

平成 27 年 4 月 13 日

氏 名 藤野 匠

終了報告書

・派遣支援先 機関名: University of Alaska, Fairbanks (国名: アメリカ合衆国)

・受入研究者 Dr. Knut Kielland

・研究課題名 (和文・英文)

(和文) 北方林における植物の光合成の変化: 冬季は完全な休眠期か?

(英文) Temporal Changes of Photosynthesis in Boreal Forests : Are Plants Really Dormant in Winter?

・派遣支援期間: 平成 26 年 10 月 9 日 ~ 平成 27 年 3 月 31 日

1. 派遣支援期間中の研究実施状況及びその成果

実施内容概要

派遣対象者は今回の派遣支援を受け米国アラスカ大学フェアバンクス校に約半年間滞在し、受入研究者である Knut Kielland 准教授を含めた多くの研究者と議論を行い有意義なアドバイスを貰いながら研究を行うことができた。本研究では北方林を構成する針葉樹の一つであるクロトウヒの冬季における光合成能力の測定とそれに影響を及ぼす要素の特定を目的とした。以下に本派遣期間中に得た研究成果を記す。

野外観測活動

米国アラスカ州フェアバンクス市 (N64° 50' 17" , W147° 43' 35") 近郊にて携帯型光合成蒸散・クロロフィル蛍光測定システム (LI-6400XT, LiCor 社製) を用い、冬季を通じたクロトウヒの光合成速度の測定を行った(写真 1)。しかし野外の極低温により機器の仕様上正確な測定が困難であると判明した為、切り枝の光-光合成曲線を測定する方法を採用した。



(写真 1： 野外測定の様子)

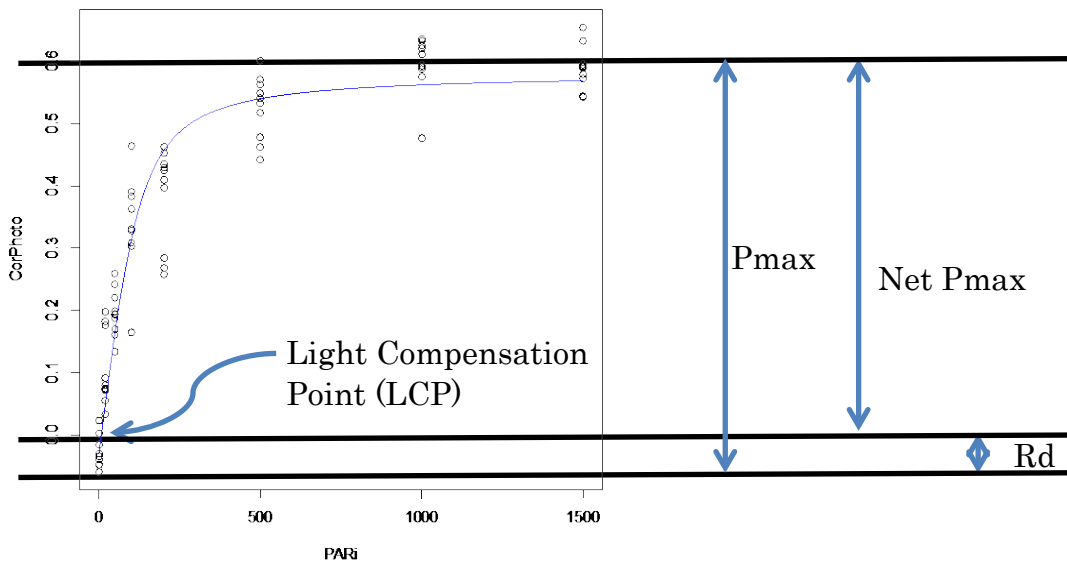
研究成果

本研究では 2014/11/17 から 2015/3/25 の期間中に光-光合成曲線の測定を行った。観測地 (N64° 50′ 17″ , W147° 43′ 35″)にて週に二回、サンプルとして切り枝を採取し、水を与え 0°C、暗室条件で馴致を行った。24 時間以上馴致した後に LI-6400XT を利用し葉温度を 1°C に設定し、光条件を適時変化させながら光合成速度のデータを取得した。

光-光合成曲線のモデル設定には Non-rectangular hyperbolic model (Prioul & Chartier, 1977; Herrick & Thomas, 1999) を利用した。取得したデータに対し非線形最小二乗法を用い光-光合成曲線の当てはめを行った。このモデルは以下の式で表される。

$$A_n = \frac{(\alpha \times PAR - A_{max}) - \sqrt{(\alpha \times PAR - A_{max})^2 - 4 \times \theta \times \alpha \times PAR \times A_{max}}}{2 \times \theta} - R_d$$

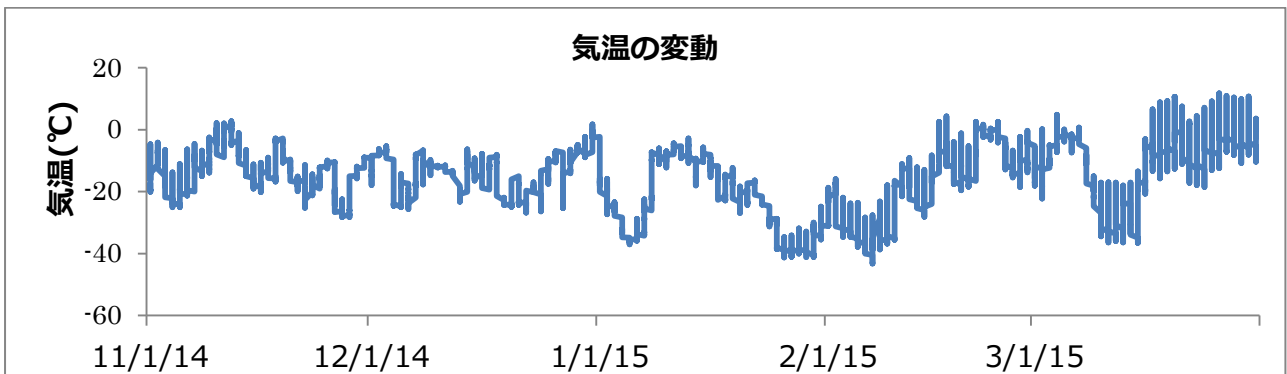
それぞれ A_n を見かけの光合成速度、 α を初期勾配、PAR を光強度、 θ を凸度、 A_{max} を最大光合成速度、 R_d を暗呼吸速度とする。またこの光-光合成曲線を用いて得られるパラメータについて P_{max} を最大光合成速度 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)、 $Net P_{max}$ を見かけの最大光合成速度 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)、 R_d を暗呼吸速度 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)、LCP を光補償点 ($\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) と定義した (図 1 参照)。



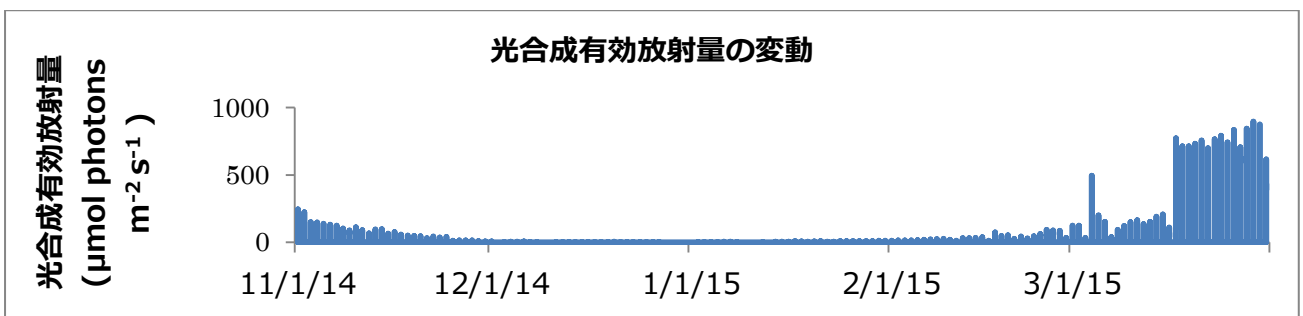
(図1: 取得した光-光合成曲線およびパラメータの例)

解析には2014/11/17 から 2015/3/25 の期間中に測定した合計47個の光応答データを利用した。その期間の環境条件として温度・光合成有効放射量 (PAR) は Bonanza Creek Long-Term Ecological Research (<http://www.lter.uaf.edu/data.cfm>) の LTER2 Floodplain (64 ° 69' 88 "N 148° 25' 49" W) のデータを使用した。

現在詳しい結果は解析中ではあるが以下に傾向を報告する。まず実験期間中における環境条件の変動を示す (図2、3)。



(図2 気温の変動)



(図3 光合成有効放射量の変動)

これらのデータのうち大気温度について採取 24 時間前までの最小値、光合成有効放射量について最大値、日照時間はサンプル採取日の値を利用し分析を行った。Pmax は 0.19 から 1.17 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ であった。月毎の平均値では 11 月が最も高く、1 月に最も低い値であった。また Pmax と採取 24 時間前までの大気温度の最低値ではピアソンの積率相関係数によると有意な正の相関関係がある ($p < 0.01$) ことがわかった。しかし三月に気温が上昇した際に Pmax は低い値を示しており、温度上昇による雪解けと強光によって光阻害が起こっている可能性が示唆された(図 2、3)。また Pmax は採取 24 時間前までの光合成有効放射量の最大値と採取 24 時間前までの日照時間について相関関係は認められなかった。Rd は 0.0088 から 1.20 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ であったが、季節に伴うパターンの変化は見られなかった。Net Pmax について、最低値は $-0.37 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 、最高値は $0.87 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ であり Net Pmax と採取 24 時間前までの大気温度の最低値ではピアソンの積率相関係数によると正の有意な相関関係がある ($p < 0.01$) ことがわかった。LCP は最低値が $2.23 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ であった。大気温度が -30°C 以下などの非常に低い値を取った時には Net Pmax は 0 未満の値を示し、光補償点が存在しないことが多くあり、見かけの最大光合成速度は気温と関係があることが示唆された。

派遣期間中に計画をしていた野外現場での光合成速度の測定は叶わなかったが、クロトウヒの冬季を通じた光合成能力の変動を取得することに成功した。詳しい解析を行うことで、今後進行する温暖化が北方林に及ぼす影響を評価できると考える。今後は光合成能力に関する各パラメータや同様に取得した気孔コンダクタンスに関して気温、光合成有効放射量、日射時間等の環境要因を利用したより細かい解析を行う予定である。

2. 参考文献

Prioul, J.L. and P. Chartier. 1977. Partitioning of transfer and carboxylation components of intracellular resistance to photosynthetic CO₂ fixation: A critical analysis of the methods used. *Ann. Bot.*, 41: 789–800.

Herrick, J.D. and R.B. Thomas. 1999. Effects of CO₂ enrichment on the photosynthetic light response of sun and shade leaves of canopy sweetgum trees (*Liquidambar styraciflua*) in a forest ecosystem. *Tree Physiol.*, 19: 779–786.