นิพนธ์ต้นฉบับ

ผลของการปลูกยางพาราต่อสมบัติอุทกวิทยาดินบางประการ ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยชายฝั่งทะเลตะวันออก จังหวัดระยอง

Effect of Para Rubber Tree Planting on Some Soil Hydrological Properties in Eastern Coast Subwatershed, Rayong Province

สุภัทรา ถึกสถิตย์[1*] Supattra Thueksathit[1*]
วีนัส ต่วนเครือ[1] Venus Tuankrua[1]

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
*Corresponding Author, E-mail: fforstt@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 28 สิงหาคม 2562 **รับแก้ไข** 18 พฤศจิกายน 2562 **รับลงพิมพ์** 26 พฤศจิกายน 2562

ABSTRACT

Land use change, especially an increasing area under para rubber, has affected soil hydrology related with soil infiltration and soil water storage which influence the water yield in a watershed. The objectives of this research were to study the effect of para rubber plantation on some soil hydrological properties at the Eastern Coast subwatershed, during both wet and dry period in 2017. Soil samples were collected using undisturbed technique for determination of soil moisture content, soil bulk density, and soil hydraulic conductivity, while soil infiltration was done by a single ring infiltrometer. F-test was used for statistical testing. The results indicate that the soil texture in the area under para rubber plantation was sandy loam with low soil organic matter. Average soil moisture contents during the dry period in the topsoil and subsoil were 7.66 and 9.21%, respectively, while during the wet period, they were 16.62 and 14.17%, which was similar to a natural forest in the study area. Besides, soil moisture increased during the wet period due to rainfall. The soil bulk densities during the dry period in the topsoil and subsoil were 1.43 and 1.56 g cm^{-3}, respectively, which was similar to the levels in the natural forest, but soil bulk density at subsoil in para rubber area was greater. The soil infiltration rates (f_c) in the para rubber area were 153.44 mm h^{-1} and 119.99 mm h^{-1} during the dry and wet periods, which indicated to a lower soil infiltration capacity compared to the natural forest but higher than in a fruit orchard in the study area. It can be concluded that the rubber tree plantation in the Eastern Coast subwatershed has some effect on the soil bulk density, particularly at the subsoil level and that in the younger rubber tree planting area showed a reduced soil infiltration capacity than in the area with older trees.

Keywords: Para rubber tree, Soil hydrological properties, Eastern Coast subwatershed

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินโดยเฉพาะการเพิ่มพื้นที่ปลูกยางพารานั้น ส่งผลกระทบต่ออุทกวิทยาของดินบางประการที่มีความสำคัญต่อกระบวนการซึมน้ำและการกักเก็บน้ำไว้ในดิน ส่งผลไปถึงผลผลิตน้ำในลุ่มน้ำได้ การวิจัยครั้งนี้เพื่อทราบถึงผลของการใช้ที่ดินในการปลูกยางพาราต่อสมบัติอุทกวิทยาดินบางประการในลุ่มน้ำย่อยชายฝั่งทะเลตะวันออก ทั้งช่วงน้ำหลากและน้ำแล้ง ปี พ.ศ. 2560 โดยการเก็บตัวอย่างดินแบบไม่ทำลายโครงสร้างเพื่อศึกษาความชื้นดิน ความหนาแน่นรวมของดิน และการนำน้ำของดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ ในขณะที่การซึมน้ำผ่านผิวดินใช้ single ring infiltrometer และทดสอบสถิติโดยใช้ F-test ผลการศึกษาพบว่า เนื้อดินของพื้นที่สวนยางพาราเป็นดินร่วนปนทราย มีอินทรียวัตถุในดินต่ำ ค่าความชื้นดินเฉลี่ยของดินบนและดินล่างในช่วงน้ำแล้ง เท่ากับร้อยละ 7.66 และ 9.21 ในช่วงน้ำหลากเท่ากับร้อยละ 16.62 และ 14.17 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับความชื้นดินของป่าธรรมชาติในพื้นที่ศึกษา อีกทั้งความชื้นดินจะเพิ่มขึ้นในช่วงน้ำหลากเนื่องจากปริมาณฝน สำหรับความหนาแน่นรวมเฉลี่ยของดินบนและดินล่างมีค่าเท่ากับ 1.43 และ 1.56 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร โดยมีค่าใกล้เคียงกับป่าธรรมชาติแต่ที่ดินล่างจะมีความหนาแน่นมากกว่า ส่วนอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่ในช่วงน้ำแล้งและน้ำหลาก มีค่าเท่ากับ 153.44 และ 119.99 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งมีสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินที่ต่ำกว่าป่าธรรมชาติแต่สูงกว่าสวนผลไม้ในพื้นที่ศึกษา สรุปได้ว่าการปลูกยางพาราในลุ่มน้ำย่อยชายฝั่งทะเลตะวันออกมีผลต่อความหนาแน่นของดินโดยเฉพาะดินล่างและในพื้นที่ยางพาราที่มีอายุน้อยจะมีสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินค่อนข้างต่ำกว่าพื้นที่ยางพาราอายุมาก

คำสำคัญ: ยางพารา สมบัติอุทกวิทยาดิน ลุ่มน้ำย่อยชายฝั่งทะเลตะวันออก

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีพื้นที่ปลูกยางพาราเป็นอันดับสองของโลกรองจากประเทศอินโดนีเซีย ซึ่งในช่วงหลายปีที่ผ่านมาประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากรูปแบบอื่นๆ เพื่อนำมาเป็นพื้นที่ปลูกยางพาราซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยในทุกภูมิภาคของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคตะวันออก ซึ่งจากข้อมูลสถิติพื้นที่การปลูกยางพาราของประเทศไทย พบว่า ในปี พ.ศ. 2555 จังหวัดระยองเป็นจังหวัดที่มีการปลูกยางพารามากถึง 746,070 ไร่ (Office of Agricultural Eonomics, 2012) โดยพื้นที่ปลูกยางพาราที่ขยายมากขึ้นนั้นสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสมบัติดินโดยเฉพาะสมบัติอุทกวิทยาของดิน ซึ่งมีความสำคัญต่อกระบวนการซึมน้ำ การกักเก็บน้ำไว้ในดิน และการปลดปล่อยน้ำลงสู่ลำธาร อันส่งผลต่อเนื่องไปถึงปริมาณน้ำท่า ช่วงเวลาการไหลของน้ำท่า และคุณภาพน้ำของน้ำท่า ในพื้นที่ลุ่มน้ำนั้นๆ ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งในด้านการอุปโภคและบริโภคทรัพยากรน้ำในด้านต่างๆ รวมถึงการเกิดปรากฏการณ์น้ำท่วมและภัยแล้งที่มีความรุนแรงมากขึ้นในปัจจุบัน ด้วยเหตุผลดังกล่าว การศึกษาวิจัยถึงผลกระทบในการปลูกยางพาราที่มีต่อสมบัติอุทกวิทยาดินจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อทราบถึงผลของการใช้ที่ดินในการปลูกยางพาราในพื้นที่ลุ่มน้ำต่อสมบัติทางอุทกวิทยาของดินบางประการ ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดิน ความชื้นในดิน การซึมน้ำผ่านผิวดิน และการนำน้ำของดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อการจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นตลอดจนการวางแผนการใช้ที่ดินที่เหมาะสมกับพื้นที่ดังกล่าว

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ กระบอกเก็บตัวอย่างดิน (soil core) ถุงพลาสติก เสียม เป็นต้น

2. อุปกรณ์ในการศึกษาการซึมน้ำผ่านผิวดิน ได้แก่ single ring infiltrometer นาฬิกาจับเวลา

3. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ตู้อบ ตาชั่ง falling head permeameter

4. อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศ ของกรมแผนที่ทหาร แผนที่ชุดดินและแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2559 ของกรมพัฒนาที่ดิน เครื่องมือระบุตำแหน่งบนพื้นผิวโลก (GPS) และโปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

วิธีการ

1. พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำย่อยชายฝั่งทะเลตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ 2 ตำบล คือ ตำบลสำนักทอง และตำบลบ้านแลง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง มีขนาดพื้นที่ประมาณ 17.59 ตารางกิโลเมตร มีลักษณะอากาศร้อนและชื้น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 1,785.70 มิลลิเมตรต่อปี โดยมีฝนตกมากที่สุดในเดือนกันยายน และน้อยที่สุดในเดือนธันวาคม เนื่องจากอากาศที่ร้อนทำให้น้ำระเหยได้มากถึงร้อยละ 56.72 ของฝนที่ตกลงมาทั้งหมด กลุ่มชุดดินที่มีมากที่สุดในพื้นที่ศึกษา คือ ชุดดินที่เป็นพื้นที่ลาดเชิงซ้อน (กลุ่มชุดดินที่ 62) เป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35 เป็นชุดดินที่ไม่มีการสำรวจลักษณะดิน เนื่องจากมีความลาดชันสูง คิดเป็นร้อยละ 54.11 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ รองลงมาคือ ชุดดินไม่สัมพันธ์กันของชุดดินคอหงษ์และชุดดินท่าแซะ เป็นดินร่วนปนทราย การระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ คิดเป็นร้อยละ 10.00 และชุดดินบ้านบึง คิดเป็นร้อยละ 9.59 ของพื้นที่ ส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินของลุ่มน้ำย่อยชายฝั่งทะเลตะวันออก พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกยางพารา 13.00 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 73.91 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ รองลงมา คือ พื้นที่ป่าผลัดใบสมบูรณ์ มีพื้นที่ 2.18 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.37 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ และไม้ผลผสม 0.80 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 4.54 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ (Figure 1)

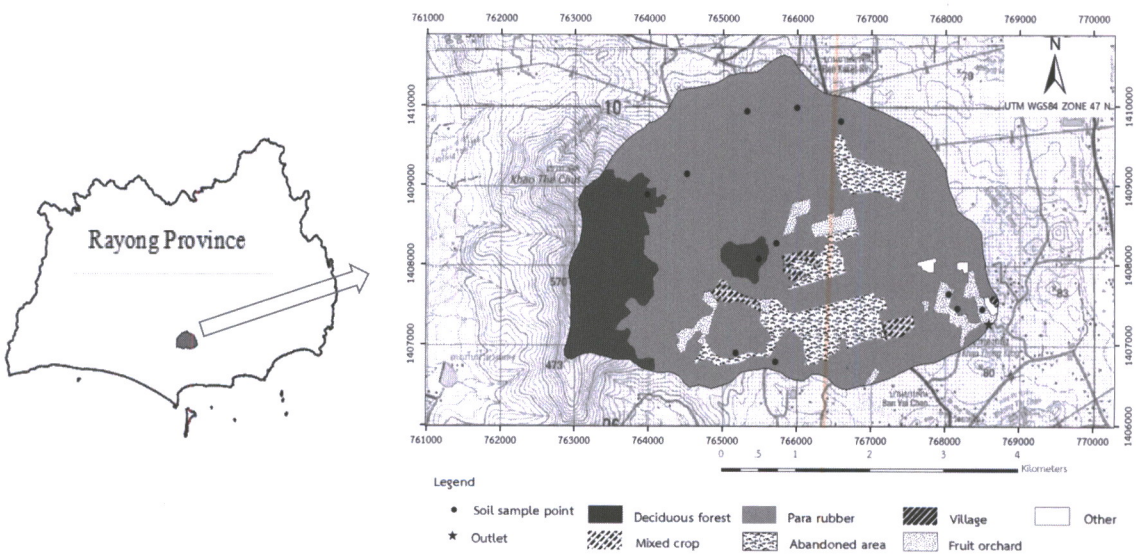


Figure 1 Study site, land use, and sample points in Eastern Coast subwatershed, Rayong province.
Source: Modified from Land Development Department (2013)

2. การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาสมบัติอุทกวิทยาของดินบางประการ ได้แก่ ความหนาแน่นรวมของดิน ความชื้นในดิน การซึมน้ำผ่านผิวดิน และ สัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ โดยทำการเลือกจุดเก็บตัวอย่างดิน โดยพิจารณาจากประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและ

ชุดดินในลุ่มน้ำที่ศึกษา โดยทำการเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ปลูกยางพารา จำนวน 8 จุด โดยให้จุดเก็บดินกระจายทั่วพื้นที่ศึกษา นอกจากนี้ ทำการเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ไม้ผล และพื้นที่ป่าไม้ จำนวนพื้นที่ละ 2 จุด เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง รวมเก็บข้อมูลตัวอย่างดินทั้งสิ้น 12 จุด จุดละ 3 ซ้ำ เก็บตัวอย่างทั้งดินบนและดินล่าง รวมจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 72 ตัวอย่าง (Figure 1) และจะทำการเก็บข้อมูลทั้งสิ้น 2 ครั้ง คือ ในช่วงน้ำแล้ง (dry period) ในเดือนมีนาคม และช่วงน้ำหลาก (wet period) ในเดือนมิถุนายน โดยมีวิธีการดังนี้

2.1 การเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนโครงสร้าง (disturbed soil sample) เพื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติดินเบื้องต้น ได้แก่ เนื้อดิน ค่าปฏิกิริยาดิน ธาตุอาหารหลักในดิน เป็นต้น โดยทำการเก็บตัวอย่างดินจำนวน 3 หลุม แบบสามเหลี่ยมด้านเท่า ให้ห่างกันจุดละ 20 เมตร ครอบคลุมพื้นที่เก็บตัวอย่าง ซึ่งทำการเก็บดินใน 2 ระดับ ได้แก่ ระดับดินบนที่ความลึก 0-30 เซนติเมตร และที่ระดับดินล่างที่ลึก 30-50 เซนติเมตร หลังจากนั้นผสมดินจากทั้ง 3 หลุมเข้าด้วยกันแล้วเก็บเพื่อเป็นตัวอย่างดิน ตัวอย่างละ 1 กิโลกรัม จากนั้นนำตัวอย่างดินส่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ

2.2 การเก็บตัวอย่างดินแบบไม่รบกวนโครงสร้าง (undisturbed soil sample) เพื่อนำไปศึกษาค่าความหนาแน่นของดินและความชื้นในดิน โดยการเก็บดินใส่กระบอกเก็บดิน (soil core) ที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร และที่ระดับความลึก 30-50 เซนติเมตร

2.2.1 ความหนาแน่นรวมของดิน (soil bulk density) นำตัวอย่างดินไปอบในตู้อบดินที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักแห้งของตัวอย่างดินจะคงที่ แล้วคำนวณจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)} = \frac{\text{มวลของดินแห้ง (กรัม)}}{\text{ปริมาตรทั้งหมด (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

2.2.2 ความชื้นในดินโดยน้ำหนัก (soil moisture) นำตัวอย่างดินชื้นมาชั่งเพื่อหาน้ำหนักน้ำในดิน และนำไปอบในตู้อบดินที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักแห้งของตัวอย่างดินจะคงที่

$$\text{ความชื้นในดิน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักดินชื้น-น้ำหนักดินแห้ง}}{\text{น้ำหนักดินแห้ง}} \times 100$$

2.2.3 อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน (infiltration rate) โดยการใช้ single ring infiltrometer ทำการตอกให้ขนานกับพื้นดิน ลึกประมาณ 5 เซนติเมตร และทำการเทน้ำพร้อมทั้งจับเวลา โดยทำซ้ำจนกว่าจะได้ค่าที่คงที่ไม่น้อยกว่า 5 ครั้ง โดยในแต่ละแปลงทำการทดลองทั้งหมดจำนวน 3 ซ้ำ และคำนวณอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน โดยสมการของ Horton (1940) ดังนี้

$$f_t = f_c + (f_o - f_c)\, e^{-kt}$$

เมื่อ f_t คือ อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินที่เวลา t (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง)

f_o คือ อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินสูงสุด (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง)

f_c คือ อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่ (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง)

k คือ ค่าคงที่

t คือ เวลา (วินาที)

2.2.4 สัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (coefficient hydraulic conductivity: K_s) เก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่ศึกษา นำมาแช่น้ำในระดับประมาณ ¾ ของระดับความสูงของกระบอกเก็บดินจนดินอิ่มตัวด้วยน้ำ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำโดยวิธี falling head permeameter จากสมการของ Klute (1965) ดังนี้

$$K_s = \left[\frac{aL}{At}\right] \times ln \left[\frac{H_1}{H_2}\right]$$

เมื่อ K_s คือ สัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินอิ่มตัว (มิลลิเมตรต่อชั่วโมง)

a คือ พื้นที่หน้าตัดของหลอดแก้ว (ตารางเซนติเมตร)

L คือ ความสูงของตัวอย่างดิน (เซนติเมตร)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างดิน (ตารางเซนติเมตร)

t คือ เวลาที่ใช้จากขีดบนถึงขีดล่างของหลอดแก้ว (วินาที)

H_1 คือ ความสูงของระดับน้ำขีดบน (เซนติเมตร)

H_2 คือ ความสูงของระดับน้ำขีดล่าง (เซนติเมตร)

2.2.5 เปรียบเทียบข้อมูลความหนาแน่นรวมของดินและความชื้นในดินระหว่างพื้นที่สวนยางพารา พื้นที่สวนผลไม้ และพื้นที่ป่าไม้ โดยใช้สถิติ F-test และเปรียบเทียบสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินโดยใช้อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่ (f_c)

ผลและวิจารณ์

สมบัติดินเบื้องต้น

พื้นที่สวนยางพาราในลุ่มน้ำย่อยชายฝั่งทะเลตะวันออก ส่วนใหญ่เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) ทั้งดินบนและดินล่าง มีค่าปฏิกิริยาของดินอยู่ในช่วง 5.1 เป็นกรดจัด ถึง 6.6 เป็นกลาง มีร้อยละปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำที่ดินบนและต่ำมากที่ดินล่าง มีค่าเท่ากับ 1.40 อยู่ในระดับต่ำปานกลาง และ 0.70 อยู่ในระดับต่ำ ตามลำดับ ในส่วนธาตุอาหารหลักในดินบนมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมอยู่ในระดับปานกลาง ในขณะที่ดินล่าง มีค่าอยู่ในระดับต่ำ ส่วนพื้นที่ที่เป็นสวนผลไม้ เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายเช่นเดียวกับพื้นที่สวนยางพารา แต่ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย และมีค่าปฏิกิริยาของดิน อยู่ในช่วง 5.0 เป็นกรดจัดมาก ถึง 5.8 เป็นกรดปานกลาง มีร้อยละปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำทั้งดินบนและดินล่าง ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสมีค่าต่ำที่ดินบนแต่สูงที่ดินล่าง ขณะที่มีปริมาณโพแทสเซียมสูงที่ดินบนและปานกลางที่ดินล่าง ในส่วนของพื้นที่ป่าธรรมชาตินั้น พบว่ามีเนื้อดินเหมือนกับพื้นที่สวนยางพารา มีค่าปฏิกิริยาของดิน อยู่ในช่วง 5.8 เป็นกรดปานกลาง ถึง 6.6 เป็นกลาง โดยที่ดินบนมีร้อยละปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนดินชั้นล่างมีค่าอยู่ในระดับต่ำ ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมีค่าสูงที่ดินบน แต่ในดินชั้นล่างพบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำและปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในระดับปานกลาง

จะเห็นได้ว่า บริเวณพื้นที่ศึกษานั้นเนื้อดินส่วนใหญ่ทั้งดินบนและดินล่างเป็นดินร่วนปนทราย มีเพียงบริเวณดินล่างของพื้นที่ทำสวนผลไม้ที่มีปริมาณของดินเหนียวมากกว่าพื้นที่อื่น และส่วนใหญ่ดินมีความเป็นกรดสูง มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ แต่ในพื้นที่ป่าธรรมชาติ พบว่ามีความอุดมสมบูรณ์ของดินดีกว่าพื้นที่สวนยางพาราและสวนผลไม้

สมบัติอุทกวิทยาดินบางประการ

1. ความชื้นดิน

ในช่วงน้ำแล้ง พื้นที่สวนยางพารา สวนผลไม้ และป่าธรรมชาติ มีค่าความชื้นดินบนเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 7.66, 12.14 และ 7.84 ส่วนดินล่างมีค่าเท่ากับร้อยละ 9.21, 15.45 และ 9.27 ในขณะที่ช่วงน้ำหลากค่าความชื้นในดินบนเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 16.62, 15.45 และ 13.93 ส่วนดินล่างมีค่าเท่ากับร้อยละ 14.17, 13.84 และ 13.89 ตามลำดับ

โดยพบว่าในช่วงน้ำแล้ง พื้นที่สวนยางพาราและป่าธรรมชาติมีค่าความชื้นที่ใกล้เคียงกันทั้งดินบนและดินล่าง แต่พื้นที่สวนผลไม้มีค่าความชื้นในดินสูงกว่าพื้นที่อื่นทั้งดินบนและดินล่าง เนื่องจากในพื้นที่สวนผลไม้ส่วนใหญ่มีการให้น้ำไม้ผลที่ปลูกด้วยระบบสปริงเกอร์ร่วมด้วย โดยในช่วงน้ำหลาก ทุกพื้นที่มีความชื้นดินเพิ่มขึ้นเนื่องจากเป็นช่วงของฤดูฝน โดยเฉพาะดินบนของพื้นที่สวนยางพาราที่มีความชื้นดินสูงสุด รองลงมาเป็นพื้นที่สวนผลไม้และพื้นที่ป่าธรรมชาติ (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Yang *et al*. (2012); Huihui and Yuanbo (2014); Lei *et al*. (2014) และ Ji *et al*. (2015) ที่พบว่า เมื่อปริมาณฝนมากขึ้นจะส่งผลให้ความชื้นในดินเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดินยังมีผลต่อความแปรผันของความชื้นในดินอีกด้วย

จากการทดสอบทางสถิติ พบว่าในช่วงน้ำแล้ง (dry period) ความชื้นของดินบนในพื้นที่สวนยางพารา สวนผลไม้ และป่าธรรมชาติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F=5.942$, $p<0.01$) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบรายคู่ พบว่า ความชื้นของดินบนในพื้นที่สวนยางพารา

ไม่แตกต่างกับพื้นที่ป่าธรรมชาติ แต่แตกต่างจากพื้นที่สวนผลไม้ในขณะที่ความชื้นของดินล่างของทั้งสามพื้นที่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความชื้นของดินในช่วงน้ำหลาก (wet period) พบว่าทั้งสามประเภทการใช้ที่ดินมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติทั้งดินบนและดินล่าง (Table 2)

Table 1 Some soil hydrological properties in the Eastern Coast subwatershed, Rayong province.

Land use	Period	Soil moisture (%)		Soil bulk density (g/cm^3)		Infiltration (mm/hr)	K_s (mm/hr)	
		topsoil	subsoil	topsoil	subsoil		topsoil	subsoil
Para rubber	dry	2.98-12.31 (7.66)	3.43-17.65 (9.21)	1.25-1.60 (1.43)	1.38-1.72 (1.56)	36.58-570.90 (153.44)	4.97-599.69 (113.18)	1.99-202.72 (36.17)
	wet	9.39-22.99 (16.62)	10.87-19.68 (14.17)	1.06-1.55 (1.40)	1.32-1.76 (1.59)	25.73-286.36 (119.99)	11.98-480.05 (199.03)	4.59-41.26 (22.93)
Fruit orchard	dry	7.70-18.68 (12.14)	10.12-16.86 (12.49)	1.39-1.66 (1.54)	1.48-1.76 (1.62)	21.29-86.19 (41.11)	2.36-64.53 (12.80)	1.58-62.48 (17.08)
	wet	8.21-20.74 (15.45)	10.77-16.90 (13.84)	1.43-1.56 (1.50)	1.51-1.81 (1.62)	30.99-69.75 (43.22)	10.94-21.38 (17.08)	4.22-36.13 (20.80)
Forest	dry	4.71-10.92 (7.84)	6.90-12.78 (9.27)	1.25-1.50 (1.38)	1.34-1.58 (1.46)	729.63-912.82 (788.15)	99.05-452.49 (217.48)	41.91-201.99 (112.81)
	wet	12.82-16.27 (13.93)	11.80-15.36 (13.89)	1.28-1.57 (1.41)	1.37-1.73 (1.49)	299.13-1,201.08 (738.21)	183.75-449.24 (354.13)	nd

Remark: nd = no data

Table 2 Statistical test for soil moisture and soil bulk density among different land use types at the Eastern Coast subwatershed, Rayong province.

Variables	F-value	*p*-value
Soil bulk density		
- topsoil	6.371**	0.003
- subsoil	6.114**	0.004
Soil moisture		
wet period		
- topsoil	1.456^{ns}	0.248
- subsoil	0.058^{ns}	0.944
dry period		
- topsoil	5.942**	0.006
- subsoil	3.143^{ns}	0.058

Remarks: ^{ns} non statistic significant, ** significant at confidence level at 99%

2. ความหนาแน่นรวมของดิน

ในช่วงน้ำแล้ง พื้นที่สวนยางพารา สวนผลไม้ และป่าธรรมชาติ มีค่าความหนาแน่นรวมของดินบนเฉลี่ยเท่ากับ 1.43, 1.54 และ 1.38 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สำหรับดินล่างมีค่าเท่ากับ 1.56, 1.62 และ 1.46 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในช่วงน้ำหลากดินบนมีค่าเท่ากับ 1.40, 1.50 และ 1.41 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ส่วนดินล่างมีค่าเท่ากับ 1.59, 1.62 และ 1.49 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1)

โดยความหนาแน่นรวมของดินบนมีค่าต่ำกว่าดินล่างในทุกประเภทการใช้ที่ดิน โดยในพื้นที่ป่าธรรมชาติมีค่าความหนาแน่นรวมของดินน้อยที่สุดทั้งดินบนและดินล่าง รองลงมา คือพื้นที่สวนยางพารา ในขณะที่สวนผลไม้มีค่าความหนาแน่นรวมของดินสูงสุดทั้งดินบนและดินล่าง เนื่องจากในพื้นที่สวนผลไม้มีกิจกรรมการใช้ที่ดินที่เข้มข้นกว่าพื้นที่อื่นๆ เช่น การตัดแต่งต้นไม้ การใส่ปุ๋ย การฉีดยาฆ่าแมลง การให้น้ำ และการเก็บผลผลิต เป็นต้น ส่งผลให้ดินของพื้นที่สวนผลไม้มีลักษณะดินที่แน่นกว่าพื้นที่อื่น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Quraishi and Mouazen (2013) ที่พบว่า เมื่อสภาพป่าธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมหรือพื้นที่อื่นๆ จะทำให้ความหนาแน่นรวมของดินในพื้นที่เพิ่มมากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นรวมของดินของทั้งสามประเภทการใช้ที่ดินทั้งดินบนและดินล่าง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($F=6.371$, $p< 0.01$ และ $F=6.114$, $p< 0.01$) และเมื่อทำการเปรียบเทียบรายคู่ พบว่าความหนาแน่นรวมของดินบนในพื้นที่สวนยางพารากับพื้นที่ป่าธรรมชาติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ทั้งสองพื้นที่แตกต่างกับพื้นที่สวนผลไม้ ในขณะที่ความหนาแน่นรวมของดินล่างในพื้นที่สวนยางพาราไม่แตกต่างกับพื้นที่สวนผลไม้แต่แตกต่างกับพื้นที่ป่าธรรมชาติ (Table 2)

3. อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดิน

ในช่วงน้ำแล้ง พื้นที่สวนยางพารา สวนผลไม้ และป่าธรรมชาติ มีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่ (f_c) ภาคสนาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 153.44, 41.11 และ 788.15 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ส่วนในช่วงน้ำหลากมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 119.99, 43.22 และ 738.21 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งการซึมน้ำผ่านผิวดินจะแปรผกผันกับความหนาแน่นรวมของดิน สอดคล้องกับการศึกษาของ Lei *et al.* (2014) และ Chritne *et al.* (2014) ที่พบว่า เมื่อความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้นจะทำให้ความสามารถในการซึมน้ำของดินลดลง นอกจากนี้ การซึมน้ำผ่านผิวดินนั้นจะถูกควบคุมโดยลักษณะของพืชพรรณที่ปกคลุมและสมบัติทางกายภาพของดินอีกด้วย

จากผลการศึกษา จะเห็นได้ว่าในพื้นที่สวนยางพารามีสมรรถนะการซึมน้ำสูงกว่าพื้นที่สวนผลไม้ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณดินเหนียวมากกว่าพื้นที่การใช้ที่ดินประเภทอื่นและประกอบกับดินถูกรบกวนโดยกิจกรรมการใช้ที่ดินของมนุษย์ที่เข้มข้นกว่าพื้นที่สวนยางพารา ทำให้ความสามารถในการซึมน้ำผ่านผิวดินต่ำกว่าพื้นที่อื่น ในขณะที่พื้นที่ป่าธรรมชาติมีสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินสูงที่สุดซึ่งสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินที่ดีกว่านั้นจะทำให้โอกาสในการเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินเกิดได้น้อยกว่าพื้นที่ที่มีสมรรถนะการซึมน้ำต่ำกว่า โดยการเหยียบย่ำพื้นที่ที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง ส่งผลให้ดินมีการอัดแน่นและยากต่อการซึมน้ำผ่านผิวดิน ซึ่งสอดคล้องกับคำอธิบายด้านการอนุรักษ์ดินและน้ำของ Land Development Department (2007) อีกทั้งยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Natnaree *et al.* (2016) ที่พบว่า อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่ (f_c) ของช่วงน้ำหลากและน้ำแล้งมีค่าสูงสุดในพื้นที่ป่าดิบแล้งและต่ำสุดในพื้นที่ป่าฟื้นฟู อายุ 3 ปี และพื้นที่เกษตรผสมผสาน เช่นเดียวกับ Neris *et al.* (2012) ที่พบว่า การซึมน้ำผ่านผิวดินในพื้นที่ป่าธรรมชาติมีค่าสูงสุดเท่ากับ 796 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง รองลงมาคือ พื้นที่ป่าสน และพื้นที่เกษตรกรรม โดยในช่วงน้ำแล้งและช่วงน้ำหลากในแต่ละพื้นที่ พบว่า อัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่ไม่แตกต่างกันมากนัก (Table 3 and Figure 2)

นอกจากนี้ สมการ Horton ในช่วงน้ำแล้ง (dry period) และช่วงน้ำหลาก (wet period) ของพื้นที่

สวนยางพารา พื้นที่สวนผลไม้ และพื้นที่ป่าธรรมชาติ ในลุ่มน้ำย่อยชายฝั่งตะวันออก จังหวัดระยอง โดยสมการของพื้นที่สวนยางพาราจะแสดงในช่วงอายุต่างๆ ของยางพาราในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ยางพารา อายุ 8, 20, 25 และ 30 ปี โดยมีอัตราการซึมน้ำผ่านผิวดินคงที่เท่ากับ 44, 105, 102 และ 96 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ จะเห็นว่ายางพาราที่อายุน้อยจะมีสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินค่อนข้างต่ำกว่าสวนยางพาราที่มีอายุมากขึ้น ดังรายละเอียดใน (Table 3 and Figure 2 and Figure 3)

Table 3 Horton's equation of para rubber, fruit orchard, and forest area during the dry and wet period at the Eastern Coast subwatershed, Rayong province.

Land use types	Dry period				Wet period			
	f_c	f_0-f_c	k	Horton's equation	f_c	f_0-f_c	k	Horton's equation
Para rubber (8 years)	44	609.24	-0.00319	$44 + 609.24e^{-0.00319t}$	37	523.34	-0.00545	$37 + 523.34e^{-0.00545t}$
Para rubber (20 years)	105	895.90	-0.00361	$105 + 895.90e^{-0.00361t}$	106	671.47	-0.00706	$106 + 671.47e^{-0.00706t}$
Para rubber (25 years)	102	386.81	-0.00417	$102 + 386.81e^{-0.00417t}$	85	82.79	-0.00233	$85 + 82.79e^{-0.00233t}$
Para rubber (30 years)	96	1,855.30	-0.01075	$96 + 1,855.30e^{-0.01075t}$	119	1,562.42	-0.01695	$119 + 1,562.42e^{-0.01695t}$
Fruit orchard	88	336.05	-0.00534	$88 + 336.05e^{-0.00534t}$	31	194.30	-0.00381	$31 + 194.30e^{-0.00381t}$
Forest	1,200	8,984.47	-0.07323	$1,200 + 8,984.47e^{-0.07323t}$	1,255	8,338.84	-0.04594	$1,255 + 8,338.84e^{-0.04594t}$

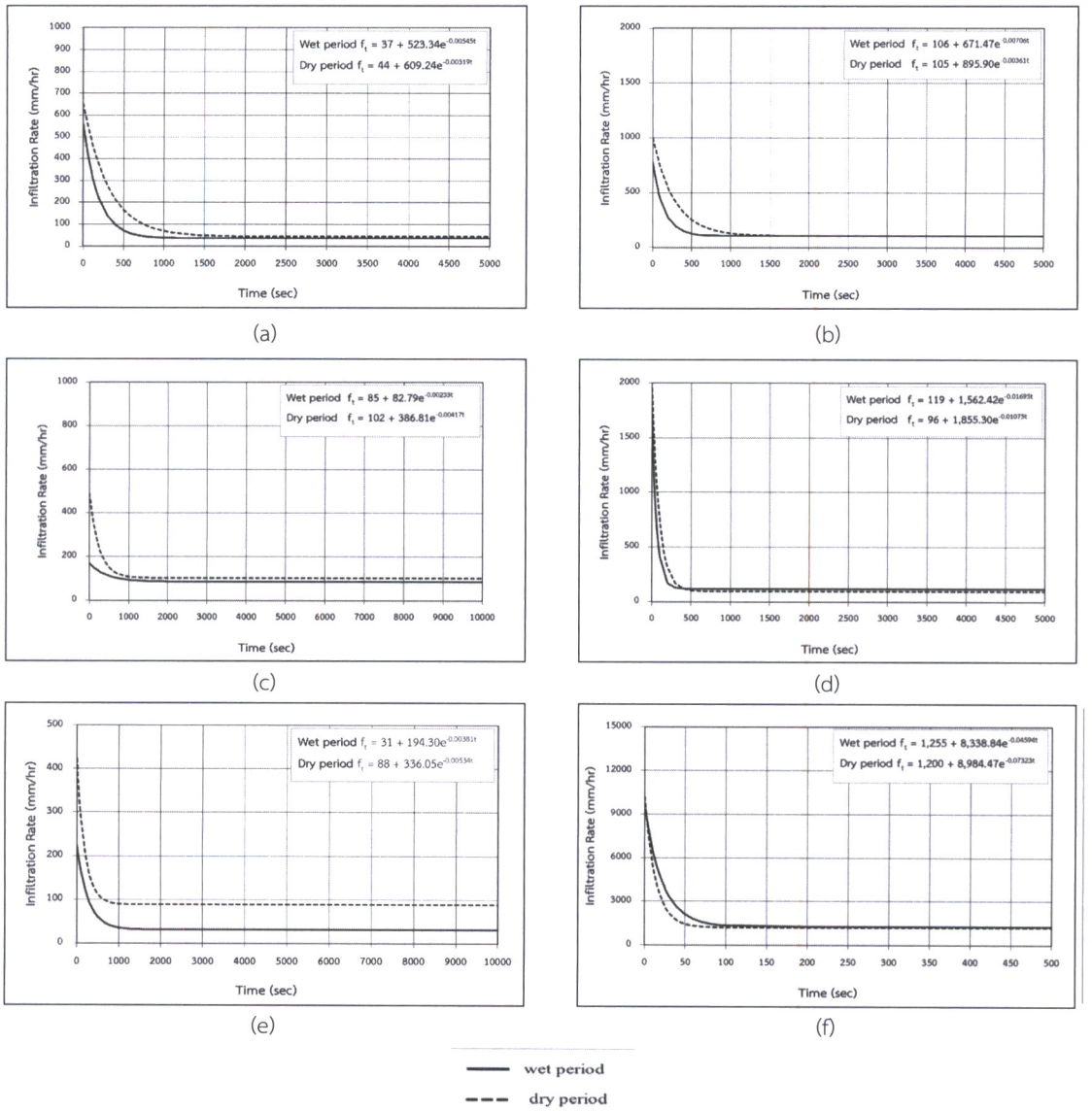
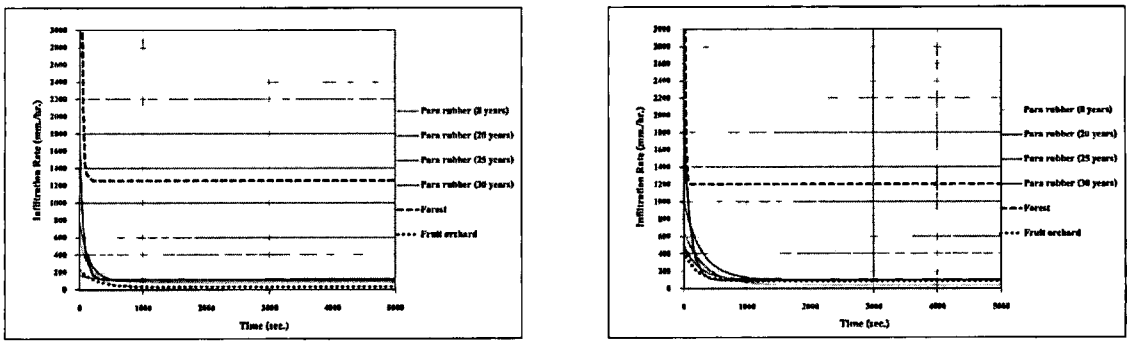


Figure 2 Infiltration capacity in different land use types during the dry and wet period at Eastern Coast subwatershed, Rayong province; (a) para rubber (8 years), (b) para rubber (20 years), (c) para rubber (25 years), (d) para rubber (30 years), (e) fruit orchard, and (f) forest.



(a) (b)

Figure 3 Infiltration capacity among the various land use types during the dry and wet period at the Eastern Coast subwatershed, Rayong province; (a) wet period and (b) dry period.

4. สัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ

ในช่วงน้ำแล้ง พื้นที่สวนยางพารา สวนผลไม้ และป่าธรรมชาติ มีค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ (K_s) ของดินบน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 113.18, 12.80 และ 217.48 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ส่วนที่ดินล่าง มีค่าเท่ากับ 36.17, 17.08 และ 112.81 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ส่วนช่วงน้ำหลาก ดินบนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 199.03, 17.08 และ 354.13 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ส่วนที่ดินล่างมีค่าเท่ากับ 22.93 และ 20.80 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง จากผลการศึกษา พบว่า สวนยางพาราทั้งดินบนและดินล่างมีค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำสูงกว่าในพื้นที่สวนผลไม้ แต่น้อยกว่าในพื้นที่ป่าธรรมชาติ ซึ่งมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดิน นอกจากนี้ยังพบว่าในบางพื้นที่ของพื้นที่สวนยางพาราและสวนผลไม้นั้นน้ำไม่สามารถไหลผ่านดินได้เมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำดังกล่าว (Table 3)

สรุป

สำหรับลุ่มน้ำย่อยชายฝั่งทะเลตะวันออก เนื้อดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทรายและมีค่าปฏิกิริยาของดินเป็นกรดจัดถึงกลาง มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำ ในช่วงน้ำแล้งพื้นที่ปลูกยางพารามีค่าความชื้นดินใกล้เคียงกับพื้นที่ป่าธรรมชาติทั้งดินบนและดินล่าง ในขณะที่พื้นที่สวนผลไม้มีค่าความชื้นในดินสูงกว่าการใช้ที่ดินประเภทอื่นทั้งดินบนและดินล่าง เนื่องจากในพื้นที่สวนผลไม้ส่วนใหญ่มีการให้น้ำร่วมด้วย ส่วนในช่วงน้ำหลาก พบว่า ทุกพื้นที่มีความชื้นดินเพิ่มขึ้นเนื่องจากปัจจัยของฝน โดยเฉพาะดินบนของพื้นที่สวนยางพาราที่มีความชื้นดินสูงกว่าการใช้ที่ดินประเภทอื่น ขณะที่ความหนาแน่นรวมของดิน พบว่า ความหนาแน่นรวมของดินบนมีค่าต่ำกว่าดินล่างในทุกประเภทการใช้ที่ดิน โดยความหนาแน่นรวมของดินบนในพื้นที่สวนยางพารากับพื้นที่ป่าธรรมชาติแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ความหนาแน่นรวมของดินในพื้นที่ป่าธรรมชาติมีค่าน้อยที่สุดทั้งดินบนและดินล่าง ในขณะที่สวนผลไม้มีค่าความหนาแน่นรวมของดินสูงสุดทั้งดินบนและดินล่าง เนื่องจากในพื้นที่สวนผลไม้มีกิจกรรมการใช้ที่ดินที่เข้มข้นกว่าพื้นที่อื่น ด้านสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดิน จะเห็นได้ว่าในพื้นที่สวนยางพารามีสมรรถนะการซึมน้ำสูงกว่าพื้นที่สวนผลไม้แต่ต่ำกว่าพื้นที่ป่าธรรมชาติ โดยสมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินที่ดีกว่านั้นจะทำให้โอกาสในการเกิดน้ำไหลบ่าหน้าดินน้อยกว่าพื้นที่ที่มีสมรรถนะการซึมน้ำต่ำกว่า ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับค่าสัมประสิทธิ์การนำน้ำของดินเมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ

ดังนั้น การใช้ที่ดินเพื่อปลูกยางพาราในลุ่มน้ำย่อยชายฝั่งทะเลตะวันออกมีผลต่อความหนาแน่นรวม

งดินบนไม่มากนักแต่มีผลต่อดินล่างค่อนข้างมาก ในะที่ความชื้นในดินมีค่าที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ป่าธรรมชาติ สมรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินนั้นต่ำกว่าพื้นที่ป่าชาติอยู่มาก โดยในพื้นที่ปลูกยางพาราอายุน้อยจะต่ำกว่าในพื้นที่ยางพาราที่มีอายุมากขึ้น สรุปได้ว่ายางพาราในลุ่มน้ำย่อยชายฝั่งทะเลตะวันออกมีผลทบต่อความหนาแน่นของดินโดยเฉพาะดินล่างและรรถนะการซึมน้ำผ่านผิวดินได้ไม่ดีนักโดยเฉพาะในยางพาราที่มีอายุน้อย ซึ่งจะส่งผลต่อการกักเก็บน้ำ และหากปลูกในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงจะมีโอกาสรชะล้างพังทลายของดินได้ง่าย

คำนิยม

งานวิจัยในครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยแผนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี พ.ศ. รหัสโครงการ (พ-ฐ (ด)) 15.60 และขอขอบคุณสาอนุรักษ์วิทยา ที่อนุเคราะห์ให้ใช้ห้องปฏิบัติการลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

REFERENCES

H. and Y. Liu. 2014. Trajectory based detection of forest-change impacts on surface soil moisture at a basin scale [Poyang Lake Basin, China]. **Journal of Hydrology** 514: 337-346.

er, C., C. Roscher, B. Jensen, N. Eisenhauer, J. Baade, S. Attinger, S. Scheu, W.W. Weisser, J. Schumacher and A. Hildebrandt. 2014. How do earthworms, soil texture and plant composition affect infiltration along an experimental plant diversity gradient in grassland? **PLOS ONE** 9(6) e98987. doi:10.1371/journal.pone.0098987.

on, R.E. 1940. An approach towards physical interpretation of infiltration capacity. **Journal of the Soil Science Society of America** 5: 399-417.

Klute, A. 1965. Laboratory measurement of hydraulic conductivity of saturated soil, pp. 210-220. *In* **Methods of Soil Analysis Part 1: Physical and Mineralogical Methods**. American Society of Agronomy, Widconsin.

Land Development Department. 2007. **Tillage Practice for Soil and Water Conservation.** Available Source: http://www.ldd.go.th/menu_Dataonline /G3/G3_07.pdf., January 3, 2016. (in Thai)

_____. 2013. **Land Use Map**. Division of Land Use Policy and Planning, Land Development Department, Bangkok. (in Thai)

Neris, J., C. Jiménez, J. Fuentes, G. Morillas and M. Tejedor. 2012. Vegetation and land-use effects on soil properties and water infiltration of Andisols in Tenerife (Canary Islands, Spain). **Catena** 98: 55-62.

Office of Agricultural Economics. 2012. **Agricultural Statistics of Thailand 2012**. Ministry for agricultural and cooperatives, Bangkok. (in Thai)

Quraishi, M.Z. and A.M. Mouazen. 2013. Calibration of an on-line sensor for measurement of topsoil bulk density in all soil textures. **Soil and Tillage Research** 126: 219-228.

Sarapim, N., S. Thueksathit, S. Pukngam and Y. Kheereemangkla. 2016. Some soil hydrological properties and soil macrofauna in various land use types at Huai Khamin subwatershed, Nakhon Ratchasima province. **KKU Research**

Journal (Graduate Studies) 16(2): 49-62. (in Thai)

Yang, L., W. Wei, L. Chen and B. Mo. 2012. Response of deep soil moisture to land use and afforestation in the semi-arid Loess Plateau, China. **Journal of Hydrology** 475: 111-122.

———, ———, ———, W. Chen and J. Wang. 2014. Response of temporal variation of soil moisture to vegetation restoration in semi-arid Loess Plateau, China **Catena** 115: 123-133.

Zhou, J., B. Fu, G. Gao, N. Lü, Y. Lü and S. Wan 2015. Temporal stability of surface so moisture of different vegetation typ in the Loess Plateau of China. **Cate** 128: 1-15..