

รหัสโครงการ : RMU5080051

ชื่อโครงการ: การศึกษาการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในป่าเขตร้อนโดยวิธี Eddy Covariance และความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

นักวิจัย: อำนาจ ชิดโธสง บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ม.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

E-mail: amnat_c@jgsee.kmutt.ac.th , ระยะเวลาโครงการ: กรกฎาคม 2551 – มิถุนายน 2553

ระบบนิเวศป่าเขตร้อน เป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญต่อการกักเก็บและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) การตอบสนองของระบบนิเวศป่าไม้ต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และความสามารถในการกักเก็บก๊าซ CO_2 จะมีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ดังนั้น การสร้างองค์ความรู้เพื่อเพิ่มความเข้าใจเกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ในระบบนิเวศป่าโดยเฉพาะในเขตร้อนที่ยังไม่มีการศึกษามากนัก จึงมีความสำคัญ ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักคือ 1) วัดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ในสเกลระดับระบบนิเวศป่าเขตร้อน 2) เพื่อให้เข้าใจกลไกและกระบวนการ รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการแลกเปลี่ยนและสมดุลของ CO_2 ในป่าเขตร้อน การศึกษานี้ได้ดำเนินการระหว่างเดือนมิถุนายน 2008-ธันวาคม 2010 และโดยดำเนินการตรวจวัดการแลกเปลี่ยนคาร์บอนเหนือเรือนยอด การปล่อยคาร์บอนจากผิวดิน และสมดุลพลังงานของระบบนิเวศป่าเต็งรัง จ. ราชบุรี การแลกเปลี่ยนก๊าซและสมดุลพลังงานศึกษาด้วยเทคนิค eddy covariance ที่อัตราการ sampling rate ที่ 4 Hz อุปกรณ์ตรวจวัดติดตั้งบนหอคอยที่ระดับความสูง 8 เมตร หรือ 3 เมตรเหนือเรือนยอด ส่วนการวัดการปล่อยก๊าซ CO_2 จากผิวดินใช้เทคนิค automated closed-chamber ทำการวัดทุกๆ ชั่วโมง นอกจากนี้ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ที่ทำการตรวจวัดประกอบด้วย อุณหภูมิผิวดินและอากาศ ความชื้นในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มแสง

ผลการศึกษาพบว่า ระบบนิเวศป่าเต็งรังนี้มีลักษณะเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนสุทธิจำนวน 11.9 และ 12.3 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ต่อปี ในปี 2009 และ 2010 ตามลำดับ การแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เหนือเรือนยอดมีความผันแปรเชิงฤดูกาลสูง โดยกิจกรรมการกักเก็บคาร์บอนเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งโดยทั่วไป ค่า NEE (Net carbon exchange) ในฤดูฝน สูงถึง $-40 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ และในฤดูแล้งส่วนมากค่าจะต่ำกว่า $-20 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ สอดคล้องกับลักษณะทาง phenology ของป่าเต็งรัง ซึ่งจะผลัดใบในช่วงฤดูแล้งทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลงในช่วงดังกล่าว ซึ่งความผันแปรเชิงฤดูกาลนี้ มีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงความสมดุลระหว่างการสูญเสียคาร์บอนจากการหายใจและการดูดซับคาร์บอนโดยการสังเคราะห์แสง กล่าวคือ ในช่วงการเริ่มต้นฤดูฝน การหายใจของระบบนิเวศจะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในดินมากกว่าการสังเคราะห์แสง ทำให้ในช่วงนี้ การหายใจจะเพิ่มสูงที่สุดในรอบปี และอัตราการดูดซับคาร์บอนสุทธิ (NEE) จะต่ำที่สุดในรอบปี การปล่อย CO_2 จากการหายใจของระบบนิเวศนี้กว่า 79% ถูกปล่อยมาจากการหายใจของดิน

การแลกเปลี่ยน CO_2 เหนือเรือนยอด ถูกจำกัดโดยปริมาณแสง โดยมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระหว่างค่า NEE กับ PPFD ซึ่งในช่วงที่ความเข้มแสงมีค่าน้อยกว่าประมาณ $400 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ค่า NEE จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามการเพิ่มขึ้นของความเข้มแสง อย่างไรก็ตาม เมื่อความเข้มแสงเพิ่มเกิน $950 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ค่า NEE จะไม่เพิ่มขึ้น และ ส่วนการหายใจของดินมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้นในดิน กล่าวคือการหายใจของดินมีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มเกิน 27°C และมีค่าความชื้นที่เหมาะสมคือ 19-25% Vol ซึ่งถ้าความชื้นของดินมากหรือน้อยกว่านี้ การหายใจจะลดลง นอกจากนี้การศึกษามูลค่าพลังงานยังพบว่าระบบนิเวศจะสูญเสีย Sensible heat ในเวลากลางคืน ปริมาณพลังงานที่สูญเสียจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการปล่อย CO_2 ส่วนในเวลากลางวัน Sensible heat จะถูกสะสมไว้ในระบบนิเวศ ปริมาณพลังงานที่สะสมจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการดูดซับ CO_2 ของระบบนิเวศ Latent heat จะถูกสะสมในเวลากลางคืนและปริมาณของ latent heat ที่สะสมจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการปล่อย CO_2 และในเวลากลางวัน Latent heat จะถูกสะสมไว้ในระบบนิเวศเช่นกัน แต่มีปริมาณที่มากกว่าในตอนกลางคืนมากกว่า ปริมาณพลังงานที่สะสมจะมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการดูดซับ CO_2 ของระบบนิเวศ

คำหลัก: ป่าเต็งรัง, Eddy covariane, การแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 , สมดุลพลังงาน

Abstract

Project Code: RMU5080051

Project Title: Measurement of carbon dioxide exchange in tropical forest by eddy covariance technique and its correlation to environmental factors

Investigator: Amnat Chidthaisong

E-Mail: amnat_c@jgsee.kmutt.ac.th

Project Period: July 2008-June 2010

Tropical forest ecosystems are the important sinks and sources of CO₂. Future climate change and its intensity will be partly determined by the response and feedback of tropical forest ecosystem to climate change, and its sink/source capacity. Improving our understanding of carbon exchange, especially in the tropical forest where gaps of knowledge exist, is thus highly important. This study aims to 1) estimate the exchange rate of CO₂ in tropical forest at ecosystem scale and 2) improve our understanding of mechanisms, processes and environmental factors that govern the exchange process. This study was conducted in a dry dipterocarp forest in Ratchburi province during June 2008-December 2010. The CO₂ exchange over forest canopy was measured by using eddy covariance technique. The eddy instruments were installed at 8 m on the tower or 3 m above forest canopy. The sampling rate was at 4 Hz. For soil respiration measurement, automatic closed-chamber method was applied and respiration was measured hourly. Environmental factors including temperature, moisture, and light intensity were also determined.

It was found that this dry dipterocarp forest ecosystem is the net carbon sink of 11.9 and 12.3 tonC/ha/y in 2009 and 2010, respectively. The canopy CO₂ exchange is highly seasonal and most of net carbon sequestration occurred during the rainy season. The net carbon exchange rate (NEE) was as high as -40 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ during rainy season and this decreased to less than -20 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ during dry season. This is consistent with dry dipterocarp forest phenology that it shed leaves during dry season, resulting in the lower photosynthetic activity during such period. When investigated in details, it was found that ecosystem respiration responded rapidly to the rainfall coming at the beginning of rainy season. Respiration at this time was highest during the year and this rendered the NEE to decrease to minimum point during the year too. The release of CO₂ from soil respiration contributed around 79% to ecosystem respiration during such transition period from dry to rainy seasons.

The net CO₂ exchange over dry dipterocarp forest canopy was also controlled by light intensity. NEE increased linearly with light intensity up to 400 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, becoming saturated at light intensity around 950 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Emissions of CO₂ from soil depended on soil temperature and moisture. Soil respiration was decreased when the soil temperature increased above 27 °C. The optimal soil moisture for soil respiration was 19-25 %Vol. Investigation of ecosystem energy balance indicates that the ecosystem lost sensible heat at night and the amount of energy loss is correlated with CO₂ emission. During the day time, the ecosystem gained sensible heat and this is positively correlated with carbon sequestration rate. For latent heat, it was accumulated in the ecosystem both in daytime and nighttime, but most of it occurred during daytime. The amount of latent heat accumulated was also positively correlated with CO₂ sequestration rate.

Keywords: Dry dipterocarp forest, Eddy covariance, CO₂ exchange, Energy balance