

# การติดตามการชะพาคาร์บอนหน้าดินจากการชะล้างพังทลายของดิน

## Inventory of Soil Carbon Loss from Soil Erosion of Thailand

นายยุทธศาสตร์ อนุรัตน์<sup>1</sup> นายพงศธร เพียรพิทักษ์<sup>2</sup> นางสาวสมจินต์ วานิชเสถียร<sup>1</sup>

นายธนัญชัย คำขำ<sup>1</sup> และนายณรงค์เดช ฮองกุล<sup>1</sup>

Yuthasart Anuluxtipun<sup>1</sup> Phongthorn Phianphitak<sup>2</sup> Somjin Wanichsathian<sup>1</sup>

Thanun Dumkhum<sup>1</sup> and Narongdeth Hongkul<sup>1</sup>

<sup>1</sup>สำนักงานวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน <sup>2</sup>สำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน

<sup>1</sup>Office of Research and Development for Land Management

<sup>2</sup>Office of Science for Land Development

### บทคัดย่อ

การศึกษาการชะพาคาร์บอนจากหน้าดินในประเทศไทย ดำเนินการโดยการใช้สมการคณิตศาสตร์ และการติดตามการสูญเสียคาร์บอนในดินจากน้อยไปจนถึงมากที่สุด 3 แนวทาง กล่าวคือ จากการหายใจของจุลินทรีย์ ดินที่ใช้คาร์บอน เป็นแหล่งอาหาร การติดตามการเผาเศษพืชทางการเกษตร และการสูญเสียหน้าดินจากการชะล้างพังทลายของดิน ในปริมาณมากต่อปี ตามลำดับ การใช้สมการทางคณิตศาสตร์คำนวณค่าการสูญเสียดิน โดยทำการวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนจากบัญชีเศษพืชอย่างละเอียด ซึ่งจะตกลงสู่หน้าดินทุกปีตลอดระยะเวลาทำการวิจัยตั้งแต่ 2553-2555 การคำนวณดังกล่าว ใช้หลักสมดุลมวล (Mass Balance) นอกจากนี้ยังทำการทดสอบสมมติฐานผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทั้ง 6 ภาคทั่วประเทศ โดยใช้ค่า T-Test ของค่าเฉลี่ย C, H, O, N, S ทั้งในดินและในพืช และอัตราการหายใจของดิน ทำให้สามารถสรุปผลการเสียหายหน้าดินประเทศไทยได้ดังนี้

ปริมาณคาร์บอนที่ได้รับจากเศษวัสดุทางการเกษตรของประเทศไทย 321 ล้านไร่ และมีพื้นที่เกษตรกรรม 198.27 ล้านไร่ หรือประมาณ 62% กรมพัฒนาที่ดินจึงมีนโยบายและเป้าหมายในการลดปัญหาภาวะโลกร้อนโดยมีมาตรการ ในการพยายามเก็บกักคาร์บอนลงสู่ดิน (Carbon Storage or Sequestration) สามารถวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนของพืชเศรษฐกิจ 30 ชนิด โดยเครื่อง Elemental Analyzer ซึ่งมีค่าคาร์บอนในเศษพืชระหว่าง 6.63 – 53.37 %C คิดเป็นปริมาณเศษพืชกว่า 255.27 ล้านตัน/ปี หรือคิดเป็นคาร์บอนทั้งหมดในเศษวัสดุทางการเกษตรทั้งประเทศได้ 93.48 ล้านตันคาร์บอน/ปี

เมื่อทำการติดตามตรวจวัดปริมาณคาร์บอนในดินทางภาคเกษตร 62% ของพื้นที่ทั้งประเทศ พบว่า มีปริมาณคาร์บอนในดินจากภาคเกษตร ประมาณ 666.99 - 766.95 ล้านตันคาร์บอน/ปี การสูญเสียคาร์บอนในดินประการแรกเกิดจาก การหายใจของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่เกษตรกรรมประมาณ 1.88 - 2.20 ตันคาร์บอน/ปี หรือ 6.89 - 8.05 ตันคาร์บอนบนดิน/ไร่/ปี ประการที่สองจากการเผาเศษพืชโดยการจุดไฟเผาและหรือจากไฟป่าที่เกิดเองตามธรรมชาติ ประมาณ 1-2 ล้านตันคาร์บอน/ปี หรือคิดเป็น 3.67 – 7.33 ล้านตันคาร์บอน/ไร่/ปี ประการสุดท้าย จากการชะล้างพังทลายของหน้าดินทำให้สูญเสียคาร์บอนออกจากหน้าดินคิดเป็นเนื้อดิน 589.86 และ 530.18 ล้านตัน/ปี ในปี 2554 และปี 2555 ตามลำดับ คิดเป็นการสูญเสียคาร์บอนออกจากดินเท่ากับ 11.20 และ 10.07 ล้านตันคาร์บอน/ปี ตามลำดับ สรุปการสูญเสียคาร์บอนออกจากดินไม่ต่ำกว่าปีละ 11.07 - 13.20 ล้านตันคาร์บอน/ปี ซึ่งเศษพืชที่อยู่เหนือผิวดินมี 93.48 ล้านตันคาร์บอน/ปี โดย

ประมาณ 86 % ของเศษพืชที่มีคาร์บอนได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน และนำไปใช้ผลิตแผ่นวัสดุเพื่องานก่อสร้าง พืชอาหารสัตว์ และส่วนหนึ่งใช้ในการเกษตรเพื่อเป็นปุ๋ยหมัก เป็นลำดับ อาจสรุปได้ว่าการสูญเสียคาร์บอนทางภาคเกษตรปีละ 14% ต่อปี ทำให้เชื่อได้ว่าจะยังคงมีคาร์บอนเต็มเต็มสู่อินไม่ต่ำกว่าการสูญเสียปีละ 14% หรือ 11.07 - 13.20±2.13 ล้านตันคาร์บอนปี จึงจะสามารถรักษาระดับของคาร์บอนทั้งประเทศ 666.99 - 766.95 ล้านตันคาร์บอนปี

## ABSTRACT

Thai soil erosion and soil carbon loss inventory is carried out in Thailand. Using mathematical model identifies soil carbon loss that delineates from slightly to severely of carbon losses from soil. Soil carbon losses consist of three major groups such as soil respiration from microorganisms as heterotrophic soil microorganism that uses soil carbon as substrate. Secondly, anthropogenic and natural fire occurs in agricultural land areas. The last one, soil erosion is a main loss of soil carbon losses. Not only mathematical model but also monitor soil carbon takes soil and plant samples during 2010-2012 and mass balance theory involve and summarized as follow. Moreover, The T-Test for comparing means that is C, H, O, N, S in soils and plants samplings and soil respiration is concerned to compare in six regions.

The results show that Thai agricultural litters have gotten 255.27 million ton/year or 93.48 million ton carbon/year (100% C/year). Total land areas of Thailand are 513,115 km<sup>2</sup> and 62% (318,131 km<sup>2</sup>) are agricultural land areas. Land development department plans to reduce global warming impact from CO<sub>2</sub> emission. Carbon sequestration as carbon storage into the soil is interesting. 30 Plant types are collected and analyzed by Elemental Analyzer. The plant carbon content is 6.63 - 53.37 %C.

Thailand is 513,115 km<sup>2</sup> of total land areas. The agricultural land areas are 318,131 km<sup>2</sup> (62% of total land areas). There are 666.99-766.95 million ton carbon/year from soil surface. Soil respiration emits CO<sub>2</sub> 6.89-8.05 ton carbon/year or equal to 1.88-2.20 ton carbon/year. Secondly, anthropogenic and natural fire emits 3.67 – 7.33 million ton CO<sub>2</sub>/year or 1 – 2 million ton carbon/year. Finally, soil erosion of Thailand is the highest losses from soil surface at least 111.07 – 13.20 million ton carbon/year. 86% of total organic litter (Total C 93.48 million ton carbon/year= 100%) is used for Bio-energy, particle material in construction, animal feed stock and compost for agriculture. 14% of total carbon is fulfilled in to the soil to store carbon flux or carbon storage. At least 11.07-13.20 ± 2.13 million ton carbon/year is a figure to equilibrium or mass balance in soil of Thailand.

## คำนำ

การประเมินการชะล้างพังทลายของดินโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นบนสมมติฐาน ณ เหตุการณ์ช่วงหนึ่งๆ ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเทคนิคการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) จะสามารถช่วยบ่งชี้การสูญเสียดิน และคาร์บอนในหน้าดิน โดยกระบวนการชะล้างพังทลายของดิน ในแต่ละระดับความรุนแรงได้ จึงทำการศึกษา “การติดตามการชะพาคาร์บอนหน้าดินจากการชะล้างพังทลายของดิน” นี้ขึ้น เพื่อสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาวางแผน บริหารจัดการทรัพยากรดิน และการใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ในการศึกษาปริมาณการสูญเสียคาร์บอนของดิน และระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของแบบจำลอง Morgan et al. 1984 หรือแบบจำลอง MMF ซึ่งเป็นแบบจำลองประเภท Mixed Model ระหว่าง Empirical base กับ Physical base Model โดยนำแบบจำลองมาประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ร่วมกับการสำรวจภาคสนาม โดยใช้ข้อมูลในรูปแบบข้อมูลดิจิทัลทั้งข้อมูลที่เป็นแผนที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และข้อมูลรูปแบบอื่นๆ ที่มีพิภคภูมิศาสตร์ที่แน่นอน แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อประเมินระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย โดยอาศัยปัจจัยของสภาพภูมิอากาศ และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับดินมาใช้ในการพิจารณา ซึ่งจะทำการแยกประเมินปริมาณการสูญเสียดินออกเป็น 2 กระบวนการ ตามหลักการวิเคราะห์ของแบบจำลอง MMF คือ ปริมาณดินที่สามารถถูกกัดชะด้วยน้ำฝนจากกระบวนการแตกกระจายของดิน (Soil detachment) และปริมาณดินที่สามารถถูกเคลื่อนย้ายด้วยน้ำไหลบ่าหน้าดินจากกระบวนการพัดพาอนุภาคดินที่แตกกระจาย (Soil transportation) โดยส่วนที่มีปริมาณดินน้อยกว่าจะถือว่าเป็นตัวจำกัดปริมาณดินที่จะถูกชะล้างพังทลายในพื้นที่ศึกษา และถือเป็นปริมาณดินที่จะสูญเสียไปในพื้นที่ศึกษาอันเนื่องมาจากการชะล้างพังทลายของดิน การใช้ข้อมูลในรูปแบบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบด้วยปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศ (Climatic factor) เช่น ปริมาณน้ำฝนรายปี (Annual rainfall) จำนวนวันฝนตกในรอบปี (Rainy day) เป็นต้น และปัจจัยทางด้านดิน (Soil factor) เช่น ค่าความหนาแน่นรวมของดิน (bulk density) ค่าความจุความชื้นของดินที่ระดับสนาม (Moisture storage at field capacity) เป็นต้น โดยก่อนการวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลในแต่ละปัจจัยจะถูกนำมาเตรียมเป็นชั้นข้อมูลในรูปแบบ vector ซึ่งเก็บเชื่อมโยงข้อมูลแบบฐานข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ (Attribute database) และรูปแบบ raster ซึ่งแสดงข้อมูลด้วยฐานข้อมูลภาพ (Graphic database) โดยหลังจากเตรียมข้อมูลในแต่ละชั้นข้อมูลแล้ว จะนำข้อมูลดังกล่าวไปวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial analysis) ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ต่างๆ ตามเงื่อนไขของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Morgan et al. 1984 โดยข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ จะแสดงถึงระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย ซึ่งแบ่งออกเป็นความรุนแรง 5 ระดับ ตั้งแต่รุนแรงน้อยมากจนถึงรุนแรงมาก และแยกระดับความรุนแรงระหว่างพื้นที่ราบและพื้นที่สูงออกจากกันรวมเป็น 10 ระดับ ตามการแบ่งระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดินที่กรมพัฒนาที่ดินได้กำหนดไว้

สำหรับการศึกษาปริมาณการสูญเสียคาร์บอนของดิน จะดำเนินการโดยการกำหนดจุดทดสอบจากแผนที่พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน เก็บตัวอย่างและเฝ้าติดตามตรวจสอบและประเมินปริมาณคาร์บอนที่สูญเสีย อันเนื่องมาจากกระบวนการชะล้างพังทลายของดิน และตรวจสอบผลความถูกต้องจากแผนที่

โดยผลการศึกษาที่ได้จะนำไปใช้ในการวางแผนป้องกันและแก้ไขผลกระทบที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดินต่อประชาชนในพื้นที่ต่อไป

### วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการสูญเสียคาร์บอนตามระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน
2. ศึกษาปัจจัยต่างๆ มีผลต่อการทำให้เกิดการสูญเสียคาร์บอนออกจากดิน
3. ศึกษาปริมาณและพลวัตของคาร์บอนในดิน (Carbon Sequestration and Dynamic)

### การตรวจเอกสาร

การชะล้างพังทลายของดิน (Erosion) เป็นกระบวนการที่เกิดจากการที่มีแรง ซึ่งอาจเกิดจากน้ำ ลม หรือแรงโน้มถ่วงของโลก มากระทำทำให้วัตถุธาตุหรือสารแตกแยกออกจากกัน แล้วเคลื่อนย้ายอนุภาคของดินหรือสารหรือวัตถุธาตุดังกล่าวไปตกตะกอนทับถมอีกแห่งหนึ่ง (นิพนธ์, 2545) ปัจจุบันได้มีหน่วยงานต่างๆ ดำเนินการวิจัยเพื่อการประเมินและทำนายการชะล้างพังทลายของดิน โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematic model) และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) มาประยุกต์ใช้ โดยในเบื้องต้น ได้แก่ สมการการสูญเสียดินสากล หรือ USLE (Universal Soil Loss Equation) ซึ่งเป็นสมการเอมไพริคัล (Empirical model) ที่ได้จากแปลงทดลองทั่วสหรัฐอเมริกามากกว่า 10,000 แปลงต่อปี (Wischmeier and Smith, 1965) จึงมีการนำสมการนี้ไปใช้กันอย่างแพร่หลายในการวางแผนใช้ประโยชน์ที่ดิน และคาดคะเนปริมาณตะกอนจากพื้นที่ จากนั้นจึงมีการพัฒนาสมการอื่นๆ ต่อมา ได้แก่ สมการ MUSLE ที่จัดทำในปี 1977 โดย Williams and Berndt ที่ใช้ในการหาสมรรถนะการกักตะกอน (Detachment capacity) และสมรรถนะในการเคลื่อนย้ายตะกอน (Transport capacity) เพื่อนำไปประยุกต์ใช้หาการพัดพาตะกอนจากยอดเขาสูงสู่ร่องน้ำ

นอกจากการติดตามการสูญเสียคาร์บอนในดินจากการชะล้างพังทลายของดินแล้วยังสามารถติดตามจากการหายใจของจุลินทรีย์ดินที่ใช้คาร์บอนเป็นแหล่งอาหาร และจากการเผาเศษพืชโดยการจุดไฟเผาหรือจากไฟป่าที่เกิดเองตามธรรมชาติ ซึ่งการติดตามจากการหายใจของจุลินทรีย์ดินสามารถแบ่งได้เป็น 5 ระดับชั้น ตั้งแต่ไม่มีปฏิกิริยาใดๆ ทางดิน (อัตราการหายใจมีค่า  $0 \text{ mgCO}_2\text{-C/cm}^2/\text{s}$ ) จนถึงมีกิจกรรมทางดินค่อนข้างสูง (อัตราการหายใจมีค่ามากกว่า  $63.104 \text{ mgCO}_2\text{-C/cm}^2/\text{s}$ ) ซึ่งเกิดจากการมีปริมาณอินทรีย์วัตถุหรือปุ๋ยคอกสูง (Woods End Research, 1977)

การติดตามการสูญเสียคาร์บอนในดินจากการเผาไหม้ในพื้นที่ป่าในปี 2553 มีพื้นที่ป่าที่ถูกไฟไหม้ 83,176 ไร่ คิดเป็นปริมาณคาร์บอนเฉลี่ย 773,536.80 ตันคาร์บอน ในปี 2554 มีพื้นที่ป่าที่ถูกไฟไหม้ 25,489.10 ไร่ คิดเป็นปริมาณคาร์บอนเฉลี่ย 237,048.63 ตันคาร์บอน และในปี 2555 มีพื้นที่ป่าที่ถูกไฟไหม้เฉลี่ย 47,899.20 ไร่ คิดเป็นปริมาณคาร์บอนเฉลี่ย 445,462.56 ตันคาร์บอน (สำนักป้องกันปราบปรามและควบคุมไฟป่า, 2556)

## อุปกรณ์และวิธีการ

### วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาการสูญเสียคาร์บอนตามระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน
2. ศึกษาการสูญเสียคาร์บอนในดินจากอัตราการหายใจของดิน
3. ศึกษาการสูญเสียคาร์บอนในดินจากการเกิดจุดไฟไหม้ (Hotspot)
4. ศึกษาสะสมคาร์บอนในพืช

## 5. ศึกษาการสะสมคาร์บอนในดิน

### ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. การเตรียมและรวบรวมข้อมูลใช้ในการศึกษา ประกอบด้วยข้อมูลทั้งในรูปแบบที่เป็นแผนที่ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลดิจิทัลที่มีพิกัดของจุดข้อมูลที่แน่นอน และข้อมูลในเบื้องต้นเกี่ยวกับปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อความรุนแรงของการเกิดจุดไฟไหม้
2. คัดเลือกจุดเฝ้าติดตามในแต่ละพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และกำหนดจำนวนการเก็บตัวอย่างในแต่ละระดับพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดการชะล้างพังทลายในแต่ละประเภทของดิน
3. การดำเนินการวิจัย โดยวางแผนเก็บตัวอย่างขนาด 1X1 ตารางเมตร เก็บตัวอย่างเศษวัสดุที่ร่วงหล่นลงสู่พื้น เก็บตัวอย่างดินโดยใช้ชุดเก็บแบบไม่ทำลายโครงสร้าง และสุ่มเก็บตัวอย่างดินเพิ่มเติม โดยใช้จอบเสียมหรือพลั่วชุดหลุมเป็นรูป V (ตัววี) ให้ลึกในแนวตั้งประมาณ 15 เซนติเมตร
4. นำตัวอย่างดินและพีชวิเคราะห์หาปริมาณ C, H, O, N และ S โดยเครื่อง Elemental Analyzer
5. ปรับความชื้นตัวอย่างดินที่เก็บแบบไม่ทำลายโครงสร้างให้มีความชื้น 25% และวัดอัตราการหายใจของดินโดยเครื่อง LI-COR รุ่น LI-840 Gas Analyzer และคำนวณหาอัตราการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ณ ช่วงเวลาต่างๆ ของดิน
6. วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียจากการเกิดจุดไฟไหม้  
 ปริมาณคาร์บอนในพื้นที่ไฟไหม้ป่า = พื้นที่ไฟไหม้ป่า (ไร่) × ปริมาณคาร์บอนที่สะสมจากชีวมวลในป่าโดยเฉลี่ย (ตันC/ไร่/ปี)  
 อัตราส่วนระหว่างพื้นที่ป่าที่เสียหายต่อจำนวนจุดที่เกิดไฟป่า = พื้นที่ป่าที่เกิดไฟป่า (ไร่) / จำนวนจุดไฟไหม้ในพื้นที่ป่า (จุด)  
 อัตราส่วนระหว่างพื้นที่เกษตรกรรมที่เสียหายต่อจำนวนจุดที่เกิดอัคคีภัย = พื้นที่ทางการเกษตรที่เกิดอัคคีภัย (ไร่) / จำนวนจุดไฟไหม้ในพื้นที่เกษตรกรรม (จุด)
7. วิเคราะห์ข้อมูลการสะสมคาร์บอนจากเศษพีช โดยสามารถคำนวณหาปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในพีชได้ดังนี้
8. วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินและอัตราการสะสมคาร์บอนในดิน
9. คำนวณการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในดินจากการใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศไทย  

$$\Delta C_{\text{tot}} = \Delta C_{\text{AB}} + \Delta C_{\text{RES}} + \Delta C_{\text{FIRE}} + \Delta C_{\text{EROS}} + \Delta C_{\text{ERRO}} + \Delta C_{\text{SO}}$$
10. การจัดทำแผนที่การชะล้างพังทลายของดินรายปี โดยแบบจำลอง MMF วางแนวทางป้องกันและแก้ไขการเกิดการชะล้างพังทลายของดิน

## ผลการศึกษา

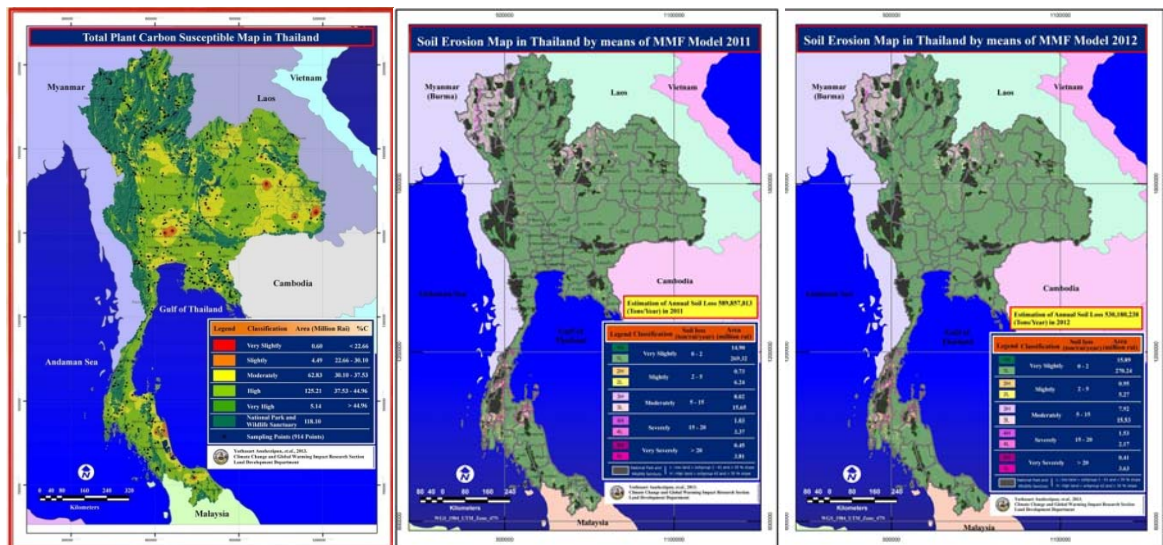
### 1. Carbon gains

ประเทศไทยมีพื้นที่ประมาณ 321 ล้านไร่ และมีพื้นที่เกษตรกรรมประมาณ 180 ล้านไร่ หรือประมาณ 56 เปอร์เซ็นต์ กรมพัฒนาที่ดินจึงมีนโยบายและเป้าหมายในการลดปัญหาภาวะโลกร้อนโดยมีมาตรการในการพยายามเก็บกักคาร์บอนลงสู่ดิน (Carbon Sequestration) และลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคเกษตรกรรม

กรมพัฒนาที่ดินจึงได้มีการศึกษาและจัดทำบัญชีเศษวัสดุทางการเกษตรของพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิด โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างดินและพืช วิเคราะห์น้ำหนักสด-น้ำหนักแห้ง และปริมาณคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ โดยเครื่อง Elemental Analyzer แล้ววางมาตรการลดปริมาณก๊าซ CO<sub>2</sub> CH<sub>4</sub> และ N<sub>2</sub>O จากเศษวัสดุดังกล่าว จากการศึกษาศาสตร์วิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนของพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิด ซึ่งมีค่าระหว่าง 6.63 – 53.37 %C แสดงดังแผนที่ 1

## 2. Carbon loses

2.1 การสูญเสียคาร์บอนตามระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลายของดิน การศึกษาระดับการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทย ปี พ.ศ.2554-2555 สามารถประเมินพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินได้ โดยพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินหมายถึง พื้นที่ที่มีระดับการชะล้างพังทลายในระดับความรุนแรงปานกลางถึงรุนแรงมาก (ระดับ 3-5) หรือมีอัตราการชะล้างพังทลายตั้งแต่ 5 ตันต่อไร่ต่อปีขึ้นไป โดยพบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ที่มีปัญหาการชะล้างพังทลายของดินในปี พ.ศ. 2554 รวมเป็นพื้นที่ 32.35 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 10.09 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งประเทศ และปี พ.ศ.2555 เป็นพื้นที่ 31.22 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 9.73 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ทั้งประเทศ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวควรมีการวางแผนป้องกันการเกิดปัญหาการชะล้างพังทลายของดิน โดยการวางมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำรูปแบบต่างในพื้นที่ เพื่อลดระดับความรุนแรงของการชะล้างพังทลาย สำหรับแผนที่การชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยปี 2554-2555 แสดงดังแผนที่ 2 และ 3



แผนที่ 1 แสดงปริมาณคาร์บอนของพืชเศรษฐกิจ 12 ชนิดของประเทศไทย เป็นตัวแทนแสดง

Carbon gains

แผนที่ 2 แสดงการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยปี 2554 โดยแบบจำลอง MMF เป็นตัวแทน

แสดง Carbon loses

แผนที่ 3 แสดงการชะล้างพังทลายของดินในประเทศไทยปี 2555 โดยแบบจำลอง MMF เป็นตัวแทน

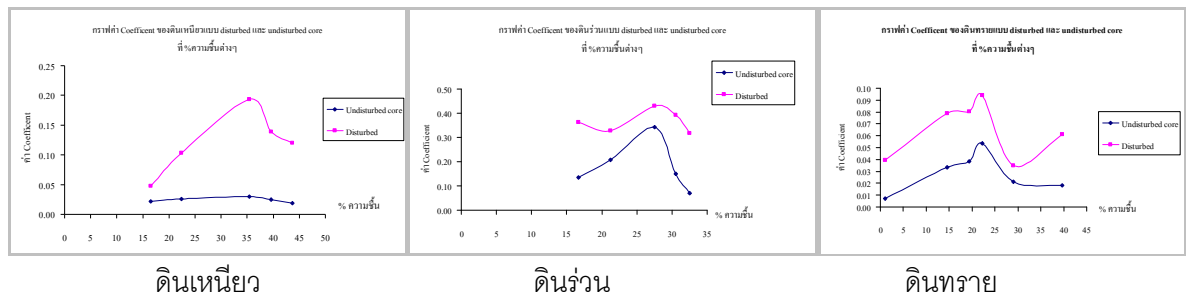
แสดง Carbon loses

2.2 การสูญเสียคาร์บอนในดินจากการเกิดจุดไฟไหม้ (Hotspot) จากข้อมูลการตรวจหาจุดความร้อนหรือจุดไหม้ไฟ (Hotspot) บนพื้นโลกด้วยระบบ MODIS ซึ่งติดตั้งอยู่บนดาวเทียม อควา (AQUA) และ เทอร่า (TERRA) ขององค์การนาซา และจากข้อมูลจุดไหม้ไฟในพื้นที่ป่า พื้นที่เกษตรกรรม สามารถสรุปภาพรวมของการสูญเสียคาร์บอนจากจุดไหม้ไฟของปี 2553-2555 ได้ดังนี้ ในปี 2553 มีการสูญเสียคาร์บอนคิดเป็น 1,920,462.85 ตัน โดยมาจากพื้นที่ป่า 1,104,122.96 ตัน และพื้นที่เกษตรกรรม 816,339.88 ตัน ในปี 2554 มี

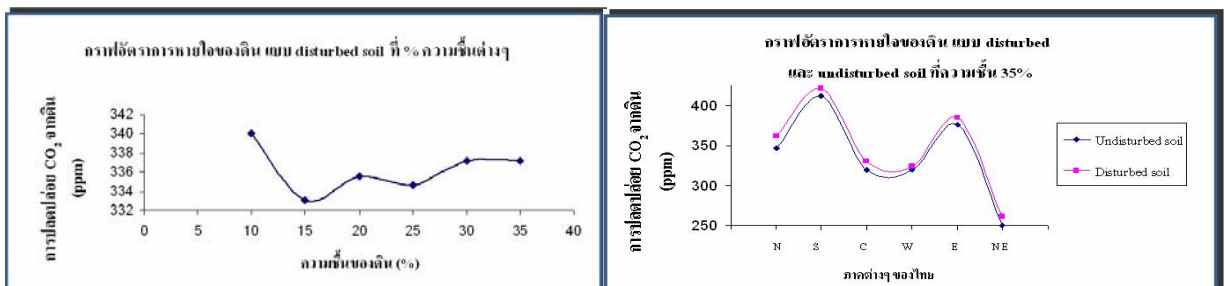
การสูญเสียคาร์บอนคิดเป็น 894,073.19 ตัน โดยมาจากพื้นที่ป่า 415,701.25 ตัน และพื้นที่เกษตรกรรม 478,371.94 ตัน และในปี 2555 มีการสูญเสียคาร์บอนคิดเป็น 1,356,630.58 ตัน โดยมาจากพื้นที่ป่า 807,591.73 ตัน และพื้นที่เกษตรกรรม 549,038.85 ตัน แสดงดังแผนที่ 4-6

**2.3 อัตราการหายใจของดินประเทศไทย** ซึ่งทำการตรวจวัดโดยเครื่อง LI-COR รุ่น LI-840 Gas Analyzer พบว่า ดินประเทศไทยมีอัตราการหายใจจากจุลินทรีย์ในดินอยู่ระหว่าง 12.47 – 30.07 mg CO<sub>2</sub>-C/cm<sup>2</sup>/s แสดงดังแผนที่ 7

จากการศึกษาจะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น (%) กับค่า Coefficient ของดินร่วน ดินทราย และดินเหนียวแบบถูกทำลายโครงสร้าง (disturbed soil) และไม่ถูกทำลายโครงสร้าง (undisturbed soil) โดยพบว่า เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนระหว่างดินแบบถูกทำลายโครงสร้าง (disturbed soil) และไม่ถูกทำลายโครงสร้าง (undisturbed soil) ที่ช่วงระดับความชื้น 1.01- 43.7% ของดินเหนียว ดินร่วน และดินทราย พบว่าดินเหนียวเมื่อมีการทำลายโครงสร้างดินจะให้ค่ามากกว่าการที่ดินไม่ถูกทำลายโครงสร้างถึง 4.92 เท่า รองลงมาคือ ดินทราย 2.82 เท่า และน้อยที่สุดคือ ดินร่วน 2.45 เท่า ตามลำดับ



เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยอัตราการหายใจของดินแบบถูกทำลายโครงสร้าง (disturbed soil) ที่ % ความชื้นต่างๆ ได้ผลการศึกษาดังภาพที่ 1 และเปรียบเทียบอัตราการหายใจเฉลี่ยแบบถูกทำลายโครงสร้าง (disturbed soil) และไม่ถูกทำลายโครงสร้าง (undisturbed soil) พบว่าแบบถูกทำลายโครงสร้าง มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 260.4 – 421.2 mg CO<sub>2</sub>-C/cm<sup>2</sup>/s ซึ่งมีค่าสูงกว่าแบบไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 250.4 – 411.5 mg CO<sub>2</sub>-C/cm<sup>2</sup>/s เนื่องจากดินที่ถูกทำลายโครงสร้างจะเกิดกิจกรรมในดินเพิ่มขึ้นจึงมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นโดยภาคใต้มีอัตราการหายใจเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาได้แก่ ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 2



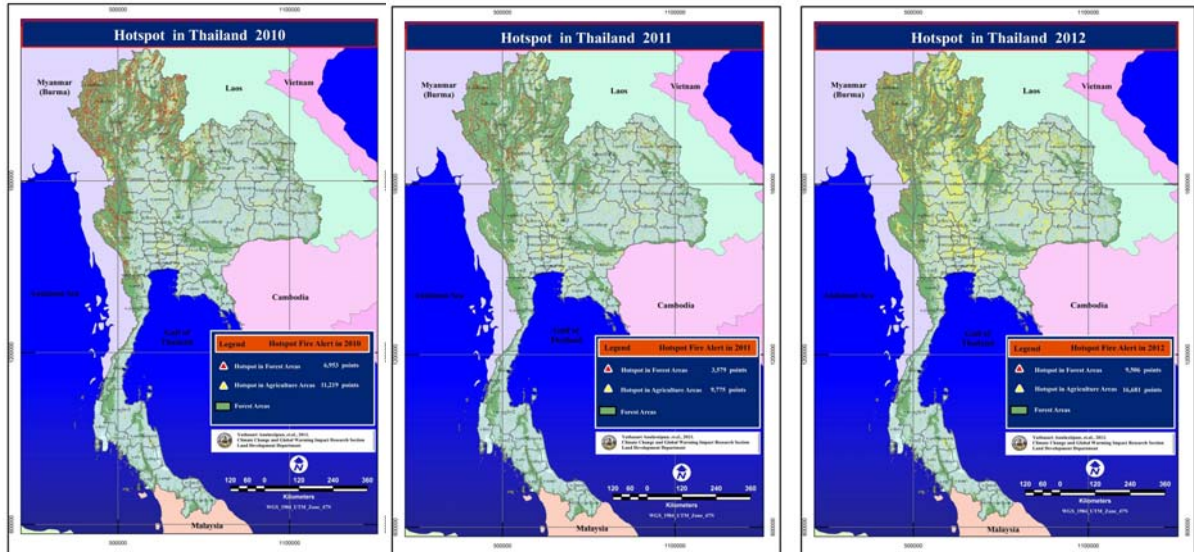
**ภาพที่ 1** กราฟอัตราการหายใจของดินแบบ disturbed soil ที่ % ความชื้นต่างๆ

**ภาพที่ 2** กราฟอัตราการหายใจของดินแบบ disturbed และ undisturbed soil ที่ความชื้น 35 %



### 3. Carbon storage

สรุปปริมาณการกักเก็บคาร์บอนลงสู่ดินโดยเฉลี่ยแต่ละปี มีปริมาณ Carbon Sequestration ของประเทศไทย มีค่าอยู่ระหว่าง 0.178 – 17.260 %C แสดงดังแผนที่ 8



แผนที่ 4 จุดที่เกิดไฟของประเทศไทยปี 2553 เป็นตัวแทนแสดง

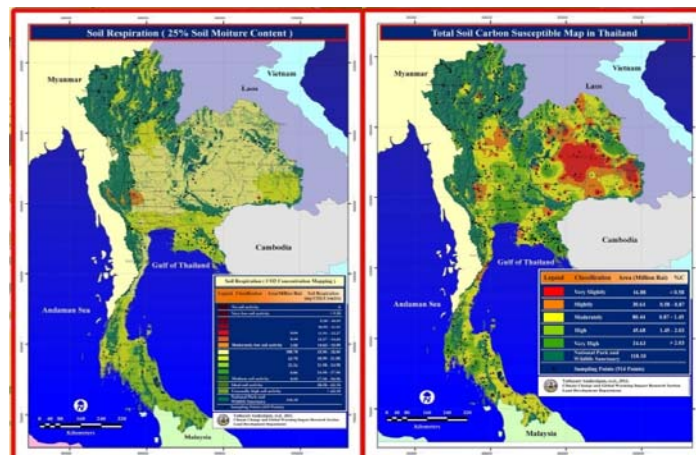
Carbon loses

แผนที่ 5 จุดที่เกิดไฟของประเทศไทยปี 2554 เป็นตัวแทนแสดง

Carbon loses

แผนที่ 6 จุดที่เกิดไฟของประเทศไทยปี 2555 เป็นตัวแทนแสดง

Carbon loses



แผนที่ 7 แสดงอัตราการหายใจของดินประเทศไทย เป็นตัวแทน

แสดง Carbon loses

แผนที่ 8 แสดงปริมาณคาร์บอนของดินประเทศไทย เป็นตัวแทน

แสดง Carbon storage

### สรุปผลการศึกษา

การชะพาคาร์บอนจากหน้าดินประเทศไทย ดำเนินการโดยใช้สมการคณิตศาสตร์ และการติดตามการสูญเสียคาร์บอนจากน้อยไปจนถึงมากที่สุด 3 ทาง กล่าวคือ การหายใจจากจุลินทรีย์โดยใช้คาร์บอนจากดินเป็นแหล่งอาหาร การติดตามการเผาเศษพืชทางการเกษตร และการเสียหายหน้าดินจากการชะล้างพังทลายของดินในปริมาณมากต่อปีตามลำดับ นอกจากการใช้สมการทางคณิตศาสตร์คำนวณค่าการสูญเสียดินแล้วยังทำการ



วิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนจากบัญชีเศษพืชโดยละเอียด ซึ่งจะตกลงสู่หน้าดินทุกปีตลอดระยะเวลาทำการวิจัย ตั้งแต่ 2553-2555 โดยใช้หลักสมดุลมวล (Mass Balance) ทำให้สามารถสรุปผลการเสียน้ำดินประเทศไทยได้ ดังนี้

1. จากการสูญเสียหน้าดินในปริมาณมากต่อปีจากการชะล้างพังทลายของดินในระดับความรุนแรงปานกลางถึงรุนแรงมาก (ระดับ 3-5) ทั้งในพื้นที่ราบและพื้นที่สูง ทำให้สามารถเรียงลำดับการสูญเสียคาร์บอนจากการชะล้างได้ดังนี้ เขต 6 มีการสูญเสียมากที่สุด รองลงมา คือ เขต 11 และ 8 โดยปี 2554 มีพื้นที่ที่ถูกชะล้างดังนี้ 16.05, 5.93 และ 5.28 ล้านไร่ ตามลำดับ ส่วนปี 2555 มีพื้นที่ที่ถูกชะล้างดังนี้ 16.04, 5.84 และ 4.99 ล้านไร่ตามลำดับ

2. ปริมาณคาร์บอนที่ได้รับจากเศษวัสดุทางการเกษตรของประเทศไทย ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 321 ล้านไร่ และมีพื้นที่เกษตรกรรมประมาณ 198 ล้านไร่ หรือประมาณ 62% กรมพัฒนาที่ดินจึงมีนโยบายและเป้าหมายในการลดปัญหาภาวะโลกร้อนโดยมีมาตรการในการพยายามเก็บกักคาร์บอนลงสู่ดิน (Carbon Sequestration) และลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคเกษตรกรรม ต้องจัดทำบัญชีเศษวัสดุทางการเกษตรของพืชเศรษฐกิจ 30 ชนิด โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างดินและพืช วิเคราะห์น้ำหนักสด-น้ำหนักแห้ง และปริมาณคาร์บอน ไฮโดรเจนออกซิเจน ไนโตรเจน และซัลเฟอร์ โดยเครื่อง Elemental Analyzer แล้ววางมาตรการลดปริมาณก๊าซ  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  และ  $\text{N}_2\text{O}$  จากเศษวัสดุดังกล่าว จากการศึกษาสามารถวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนของพืชเศรษฐกิจ 30 ชนิด ซึ่งมีค่าระหว่าง 6.63 – 53.37 %C คิดเป็นปริมาณเศษพืชกว่า 255.27 ล้านตัน/ปี หรือคิดเป็นคาร์บอนทั้งหมดในเศษวัสดุทางการเกษตรทั้งประเทศไทย 93.48 ล้านตันคาร์บอน/ปี

2.1 จากการเผาเศษพืชโดยการจุดไฟเผาและหรือจากไฟป่าที่เกิดเองตามธรรมชาติ โดยประมาณ 1-2 ล้านตันคาร์บอน/ปี หรือคิดเป็น 3.67 – 7.33 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์/ปี

2.2 การสูญเสียคาร์บอนในดิน อัตราการหายใจของดินประเทศไทย ซึ่งทำการตรวจวัดโดยเครื่อง LI-COR รุ่น LI-840 Gas Analyzer พบว่า ดินมีอัตราการหายใจจากจุลินทรีย์ในดิน อยู่ระหว่าง 12.47 – 30.07  $\text{mgCO}_2\text{-C/cm}^2$ / เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราส่วนระหว่างดินแบบถูกทำลายโครงสร้าง (disturbed soil) และไม่ถูกทำลายโครงสร้าง (undisturbed soil) ที่ช่วงระดับความชื้น 1.01 - 43.7% ของดินเหนียว ดินร่วนและดินทราย พบว่าดินเหนียวเมื่อมีการทำลายโครงสร้างดินจะให้ค่ามากกว่าการที่ดินไม่ถูกทำลายโครงสร้างถึง 4.92 เท่า รองลงมาคือ ดินทราย 2.82 เท่า และน้อยที่สุดคือ ดินร่วน 2.45 เท่าตามลำดับ เมื่อพิจารณา ค่าเฉลี่ยอัตราการหายใจของดินแบบถูกทำลายโครงสร้างที่เปอร์เซ็นต์ความชื้นต่างๆ พบว่าที่ ความชื้น 10% ดินมีค่าอัตราการหายใจเฉลี่ยสูงที่สุด เนื่องจากดินได้รับความชื้นเพิ่มขึ้นจากสภาวะเดิมอย่างรวดเร็ว เกิดกิจกรรมในดินเพิ่มขึ้น ดินจึงมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อเพิ่มความชื้นของดิน ดินจะมีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 333 – 340  $\text{mg CO}_2\text{-C/cm}^2$ /s นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบอัตราการหายใจของดินแบบถูกทำลายโครงสร้างและไม่ถูกทำลายโครงสร้าง ที่ความชื้น 35% พบว่า แบบถูกทำลายโครงสร้างมีค่าเฉลี่ยอยู่

ระหว่าง 260.4 – 421.2 mg CO<sub>2</sub>-C/cm<sup>2</sup>/s ซึ่งมีค่าสูงกว่าแบบไม่ถูกทำลายโครงสร้างที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 250.4 – 411.5 mg CO<sub>2</sub>-C/cm<sup>2</sup>/s เนื่องจากดินที่ถูกทำลายโครงสร้างจะเกิดกิจกรรมในดินเพิ่มขึ้นจึงมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น โดยภาคใต้มีอัตราการหายใจเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาได้แก่ ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ สรุปโดยภาพรวม การสูญเสียประการแรกจากการหายใจของจุลินทรีย์ดินในพื้นที่เกษตรกรรมในปริมาณน้อย โดยประมาณ 1.88 - 2.20 ตันคาร์บอน/ปี หรือ 6.89 - 8.05 ตันคาร์บอน/ปี

3. การกักเก็บคาร์บอนในดิน มีปริมาณการกักเก็บคาร์บอนลงสู่ดินของประเทศไทยโดยเฉลี่ยแต่ละปี มีค่าอยู่ระหว่าง 0.178 – 17.260 %C หรือคิดเป็นปริมาณคาร์บอนในดินทั้งประเทศ สำหรับพื้นที่การเกษตร ปริมาณ 666.99 - 766.95 ล้านตันคาร์บอน/ปี ทำให้เชื่อได้ว่าจะยังคงมีคาร์บอนเติมเต็มสู่ดินไม่ต่ำกว่าการสูญเสียปีละ 14% หรือ 11.07 – 13.20 ± 2.13 ล้านตันคาร์บอน/ปี จึงจะสามารถรักษาระดับของคาร์บอนทั้งประเทศ 666.99 - 766.95 ล้านตันคาร์บอน/ปี อีกนัยหนึ่งกล่าวคือ ประเทศไทยจำเป็นต้องรักษาคุณภาพของปริมาณคาร์บอนลงสู่ดินราว 11.07 – 13.20 ± 2.13 ล้านตันคาร์บอน/ปี

### เอกสารอ้างอิง

- นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2545. แบบจำลองคณิตศาสตร์การชะล้างพังทลายของดินและมลพิษตะกอนในพื้นที่ลุ่มน้ำ (Mathematical Models of Soil Erosion and Sediment Pollution in Watershed). กรุงเทพฯ: ฝ่ายจัดพิมพ์ตำรา ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์.
- สำนักป้องกันปราบปรามและควบคุมไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช. 2556. รายงาน HOTSPOT ล่าสุด. แหล่งที่มา: [www.dnp.go.th/forestfire/2546/firestatistic%20Th.htm](http://www.dnp.go.th/forestfire/2546/firestatistic%20Th.htm). 14 พฤษภาคม 2556.
- Morgan R.P.C., D.D.V. Morgan and H.J. Finney., 1984. *A predictive model for the assessment for soil erosion risk*. J. Agri. Engng. Res., 30: 245-253 pp.
- Morgan R. P. C., 2001. *A simple approach to soil loss prediction. A revised Morgan–Morgan–Finney model*, United Kingdom. Catena 44: 305–322 pp.
- Williams, J. R., and H. D. Berndt, 1977. *Sediment yield prediction based on watershed hydrology*. Trans. Am. Soc. Agric. Eng., 20, 1100-1104 pp.
- Wischmeier, W. H., and D. D. Smith, 1965. *Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains*. Agr. Handbook No. 282, U.S. Dept. Agr., Washington, DC.
- Woods End Research. 1997. *Guide to soil testing and managing your soil*. Woods End Research Laboratory, Inc., Mt. Vernon, ME.