

อินทรีย์คาร์บอนรูปแบบต่าง ๆ ในดินภายใต้การใช้ที่ดินในการเกษตรอย่างต่อเนื่อง
ในเขตลุ่มน้ำขุนสมุน จังหวัดน่าน ภาคเหนือของประเทศไทย

**Carbon Fractions under Agro-ecological Land Use Succession
in Khun Samun Watershed, Nan Province, Northern Thailand**

ศุภรติดา อ่ำทอง และพันศักดิ์ ธาดา

Suphathida Aumtong and Pansak Thada

ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Department of Soil Resources and Environment, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiangmai, Thailand 50290

E-mail: saumtong@yahoo.com

Abstract

The objective of this study was to determine effect of land use types on soil C fraction characteristics under agro-ecological land use succession in slope complex soil. Nine main land use types were aimed to be representatives of the agro-ecological land use succession soils at Khun Samun watershed, Muang district, Nan province. The composite soil samples were collected from each land use. Soil composite samples were taken at 0-20 cm depth and mean of carbon fraction concentrations from land uses were tested by one way analysis of variance. From this results shown that C LPSF were responded to intensity of disturbed level. WSC was likely to be positively responded to agricultural activity and soil management such as fertilization and burning. The amount of extracted HWSC was greater than of soluble organic matter than C in WSC. However, HWSC was unlikely to be good indicator under various land use type. The POC and large particle size fraction (C LPSF) can not really be claimed as the sensitive indicator of the changes in labile C form land use patterns. From microscopic characterization of particulate organic matter by scanning electron microscopy (SEM) indicated that the C LPSF was mainly comprised of recognizable plant fragments, micro-aggregates and sand particles.

Key words: carbon fractions, land use

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลของการใช้ที่ดินแบบต่าง ๆ ต่อคาร์บอนส่วนต่างๆ ของดินชุด slope complex ในเขตลุ่มน้ำขุนสมุน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน โดยทำการสำรวจพื้นที่การศึกษาที่ใช้เป็นตัวแทน

ของการใช้ที่ดินแบบต่างๆ 9 รูปแบบ ทำการเก็บตัวอย่างดินแบบตัวอย่างรวม ที่ระดับความลึก 0-20 ซม. และวิเคราะห์ labile carbon fraction ส่วนต่างๆ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการใช้ที่ดินแต่ละประเภท โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (one way ANOVA) พบว่า คาร์บอนในส่วน large particle size fraction

(C LPSF) ต่ระดับความเข้มข้นของการใช้ที่ดินส่วน water soluble carbon (WSC) อาจจะเป็นตัวชี้วัดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ โดยเฉพาะดินในระบบการเกษตรที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี และการเผาตอซังปริมาณ hot water soluble carbon (HWSC) มีแนวโน้มที่จะเป็นดัชนีชี้วัดถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน แต่ permanganate oxidize carbon (POC) และ fine particle size fraction (C FPSF) ไม่สามารถสะท้อนถึงการเป็นดัชนีวัดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน จากการศึกษาลักษณะกายภาพขนาดเล็กจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ในตัวอย่าง C LPSF สามารถเห็นชิ้นส่วนขนาดเล็กของพืช เม็ดดินขนาดเล็ก และอนุภาคทราย

คำสำคัญ: อินทรีย์คาร์บอน การใช้ที่ดิน

คำนำ

การเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพื่อการเกษตร เช่น พื้นที่ป่าถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่การเกษตร ทำให้การสลายตัวของอินทรีย์วัตถุสูงขึ้น และระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง (Rhoades *et al.*, 2000; Van Noordwijk *et al.*, 1997) โดยเฉพาะเมื่อพื้นที่ป่าถูกถางและเผาเพื่อนำพื้นที่ไปใช้ทำการเกษตร ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสาเหตุภาวะโลกร้อนขึ้นด้วย (Houghton *et al.*, 2000)

labile carbon fraction ของอินทรีย์วัตถุในดิน จัดได้ว่าเป็นส่วนที่ง่ายในการสกิดหรือเป็นส่วนง่ายต่อการย่อยสลาย ได้แก่ particulate organic matter (POM), water soluble carbon (WSC), hot water soluble carbon (HWSC), (Ghani *et al.*, 2003) permanganate oxidized carbon (POC) (Weil *et al.*, 2003) อินทรีย์คาร์บอนเหล่านี้เป็นส่วนประกอบของอินทรีย์วัตถุในดิน สามารถสะท้อนถึงระบบการจัดการดิน/พืชในดินที่ใช้ทำการเกษตรได้ นอกจากนี้

องค์ประกอบของคาร์บอน และพลวัตของคาร์บอนในดิน จะทำให้ทราบถึงกลไกการเก็บรักษาคาร์บอนในส่วนต่างๆ ในดิน ควรมีการศึกษาเพื่อป้องกันการเสื่อมโทรมของทรัพยากรที่ดินในอนาคต เพื่อให้เกิดความยั่งยืนของระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน และความยั่งยืนของคุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำและอากาศ (Grigal and Ohmann, 1992) คาร์บอนที่อยู่ในส่วนของอินทรีย์วัตถุมีถึงร้อยละ 80 ของคาร์บอนทั้งหมดที่อยู่ในดิน ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะใช้เป็นแหล่งเก็บรักษาคาร์บอนในการที่จะลดปัญหาภาวะเรือนกระจก (Bolin and Sukumar, 2000) ที่เกิดจากกิจกรรมการเกษตร หรือการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

ดังนั้นจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ที่ดินแบบต่างๆ ของดินชุด slope complex ต่อความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนส่วนต่างๆ (carbon fraction concentrations) และลักษณะทางกายภาพขนาดเล็ก (microscopic characterization) ของวัสดุอินทรีย์

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่และเวลาศึกษา

ศึกษาในเขตลุ่มน้ำขุนสมุน จังหวัดน่าน มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีตั้งแต่ พ.ศ.2541-2543 ประมาณ 1,400 มม. อุณหภูมิอากาศของเดือนเมษายน-พฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ทำการศึกษาเฉลี่ย 29 องศาเซลเซียส ทำการสำรวจพื้นที่และเก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่ศึกษาที่มีการใช้ที่ดินในรูปแบบต่างๆ เก็บตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนของการใช้ที่ดินแบบต่างๆ 9 รูปแบบ ที่พบได้ทั่วไปในเขตลุ่มน้ำขุนสมุน ได้แก่ พื้นที่ป่าปลูก แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) ป่าปลูกที่มีพันธุ์ไม้ผสม (Fae, 9) 2) ป่าปลูกไม้สักอย่างเดียว (Faft, 9 อายุประมาณ 15 ปี) พื้นที่ดังกล่าวอยู่ภายใต้การดูแลของหน่วยจัดการต้นน้ำ กรมป่าไม้ ซึ่งอยู่ตอนบนของลุ่มน้ำในเขตหมู่บ้านห้วยเหือ ตำบล

สะเนี่ยน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน สำหรับพื้นที่ทำกิจกรรมต่างๆ อย่างต่อเนื่อง ได้แก่ 3) ป่าหุติภูมิ (SCF,9) 4) พื้นที่ไม้ผล (Cft,16) 5) พื้นที่ไร่เหล่า (FA,3) 6) พื้นที่ปลูกป่าสักเพื่อการค้า (Teak,18 อายุประมาณ 10 ปี) 7) พื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เพื่อการค้า (Cm,21) 8) พื้นที่ปลูกข้าวไร่ (Cur,6) และ 9) พื้นที่ปลูกข้าวนาดำ (Cwr,12) พื้นที่เหล่านี้ตั้งอยู่ในหมู่บ้านกาไส ตำบลสะเนี่ยน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน ซึ่งอยู่ตอนล่างของกลุ่มน้ำ และชาวบ้านประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลัก (หมายเหตุ: ตัวเลขหลังสัญลักษณ์การใช้ที่ดินแบบต่างๆ คือ จำนวนซ้ำ)

การเก็บตัวอย่างดินและการวิเคราะห์ข้อมูล

เก็บตัวอย่างในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินดังกล่าวข้างต้นที่ระดับความลึก (0-20 ซม.) จากภายในพื้นที่ขนาด 5x10 เมตร เก็บตัวอย่างดินแบบรวม (composite sample) ทำให้แห้งโดยวิธี air-dried นำไปบด และให้ผ่านตะแกรงร่อนดินขนาด 0.5 และ

2.0 มม. นำดินมาวิเคราะห์ ดัง Table 1 ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคาร์บอนส่วนต่างๆ แต่ละรูปแบบของการใช้ที่ดินโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (one way ANOVA) ค่าผิดพลาดมาตรฐาน (standard error) และพิจารณาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

การศึกษาลักษณะทางกายภาพขนาดเล็กโดยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

นำวัสดุอินทรีย์ที่ได้จากตัวอย่างดิน มาอบให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 สัปดาห์ นำตัวอย่างไปเคลือบทอง (gold coating) เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพขนาดเล็กจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscopy, ยี่ห้อ JEOL JSM-510 LV) และทำการบันทึกภาพ

Table 1 Method of carbon fraction analysis

Carbon Fraction	Method
1. Soil organic carbon (SOC)	1. Modified by using $K_2Cr_2O_7$ and heat 130 °C (Walkley and Black ,1934)
2. Carbon in fine particle size fraction (C FPSF)	2. C in particle size fraction (C LPSF) from 0.053 to 0.250 mm (Modified from Cambardella and Elliott, 1992)
3. Carbon in large particle size fraction (C LPSF)	3. C in particulate organic matter from 0.250 to 1.000 mm (Modified from Cambardella and Elliot, 1992)
4. Permanganate oxidized carbon (POC)	4. Modified by Weil <i>et al.</i> (2003)
5. Water soluble carbon (WSC)	5. Ghani <i>et al.</i> (2003); Haynes (2000)
6. Hot water soluble carbon (HWSC)	6. Fynn <i>et al.</i> (2003)

ผลการทดลอง

อินทรีย์คาร์บอน (soil organic carbon, SOC)

ความเข้มข้นของอินทรีย์คาร์บอน (SOC) มีค่าตั้งแต่ร้อยละ 1.60-2.82 พบว่า ความเข้มข้นของ SOC มีค่าสูงสุดในพื้นที่ป่าปลูกทั้งสองชนิด (Faft, Fae) ซึ่งสูงกว่าดินที่ใช้ในการเกษตรอย่างต่อเนื่อง โดยพื้นที่ป่าปลูกดังกล่าว อยู่ภายใต้การดูแลของหน่วยจัดการต้นน้ำ อีกทั้งสภาพภูมิอากาศแตกต่างกันจากการใช้ที่ดินเกษตรอย่างต่อเนื่อง และในขณะที่ความเข้มข้นของ SOC จะมีค่าอยู่เกณฑ์ต่ำในพื้นที่ไร่เหล่า (FA) และพื้นที่ใช้ปลูกข้าวนาดำ (Cwr) ตามลำดับ (Figure 1A) และจากการเปรียบเทียบในพื้นที่ป่าปลูกด้วยกัน พื้นที่ที่ใช้ปลูกไม้สัก (เคยทำการเกษตรมาก่อน) มีค่าปริมาณ SOC ต่ำสุด

POC (permanganate-oxidized carbon)

ความเข้มข้นของ POC มีค่าตั้งแต่ 2.73-4.72 g kg⁻¹ (Figure 1B) พบว่า POC มีค่าสูงสุดในดินที่ปลูกไม้ผล (Cft) และมีค่าต่ำสุดในดินที่ปลูกข้าวนาดำ (Cwr) โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่ง Tirol-Padre and Ladha (2004) ได้เสนอแนะว่า จากวิธีการนี้จะสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งส่วน labile carbon และส่วนของ stable carbon fraction ของอินทรีย์วัตถุ ดังนั้น POC อาจจะใช้อธิบาย oxidizable carbon ที่เป็นองค์ประกอบของลิคินินที่ถูกป้องกันไว้โดยอนุภาคดินเหนียวได้

C LPSF และ C FPSF (carbon in large PSF and carbon in fine PSF)

C ที่อยู่ในส่วน particle size fraction (C PSF) มี particulate organic matter หรือ POM เป็นส่วนประกอบและเป็นส่วนหนึ่งของ labile fraction

ที่มีศักยภาพเป็นดัชนีวัดการเปลี่ยนแปลงอินทรีย์วัตถุในดิน (Dalal and Mayer, 1986) โดยจะแบ่งเป็นคาร์บอนในส่วนของ LPSF (large microaggregate, 0.250-1.000 mm, C LPSF) และ FPSF (fine particle size fraction) พบว่า ค่าความเข้มข้น C LPSF มีค่าตั้งแต่ 241-3,459 mg kg⁻¹ และมีค่าสูงสุด คือ ดินที่เป็นป่าใช้สอย (SCF) โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 1C) ในขณะที่ค่าความเข้มข้นของ C FPSF มีค่าตั้งแต่ 760-2474 mg kg⁻¹ (Figure 1D) โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ค่าความเข้มข้นของ C FPSF ในพื้นที่ป่าปลูกแบบต่างๆ (Fae, Faft) ป่าชั้นสอง (SCF) และพื้นที่ไร่เหล่า (FA) ตลอดจนการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตร (Cft, Cm Cur) มีแนวโน้มสูงกว่า C LPSF

อินทรีย์คาร์บอนในส่วนที่น้ำสกัดได้ (WSC and HWSC, water and hot water soluble organic carbon)

WSC (water soluble carbon) มีความเข้มข้นคาร์บอนตั้งแต่ 17.66-62.14 mg kg⁻¹ พบว่า ดินที่ใช้ปลูกข้าวโพด (Cm) มีปริมาณ WSC สูงสุด และสูงกว่าดินที่ใช้เป็นพื้นที่ปลูกป่า (Figure 1E) ส่วน HWSC เป็นคาร์บอนในส่วนที่ใช้น้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นตัวสกัดดินนั้น มีความเข้มข้นของคาร์บอนในน้ำร้อนที่เป็น HWSC ตั้งแต่ 102.33-160.62 mg kg⁻¹ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Figure 1F) จะเห็นได้ว่า HWSC มีคาร์บอนสูงกว่า WSC แต่อาจจะเป็นดัชนีบอกถึงความเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินได้ต่ำกว่า WSC

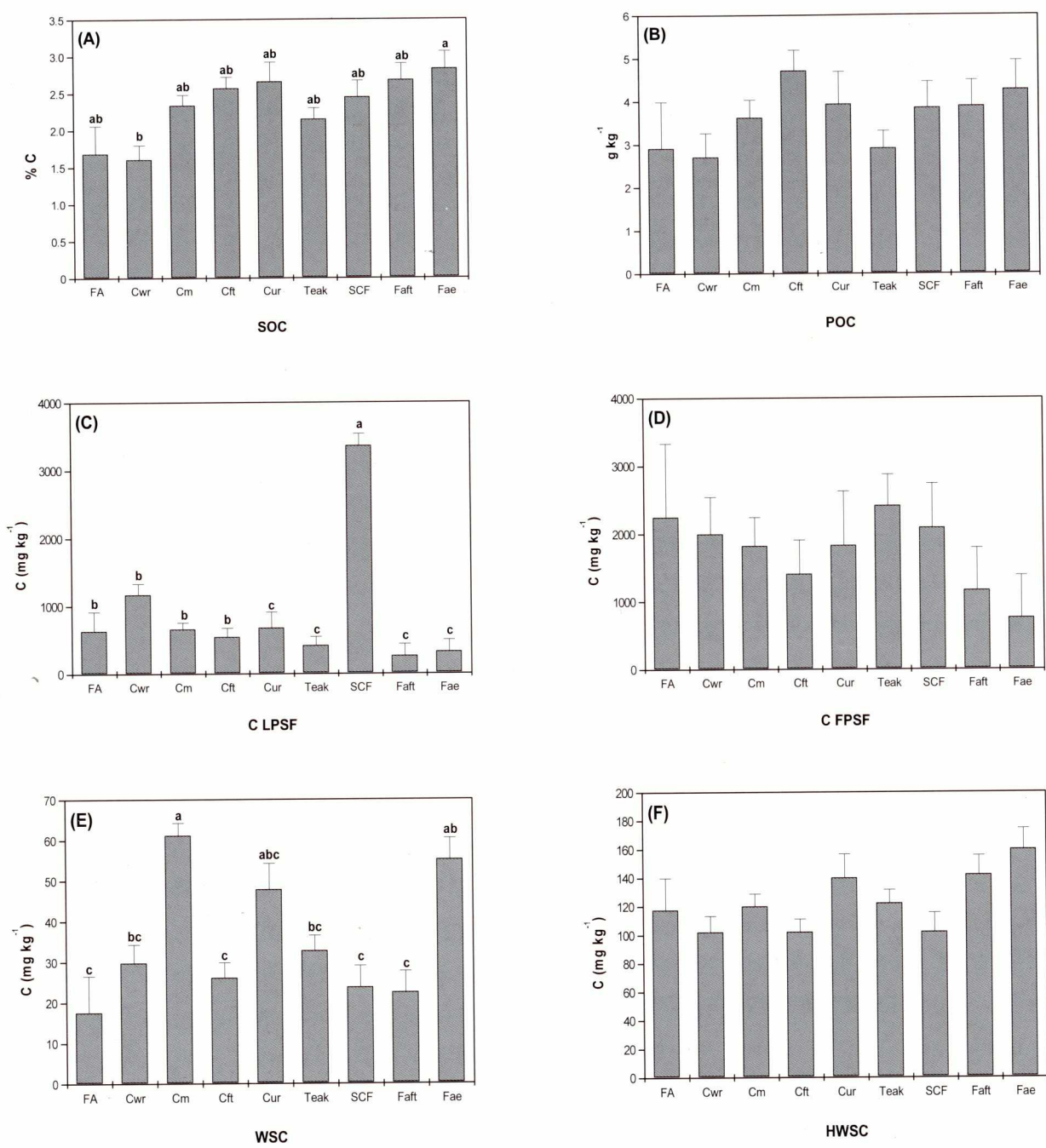


Figure 1 Carbon fraction concentrations under various land use types (0-20 cm soil depth) P<0.05
* bars mean standard error

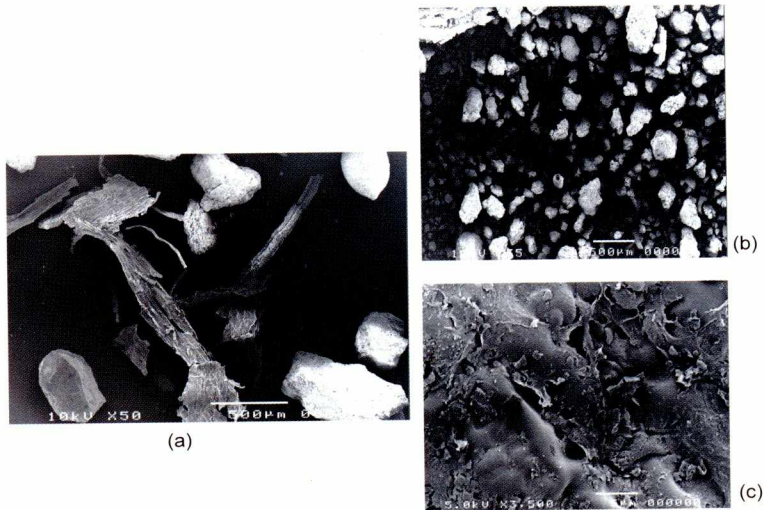


Figure 2 Microscopic characterization of large particle size fraction (L PSF>250 μ m) from agrological land use succession by scanning electron microscopy (SEM)
(a) Large particle size fraction (L PSF) by wet sieving from paddy field
found that L PSF>500 μ m and organic fragments with recognizable structure
(b) L PSF and microaggregates were found on sieved (from fruit tree crop)
(c) Characterization of sand surface from wet sieving before C LPSF determination

วิจารณ์ผลการทดลอง

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนแตกต่างกันไปตามลักษณะของสารอินทรีย์ที่วิเคราะห์ด้วยวิธีการและตัวอย่างดินที่แตกต่างกัน จากการวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่ง่ายต่อการย่อยสลาย (labile carbon fraction) โดยใช้หลักการหาคาร์บอนจาก Walkley and Black (1934) และมีเพิ่มความร้อนของสารละลาย 130 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดจากส่วนต่างๆ ตามวิธีการที่ใช้คาร์บอนส่วนต่างๆ จากผลการศึกษา พบว่า ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (SOC) ที่ใช้เม็ดดินของตัวอย่างที่ร้อนผ่านตะแกรง 0.5 มม. จะเห็นได้ว่าวิธีการนี้อาจวิเคราะห์คาร์บอนทั้งส่วนที่ง่ายและยากต่อการสลายตัว (labile และ recalcitrant carbon fraction) เพราะรวมเอาอินทรีย์คาร์บอนที่ติดอยู่กับอนุภาคดินเหนียวมาด้วย

ขณะที่การวิเคราะห์ C LPSF ใช้ตัวอย่างเม็ดดินที่มีขนาดระหว่าง 1.000-0.250 มม. พบว่ามีทั้งสารอินทรีย์ หรือที่เรียกว่า particulate organic matter (POM) และมีส่วนของสารอินทรีย์ เช่น อนุภาคทรายขนาดต่างๆ ที่ค้างบนตะแกรงก่อนที่จะนำไปหาคาร์บอน จากการศึกษากาพจากกล้อง SEM พบว่าขนาดและปริมาณของสารอินทรีย์และอินทรีย์ของ C LPSF สามารถจำแนกได้ว่ามีชั้นส่วนของพืช เม็ดดินขนาดเล็ก หรืออนุภาคทราย (sand particle) (Figure 2) ขณะที่ C FPSF ใช้ตัวอย่างดินที่มีขนาดระหว่าง 0.250-0.053 มม. พบว่า มีความเข้มข้นคาร์บอนเฉลี่ยสูงกว่า C LPSF อาจเพราะ C LPSF ง่ายต่อการถูกกระบวนการสลายมากกว่า C FPSF และการที่ C FPSF แทรกอยู่ในเม็ดดินขนาดเล็กกว่าหรืออนุภาคต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นทราย ทรายแป้ง หรืออนุภาคดินเหนียวที่ปะปนอยู่ ซึ่งสามารถป้องกันสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเข้าไปย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่ซ่อน

อยู่ในเม็ดดินขนาดดังกล่าว นอกจากนี้ได้สะท้อนให้เห็นว่าความคงทนของเม็ดดินขนาดเล็กมีความคงทนสูงกว่าเม็ดดินขนาดใหญ่ การที่เม็ดดินขนาดใหญ่ถูกทำลายได้ง่ายกว่า และ C LPSF หลุดออกมาจากการเกาะยึดของเม็ดดินทำให้ถูกสิ่งมีชีวิตย่อยสลายได้ง่าย

สำหรับ WSC และ HWSC เป็นการสกัดสารอินทรีย์คาร์บอนที่ละลายด้วยน้ำอุณหภูมิห้อง และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ นับว่าเป็นส่วนที่ง่ายมากต่อการถูกย่อยสลาย และยังเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์อีกด้วย ลักษณะของสารอินทรีย์ที่สกัดได้ อาจมีโครงสร้างโมเลกุลที่หลากหลาย ตั้งแต่โครงสร้างแบบง่ายไปจนถึงโครงสร้างโมเลกุลที่ซับซ้อน จากผลการศึกษา พบว่า WSC จากพื้นที่ปลูกข้าวโพด (Cm) สูงนั้น เพราะได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีจึงทำให้มีความแตกต่างกัน นอกจากนี้อาจจะเป็นผลมาจากการได้รับอิทธิพลจากการเผาซากต่อซังต่อสารอินทรีย์คาร์บอนด้วย จะเห็นได้ว่าปริมาณ WSC มีศักยภาพที่จะเป็นดัชนีวัดการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินได้ ในขณะที่ HWSC มีเพียงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และยังมีขีดจำกัด จึงต้องมีการศึกษาพื้นที่ทำการเกษตรที่มีการเผาซากทุกปี ที่ยังไม่มีการศึกษาถึงผลกระทบต่อปริมาณ WSC และ HWSC

สำหรับ POC เป็นคาร์บอนที่ใช้สารละลาย MnO_4^- ที่มีอำนาจการออกซิไดซ์สูงเพื่อหาคาร์บอนหรือที่เรียกว่า permanganate oxidized carbon อย่างไรก็ตาม ปริมาณคาร์บอนที่วิเคราะห์ได้จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารออกซิไดซ์ดังกล่าวด้วย ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ใช้สารละลาย $KMnO_4$ 0.05 M โดยเป็นความเข้มข้นที่สามารถออกซิไดซ์ labile carbon ได้ แต่จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าความเข้มข้นของ POC ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการใช้ที่ดินทั้ง 9 รูปแบบ

จะเห็นว่าอินทรีย์คาร์บอนส่วนต่างเหล่านี้มีส่วนสำคัญต่ออินทรีย์วัตถุในดิน มีความแตกต่าง

ในทางลักษณะทางกายภาพ และองค์ประกอบทางเคมี โดยเฉพาะปริมาณคาร์บอน นอกจากนี้ยังมีศักยภาพที่เป็นค่าชี้วัดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยอาจจะสร้างความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการหรือระดับความรุนแรงของการใช้ที่ดิน ตลอดจนการศึกษาความสามารถในการเก็บรักษาคาร์บอนไว้ในดินที่ได้รับผลกระทบจากการจัดการดิน เช่น การไถ การไถกลบ ซากอินทรีย์ การเผาซากอินทรีย์ หรือการใส่ปุ๋ยเคมี รวมทั้งสภาพพื้นที่ ที่มีผลต่อปริมาณอินทรีย์คาร์บอนส่วนต่างๆ ที่เรียกว่า labile carbon fraction และปริมาณที่ถูกรักษาไว้ในดินด้วย เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาบทบาทของดิน ในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตร และควรศึกษาอินทรีย์คาร์บอนที่เป็น recalcitrant carbon fraction ด้วยการทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถูกนำมาเก็บรักษาในรูปของอินทรีย์คาร์บอนในดิน ได้มีการวิจัยในประเด็นต่างๆ เช่น จุดสมดุลของระดับอินทรีย์คาร์บอนภายใต้การใช้ที่ดิน และการจัดการที่ดินแบบต่าง ๆ (Rasmussen *et al.*, 1980; Post and Kwon, 2000)

สรุปผลการทดลอง

อินทรีย์คาร์บอนที่ง่ายต่อการย่อยสลาย ได้แก่ C LPSF, C FPSF, WSC, HWSC และ POC อินทรีย์คาร์บอนเหล่านี้เป็นองค์ประกอบของอินทรีย์วัตถุในดิน สามารถสะท้อนถึงระบบการจัดการดิน/พืชในดินที่ใช้ทำการเกษตรได้ โดยความเข้มข้น C LPSF จะตอบสนองต่อระดับความรุนแรงของการใช้ที่ดินและมีความไวสูงกว่า HWSC และ POC และปริมาณ WSC เพิ่มขึ้นในที่ดินที่ทำการเกษตรบางประเภท ขณะที่ POC และ C FPSF ไม่ตอบสนองระดับการใช้ที่ดิน

เอกสารอ้างอิง

- Bolin, B. and R. Sukumar. 2000. Global perspective. *In*: Watson, R.T., I.R. Noble, B.Bolin, N.H. Ravindrannath, D.J. Verardo and D.J. Dokken. (eds.) **Land use, land use change, and forestry, a special report of the IPCC**. Cambridge Univ. Press, Cambridge. pp 23-51.
- Cambardella, C.A. and F.T. Elliot. 1992. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 56: 777-783.
- Dalal, R.C. and R.T. Mayer. 1986. Longterm trends in fertility of soil under continuous cultivation and cereal cropping in southern Queensland. IV. Loss of organic carbon from different density fractions. **Aust. J. Soil Res.** 24: 301-309.
- Ghani, A.D., M. Dexter and K.W. Perrott. 2003. Hot water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilization, grazing and cultivation. **Soil Bio. Biochem.** 35: 1231-1243.
- Grigal, D.F. and L.F. Ohmann. 1992. Carbon storage in upland forests of the lake states. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 56: 935-943.
- Fynn, R.W.S., R.J. Haynes and T.G. O' Connor. 2003. Burning causes long-term change in soil organic matter content of a South African grassland. **Soil Bio. Biochem.** 35: 677-687.
- Haynes, J. 2000. Labile organic matter as indicator of organic matter in arable and pastoral soils in New Zealand. **Soil Bio Biochem.** 32: 221-219.
- Houghton, R.A., D.L. Skole, C.A. Nobre, J.L. Hachler, K.T. Lawrance and W.H. Chomentowski. 2000. Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon, **Nature.** 404: 301-304.
- Post, W.M. and K.C. Kwon. 2000. Soil carbon sequestration and land use change: processes and potential. **Global Change Biol.** 6: 317-327.
- Rasmussen, P.E., R.R. Allmaras, C.R. Rohde and N.C. Roager. 1980. Crop residue influences on soil carbon and nitrogen in a wheat-fallow system. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 44: 596-600.
- Rhoades, C.C., G.E. Eckert and D.C. Coleman. 2000. Soil carbon differences among forest, agriculture and secondary vegetation in low montane Ecuador. **Ecol. App.** 10: 497-505.
- Tirol-Padre, A. and J.K. Ladha. 2004. Assesing the reliability of permanganate-oxidizable carbon as an index of soil labile carbon. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 68: 969-978.
- Van Noordicwijk, M., C. Cerri, P.L. Woomer, K. Nugroho and M. Bernoux. 1997. Soil carbon dynamic in the humid tropical forest zone. **Geoder.** 79: 187-225.

Weil, R.R., K.R. Islem, M.A. Stien, J.J. Gruver, and S.E. Samson-Liebig. 2003. Estimate active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use. **American J. Alter. Agri.** 18: 1-16.

Walkley, A. and L.A. Black. 1934. An examination of the digestion method for exterminating soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-38.