

อุเทน จันละบุตร ¹ และภาวดี โกมณเทียร ^{2*}

คำสำคัญ : อินทรีย์คาร์บอนในดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน เกษตรกรรม ลุ่มน้ำชี มหาสารคาม

²อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44150

Keywords : soil organic carbon, land uses, agriculture, Chi River Basin, Maha Sarakham

พื้นที่เกษตรกรรมมีความสำคัญในด้านเป็นแหล่งผลิตปัจจัยสี่ให้คนทั้งโลก ขณะเดียวกันพื้นที่เกษตรกรรมก็เป็นแหล่งปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (carbon sources) และแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจกและสะสมคาร์บอน (carbon sinks) (Paustian *et al.*, 1997) กิจกรรมทางการเกษตรส่งผลให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ (IPCC, 2007) ก๊าซเหล่านี้เกิดมาจากการเผาตอซัง การปศุสัตว์ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มากเกินไป การทำปุ๋ยอินทรีย์ การไถพรวน และการทำนาข้าว (Lal, 2004) อย่างไรก็ตามพื้นที่เกษตรกรรมมีบทบาทในด้านการเป็นแหล่งสะสมคาร์บอน โดยการสะสมคาร์บอนในพื้นที่เกษตรกรรมเกิดจากการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพบนพื้นดินและในดินจากเศษซากพืชที่เน่าเปื่อยและย่อยสลาย ซึ่งคล้ายกับการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ แต่อาจมีความแตกต่างกันในเรื่องระยะเวลาในการกักเก็บคาร์บอนและการบวกรวบรวมนิเวศ การใช้พื้นที่เกษตรกรรมเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนเป็นทางเลือกหนึ่งที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติและกรมพัฒนาที่ดินให้ความสนใจเป็นอย่างมากสำหรับใช้เป็นแหล่งลดก๊าซเรือนกระจก (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556; FAO, 2013) ยิ่งไปกว่านั้นในสหรัฐอเมริกาได้มีการส่งเสริมให้มีการดำเนินการซื้อขายคาร์บอนจากพื้นที่เกษตรกรรมที่ไม่มีการไถพรวนหรือลดการไถพรวน และใช้พื้นที่เกษตรกรรมสำหรับปลูกหญ้า ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ต้นทุนต่ำ และสามารถดำเนินการได้ทันที (Lal, 2004) พื้นที่เกษตรกรรมทั่วโลกมีอยู่ถึง 5,023 ล้านเฮกตาร์ คิดเป็น 38% ของพื้นที่ผิวโลกทั้งหมด และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากความต้องการอาหารของประชากรโลกที่เพิ่มขึ้น (FAO, 2013) ประเทศไทยมีพื้นที่เกษตรกรรมประมาณ 171 ล้านไร่ คิดเป็น 53.51% ของพื้นที่ประเทศทั้งหมด (กรมพัฒนาที่ดิน, 2552) กลุ่มน้ำชีเป็นหนึ่งในสามลุ่มน้ำหลักในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งมีความสำคัญในด้านเป็นแหล่งเพาะปลูกพืชชนิดต่างๆ พื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำชีในพื้นที่เกษตรกรรม ได้แก่ นาข้าว 40.86% พืชไร่ 20.01% ไม้ผล ไม้ยืนต้น และพืชผัก 3.74% (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2554) พื้นที่เกษตรกรรมเหล่านี้ไม่เพียงแต่จะช่วยลดก๊าซเรือนกระจกได้เท่านั้น แต่ยังเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนในดินและในมวลชีวภาพ ซึ่งในภาคการผลิตอื่นๆ เช่น ภาคอุตสาหกรรมไม่สามารถดำเนินการลดก๊าซเรือนกระจกที่มีอยู่ในบรรยากาศได้ ด้วยเหตุนี้พื้นที่เกษตรกรรมจึงน่าจะเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนในดินและลดก๊าซเรือนกระจกอย่างมีประสิทธิภาพได้ อย่างไรก็ตามความเข้าใจเกี่ยวกับศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรกรรม และปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อการสะสมคาร์บอนในพื้นที่เกษตรกรรมยังไม่มีคำตอบแน่ชัด โดยเฉพาะพื้นที่เกษตรกรรมบริเวณลุ่มน้ำชีในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ดังนั้นการศึกษาถึงศักยภาพการสะสมคาร์บอนในพื้นที่ใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรเหล่านี้ และความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดินต่างๆ ที่มีผลต่อการสะสมคาร์บอนอินทรีย์ในดินจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

10/3/2559 9:54:45



1. พื้นที่ศึกษา

2. การเก็บตัวอย่างดินและเตรียมตัวอย่างดิน

3. การวิเคราะห์สมบัติดินทางกายภาพและเคมีบางประการ

4. การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนที่กักเก็บในดิน

$$\text{Carbon Contents (gC m}^{-2}\text{)} = \text{bulk density (gsoil m}^{-3}\text{)} \times \text{soil carbon content (gC gsoil}^{-1}\text{)} \times \text{depth (m)}$$

5. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ

เปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดิน (carbon contents) ของแต่ละพื้นที่ใช้ประโยชน์ที่ดินโดยใช้การวิเคราะห์ one way - ANOVA ด้วยวิธี DMRT (Duncan's Multiple Range Test) และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินกับสมบัติดินโดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple linear regression) โดยให้ตัวแปรอิสระ (independent variable) คือ สมบัติต่างๆ และตัวแปรตาม (dependent variable) คือ ปริมาณคาร์บอนในดิน เลือกตัวแปรโดยวิธีเพิ่มตัวแปรอิสระแบบขั้นตอน (stepwise) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p=0.05$)

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. สมบัติดินของพื้นที่ใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ

ผลการศึกษาสมบัติดินในพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร 4 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ปลูกอ้อย พื้นที่นาข้าว พื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง และพื้นที่ปลูกมันแกว แสดงรายละเอียดใน Table 1 พื้นที่ใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรประเภทต่างๆ มีลักษณะเนื้อดินคล้ายคลึงกัน เนื้อดินเป็นดินทรายปนร่วนและร่วนปนทรายเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้

2. การกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ใช้ประโยชน์ดิน

ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของคาร์บอนในพื้นที่นาข้าวสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ พื้นที่ปลูกอ้อย พื้นที่ปลูกมันแกว และพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ตามลำดับ โดยมีความเข้มข้นของพื้นที่นาข้าวมีค่าอยู่ระหว่าง 0.91 – 16.05 มิลลิกรัมคาร์บอนต่อกรัมของดิน พื้นที่ปลูกอ้อยมีค่าอยู่ระหว่าง 1.25 – 4.71 มิลลิกรัมคาร์บอนต่อกรัมของดิน พื้นที่ปลูกมันสำปะหลังมีค่าอยู่ระหว่าง 0.72 – 3.98 มิลลิกรัมคาร์บอนต่อกรัมของดิน และในพื้นที่ปลูกมันแกวมีค่าอยู่ระหว่าง 0.18 – 3.72 มิลลิกรัมคาร์บอนต่อกรัมของดิน ความเข้มข้นคาร์บอนในดินของพื้นที่นาข้าวมีความแปรผันสูง อาจเป็นผลมาจากลักษณะเนื้อดินซึ่งพบว่าในพื้นที่นาข้าวที่มีอนุภาคดินเหนียว เนื่องจากอนุภาคดินเหนียวเป็นอนุภาคที่มีความสามารถในการดูดซับคาร์บอนอินทรีย์มากกว่าอนุภาคอื่นๆ ดังนั้นเนื้อดินที่มีเนื้อดินส่วนประกอบด้วยอนุภาคดินเหนียวในปริมาณสูงจะมีปริมาณคาร์บอนสูงเช่นเดียวกัน (พจนีย์ และทวิศักดิ์, 2544) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณคาร์บอนในดินมีความสอดคล้องกับอัตราส่วน C/N ซึ่งบ่งชี้ว่าในพื้นที่ใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรที่มีอัตราส่วน C/N ต่ำจะมีปริมาณคาร์บอนต่ำไปด้วย (Table 1)



The different letters (a, b and c) within the same column indicate significant differences ($p < 0.05$)

Land use type	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Bulk density (g cm ⁻³)	pH	CEC (cmol kg ⁻¹)	Nitrogen (g kg ⁻¹)	SOC (g kg ⁻¹)	C/N ratio
Sugarcane	79.83±6.71 ^a	12.92±4.48 ^b	7.25±3.77 ^b	1.52±0.09 ^a	4.48 - 7.31	2.38±1.22 ^c	1.09±0.31 ^c	2.48±0.91 ^b	4.63 ^a
Paddies	62.43±15.64 ^c	24.37±9.49 ^a	13.20±8.32 ^a	1.56±0.10 ^a	4.50 - 7.09	5.57±3.96 ^a	2.01±1.33 ^a	4.40±3.24 ^a	4.54 ^a
Cassava	80.97±4.29 ^a	11.79±3.50 ^b	7.24±2.35 ^b	1.46±0.12 ^b	4.61 - 7.70	2.51±0.79 ^c	1.22±0.33 ^{bc}	2.09±0.75 ^b	3.52 ^b
Yam bean	79.94±4.12 ^a	14.14±3.34 ^b	5.92±1.83 ^b	1.45±0.09 ^b	4.82 - 7.34	2.36±1.11 ^c	1.54±0.66 ^b	2.14±0.75 ^b	3.15 ^b

Land use type	Carbon stock (t ha ⁻¹)
SU	~9.0
PF	~16.0
CA	~7.0
YB	~7.5

09indd 84

Table 3 Relationship between soil organic carbons and soil properties.

Land uses type	Variables		Equation	R ²
	independent	dependent		
SU			$Y = 0.50 + 1.81X_3$	Eq. 1 0.391
PF	BD, CEC, N, pH, sand, silt, clay	soil organic carbons	$Y = 14.87 - 8.42X_1 + 0.99X_2 - 0.22X_7$	Eq. 2 0.748
CA			$Y = 1.00 + 0.838X_2 - 0.149X_7$	Eq. 3 0.491
YB			$Y = 8.405 + 0.454X_3 - 0.87X_5$	Eq. 4 0.443
All land uses			$Y = 6.40 + 0.77X_2 - 0.06X_5 - 0.20X_7$	Eq. 5 0.685

Y = soil organic carbons, X_1 = bulk density; BD (g/cm³), X_2 = CEC (cmol/kg), X_3 = total nitrogen; N (g/kg), X_4 = pH, X_5 = sand (%), X_6 = silt (%), X_7 = clay (%)

จาก Table 3 พบว่า พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตรแต่ละประเภทมีปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินที่แตกต่างกัน และมีค่าประสิทธิภาพในการตัดสินใจ (R^2) ที่แตกต่างกัน ในพื้นที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรทั้งหมดพบว่า มีสมบัติดิน 3 ประการที่มีอิทธิพลต่อปริมาณคาร์บอน ได้แก่ ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก อนุภาคทราย และอนุภาคดินเหนียว ปัจจัยเหล่านี้มีอิทธิพลต่อการสะสมคาร์บอนในดิน 68.5% ($R^2=0.685$) ในพื้นที่ปลูกอ้อย (SU) มีสมบัติดิน 1 ประการที่มีอิทธิพลต่อคาร์บอนในดิน คือ ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน โดยมีอิทธิพลต่อการสะสมคาร์บอนในดิน 39.1 % ($R^2=0.391$) ในพื้นที่นาข้าว (PF) มีสมบัติดิน 3 ประการที่มีอิทธิพลต่อปริมาณคาร์บอนในดิน ได้แก่ ความหนาแน่นของดิน ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และอนุภาคดินเหนียว สมบัติดินเหล่านี้มีอิทธิพลต่อการสะสมคาร์บอนในดิน 74.8% ($R^2=0.748$) ในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง มีสมบัติดิน 2 ประการที่มีอิทธิพลต่อปริมาณคาร์บอนในดิน ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และอนุภาคดินเหนียว โดยมีอิทธิพลต่อการสะสมคาร์บอนในดิน 49.1% ($R^2=0.491$) และในพื้นที่ปลูกมันแกว มีสมบัติดิน 2 ประการ ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน และอนุภาคทราย มีอิทธิพลต่อการสะสมคาร์บอนในดิน 44.3% จากการวิเคราะห์การถดถอยทั้งหมดพบว่าสมบัติดินต่างๆ สามารถอธิบายถึงคาร์บอนในดินได้ในระดับหนึ่ง ส่วนที่เหลือมีอิทธิพลมาจากปัจจัยอื่นๆ การปฏิบัติในแปลงเกษตรโดยเฉพาะการไถพรวนเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรอาจส่งผลให้ดินเกิดการเสื่อมโทรมและสูญเสียคาร์บอนในดิน อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยสด การลดการไถพรวน หรือแม้กระทั่งไม่ไถพรวนในแปลงเกษตรเป็นวิธีที่ช่วยเพิ่มคาร์บอนอินทรีย์ในดินได้ (Ogle *et al.*, 2005)

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ปริมาณคาร์บอนที่สะสมรวมในพื้นที่ใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 4 ประเภท มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน พื้นที่นาข้าวมีปริมาณคาร์บอนสะสมรวมสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ พื้นที่ปลูกอ้อย พื้นที่ปลูกมันแกว และพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ตามลำดับ สมบัติดินที่มีความสัมพันธ์กับคาร์บอนอินทรีย์ในดิน ได้แก่ อนุภาคทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในดิน โดยปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับคาร์บอนอินทรีย์สูงสุดคือ ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก อนุภาคทราย ทรายแป้ง ดินเหนียว และไนโตรเจนทั้งหมดในดิน ตามลำดับ ปัจจัยเหล่านี้อาจมีอิทธิพลต่อปริมาณคาร์บอนในดิน โดยเฉพาะอนุภาคทราย และปริมาณไนโตรเจนในดินที่อาจส่งผลต่อการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นแหล่งสะสมคาร์บอนในดิน รวมทั้งกิจกรรมการปฏิบัติในแปลงเกษตร เช่น กิจกรรมการไถพรวน ระดับความลึกในการไถพรวน เป็นต้น

๖. วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มี ๒ ประการ คือ เพื่อศึกษาถึงผลกระทบของการใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนของครูผู้สอน และเพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของการใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศในการเรียนการสอนของครูผู้สอน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภทบัณฑิตศึกษา ประจำปี 2557 จากสำนักงานคณะกรรมการ
วิจัยแห่งชาติ และทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนานิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ขบประมาณเงินรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2557
จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ขอขอบคุณทุนเรียนดีวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยที่ให้ทุนการศึกษา และขอขอบคุณ
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2552. แผนที่การสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2551/52. แหล่งที่มา: http://olp101.ldd.go.th/luse1/pdf/thailand51_52.pdf, 25 พฤษภาคม 2556.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2556. ผลสำเร็จงานวิชาการกรมพัฒนาที่ดินในรอบกึ่งศตวรรษ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร. 2554. คู่มือฯ. แหล่งที่มา: <http://www.haii.or.th/wiki/index.php>, 25 พฤษภาคม 2556

เพ็ญภา คงรัตนโชค. 2548. ปริมาณการสะสมคาร์บอนในมันสำปะหลังและยางพารา จังหวัดระยอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

พจนีย์ มอญเจริญ และทวีศักดิ์ เวียรศิลป์. 2544. คาร์บอนในดินของประเทศไทย. กรุงเทพฯ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
 อำนาจ ชิดโธสง และนัฐพล ลิขัยกุล. 2548. การกักเก็บและปลดปล่อยคาร์บอนในดินป่าดิบแล้ง ดินป่าปลูก และดินทำการเกษตร. รายงาน
 การประชุมวิชาการการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศทางดำนาน้ำไม่ "ศักยภาพการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต". โรงแรมมารวย การ์เดน
 กรุงเทพฯ. หน้า 95-105.

Batjes, N.H. 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science*. 47: 151-163

Blake, G.R. and K.H. Hartage. 1986. Bulk Density. pp. 363-375. In A. Klute, ed. Methods of Soil Analysis part I Physical and Mineralogical Methods: Agronomy Monograph no. 9.

Bremner, J.M. 1965. Total nitrogen, pp. 1149-1237. In C.A. Black, ed. "Method of soil Analysis, part 2". Agroforestry No. 9. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, USA.

Chapman, H. D. 1965. Cation-exchange capacity. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, (methodsofsoilnab). 891-901.

Chen, Z.D., S.B. Dikgwatlhe, J.F. Xue, H.L. Zhang, F. Chen and X.P. Xiao. 2015. Tillage impacts on net carbon flux in paddy soil of the Southern China. *Journal of Cleaner Production*. 103: 70-76.

Food and Agricultural Organization of the United Nations. 2013. The State of Food and Agriculture 2013. Available Source: <http://www.fao.org/publications/sofa/2013/en>. 3 July 2015.

Galdos, M.V., C.C. Cerri and C.E.P. Cerri. 2009. Soil carbon contents under burned and unburned sugarcane in Brazil. *Geoderma*. 153: 347-352.

Hao, Q., B. Cheng and C. Jiang 2013. Long-term tillage effect on soil organic carbon and dissolved organic carbon in a purple paddy soil of southwest China. *Acta Ecologica Sinica*. 33: 260-265

Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. Climate change 2007 – the physical science basis. United Kingdom. Cambridge University Press.

Korkanç, S.Y. 2014. Effects of afforestation on soil organic carbon and other soil properties. CATENA. 123: 62-69.

Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impact on global climate change and food security. *Science*. 304:1623-1627.

Ogle, S.M., F.J. Breidt, and K. Paustian. 2005. Agricultural management impacts on soil organic carbon storage under moist and dry climatic condition of temperate and tropical region. *Biogeochemistry*. 72: 87-121.

