

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยการศึกษาสมดุลคาร์บอนและน้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นต์และวอเตอร์ฟุตพริ้นต์ของสวนยางพารา โดยมียัตถุประสงค์ที่จะการตรวจวัดสมดุลคาร์บอนและน้ำด้วยเทคนิค Eddy Covariance เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นต์ และวอเตอร์ฟุตพริ้นต์ของระบบนิเวศยางพารา ซึ่งยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน และเพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมต่อสมดุลคาร์บอนและน้ำของระบบนิเวศยางพารา

การวัดสมดุลคาร์บอนและน้ำของระบบนิเวศยางพารา พันธุ์ RRIM600 ดำเนินการศึกษาในพื้นที่ปลูกยางพารา 2 แห่ง ได้แก่ (1) ศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา พื้นที่ประมาณ 50 ไร่ ต้นยางมีอายุ 19 ปี (ในปี 2556) และเปิดกรีดมาแล้ว 10 ปี และ (2) แปลงเกษตรกร จังหวัดบึงกาฬ พื้นที่ประมาณ 100 ไร่ ต้นยางมีอายุ 4 ปี (ในปี 2556)

การศึกษาสมดุลคาร์บอนแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ (1) การศึกษาสมดุลคาร์บอนในพื้นที่ปลูกยางพาราเป็นการวัดสมดุลคาร์บอนด้วยเทคนิค Eddy Covariance (2) การศึกษาสมดุลคาร์บอนของการเกษตรกรรม ด้วยวิธี LCA และ (3) ปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในผลผลิตน้ำยาง นอกจากการวัดสมดุลคาร์บอนแล้ว ในพื้นที่ศึกษาจะมีการวัดอัตราการหายใจของดิน และข้อมูลประกอบอื่นๆ ได้แก่ เส้นรอบวงโคนต้นยาง และชีวมวลของยางพาราที่ร่วงหล่นสู่พื้นของแปลงยางพารา เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นต์จากการวิจัย พบว่า พื้นที่ศึกษา Site ที่ 1 ศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา ช่วงระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 11 เดือน (1 มิ.ย. 55 – 30 เม.ย. 56) มีปริมาณคาร์บอนที่สะสมในพื้นที่ปลูกยางพารา และผลผลิตน้ำยาง เท่ากับ 1,351.48 และ 129.11 kg C.ra⁻¹ และมีการปลดปล่อยคาร์บอนสู่บรรยากาศเนื่องจากการเกษตรกรรมเท่ากับ 9.02 kg C.ra⁻¹ ดังนั้นในช่วงเวลาดังกล่าวคาร์บอนจะถูกเก็บกักไว้ในพื้นที่ปลูกยางและผลผลิตมีปริมาณเท่ากับ 1,471.57 kg C.ra⁻¹ สำหรับพื้นที่ศึกษา Site ที่ 2 แปลงเกษตรกร จังหวัดบึงกาฬ ช่วงระยะเวลาในการเก็บข้อมูล 6 เดือน (1 พ.ย. 55 – 30 เม.ย. 56) มีปริมาณคาร์บอนที่สะสมในพื้นที่ปลูกยางพารา 334.11 kg C.ra⁻¹ และมีการปลดปล่อยคาร์บอนสู่บรรยากาศเนื่องจากการเกษตรกรรมเท่ากับ 13.23 kg C.ra⁻¹ ดังนั้นในช่วงเวลาดังกล่าวคาร์บอนจะถูกเก็บกักไว้ในพื้นที่ปลูกยางมีปริมาณเท่ากับ 320.88 kg C.ra⁻¹ และเนื่องจากแปลงยางพารา Site ที่ 2 ยังมีอายุน้อยและยังไม่ได้เปิดกรีด ทำให้ยังไม่มีข้อมูลการสะสมของคาร์บอนในผลผลิตน้ำยาง จากข้อมูลปริมาณคาร์บอนที่ศึกษาใน 3 ส่วน ดังกล่าวข้างต้น จะพบว่าการสะสมคาร์บอนในพื้นที่ปลูกยางนั้น Site ที่ 1 และ 2 นั้นมีปริมาณสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 90.73 และ 96.19 ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในเนื้อยาง คิดเป็นร้อยละ 8.67 สำหรับพื้นที่ Site ที่ 1 และการเกษตรกรรมต่างๆ มีการปลดปล่อยคาร์บอนออกมาในสัดส่วนที่น้อยที่สุด ต่อ 0.61 และ 3.81 สำหรับพื้นที่ Site ที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

การวัดสมดุลน้ำของพื้นที่ปลูกยางพารา ดำเนินการควบคู่ไปกับการวัดอัตราการเคลื่อนของน้ำในลำต้นยาง (Sap flow) และปริมาณน้ำในดิน (Soil water content) เพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการคำนวณค่าวอเตอร์ฟุตพริ้นต์ จากการวิจัย พบว่า พื้นที่ศึกษา Site ที่ 1 ศูนย์วิจัยยางฉะเชิงเทรา ในช่วงเวลา 11 เดือน มีค่าการคายระเหยน้ำที่วัดได้จริง (ETR) และค่าที่ได้จากการคำนวณ (ETo) เท่ากับ 799.82 และ 1,164.00 mm ค่าการใช้น้ำของพื้นที่ปลูกยางอายุนั้นมีค่าเท่ากับ 1,279.69 m³.ra⁻¹ ขณะที่ผลผลิตน้ำยาง มีค่าเท่ากับ 160.97 Kg ra⁻¹ ดังนั้นวอเตอร์ฟุตพริ้นต์ของพื้นที่ปลูกยางพารา Site ที่ 1 จึงมีค่าเท่ากับ 7.96 m³.Kg yield⁻¹ และสำหรับพื้นที่ศึกษา Site ที่ 2 แปลงเกษตรกร จังหวัดบึงกาฬ ในช่วงระยะเวลา 6 เดือน มีค่าการคายระเหยน้ำที่วัดได้จริง (ETR) และค่าที่ได้จากการคำนวณ (ETo) เท่ากับ 271.86 และ 1,238.1 mm ค่าการใช้น้ำของ

พื้นที่ปลูกยางอายุน้อยนี้มีค่าเท่ากับ $377.51 \text{ m}^3.\text{rai}^{-1}$ ขณะที่ผลผลิตน้ำยาง มีค่าเท่ากับ $30.04 \text{ Kg rai}^{-1}$ (เนื่องจากต้นยางยังไม่ได้เปิดกรีด ข้อมูลผลผลิตจึงประเมินจากข้อมูลอ้างอิง) ดังนั้นวอเตอร์ฟุตพริ้นต์ของพื้นที่ปลูกยางพารา Site ที่ 2 จึงมีค่าเท่ากับ $12.57 \text{ m}^3.\text{Kg yield}^{-1}$

การศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมต่อสมดุลคาร์บอนและน้ำ จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราการแลกเปลี่ยนคาร์บอนสุทธิ (Net Ecosystem Exchange, NEE) กับค่าดัชนีพื้นที่ใบ และสภาพแวดล้อม สำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 1 พบว่า ค่า NEE มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางผกผันกับค่า LAI, R_g และ RH แต่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับค่า VPD และไม่มีความสัมพันธ์กับค่า RH และสำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 2 พบว่า ค่า NEE มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางผกผันกับค่า R_g , T_{air} และ VPD และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับค่า RH

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างค่าการคายระเหยน้ำที่วัดได้จริง (Evapotranspiration, ETR) กับค่าดัชนีพื้นที่ใบ และสภาพแวดล้อมของข้อมูลทั้งหมด สำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 1 พบว่า ค่า ETR มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับค่า LAI และ R_g แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่า T_{air} , RH และ VPD และสำหรับพื้นที่ศึกษาที่ 2 พบว่า ค่า ETR มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับค่า R_g , T_{air} และ RH แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่า VPD

Abstract

Study on carbon and water balance to estimate carbon footprint and water footprint of rubber plantation was propose to measure carbon and water flux with Eddy Covariance technique. Carbon and water flux data is the basic data that were used to assess carbon and water footprint of rubber ecosystem which never been studied. In addition, these basic data were used to study effect of environmental factors on carbon and water balance of rubber ecosystem.

Carbon and water balance of rubber ecosystem (RRIM 600) were measured from 2 rubber plantation sites. (1) Chachoengsao Rubber Research Center, Chachoengsao province which the area was about 50 rais. A rubber tree was 19 years-old (in 2013) and has been tapped over 10 years. (2) Rubber plantation in Bueng Kan province. Area was about 100 rais. Rubber tree was 4 years-old (in 2013) and never been tapped.

Carbon balance measurement was separated into 3 parts, (1) carbon equivalent from rubber plantation that was measured by using Eddy Covariance technique, (2) carbon equivalent from cultural practice and addition by using LCA method and (3) carbon equivalent from rubber yield. Furthermore, soil respiration and other data e.g. girth and above ground biomass were observed. All of data were used to assess carbon footprint and analyzed effect of environmental factor on carbon flux. At Chachoengsao Rubber Research Center, data observation was done during June 1, 2012 to April 30, 2014 (Total 11 month). Carbon equivalent which were storage in rubber plantation and yield were 1,351.48 and 129.11 Kg C.ra⁻¹, respectively. Carbon equivalent which was emitted from cultural practice and addition was 9.02 Kg C.ra⁻¹. Total carbon equivalent from 3 parts represent that carbon about 1,471.57 Kg C.ra⁻¹ was stored. At Rubber plantation in Bueng Kan province, data observation was done during September 1, 2012 to April 30, 2014 (Total 6 month). Carbon equivalent which were storage in rubber plantation was 334.11 Kg C.ra⁻¹. Carbon equivalent which was emitted from cultural practice and addition was 13.23 Kg C.ra⁻¹. Total carbon equivalent from 3 parts represent that carbon about 320.88 Kg C.ra⁻¹ was stored. Carbon equivalent from Site 1 and 2 found that almost of carbon equivalent appeared in rubber plantation, 90.73 and 96.19%, respectively. Follow with carbon equivalent from yield (8.67%, Site 1) and cultural practice (0.61 and 3.81% for Site 1 and 2), respectively.

Water flux of rubber plantation was measured concurrent with Sap flow and Soil water content. Both data was used to assess water footprint and analyzed effect of environmental factor on water flux. At Chachoengsao Rubber Research Center, data observation was done during June 1, 2012 to April 30, 2014 (Total 11 month). The result shown that sum of evapotranspiration (ETR) and reference evapotranspiration rate (ET_o) were 799.82 and 1,164.00 mm, respectively. Crop water use (CWU) was 1,279 m³.rai⁻¹ and amount of latex was 160.97 Kg rai⁻¹. Water footprint of this plantation was 7.96 m³.Kg yield⁻¹. For rubber plantation at Bueng

Kan province, data observation was done during September 1, 2012 to April 30, 2014 (Total 6 month). Sum of ETR and (ET_o) were 271.86 and 1,238.1 mm, respectively. Crop water use (CWU) was 377.51 m³.rai⁻¹ and amount of latex was 30.04 Kg rai⁻¹ (rubber tree in this plantation are not tapped, yield was estimated by using data from reference). Water footprint of this plantation was 12.57 m³. Kg yield⁻¹.

Effect of environmental factors on carbon and water flux was studied by using correlation analysis. In Chachoengsao Rubber Research Center, the result showed that net ecosystem exchange (NEE) decrease with increasing of leaf area index (LAI), Global solar radiation (R_g) and RH. NEE increase with increasing of Vapor pressure deficit (VPD) and there are no relationship between NEE and air temperature (T_{air}). For rubber plantation in Bueng Kan province, NEE decrease with increasing of R_g, T_{air} and VPD. And NEE increase with increasing of RH.

In Chachoengsao Rubber Research Center, the result showed that Evapotranspiration (ETR) increased with increasing of LAI and R_g. And there are no relationship between ETR and value of T_{air}, RH and VPD. For rubber plantation in Bueng Kan province, ETR increased with increasing of R_g, T_{air} and RH. And there are no relationship between ETR and VPD.