

高山植物ガンコウランの温暖化処理による生理特性の変化

上原 明葉 (筑波大学 生物学類) 指導教員: 廣田 充 (筑波大学 生命環境系)

背景・目的

近年進行している地球温暖化により、次の 100 年で世界の平均気温が 1.0 から 3.5 °C 上昇すると報告されている (Houghton *et al.* 1996)。特に、高山帯や高緯度地域は温暖化の影響が早期に顕著化しやすいと考えられているため、そこで生きる植物の応答の変化について関心が高まっている。先行研究により温暖化処理によって、最大光合成量が減少する (Shen *et al.* 2009)、種によって成長やガス交換速度の応答が異なる (Shi *et al.* 2010)、強い光阻害を示し呼吸量が増加する (Heskel *et al.* 2013) ということが報告されている。しかしながら、それらの結果は、長くても数年程度の温暖化処理によるものがほとんどであるうえに、処理年数によって応答が異なることも報告されている。そのため、植物の温暖化への応答をするには、長期的な温暖化処理実験処理による植物の応答の把握も不可欠である。

本研究の調査地である長野県木曾駒ヶ岳山頂付近には、オープントップチャンパー (以下 OTC) を用いた温暖化処理区が設けられている。1995 年から現在に至るまで継続して維持管理されているため、長期的な温暖化処理による影響を観察するのに最適なサイトといえる。今回着目した高山植物のガンコウラン科ガンコウラン *Empetrum nigrum* は OTC 設置後に増加し優占している。このことから、*E. nigrum* を対象植物とした。本研究は高山植物ガンコウランの長期温暖化処理への適応、特に成長過程について知見を蓄積することを目的とし、対照区と温暖化処理区の異なる環境で生きる植物の生理特性の比較を行なった。

方法と調査地

調査は、長野県木曾駒ヶ岳山頂付近 (2960 m) で行なった。温暖化効果をもたらす OTC は、その内部の気温が外部よりも約 2 °C 高くなるように設計された半閉鎖系の小型温室である。高山植物の主な生育期間である 2013 年 8 月に OTC 内で優占しているガンコウラン *E. nigrum* を対象として、光合成および蒸散速度、さらに OTC 内外の微環境を測定した。*E. nigrum* は葉のサイズが極めて小さく、通常の光合成・蒸散速度測定装置で測定を行うことが出来なかったため、私は高山環境でも使用可能な小型の測定装置を製作した。2013 年 8 月 4 日の日の出前から日没までの間に同装置を用いて、*E. nigrum* の光合成および蒸散速度を測定した。基本的には自然光下で測定を行い、光 - 光合成曲線を得るために必要に応じて寒冷紗や暗幕を利用して光条件を変えながら測定を行った。微環境の測定は、温湿度ロガーと小型の光子センサーを用いた。

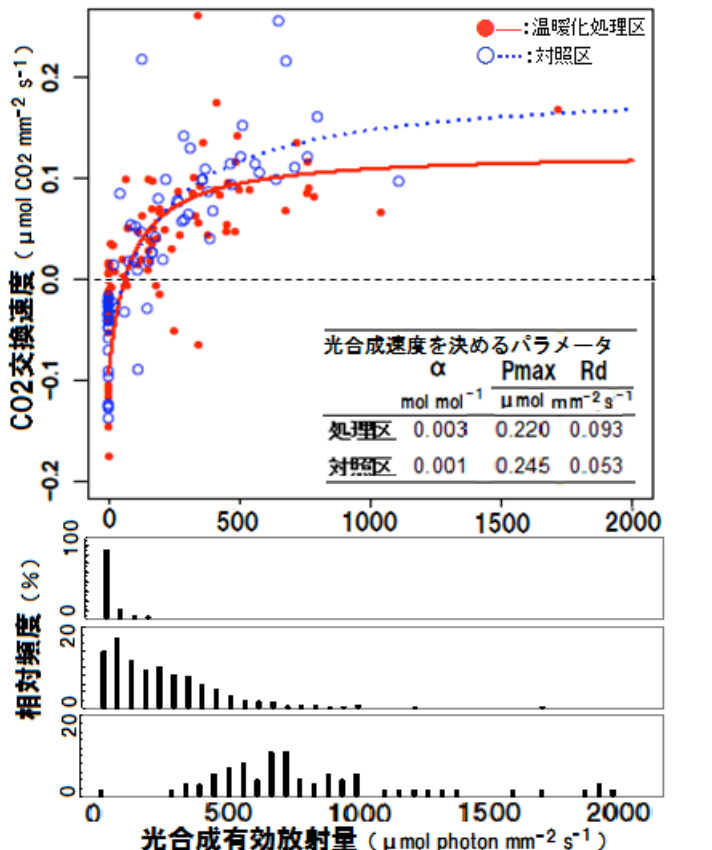
調査後、現地で *E. nigrum* の葉を採取し速やかに固定して、実験室に持ち帰った。いくつかの操作を経た後、葉の断面観察と成分 (炭素・窒素濃度) 分析を行った。

結果・考察

調査地付近の 8 月平均気温は 14 °C (駒ヶ岳ロープウェイ HP より) である。したがって測定時の平均的な光条件は、光頻度を

表した 3 つのグラフ (図 1 下) の内、中央のヒストグラムに近いと予想される。このとき、温暖化処理区と対照区の光合成速度に顕著な差は見られなかった。一方、平均気温よりも高温条件では強光の頻度が高くなっているため、強光下でも光合成速度が大きい対照区の植物が有利であることが示された。また、処理区内の初期勾配は対照区の 3 倍あったことから、光を無駄なく利用しているということが分かった。

図1 光 - 光合成曲線と光頻度分布



α : 光利用効率 (初期勾配)、 P_{max} : 光飽和状態での最大光合成速度、 R_d : 暗呼吸速度。ヒストグラムは上から順に、低温・中温・高温の3つの温度帯に対応。

一般的な植物は、純生産量 (Gross) の約半分を呼吸 (R_d) として消費していると考えられている。対照区は一般的な植物と同様の特性があることが示された (表 1)。総生産量 (Net) を Gross で除した生産効率をみると、処理区は対照区の約 1/6 程度と極めて低い効率であることが明らかになった。これは高い呼吸量に起因するものである。温暖化処理に適応したガンコウランは、光を無駄なく利用することができ、対照区と同程度の生産物を生み出すことができるが、高い呼吸量を示すために成長への分配が非常に小さくなる傾向があると示された。

表1 測定日 (2013/08/04) の推定炭素収支

	Net	R_d	Gross
	$\text{m mol mm}^{-2} \text{ day}^{-1}$		
温暖化処理区	0.4	4.6	5.0
対照区	2.4	2.7	5.1