



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

สายวิชาวิทยาศาสตร์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การเก็บกักและการปลดปล่อยคาร์บอนในดินของพื้นที่ป่าไม้

Carbon Stock and Emission in Forest Soils

นามผู้วิจัย นางสาวอมรรัตน์ แสงทอง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์เครือมาส สมักรการ, ประ.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์ศุภชัย อ่ำกา, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(อาจารย์รัฐติยา แซ่ปึ้ง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr)

. คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การเก็บกักและการปลดปล่อยคาร์บอนในดินของพื้นที่ป่าไม้

Carbon Stock and Emission in Forest Soils

โดย

นางสาวอมรรัตน์ แสงทอง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)

พ.ศ. 2552

อมรรัตน์ แสงทอง 2552: การเก็บกักและการปลดปล่อยคาร์บอนในดินของพื้นที่ป่าไม้
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ศรีอมาศ สมัครการ, ปร.ค. 77 หน้า

การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อวิเคราะห์การเก็บกักและการปลดปล่อยคาร์บอนในพื้นที่
ศึกษา ศึกษาปัจจัยแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์และ
ก๊าซมีเทนจากดินในป่าเบญจพรรณ พื้นที่อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี (SIEP)
และแปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
จ.นครปฐม (KPS) เก็บตัวอย่างดินและอากาศในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมิถุนายน 2552 เดือนละ
1 ครั้ง เก็บตัวอย่างอากาศ โดยวิธี Dark static chamber และวิเคราะห์การปลดปล่อยก๊าซ
คาร์บอน ไดออกไซด์และมีเทน โดย Gas Chromatography และเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์การ
เก็บกักและการปล่อยคาร์บอนจากดิน

การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่ SIEP และพื้นที่ KPS เฉลี่ย 8 เดือน
เท่ากับ 40.65 และ 29.33 g CO₂/m² ตามลำดับ พบอัตราการปลดปล่อยสูงสุดในเดือนมิถุนายน
2552 ทั้ง 2 พื้นที่ เท่ากับ 117.61 และ 120.46 g CO₂/m² ตามลำดับ และพบอัตราการปลดปล่อย
ต่ำสุดในพื้นที่ SIEP ในเดือนมีนาคม 2552 เท่ากับ 12.58 g CO₂/m² ส่วนพื้นที่ KPS พบอัตราการ
ปลดปล่อยต่ำสุดในเดือนธันวาคม เท่ากับ 21.97 g CO₂/m² ทั้งนี้ไม่พบการปลดปล่อยก๊าซมีเทน
ในช่วงระยะเวลาที่ศึกษาทั้ง 2 พื้นที่ การเก็บกักคาร์บอนในพื้นที่ SIEP และพื้นที่ KPS มีค่าเท่ากับ
53.05 และ 28.90 กรัม/ตารางเมตร ตามลำดับ การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีการ
เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลอย่างชัดเจน โคนในช่วงฤดูฝนค่าการปลดปล่อยมากกว่าฤดูแล้งประมาณ
67 และ 47 เปอร์เซ็นต์จากพื้นที่ SIEP และ KPS ตามลำดับพบว่าปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการ
ปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คือปริมาณน้ำฝน ความชื้นในดิน อินทรีย์วัตถุในดิน เป็นต้น

Amonrat Sangthong 2009: Carbon Stock and Emission in Forest Soils. Master of Science (Environmental Science and Technology), Major Field: Environmental Science and Technology, Division of Science. Thesis Advisor: Ms. Kruamas Smakgahn, Ph.D. 77 pages.

The study aims to estimate carbon stock and loss from forest soils, included considers influencing parameters on carbon loss as carbon-dioxide and methane to atmosphere from forest soil. The experiments were investigated in natural forest (mixed deciduous forest) at the Siridhorn International Environmental Park (SIEP), Phetchaburi province and Eucalyptus forest at Kasetsart University at Kamphaeng Saen (KPS), Nakornpathom province. The study was undertaken in November 2008 to June 2009. Air and soil samples were collected every month. The dark static chamber method was used to collect air sample and to be analyzed for carbon loss by Gas Chromatography. Soil samples were collected and to be analyzed to achieved soil properties included soil carbon loss and stock.

Average carbon-dioxide emissions rate for 8 months from SIEP and KPS site was 40.65 and 29.33 g CO₂/m², respectively. Highest emission rate was found in June 2009 from both sites, which was 117.61 and 120.46 g CO₂/m² from SIEP and KPS site, respectively. Lowest emission rate from SIEP site was found in March 2008 (12.58 g CO₂/m²). While, lowest emission rate from KPS site was 21.97 g CO₂/m², which was found in December 2009. However, methane emission from both study area were not found. Soil carbon stock in SIEP and KPS site were 53.05 and 28.90 g/m², respectively. The result showed seasonal plays importance role on carbon dioxide emission from both study sites. Carbon dioxide emission rate in rainy season was 67 and 47 % higher than the rate in dry season from SIEP and KPS site, respectively. The result can be concluded that amount of rainfed, soil moisture, soil organic carbon effect soil carbon loss in terms of CO₂ emission from both sites.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.เครือมาศ สัมครการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และอาจารย์ ดร.ศุภชัย อ่ำคา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาในเรื่องการเรียน การวางแผนการศึกษา การดำเนินชีวิต ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณประธานการสอบอาจารย์ ดร.แดงอ่อน พรหมมิ และผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ดร.ทรงธรรม สุขสว่าง ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สมบูรณ์

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนอุดหนุนการทำวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ที่เอื้อเฟื้อพื้นที่ศึกษา และอำนวยความสะดวกในการเข้าเก็บตัวอย่างในพื้นที่ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและตัวอย่างอากาศในการศึกษา ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่าน บุคลากรและเจ้าหน้าที่สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือที่ดี รวมถึงพี่ๆ น้องๆ และเพื่อนๆ ทุกคน ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อชีพ คุณแม่สุกัญญา แสงทอง ที่เคารพรักรยิ่ง ที่ได้เลี้ยงดูอบรมสั่งสอน ให้กำลังใจสนับสนุนและให้โอกาสทางการศึกษาแก่ข้าพเจ้าเสมอมา ขอขอบคุณพี่ชายพี่สาว ที่คอยสนับสนุนช่วยเหลือในการทำวิจัยและเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้ามาโดยตลอด ประโยชน์ใดอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ครู อาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนให้ข้าพเจ้ามีความรู้จนถึงปัจจุบัน

อมรรัตน์ แสงทอง

ตุลาคม 2552

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	24
อุปกรณ์	24
วิธีการ	25
ผลและวิจารณ์	36
สรุปและข้อเสนอแนะ	59
สรุป	59
ข้อเสนอแนะ	61
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	62
ภาคผนวก	69
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	77

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ก๊าซเรือนกระจกชนิดต่างๆ และแหล่งที่มา	7
2	อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินของป่าต่างๆ	18
3	แสดงการประมาณค่าการดูดซับคาร์บอนในพื้นที่ป่าไม้ในส่วนต่างๆ ของโลก	23
4	ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการเบื้องต้นบางประการของดินในพื้นที่ศึกษา	37
5	อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินเฉลี่ยในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2551 ถึง มิถุนายน 2552 บริเวณพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี	38
6	ค่าเฉลี่ยอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2551 ถึง มิถุนายน 2552 บริเวณพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัสข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน	40
7	ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นบางประการของดินในพื้นที่ศึกษา	55
ตารางผนวกที่		
1	ข้อจำกัดของสมบัติทางเคมีของดินที่ใช้ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน	71
2	อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน เช้า กลางวัน เย็น บริเวณพื้นที่ป่าเบญจพรรณอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี	72
3	อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน เช้า กลางวัน เย็น บริเวณพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม	73
4	ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิอากาศ ความชื้นอากาศ เฉลี่ยรายเดือน บริเวณพื้นที่ป่าเบญจพรรณอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี	74

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
5	ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิอากาศ ความชื้นอากาศ เฉลี่ยรายเดือน บริเวณพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม	75
6	ข้อมูลความชื้นในดินที่ระดับความลึก 15 และ 50 เซนติเมตร อินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 15 และ 50 เซนติเมตร เฉลี่ยรายเดือน บริเวณพื้นที่ป่าเบญจพรรณอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี	76
7	ข้อมูลความชื้นในดินที่ระดับความลึก 15 และ 50 เซนติเมตร อินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 15 และ 50 เซนติเมตร เฉลี่ยรายเดือน บริเวณพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม	77

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2393-2543 (ก) และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในช่วงปี พ.ศ. 2393-2543 (ข)	6
2	ลักษณะของพื้นที่ศึกษาทดลอง ณ ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี	26
3	ลักษณะของพื้นที่ศึกษาทดลอง ณ แปลงปลูกคาลิปัตส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม	26
4	แสดงชุดทดลองเก็บตัวอย่างอากาศ	27
5	แสดงกล่องเก็บตัวอย่างฝังลงในดินลึกลงไป 5 เซนติเมตร บริเวณพื้นที่แปลงปลูกคาลิปัตส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม	28
6	แสดงกล่องเก็บตัวอย่างฝังลงในดินลึกลงไป 5 เซนติเมตร บริเวณพื้นที่บริเวณพื้นที่อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี	28
7	แสดงจุดเก็บตัวอย่าง	29
8	อุปกรณ์การบ่มตัวอย่างดิน	34
9	อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน เช้า กลางวัน เย็น บริเวณป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ. เพชรบุรี	42
10	อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน ช่วงเช้า กลางวัน และเย็น จากแปลงปลูกคาลิปัตส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม	42
11	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน กับค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน พื้นที่ป่าอุทยาน สิ่งแวดล้อม นานาชาติสิรินธร จ. เพชรบุรี	43

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
12	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนกับค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม	44
13	กราฟแสดงปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร และ 50 เซนติเมตร พื้นที่ อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี	47
14	กราฟแสดงปริมาณความชื้นที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร และ 50 เซนติเมตรพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม	49
15	อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการบ่มดินพื้นที่อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติ สิรินธร จ.เพชรบุรี	57
16	อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการบ่มดินพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม	57

เก็บกักและการปลดปล่อยคาร์บอนในดินของพื้นที่ป่าไม้

Carbon Stock and Emission in Forest Soils

คำนำ

ปรากฏการณ์เรือนกระจกเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นบนโลก ซึ่งก่อให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ที่ทำให้เกิดความร้อนและอุณหภูมิที่เหมาะสมโดยการเก็บกักความร้อนเอาไว้ ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases : GHGs) ที่สำคัญ ได้แก่ ใอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซมีเทน (CH₄) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) เป็นต้น ซึ่งมีอยู่โดยธรรมชาติ การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกอย่างรวดเร็วส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อม อีกทั้งการตัดไม้ทำลายป่าเป็นการทำลายแหล่งเก็บกักคาร์บอนที่ต้นไม้ดูดซับไว้ระหว่างการเจริญเติบโตจากการสังเคราะห์แสง ซึ่งต้นไม้เก็บคาร์บอนไว้ในรูปของเนื้อไม้และองค์ประกอบต่างๆ ของต้นไม้ รวมถึง ชีวมวลที่ร่วงหล่นสู่พื้นดิน การนำไม้จากการตัดไม้ทำลายป่าเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์โดยการเผา จะเป็นการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศอีกทางหนึ่ง ดังนั้นหากมีการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อนำไปใช้ประโยชน์โดยไม่มี การปลูกทดแทนจะทำให้วงจรที่ทำหน้าที่ควบคุมก๊าซเรือนกระจกเสียสมดุล

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (global climate change) ในปัจจุบันมีความรุนแรงและ ความถี่มากขึ้นในแต่ละรอบปี สาเหตุเกิดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มมากขึ้นในชั้นบรรยากาศ โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีความเข้มข้นในบรรยากาศสูงสุดเมื่อเทียบกับก๊าซเรือนกระจกตัวอื่น อีกทั้งเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (global warming) และหากพิจารณาในช่วง 100 ปีที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกมีค่าสูงขึ้นประมาณ 0.3- 0.6 องศาเซลเซียส นับตั้งแต่ศตวรรษที่ 19 (IPCC, 2001)

การกักเก็บคาร์บอน (carbon sequestration) ในดินของพื้นที่เกษตรและป่าไม้เป็นแนวทางหนึ่ง ที่หลายประเทศนำไปใช้เพื่อประโยชน์ในการลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เนื่องจากเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดี ต้นทุนต่ำ และสามารถดำเนินการได้ทันที (Updegraff *et al.*, 2005; Lal, 2004) โดยอาศัยการสังเคราะห์แสงของพืชในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ไปเก็บสะสมไว้ในส่วน

ของเนื้อเยื่อพืช (ลำต้น ใบ ผล และราก) และเมื่อเศษซากพืชเหล่านี้หลุดร่วงหรือตายลง สารอินทรีย์เหล่านั้นจึงถูกย่อยสลาย และบางส่วนที่ย่อยสลายยาก เช่น สารฮิวมัส คงเก็บสะสมอยู่ในดินต่อไปในรูปของอินทรีย์วัตถุ (soil organic matter) การรับอนอาจคงอยู่ในดินได้เป็นเวลายาวนาน เป็นร้อยหรือพันปี (Campbell, 1967; Post, 2000; Lal, 2004) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและการจัดการดินในพื้นที่

การวิจัยครั้งนี้เล็งเห็นความสำคัญของการศึกษาศึกษาสภาพการเก็บกักและการปลดปล่อยคาร์บอนจากดินในพื้นที่ป่า โดยทำการศึกษาในพื้นที่ป่าไม้ของอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี และแปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บไว้ในดินและการปลดปล่อยคาร์บอนจากดินในพื้นที่ศึกษา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์การเก็บกักอินทรีย์คาร์บอนและองค์ประกอบของอินทรีย์คาร์บอนในดินของพื้นที่ป่า
2. เพื่อวิเคราะห์การปลดปล่อยก๊าซและการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนจากป่าสู่บรรยากาศ



การตรวจเอกสาร

1. ภาวะโลกร้อน

ภาวะโลกร้อน หมายถึง ภาวะที่อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงซึ่งมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงในภาวะปกติอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากภายในหรือภายนอกโลก ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของโลกทั้งสิ้น (สุกานดา, 2533) ทั้งนี้ในภาวะปกตินั้น ขบวนการที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวโลกคงที่นั้น อธิบายว่าเมื่อผิวโลกได้รับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ส่งผลให้พื้นผิวเหล่านั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้นจากปกติและเกิดการแผ่รังสีความร้อน (รังสีอินฟราเรด) กลับสู่บรรยากาศ ซึ่งความร้อนเหล่านี้จะถูกกักเก็บอยู่ระหว่างพื้นผิวโลกและอากาศที่สูงขึ้นไปในชั้นบรรยากาศ รังสีความร้อนที่ถูกกักเก็บอยู่ในโลกนั้นเกิดจากการดูดซับรังสีความร้อนของเมฆและก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเมื่อเมฆหรือก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้มีอุณหภูมิสูงขึ้นก็จะแผ่รังสีความร้อนกลับสู่พื้นผิวของโลก ทำให้ผิวโลกมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 15 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของโลกค่อยๆ สูงขึ้นและค่อยๆ สะสมเพิ่มขึ้น (IPCC, 2001)

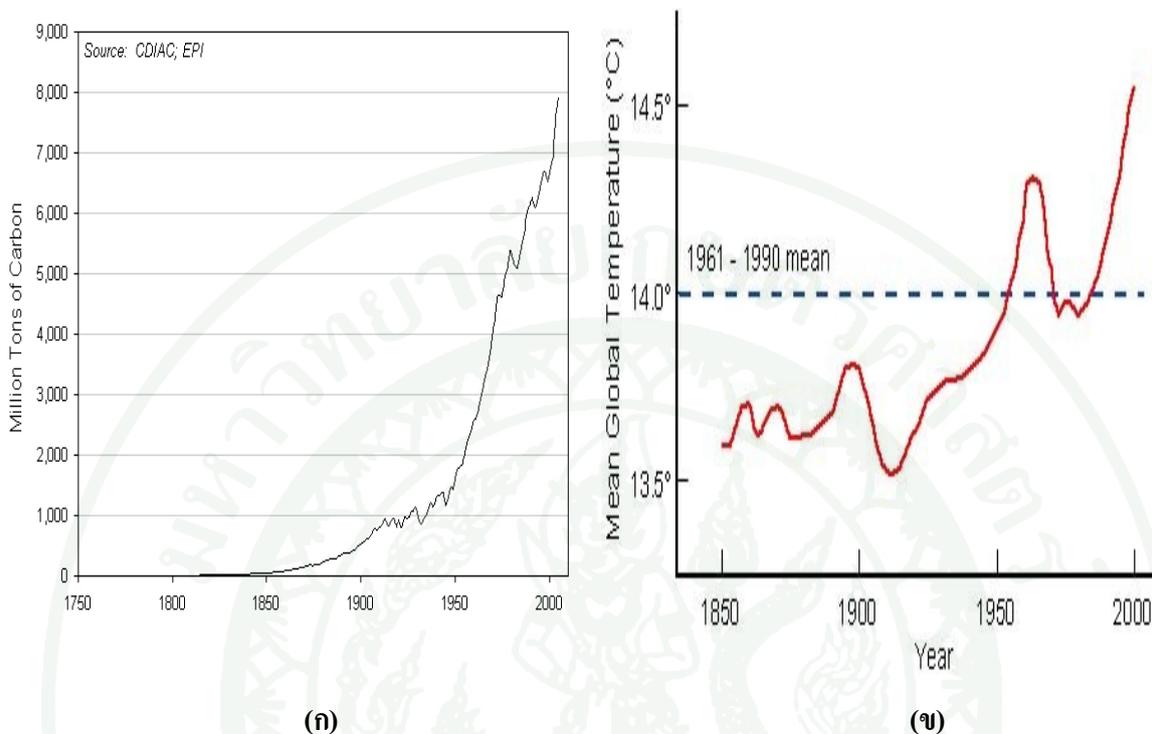
2. ก๊าซเรือนกระจก

การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิล ในภาคอุตสาหกรรมและพลังงาน รวมถึงจากพื้นที่เกษตร โดยกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การทำลายป่าไม้ การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหิน และน้ำมัน รวมถึงการผลิตปูนซีเมนต์ในอุตสาหกรรมปูน สิ่งเหล่านี้ล้วนเร่งการปลดปล่อยคาร์บอนที่เก็บสะสมอยู่ในแหล่งตามธรรมชาติให้ปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น สถานการณ์การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยจากสำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในปี 2546 พบว่า การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิมีค่าเท่ากับ 344.2 ล้านตันเทียบเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂ equivalent) คิดเป็นปริมาณร้อยละ 0.6 ของโลก อาจกล่าวได้ว่า การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยเมื่อเทียบกับประเทศต่างๆ ทั่วโลกมีปริมาณน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอุตสาหกรรม เช่น สหรัฐอเมริกาและจีน ด้วยเหตุนี้คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) กล่าวว่ากิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์เป็นตัวการและแหล่งที่มาสำคัญของการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศ (Smith, 1999) ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน อันเนื่องมาจากปรากฏการณ์เรือนกระจก นั่นเอง

นักวิทยาศาสตร์หลายท่านทั่วโลก เชื่อว่าการที่อุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นผิวโลกมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เกิดขึ้นหลังการปฏิวัติอุตสาหกรรมในปี ค.ศ. 1850 โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ (ภาพที่ 1) กล่าวคือ ในช่วงระหว่างปี 2393-2543 อุณหภูมิเฉลี่ยผิวโลกสูงขึ้นจากเดิมประมาณ 0.2-0.3 องศาเซลเซียส (สุขประโชค, 2549) ขณะที่ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศก่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรมมีค่าเพิ่มจาก 285 ppmv และที่ 562 เป็น 336 ppmv ในปี 2541 ซึ่งคิดเป็นปริมาณการเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 28 ในช่วง 150 ปีที่ผ่านมา ในขณะที่ช่วง 10 ปีที่ผ่านมาอัตราการเพิ่มขึ้นอัตรานี้ทำให้เกิดการสะสมของปริมาณคาร์บอนในบรรยากาศเพียงปีละประมาณ 3.3 จิกกะตันต่อปี (อรรถชัย, 2547) โดยมีการคาดการณ์ว่าในช่วงปี 2533-2643 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยบริเวณผิวโลกน่าจะเพิ่มขึ้นอีกประมาณ 1.1-6.4 องศาเซลเซียส (IPCC, 2007)

ก๊าซเรือนกระจก เช่น มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และไอน้ำ เป็นก๊าซที่พบอยู่ทั่วไปในชั้นบรรยากาศ โดยก๊าซเหล่านี้ทำหน้าที่เก็บสะสมความร้อนเพื่อทำให้โลกอบอุ่นขึ้นนับจากยุคน้ำแข็ง หากไม่มีก๊าซเรือนกระจก อุณหภูมิของผิวโลกน่าจะต่ำมากจนถึง -20 องศาเซลเซียส แทนที่จะเป็น 15 องศาเซลเซียส (Kiehl and Trenberth, 1997) ทราบว่าที่ปริมาณก๊าซเรือนกระจกอยู่ในระดับที่ค่อนข้างคงที่และอุณหภูมิโลกยังคงสมดุล ในช่วงศตวรรษที่ 19 เป็นต้นมา กิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และการใช้เชื้อเพลิงจากแหล่งฟอสซิล เป็นสาเหตุหลักทำให้ที่ดินเสื่อมโทรม และเนื่องจากที่อุณหภูมิสูงการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุและอินทรีย์สารในดินเกิดได้ดี (อรวรรณ, 2550) คาร์บอนในรูปพลังงานจากฟอสซิลถูกนำมาใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น ทำให้คาร์บอนจากแหล่งสะสมเหล่านี้ปลดปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่พบมีปริมาณความเข้มข้นสูงขึ้นมา เป็นเหตุให้วงจรกิจกรรมคาร์บอนในธรรมชาติจากแหล่งต่างๆ ได้แก่ มหาสมุทร พืชพรรณ ดิน และบรรยากาศ เกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากสมดุล ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศที่มีปริมาณมากเป็นเสมือนตัวขวางกั้นการสะท้อนของรังสีคลื่นยาว (รังสีอินฟราเรด) กลับสู่ชั้นบรรยากาศ ทำให้พลังงานความร้อนถูกเก็บสะสมไว้เพิ่มมากขึ้น (นิพนธ์, 2549) อุณหภูมิของผิวโลกเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น และเกิดเป็นภาวะโลกร้อน ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่รุนแรง

Global Carbon Emissions from Fossil Fuel Burning,
1751-2005



ภาพที่ 1 การปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ตั้งแต่ปี 2393-2543 (ก) และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยของโลกในช่วงปี 2393-2543 (ข)

ที่มา: Florence (2006)

ตารางที่ 1 ก๊าซเรือนกระจกชนิดต่างๆ และแหล่งที่มา

ชื่อก๊าซ	แหล่งกำเนิด	ระยะเวลา โดยเฉลี่ยที่ อยู่ใน บรรยากาศ (ปี)	ศักยภาพใน การสร้าง ปรากฏการณ์ เรือนกระจก	ปริมาณที่มีอยู่ ในบรรยากาศ (ร้อยละ)	อายุใน บรรยากาศ
คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	การเผาเชื้อเพลิง ฟอสซิล การตัดไม้ และ เผาทำลายป่า	<10	1	57	500 ปี
มีเทน (CH ₄)	ทุ่งข้าว สัตว์เคี้ยว เอื้อง การถมพื้นที่ ผลผลิตจาก เชื้อเพลิงฟอสซิล	10	25	12	7-10 ปี
ไนตรัสออกไซด์ (N ₂ O)	ปุ๋ยที่มีไนโตรเจน เป็นองค์ประกอบ การเผาป่า การเผา ไร่ นา หรือพื้นที่ เกษตรกรรมอื่น ๆ	170	310	6	140-190 ปี
คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFC's)	สารทำความเย็น ตัวทำละลายทาง เคมี โฟม	60-100	15,000	25	65-110 ปี
เปอร์ฟลูออโรมีเทน (CF ₄)	อุตสาหกรรม อลูมิเนียม	50,000	6,500	เล็กน้อย	อยู่ได้หลาย ชั่วโมง
ซัลเฟอร์เฮกซาฟลูออไรด์ (SF ₆)	Dielectric fluid	3,200	23,900	เล็กน้อย	อยู่ได้หลาย ชั่วโมง

ที่มา: Peter (2005)

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซเรือนกระจกกับวงจรคาร์บอนในโลก

คาร์บอนเป็นธาตุหนึ่งที่สำคัญ และเป็นองค์ประกอบหลักในสิ่งมีชีวิตซึ่งในธรรมชาติพืชและจุลินทรีย์ เป็นผู้มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงวงจรคาร์บอนในโลก พืชทำหน้าที่เปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาเก็บสะสมไว้ในรูปสารประกอบอินทรีย์ในส่วนต่างๆ ของพืช โดยผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง และจุลินทรีย์ในดินทำหน้าที่ย่อยสลายเพื่อเปลี่ยนรูปคาร์บอนอินทรีย์ในเศษซากพืชและสัตว์ที่ตายลงให้กลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปล่อยกกลับคืนสู่ชั้นบรรยากาศ ทำให้คาร์บอนเข้าสู่วงจรคาร์บอน (carbon cycle) อีกครั้ง นอกจากนี้คาร์บอนบางส่วนที่ไม่ถูกย่อยสลายโดย จุลินทรีย์ในดิน สามารถเก็บสะสมไว้ในดินในรูปสารประกอบอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ยาก เช่น ฮิวมัส (humus) สารประกอบคาร์บอนेट รวมถึงในรูปของแหล่งพลังงานฟอสซิล (น้ำมัน ถ่านหิน) อีกด้วย

นาฏสุดา (2547) รายงานว่าวิธีการที่ดีที่สุดในการเก็บกักก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คือการเก็บกักคาร์บอนไว้ในต้นไม้และผลิตภัณฑ์ของไม้ที่มีอายุการใช้งานที่ยืนยาว ต้นไม้และป่าไม้เป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอนที่สำคัญ โดยทั่วไปคาร์บอนอินทรีย์ประมาณครึ่งหนึ่งเก็บไว้ในมวลชีวภาพของต้นไม้ (ในรูปน้ำหนักแห้ง) โดยเก็บสะสมไว้ในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ ได้แก่ ราก ลำต้น กิ่งก้านและใบ

3. ผลงานที่มีมาก่อน

Von Arnold *et al.* (2004) ศึกษาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และ ไนตรัสออกไซด์ จากดินในป่าสนบนพื้นที่ประมาณ 9 ตารางกิโลเมตร โดยใช้ dark chamber techniques ใน 5 พื้นที่ โดยศึกษาถึงระดับน้ำใต้ดิน ประมาณ 17 และ 27 เซนติเมตร พบว่ามีการปล่อยก๊าซทั้ง 3 ชนิดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นในดินและความแตกต่างของชนิดป่า และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการปล่อยก๊าซทั้ง 3 ชนิดในบริเวณที่มีความชื้นในดินสูง และบริเวณที่มีความชื้นต่ำ และมีต้นหญ้าขึ้นหนาแน่น พบว่าอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตรงบริเวณที่มีความชื้นสูงสูงกว่าบริเวณที่มีความชื้นต่ำ ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่าง 0.8-1.2 กิโลกรัม/ตารางเมตร/ปี อัตราการปล่อยก๊าซมีเทน บริเวณที่มีความชื้นสูงต่ำกว่าบริเวณที่มีความชื้นต่ำโดยอยู่ในช่วงระหว่าง 10.6 – 12.2 กรัม/ตารางเมตร/ปี และอัตราการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ ตรงบริเวณที่มีความชื้นต่ำมีค่าต่ำกว่า บริเวณที่มีความชื้นสูงอยู่ในช่วงระหว่าง 30-90 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/ปี

Li *et al.* (2004) ศึกษาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากป่าโดยใช้ Forrest-DNDC Model ในพื้นที่ 2 แห่งได้แก่ Minnesota (MN) และ Florida (FL) สหรัฐอเมริกา โดยศึกษาปัจจัยหลายประเภท เช่น การเจริญเติบโตของพืช สารอินทรีย์ในดิน ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการศึกษาช่วงการเจริญเติบโตของพืช 50 ปีแรก มีประมาณที่ 237 ถึง 262 กิโลกรัมคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี สำหรับของ MN และ FL ส่วน 51-100 ปี พืชมีการเจริญเติบโตอยู่ที่ 1,118 และ 227 กิโลกรัมคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี สำหรับของ MN และ FL ปริมาณสารอินทรีย์ในดินที่ประเมินได้นั้นพบว่า FL มีสารอินทรีย์ 3,873 กิโลกรัมคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี ซึ่งสูงกว่า MN 786 kg กิโลกรัมคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากพื้นที่ MN มีค่า 2,049 กิโลกรัมคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี ส่วน FL มีค่า 5,450 กิโลกรัมคาร์บอน/เฮกตาร์/ปี

อภิญา (2548) ศึกษาการควบคุมก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากป่าไม้รวมทั้งศักยภาพในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากป่าในด้านต่างๆ เช่น จากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช การหายใจของพืช การเน่าเปื่อยผุสลายของสัตว์ที่ตายลงในป่า ซึ่งมีความสัมพันธ์กับวัฏจักรคาร์บอน รวมทั้งศักยภาพในการดูดซับก๊าซเรือนกระจก เช่น ต้นไม้ในป่าที่ปกคลุมเป็นตัวแทนคาร์บอน และสะสมคาร์บอนไว้ในลำต้น จากการศึกษาในภาพรวมและได้เสนอแนวทางการแก้ไขไว้พบว่า การปลูกต้นไม้ในพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร และไม่ให้ทำลายป่า จะสามารถเป็นแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 0.5 จิกะตัน/ปี ความสามารถในการแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไม้และดิน ประมาณร้อยละ 23 จากการประมาณค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ต้นไม้ดูดซับและเก็บกักอยู่ในดินเท่ากับ 330 จิกะตัน และในดินเท่ากับ 660 จิกะตัน

อำนาจและณัฐพล (2548) ศึกษาการกักเก็บและปลดปล่อยคาร์บอนในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆ กัน พบว่าปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินที่มีความลึก 0-50 เซนติเมตร ในดินป่าธรรมชาติ (ป่าดิบแล้ง) มีปริมาณสูงที่สุด คือ 118 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ รองลงมาคือ ดินในพื้นที่ป่าปลูก (กระถินเทพา อายุ 16 ปี) และดินทำการเกษตร มีค่า 66 และ 60 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ โดยมากกว่าร้อยละ 50 ของปริมาณคาร์บอนทั้งหมดถูกกักเก็บไว้ในชั้นความลึกระหว่าง 0-20 เซนติเมตร (ดินชั้นบน) และเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ทำการเกษตร (ข้าวโพด) พบว่าในพื้นที่ปลูกป่ากระถินเทพาเป็นเวลา 16 ปี สามารถเพิ่มปริมาณคาร์บอนสะสมในดินได้มากกว่าประมาณ 10 ตันต่อเฮกตาร์ในขณะที่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ปลดปล่อยออกมาจากพื้นที่เหล่านี้มีค่าอยู่ระหว่าง 12-17 ตันคาร์บอน

ต่อเฮกแตร์ต่อปี ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยควบคุมหลายๆอย่าง เช่น สภาพภูมิอากาศ คุณสมบัติของดินทั้งทางด้านฟิสิกส์ เคมีและชีวภาพ และวิธีการจัดการดิน (soil management practices) ในพื้นที่

Miehle *et al.* (2006) ศึกษาความสามารถในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากยูคาลิปตัส โดยใช้ Forest-DNDC Model ช่วยในการประเมินวัฏจักรคาร์บอนและไนโตรเจน โดยทำการศึกษาในช่วงที่พืชมีอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป พบว่าความสามารถในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีค่าอยู่ระหว่าง 23.5 และ 12.6 ตัน/เฮกแตร์ คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.65 โดยพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากยูคาลิปตัสครั้งนี้ อายุของต้นยูคาลิปตัส ซึ่งอยู่ระหว่าง 2-6 ปี ชนิดพันธุ์ของต้น ยูคาลิปตัสที่ใช้ปลูก ชนิดของดินที่ใช้ปลูกต้นยูคาลิปตัส ความสูงของต้นยูคาลิปตัส ความหนาแน่นของต้นยูคาลิปตัส รวมถึงอินทรีย์วัตถุในดินที่ใช้ปลูกต้นยูคาลิปตัสด้วย

Ullah *et al.* (2008) ศึกษาอิทธิพลของชนิดของป่าและระดับภูมิประเทศต่อศักยภาพการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์และก๊าซมีเทน ในดินพื้นที่ป่า 3 ประเภท ได้แก่ boreal forest, pine forest, wetland forest พบว่า ดินในป่าชนิด wetland forest มีความสามารถในการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ และก๊าซมีเทน ได้มากกว่าป่าอีก 2 ชนิด เนื่องจากป่าชนิด wetland forest มีการปล่อยธาตุไนโตรเจนจากดินของแบคทีเรียกลุ่ม Methanogen ดินในป่าชนิด wetland forest ปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ ต่ำกว่าป่าชนิด pine forest และป่าชนิด boreal forest ปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ ต่ำกว่าป่าทั้ง 2 ชนิด ป่าชนิด boreal forest ปล่อยก๊าซมีเทนต่ำที่สุด และป่าชนิด pine forest ปล่อยก๊าซมีเทนใกล้เคียงกับป่าชนิด wetland forest

สำเร็จ (2550) ศึกษาการประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในป่าเบญจพรรณผสมไม้ ด้วยวิธี Close Dynamic Chamber Method พบว่ามีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสูงสุดในเดือนสิงหาคมเท่ากับ 2.199 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/วินาที และมีอัตราการปล่อยต่ำสุดเดือนธันวาคมเท่ากับ 0.093 มิลลิกรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/วินาที และพบว่าปัจจัยแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินที่มีความสัมพันธ์กันในทางบวก เรียงลำดับจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) จากมากไปน้อย ได้แก่ ความชื้นในดิน ปริมาณน้ำฝน ความชื้นในอากาศ และอุณหภูมิดิน เป็นต้น

4. คาร์บอนในดิน

4.1 สมดุลคาร์บอน

สมดุลคาร์บอน หมายถึง สภาวะที่คาร์บอนในระบบมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารขาเข้า (carbon input) และสารขาออก (carbon output) ในปริมาณคงที่ หรืออยู่ในระดับที่ไม่ทำให้สมดุลเดิมของคาร์บอนในระบบเปลี่ยนแปลง แหล่งที่มาของคาร์บอนในดินส่วนใหญ่มาจากเศษซากพืชและสัตว์ รวมถึงการหมุนเวียนของรากพืช สารอินทรีย์ที่พืชปลดปล่อยออกมาทางราก (root exudation) และเซลล์ของจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงสมดุลคาร์บอนในระบบเกี่ยวข้องกับ 2 กระบวนการหลักที่สำคัญ คือ การสังเคราะห์แสง และการหายใจ

4.2 การกักเก็บคาร์บอนในดิน

การกักเก็บคาร์บอนในดินเป็นหนึ่งในแนวทางการจัดการคาร์บอนเพื่อลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ โดยอาศัยกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชในการเปลี่ยนรูปคาร์บอนอินทรีย์ (CO_2) เป็นคาร์บอนอินทรีย์กักเก็บไว้ในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของพืช ทั้งในส่วนที่อยู่เหนือดิน ได้แก่ ลำต้น กิ่ง และใบ และส่วนที่อยู่ใต้ดิน คือ ราก แหล่งที่มาของคาร์บอนในดินที่สำคัญมาจากเศษซากพืช ที่ร่วงหล่นลงดิน และสารอินทรีย์ที่พืชปลดปล่อยออกมาทางรากพืช รวมทั้งรากพืชที่ตายแล้ว คาร์บอนที่กักเก็บอยู่ในดินสามารถเก็บไว้ได้นานและคงทนกว่าการกักเก็บไว้ในมวลชีวภาพของพืชเนื่องจากคาร์บอนในดินสลายตัวได้ช้ากว่า จากการประเมินโดยใช้ ^{14}C ซึ่งให้เห็นว่าคาร์บอนสามารถอยู่ในดินได้นานกว่า 6,000 ปี (พจนีย์ และ ทวีศักดิ์, 2541)

ดินเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนที่สำคัญ โดยจากการคำนวณปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในดินและพืชทั่วโลกมีอยู่ประมาณ $2,300 \times 10^{15}$ กรัม (IPCC, 2001) เมื่อเทียบกับปริมาณคาร์บอนในอากาศที่มีประมาณ 760×10^{15} กรัม ปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในดินมีปริมาณมากกว่าในอากาศ ประมาณ 3 เท่า (LaI, 2005) สำหรับประเทศไทยคาร์บอนในดินมีประมาณ 6.2×10^{15} กรัม (พจนีย์ และ ทวีศักดิ์, 2541) โดยปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บไว้ในดินนี้มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาาระหว่างระบบนิเวศบนบกและบรรยากาศ ขึ้นอยู่กับสมดุลระหว่าง 2 กระบวนการหลัก คือ การสังเคราะห์แสงที่มีผลทำให้ดินเป็นแหล่งสะสมคาร์บอน และการหายใจของดินซึ่งเป็นการปลดปล่อยคาร์บอนจากผิวดินในรูปของก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ โดยทั่วไปคาร์บอนในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์คาร์บอน ได้แก่สารประกอบฮิวมัส ซึ่งเป็นคาร์บอนที่เสถียร เนื่องจากมีโครงสร้างที่ซับซ้อน จึงย่อยสลายได้ยากและส่วนน้อยที่พบในรูปสารอนินทรีย์คาร์บอน เช่น สารประกอบคาร์บอเนต เนื่องจากคาร์บอนในดินเป็นส่วนที่เกิดการเปลี่ยนรูปได้ง่ายกว่าคาร์บอนในรูปสารอนินทรีย์ ทำให้อินทรีย์คาร์บอนเป็นเสมือนตัวควบคุมสมดุลการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในดิน จากการศึกษาของพจนีย์และทวิศักดิ์ (2541) พบว่าที่ระดับความลึก 0-100 เซนติเมตร ซึ่งเป็นมาตรฐานความลึกที่ใช้ในการประเมินปริมาณคาร์บอนรวม สรุปได้ว่า ประเทศไทยมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนรวมทั้งหมดประมาณ $6,211,706 \times 10^6$ กิโลกรัม หรือ 6,211.7 ล้านตัน และอนินทรีย์คาร์บอนรวมทั้งหมดประมาณ $184,049 \times 10^6$ กิโลกรัมหรือ 184 ล้านตัน โดยปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สะสมในดินมีความผันแปรขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความชื้นในดิน ลักษณะโครงสร้างของดิน และระดับความลึกของดิน

4.3 การเปลี่ยนแปลงคาร์บอนในดิน

4.3.1 การหายใจของดิน

การหายใจของดิน (soil respiration) เป็นกระบวนการออกซิไดซ์สารประกอบอินทรีย์คาร์บอนในเศษซากพืชและซากสัตว์ ที่ร่วงลงสู่ดินไปเป็นสารอินทรีย์ในดิน (Soil Organic Matter) โดยอาศัยกิจกรรมของเอนไซม์ภายในเซลล์จุลินทรีย์แล้วปลดปล่อยเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ออกจากผิวดินไปสู่บรรยากาศ รวมทั้งการหายใจของสิ่งมีชีวิตในดิน เช่น สัตว์ในดิน จุลินทรีย์และการหายใจของรากพืชด้วย ค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินของโลก โดยประมาณมีค่าอยู่ระหว่าง 50-75 พันล้านตันคาร์บอนต่อปี (Rayment and Jarvis, 2000) การหายใจโดยใช้ออกซิเจนเป็นกระบวนการสร้างพลังงานที่ดีและมีประสิทธิภาพที่สุด ซึ่งมีน้ำตาลกลูโคสเป็นสารตั้งต้น (Meyer and Anderson, 1952) สามารถเขียนสมการการหายใจได้ดังนี้



ปัจจัยที่มีผลควบคุมอัตราการหายใจของดินผันแปรไปตามสมบัติของดิน และพีชพรรณที่ปกคลุม (พงษ์ศักดิ์, 2538) โดยทั่วไปเมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในดินมีปริมาณมาก จำนวนจุลินทรีย์ในดินสูง อุณหภูมิดินและความชื้นเหมาะสม การถ่ายเทอากาศดี จะทำให้การปลดปล่อยคาร์บอนจากดินสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้อายุของพีชพรรณเป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อการหายใจของดิน โดยพีชจะมีอัตราการหายใจต่ำในช่วงที่มีอายุน้อยและมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระดับสูงสุดเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ จากนั้นค่าจะลดลงจนกระทั่งพีชตาย (สมบุญ, 2548)

5. ป่าไม้

ทรัพยากรป่าไม้ หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติมีประโยชน์สามารถสนองความต้องการของมนุษย์ได้ หรือมนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น บรรยากาศ ดิน น้ำ พืชเห็ด ป่าไม้ สัตว์ป่า แร่ธาตุ พลังงาน รวมทั้งพลังงานจากมนุษย์ได้ ป่าไม้ในแง่นิเวศวิทยา หมายถึง สังคมของต้นไม้และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันและปกคลุมเนื้อที่กว้างใหญ่ มีการใช้ประโยชน์จากอากาศ น้ำ และวัตถุธาตุต่างๆ ในดินเพื่อการเจริญเติบโตจนถึงอายุขัยและการสืบพันธุ์ของตนเองทำให้เกิดผลผลิตและบริการที่จำเป็นแก่มนุษย์ (กรมป่าไม้, 2549)

5.1 ประเภทของป่าไม้

5.1.1 ป่าดิบเขา (Hill evergreen forest) ป่าชนิดนี้จะถูกปกคลุมอยู่ในพื้นที่ที่มีระดับความสูงเกินกว่า 1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ลักษณะของป่าที่ปรากฏจะมีเรือนยอดปกคลุมกันอย่างหนาแน่น แสงสว่างจากดวงอาทิตย์ที่ส่องผ่านมายังพื้นดินจึงมีน้อย บริเวณหุบเขาสภาพป่ามีความสมบูรณ์

5.1.2 ป่าดงดิบชื้น (Tropical evergreen forest) มีมากทางภาคใต้และทางภาคตะวันตกของไทย ป่าไม้ประเภทนี้มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ เพราะเป็นแหล่งที่ให้ไม้ที่ใช้ในการก่อสร้างภายในประเทศ ไม้พวกนี้ได้แก่ ไม้ยาง ไม้ตะเคียนทอง ไม้พยุง ไม้ชิงชัน เป็นต้น เป็นป่าที่มีมากที่สุดของประเทศ

5.1.3 ป่าเบญจพรรณ หรือ ป่าผสมผลัดใบ (Mixed deciduous forest) ส่วนใหญ่พบตามภาคเหนือ และพบไม้ที่สำคัญ ได้แก่ ไม้สัก ไม้มะค่าโมง ไม้ประดู่ เป็นต้น ป่าชนิดนี้ในประเทศไทย ปรากฏตามธรรมชาติในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคอีสาน ครอบคลุมต่ำลงไปถึงจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ตอนบน มีปรากฏที่ระดับความสูงตั้งแต่ 50 เมตร จากระดับน้ำทะเลขึ้นไปจนถึง 800 เมตร หรือมากกว่านี้ในบางจุด มีปริมาณน้ำฝนต่ำกว่า 1,600 มิลลิเมตรต่อปีหรือน้อยกว่านี้ ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 1,200-1,400 มิลลิเมตรต่อปี การกระจายในแต่ละท้องถิ่นขึ้นอยู่กับความแปรผันของปัจจัยแวดล้อม ดังเช่นบนลาดเขาทางทิศตะวันตกของประเทศในภาคเหนือ มักพบที่ระดับความสูงต่ำกว่า 700 เมตรจากระดับน้ำทะเล แต่ด้านลาดทางทิศตะวันออกมักขึ้นไปสูงกว่านี้ บริเวณริมลำห้วยในบางพื้นที่ที่มีสภาพชื้นมากอาจพบป่าไม้ผลัดใบเป็นแถบเล็ก ๆ และเหนือขึ้นไปเป็นป่าเบญจพรรณที่มีไม้ไผ่ผสมอยู่ สูงขึ้นไปอีกอาจเป็นป่าเต็งรังหรือป่าเบญจพรรณระดับสูงแล้งแล้วแต่สภาพพื้นที่ ในบริเวณที่มีดินพัฒนามาจากหินปูน มีความลึกมาก ปริมาณหินบนผิวดินน้อย มักปกคลุมด้วยป่าเบญจพรรณที่มีไม้สักเป็นไม้เด่นในชั้นเรือนยอด โดยเฉพาะในทางภาคเหนือของประเทศ หากเป็นภาคกลางหรือภาคตะวันออกมักเป็นสังคมป่าเบญจพรรณระดับต่ำซึ่งไม่มีไม้สักปรากฏอยู่ โดยทั่วไปอาจกล่าวได้ว่าสังคมป่าเบญจพรรณที่มีไม้สักเป็นไม้เด่นมีพบกระจายตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ขึ้นไปจนถึงภาคเหนือและไม่ปรากฏในภาคตะวันออก

ระบบนิเวศของป่าเบญจพรรณ ป่าชนิดนี้มีระบบนิเวศที่แตกต่างอย่างเด่นชัดจากป่าดงดิบชนิดต่างๆ ทั้งนี้เนื่องจากการมีฤดูกาลที่แยกกันค่อนข้างชัดเจนคือมีช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งเด่นชัดการสร้างอินทรีย์วัตถุมากกว่าร้อยละ 90 เกิดขึ้นในช่วงต้นฤดูฝน ปัจจัยสำคัญที่ควบคุมการสร้างผลผลิตขั้นมูลฐานก็คือความชื้นในดิน พรรณไม้ส่วนใหญ่มีการพักตัวในช่วงฤดูแล้ง ผลัดใบ หยุดการปรุงอาหาร พักตัวและจัดสภาพทางสรีรวิทยาเพื่อการเติบโตในฤดูฝนใหม่ อย่างไรก็ตามการออกดอกออกผลของพรรณไม้หลายชนิดเกิดขึ้นในช่วงฤดูแล้ง ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการโปรยเมล็ดในจังหวะพอเหมาะกับความชื้นบนผิวดินเพื่อการงอกและการเติบโตของกล้าไม้ (อุทิศ, 2542)

5.1.4 ป่าเต็งรัง (Dry dipterocarp forest) หรือป่าแดง เป็นป่าโปร่ง ต้นไม้ไม่สูงใหญ่ ไม้จากป่านี้ส่วนใหญ่นำไปใช้สร้างบ้านเรือน ทำรั้ว ทำเสา ได้แก่ ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้พะยอม ไม้ประดู่ เป็นต้น

5.1.5 ป่าชายเลน (Mangrove forest) ส่วนใหญ่ขึ้นทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ของประเทศ ไม้ที่ได้จากป่านี้นำไปใช้ทำฟืน ทำถ่าน ไม้ในป่านี้ได้แก่ ไม้เสี้ยนขาว ไม้แสมดำ ไม้ลำแพน ไม้โกงกางหัวสุม ไม้โกงกางใบเล็ก เป็นต้น

5.1.6 ป่าสน (Pine forest) มีมากทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขึ้นอยู่บนพื้นที่สูงกว่าระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 700 เมตรขึ้นไป ไม้ในป่านี้ได้แก่ ไม้สนเป็นส่วนใหญ่

5.1.7 ป่ายูคาลิปตัส เป็นไม้วงศ์ Myrtaceae ไม้ยูคาลิปตัสคามาลดูลเลนซิส (*Eucalyptus camaldulensis* Denh.) สามารถเจริญเติบโตได้ทุกสภาพพื้นที่และมีอัตราการเจริญเติบโตสูง เนื่องจากสามารถเจริญเติบโตได้ทุกสภาพดิน เป็นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ มีความสูง 24-26 เมตร และอาจสูงถึง 50 เมตร รูปทรงสูง มีกิ่งก้านน้อย ใบเป็นคู่ตรงข้ามเรียงสลับกัน ลักษณะใบเป็นรูปหอก ก้านใบยาว ใบสีเขียวอ่อนทั้ง 2 ด้าน เปลือกเรียบมันสีเทาสลับขาวลักษณะเนื้อไม้มีแก่นสีน้ำตาล มีก้านดอกเรียวยาวและมีก้านใบย่อยแยกออก ออกดอกเกือบตลอดปี ประโยชน์ของไม้ยูคาลิปตัส เช่น ทำรั้ว ฟืน ถ่าน เป็นต้น

ยูคาลิปตัสสามารถนำมาปลูกเป็นสวนป่าเจริญเติบโตได้ดีให้ผลผลิตสูงเมื่อเทียบกับไม้โตเร็วชนิดอื่นในช่วง 1-2 ปีแรก สามารถปลูกพืชควบในพื้นที่สวนป่าแบบไร่นาป่าผสมหรือวนเกษตรได้ การปลูก ยูคาลิปตัสยังช่วยทำให้เกิดความสมดุลตามธรรมชาติ เช่น เพิ่มความชุ่มชื้นให้แก่พื้นที่ เนื่องจากปริมาณน้ำที่ต้นยูคาลิปตัสดูดขึ้นไปคายออกทางใบเป็นปริมาณกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ มีส่วนช่วยให้ฝนตกก่อให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารในดิน ตลอดจนช่วยฟื้นฟูป่าไม้ของชาติ (เสวย, 2543)

5.2 ประโยชน์ของป่าไม้ (อำนาจ, 2530)

ป่าไม้เป็นแหล่งกำเนิดต้นน้ำเพราะต้นไม้จำนวนมากในป่าทำให้น้ำฝนที่ตกลงมาค่อยๆ ซึมซับลงในดินกลายเป็นน้ำใต้ดิน ซึ่งจะไหลซึมมาหล่อเลี้ยงให้แม่น้ำลำธารมีน้ำไหลอยู่ตลอดปี ทำให้เกิดความชุ่มชื้นและควบคุมสภาวะอากาศ ใอน้ำซึ่งเกิดจากการหายใจของพืชจะเกิดขึ้นอยู่มากภายในป่าทำให้อากาศเหนือป่ามีความชื้นสูงเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงไอน้ำเหล่านั้นก็จะกลั่นตัวกลายเป็นเมฆแล้วกลายเป็นฝนตกลงมา ทำให้บริเวณที่มีป่าไม้มีความชุ่มชื้นอยู่เสมอ ฝนตกต้องตามฤดูกาลและไม่เกิดความแห้งแล้ง

ช่วยบรรเทาความรุนแรงของลมพายุและป้องกันอุทกภัย โดยช่วยลดความเร็วของลมพายุที่พัดผ่าน ตามลักษณะของป่าไม้แต่ละชนิด ซึ่งเป็นการป้องกันและควบคุมน้ำตามแม่น้ำไม่ให้สูงขึ้นมา รวดเร็วล้นฝั่งกลายเป็นอุทกภัย โดยช่วยป้องกันการกัดเซาะและพัดพาหน้าดิน จากน้ำฝนและลมพายุ โดยลดแรงปะทะลง การหลุดเคลื่อนของดินจึงเกิดขึ้นน้อย และยังเป็น การช่วยให้แม่น้ำลำธารต่างๆ ไม่ตื้นเขิน เพราะทำหน้าที่เป็นเสมือนเครื่องกีดขวางตามธรรมชาติ

ป่าไม้เป็นแหล่งพักผ่อนและศึกษาความรู้ เนื่องจากบริเวณป่าไม้จะมีภูมิประเทศที่สวยงามจากธรรมชาติรวมทั้งสัตว์ป่าจึงเป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจได้ดี เป็นที่รวมของพันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์จำนวนมาก ไม้ในป่าอาจจะนำมาสร้างอาคารบ้านเรือนและผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ เฟอร์นิเจอร์ กระจาด ไม้ขีดไฟ ฟืน เป็นต้น ใช้เป็นอาหารจากส่วนต่างๆ ของพืช ผล และเส้นใย ที่ได้จากเปลือกไม้และเถาวัลย์มา ถักทอ เป็นเครื่องนุ่งห่ม เชือก เป็นต้น รวมทั้งใช้ทำยารักษาโรคต่างๆ

6. ความสัมพันธ์ของป่าไม้กับก๊าซเรือนกระจก

6.1 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

แหล่งปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากป่าไม้ที่สำคัญ ได้แก่ การตัดไม้ทำลายป่า อันเป็นการทำลายแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปลดปล่อยออกมาจากกิจกรรมต่างๆ จึงทำให้ก๊าซเรือนกระจกชนิดนี้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อมีกิจกรรมดังกล่าวเพิ่มมากขึ้นก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศก็เพิ่มมากขึ้น ความร้อนก็ยิ่งถูกเก็บกักไว้มาก จนเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาโลกร้อนในที่สุด (อภิญา, 2548) ที่สำคัญการเผาป่า ทำให้โลกร้อนยังเป็นตัวเพิ่มก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อีกทางหนึ่ง จากการดำรงชีพของชุมชนที่อาศัยอยู่รอบๆ พื้นที่ป่าไม้ในภูมิภาคต่างๆ ที่สำคัญ ป่าเขตร้อนซึ่งมีความหลากหลายทางชีวภาพทั้งทางด้านชนิดพันธุ์และพันธุกรรม เป็นพื้นที่ที่สมควรจะได้รับการอนุรักษ์เพื่อเป็นแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจกจำพวกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระบบนิเวศป่าไม้เป็นทั้งแหล่งกำเนิดและแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจก ในเวลากลางวันที่มีแสงอาทิตย์พืชใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์แสง เกิดเป็นก๊าซออกซิเจนและอื่นๆ ในเวลากลางคืนพืชมีการหายใจนำก๊าซออกซิเจนเข้าไป และปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา กลายเป็นวงจรคาร์บอนหมุนเวียนโดยสัมพันธ์กับป่าไม้ ดิน และบรรยากาศ เป็นต้น (ปรีชา, 2540)

สมการการสังเคราะห์แสงของพืช



พืชสามารถสังเคราะห์แสงได้ เพราะพืชมีเม็ดสีเขียวอยู่ภายในใบเรียกว่า คลอโรพลาสต์ ซึ่งภายใน คลอโรพลาสต์มีสารสีเขียวเรียกว่าคลอโรฟิลล์อยู่ คลอโรฟิลล์จะเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี ซึ่งพลังงานเคมีจะทำให้เกิดกระบวนการสร้างอาหารขึ้น กระบวนการสังเคราะห์แสงเป็นกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้นเป็นขั้นตอนตามลำดับ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำจะรวมตัวกันเพื่อสร้างน้ำตาลและก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เข้าสู่ใบจะได้จากอากาศ และก๊าซออกซิเจนที่เกิดขึ้นจะออกจากใบสู่อากาศ (ปรีชา, 2540)

การหายใจเกิดจากการใช้ก๊าซออกซิเจนของจุลินทรีย์ เพื่อเผาผลาญสารอาหารเพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ในการดำรงชีวิต ในขณะที่เดียวกันก็มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ เพื่อนำพลังงานที่ได้ไปใช้ในการเจริญเติบโตและกิจกรรมต่างๆ ของเซลล์ เช่น การสร้างกรดอะมิโน การสร้างเอนไซม์ต่างๆ เป็นต้น กระบวนการหายใจของพืชจะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา การหายใจของดิน เกิดจากการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากรากต้นไม้ และกิจกรรมของจุลินทรีย์ภายในดิน รวมถึงลักษณะดินที่เกิดจากการทับถมของเศษซากต้นไม้ ใบไม้ สารอินทรีย์ในดิน และลักษณะทางปฐพีวิทยาของดิน

นอกจากนี้ยังสัมพันธ์กับคาร์บอนที่เกิดขึ้นจากการตาย การเน่าเปื่อย การผุสลาย หรือจากการเผาไหม้อินทรีย์วัตถุต่างๆ ในดิน โดยพืชมีการนำคาร์บอนกลับมาใช้ใหม่ซึ่งเกิดการดูดซับทั้งบนบกและในน้ำ (มหาสมุทร) มีการสะสมในแบบต่างๆ เช่น เป็นเชื้อเพลิง ที่มีความเข้มข้นของคาร์บอนสูง ทำให้เกิดความสมดุลของการใช้และการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในป่า แต่เมื่อมีการทำลายป่า ทำให้พื้นที่ป่าลดลง รวมถึงกิจกรรมต่างๆ ที่เพิ่มก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ ทำให้ระบบเสียสมดุล

การหายใจของดิน



บริเวณพื้นดินในป่าที่มีสีดำเพราะมีอินทรีย์วัตถุอยู่ในดินซึ่งจะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยการหายใจของจุลินทรีย์ชนิด Heterotrophic และ Autotrophic ซึ่งอัตราการหายใจของจุลินทรีย์ชนิด Autotrophic ที่อยู่ที่รากของต้นไม้และปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาเหนือต้นไม้ ในแต่ละบริเวณจะมีค่าไม่คงที่ โดยมีความสัมพันธ์กับฤดูกาล ความแตกต่างของอุณหภูมิในป่า ปริมาณน้ำฝนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระดับน้ำใต้ดิน ถ้ามีการลดลงของระดับน้ำใต้ดินทำให้เกิดการกระจายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มมากขึ้น การระบายของสารอินทรีย์ภายในดินและการเจริญเติบโตของต้นไม้สามารถทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลอยสู่ชั้นบรรยากาศได้

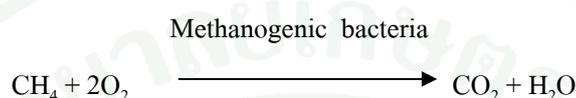
ตารางที่ 2 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินของป่าต่างๆ

ชนิดป่า	อัตราการหายใจของดิน (กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/ชั่วโมง)
ป่าดงดิบ เขตร้อน	0.4-1.0
ป่า Lucidophyll เขตกึ่งร้อน	0.2-0.6
ป่าไม้ใบกว้างผลัดใบ เขตอบอุ่น	0.15-0.4
ป่าไม้ใบแคบ เขตอัลไพน์	0.15-0.4

ที่มา: พงษ์ศักดิ์ (2538)

6.2 ก๊าซมีเทน

การเกิดก๊าซมีเทนเกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจน โดยแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนในการดำรงชีพ พวก Obligation anaerobic bacteria ทำหน้าที่ย่อยสลายกรดอะซิติก และสารประกอบคาร์บอนโมเลกุลเดี่ยว ให้กลายเป็นก๊าซมีเทน ภายใต้ปฏิกิริยา Methane Reduction



ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นในสภาวะไร้ออกซิเจน โดยกระบวนการ anaerobic respiration ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกตรึงเป็นมีเทน เนื่องจากจุลินทรีย์ Methanogenic ไม่สามารถใช้สารประกอบอินทรีย์ จีวีดีวีคาร์บอนไดออกไซด์และเปลี่ยนสารอินทรีย์บางชนิดที่สามารถใช้เป็นอาหารให้เป็นมีเทนในสภาวะไร้ออกซิเจน (พิชญา, 2550)

7. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากดิน

7.1 อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิดิน

อุณหภูมิดินเป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงระดับความร้อนของดินซึ่งรับพลังงานความร้อนมาจากดวงอาทิตย์ทั้งโดยตรงและโดยอ้อม ดินสะสมและเก็บพลังงานไว้ในรูปความร้อนในดิน อุณหภูมิดินมีความสำคัญในการกำหนดอัตราและทิศทางของการเกิดกระบวนการทางฟิสิกส์ เคมี และชีวภาพในดิน กระบวนการที่สำคัญทางฟิสิกส์ ได้แก่ การแลกเปลี่ยนมวลและพลังงานระหว่างชั้นหน้าตัดดินและบรรยากาศ มวลต่างๆ ที่มีการแลกเปลี่ยนระหว่างดินและบรรยากาศเช่น ก๊าซต่างๆ ที่มีอยู่ในหน้าตัดดิน

กระบวนการทางเคมีที่ขึ้นกับอุณหภูมิได้แก่ กระบวนการแตกตัว และการรวมตัวของสารเคมีในดิน กระบวนการทางชีวภาพที่ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิได้แก่ กระบวนการเปลี่ยนรูปของสารเคมีโดยจุลินทรีย์ในดิน เป็นต้น อุณหภูมิดินยังมีผลโดยตรงต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์และรากพืช กล่าวคือจุลินทรีย์ในดินจะมีช่วง อุณหภูมิที่เหมาะสมในการดำเนินกิจกรรมในช่วงหนึ่งๆ เท่านั้น

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของดินอาจทำให้ความเหมาะสมในการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน อาจแปรเปลี่ยนไปได้ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

7.2 ความชื้นในอากาศและความชื้นในดิน

ปริมาณความชื้นในอากาศส่วนใหญ่ได้มาจากการระเหยของน้ำจากแหล่งน้ำและดิน และการคายน้ำของพืช ความชื้นในดิน หมายถึง น้ำที่อยู่ในช่องว่างในดิน และความชื้นที่อยู่ในรูปของของเหลวซึ่งเรียกว่า น้ำในดิน โดยเป็นส่วนที่มีบทบาทต่อการเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก ความชื้นในดินยังช่วยจุลินทรีย์ในดินที่อยู่ในสภาพพักตัวเนื่องจากอยู่ในสภาพดินที่แห้ง สามารถทำกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินได้เพิ่มขึ้น (สำเริง, 2550) เมื่อฝนตกลงมาความชื้นในดินเพิ่มขึ้น ทำให้ช่องว่างในดินลดลงขณะเดียวกันเมื่อช่องว่างในดินลดลง อากาศหรือก๊าซต่าง ๆ จะมีความเข้มข้นและความดันสูงขึ้น ทำให้เกิดการแพร่กระจายของอากาศหรือก๊าซต่าง ๆ จะมีความเข้มข้นและความดันสูงขึ้น ทำให้เกิดการแพร่กระจายของอากาศหรือก๊าซไปยังที่ที่มีความเข้มข้นและความดันต่ำกว่า จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสู่บรรยากาศมากขึ้น (อุทิศ, 2542)

7.3 อินทรีย์วัตถุ

อินทรีย์วัตถุในดินเป็นองค์ประกอบสำคัญของดินที่มีอิทธิพลอย่างมากต่อสมบัติต่างๆ ของดินทั้งทางเคมี ฟิสิกส์และชีวภาพ ที่จะส่งผลต่อเนื่องไปถึงระดับความสมบูรณ์ของดิน อินทรีย์วัตถุในดินเป็นแหล่งอาหารและพลังงานสำคัญที่สุดของจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ในดิน พื้นที่ที่มีอินทรีย์วัตถุมาก จะมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน จำนวนจุลินทรีย์ในดิน และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินมากกว่าพื้นที่ที่มีอินทรีย์วัตถุน้อยกว่า (สิริกานดา, 2551)

7.4 จุลินทรีย์ในดิน

สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทในการทำให้เกิดกระบวนการ หรือกิจกรรมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชมากที่สุด ได้แก่ จุลินทรีย์ในดิน สิ่งมีชีวิตเหล่านี้แบ่งออกเป็น 2 พวก ได้แก่ พวก heterotrophic กับพวก autotrophic พวก heterotrophic เป็นกลุ่มที่ใช้สารเคมีเป็นแหล่งอาหาร เป็นพวกที่มีปริมาณมากที่สุดในดินและมีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินหรือกิจกรรมอื่นๆ ที่

เกี่ยวข้องกับการใช้อินทรีย์วัตถุเป็นอาหารและปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ส่วนพวก autotrophic เป็นพวกที่ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งอาหารเพื่อสังเคราะห์สารอินทรีย์มาสร้างเป็น องค์ประกอบของเซลล์ ไม่สามารถใช้อินทรีย์เป็นอาหารและจะได้พลังงานจากแสงหรือจากการออกซิเดชัน สารอินทรีย์มาใช้ในการดำรงชีวิต (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541)

7.5 ความพรุนของดิน

ความพรุนของดินเป็นสมบัติดินซึ่งถูกควบคุมโดยปริมาตรและขนาดของช่องว่างในดิน โดยที่ดินเนื้อหยาบที่มีความพรุนรวมต่ำ จะระบายน้ำและอากาศได้ดีแต่จะอุ้มน้ำไว้ได้น้อย ส่วนดินเนื้อละเอียดที่มีความพรุนรวมสูงจะระบายน้ำและอากาศได้ไม่ดี แต่จะอุ้มน้ำไว้ได้มาก อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินมีความสัมพันธ์ลักษณะเนื้อดินและรูพรุนของดิน (สำเริง, 2550)

7.6 การหายใจของรากพืช และชนิดของพันธุ์พืช

การหายใจของรากพืชเป็นปัจจัยที่ถูกพิจารณาว่าเป็นแหล่งที่มาของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปลดปล่อยจากดิน นอกจากนี้ชนิดของพันธุ์พืชเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน เนื่องจากความแตกต่างของผลผลิต อัตราการหายใจ ปริมาณการร่วงหล่น ปริมาณรากพืชและความหนาแน่นของรากพืช รวมทั้งปัจจัยแวดล้อมอื่นๆ (สำเริง, 2550)

8. ป่าและศักยภาพในการดูดซับก๊าซเรือนกระจก

ป่าธรรมชาติของโลกมีปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในรูปสารอินทรีย์คาร์บอนอยู่มาก โดยประมาณไว้ประมาณ 330 จิกกะตันของคาร์บอน (Lal, 2005) โดยสะสมอยู่ในพืชพรรณต่างๆ ที่มีชีวิตและตายแล้ว ทั้งบนดินและใต้ดิน แหล่งดูดซับคาร์บอนในเนื้อไม้ที่ทรุดโทรมและรากไม้ที่ตาย แหล่งดูดซับคาร์บอนจากต้นไม้ส่วนใหญ่อยู่ในเขตร้อนชื้นประมาณร้อยละ 64 ส่วนแหล่งดูดซับคาร์บอนในดินอยู่ในเขตป่าไม้ละติจูดสูงหรือป่าสนเป็นส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 52 (Silver, 1998) ป่าไม้เป็นแหล่งเก็บกักหรือดูดซับคาร์บอนและธาตุต่างๆ ที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก (เช่น คาร์บอนในโตรเจน ฟอสฟอรัส กำมะถัน และซิลิเกต) ที่เกิดจากการเผาหรือทำลายสิ่งปกคลุมดิน เกิดเป็นก๊าซเรือนกระจกลอยสู่บรรยากาศ ป่าไม้มีศักยภาพในการดูดซับก๊าซเรือนกระจก สามารถทำได้โดยการอนุรักษ์ต้นไม้ที่ปกคลุมอยู่เพื่อเป็นตัวแยกคาร์บอน ส่วนเรื่องของการจัดการป่าไม้และการปฏิบัติต่างๆ เช่น การคุ้มครองพื้นที่ การปลูกป่า (ทั้งที่เป็นป่ามาก่อนและไม่เคยเป็นป่า) วิธีการต่างๆ ทางวนวัฒนวิทยา เช่น การตัดสาง ขยายระยะการใส่ปุ๋ย การเก็บเกี่ยวผลผลิตและ วนเกษตร ซึ่งสามารถให้ผลผลิตเป็นสินค้าและบริการอย่างยั่งยืน การพิจารณาในระดับสากลจะแบ่งตามเขต (ภูมิภาค) และศักยภาพของป่าไม้ในการแก้ไขการสะสมก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์โดยแบ่งป่าไม้ของโลกออกเป็นเขตตามแถบละติจูดดังนี้

ละติจูดสูง หรือป่าสน	ซึ่งอยู่ที่ละติจูด 50-75 เหนือและใต้โดยประมาณ
ละติจูดปานกลาง หรือเขตอบอุ่น	ซึ่งอยู่ที่ละติจูด 25-50 เหนือและใต้โดยประมาณ
ละติจูดต่ำ หรือเขตร้อนชื้น	ซึ่งอยู่ที่ละติจูด 0-25 เหนือและใต้โดยประมาณ

ตารางที่ 3 แสดงการประมาณค่าการดูดซับคาร์บอนในพื้นที่ป่าไม้ในส่วนต่างๆ ของโลก

ช่วงละติจูด	การดูดซับคาร์บอนพืช พรรณต่างๆ(จิกกะตัน)	ดิน (จิกกะตัน)	การหมุนเวียนคาร์บอน (จิกกะตันต่อปี)
ละติจูดสูง (50-75 °N - °S)			
FSU (สหภาพโซเวียต)	46	123	+0.3 ถึง +0.5
แคนาดา	12	211	+0.08
อลาสกา	2	11	-
รวม	60	345	+0.42 ถึง 0.2
ละติจูดกลาง (25-50 °N - °S)			
สหรัฐอเมริกา	15	21	+0.1 ถึง +0.25
ยุโรป	9	25	+0.09 ถึง+0.12
จีน	17	16	-0.02
ออสเตรเลีย	18	33	-
รวม	59	95	+0.26 ถึง +0.1
ละติจูดต่ำ (0-25 °N -°S)			
เอเชีย	41-54	43	-0.05 ถึง -0.90
แอฟริกา	52	63	-0.25 ถึง-0.45
อเมริกา	119	110	-0.80 ถึง-0.70
รวม	212	216	-1.65 ถึง+0.40
รวมทั้งหมด	313	656	-0.9 ถึง+0.5

+ หมายถึง การดูดซับคาร์บอน

- หมายถึง การปลดปล่อยคาร์บอน

ที่มา: Watson *et al.* (1996)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดินในภาคสนาม

- 1) Dark static chamber
- 2) อุปกรณ์สำหรับชุด ได้แก่ จอบ พลั่วสนาม
- 3) ถุงพลาสติกใส่ตัวอย่างดินและพืช

2. อุปกรณ์สำหรับ Soil incubation

- 1) แก้วพลาสติกสำหรับ incubate ขนาด 50 มิลลิลิตร
- 2) Thermometer 0-100 องศาเซลเซียส
- 3) หลอดเก็บก๊าซขนาด 25 มิลลิลิตร
- 4) Pipette
- 5) pH meter
- 6) หลอดฉีดยา และเข็ม

3. บีกเกอร์และขวดแก้วขนาด 125 มิลลิลิตร

4. เครื่องชั่ง 2 และ 4 ตำแหน่ง

5. จุกยางปิดขวดแก้ว

6. ตะแกรงร่อนดิน ขนาด 1.5 และ 2 มิลลิเมตร

7. โกร่งบดตัวอย่างดิน

8. เครื่อง GC SHIMADZU รุ่น GC-8A

วิธีการ

1. ลักษณะพื้นที่และคุณสมบัติดิน

1.1 อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ. เพชรบุรี เนื้อที่ประมาณ 1,000 ไร่ ลักษณะเป็นพื้นที่ราบ ประกอบด้วยป่าที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและป่าปลูก ต้นไม้ส่วนใหญ่ ได้แก่ ประดู่ มะพลัด นนทรี เป็นต้น (ภาพที่ 2) เป็นชุดดินชะอำ (Cha-am Series: Ca; Isohyperthermic Sulfic Endoaquepts) สภาพพื้นที่ ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ มีความลาดชัน 0-1% การระบายน้ำเร็ว การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า และการซึมผ่านได้ของน้ำช้า ลักษณะและสมบัติของดินเป็นดินลึก ดินนี้เมื่อแห้งหรือถูกเติมออกซิเจนจะแปรสภาพเป็นดินกรดจัด ดินบนเป็นดินเหนียว สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเทา มีจุดประสีน้ำตาลแก่ ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5) ดินบนตอนล่างเป็นดินเหนียวปนวัตถุอินทรีย์ที่ยังไม่สลายตัว สีน้ำตาล สีน้ำตาลปนเทาถึงสีเทาปนเขียวมะกอกและสีเขียว มีจุดประสีเหลืองฟางข้าว ภายใต้วงลึก 50 เซนติเมตร ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดมาก (pH 4.5) ดินล่างตอนล่าง เป็นดินเหนียวมีสีเทาปนเขียวและสีเทาปนเขียว มะกอกปฏิกริยาดินเป็นกรดจัด (pH 5.0) อาจพบคราบเกลือที่ผิวดิน ผลึกแร่ยิปซัมในดินบนและซัลเฟอร์ปริมาณสูงในดินล่าง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

1.2 แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ลักษณะเป็นพื้นที่ราบประกอบด้วยต้นไม้ที่ถูกปลูกขึ้นส่วนใหญ่คือ ต้นยูคาลิปตัส (ภาพที่ 3) และเจ้าหน้าที่จะเข้ามาจัดการพื้นที่ เช่น ตัดหญ้าและไถพรวนดินในพื้นที่ เป็นดินชุดกำแพงแสน (Kamphaeng Saen series: Ks; Isohyperthermic Typic Haplustalfs) เป็นดินลึก มีการระบายน้ำดี น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง ดินบนเป็นดินร่วนปนทรายแข็งหรือดินร่วนปนดินเหนียว ภายใต้วงลึกที่ระดับความลึกประมาณ 15 เซนติเมตร จะพบชั้นดินร่วนปนทรายละเอียดหรือดินร่วนสีน้ำตาล ดินล่างเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนดินเหนียว สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเหลือง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)



ภาพที่ 2 ลักษณะของพื้นที่ศึกษาทดลอง ณ ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี



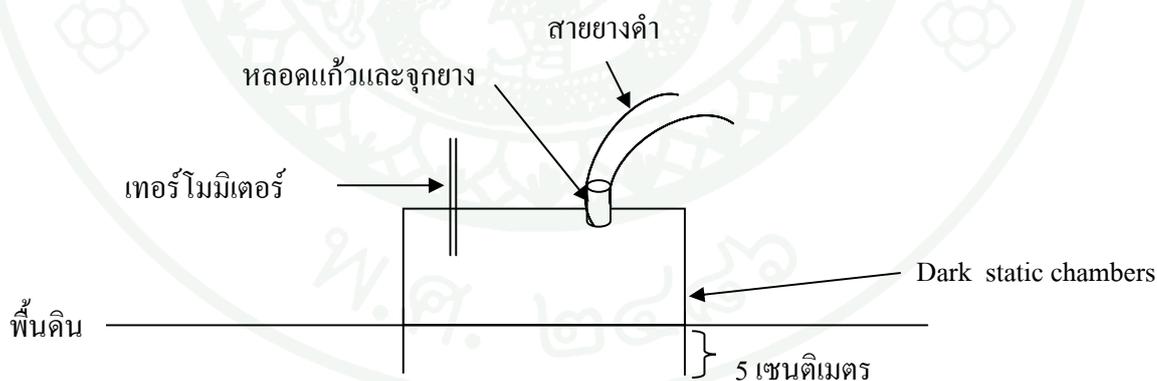
ภาพที่ 3 ลักษณะของพื้นที่ศึกษาทดลอง ณ แปลงปลูกคาลิปดัส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

2. เก็บตัวอย่างอากาศ

2.1 เก็บตัวอย่างอากาศจากพื้นที่ป่าและแปลงปลูกยูคาลิปตัสโดยใช้ Dark static chamber ขนาด 30 * 15 * 15 เซนติเมตร ครอบลงไปยังผิวดินด้านบน โดยให้ chamber จมอยู่ในดิน 5 เซนติเมตร (ภาพที่ 4) เพื่อให้ในกล่องเก็บอากาศเป็นระบบปิด เพื่อประมาณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากดิน (ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน) กำหนดพื้นที่เก็บตัวอย่างในพื้นที่ 2 ตารางเมตร การวางกล่องเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา แสดงดังภาพที่ 5 และ 6

2.2 ใช้หลอดฉีดยาเก็บตัวอย่างอากาศ 3 ช่วงเวลา ได้แก่ เช้า (8.00-8.30 น.) กลางวัน (12.00-12.30 น.) และเย็น (16.00-16.30 น.) ที่เวลา 0 10 20 และ 30 นาที ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ใส่หลอดเก็บก๊าซ ปิดฝาให้สนิท เพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน โดยเครื่อง Gas chromatography ในห้องปฏิบัติการ

2.3 วิเคราะห์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทน ด้วยเครื่อง GC SHIMADZU รุ่น GC- 8A porapak Q ความยาวคอลัมน์ 1.93 เมตร อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และ Detector ชนิด Thermal Conductivity Detection (TCD)



ภาพที่ 4 แสดงชุดทดลองเก็บตัวอย่างอากาศ



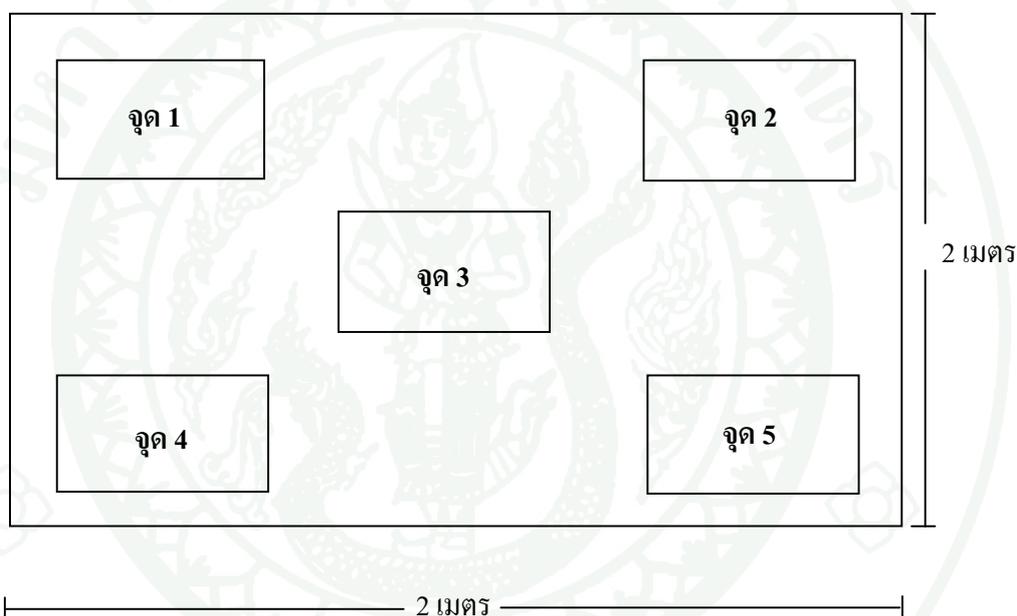
ภาพที่ 5 แสดงกล่องเก็บตัวอย่างฝังลงในดินลึกลงไป 5 เซนติเมตร บริเวณพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส
ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม



ภาพที่ 6 แสดงกล่องเก็บตัวอย่างฝังลงในดินลึกลงไป 5 เซนติเมตร บริเวณพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อม
นานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี

3. เก็บตัวอย่างดิน

3.1 เก็บตัวอย่างดินจำนวน 5 จุด แต่ละจุดเก็บที่ระดับความลึก 4 ระดับคือ 0-5 6-15 16-25 และ 26-50 เซนติเมตร จากพื้นที่ศึกษา(ภาพที่ 7) มาวิเคราะห์สมบัติของดินบางประการ เมื่อนำดินตัวอย่างมาถึงห้องปฏิบัติการแล้ว นำดินออกผึ่งให้แห้งในทันที โดยเกลี่ยดินลงบนถาดกระดาษ แล้วบดด้วยเครื่องบดหรือครกกระเบื้องเคลือบ ร่อนดินที่บดด้วยตะแกรงทองเหลืองขนาด 2 มิลลิเมตร ส่วนดินที่ตกค้างอยู่บนตะแกรงก็นำไปบดอีก แล้วร่อนเศษหินออกให้หมด และนำดินบางส่วนมา incubate ที่ห้องปฏิบัติการอุณหภูมิกาศปกติเป็นเวลา 3 เดือน



ภาพที่ 7 แสดงจุดเก็บตัวอย่าง

3.2 สมบัติของดินบางประการได้แก่ ปฏิกริยาดิน ความชื้น และเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกต่างๆ เพื่อวิเคราะห์สารอินทรีย์ในดิน ไนโตรเจนต่อคาร์บอนในดิน (Carbon:Nitrogen) ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total Nitrogen)

วิธีวิเคราะห์ดิน

3.2.1 วิธีวิเคราะห์ดิน

ก. ค่าปฏิกริยาดิน (pH) ใช้วิธีการวัดด้วย pH meter (Thomas, 1996) โดยชั่งดินตัวอย่าง 20 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร (อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1) ใน beaker ขนาด 100 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้ดินและน้ำเข้ากันก่อนวัด pH ประมาณ 30 นาที ในระหว่างที่วางทิ้งไว้ 30 นาทีนั้น ควรจะคนดินเป็นครั้งคราว ก่อนวัด pH จำเป็นต้อง standardize pH meter ด้วย buffer solution pH 7.0 และ 4.0 ก่อนใช้ pH meter

3.2.2 ความชื้นของดินโดยน้ำหนัก (θ_m) (Topp, 1993)

ข. วิธีการหาความชื้นของดินโดยน้ำหนัก (θ_m)

- 1) ชั่งน้ำหนักดินที่ต้องการหาความชื้น (Gravimetric water content, w) โดยใส่ตัวอย่างดินลงในกระป๋องสำหรับหาความชื้น (moisture can) น้ำหนักที่ชั่งได้ คือ น้ำหนักของดิน + น้ำหนักน้ำ + น้ำหนักกระป๋อง เท่ากับ ($W_{sw} + W_a$)
- 2) นำตัวอย่างดินไปอบที่อุณหภูมิ 105-110 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 12-15 ชั่วโมง (เมื่อนำดินเข้าตู้อบควรเปิดฝากระป๋อง เพื่อให้ไอน้ำระเหยจากดินได้สะดวก) น้ำหนักที่ชั่งได้ คือ น้ำหนักแห้ง + น้ำหนักกระป๋อง ($W_s + W_a$)
- 3) ทำความสะอาดกระป๋องและฝา แล้วชั่งน้ำหนัก (W_a)

การคำนวณหาความชื้นของดินโดยน้ำหนักจาก

$$\theta_m = \frac{(W_{sw} + W_a) - (W_s + W_a)}{(W_s + W_a) - W_a}$$

W_{sw} คือ น้ำหนักดิน+ น้ำหนักน้ำ

W_a คือ น้ำหนักกระป๋อง

W_s คือ น้ำหนักดินแห้ง

3.2.3 วิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (Total Nitrogen) (Bremner, 1996)

ก. วิธีวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดินโดยวิธี Kjeldahl ตามขั้นตอนดังนี้

1.) Digestion ชั่งดินตัวอย่าง 1 กรัม (ดินตัวอย่างที่ใช้ควรผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร) ใส่ดินตัวอย่างที่ชั่งแล้วรวมทั้ง weighing cup นี้ลงไปใน Kjeldahl flask ความจุ 500 มิลลิลิตร ในการบรรจุดินตัวอย่างลงไป flask ระวังอย่าให้ดินหกและเกาะอยู่ที่คอของ flask จากนั้นดวงสารผสม catalyst 1 ช้อน (ประมาณ 10 กรัม) ลงไปใน flask เติม H_2SO_4 ที่เข้มข้น 30 มิลลิลิตร ลงไป เขย่า flask เบาๆ เพื่อให้ดินและกรดผสมเข้าด้วยกัน แล้วนำไปวางบนเตาเพื่อทำการย่อย โดยเปิดไฟให้ร้อนเต็มที่ ในขณะที่ทำการย่อยนี้ ควรหมุน flask ทุกๆ 10 นาที เพื่อช่วยให้มีการคลุกเคล้ากันดี เมื่อสีของของเหลวใน flask เริ่มใส ให้เคี่ยวต่อไปอีกประมาณ 20 นาที แล้วจึงยก flask ออกมาจากเตาปล่อยให้ flask ทิ้งไว้ให้เย็น ค่อยๆ รินน้ำกลั่นลงไป flask ประมาณ 200 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วรอนของเหลวใน flask เย็นเท่าอุณหภูมิของห้อง

2) Distillation รินสาร H_3BO_3 2 เปอร์เซ็นต์ประมาณ 50 มิลลิลิตร ลงไปใน Erlenmeyer flask ที่มีความจุ 500 มิลลิลิตร แล้วนำไปวางที่ได้ก้านของ condenser ของเครื่องกลั่น โดยให้ปลายของก้าน condenser จุ่มอยู่ใต้ผิวของน้ำยา H_3BO_3 เปิดก๊อกน้ำเย็นให้ผ่าน condenser อยู่ตลอดเวลาใส่ pumice 1 ช้อนชา รินสาร NaOH ที่เข้มข้นประมาณ 150 มิลลิลิตร ลงไปใน Kjeldahl flask โดยค่อยๆ รินไปตามผนังด้านในของคอ flask เพื่อให้ น้ำยา NaOH ลงไปนอนอยู่ที่ก้น ทั้งนี้เพื่อให้มีเนื้อที่สัมผัสทำปฏิกิริยาน้อยที่สุด ป้องกันไม่ให้ก๊าซ NH_3 สูญหายไปก่อนที่จะเริ่มทำการกลั่น จากนั้น

ต่อ flask เข้ากับเครื่องกลั่นทันที ตรวจสอบต่อเครื่องกลั่นทุกแห่งว่าอยู่ในสภาพที่แน่นหนา ไม่มีรอยรั่ว ผสมน้ำยาใน flask ให้เข้ากันโดยการหมุน flask ไปรอบๆ ตัวอย่างซ้ำๆ (ขณะนี้ flask วางอยู่ที่เครื่องกลั่นแล้ว) ให้คลุกเคล้าน้ำยาใน flask ให้เข้ากันทันทีเพื่อป้องกันการระเบิด ปรับไฟของเตาให้แรงขึ้น เพื่อต้มของผสมใน flask ให้เดือด แล้วจึงค่อยปรับไฟให้ร้อนพอเหมาะที่จะให้ของเหลวใน flask เดือด อยู่เสมอ ขณะทำการกลั่นอยู่ระวังอย่าให้ไฟดับหรือให้ไฟอ่อนลงเป็นอันขาด เนื่องจากจะทำให้เกิด suction (back pressure) ขึ้น ซึ่งจะทำให้ H_3BO_3 ใน Erlenmeyer flask ถูกดูดกลับเข้าไปใน Kjeldahl flask ได้ และให้ตรวจดูว่าอุณหภูมิของ distillate จะต้องน้อยกว่า 35 องศาเซลเซียส ทำการกลั่นไป จนกระทั่งของเหลวที่กลั่นได้มีปริมาตรประมาณ 150 มิลลิลิตร ก่อนที่จะหยุดทำการกลั่นจะต้องดึงเอา Erlenmeyer flask ออกพร้อมกับทำการล้างปลายของก้าน condenser ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นแล้วจึงปิดไฟ ได้ปลด Kjeldahl flask ออกเติมน้ำประปาลงใน flask เพื่อทำให้ของเหลวใน flask เย็นลงเจือจางลง แล้วจึงค่อยรินทิ้ง

3) Titration ทำการ titrate ของเหลวที่กลั่นได้ด้วย standard HCl จนสีของน้ำยา เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง ซึ่งเป็นจุดสิ้นสุดของปฏิกิริยา

การคำนวณเปอร์เซ็นต์ของ nitrogen คำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\% \text{ ไนโตรเจน} = \frac{(A - B) C \times 1.4}{D}$$

- A คือ ปริมาตรของกรดที่ใช้กับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
- B คือ ปริมาตรของกรดที่ใช้กับ blank (มิลลิลิตร)
- C คือ ความเข้มข้นของกรด (นอร์มอล)
- D คือ น้ำหนักของดินตัวอย่าง (กรัม)

หมายเหตุ ต้องทำ ชุดควบคุม เพื่อหาปริมาณของ Nitrogen ที่อาจปนอยู่ในสารเคมี ที่นำมาใช้ จึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนเริ่มต้นก่อน ซึ่งการทำชุดควบคุมนี้ควรทำไป พร้อมกับการวิเคราะห์ตัวอย่างและใช้วิธีการเดียวกันแต่ไม่ได้ดินตัวอย่างในการทำชุดควบคุม

3.2.4 วิธีวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Walkley and Black, 1934)

ง. วิธีการวิเคราะห์

- 1) ชั่งตัวอย่างดิน 1 กรัม ใส่ในขวดชมพู ขนาด 250 มิลลิลิตร
- 2) ปิเปตต์ สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมท 1 นอร์มอล จำนวน 10 มิลลิลิตร
- 3) เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 15 มิลลิลิตร เขย่าขวดแก้วเบาๆ เป็น เวลา 1-2 นาที ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที
- 4) เติมน้ำกลั่นประมาณ 50 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น
- 5) หยดอินดิเคเตอร์ฟีแนนโทรีน 5 หยด
- 6) ไทเทรตด้วยสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 0.5 นอร์มอล เพื่อหาปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมทที่เหลือจากปฏิกิริยาจนกระทั่งสีของสารละลายดินเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาลแดงที่จุดยุติ
- 7) บันทึกปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมท และเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้
- 8) ทำชุดควบคุมเช่นเดียวกันกับวิธีวิเคราะห์ดิน
- 9) คำนวณปริมาณอินทรีย์คาร์บอน และอินทรีย์วัตถุ

การคำนวณ

$$\% \text{ Organic carbon} = \frac{(B-T)N}{B} \times \frac{100}{77} \times \frac{100}{10^3} \times \frac{10}{w}$$

$$\% \text{ Organic matter} = \% \text{ Organic carbon} \times 1.724$$

$$\text{หรือ } \% \text{ Organic Matter} = \frac{(B-T)N}{B} \times \frac{100}{77} \times \frac{100}{58} \times \frac{3}{10^3} \times \frac{100}{w}$$

- เมื่อ N คือ ความเข้มข้นของโพแทสเซียมไดโครเมท (นอร์มอล)
 B คือ ปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ไทเทรตกับชุด
 ความคุม (มิลลิลิตร)
 T คือ ปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ไทเทรตกับ
 ตัวอย่างดิน (มิลลิลิตร)
 W คือ น้ำหนักดิน (กรัม)

3.3 การบ่มดิน(Soil incubation) โดยนำดินมา incubate ที่ห้องปฏิบัติการอุณหภูมิก๊าซชีวภาพ (ภาพที่ 8) เป็นเวลา 3 เดือน 12 สัปดาห์ (เมษายน ถึง มิถุนายน 2552) โดยการจดน้ำหนักดินก่อนบ่ม และจดน้ำหนักดินรวมกับน้ำหนักน้ำที่ใส่ในแก้วบ่มดิน โดยควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วง 40-50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไป 1 สัปดาห์ ถ้าน้ำหนักลดลงให้เติมน้ำลงไปให้เท่ากับน้ำหนักในตอนแรก บันทึกผลค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์



ภาพที่ 8 อุปกรณ์การบ่มตัวอย่างดิน

3.4 เก็บบันทึกค่ามวลชีวภาพจากป่าทุกเดือน (8 เดือน) โดยสังเกตลักษณะโดยรวมของพื้นที่และเก็บมวลชีวภาพทำโดยติดตั้งผ้าใบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 เมตร และอยู่สูงจากพื้น 0.2 เมตร โดยเก็บมวลชีวภาพเหนือพื้นดินได้แก่ ใบไม้ กิ่งไม้ รวมทั้งเศษซากพืชอื่นๆ นำมาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จัดบันทึกน้ำหนักของมวลชีวภาพ

4. การคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสามารถคำนวณจากสมการ

$$F = k (V/A) dC/dt \left\{ \frac{273}{273+T} \right\}$$

โดย F คือปริมาณการปลดปล่อยคาร์บอนจากดิน K คือ ค่าคงที่ของ CO₂ เท่ากับ 1.250 V คือ ปริมาตรของกล่องเก็บตัวอย่างซึ่งเป็นพื้นที่เก็บตัวอย่างอากาศจริง และ A คือพื้นที่ของกล่องเก็บตัวอย่างซึ่งเป็นพื้นที่เก็บตัวอย่างอากาศจริง T คืออุณหภูมิอากาศในกล่องเก็บตัวอย่าง (°C) และ dC/dt คืออัตราการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์ในกล่องเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาทำการเก็บตัวอย่าง

5. การคำนวณการเก็บกักคาร์บอน คำนวณได้จากผลต่างของปริมาณคาร์บอนในส่วนที่เข้าสู่ระบบ (carbon input) กับปริมาณคาร์บอนที่ออกจากระบบ (carbon output) งานศึกษานี้กำหนดคาร์บอนที่เข้าสู่พื้นที่ได้แก่ปริมาณของคาร์บอนในส่วนมวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับปริมาณอินทรีย์วัตถุและคาร์บอนในส่วนที่ออกจากพื้นที่ ได้แก่ คาร์บอนที่สูญเสียออกจากดินในรูปการหายใจของดิน

$$\text{ปริมาณคาร์บอนสุทธิในระบบ} = \text{คาร์บอนที่เข้าสู่ระบบ} - \text{คาร์บอนที่ออกจากระบบ}$$

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely randomized design; CDR) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS Ver. 8.2 (SAS, 2001)

ผลและวิจารณ์

การศึกษาการเก็บกักและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี และแปลงปลูกยูคาลิปตัส มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2552 รวมระยะเวลา 8 เดือน ปรากฏผลดังนี้

1. คุณสมบัติเบื้องต้นบางประการของดินในพื้นที่ศึกษา

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินในพื้นที่ศึกษา (ตารางที่ 4) พบว่า คุณสมบัติเบื้องต้นของดินก่อนในพื้นที่ศึกษาบริเวณป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธรซึ่งดินในพื้นที่เป็นดินร่วนปนทราย โดยมีค่าปฏิกิริยาของดินเป็นกรดแก่ถึงกรดเล็กน้อย (pH 5.0-6.0) ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (ตารางผนวกที่ 1) โดยพบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุทั้งหมดที่มีอยู่ในช่วงร้อยละ 1.93-4.40 ค่าปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 9.90-30.80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ในช่วง 1.16-2.58 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจนอยู่ในช่วง 5.67-14.99 เปอร์เซ็นต์ การระบายน้ำไม่ดี การซึมผ่านได้ของน้ำช้า การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินช้า

สำหรับคุณสมบัติของดินในพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน (ตารางที่ 4) เป็นดินกรด (pH 5.0-5.5) เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ซึ่งปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัสอยู่ในช่วง 0.53-0.70 ค่าปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 26.23-33.95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนอยู่ในช่วง 0.31-0.41 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณคาร์บอนต่อไนโตรเจนอยู่ในช่วง 8.02-12.91 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีคุณสมบัติการระบายน้ำดี น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง การไหลบ่าของน้ำบนผิวดินปานกลาง สภาพพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติบางประการเบื้องต้นของดินในพื้นที่ศึกษา

คุณสมบัติดิน	ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อม นานาชาติสิรินธร	แปลงปลูกยูคาลิปตัส มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
เนื้อดิน	Silt-Clay	Clay
อินทรีย์คาร์บอน(%)	1.62	0.34
อินทรีย์วัตถุ (%)	2.77	0.59
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (%)	0.25	0.05
ความชื้น (%)	17.05	23.61
pH	8.34	6.03
อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน	9.55	10.33

2. อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในพื้นที่ศึกษา

อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนจากดินในป่าเบญจพรรณ บริเวณพื้นที่อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี มีค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 40.65 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน โดยค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2552 เท่ากับ 40.77 22.53 22.76 34.01 26.58 34.02 50.95 และ 117.61 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน ตามลำดับ (ตารางที่ 5) และอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในแปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม มีค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการศึกษาเท่ากับ 29.33 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน โดยมีค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2552 เป็นดังนี้ 40.98 21.97 25.78 26.96 26.25 25.28 106.95 และ 120.49 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึง มิถุนายน 2552 บริเวณพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี

ปี	เดือน	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน (กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน)
2551	พฤศจิกายน	40.77 ^{bc}
	ธันวาคม	32.53 ^{bcd}
2552	มกราคม	22.76 ^{cd}
	กุมภาพันธ์	14.01 ^d
	มีนาคม	12.58 ^d
	เมษายน	30.02 ^{bcd}
	พฤษภาคม	50.95 ^b
	มิถุนายน	117.61 ^a
	ค่า F-test	**
	CV	32.33

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันบนตัวเลขที่อยู่ในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

ในพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี(ตารางที่ 5) พบว่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสูงสุดในเดือนมิถุนายน 2552 มีค่าเท่ากับ 117.61 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน และมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินต่ำสุดในเดือนมีนาคม 2552 มีค่าเท่ากับ 12.58 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน และอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม (ตารางที่ 6) มีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสูงสุดในเดือน มิถุนายน 2552 มีค่าเท่ากับ 120.49 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน และมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2552 มีค่าเท่ากับ 21.97 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน

ซึ่งเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในแต่ละเดือนมีความผันแปรกันอยู่บ้างเล็กน้อยในพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี และพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของแต่ละเดือนมีค่าแตกต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาของ Bazzaz and Williams (1991) และ สิริรัตน์และคณะ (2547) พบว่าพื้นที่ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่มาก ส่งผลให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินมากตามไปด้วย นอกจากนี้ยังอาจมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น จำนวนจุลินทรีย์ กิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน ความหนาแน่นของจำนวนรากพืช และอาจเป็นธรรมชาติของดินที่ความเป็น non-homogeneity (ลำเรียง, 2550; อำนวยและณัฐพล, 2548) นั่นคือดินในแต่ละบริเวณบนพื้นโลกนั้นมีความแตกต่างกัน ทั้งจากองค์ประกอบของดิน หรือปัจจัยสภาพแวดล้อม ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิอากาศ ของแต่ละพื้นที่ ซึ่งส่งผลต่อคุณสมบัติของดิน รวมถึงกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินด้วย (ซึ่งสามารถวัดในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินในงานศึกษานี้) โดยจากการศึกษาในครั้งนี้ในทั้งสองพื้นที่ศึกษาไม่พบก๊าซมีเทนเนื่องจากดินในพื้นที่ป่ามีสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเกิดก๊าซมีเทน

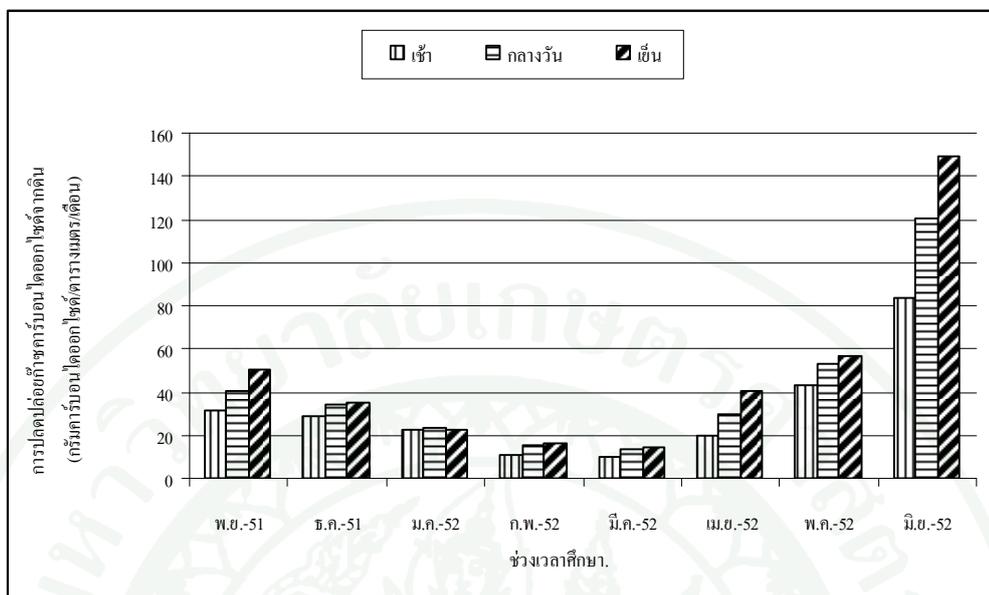
ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึง มิถุนายน 2552 บริเวณพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน จ.นครปฐม

ปี	เดือน	การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน (กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน)
2551	พฤศจิกายน	40.98 ^b
	ธันวาคม	21.97 ^b
2552	มกราคม	25.78 ^b
	กุมภาพันธ์	26.96 ^b
	มีนาคม	26.25 ^b
	เมษายน	25.28 ^b
	พฤษภาคม	106.95 ^a
	มิถุนายน	120.49 ^a
	ค่า F-test	**
	CV	22.88

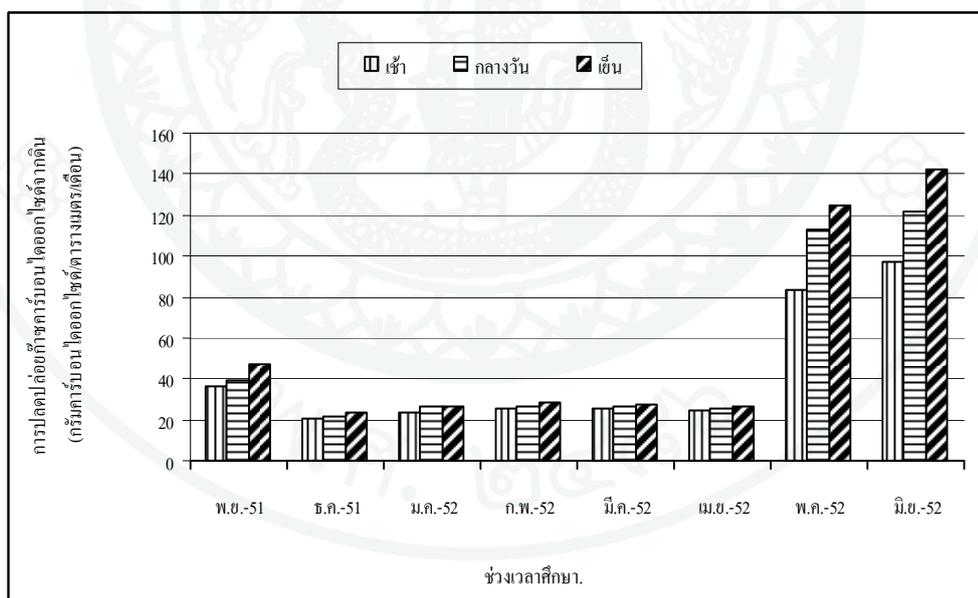
หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันบนตัวเลขที่อยู่ในแนวตั้ง แสดงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบโดยใช้ Duncan's new multiple range test

แนวโน้มน้ำอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธรและแปลงปลูกยูคาลิปตัส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต กำแพงแสน รวมทั้ง 8 เดือนพบว่า มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนและฤดูกาลอย่างชัดเจน โดยช่วงที่มีฝนตกมาก (เดือนพฤษภาคม มิถุนายน และปลายฤดูฝนคือพฤศจิกายน) มีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสูงกว่าช่วงฝนน้อย (เดือน ธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน) ซึ่งอาจจะมีสาเหตุที่เกี่ยวข้องหลายประการด้วยกัน ประการแรกจากการที่ดินโดยทั่วไปประกอบไปด้วยเนื้อดินประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ อินทรีย์วัตถุ 5 เปอร์เซ็นต์ และประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ที่เหลือเป็นที่อยู่ของน้ำและอากาศ (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) เมื่อมีฝนตกลงมาหรือเมื่อ

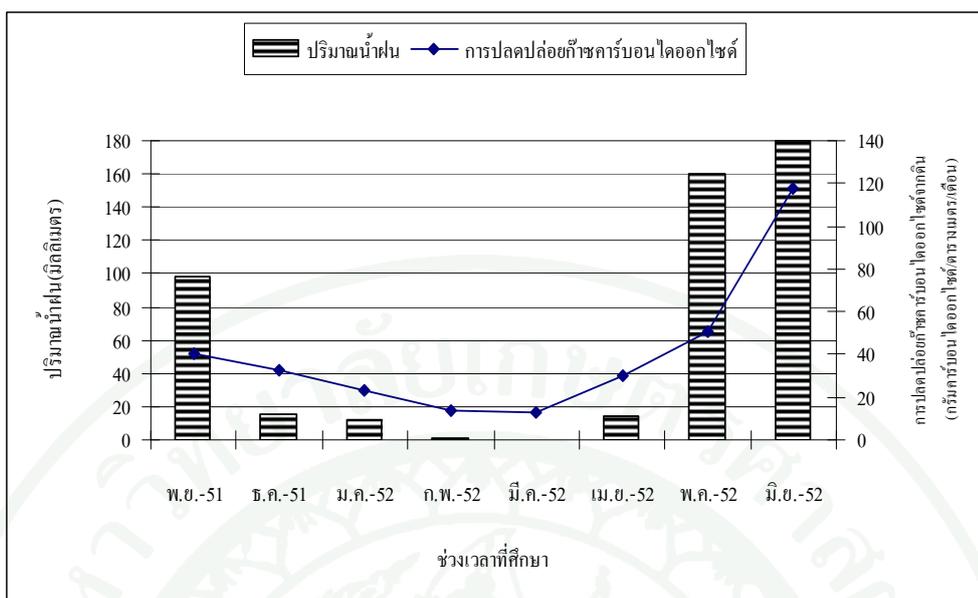
ความชื้นในดินเพิ่มขึ้นช่องว่างในดินจะลดลง ขณะเดียวกันเมื่อช่องว่างในดินลดลง อากาศหรือก๊าซต่าง ๆ จะมีความเข้มข้นและความดันสูงขึ้น ทำให้เกิดการแพร่กระจายของอากาศหรือก๊าซไปยังที่ที่มีความเข้มข้นและความดันต่ำกว่า จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสู่บรรยากาศมากขึ้น ในทางกลับกันในช่วงฤดูแล้งความชื้นในดินเมื่อไม่มีฝนตกมาเพิ่ม ความชื้นในดินจะลดลงโดยการระเหยหรือถูกพืชและสิ่งมีชีวิตในดินนำไปใช้ ทำให้ดินมีช่องว่างที่เพิ่มขึ้น ความเข้มข้นและความดันก๊าซต่าง ๆ ในดินลดลง ส่งผลให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสู่บรรยากาศจึงลดลง (สิริกานดา, 2551) ประการที่สอง เมื่อความชื้นในดินเพิ่มขึ้นจุลินทรีย์ในดินสามารถทำกิจกรรมได้มากขึ้น มีการหายใจมากขึ้น พืชมีการเติบโตมากขึ้น รากพืชมีการหายใจมากขึ้นทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสู่บรรยากาศมากขึ้น นอกจากนี้ในช่วงฤดูฝนเศษซากพืชต่าง ๆ ที่ร่วงหล่นลงมาในช่วงฤดูแล้ง เมื่อได้รับความชื้นที่เหมาะสมจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ และปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศอย่างรวดเร็ว (พิมพ์รัตน์, 2544) อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินทั้ง 3 ช่วงเวลาได้แก่ เช้า (8.00-8.30 น.) กลางวัน (12.00-12.30 น.) และเย็น (16.00-16.30 น.) ของพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ. เพชรบุรี (ภาพที่ 9, ตารางผนวกที่ 2) และพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม (ภาพที่ 10, ตารางผนวกที่ 3) พบว่าช่วงเวลาเย็นมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสูงสุด เนื่องมาจากช่วงเย็นต้นไม้และรากพืชที่อยู่ในดินมีการหายใจปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินออกมาสูงสุด (คณาจารย์ภาควิชาจุลชีววิทยา, 2548) มากกว่าช่วงกลางวัน และช่วงเช้า จากรายงานพบว่ากลุ่มจุลินทรีย์ดิน ได้แก่ กลุ่มจุลินทรีย์ดินส่วนใหญ่จะมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจากดินในช่วงเย็นเช่นเดียวกันเนื่องจากอุณหภูมิดังกล่าวมีความเหมาะสมต่อการหายใจของจุลินทรีย์ภายในดิน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษารุ่นนี้ทั้งสองพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 9 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน เช้า กลางวัน เย็น บริเวณป่าอุทยาน
สิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ. เพชรบุรี



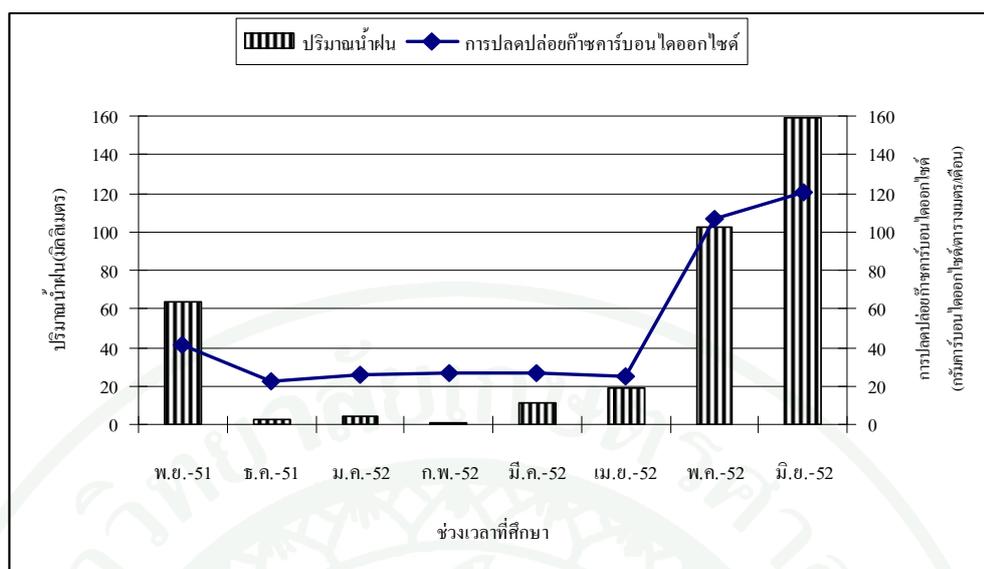
ภาพที่ 10 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน เช้า กลางวัน และเย็น บริเวณ
แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
จ.นครปฐม



ภาพที่ 11 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนกับค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน พื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ. เพชรบุรี

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน กับค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน พื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี พบว่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในแต่ละเดือนมีความผันแปรตามปริมาณน้ำฝนอย่างชัดเจน (ภาพที่ 11) โดยมีค่าอัตราการปล่อยสูงในช่วงฤดูฝน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม มิถุนายน และช่วงปลายฤดูฝนเดือนพฤศจิกายน และมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินต่ำในช่วงฤดูแล้ง ตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน ค่าการปลดปล่อยก๊าซต่ำสุดในช่วงเดือนมีนาคม ต่ำกว่าค่าการปลดปล่อยสูงสุดในเดือนมิถุนายนประมาณ 5 เท่า ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนเช่นเดียวกัน

โดยสอดคล้องกับการศึกษาของสิริรัตน์และคณะ(2547) ซึ่งรายงานว่า การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินของป่าดิบแล้งสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมาและดินของป่าเบญจพรรณ สถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี มีค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงในช่วงฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม และมีค่าการปลดปล่อยต่ำในช่วงฤดูแล้งตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน



ภาพที่ 12 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนกับค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน กับค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน พื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม พบว่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในแต่ละเดือนมีความผันแปรตามปริมาณน้ำฝนอย่างชัดเจน (ภาพที่ 12) โดยมีค่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงในช่วงฤดูฝน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม มิถุนายน และช่วงปลายฤดูฝนเดือนพฤศจิกายน และมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินต่ำในช่วงฤดูแล้ง ตั้งแต่เดือนธันวาคม ถึงเดือนเมษายน ค่าการปลดปล่อยก๊าซต่ำสุดในช่วงเดือนธันวาคม โดยต่ำกว่าค่าการปลดปล่อยสูงสุดในเดือนมิถุนายนประมาณ 5 เท่า ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนเช่นเดียวกันกับผลการศึกษาจากพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร ค่าของการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำสุดในช่วงฤดูแล้งมีค่าใกล้เคียงกันทุกเดือน และค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ช่วงฤดูฝนมีค่าใกล้เคียงกันในช่วงเดือนพฤษภาคมและมิถุนายน ส่วนเดือนพฤศจิกายนมีค่าต่ำกว่าเดือนพฤษภาคมและมิถุนายนประมาณ 2 เท่า เนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนในเดือนพฤศจิกายนในพื้นที่ต่ำกว่าทั้ง 2 เดือน

3. ปัจจัยแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.1 ผลของปริมาณน้ำฝนต่อการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนสะสมรายวันและน้ำฝนสะสมของกรมอุตุนิยมวิทยา (ตารางผนวกที่ 4) ตลอดช่วงเวลาที่เก็บของการศึกษาครั้งนี้ ในพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศหัวหินในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงพื้นที่ศึกษา พบว่า รูปแบบการกระจุกตัวของปริมาณน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธรในช่วงเวลาที่ศึกษา มีปริมาณฝนตกมากในช่วงเข้าฤดูฝน ช่วงเดือน พฤษภาคม และ มิถุนายน ในขณะที่พื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ใช้ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมวิทยานครปฐม พบว่ามีฝนตกแบบกระจุกตัวเช่นเดียวกัน และมีปริมาณฝนมากในช่วงเดือน พฤษภาคม และ มิถุนายน เช่นกัน เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำฝนสะสมของแต่ละพื้นที่ศึกษาในช่วงเวลาเดียวกัน พบว่าพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม มีปริมาณฝนสะสมต่ำกว่าพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี โดยปริมาณน้ำฝนสะสมในพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติ ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2551 ถึง มิถุนายน 2552 (รวม 8 เดือน) มีค่าเท่ากับ 481.7 มิลลิเมตร ในขณะที่พื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2551 ถึง มิถุนายน 2552 (รวม 8 เดือน) มีค่าเท่ากับ 364.8 มิลลิเมตร โดยเดือนที่มีปริมาณฝนตกน้อยที่สุดของทั้ง 2 พื้นที่ศึกษา คือ กุมภาพันธ์และมีนาคม โดยในพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี พบว่าฝนอาจจะทิ้งช่วงระยะนี้ในบางปี

เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ระหว่างการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินกับปริมาณน้ำฝน พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ทั้ง 2 พื้นที่ โดยอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี มีค่า r^2 เท่ากับ 0.60 และแปลงปลูกยูคาลิปตัส มีค่า r^2 เท่ากับ 0.86 ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของ Raich and Potter (1995) ที่พบว่า อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินมีค่าเพิ่มขึ้น 9 เท่า เมื่อทำการวัดอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินภายหลังจากมีฝนตก 3 ชั่วโมง และดินนั้นผ่านช่วงฤดูแล้งมาแล้ว เนื่องจากปริมาณน้ำฝนมีผลโดยตรงต่อค่าความชื้นในดิน การเจริญเติบโตของพืช และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน จุลินทรีย์ดินสามารถทำกิจกรรมได้มากขึ้นมีการหายใจมากขึ้น พืชมีการ

เจริญเติบโตมากขึ้น รากพืชมีการหายใจมากขึ้นทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินสู่บรรยากาศมากขึ้น(สิริกานดา, 2551)

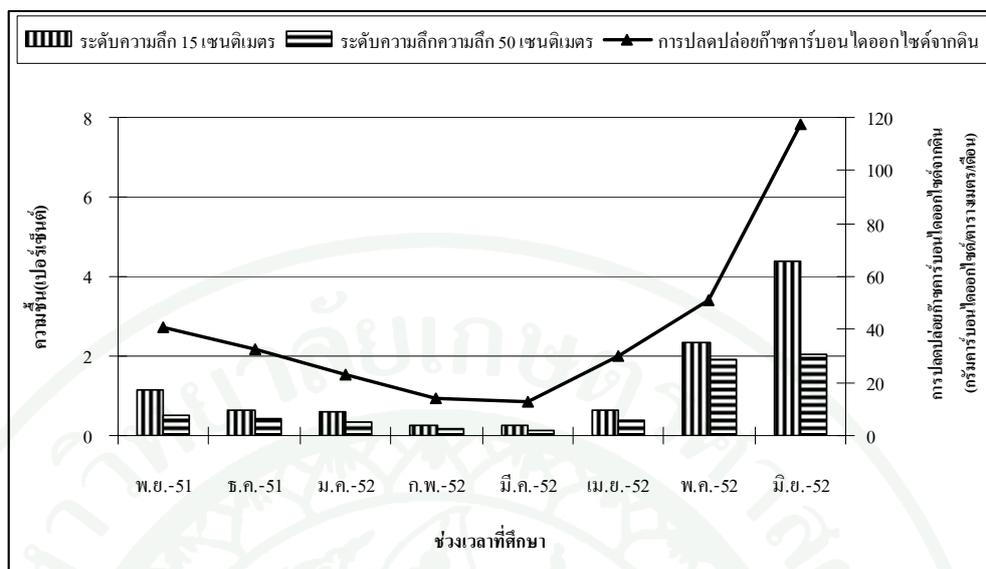
3.2 ปริมาณความชื้นในดิน

3.2.1 ปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร พื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติ สิรินคร จ.เพชรบุรี

จากการศึกษา พบว่าค่าความชื้นในดินมีการผันแปรตามปริมาณน้ำฝนอย่างชัดเจน (ภาพที่ 13) โดยในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมาก ความชื้นในดินจะเพิ่มขึ้นมาก ความชื้นในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยรายเดือนจากเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมิถุนายนอยู่ระหว่าง 8.06-63.58 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีปริมาณความชื้นในดินสูงสุดในเดือนมิถุนายน 63.58 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และมีปริมาณความชื้นในดินต่ำสุดในเดือน กุมภาพันธ์เท่ากับ 8.06 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

3.2.2 ปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร พื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติ สิรินคร จ.เพชรบุรี

จากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร พบว่ามีค่าเฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง 3.61-79.97 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีปริมาณความชื้นในดินสูงสุดในเดือนมิถุนายน 79.97 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และมีปริมาณความชื้นในดินต่ำสุดในเดือนมกราคม 3.61 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรซึ่งมีค่าความชื้นในดินมีการผันแปรตามปริมาณน้ำฝนอย่างชัดเจน (ภาพที่ 10) โดยในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมาก ความชื้นในดินจะสูง



ภาพที่ 13 กราฟแสดงปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร และ 50 เซนติเมตรกับค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี

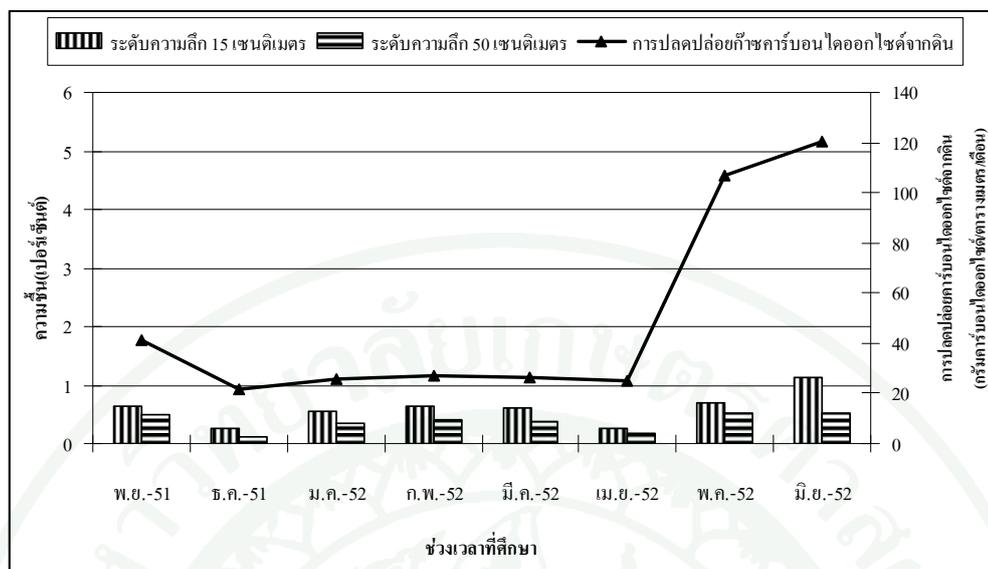
จากการศึกษาความชื้นในดินทั้ง 2 ระดับในพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี พบว่ามีปริมาณความชื้นในดินสูงสุดในเดือนมิถุนายนเช่นเดียวกันทั้ง 2 ระดับความลึก ทั้งนี้เนื่องจากในเดือนดังกล่าวมีฝนตกลงมามากถึง 180 มิลลิเมตร ส่วนปริมาณความชื้นรายเดือนเฉลี่ยต่ำสุดที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร พบในเดือนกุมภาพันธ์และที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตรพบในเดือนมกราคม เนื่องจากเป็นช่วงที่มีฝนตกเพียงเล็กน้อย ความชื้นในดินที่ลดลง การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินกับปริมาณความชื้นในดิน พบว่าที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร และ 50 เซนติเมตร มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยค่า r^2 มีค่าเท่ากับ 0.92 และ 0.93 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความชื้นในดินสูงขึ้นไปตั้งแต่เดือนพฤษภาคม มิถุนายน และ พฤศจิกายน อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินก็สูงตามไปด้วย (ภาพที่ 13)

3.2.3 ปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร พื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร พบว่ามีค่าเฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง 5.50-63.58 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีปริมาณความชื้นในดินสูงสุดในเดือนมิถุนายน 63.58 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรและมีปริมาณความชื้นในดินต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์เท่ากับ 5.50 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ซึ่งค่าความชื้นในดินมีการผันแปรไปตามปริมาณน้ำฝนอย่างชัดเจน โดยในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมาก ความชื้นในดินจะเพิ่มขึ้นมาก และในทางกลับกันในเดือนที่มีฝนน้อย (หน้าแล้ง) ความชื้นในดินมีค่าลดลง (ภาพที่ 14)

3.2.4 ปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร พื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระ อภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นในดินที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร พบว่ามีค่าเฉลี่ยรายเดือนอยู่ระหว่าง 7.25-79.97 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร มีปริมาณความชื้นในดินสูงสุดในเดือนมิถุนายน 79.97 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรและมีปริมาณความชื้นในดินต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์เท่ากับ 7.25 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ค่าความชื้นในดินมีการผันแปรไปตามปริมาณน้ำฝนอย่างชัดเจน โดยในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมาก ความชื้นในดินจะเพิ่มขึ้นมาก และในทางกลับกันในเดือนที่มีฝนน้อย (หน้าแล้ง) ความชื้นในดินมีค่าลดลง



ภาพที่ 14 กราฟแสดงปริมาณความชื้นที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร และ 50 เซนติเมตรกับค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

จากการศึกษาพบว่าพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม มีปริมาณความชื้นในดินทั้ง 2 ระดับ สูงสุดในเดือนเดียวกันคือเดือนมิถุนายน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในเดือนดังกล่าวมีฝนตกลงมาถึง 159.40 มิลลิเมตร ส่วนปริมาณความชื้นรายเดือนเฉลี่ยต่ำสุดที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร พบในเดือนกุมภาพันธ์ เนื่องจากเป็นช่วงที่มีฝนตกเพียงเล็กน้อย ความชื้นในดินที่ลดลง การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน กับปริมาณความชื้นในดิน ที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร และ 50 เซนติเมตร พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยค่า r^2 มีค่าเท่ากับ 0.93 และ 0.95 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความชื้นในดินสูงขึ้นตั้งแต่เดือนพฤษภาคมมิถุนายนและพฤศจิกายน อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินก็สูงตามไปด้วย

3.3 อุณหภูมิอากาศ

3.3.1 อุณหภูมิอากาศ พื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี

จากข้อมูลอุณหภูมิอากาศจากสถานีตรวจอากาศหัวหิน กรมอุตุนิยมวิทยา พบว่ามีค่าเฉลี่ยรายเดือนสูงสุดมีค่าเท่ากับ 35.8 องศาเซลเซียส ในเดือนมีนาคม และค่าเฉลี่ยรายเดือนต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 27.7 องศาเซลเซียสในเดือนมกราคม การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินกับอุณหภูมิอากาศพบที่มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติมีค่า r^2 เท่ากับ 0.37 ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิดิน ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงช้ากว่าอุณหภูมิของอากาศ โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิอากาศมีผลกระทบโดยตรงต่ออัตราการหายใจของต้นไม้ส่วนใหญ่ (สำเร็จ, 2550) ช่วงของอุณหภูมิที่เหมาะสมในการหายใจของต้นไม้จะอยู่ระหว่าง 25.0-30.0 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอัตราการหายใจมีค่าเพิ่มขึ้น (Devlin, 1975; ลดาวัลย์, 2533) หากอุณหภูมิต่ำกว่า 25.0 องศาเซลเซียส อัตราการหายใจจะลดลงเพราะเอนไซม์ทำงานได้ไม่ดีในอุณหภูมิต่ำ เมื่ออุณหภูมิเข้าใกล้ 0 องศาเซลเซียส อัตราการหายใจจะต่ำมาก

3.3.2 อุณหภูมิอากาศ พื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

จากข้อมูล พบว่ามีค่าเฉลี่ยรายเดือนสูงสุดมีค่าเท่ากับ 44.6 องศาเซลเซียส ในเดือนเมษายน และค่าเฉลี่ยรายเดือนต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 34.7 องศาเซลเซียส ในเดือนมกราคม จากการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน กับอุณหภูมิอากาศพบที่มีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติมีค่า r^2 เท่ากับ 0.57

3.4 ความชื้นในอากาศ

3.4.1 ความชื้นในอากาศ พื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี

ความชื้นในอากาศเฉลี่ยรายเดือนมีค่าอยู่ระหว่าง 63.17-73.46 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นในอากาศสูงสุดในเดือนมิถุนายน (ตารางผนวกที่ 3) ในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคม มิถุนายน และเดือน พฤศจิกายน ความชื้นในอากาศเฉลี่ยจะมีค่าสูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณความชื้นในอากาศเฉลี่ยรายเดือนต่ำสุดพบในเดือนธันวาคม เนื่องจากฝนไม่ตกติดต่อกันหลายเดือน การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน กับความชื้นในอากาศ พบว่ามีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) มีค่าเท่ากับ r^2 เท่ากับ 0.09

3.4.2 ความชื้นในอากาศ พื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

จากการศึกษา พบว่าความชื้นเฉลี่ยรายเดือนมีค่าอยู่ระหว่าง 69.0-76.5 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นในอากาศสูงสุดในเดือนมิถุนายน (ตารางผนวกที่ 4) ในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคม มิถุนายน และ พฤศจิกายน ความชื้นในอากาศเฉลี่ยจะมีค่าสูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณความชื้นในอากาศเฉลี่ยรายเดือนต่ำสุดพบในเดือนมกราคม เนื่องจากไม่มีฝนตกติดต่อกันหลายเดือนก่อนหน้านี้ การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน กับความชื้นในอากาศ พบว่า มีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยค่า r^2 มีค่าเท่ากับ 0.11

3.5 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน พื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี

3.5.1 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร

อินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตรมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.26-4.40 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดในเดือนมิถุนายน 4.40 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีปริมาณการร่วงหล่นของเศษซากพืชในพื้นที่มากกว่าช่วงเดือนอื่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำสุดพบในเดือนมีนาคม เท่ากับ 0.26 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตรมีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยค่า r^2 มีค่าเท่ากับ 0.72

อินทรีย์วัตถุเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ในดิน และเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนในดิน การสะสมคาร์บอนในดินส่วนใหญ่ มักจะสะสมอยู่ในดินชั้นบนและลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น ซึ่งพื้นที่ที่มีอินทรีย์วัตถุมากจะมีอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินมากกว่าพื้นที่ที่มีอินทรีย์วัตถุน้อย (สำเร็จ, 2550; สิริกานดา, 2551)

3.5.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร

อินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตรมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.11-2.06 เปอร์เซ็นต์ โดยพบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดในเดือนมิถุนายน 2.06 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำสุดในเดือนมีนาคมเท่ากับ 0.11 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตรมีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยค่า r^2 มีค่าเท่ากับ 0.61

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 15 และ 50 เซนติเมตร พบว่าที่ระดับดินบนความลึก 15 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าระดับดินล่าง 50 เซนติเมตร ค่าอินทรีย์วัตถุในดินจะลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น (สำเร็จ, 2550)

3.6 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน พื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

3.6.1 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับดินความลึก 15 เซนติเมตร

อินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับดินความลึก 15 เซนติเมตรมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.26-1.13 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดในเดือนมิถุนายน 1.13 เปอร์เซ็นต์ เพราะบริเวณแปลงปลูกยูคาลิปตัส ช่างสรรอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ได้มีการตัดกิ่งต้น ยูคาลิปตัสที่ตายลงและมีการไถพรวนดินด้วยรถไถทำให้มีการถ่ายเทอากาศในดินได้ดียิ่งขึ้น มีปริมาณเศษซากพืชร่วงหล่นลงบนพื้นดินเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการย่อยสลายเศษซากพืชได้เร็วและดียิ่งขึ้น (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจึงสูงกว่าเดือนอื่นๆ และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำสุดในเดือนธันวาคมเท่ากับ 0.26 เปอร์เซ็นต์ การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตรมีความสัมพันธ์กันในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยค่า r^2 มีค่าเท่ากับ 0.74

3.6.2 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับดินความลึก 50 เซนติเมตร

อินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับดินความลึก 50 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.11-0.53 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงสุดในเดือนมิถุนายน 0.53 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่ำสุดในเดือนธันวาคมเท่ากับ 0.11 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 15 และ 50 เซนติเมตร พบว่าที่ระดับดินบนความลึก 15 เซนติเมตร มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าระดับดินล่าง 50 เซนติเมตร การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ระหว่างอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินกับปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตรมีความสัมพันธ์กันในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยค่า r^2 มีค่าเท่ากับ 0.70

4. มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

4.1 มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน พื้นที่อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี

การศึกษาคั้งนี้ศึกษาส่วนของมวลชีวภาพที่อยู่เหนือพื้นดิน ได้แก่ ใบ กิ่ง ที่ร่วงหล่น พบว่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2552 เป็นดังนี้ 107 75 71 70 70 74 110 151 กรัม/ตารางเมตร เดือนที่มีค่ามวลชีวภาพได้สูงสุดคือเดือนมิถุนายน 151 กรัม/ตารางเมตร เนื่องจากช่วงเดือนมิถุนายนเป็นช่วงฤดูมรสุมของพื้นที่ป่าเบญจพรรณ ส่งผลให้ช่วงเดือนนี้มีการร่วงหล่นของเศษซากพืชสูงสุด เนื่องจากกระแสลมและความแรงของพายุในพื้นที่ศึกษา ทำให้เศษซากพืชร่วงหล่นสูงมาก รองลงมาคือเดือนพฤษภาคมเท่ากับ 110 กรัม/ตารางเมตร ซึ่งเป็นช่วงเข้าฤดูฝนของพื้นที่ศึกษา เดือนที่มีค่ามวลชีวภาพค่อนข้างต่ำคือช่วงเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคม ผลการศึกษาคั้งนี้พบว่า มวลชีวภาพเหนือพื้นดินสัมพันธ์กับการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

4.2 มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน พื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

การศึกษาคั้งนี้ศึกษาส่วนของมวลชีวภาพที่อยู่เหนือพื้นดิน ได้แก่ ใบ กิ่ง ที่ร่วงหล่น พบว่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2552 เป็นดังนี้ 82 67 70 81 75 69 82 87 กรัม/ตารางเมตร เดือนที่มีค่ามวลชีวภาพสูงสุดคือเดือนมิถุนายน 87 กรัม/ตารางเมตร เดือนพฤศจิกายนและพฤษภาคมมีค่ามวลชีวภาพเท่ากัน ในเดือนกุมภาพันธ์ มีการตัดกิ่งของต้นยูคาลิปตัสที่ตายลงทำให้มีปริมาณการร่วงหล่นของเศษซากพืชสูง เดือนมิถุนายนเป็นช่วงฤดูมรสุม ฝนตกหนัก ลมพัดแรง ทำให้มีการร่วงหล่นของเศษซากพืชสูงที่สุด เมื่อมีปริมาณมวลชีวภาพสูงส่งผลให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง (สำเร็จและคณะ , 2548) กล่าวว่า ปริมาณการร่วงหล่นของชีวมวลที่สูงขึ้นส่งผลให้เกิดการย่อยสลายส่วนต่างๆ ของชีวมวลในดินได้ดียิ่งขึ้น จุลินทรีย์สามารถใช้ชีวมวลเป็นสารอาหารได้เร็วขึ้น จุลินทรีย์หายใจและปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

5. Soil incubation (การบ่มดิน)

5.1 คุณสมบัติเบื้องต้นบางประการของดิน

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติเบื้องต้นบางประการของดินในพื้นที่ศึกษา

คุณสมบัติดิน	ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อม * นานาชาติสิรินธร		แปลงปลูกยูคาลิปตัส**	
	ก่อนศึกษา	หลังศึกษา	ก่อนศึกษา	หลังศึกษา
	ดินร่วนปนเหนียว	ดินร่วนปนเหนียว	ดินเหนียว	ดินเหนียว
เนื้อดิน				
อินทรีย์คาร์บอน (เปอร์เซ็นต์)	1.620	1.021	0.342	0.330
อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	2.773	2.123	0.588	0.210
ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)	0.246	0.226	0.053	0.045
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	17.047	16.017	23.607	22.607
pH	8.339	8.139	6.033	6.142
อัตราส่วนคาร์บอนต่อ ไนโตรเจน	9.552	9.188	10.326	7.822

หมายเหตุ * ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี

** แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
จ.นครปฐม

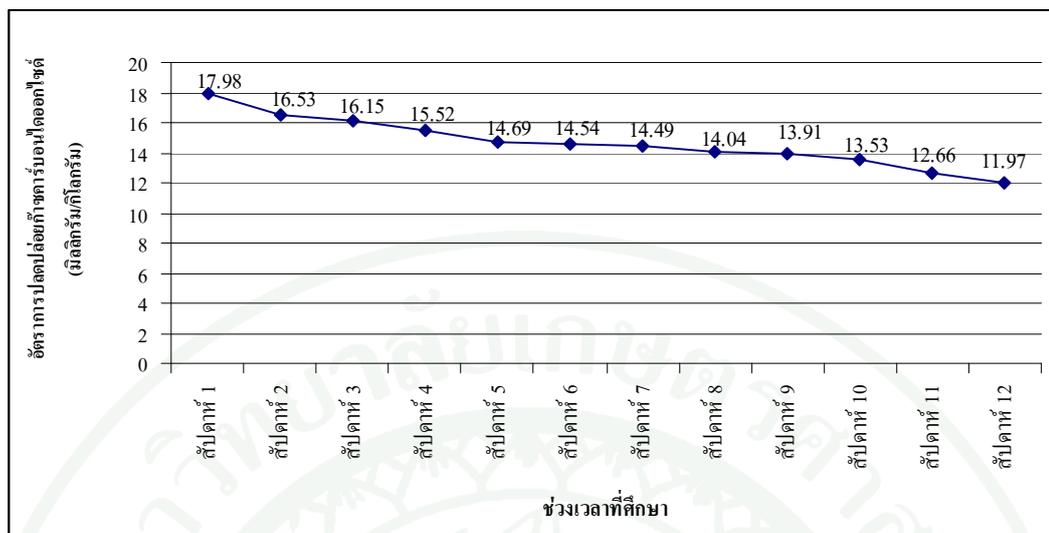
5.2 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการบ่มดินพื้นที่อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี

จากการบ่มดินเป็นเวลา 3 เดือน โดยรักษาความชื้นให้คงที่ระดับ 40-50 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้ง 3 เดือน มีอัตราการปลดปล่อยลดลง โดยเดือนที่ 1 (สัปดาห์ที่ 1 ถึง สัปดาห์ที่ 4) มีค่าเท่ากับ 66.18 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เดือนที่ 2 มีค่าเท่ากับ 57.76 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และเดือนที่ 3 มีค่าเท่ากับ 52.06 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ภาพที่ 15)

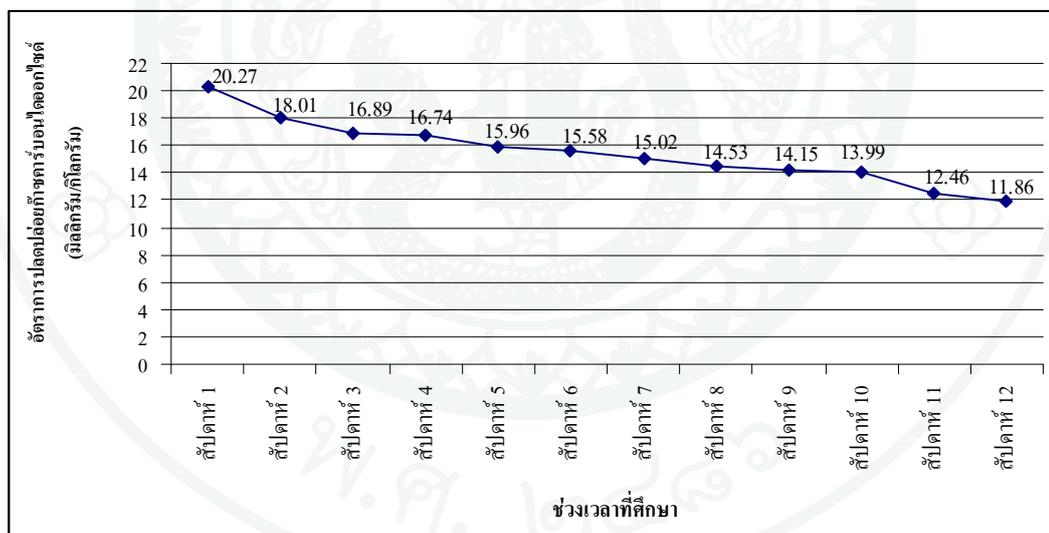
5.3 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการบ่มตัวอย่างดินจากพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทานมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

จากการบ่มดินในเวลา 3 เดือนพบว่า อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง โดยเดือนที่ 1 มีค่าเท่ากับ 71.91 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เดือนที่ 2 มีค่าเท่ากับ 61.09 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และเดือนที่ 3 มีค่าเท่ากับ 52.46 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ภาพที่ 16)

ทั้งนี้ค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้ง 3 เดือน (12 สัปดาห์) ค่อยๆ ลดลงตามลำดับ อาจเป็นเพราะจุลินทรีย์ในดินจำเป็นต้องใช้แร่ธาตุ สารอาหารที่มีอยู่ในดินเพื่อการดำรงชีวิตและทำกิจกรรมต่างๆ แต่เมื่อเวลาผ่านไปแร่ธาตุและสารอาหารในดินค่อยๆ หมดลง ทำให้จุลินทรีย์ขาดสารอาหารในการดำรงชีวิตบางส่วนอาจตายลง ส่งผลถึงการหายใจของจุลินทรีย์ดินลดลง ทำให้การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงด้วย (คณาจารย์ภาควิชาจุลชีววิทยา, 2547)



ภาพที่ 15 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการบ่มตัวอย่างดิน จากพื้นที่ป่าอุทยาน สัตว์เขตลุ่มน่านาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี



ภาพที่ 16 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการบ่มตัวอย่างดินจากพื้นที่แปลง ปลูกยูคาลิปตัส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม

6. การประเมินการเก็บกักและการปลดปล่อยคาร์บอนในดินของพื้นที่ป่าไม้

จากการศึกษาสามารถประเมินการเก็บกักและการปลดปล่อยคาร์บอนในดินบริเวณพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี ซึ่งเป็นป่าเบญจพรรณ พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินเฉลี่ยเท่ากับ 40.65 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน และมีการเก็บกักคาร์บอนไว้ในดินเฉลี่ยเท่ากับ 53.05 กรัม/ตารางเมตร

สามารถประเมินการเก็บกักและการปลดปล่อยคาร์บอนในดินบริเวณพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัสข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินเฉลี่ยเท่ากับ 29.33 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน และมีการเก็บกักคาร์บอนไว้ในดินนานเฉลี่ยเท่ากับ 28.90 กรัม/ตารางเมตร

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาการเก็บกักและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินในพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี และแปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2552 รวมระยะเวลา 8 เดือน ด้วยวิธี Close Chamber Method สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินเฉลี่ยในแต่ละเดือนของพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร 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 12.58 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน และเก็บกักคาร์บอน 53.05 กรัม/ตารางเมตร

อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินเฉลี่ยในแต่ละเดือนของพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเดือนมิถุนายน 2552 พบว่ามีค่าเฉลี่ยรวม 8 เดือนเท่ากับ 29.33 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน มีอัตราการปลดปล่อยสูงสุดในเดือน มิถุนายน 2552 เท่ากับ 120.46 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน และมีอัตราการปลดปล่อยต่ำสุดในเดือน ธันวาคม 2552 เท่ากับ 21.97 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือนและเก็บกักคาร์บอน 28.90 กรัม/ตารางเมตร

2. การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผิวดินมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลอย่างชัดเจนในทั้งสองพื้นที่ศึกษา กล่าวคือ ในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม มิถุนายน และพฤศจิกายน) มีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยสูงกว่าในช่วงฤดูแล้ง (เดือนธันวาคม มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน)

3. ปัจจัยแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินพื้นที่ป่าอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี มีความสัมพันธ์กันในทางบวก เรียงลำดับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) จากมากไปหาน้อย ได้ดังนี้ ความชื้นในดินที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ความชื้นในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร อินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร อินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิอากาศ ความชื้นอากาศ มีค่าเท่ากับ 0.93 0.92 0.72 0.61 0.60 0.37 0.09 ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมบางประการและอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม เรียงลำดับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) จากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ ความชื้นในดินที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ความชื้นในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร ปริมาณน้ำฝน อินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร อินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร อุณหภูมิอากาศ ความชื้นอากาศ มีค่าเท่ากับ 0.95 0.93 0.86 0.74 0.70 0.57 0.11 ตามลำดับ

4. ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีแนวโน้มการสะสมตัวอยู่ในดินชั้นบนและลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้น ในพื้นที่อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี มีค่าการสะสมปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตรอยู่ระหว่าง 0.26-4.40 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตรอยู่ระหว่าง 0.11-2.06 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ช้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม มีค่าการสะสมปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินชั้นบนและลดลงตามระดับความลึกที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร มีค่าอยู่ระหว่าง 0.26-1.13 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตรอยู่ระหว่าง 0.11-0.53 เปอร์เซ็นต์

5. การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการบ่มตัวอย่างดิน จากทั้งสองพื้นที่ศึกษา ในระยะเวลา 3 เดือน พบว่า ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงตามระยะเวลาที่บ่มดิน โดยพื้นที่อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี พบว่ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเดือนที่ 1 มีค่าเท่ากับ 66.18 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เดือนที่ 2 มีค่าเท่ากับ 57.76 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และเดือนที่ 3 มีค่าเท่ากับ 52.06 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ขณะที่ค่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์พื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม เดือนที่ 1 มีค่าเท่ากับ 71.91 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เดือนที่ 2 มีค่าเท่ากับ 61.09 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และเดือนที่ 3 มีค่าเท่ากับ 52.46 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินควรมีระยะเวลาที่ยาวนานพอสมควรเพื่อให้ครอบคลุมความผันแปรของสภาพภูมิอากาศ เพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งผันแปรตามฤดูกาล ที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

2. การศึกษาอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน ควรมีการวัดอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เข้าใจถึงความผันแปรในรอบวันหรือในขณะที่เกิดฝนตก การที่จะได้ค่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินถูกต้อง อาจจำเป็นต้องมีการเพิ่มขนาด Chamber ที่ใช้วัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อครอบคลุมพื้นที่ศึกษาให้มากพอ

3. การประเมินการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนในพื้นที่ป่าควรพิจารณาอัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดินร่วมกับข้อมูลอื่นๆ เช่น อัตราการสังเคราะห์แสงของต้นไม้ในป่า การหายใจของลำต้น หรือข้อมูลการเปลี่ยนแปลงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของระบบนิเวศป่าไม้

4. เพื่อให้การประเมินปริมาณผลผลิตมวลชีวภาพที่ได้มีความถูกต้อง แม่นยำมากยิ่งขึ้น ควรศึกษามวลชีวภาพในส่วนที่อยู่ใต้พื้นดินเพิ่มเติมจากการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินเท่านั้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมป่าไม้. 2549. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย ปี 2549. ส่วนข้อมูลส่วนกลาง สำนักสารนิเทศ กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ. 210 น.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2548. คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน น้ำ ปุ๋ย พีช วัสดุปรับปรุงดิน และการวิเคราะห์ เพื่อตรวจรับรองมาตรฐานสินค้า. สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน. กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ. 254 น.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 321 น.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น ครั้งที่พิมพ์ 10. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 340 น.
- คณาจารย์ภาควิชาจุลชีววิทยา. 2547. จุลชีววิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 150 น.
- นาฏสุดา ภูมิจางค์. 2547. การศึกษาแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้ และกิจกรรม การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินภายใต้พิธีสารเกียวโต. น. 1-16. ใน รายงานการประชุมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้ : ป่าไม้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ. 16-17 สิงหาคม 2547. โรงแรมมารวยการ์เด็น. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ.
- นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2549. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกและผลกระทบที่เกิดขึ้นในประเทศไทย. วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ. 21 (3): 20-34.
- ปรีชา สุวรรณพินิจ. 2540. ชีววิทยา. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์. กรุงเทพฯ. 121 น.

- พงษ์ศักดิ์ สหุณาฟู. 2538. ผลผลิตและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 151 น.
- พจน์ย์ มอญเจริญ และ ทวีศักดิ์ เวียรศิลป์. 2541. การบอนในดินของประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพฯ.
- พิชญา สัมเกลี้ยง. 2550. การจำแนกเชื้อเมทาโนโทรฟในดินกลบชั้นสุดท้ายของพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยที่มีผลต่อการเกิดมีเทนออกซิเดชัน. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 210 น.
- พิมลรัตน์ พุทธมิตินประทีป. 2544. อิทธิพลของฤดูกาลต่อองค์ประกอบและอัตราการแพร่ระบายของก๊าซจากหลุมฝังกลบมูลฝอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ลดาวลัย อธิพันธุ์อำไพ. 2533. การสังเคราะห์แสงและการหายใจของกล้าไม้กระถินเทพา. วารสารวนศาสตร์. 9(1): 1 – 11
- ลำเรียง ปานอุทัย ชิตี วิสารรัตน์ ภาณุมาศ ลาดปลาตะ สิริรัตน์ จันทน์มหเสถียร และศุภรัตน์ ตำราญ. 2548. วัฏจักรคาร์บอนในป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง, น. 77-94. ใน รายงานการประชุม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้: ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต. 4-5 สิงหาคม 2548, โรงแรมมารวยการ์เด็น. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.
- ลำเรียง ปานอุทัย. 2550. การประเมินการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากดินในป่าเบญจพรรณผสมไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 59 น.
- สิริกานดา วัชรไไทย. 2551. การศึกษาสมดุลคาร์บอนและการกักเก็บคาร์บอนในดินของสับดูดำที่ปลูกในดินเหนียวและดินร่วนปนทราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 59 น.

สิริรัตน์ จันทน์มหเสถียร ศิริภา โปธิ์พินิจ และวิลาวัณย์ วิเชียรนพรัตน์. 2547. การศึกษาปริมาณคาร์บอนในดินของระบบนิเวศป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณ. ใน รายงานการประชุม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้: ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต. 16-17 สิงหาคม 2547, โรงแรมมารวยการ์เด็น. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

สุขประโชค เอื้อกฤษดาธิการ. 2549. ก๊าซธรรมชาติกับภาวะโลกร้อน. วารสารสิ่งแวดล้อม. 10 (2): 32-40.

เสวย ศรีคำแท้. 2543. ชนิดและการใช้ประโยชน์ของนกในป่าเต็งรัง และสวนป่ายูคาลิปตัสในบริเวณโครงการพัฒนาตามพระราชดำริ ป่าหนองเต็ง-จักราช จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 84 น.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. สรีรวิทยาของพืช. พิมพ์ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อรรถชัย จินตะเวช. 2547. การสะสมคาร์บอน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อภิญา นาคศิริ. 2548. สัมมนาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากป่าไม้. บัณฑิตวิทยาลัย วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. กรุงเทพฯ. 76-98.

อรรณณ ศิริรัตน์พิริยะ. 2550. ทรัพยากรดินกับภาวะโลกร้อน. วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ. 22 (3): 22-32.

อุทิศ กุฎอินทร์. 2542. นิเวศวิทยาพื้นฐานเพื่อการป่าไม้. ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อำนาจ เวชมนัส. 2530. การวิเคราะห์ผลกระทบการทำลายป่าไม้ต่อพื้นที่ที่เสียหายทางการเกษตรของประเทศ ไทย ในระหว่างปี 2524-2528. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 201 น.

อำนาจ ชิดโรสง และ ธีรพล ลิขยกุล. 2548. การกักเก็บและปลดปล่อยคาร์บอนในดินป่าดิบแล้ง ดินป่าปลูก และดินทำการเกษตร. น. 95-105. ใน รายงานการประชุม การเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้: ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต. 4 -5 สิงหาคม 2548, โรงแรมมารวยการ์เด้น. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

Bazzaz, F.A. and W.E. Williams. 1991. **Atmospheric CO₂ concentrations within a mixed forest: implications for seedling growth.** Ecology. 72: (1) 12-16.

Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-Total. In **Method of Soil Analysis : Chemical Methods.** Part 3. D.L. Sparks, Cd., Soil Sci. Soc. Of Am., Madison WI.

Campbell, C.A. 1967. **The applicability of the carbon-dating method in soil humus studies.** Soil Sci. 104: 217-224.

Li, C.S., C. Jianbo and C. Trettin. 2004. **Modeling Impacts of Management on Carbon Sequestration and Trace Gas Emission in Forested Wetland Ecosystems.** Environment Management. 33. Supplement 1: 176-186.

Devlin, R.M. 1975. **Plant Physiology.** Norstrand Co.Ltd. New York.

Florence, J.A. 2006. 2005 Another Record Year for Global Carbon Emissions. **Earth Policy Institute.** Available Source: http://www.earth-policy.org/Indicators/CO2/2006_data.htm#fig1.

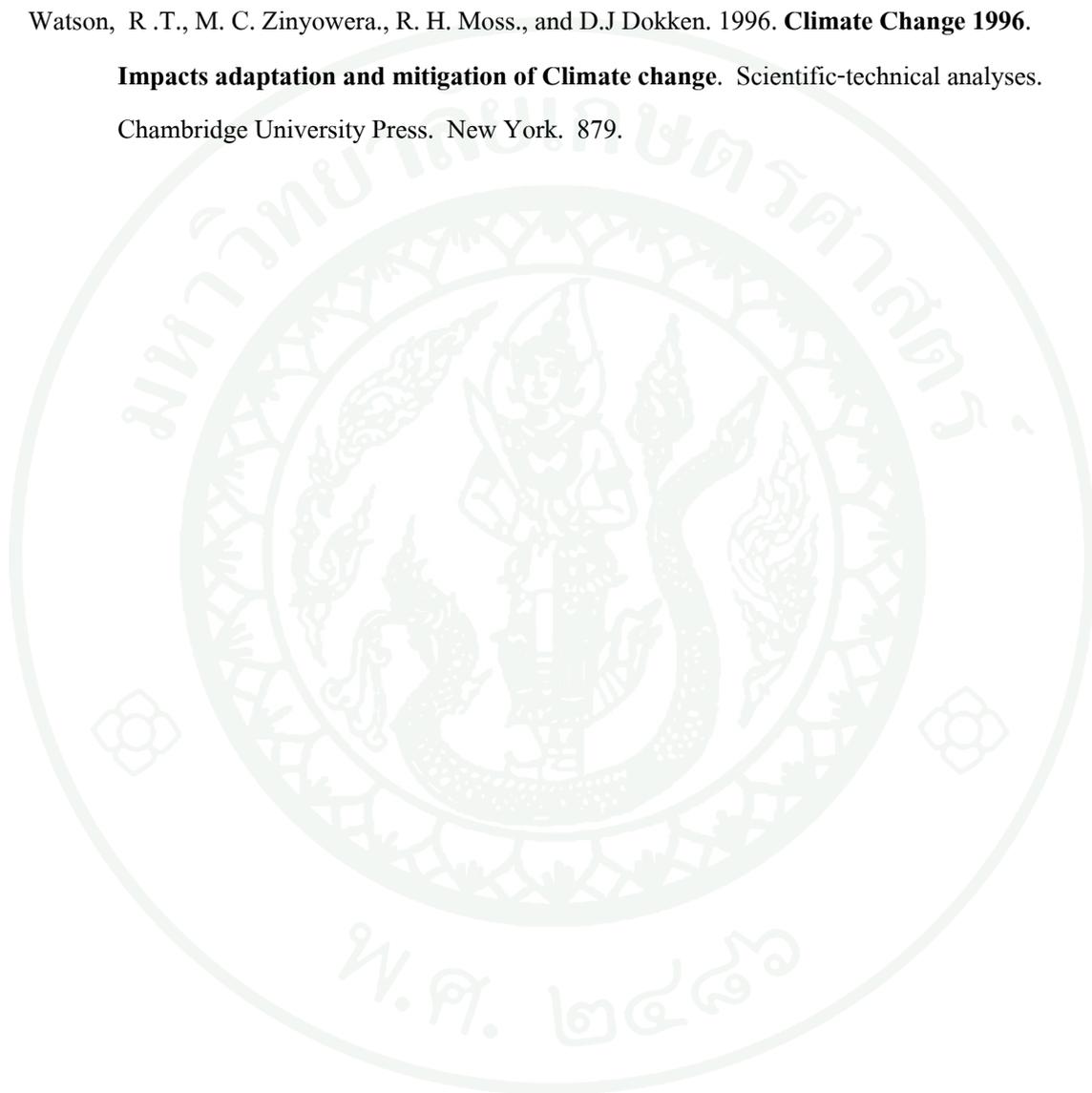
IPCC. 1996. **Greenhouse gas inventory reference manual.** Cambridge University Press. Cambridge. UK.

- _____. 2001. **Climate Change 2001: The Scientific Basis**. Cambridge University Press. Cambridge. UK.
- _____. 2007. **Climate change 2007: The physical science basis**. Summary for policy makers. A report of working group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 63 p.
- Kiehl, J.T. and K.E. Trenberth. 1997. **Earth's annual global mean energy budget**. Bull. Amer. Meteor. Soc. 78 (2): 197-208.
- Von Arnold K., M. Nilsson, P. Weslien, L. Klemedtsson and B. Hanell. 2004. **Fluxes of CO₂, CH₄ and N₂O from drained organic soils in deciduous forests**. Soil Biology & Biochemistry. 37: 1059-1071.
- Meyer, M.S. and D. B. Anderson. 1952. **Plant Physiology**. D. Van Norstrand Company inc. New York. U.S.A. 669 p.
- Peter, D. 2005. **The Climate of a Post-Kyoto World**. World Resources Institute (WRI). February. Abstract No. 2.
- Post, W.M. and K.C. Kwon. 2000. **Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential**. Global Change Biology. 6: 317-327.
- Miehle, P. S., J. Livesley, P. Feikema, C. S. Li, and S.K. Arndt, 2006. **Assessing productivity and carbon sequestration capacity of *Eucalyptus globules* plantations using the process model Forest-DNDC: Calibration and Validation**. Ecological Modelling. 192: 83-94.
- Raich, J.W. and C.S. Potter. 1995. **Global patterns of carbon dioxide emissions from soils**. Global Biochemical Cycles. 9: 23-36.

- Rayment, M.B. and P.G. Jarvis. 2000. **Temporal and spatial variation of soil CO₂ efflux in a Canadian boreal forest.** *Soil Biology and Biochemistry.* 32: 35-45.
- Lal, R. 2005. **Forest soils and carbon sequestration.** *Forest Ecology and Management.* 220: 242-258.
- Statistical Analysis Software (SAS). 2001. **SAS/STAT Software: Changes and Enhancements, Release 8.2.** SAS Institute Inc., North Carolina. U.S.A.
- Silver, W. L. 1998. **The potential effects of elevated CO₂ and climate change on tropical forest biogeochemical cycling.** *Climatic Change.* 39: 337-361.
- Smith, K. A. 1999. **After the Kyoto Protocol: can soil scientists make a useful contribution.** *Soil Use Manage.* 15: 71-75.
- Thomas, G.W., 1996. Soil pH and Soil Acidity. *In* Sparks, D.L., et al., ed., **Soil Analysis : Modern Instrumental Techniques, 2nd edn.** New York: Marcel Dekker, pp. 111-182.
- 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.
- Ullah S., R. Frasier, L. King, N.P. Anderson and T.R. Moore. 2008. **Potential fluxes of N₂O and CH₄ from soils of three forest types in Eastern Canada.** *Soil Biology & Biochemistry.* 40: 986-994.
- Updegraff, K., P. R. Zimmerman, M. Price and W. J. Capehart. 2005. **C-Lock: An online system to standardize the estimation of agricultural carbon sequestration credits.** *Fuel Process Technology.* 86: 1695-1704.

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 Science. 37: 29-38.

Watson, R.T., M. C. Zinyowera., R. H. Moss., and D.J Dokken. 1996. **Climate Change 1996. Impacts adaptation and mitigation of Climate change.** Scientific-technical analyses. Chambridge University Press. New York. 879.





ตารางผนวกที่ 1 ข้อจำกัดของสมบัติทางเคมีของดินที่ใช้ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

1. ปฏิกริยาดิน (soil reaction), pH (ดินต่อน้ำ = 1:1)

ระดับ (rating)		พิสัย (range)
กรดจัดมาก	Extremely acid	< 4.5
กรดจัด	Very strong acid	4.5-5.0
กรดแก่	Strongly acid	5.1-5.5
กรดปานกลาง	Moderately acid	5.6-6.0
กรดเล็กน้อย	Slightly acid	6.1-6.5
กลาง	Neutral	6.6-7.3
ด่างอ่อน	Mildly alkaline	7.4-7.8
ด่างปานกลาง	Moderately alkaline	7.9-8.4
ด่างแก่	Strong alkaline	8.5-9.0
ด่างจัด	Extremely alkaline	> 9.0

2. อินทรียวัตถุ (organic matter) (% organic carbon x 1.724)

ระดับ (rating)		พิสัย (range) (กรัม/กิโลกรัม)
ต่ำมาก	(VL)	< 5
ต่ำ	(L)	5-10
ค่อนข้างต่ำ	(ML)	10-15
ปานกลาง	(M)	15-25
ค่อนข้างสูง	(MH)	25-35
สูง	(H)	35-45
สูงมาก	(VH)	> 45

ตารางผนวกที่ 2 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน เช้า กลางวัน เย็น บริเวณพื้นที่ป่าเบญจพรรณอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี

เดือน-ปี	อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน		
	เช้า	กลางวัน	เย็น
พ.ย.- 51	31.03	40.57	50.78
ธ.ค.- 51	28.98	33.75	34.87
ม.ค.- 52	22.36	23.22	22.69
ก.พ.- 52	11.00	15.01	16.01
มี.ค.- 52	10.31	13.20	14.21
เม.ย.- 52	20.00	30.00	40.05
พ.ค.- 52	43.15	52.80	56.92
มิ.ย.- 52	83.40	120.73	148.91
รวม	250.24	329.29	384.43
เฉลี่ย	31.28	41.16	48.05

ตารางผนวกที่ 3 อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน เช้า กลางวัน เย็น บริเวณพื้นที่
แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต
กำแพงแสน จ.นครปฐม

เดือน-ปี	อัตราการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน กรัมคาร์บอนไดออกไซด์/ตารางเมตร/เดือน		
	เช้า	กลางวัน	เย็น
พ.ย.- 51	36.39	39.54	47.02
ธ.ค.- 51	20.87	21.17	23.85
ม.ค.- 52	23.70	26.92	26.72
ก.พ.- 52	25.60	26.67	28.62
มี.ค.- 52	25.25	26.49	27.00
เม.ย.- 52	24.21	25.33	26.29
พ.ค.- 52	83.10	112.60	125.13
มิ.ย.- 52	97.03	122.18	142.24
รวม	336.15	400.91	446.88
เฉลี่ย	42.02	50.11	55.86

ตารางผนวกที่ 4 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิอากาศ ความชื้นอากาศ เฉลี่ยรายเดือน บริเวณพื้นที่ป่า
เบญจพรรณอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี

เดือน-ปี	ป่าเบญจพรรณอุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี		
	ปริมาณน้ำฝน	อุณหภูมิอากาศ	ความชื้นอากาศ
	มิลลิเมตร	องศาเซลเซียส	เปอร์เซ็นต์
พ.ย.- 51	98.40	26.88	70.15
ธ.ค.- 51	15.70	25.59	63.17
ม.ค.- 52	12.10	24.63	63.86
ก.พ.- 52	0.80	27.46	69.14
มี.ค.- 52	0.10	28.63	72.42
เม.ย.- 52	14.60	29.86	69.26
พ.ค.- 52	160.0	29.11	72.90
มิ.ย.- 52	180.0	28.85	73.46
เฉลี่ย	60.21	27.63	69.29

ตารางผนวกที่ 5 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิอากาศ ความชื้นอากาศ เฉลี่ยรายเดือน บริเวณพื้นที่
แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต
กำแพงแสน จ.นครปฐม

เดือน-ปี	แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม		
	ปริมาณน้ำฝน	อุณหภูมิอากาศ	ความชื้นอากาศ
	มิลลิเมตร	องศาเซลเซียส	เปอร์เซ็นต์
พ.ย.- 51	64.00	25.75	95.00
ธ.ค.- 51	2.90	23.45	96.00
ม.ค.- 52	4.50	25.55	95.00
ก.พ.- 52	1.00	28.15	95.00
มี.ค.- 52	11.60	26.90	94.00
เม.ย.- 52	18.90	32.05	92.00
พ.ค.- 52	102.50	28.95	95.00
มิ.ย.- 52	159.40	29.00	95.00
เฉลี่ย	45.60	27.81	94.62

ตารางผนวกที่ 6 ข้อมูลความชื้นในดินที่ระดับความลึก 15 และ 50 เซนติเมตร อินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 15 และ 50 เซนติเมตร เฉลี่ยรายเดือน บริเวณพื้นที่ป่าเบญจพรรณ อุทยานสิ่งแวดล้อมนานาชาติสิรินธร จ.เพชรบุรี

เดือน-ปี	ความชื้นในดิน	ความชื้นในดิน	อินทรีย์วัตถุในดิน	อินทรีย์วัตถุในดิน
	15 เซนติเมตร (% โดยปริมาตร)	50 เซนติเมตร (% โดยปริมาตร)	15 เซนติเมตร (%)	50 เซนติเมตร (%)
พ.ย.- 51	30.80	9.90	1.13	0.50
ธ.ค.- 51	17.13	10.80	0.64	0.42
ม.ค.- 52	8.57	3.61	0.58	0.34
ก.พ.- 52	8.06	10.97	0.27	0.17
มี.ค.- 52	8.68	10.28	0.26	0.11
เม.ย.- 52	19.31	12.90	0.62	0.38
พ.ค.- 52	49.73	49.07	2.32	1.93
มิ.ย.- 52	63.58	79.97	4.40	2.06
เฉลี่ย	25.73	23.44	1.27	0.74

ตารางผนวกที่ 7 ข้อมูลความชื้นในดินที่ระดับความลึก 15 และ 50 เซนติเมตร อินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 15 และ 50 เซนติเมตร เฉลี่ยรายเดือน บริเวณพื้นที่แปลงปลูกยูคาลิปตัส ข้างสระอภัยทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

เดือน-ปี	ความชื้นในดิน	ความชื้นในดิน	อินทรีย์วัตถุในดิน	อินทรีย์วัตถุในดิน
	15 เซนติเมตร (% โดยปริมาตร)	50 เซนติเมตร (% โดยปริมาตร)	15 เซนติเมตร (%)	50 เซนติเมตร (%)
พ.ย.- 51	33.97	26.23	0.64	0.49
ธ.ค.- 51	10.00	9.05	0.26	0.11
ม.ค.- 52	8.57	8.61	0.56	0.34
ก.พ.- 52	5.50	7.25	0.63	0.42
มี.ค.- 52	22.55	23.30	0.62	0.38
เม.ย.- 52	21.81	12.90	0.27	0.17
พ.ค.- 52	49.73	49.07	0.70	0.51
มิ.ย.- 52	63.58	79.97	1.13	0.53
เฉลี่ย	26.97	27.05	0.60	0.37

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวอมรรัตน์ แสงทอง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	7 มีนาคม 2526
สถานที่เกิด	เพชรบุรี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ชีววิทยาประยุกต์) มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

