ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การประเมินความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบเกษตรน้ำฝนบนที่ลาดชันในภาคเหนือของประเทศไทย

ผู้เขียน นางสาวสุวิมล วิชารักษ์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) ปฐพีศาสตร์

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รองศาสตราจารย์ ดร.มัตติกา พนมธรนิจกุล	ประธานกรรมการ
รองศาสตราจารย์ จรูญ สุขเกษม	กรรมการ

บทคัดย่อ

การประเมินความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินในระบบเกษตรน้ำฝนบนที่ลาดชันในภาคเหนือของประเทศไทยได้ทำการศึกษา ณ หมู่บ้านบ่อไคร้ อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน ซึ่งตั้งอยู่ที่ละติจูด 19° 33’ 06’’ เหนือ และลองติจูดที่ 98° 12’ 41’’ ตะวันออก มีความสูงจากระดับน้ำทะเลผันแปรระหว่าง 600 – 1,100 เมตรโดยประมาณ ได้กำหนดพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น 5 ประเภท คือ (i) พื้นที่ป่าทุติยภูมิ (Secondary Forest, SF) (ii) สวนมะม่วง (Mango Orchard, MO) (iii) พื้นที่ปลูกข้าวไร่ (Upland Rice Field, RF) (iv) พื้นที่ปลูกข้าวโพด (Maize Field, MF) และ (v) พื้นที่ทิ้งร้าง (Fallow Land, FL) เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางฟิสิกส์และอุทกวิทยาของดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ โดยทำการเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นรวม (Bulk Density, BD) ความพรุนที่มีการถ่ายเทอากาศดี (Aeration Porosity, AP) ความจุความชื้นในสนาม (Field Capacity, FC) ความจุความชื้นที่เป็นประโยชน์ของดิน (Available Water Capacity, AWCa) ปริมาณเม็ดดินที่เสถียร (Stable Aggregate, SAT) อัตราการซึมน้ำเข้าสู่ผิวดิน (Infiltration Rate, IR) สัมประสิทธิ์การซึมน้ำภายในดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated Hydraulic

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Conductivity, K_s) ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงความชื้นและปริมาณความชื้นของดิน (Soil Water Characteristics, SWC) การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นและการกักเก็บน้ำของดิน (Total Stored Water, TSW) นอกจากนี้ยังได้เปรียบเทียบค่าปริมาณความชื้นดิน (θ) ที่ระดับแรงดึงความชื้นต่างๆ (h_t) ที่วัดได้ในภาคสนาม ห้องปฏิบัติการ และที่ประเมินได้จากแบบจำลอง Hydrus-1D และเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การซึมน้ำภายในดิน (K_θ) ที่ประเมินจากการใช้รูปแบบจำลองของ Marshall และ Hydrus-1D โดยทดสอบความสัมพันธ์ของค่าที่ประเมินได้จากวิธีการทั้ง 3 โดยวิธีการทางสถิติโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, R^2) ซึ่งการศึกษาดังกล่าวข้างต้นปรากฏผลดังต่อไปนี้

(i) ไร่ข้าวโพดมีแนวโน้มให้ค่า BD ต่ำสุด (1.13 Mg m^{-3}) และค่า AP สูงสุด (21.33 $m^3/100m^3$) ในขณะที่พื้นที่ทิ้งร้างมีแนวโน้มให้ค่า BD สูงสุด (1.36 Mg m^{-3}) และ AP ต่ำสุด (11.57 $m^3/100m^3$) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าเฉลี่ยของ BD และ FC ในช่วงฤดูฝนมีแนวโน้มสูงกว่าในช่วงฤดูแล้ง ขณะที่ค่าเฉลี่ยของ TP, AP และ SAT ในฤดูแล้งมีแนวโน้มสูงกว่าในฤดูฝน ทั้งนี้อาจเนื่องจากในช่วงต้นฤดูฝนหน้าดินได้รับแรงกระแทกของเม็ดฝนส่งผลให้หน้าดินอัดตัวกันแน่น ส่วนในฤดูแล้งหน้าดินเกิดการสลายตัวของอินทรียวัตถุทำให้หน้าดินโปร่ง มีการระบายน้ำและอากาศดี

(ii) ไร่ข้าวโพดมีค่าเฉลี่ย IR และ K_s สูงสุด (80.21 cm hr^{-1} และ = 42.52 cm hr^{-1}) ส่วนพื้นที่ทิ้งร้างและพื้นที่ปลูกข้าวไร่มีค่าเฉลี่ย IR (21.11 cm hr^{-1}) และ K_s (18.84 cm hr^{-1}) ต่ำสุดตามลำดับ นอกจากนี้ค่าเฉลี่ย SAT, IR และ K_s มีลักษณะการผันแปรที่สอดคล้องกันภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินเกือบทุกประเภท

(iii) สวนมะม่วงมีแนวโน้มกักเก็บน้ำไว้ในดิน (TSW) ได้สูงสุดตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ขณะที่พื้นที่ทิ้งร้างมีแนวโน้มให้ค่า TSW ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบป่าทุติยภูมิ ข้าวไร่ และไร่ข้าวโพด

(iv) ค่าความจุความชื้นในสนาม (FC) และความชื้นที่จุดเหี่ยวเฉาถาวร (ที่ h_t 10 และ 1500 kPa) ในช่วงความลึก 1 เมตร ที่ประเมินได้ในห้องปฏิบัติการภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท คือ SF, MO, RF, MF และ FL (FC = 373, 371, 359, 339 และ 386 มม, และ WP = 189, 237, 212, 206 และ 226 มม. ตามลำดับ) มีค่าต่ำกว่าค่า FC และ WP ที่ประเมินได้ในภาคสนามหรือปริมาณการกักเก็บน้ำ (TSW) ในภาคสนามขณะที่ดินมีความชื้นสูงสุดและต่ำสุด (TSW สูงสุด = 443, 469, 480, 492 และ 405 มม, และ TSW ต่ำสุด = 248, 341, 234, 236 และ 263 มม. ตามลำดับ) ผลการศึกษานี้บ่งชี้ให้เห็นว่าความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินทั้ง 5 ประเภท ในภาคสนามมีเพียงพอต่อการปลูกพืชได้ตลอดปี (multiple

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

cropping systems) ถ้าปริมาณและการกระจายของน้ำในดินมีลักษณะคล้ายคลึงกับการศึกษาในช่วงปี 2546 – 2548 โดยเฉพาะเมื่อรากพืชหยั่งลึกเกินกว่า 40 ซม.

(v) ค่าเฉลี่ย C_θ ที่ผันแปรในช่วงความลึก 0 – 40 ซม. ภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทมีลักษณะคล้ายคลึงกัน อย่างไรก็ตามค่า C_θ ดังกล่าวในช่วงความลึก 40 – 100 ซม. มีลักษณะแตกต่างกันอย่างเด่นชัด นอกจากนี้ค่า C_θ มีค่าสูงที่ระดับแรงดึงความชื้น (h_t) ต่ำกว่า 30 kPa และลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อ h_t มีค่าระหว่าง 10 – 100 kPa

(vi) ผลการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การซึมน้ำภายในดินที่ระดับแรงดึงความชื้นต่างๆ (K_θ) บ่งชี้ว่า K_θ ที่ประเมินจากแบบจำลองของ Marshall โดยใช้ข้อมูลจาก SWC ที่วัดได้ในภาคสนาม (K_θ-Field) และห้องปฏิบัติการ (K_θ-Lab) มีค่าสูงกว่าค่าที่ประเมินได้จากแบบจำลอง Hydrus-1D โดยค่า K_θ-Field มีค่าสูงที่สุด

ผลการทดสอบทางสถิติในการเปรียบเทียบค่าความชื้นดิน (θ) ที่ระดับแรงดึงความชื้นต่างๆ (h_t) พบว่า θ ที่วัดได้ในภาคสนาม และประเมินได้จากแบบจำลอง Hydrus-1D มีลักษณะคล้ายคลึงกันแต่แตกต่างจากค่าที่วัดได้ในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้การเปรียบเทียบค่า K_θ ที่ประเมินจากรูปแบบจำลอง Marshall (K_θ-Field และ K_θ-Lab) และ Hydrus-1D (K_θ-Hydrus) ยังพบว่าค่า K_θ ที่ประเมินได้จากวิธีการทั้ง 3 มีแนวโน้มสอดคล้องกัน อย่างไรก็ตามค่า K_θ ที่ประเมินจากแต่ละวิธีการไม่มีค่าใกล้เคียงกัน และค่า K_s ที่ประเมินได้ในห้องปฏิบัติการและประเมินจากแบบจำลอง Hydrus-1D มีความแตกต่างกันค่อนข้างมาก ซึ่งผลการเปรียบเทียบค่า K_θ นี้ชี้ให้เห็นว่าการประเมินค่า K_θ ต้องอาศัยสมการในการปรับค่าเพื่อให้ได้ค่า K_θ ที่วัดได้อย่างถูกต้อง

จากผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณสมบัติทางฟิสิกส์และอุทกวิทยาของดินดังกล่าวข้างต้น พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบสวนมะม่วงและพื้นที่ทิ้งร้างมีแนวโน้มทำให้คุณสมบัติทางฟิสิกส์และอุทกวิทยาของดินดีที่สุด และเลวที่สุดตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นๆ ส่วนการเปรียบเทียบค่า θ ที่ประเมินได้จากแบบจำลองชี้ให้เห็นว่าค่า θ ที่ระดับแรงดึงความชื้นต่างๆ ที่วัดได้ในภาคสนามและห้องปฏิบัติการมีแนวโน้มสอดคล้องกับค่า θ ที่ประเมินได้จากรูปแบบจำลอง ส่วนการประเมินค่า K_θ พบว่าค่า K_θ-Field มีค่าสูงสุด ส่วนค่า K_θ-Hydrus มีค่าต่ำสุดเมื่อเปรียบเทียบกับค่า K_θ-Lab นอกจากนี้การทดสอบทางสถิติของค่า K_θ ที่ประเมินได้จากแบบจำลองของ Marshall และ Hydrus-1D มีความสอดคล้องกันแต่จำเป็นต้องทำการปรับค่า K_θ ที่ประเมินจากแบบจำลองเพื่อให้ได้ค่า K_θ ที่วัดได้อย่างถูกต้อง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Evaluation of Soil Water Availability under Rainfed Agricultural Land Use Systems on Sloping Land in Northern Thailand

Author Miss Suwimon Wicharuck

Degree Master of Science (Agricultural) Soil Science

Thesis Advisory Committee

Assoc. Prof. Dr. Mattiga Panomtaranigakul Chairperson
Assoc. Prof. Charoon Suksem Member

ABSTRACT

The studied area is located around Borkrai village, Pang Ma Pha district, Mae Hong Son province, Northern Thailand, at latitude 19° 33'06'' N, longitude 98° 12' 41'' E and altitude 600 – 1100 m approximately. Five types of land use were conducted in the five small catchments, (i) secondary forest (SF), (ii) mango orchard (MO), (iii) upland rice field (RF), (iv) maize field (MF), and (v) fallow land (FL). The composite and undisturbed soil samples were taken from each land use types. Measured soil physical and hydrological properties were bulk density (BD), aeration porosity (AP), field capacity (FC), available water capacity (AWCa), stable aggregates based on total soil mass (SAT), steady infiltration rates (IR), saturated hydraulic conductivity (Ks), soil water content (θ) and total stored soil water (TSW) within 1 m soil depth. The field and laboratory measured soil water content (θ) and calculated unsaturated hydraulic conductivity (K_θ) at different soil water suction (h_t) were compared with the model estimated θ and K_θ in order to test the model validity using correlation coefficient (R^2). The results of the above study are as follows.

(i) Maize Field (MF) gave the lowest BD (1.13 Mg m^{-3}) and the highest AP (21.33 $m^3/100m^3$), whilst the highest BD (1.36 Mg m^{-3}) and the lowest AP (11.57 $m^3/100m^3$) were found in Fallow Land (FL) when compared to the other types of land use. In general, BD and FC tended to be decreased from rainy season to dry season while AP, TP and SAT were decreased from dry season to rainy season. These might be caused by the impacts of rain drop during the rainy season and organic matter decomposition during the dry season.

(ii) Maize Field tended to give the highest values of IR and K_s (80.21 cm hr^{-1} and 42.52 cm hr^{-1}), whilst Fallow Land and Upland Rice Field had the lowest IR (21.11 cm hr^{-1}) and the lowest K_s (18.84 cm hr^{-1}) respectively. The average values of SAT, IR and K_s under almost every land use type were corresponded to each other.

(iii) Mango Orchard tended to give the highest amount of TSW, whilst Fallow Land gave the lowest TSW amount compared to Secondary Forest, Upland Rice Field and Maize Field.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(iv) The laboratory FC and WP values (at h_t 10 and 1500 kPa) within 1 m soil depth under SF, MO, RF, MF and FL (FC = 373, 371, 359, 339 and 386 mm, and WP = 189, 237, 212, 206 and 226 mm respectively) were lower than the field TSW-values during the wettest and the driest periods (the wettest TSW = 443, 469, 480, 492 and 405 mm, and the driest TSW = 248, 341, 234, 236 and 263 mm respectively). These results indicated that the actual availability of soil water within 1 m soil depth was available throughout the studied periods. Therefore, it is possible to have 2-3 crop rotations within 1 year round (multiple cropping systems) if the amount and distributions of rainfall are similar to the studied years, 2003-2005.

(v) The variation of specific water capacity, C_θ values within 0 – 40 cm soil depth, under each type of land use were similar to each other. However, they were substantially different from each other within 40 – 100 cm depth. The high values of C_θ were found at soil water suction (h_t) lower than 30 kPa and sharply decreased during 10 – 100 kPa soil water suction.

(vi) The comparisons of hydraulic conductivity (K_θ) results showed that estimated K_θ values (both K_θ-Field and K_θ-Lab) using Marshall's model were higher than those estimated by Hydrus-1D model (K_θ-Hydrus), and K_θ-Field values were the highest.

The statistical analysis of soil water content (θ) at different soil water suction (h_t) showed that the θ values obtained from field measurements and Hydrus-1D model simulation were corresponded to each other but they were different from those obtained by laboratory measurements. Furthermore, the estimated K_θ values (both K_θ-Field and K_θ-Lab) using Marshall's model and estimated K_θ using Hydrus-1D were corresponded to each other. However, the estimated K_θ values from each method were not closed to each other and the estimated K_s was different from the measured laboratory K_s. These indicated that the matching factors or calibration curves are required to predict the measured K_θ.

The results of this study indicated that mango orchard tended to give the best while fallow land gave the worst soil physical and hydrological properties when compared to the other types of land use. The model simulations indicated that the measured soil water contents at different soil water suction were corresponded to the estimated model simulations. The estimated K_θ-Field values were the highest while the K_θ-Hydrus values were the lowest compared to K_θ-Lab. The statistical analysis showed that estimated K_θ values using Marshall's and Hydrus-1D models were corresponded to each other but required the calibration of the estimated K_θ values to obtain the measured K_θ values.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved