



การศึกษาสมบัติดินที่มีวัตถุดิบกำเนิดดินต่างกันต่อความสามารถ ในการกักเก็บน้ำของดินเนื้อหยาบ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

Study on soil properties derived from different parent materials on water retention of coarse-textured soil in Northeast of Thailand

ชาญณรงค์ เขตแดน^{1*}, อรรณพ พุทธโส¹, ธงชัย คงหนองลาน¹, โกศล เคนทะ¹, อภิชาติ บุญเกษม¹
และ วิภาวรรณ อินทร์สมบุญ¹

Channarong Khetdan^{1*}, Aunnop Puttaso¹, Thongchai Kongnonglan¹,
Kosol Khenta¹, Apichat Boonkasem¹ and Wipawan Insomboon¹

บทคัดย่อ

ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินเป็นสมบัติที่มีความสำคัญต่อการอนุรักษ์และจัดการดินและน้ำเพื่อผลิตพืช การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติดินบางประการและความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินที่มีวัตถุดิบกำเนิดดินต่างกัน และพัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์ เพื่อทำนายความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินเนื้อหยาบ ผลการศึกษาพบว่าดินที่ใช้ศึกษามีสัดส่วนของอนุภาคขนาดทรายสูง (637.29-884.00 กรัม/กิโลกรัม) ดินเนื้อหยาบที่มีวัตถุดิบกำเนิดจากตะกอนน้ำพามีความสามารถในการกักเก็บน้ำในดินสูงสุด (6.05%) รองลงมาคือหินทรายและหินแกรนิต ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า การเปลี่ยนแปลงของความสามารถ

ในการกักเก็บน้ำในดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณและสัดส่วนการกระจายตัวอนุภาคขนาดทราย ($r = -0.744^{**}$) ทรายแป้ง ($r = 0.620^{**}$) และดินเหนียว ($r = 0.582^{**}$) และจากผลการทำนายความชื้นในดินที่ระดับความจุความชื้นสนาม (FC, $r^2 = 0.88-0.98$) และจุดเหี่ยวถาวร (PWP, $r^2 = 0.93-0.96$) โดยใช้ปัจจัยขนาดอนุภาคดิน (ทรายและดินเหนียว) ความหนาแน่นรวม และอินทรีย์วัตถุในดินแยกแต่ละวัตถุดิบกำเนิด ทำให้ได้สมการ PTF ที่มีค่าสหสัมพันธ์ที่สูงขึ้นเมื่อเทียบจากการทำนายโดยรวมทุกวัตถุดิบกำเนิด (FC, $r^2 = 0.89$ และ PWP, $r^2 = 0.93$) โดยเฉพาะดินที่สลายตัวจากวัตถุดิบกำเนิดจำพวกหินทรายและหินแกรนิต ผลการศึกษานี้สะท้อนให้เห็นว่าดินที่มีเนื้อดินเดียวกันแต่มีวัตถุดิบกำเนิดต่างกันส่งผลต่อความสามารถในการกักเก็บน้ำในดินต่างกัน

¹ กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน กทม. 10900

¹ Office of soil survey and soil resources, Land development department, Bangkok

* corresponding author: fiatzchk@gmail.com



ซึ่งถูกควบคุมด้วยความสัมพันธ์ของปัจจัยสมบัติทางดินโดยเฉพาะปริมาณและสัดส่วนของอนุภาคขนาดทรายและดินเหนียว

Abstract

Water retention is an importance soil property influencing on soil and water conservation and management. The objectives of this study were to 1) investigate some soil properties and soil water retention of coarse-textured soil derived from different parent materials and 2) develop the pedotransfer functions (PTF) for predicting soil water retention employing soil particles, bulk density and organic matter content. The results found that coarse-textured soil in this study had high sand particle (637.29–884 g/kg). The highest available water capacity (AWC) was found in the soil derived from alluvium (6.05%w/w) followed by sand stone and granite, respectively. In addition, we also found that changes in AWC in soil was significantly correlated with sand ($r = -0.744^{**}$) silt ($r = 0.620^{**}$) and clay ($r = 0.582^{**}$) particles. The results of modified soil particle (sand and clay), bulk density and organic matter content in soil in each parent materials were higher correlated to predicted water content at

FC ($r^2 = 0.88-0.98$) and PWP ($r^2 = 0.93-0.96$) levels as compared to the whole parent materials (FC, $r^2 = 0.89$ and PWP, $r^2 = 0.93$), especially in sandstone and granite. Our results stated that the similar coarse-textured soil derived from different parent materials was varies of soil water content which governed by the relationship between some soil properties, in particular the ration of sand and clay particles.

บทนำ

ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินเป็นสมบัติที่มีความสำคัญต่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ การจัดการดินและน้ำเพื่อผลิตพืช โดยทั่วไปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของน้ำในดินกับแรงขับชลศาสตร์พิจารณาความสำคัญของน้ำในดินต่อการเจริญเติบโตของพืชหมายถึงความแตกต่างระหว่างความชื้นที่ความจุสนาม (FC; ปริมาณน้ำที่แรงขับชลศาสตร์เท่ากับ -33 กิโลพาสคาล) และจุดเหี่ยวถาวรของดิน (PWP; ปริมาณของน้ำที่แรงขับชลศาสตร์เท่ากับ -1500 กิโลพาสคาล) (Rawls *et al.*, 2003) และในการวิเคราะห์สมบัติข้างต้นใช้ระยะเวลาอันยาวนานและมีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูง นักวิทยาศาสตร์ทางดินจึงพยายามทำการศึกษาวิจัยและพัฒนาสมการทางคณิตศาสตร์ที่นิยมเรียกว่า Pedotransfer functions (PTF) ในการประยุกต์ใช้สำหรับการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ในรูปแบบทั้งสมการเชิงเส้นตรงและสมการเชิง

คำสำคัญ: การกักเก็บน้ำ, วัตถุประสงค์กำเนิดดิน, ดินเนื้อหยาบ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Keywords: water retention, soil parent materials, coarse-textured soil, Northeast of Thailand



ถดถอยเพื่อทำนายความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน (Medrado and Lima, 2014) ทั้งนี้ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินจะแปรผันไปตามลักษณะของเนื้อดิน โครงสร้างดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Vereecken *et al.*, 1989; Rawls *et al.*, 2003; Wesseling *et al.*, 2009) ดังนั้น PTF ส่วนใหญ่จึงได้มีการพัฒนาสมการเพื่อทำนายความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินโดยใช้ข้อมูลพื้นฐานที่ชี้บ่งถึงสมบัติดินข้างต้น ได้แก่ ขนาดอนุภาคดิน ความหนาแน่นรวมและอินทรีย์วัตถุในดิน (Tomasella and Hodnett, 2004; Botula *et al.*, 2012; Obalum and Obi, 2013) อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพและความถูกต้องในการทำนายความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินด้วย PTF นั้นขึ้นอยู่กับความแปรปรวนของข้อมูล โดยหากมีการจัดกลุ่มข้อมูลดินให้มีสมบัติหรือลักษณะที่มีใกล้เคียงกัน ส่งผลให้การทำนายมีประสิทธิภาพและถูกต้องยิ่งขึ้น (Pachepsky and Rawls, 1999; Wösten *et al.*, 2001; Nguyen *et al.*, 2014) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นภูมิภาคที่ประสบปัญหาภัยแล้งที่รุนแรง ปริมาณน้ำไม่เพียงพอต่อการเกษตร ส่วนหนึ่งมีความสัมพันธ์กับลักษณะและสมบัติของดิน เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยหินในกลุ่มหมวดหินโคราช ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นหินทรายแทรกสลับด้วยชั้นของหินกรวดมน หินดินดาน และเกลือหิน ทำให้ดินมีเนื้อค่อนข้างหยาบเป็นพวกดินทรายหรือดินร่วนหยาบ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) ด้วยลักษณะดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับวัตถุต้นกำเนิดของดินที่นับว่าเป็นปัจจัยที่มีผลและควบคุมลักษณะและสมบัติของดินมาก วัตถุต้นกำเนิดของดินและระยะในการสลายตัว (weathering stage) เป็นปัจจัย

บ่งชี้สำคัญของความแตกต่างของดินโดยเฉพาะเนื้อดิน (สฤทธ, 2549) ดังนั้นการพิจารณาและสร้างความเข้าใจถึงวัตถุต้นกำเนิดดินจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการจัดกลุ่มลักษณะและสมบัติดินที่บ่งชี้ความสามารถในการกักเก็บในดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีเนื้อดินหยาบเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงทำการศึกษานี้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติของดินเนื้อหยาบที่มาจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกันต่อความสามารถในการกักเก็บน้ำและการประยุกต์ใช้ปัจจัยทางดินเพื่อพัฒนาสมการ PTF ในการทำนายความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

ศึกษาในดินเนื้อหยาบในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยมีการจำแนกชั้นอนุภาคดินเป็น ดินทราย (sandy) ดินร่วนหยาบ (coarse loamy) และดินร่วนละเอียด (fine loamy) มีเนื้อดินเป็น ดินทราย (S) ดินทรายปนดินร่วน (LS) ดินร่วนปนทราย (SL) ดินร่วน (L) และดินร่วนเหนียวปนทราย (SCL) ซึ่งมีวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน ได้แก่ วัตถุต้นกำเนิดดินที่พัฒนามาจากหินทราย หินแกรนิต และตะกอนน้ำพา

2. การศึกษา รวบรวม และวิเคราะห์ฐานข้อมูลเบื้องต้น

ทำการรวบรวมและศึกษาข้อมูลได้แก่ ข้อมูลดินและแผนที่ (มาตราส่วน 1:25,000) ลักษณะทางธรณีวิทยา วัตถุต้นกำเนิดดิน และรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะและสมบัติดินที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะเนื้อดิน การกระจายตัว



ขนาดอนุภาคดินและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับความลึก 2 เมตร จากโครงการศึกษาดินตัวแทนหลักสำหรับพัฒนาการเกษตรของประเทศไทยและโครงการศึกษาความสัมพันธ์ของสมบัติดินกับการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อติดตามและประเมินคุณภาพดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่มสำรวจจำแนกดิน และกลุ่มศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์ทรัพยากรดิน กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ. 2554-2559 และทำการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นโดยการจำแนกและจัดกลุ่มลักษณะและสมบัติของดินตามวัตถุต้นกำเนิดดินตามที่กำหนด โดยอาศัยหลักการทางสถิติ เพื่อคัดกรองเฉพาะข้อมูลที่อยู่ในช่วงค่าทางสถิติที่เหมาะสม เมื่อเปรียบเทียบกับค่าข้อมูลจากจุดอื่นๆ ในบริเวณเดียวกัน ทำการวิเคราะห์และสร้างแผนที่ด้วยโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

3. การศึกษาข้อมูล และเก็บตัวอย่างดิน

จากการรวบรวมฐานข้อมูลดินและศึกษาและเก็บข้อมูลดินเพิ่มเติมในภาคสนามโดยการกำหนดจุดศึกษาและเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่บริเวณดินเนื้อหยาบที่เกิดจากตะกอนน้ำพา หินทรายและหินแกรนิต (Figure 1) ทำการขุดหลุมดินขนาดกว้าง 0.7 เมตร ยาว 0.7 เมตร ลึก 0.7 เมตร และขุดเจาะโดยใช้สว่านเจาะดินจนถึงความลึก 2 เมตร เก็บข้อมูลและศึกษาลักษณะและสมบัติดินตลอดหน้าตัดดิน บันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมบริเวณที่ทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างดินตามวิธีการมาตรฐาน (เอิบ, 2542) โดยเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้างดิน โดยใช้กระบอกเก็บดินสำหรับการวิเคราะห์ความชื้นดินและความหนาแน่นรวมของดินและเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนโครงสร้างดินสำหรับวิเคราะห์เนื้อดิน การกระจายตัวอนุภาคดินและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน

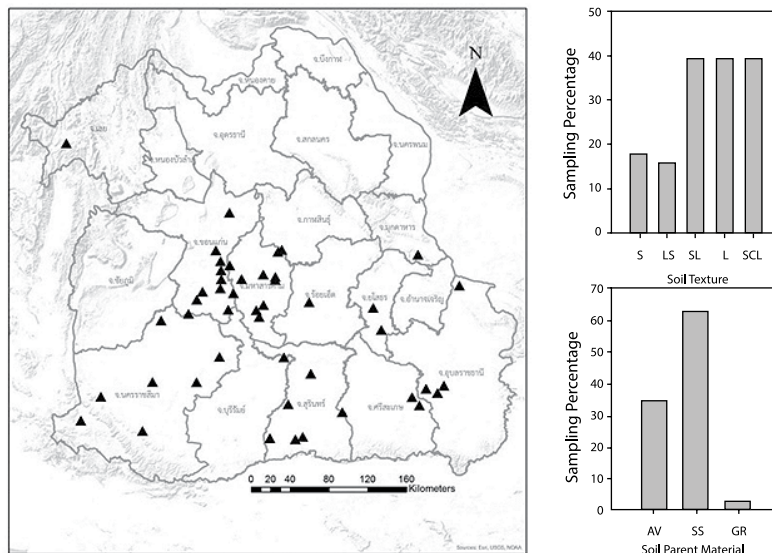


Figure 1 Locations and sampling points distribution of coarse-textured soil in Northeast Thailand



4. การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

ทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพดิน ได้แก่ การกระจายตัวของอนุภาคขนาดทราย (sand) ทรายแป้ง (silt) และดินเหนียว (clay) โดยวิธีปิเปต (Gee and Bauder, 1986) ความหนาแน่นรวม (bulk density, BD) โดยวิธีกระบอกเก็บดิน (core method) และความชื้นดินที่ระดับความจุความชื้นสนาม (field capacity, FC) จุดเหี่ยวถาวร (permanent wilting point, PWP) โดยใช้หม้อความดัน (มัตติกา, 2548) และผลต่างระหว่างความจุความชื้นสนามและจุดเหี่ยวถาวร คือความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ (available water capacity, AWC) และสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (organic matter, OM) ในดินโดยวิธี Walkley-Black (Black, 1965)

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1) วิเคราะห์และจัดกลุ่มฐานข้อมูลดินที่ได้จากการรวบรวมและจากการศึกษาเพิ่มเติมในภาคสนาม โดยมีจำนวนตัวอย่างดินทั้งหมด 246 ตัวอย่างโดยพิจารณาจำแนกกลุ่มตามวัตถุประสงค์เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) ข้อมูลตัวอย่างดินเนื้อหยาบรวมทุกวัตถุต้นกำเนิดดิน (All_parents) 2) ข้อมูลตัวอย่างดินเฉพาะที่มาจากตะกอนน้ำพา (Alluvium) 3) ข้อมูลตัวอย่างดินเฉพาะที่สลายตัวจากหินทราย (Sandstone) และ 4) ข้อมูลตัวอย่างดินเฉพาะที่มาจากการสลายตัวจากหินแกรนิต (Granite) เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ทางสถิติและสร้างสมการ

5.2) การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของความคลาดเคลื่อนสมการถดถอย (regression) และความแปรปรวนทางสถิติแบบ ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ของปัจจัยสมบัติทางดิน ได้แก่ อนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว ผลรวมระหว่างอนุภาคขนาดทรายแป้งและดินเหนียว ความหนาแน่นรวมของดินและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และความชื้นในดินที่ระดับความจุความชื้นสนาม จุดเหี่ยวถาวร และความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์

5.3) การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างสมการทำนายผลความสัมพันธ์ วิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (multiple regression) วิธี Enter แทนที่ค่าสูญหาย (missing value) ด้วยค่าเฉลี่ยของข้อมูล (replace with mean) โดยกำหนดให้ FC และ PWP เป็นตัวแปรตามหรือตัวแปรเกณฑ์ (dependent) และกำหนดให้ S (sand), C (clay), BD (bulk density) และ OM (organic matter) เป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรทำนาย (independent)

5.4) การตรวจสอบประสิทธิภาพและความถูกต้องระหว่างความแตกต่างของ FC และ PWP ที่ได้จากการทำนาย (predicted) กับข้อมูลที่ตรวจวัดได้ (measured) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (r^2) ค่าเฉลี่ยของรากที่สองของกำลังสองของความคลาดเคลื่อน (RMSE) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (ME) โดยค่า RMSE และ ME คำนวณได้จากสมการ 1 และ 2 ตามลำดับ

$$RMSE = \sqrt{1/N \sum_{z=1}^N (y_{z1} - y_{z2})^2} \quad [1]$$

$$ME = 1/N \sum_{z=1}^N (y_{z1} - y_{z2})^2 \quad [2]$$

เมื่อ N คือจำนวนข้อมูล, y_{z1} คือข้อมูลชุดที่หนึ่ง และ y_{z2} คือข้อมูลในชุดที่สอง



ผลและวิจารณ์

1. สมบัติดินและความสัมพันธ์ต่อความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน

จากผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของดินเนื้อหยาบที่มาจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกัน ได้แก่ ตะกอนน้ำพา หินทราย และหินแกรนิต พบว่า ดินส่วนใหญ่มีอนุภาคขนาดทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว อยู่ในช่วง 637.29-884.71, 89.57-240 และ 25.71-122.71 ก./กก. ตามลำดับ (Figure 2) ซึ่งเมื่อพิจารณา

แยกในแต่ละวัตถุต้นกำเนิดจะเห็นว่า ดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินมาจากหินแกรนิต มีปริมาณและสัดส่วนขนาดอนุภาคทรายสูงสุด (884.71 ก./กก.) แต่มีดินเหนียวต่ำสุด (25.71 ก./กก.) ทำให้สัดส่วนของปริมาณอนุภาคทรายต่อดินเหนียวสูงสุด คือ 34 ต่อ 1 รองลงมาเป็นหินทราย คือ 58 ต่อ 1 ส่วนดินในกลุ่มตะกอนน้ำพามีสัดส่วนต่ำสุด ซึ่งดินกลุ่มนี้มีปริมาณอนุภาคทรายแป้งสูงสุด (240 ก./กก.) และยังมีสัดส่วนของผลรวมระหว่างอนุภาคขนาดทรายแป้งและดินเหนียวสูงสุด ดังแสดงใน Figure 2 และ Table 1

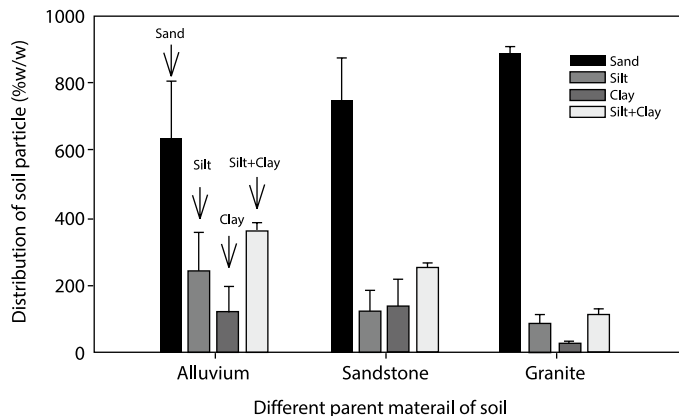


Figure 2 Distribution of soil particle of the soils derived from different parent materials in Northeast Thailand. Vertical bars are standard error (SE)

ดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดมาจากหินแกรนิต มีค่าความหนาแน่นรวมสูงสุด (1.70 ก./ลบ.ซม.) รองลงมา คือ ตะกอนน้ำพา (1.55 ก./ลบ.ซม.) และหินทราย (1.53 ก./ลบ.ซม.) ตามลำดับ (Table 1) ผลของดินจากหินแกรนิตมีความสอดคล้องกับ Wittaya (2012) ที่พบว่าแร่องค์ประกอบส่วนใหญ่ในดินนี้เป็นพวกที่ทนทานต่อการสลายตัว เช่น แร่ควอตซ์ซึ่งมีความหนาแน่นของอนุภาคค่อนข้างสูง และจะเห็นว่า

ดินที่มาจากหินทรายมีค่าความหนาแน่นรวมใกล้เคียงกับดินจากตะกอนน้ำพา ซึ่งดินทั้งสองประเภทมีอนุภาคขนาดดินเหนียวใกล้เคียงกัน (Table 1) ดินทั้งหมดมีอินทรีย์วัตถุโดยเฉลี่ยที่ระดับต่ำและไม่แตกต่างกันระหว่างชนิดของวัตถุต้นกำเนิดดิน เนื่องจากดินส่วนใหญ่มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวต่ำ อนุภาคทรายสูง แม้มีการเพิ่มอินทรีย์วัตถุต่อเนื่อง แต่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย อีกทั้งขึ้นอยู่กับด้านการ



ใช้ที่ดิน การจัดการดิน (Puttaso *et al.*, 2010) เมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นในดินที่ระดับ FC, PWP และ AWC พบว่า มีความชื้นในดินอยู่ในช่วง 2.71-12.30, 1.16-6.25 และ 1.54-6.05 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ โดยจะเห็นว่าความสามารถของดินในการกักเก็บน้ำได้ต่ำสุด (1.54 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) ในดินที่มาจากหินแกรนิต (Table 1) ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างดินที่มาจากตะกอนน้ำพาและหินทราย

เพราะบางส่วนของดินที่มาจากตะกอนน้ำพาที่มีเนื้อหยาบ มักได้รับอิทธิพลจากวัตถุต้นกำเนิดดินจากพื้นที่ที่สูงกว่าในบริเวณใกล้เคียงซึ่งพัฒนามาจากหินทราย (สฤระ, 2558) ทั้งนี้ ดินที่มาจากตะกอนน้ำพามีแนวโน้มความสามารถของดินในการกักเก็บน้ำสูงสุด เนื่องจากดินนี้อาจมีการกระจายตัวของขนาดอนุภาคดินที่หลากหลาย (Table 1)

Table 1 Physical and chemical properties of the soils derived from different soil parent materials

Soil parent materials	Particle size distribution (g/kg)				BD (g/cm ³)	OM (g/kg)	Soil water content (%w/w)		
	sand	silt	clay	silt+clay			FC	PWP	AWC
Alluvium	637.29c (+166.57)	240a (+113.61)	122.71a (+82.54)	362.71a (+18.07)	1.55b (+0.11)	3.17 (+4.20)	12.30a (+6.37)	6.25a (+4.04)	6.05a (+0.36)
Sandstone	749.78b (+121.63)	120.91b (+57.30)	129.31a (+87.54)	250.22b (+9.80)	1.53b (+0.11)	2.91 (+3.12)	9.95a (+5.19)	5.74a (+3.61)	4.21a (+0.16)
Granite	884.71a (+27.94)	89.57b (+22.98)	25.71b (+5.35)	115.29c (+10.56)	1.70a (+0.19)	2.06 (+2.42)	2.71b (+0.38)	1.16b (+0.28)	1.54b (+0.06)
Mean	714.75	161.17	124.08	124.08	1.54	3.01	10.55	5.79	4.77

Mean in the same column followed by the same lowercase letters are not significantly different ($p > 0.05$), the numbers are in the parenthesis are standard error (SE)

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสมบัติทางดินกับความชื้นในดินที่สะท้อนถึงความสามารถในการกักเก็บน้ำในดิน พบว่า ระดับความชื้นในดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณอนุภาคดินขนาดต่างๆ โดยเห็นได้จากค่าสหสัมพันธ์สูงในทางลบกับปริมาณอนุภาคทรายสำหรับค่า FC ($r = -0.882^{**}$) PWP ($r = -0.820^{**}$) และ AWC ($r = -0.744^{**}$) ตามลำดับ ในขณะที่มีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับปริมาณอนุภาคทรายแป้

($r = 0.412^{**}$ - 0.620^{**}) และดินเหนียว ($r = 0.582^{**}$ - 0.953^{**}) และพบความสัมพันธ์ที่เพิ่มขึ้นสำหรับผลรวมของอนุภาคทรายแป้กับดินเหนียว ดังแสดงใน Table 2 นอกจากนี้ จากผลการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินกับความชื้นในดิน แต่พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำกับระดับความชื้นในดิน (Table 2) จากความสัมพันธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการกระจายตัว



ของขนาดอนุภาคดินที่ต่างกันที่เป็นผลมาจาก
วัตถุต้นกำเนิดดินที่แตกต่างกัน เป็นปัจจัยหลัก
ที่มีความสำคัญความสามารถในการกักเก็บน้ำของ

ดินเนื้อหยาบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (โกศล
และคณะ, 2558)

Table 2 Pearson correlations coefficients (r) between some soil properties and soil water content

Parameters	Sand	Silt	Clay	Silt+Clay	FC	PWP	AWC	BD	OM
Sand		-0.837**	-0.777**	-1.000**	-0.882**	-0.820**	-0.744**	-0.223**	-0.003
Silt	-0.837**		0.306**	0.837**	0.557**	0.412**	0.620**	0.215**	0.159*
Clay	-0.777**	0.306**		0.777**	0.893**	0.953**	0.582**	0.160*	-0.185*
Silt+Clay	-1.000**	0.837**	0.777**		0.882**	0.820**	0.744**	0.223**	0.003
FC	-0.882**	0.557**	0.893**	0.882**		0.927**	0.849**	0.248**	-0.046
PWP	-0.820**	0.412**	0.953**	0.820**	0.927**		0.588**	0.219**	-0.141
AWC	-0.744**	0.620**	0.582**	0.744**	0.849**	0.588**		0.199*	0.095
BD	-0.223**	0.215**	0.160*	0.223**	0.248**	0.219**	0.199*		-0.130
OM	-0.003	0.159*	-0.185*	0.003	-0.046	-0.141	0.095	-0.130	
n	246	246	246	246	246	246	246	164	160

*, ** significantly different at $p < 0.05, 0.01$., n = numbers of soil sampling

2. การใช้ปัจจัยชี้เฉพาะทางดินต่อการสร้างสมการทำนายความชื้นในดิน

จากผลการศึกษาการคัดเลือกใช้ปัจจัยชี้เฉพาะทางดิน ได้แก่ อนุภาคขนาดทราย และดินเหนียว ความหนาแน่นรวมของดิน และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในการสร้างสมการทำนายความชื้นในดินที่มีวัตถุต้นกำเนิดต่างกัน (Table 3) พบว่า สมการทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า PTF และประสิทธิภาพในการทำนายความชื้นที่ระดับ FC และ PWP ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ เมื่อพิจารณาผลการสร้างสมการทำนายในภาพรวมทุกวัตถุต้นกำเนิด มีค่าความสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.89 และ 0.93 สำหรับความชื้นที่ระดับความจุความชื้นสนาม

และจุดเหี่ยวถาวร แต่เมื่อทำการสร้างสมการโดยแยกแต่ละวัตถุต้นกำเนิด ทำให้ได้สมการ PTF ที่มีค่าสหสัมพันธ์ที่สูงขึ้น เมื่อเทียบจากการทำนายโดยรวมทุกวัตถุต้นกำเนิด ดังแสดงใน Table 3 โดยเฉพาะดินสลายตัวจากหินทรายและหินแกรนิต

นอกจากนี้ เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ระหว่างค่าที่ได้จากการทำนาย (predicted value) และการเก็บข้อมูล (measured value) ดังแสดงใน Figure 3 และ Figure 4 สำหรับ FC และ PWP โดยพบว่าความชื้นที่ระดับ FC มีค่า r^2 และ RMSE อยู่ระหว่าง 0.88-0.98 และ 0.044-1.932 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ PWP มีค่า



r^2 และ RMSE อยู่ระหว่าง 0.88-0.98 และ 0.044-1.932 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลที่ได้ชี้ให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพในการทำนายที่สูงเมื่อเทียบกับ PTF ดินเขตร้อนในงานวิจัยของ Tomasella and Hodnett (2004) ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลในการศึกษานี้มีเนื้อดินที่ใกล้เคียงกัน (Bruand *et al.*, 2003) และมีเนื้อดินค่อนข้างหยาบ (Obalum and Obi, 2013) ผลนี้สะท้อนให้เห็นว่าเมื่อทำการพิจารณาการแบ่งกลุ่มลักษณะและสมบัติดินที่สอดคล้องตามวัตถุต้นกำเนิดดิน ทำให้ประสิทธิภาพในการทำนายสูงขึ้น ยกเว้นในการทำนายความชื้นที่ระดับ FC ในดินที่มาจากตะกอนน้ำพา (Figure 3b) สอดคล้องกับผลของ Pachepsky and Rawls (1999) ที่ศึกษาการจัดกลุ่มข้อมูลของดินให้เป็นประเภทเดียวกัน

ส่งผลให้มีแนวโน้มประสิทธิภาพของการทำนายด้วย PTF สูงขึ้น นอกจากนี้ สำหรับผลของการทำนายความชื้นในดิน พบว่า ที่ความชื้นระดับ FC ปริมาณความชื้นที่ได้จากการทำนายมีค่าสูงกว่าที่ได้จากตรวจวัด ในขณะที่ความชื้นระดับ PWP ความชื้นที่ได้จากการทำนายมีค่าต่ำกว่าที่ได้จากการตรวจวัด (พิจารณาได้จาก ME ที่เป็นบวกและลบ) ในทุกวัตถุต้นกำเนิดดิน โดยการทำนายความชื้นที่ระดับ PWP มีประสิทธิภาพสูงกว่าในการทำนายที่ระดับ FC (r^2 สูงกว่าและ RMSE ต่ำกว่า) ทั้งนี้เพราะปัจจัยทางโครงสร้างดินค่อนข้างบอบบางมากขึ้นต่อความชื้นดินที่ระดับ FC (Pearson correlation ของ BD ที่สูงกว่าใน FC) ส่งผลให้ค่อนข้างมีความแปรปรวนของปัจจัยสูงกว่าความชื้นที่ระดับ PWP

Table 3 Pedotransfer functions (PTF) based on specific soil properties for predicting water content of coarse-textured soils derived from different parent materials

Soil water content	Equation	RMSE (%)	ME (%)	r^2
All Parent materials (n= 246)				
FC	FC=0.037*C-0.018*S+1.913*BD+0.085*OM+15.430	1.932	4.06504E-07	0.89
PWP	PWP=0.035*C-0.005*S+1.735*BD+0.005*OM+2.172	1.028	-2.03252E-07	0.93
Alluvium (n= 85)				
FC	FC=0.036*C-0.020*S+1.936*BDt+0.078*OM+17.416	2.200	4.70588E-07	0.88
PWP	PWP=0.047*C+6.96E-06*S+5.40*BD+0.05*OM-8.072	0.976	-1.17647E-07	0.94
Sandstone (n= 154)				
FC	FC=0.055*C-4.37E-04*S+4.387*BD+1.52*OM-3.964	1.459	2.30696E-17	0.92
PWP	PWP=0.031*C-6.53E-03*S+2.065*BD+0.41*OM+3.378	0.935	-6.49351E-08	0.93
Granite (n= 7)				
FC	FC=0.014*C-0.026*S-2.684*BD+0.033*OM+29.569	0.044	2.85714E-06	0.98
PWP	PWP=0.058*C+3.75E-03*S+0.841*BD+0.082*M-5.241	0.055	0	0.96

C = clay particle, S = sand particle, BD = bulk density, OM = organic matter

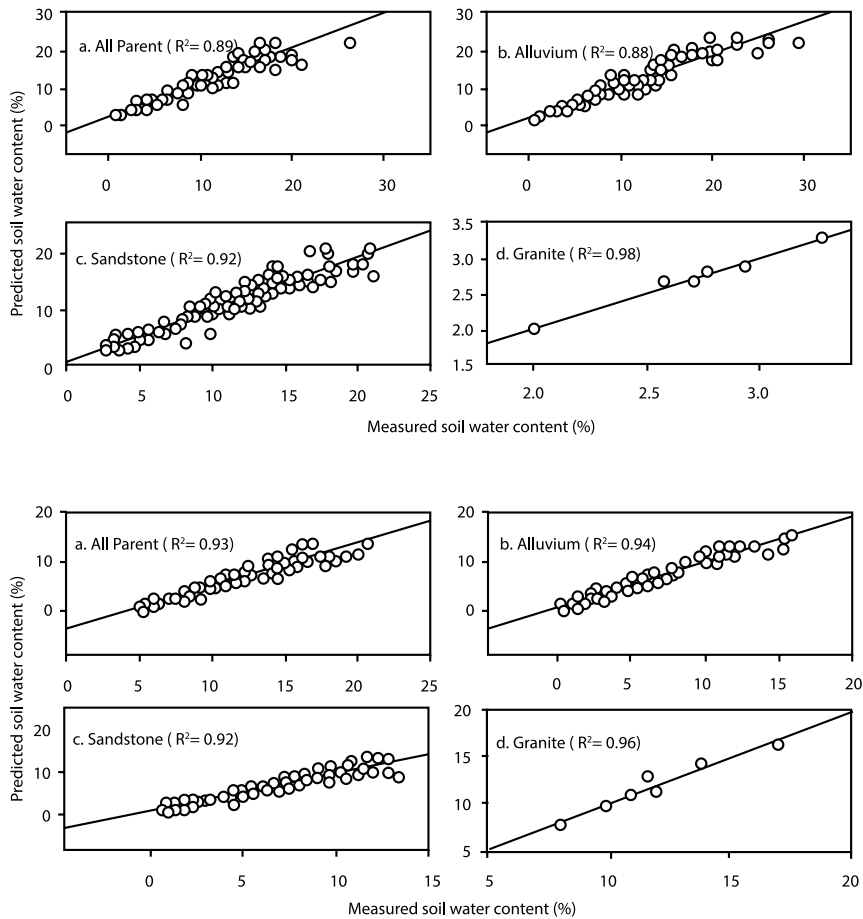


Figure 3 Relationships between predicted and measured values of permanent wilting point of soils derived from different soil parent materials

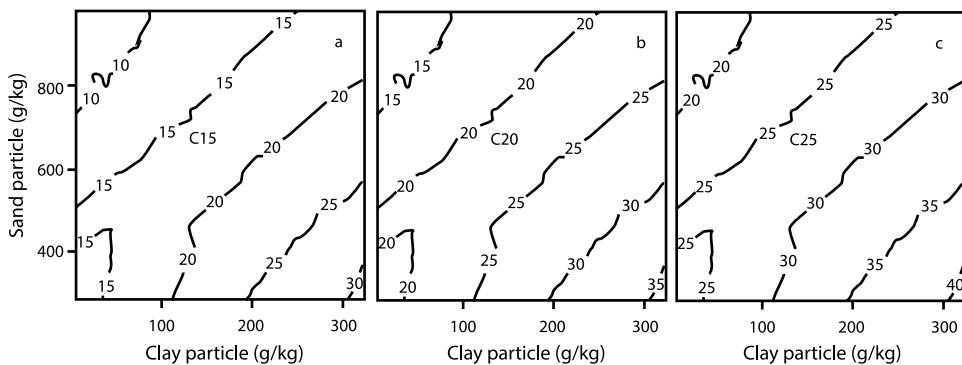


Figure 4 Isolines of soil water content at field capacity based on relationship between soil particle (sand and clay) and organic matter contents (OM), where a. OM = 5 g/kg, b. OM = 10 g/kg and c. OM = 15 g/kg



3. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุแตกต่างกัน

จากผลการศึกษาข้างต้นแม้ผลของการจัดกลุ่มข้อมูลดินส่งผลให้ความถูกต้องของสมการ PTF ในการทำนายสูงขึ้น แต่ไม่สามารถยืนยันความน่าเชื่อถือ (reliability) ในการทำนายได้เพราะสมการยังไม่ได้ตรวจสอบความถูกต้อง (validated) ดังนั้น จึงคัดเลือกสมการที่ได้จากตัวอย่างทั้งหมดของทุกวัตถุต้นกำเนิดในการศึกษาแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงอินทรีย์วัตถุในดินที่ระดับ 5, 10 และ 15 ก./กก. ที่มีผลต่อความชื้นที่ระดับ FC (Figure 4) ผลการศึกษาพบว่าที่การกระจายตัวของอนุภาคดินเท่ากัน การเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน 5 ก./กก. หรือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ดินมีปริมาณความชื้นที่ระดับ FC เพิ่มขึ้นถึง 5 เปอร์เซ็นต์

สรุป

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาความสามารถในการกักเก็บน้ำของดินและพัฒนาสมการ PTF ในการทำนายสมบัติดังกล่าวในดินเนื้อหยาบที่มาจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่ต่างกัน ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า ดินที่มาจากหินแกรนิตมีความสามารถในการกักเก็บน้ำต่ำที่สุดเนื่องจากปริมาณและสัดส่วนของอนุภาคขนาดทรายสูงและดินเหนียวต่ำ ในขณะที่ดินที่มาจากตะกอนน้ำพาและหินทรายมีความชื้นทั้งในระดับ FC และ PWP ใกล้เคียงกัน เนื่องจากการกระจายตัวของอนุภาคดินที่ไม่ต่างกัน และจากการประยุกต์ใช้ปัจจัยสมบัติทางดินโดยพิจารณาอนุภาคขนาดทรายและดินเหนียว อินทรีย์วัตถุในดิน และความหนาแน่นรวมของดิน ในการสร้างสมการ PTF เพื่อทำนายความชื้นในดิน (ระดับ FC และ PWP) จะ

เห็นว่าสมการที่ได้มีความถูกต้องในการทำนายสูง เห็นได้จากค่าความสัมพันธ์ (r^2) สูง ค่า RMSE ต่ำ และค่า ME ที่มีค่าใกล้ศูนย์ ซึ่งสมการที่ได้สามารถทำนายความชื้นที่ระดับ PWP ได้แม่นยำมากกว่าที่ระดับ FC ทั้งนี้ เมื่อเพิ่มขึ้นตอนในการจัดกลุ่มของข้อมูลดินโดยใช้วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นเกณฑ์ ส่งผลให้ความแม่นยำในการทำนายสูงขึ้น ยกเว้นในการทำนาย FC ในดินที่มาจากตะกอนน้ำพา โดยความถูกต้องในการทำนายมีค่าสูงสุดในดินที่มาจากหินแกรนิต เนื่องจากความแปรปรวนของข้อมูลต่ำและตัวอย่างข้อมูลยังมีจำนวนน้อย อย่างไรก็ตาม สมการที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาและพัฒนาเบื้องต้น สามารถใช้เป็นแนวทางในการทำนายผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์วัตถุ ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับรูปแบบการใช้ที่ดิน ตลอดจนการใช้วัสดุปรับปรุงบำรุงดิน และระดับความหนาแน่นรวมของดินที่มักมีการเปลี่ยนแปลงจากการเขตรกรรมต่อความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน แต่ยังคงต้องมีการตรวจสอบความน่าเชื่อถือในการทำนายของสมการในอนาคต (validate)

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณกรมพัฒนาที่ดินที่กรุณาจัดสรรเงินทุนสนับสนุนในการทำวิจัยจากงบประมาณวิจัยประจำปี 2558 และขอขอบคุณสำหรับข้อมูลดินภายใต้โครงการศึกษาดินตัวแทนหลัก การศึกษาความสัมพันธ์ของสมบัติดินกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อติดตามและประเมินคุณภาพดินในภาคตะวันออกเฉียงเหนือสำหรับพัฒนาการเกษตรของประเทศไทย กลุ่มสำรวจจำแนกดินและกลุ่มศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์ทรัพยากรดิน กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน



เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2558. ทรัพยากรดินของประเทศไทย. ใน สถานภาพทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- โกศล เคนทะ, อรรถนพ พุทธิโส, ชาญณรงค์ เขตแดน, อภิชาติ บุญเกษม, ธงชัย คงหนองลาน, วิภาวรรณ อินทร์สมบุญ, ธัญชนม์ จิตอรรณ, กรรณิการ์ หอมยามเย็น และกรวรรณ อาจเลิศ. 2558. การกระจายตัวของเนื้อดินและการกักเก็บน้ำในดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ ปีที่ 31 ฉบับที่ 1 (ธ.ค. 2558): 18-29.
- มัตติกา พนมธรรณีกุล. 2548. การจัดการดินและน้ำเพื่อระบบการเกษตรที่ยั่งยืน. ภาควิชาปฐพีศาสตร์และอนุรักษศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 487 หน้า (55)
- สลิระ อุดมศรี. 2549. ความสัมพันธ์ระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างธรณีสัณฐานวิทยา และชุดดินของภาคต่างๆ ในประเทศไทย. น. 5. ใน การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง“แนวความคิดด้านการสำรวจจำแนกดินและการทำแผนที่ดินสำหรับนักสำรวจดินรุ่นใหม่”. กรมพัฒนาที่ดิน.
- สลิระ อุดมศรี. 2558. ศักยภาพทรัพยากรดิน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารวิชาการ เล่มที่ 28. กองสำรวจดินและวิจัยทรัพยากรดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ
- เอิบ เขียววีร์นรมณ์. 2542. การสำรวจดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ
- Black, C.A. 1965. Method of soil analysis Part a. Agronomy 9 Am. Soc. of Agron. Inc., Medison, Wis.
- Blake, G.R. and K.H. Hartge. 1986. Bulk density, pp. 363-382. In A. Klute, ed. Methods of Soil Analysis. Part I. Amer. Soc. Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Botula, Y. D., W. M. Cornelis, G. Baert and E. Van Ranst. 2012. Evaluation of pedotransfer functions for predicting water retention of soils in Lower Congo (D.R. Congo). Agricultural Water Management 111: 1-10.
- Bruand, A., P. Perez Fernandez and O. Duval. 2003. Use of class pedotransfer functions based on texture and bulk density of clods to generate water retention curves. Soil Use and Management 19: 232-242.
- Gee, G.W. and J.W. Bauder. 1986. Particle-size analysis. pp 383-411. In A. Klute, ed. Methods of Soil Analysis Part I. Physical and Mineralogical Method. Agronomy, No.9. Amer. Soc. Agron. Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Medrado, Euzebio and E.F.W. Jorge Lima. 2014. Development of pedotransfer functions for estimating water retention curve for tropical soils of the Brazilian savanna. Geoderma Regional 1: 59-66.
- Nguyen, Phuong Minh, Jan De Pue, Khoa Van Le and Wim Cornelis. 2015. Impact of regression methods on improved effects of soil structure on soil water retention estimates. Journal of Hydrology 525: 598-606.
- Obalum, E. Sunday and E. Martin Obi. 2013. Moisture characteristics and their point pedotransfer functions for coarse-textured tropical soils differing in structural degradation status. Hydrological Processes 27: 2721-2735.
- Pachepsky YA and W.J. Rawls 1999. Accuracy and reliability of pedotransfer functions as



- affected by grouping soils. *Soil Science Society of America Journal* 63: 1748–1757.
- Puttaso, A., P. Vityakon, P. Saenjan, V. Trelo-ges and G. Cadisch. 2010. Relationship between residue quality, decomposition patterns, and soil organic matter accumulation in a tropical sandy soil after 13 years. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 89: 159-174.
- Rawls, W.J., Y.A. Pachepsky, J.C. Ritchie, T.M. Sobecki and H. Bloodworth. 2003. Effect of soil organic carbon on soil water retention. *Geoderma* 116: 61–76.
- Tomasella, J., and M.G. Hodnett. 2005. Pedotransfer functions for tropical soils. In Pachepsky, Y., Rawls, W.J.(org.), *Developments in soil science: Pedotransfer functions in hydrology*, vol.30. pp. 415–435. Amsterdam: Elsevier.
- Vereecken, H., J. Maes, J. Feyen and P. Darius 1989. Estimating the Soil Moisture Retention Characteristic from Texture, Bulk Density, and Carbon Content. *Soil Science* 148: 389-403.
- Walkley, A. and C.A. Black. 1934. An examination of degtjareff method for determining soil organic matter: a proposed modification of chromic acid titration method. *Soil Science*. 37: 29-35.
- Wesseling, J. G., C. R. Stoof, C. J. Ritsema, K. Oostindie and L. W. Dekker 2009. The effect of soil texture and organic amendment on the hydrological behaviour of coarse-textured soils. *Soil Use and Management* 25: 274-283.
- Wittaya, J. 2012. Carbon and nitrogen in different fraction of mineralogical of contrasting soil of Thailand. Ph.D. (Soil Science) Thesis, Kasetsart University.
- Wösten, J.H.M., Ya.A. Pachepsky and W.J. Rawls. 2001. Pedotransfer functions: bridging the gap between available basic soil data and missing soil hydraulic characteristics. *Journal of Hydrology* 251: 123–150.