใต้ดิน สารอินทรีย์ภายในดินและการเจริญเติบโตของต้นไม้ เป็นต้น

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงปัจจัยต่างๆที่มีอิทธิพลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในพื้นที่ป่าเบญจพรรณในอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร อำเภอชะอำ จังหวัด

เพชรบุรี เพื่อให้ทราบถึงความแปรผันของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเวลาต่างๆในเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2552

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่เก็บตัวอย่าง

อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร ตำบลชะอำ อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 11 องศาเหนือ ถึง 17 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 98 องศาตะวันออก ถึง 100 องศาตะวันออก ประกอบด้วยป่าที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติประเภทป่าเบญจพรรณ สภาพพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชัน 0-1 เปอร์เซ็นต์ มีการระบายน้ำเร็ว การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า และการซึมผ่านได้ของน้ำช้า ดินในพื้นที่ศึกษาเป็นชุดดินชะอำ (Cha-am Series: Ca; Isohyperthermic Sulfic Endoaquepts) ซึ่งเป็นดินลึก ดินนี้เมื่อแห้งหรือถูกเติมออกซิเจน จะแปรสภาพเป็นดินกรดจัด ดินบนเป็นดินเหนียว สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาลแก่ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

การเก็บตัวอย่างดินและการวิเคราะห์

เก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่ศึกษาทุกเดือนในระยะเวลา 8 เดือน (พฤศจิกายน 2551-มิถุนายน 2552) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษาเป็นบริเวณ 2*2 เมตร กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด เพื่อนำดินตัวอย่างไปวิเคราะห์คุณสมบัติของดินได้แก่ วิเคราะห์ระดับความชื้น โดยการวัดปริมาณน้ำกับปริมาณดินที่น้ำบรรจุวัดระดับความชื้นโดยปริมาตร (Topp, 1993) วิเคราะห์ขนาดอนุภาคของดินโดยวิธี Hydrometer method (Reynold, 1993) วิเคราะห์ความหนาแน่นของดินโดยวิธี Core method (Blake, 1965) วิเคราะห์การนำไฟฟ้าด้วยใช้หลักการด้วยการวัดความสามารถของน้ำที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และวิเคราะห์แอมโมเนียมและไนเตรต ไอออน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2537) วิเคราะห์อินทรีย์วัตถุในดินด้วยวิธีของ Walkley and Black (Walkley and Black, 1934) และวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนในดินด้วย Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) อาศัยหลักการทำให้เกิดอะตอมอิสระโดยแยกโมเลกุลจากสารตัวอย่าง โดยอาศัยพลังงานความร้อนจากเปลวไฟที่เหมาะสม

การเก็บตัวอย่างอากาศและประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ใช้ Dark static chamber ขนาด 30*15*15 (กว้าง*ยาว*สูง) เซนติเมตร ครอบลงไปยังผิวดินด้านบน โดยให้จมลงไปในดินลึกประมาณ 5 เซนติเมตร เพื่อเก็บตัวอย่างอากาศไปวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน โดยวางกล่องเก็บตัวอย่างครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2 ตารางเมตร เก็บตัวอย่างอากาศเดือนละ 1 ครั้ง ใน 3 ช่วงเวลา ได้แก่ เช้า (8.00-8.30 น.) กลางวัน (12.00-12.30 น.) และเย็น (16.00-16.30 น.) โดยทำการเก็บตัวอย่าง ณ เวลาที่ 0 10 20 และ 30 นาทีในทุกช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง ใช้หลอดซีดยาเก็บตัวอย่างอากาศปริมาตร 20 มิลลิลิตรบรรจุลงในหลอดเก็บก๊าซปิดฝาให้สนิทเพื่อเก็บมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการด้วยเครื่อง GC SHIMADZU รุ่น GC-8A และคำนวณประเมินการปลดปล่อยคาร์บอนจากดินในรูปก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยจากสมการ $F = k (V/A) dC/dt \{ 273 / (273+T) \}$

โดย F คือปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนจากดิน k คือ ค่าคงที่ของ CO_2 เท่ากับ 1.250 V คือปริมาณของกล่องเก็บตัวอย่างซึ่งเป็นพื้นที่เก็บตัวอย่างอากาศจริง และ A คือพื้นที่ของกล่องเก็บตัวอย่างซึ่งเป็นพื้นที่เก็บตัวอย่างอากาศจริง T คืออุณหภูมิอากาศในกล่องเก็บตัวอย่าง ($^{\circ}C$) และ dC/dt คืออัตราการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกล่องเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง

การเก็บข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

เก็บข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศในช่วงเวลาที่ศึกษาโดยอ้างอิงจากสถานีตรวจวัดอากาศห้วยหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ กรมอุตุนิยมวิทยา

เก็บข้อมูลชีวมวลในพื้นที่ศึกษาโดยชั่งน้ำหนักใบไม้ กิ่งไม้ และส่วนประกอบของต้นไม้ที่ร่วงหล่นบนพื้นดิน โดยใช้ตาข่ายรองรับชีวมวลเหล่านั้นในพื้นที่ศึกษา

ผลการทดลอง

คุณสมบัติดินในพื้นที่ศึกษาจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

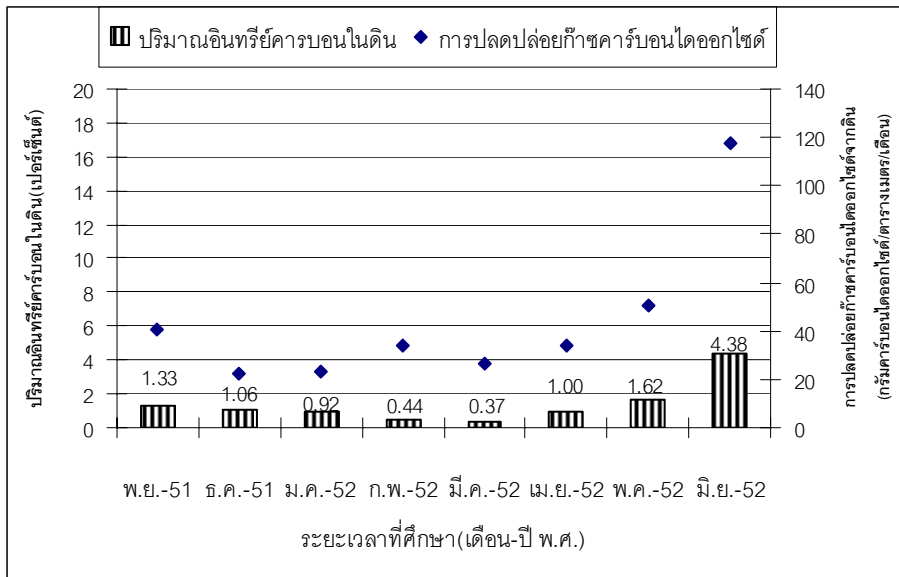
คุณสมบัติดินบางประการในพื้นที่ศึกษาจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติดินบางประการของพื้นที่ศึกษา

คุณสมบัติดิน	ผลจากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
เนื้อดิน	ดินร่วนปนเหนียว
อินทรีย์คาร์บอน (%)	0.36
อินทรีย์วัตถุ (%)	0.62
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%)	0.04
ความชื้น (%)	5.90
ปฏิกิริยาของดิน	6.08
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	9.00

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดิน

จากข้อมูลค่าเฉลี่ยปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในพื้นที่ศึกษา พบว่าค่าอินทรีย์วัตถุในดินอยู่ระหว่าง 0.37-4.38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดในเดือน มิถุนายน 2552 เท่ากับ 4.38 เปอร์เซ็นต์ และต่ำสุดในเดือน มีนาคม 2552 โดยในเดือน มิถุนายน 2552 มีปริมาณการร่วงหล่นของเศษซากพืชในพื้นที่สูงที่สุด จึงทำให้มีค่าอินทรีย์วัตถุสูง เดือนที่มีการร่วงหล่นของเศษซากพืชในพื้นที่ต่ำ จะมีค่าอินทรีย์วัตถุต่ำ ซึ่งปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีความสัมพันธ์กับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเดือนที่พบปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงจะพบการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง (ดังภาพที่ 1)



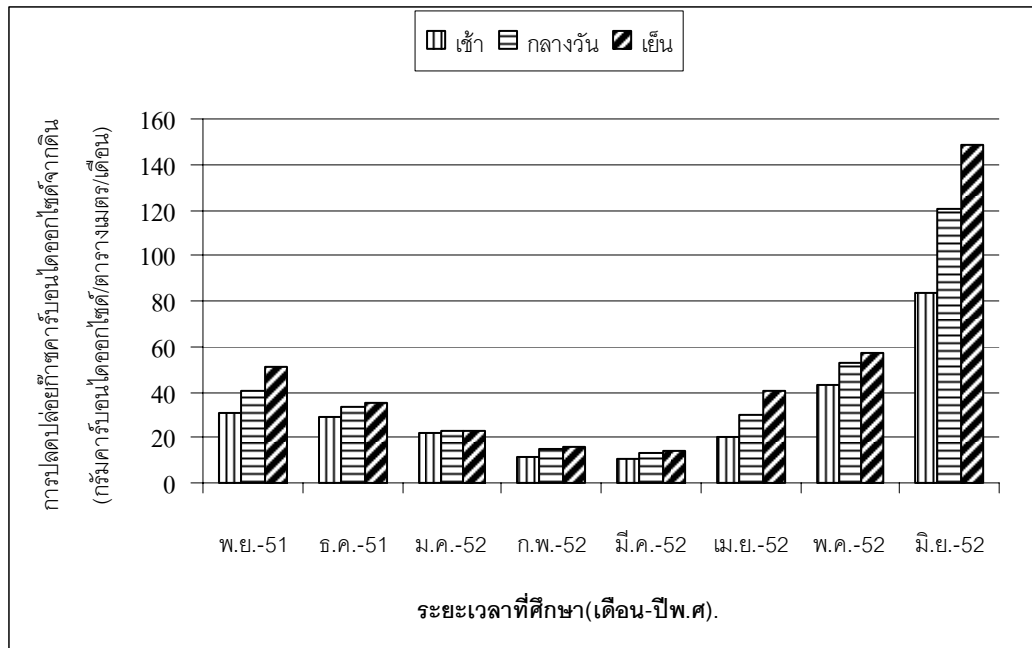
ภาพที่ 1 ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินและค่าเฉลี่ยอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน บริเวณป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือน มิถุนายน 2552

อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน

จากการเก็บตัวอย่างอากาศในเวลาเช้า กลางวัน และเย็นพบว่าในช่วงเวลาเย็นนั้นดินมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงที่สุด และพบอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุดในช่วงเช้า (ภาพที่ 2) ของทุกเดือนในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษายกเว้นในเดือนมกราคมที่มีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงเช้าและช่วงเย็นใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 2) ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับหลักการที่ว่า ในช่วงเย็นนั้นต้นไม้และรากพืชที่อยู่ในดินจะมีการหายใจคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินออกมาสูงสุด (คณาจารย์จุลชีววิทยา, 2547) และกลุ่มจุลินทรีย์ในดินจะคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาในช่วงเย็นเช่นกัน เนื่องจากอุณหภูมิในช่วงดังกล่าวมีความเหมาะสมต่อการหายใจของจุลินทรีย์ (เลอลักษณะณ์, 2534)

อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในป่าเบญจพรรณ บริเวณพื้นที่อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธรมีค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 40.65 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน โดยมีค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2552 เป็นดังนี้

40.77 22.53 22.76 34.01 26.58 34.02 50.95 และ 117.61 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยของอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอยู่ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของแต่ละเดือนมีค่าที่แตกต่างกัน พื้นที่ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่มาก จะทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินมากตามไปด้วย (ภาพที่ 1) ซึ่งผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ (Bazzaz and Williams, 1991 ศิริรัตน์และคณะ, 2547; สำเร็จ, 2550; สิริกานดา, 2551) และอาจมีปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น จำนวนจุลินทรีย์ กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ความหนาแน่นของจำนวนรากพืช และอาจเป็นธรรมชาติของดินที่ความเป็น non-homogeneity (อำนาจ และ ญัฐพล, 2548; สำเร็จ, 2550)



ภาพที่ 2 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในเวลา เช้า กลางวัน เย็น บริเวณป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2552

ปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน

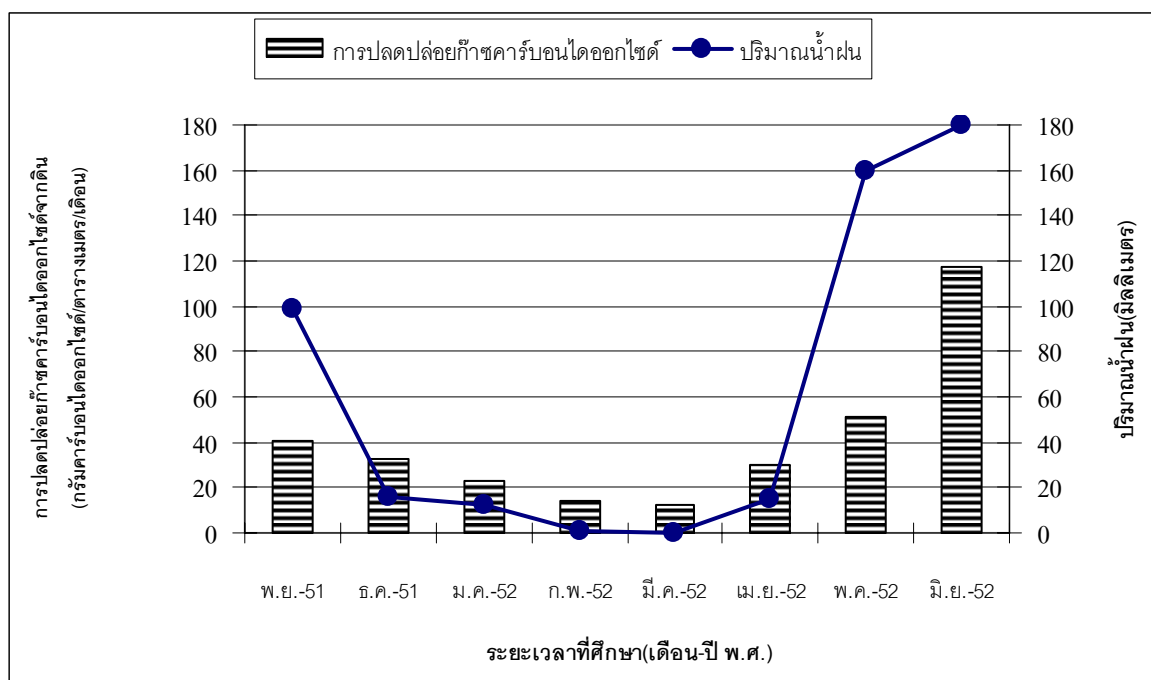
ปริมาณน้ำฝน

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันและน้ำฝนสะสมรายเดือนจากกรมอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ศึกษา ในช่วงเวลาศึกษานี้ พบว่าปริมาณน้ำฝนสะสมตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2551 ถึง มิถุนายน 2552 มีค่าเท่ากับ 481.70 มิลลิเมตร มีปริมาณฝนตกมากในช่วงเช้าฤดูฝนคือช่วงเดือน พฤษภาคมและมิถุนายน 2552 ส่วนเดือนที่มีปริมาณฝนตกน้อยที่สุดคือกุมภาพันธ์และมีนาคมซึ่งบางปีฝนอาจจะทิ้งช่วงในระยะนี้

ภาพที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินบริเวณป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ. เพชรบุรีและปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2552 พบว่าค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินมีค่าสูงเมื่อมีฝนตกมาก ส่วนในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำ

พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินต่ำ เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินกับปริมาณน้ำฝน พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดย $r^2 = 0.72$

ปริมาณน้ำฝนมีผลโดยตรงต่อค่าความชื้นในดิน การเจริญเติบโตของพืช และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน จุลินทรีย์ดินสามารถทำกิจกรรมได้มากขึ้นมีการหายใจมากขึ้น พืชมีการเจริญเติบโตมากขึ้น รากพืชมีการหายใจมากขึ้นทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสู่บรรยากาศมากขึ้น (สิริกานดา, 2551) ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Rochette *et al.* (1999) ที่พบว่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินมีค่าเพิ่มขึ้น 9 เท่าเมื่อทำการวัดอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินภายหลังจากมีฝนตก 3 ชั่วโมงและดินนั้นผ่านช่วงฤดูแล้งมาแล้ว

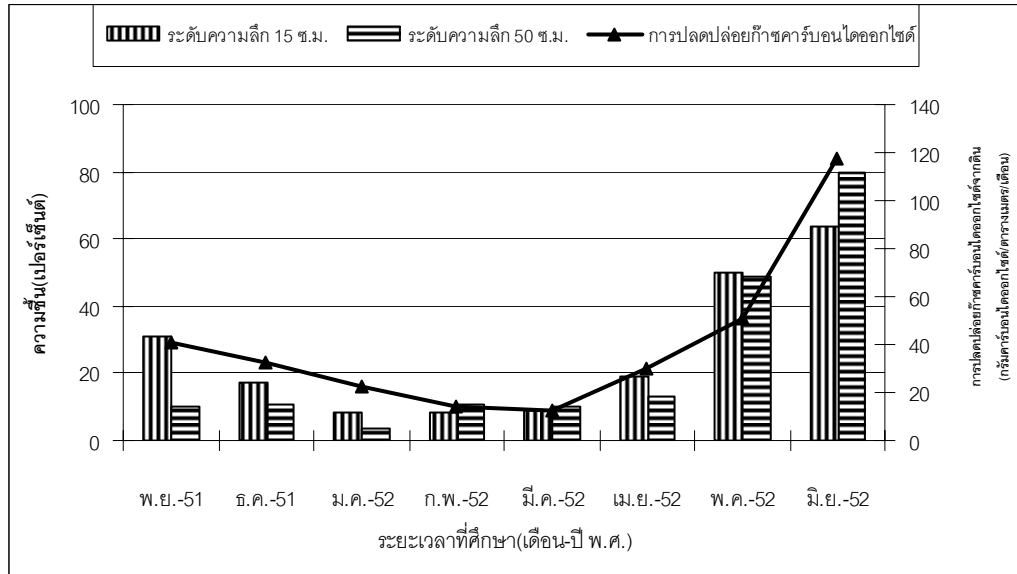


ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินบริเวณป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ. เพชรบุรีและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2552

ปริมาณความชื้นในดิน

ความชื้นในดินของพื้นที่ศึกษาในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง 8.06-63.58 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีปริมาณความชื้นในดินสูงสุดในเดือนมิถุนายน และมีปริมาณความชื้นในดินต่ำสุดในเดือน กุมภาพันธ์ ความชื้นในดินที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง 3.61-79.97 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีปริมาณความชื้นในดินสูงสุดในเดือนมิถุนายน และมีปริมาณความชื้นในดินต่ำสุดในเดือน มกราคม ค่าความชื้นในดินมีการผันแปรไปตามปริมาณน้ำฝนอย่างชัดเจน โดยในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมาก ความชื้นในดินจะเพิ่มขึ้นมาก และหากยังมีฝนตกลงมาอย่างต่อเนื่อง ความชื้นในดินจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนถึงจุดจุดหนึ่งเมื่อช่องว่างในดินเต็มไปด้วยน้ำความชื้นในดินจะมีค่าคงที่ หากฝนยังตกลงมาอีกน้ำฝนส่วนใหญ่จะไหลบ่าไปตามผิวหน้าดิน (นิพนธ์, 2542)

ปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 15 และ 50 เซนติเมตร มีความสัมพันธ์ทางบวกกับอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) มีค่า $r^2 = 0.92$ และ 0.93 ตามลำดับ ความชื้นในเดือน พฤษภาคม มิถุนายน และ พฤศจิกายน สูงขึ้นซึ่งทำให้อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินก็สูงตามไปด้วย (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 กราฟแสดงปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 15 และ 50 เซนติเมตรกับปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินเฉลี่ยรายเดือนพื้นที่อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2552

ปริมาณชีวมวลเหนือพื้นดิน

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ศึกษาส่วนของมวลชีวภาพที่อยู่เหนือพื้นดิน ได้แก่ ใบ กิ่ง ที่ร่วงหล่น พบว่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2552 มีค่าอยู่ระหว่าง 70-151 กรัม/ตารางเมตร เดือนที่มีค่ามวลชีวภาพได้สูงสุดคือเดือนพฤศจิกายน เพราะช่วงเดือนพฤศจิกายนเป็นช่วงสิ้นสุดฤดูมรสุมของพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ส่งผลให้ช่วงเดือนนี้มีการร่วงหล่นของเศษซากพืชสูงสุด เนื่องจากกระแสลมและความแรงของพายุในพื้นที่ศึกษา ร่องลงมาคือเดือนมิถุนายนเท่ากับ 110 กรัม/ตารางเมตร ซึ่งเป็นช่วงเข้าฤดูฝนของพื้นที่ศึกษา เดือนที่มีค่ามวลชีวภาพค่อนข้างต่ำคือช่วงเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน ปริมาณชีวมวลสัมพันธ์กับอินทรีย์คาร์บอนในดิน และปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน โดยอินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในดิน และเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนในดิน การสะสมอินทรีย์คาร์บอนในดินส่วนใหญ่ มักจะสะสมอยู่ในดินชั้นบนและลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น ซึ่งพื้นที่ที่มีอินทรีย์วัตถุมากจะมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินมากกว่าพื้นที่ที่มีอินทรีย์วัตถุน้อย (สำเริง, 2550 ; สิริกานดา, 2551)

อุณหภูมิอากาศ

จากข้อมูลของสถานีตรวจวัดอากาศห้วยหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ แสดงค่าเฉลี่ยรายเดือนสูงสุดของอุณหภูมิอากาศมีค่าเท่ากับ 35.8 องศาเซลเซียสในเดือนมีนาคม และค่าเฉลี่ยรายเดือนต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 27.7 องศา

เขตเขียสในเดือนมกราคม อุณหภูมิอากาศมีความสัมพันธ์กับอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากดินอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ $r^2 = 0.371$ ซึ่งเกิดจากสาเหตุที่ว่าอุณหภูมิอากาศไม่ได้ส่งผลโดยตรงต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน มีผลกระทบโดยตรงต่ออัตราการหายใจของต้นไม้ส่วนใหญ่ ช่วงของอุณหภูมิที่เหมาะสมในการหายใจของต้นไม้จะอยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอัตราการหายใจมีค่าเพิ่มขึ้น หากอุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส อัตราการหายใจจะลดลงเพราะเอนไซม์ทำงานได้ไม่ดีในอุณหภูมิต่ำ เมื่ออุณหภูมิเข้าใกล้ 0 องศาเซลเซียส อัตราการหายใจจะต่ำมาก (Devlin, 1975)

ความชื้นในอากาศ

จากข้อมูลของสถานีตรวจวัดอากาศหัวหิน จ.ประจวบคีรีขันธ์ ความชื้นในอากาศเฉลี่ยรายเดือนมีค่าอยู่ระหว่าง 63.17-73.46 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคม มิถุนายน และเดือน พฤศจิกายน ความชื้นในอากาศเฉลี่ยมีค่าสูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณความชื้นในอากาศเฉลี่ยรายเดือนต่ำสุดพบในเดือนธันวาคม เนื่องจากฝนไม่ตกติดต่อกันหลายเดือน ต้นไม้จะเริ่มผลัดใบ การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน กับความชื้นในอากาศ พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) มีค่า $r^2 = 0.09$

วิจารณ์ผลการทดลอง

อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินเฉลี่ยในแต่ละเดือนของพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร ต.ชะอำ จ.เพชรบุรี ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2552 พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวม 8 เดือนเท่ากับ 40.65 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน มีอัตราการปลดปล่อยสูงสุดในเดือน มิถุนายน 2552 เท่ากับ 117.61 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน และมีอัตราการปลดปล่อยต่ำสุดในเดือน มีนาคม 2552 เท่ากับ 26.58 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน นอกจากนั้นการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลอย่างชัดเจนในพื้นที่ศึกษา กล่าวคือ ในช่วงฝนมาก (เดือนพฤษภาคม มิถุนายน และพฤศจิกายน) จะมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย สูงกว่าในช่วงฝนน้อย (เดือนธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน)

สรุปผลการทดลองและเสนอแนะ

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลอย่างชัดเจนในพื้นที่ศึกษา กล่าวคือ ในช่วงที่มีปริมาณฝนมาก (เดือนพฤษภาคม มิถุนายน และพฤศจิกายน) มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย สูงกว่าในช่วงที่มีปริมาณฝนน้อย (เดือนธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน) ปัจจัยแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี มีความสัมพันธ์กันในทางบวก เรียงลำดับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) จากมากไปหาน้อย ได้ดังนี้ ความชื้นในดินที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ความชื้นในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิอากาศ ความชื้นอากาศ มีค่า r^2 เท่ากับ 0.93 0.92 0.72 0.37 0.09 ตามลำดับ โดยผลของอุณหภูมิอากาศและความชื้นอากาศมี

ความสัมพันธ์น้อยมาก ผลการศึกษามวลชีวภาพในครั้งนีพบว่า เพื่อให้การประเมินปริมาณผลผลิตมวลชีวภาพที่ได้มีความถูกต้อง แม่นยำมากยิ่งขึ้น ควรศึกษามวลชีวภาพในส่วนที่อยู่ใต้พื้นดินด้วย และการประเมินการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนในพื้นที่ป่าควรพิจารณาอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินใช้ร่วมกับข้อมูลอื่น ๆ เช่น อัตราการสังเคราะห์แสงของต้นไม้ในป่า การหายใจของลำต้น หรือข้อมูลการเปลี่ยนแปลงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของระบบนิเวศป่าไม้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร ต.ชะอำ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี ที่เอื้อเฟื้อพื้นที่ในการเก็บข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร ต.ชะอำ อ.ชะอำ จ.เพชรบุรี ที่อำนวยความสะดวกในการเข้าเก็บตัวอย่างในพื้นที่ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสนที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและตัวอย่างอากาศในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2537. ปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำ. กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ. 98 น.
- กรมพัฒนาที่ดิน. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พีช วัสดุปรับปรุงดิน. 2548. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ. 254 น.
- คณาจารย์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2547. จุลชีววิทยาทั่วไป. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 130 น.
- นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2542. อุทกวิทยาดินลุ่มน้ำ. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 20-34 น.
- เลอลักษณ์ จิตรดอน. 2534. จุลินทรีย์ในดิน. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 160 น.
- สิริกานดา วัชรชาติ. 2551. การศึกษาสมดุลคาร์บอนและการกักเก็บคาร์บอนในดินของสนป่าปลูกในดินเหนียวและดินร่วนปนทราย. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 59 น.
- สิริรัตน์ จันทรมหเสถียร ศิริภา โพธิ์พินิจ และวิลาวัลย์ วิเชียรพันธ์. 2547. การศึกษาปริมาณคาร์บอนในดินของระบบนิเวศป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณ. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้: ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต. 16-17 สิงหาคม 2547. โรงแรมมารวยการ์เด็น. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ. 321-343 น.
- สำเร็จ ปานอุทัย. 2550. การประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากดินในป่าเบญจพรรณผสมไม้. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 59 น.
- อำนาจ ชิดไธสง และ ณัฐพล ลิขัยกุล. 2548. การกักเก็บและปลดปล่อยคาร์บอนในดินป่าดิบแล้งดินป่าปลูกและดินทำการเกษตร. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้: ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต. 4-5 สิงหาคม 2548. โรงแรมมารวยการ์เด็น. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ. 95-105 น.

- Bazzaz, F.A. and W.E. Williams. 1991. Atmospheric CO₂ concentrations within a mixed forest: implications for seedling growth. *Ecology* 72: (1) 12-16.
- Blake, G. R. 1965. Particle density. In C.A. Blake. *et. al.* (eds.) *Methods of Soil Analysis. Part I* American Society of Agronomy Monograph No.9 Madison . Wisconsin U.S.A. 371 – 373.
- Devlin, R.M. 1975. *Plant Physiology*. Norstrand Co., New York.
- Rayment, M.B. and P.G. Jarvis. 2000. Temporal and spatial variation of soil CO₂ efflux in a Canadian boreal forest. *Soil Biol. Biochem.* 32: 35-45.
- Reynold, W.D, 1993, Particle Size Distribution In M.R. Carter . Ed. *Soil Sampling and Methods of Analysis. Part 3* . Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishers. 499-511.
- Topp, G.C. 1993 , Soil Water Content . In M.R. Carter .Ed. *Soil Sampling and Methods of Analysis, Part 3*. Canadian Society of Soil Science . Lewis Publishers. 541-557.
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chronic acid titration method. *Soil. Sci.* 37: 29-38.