

異なる産地のダケカンバ幼樹の光合成特性に対する窒素負荷の影響

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

[背景および目的]

人為活動由来の過剰な窒素が生態系内に沈着し、多くの植物種の光合成速度や暗呼吸速度を増減させ、炭素収支に多大な影響を及ぼすことが知られている (Krupa, 2003)。特に、窒素負荷の影響が顕著な高山草本植物の光合成や呼吸に及ぼす影響について、多くの研究がなされている (Shen et al., 2019; Jiang et al., 2010)。一方で、窒素負荷が高山木本植物の光合成と呼吸にどのように影響し、個葉スケールの炭素収支がどう変化するかを調べた研究は少なく、知見が不足している。

そこで、本研究では典型的な高山木本植物であるダケカンバを用い、窒素負荷が本種の葉の形質に加えて、光合成速度や暗呼吸速度に及ぼす影響の解明を目的として窒素負荷実験を行った。

[調査地と窒素負荷処理]

筑波大学山岳科学センター八ヶ岳演習林内の圃場で、窒素負荷実験を行った。2020年4月に国内6つの産地 (Fig.1) から集めたダケカンバ幼樹を180個体植栽し、2021年から2つの窒素濃度の施肥処理を行い、高窒素施肥区と窒素施肥区、および対照区を設置した(それぞれの窒素施肥量は、 $10 \text{ gN m}^{-2} \text{ year}^{-1}$ 、 $2 \text{ gN m}^{-2} \text{ year}^{-1}$ 、 $0 \text{ gN m}^{-2} \text{ year}^{-1}$ とした)。尚、高窒素施肥区の窒素施肥量は、土壌表層0-30cmの土壌無機態窒素量の約5倍に相当する量である (Shibata et al., 2007)。

Table.1 産地情報 (太字は光合成速度を測った個体の産地)

産地	地方	標高(m)	年平均気温(°C)	年降水量(mm)
厚岸	北海道	43	5.5	1114
能郷白山	北陸	1503	12.7	3229
釈迦ヶ岳	近畿	1780	13.2	2714
南アルプス	中部	1450	7.6	1956
八甲田山	東北	898	4.7	1624
磐梯山	東北	1076	5.7	1887
八ヶ岳演習林	中部	1350	8.1	1471



Fig.1 産地の位置

[方法]

2022年の7月から8月までに携帯型光合成・蒸散速度測定装置を用いて個葉レベルの光合成速度と暗呼吸速度を、携帯型分光特性測定装置を用いてクロロフィル含有量を計測した。その後、C/Nコーダーを用いて採取した葉の単位葉面積あたりの窒素含有量を計測した。また、光合成速度と暗呼吸速度のデータから Thornley の非直角双曲線 (Thornley, 1976) を用

いて光—光合成曲線を求め、この式から

最大光合成速度 (P_{max}) と初期勾配 (α) を算出した。 P_{max} は個葉の炭素固定能力、 α は光合成の光利用効率の指標とした。さらに、 P_{max} を暗呼吸速度 (R_d) で除して個葉スケールの生産効率 (P_{max}/R_d) を、 P_{max} を単位葉面積あたりの窒素含有量 (N_{area}) で除して光合成の窒素利用効率 (PNUE) を算出した。

[結果]

高窒素施肥区の個体は、対照区個体と比べて個葉の P_{max} が約1.3倍したものの、 R_d も約1.6倍増加しており、 P_{max}/R_d は約0.8倍に減少した (Fig.2a-c)。 N_{area} とクロロフィル含有量は、いずれも約1.1倍増加した。一方、 α と PNUE は、処理区間で有意な差がみられなかった。

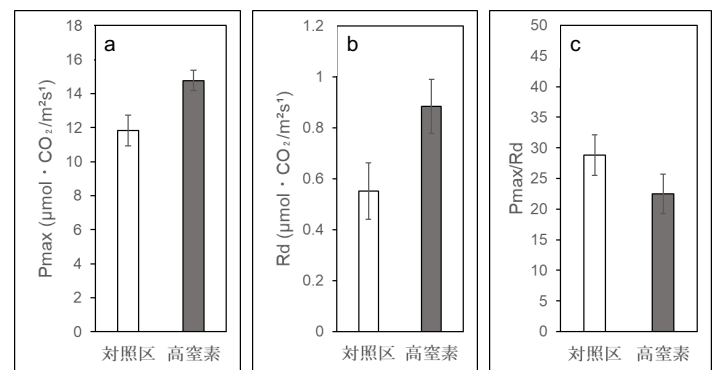


Fig.2 対照区と高窒素施肥区の P_{max} 、 R_d 、 P_{max}/R_d

[考察]

N_{area} と共に P_{max} が上昇したことから (Fig.2a)、吸収された窒素の多くは光化学系タンパク質に運ばれ、光合成速度増加に貢献したことが推測される。また、PNUE や光—光合成曲線の α は大きく変化しなかったことから、葉に吸収された窒素や照射された光子あたりの炭素固定量は、窒素負荷を受けてもあまり変化しないと考えられる。

ただ、一部の個葉では、 P_{max} 以上に R_d の上昇幅が大きく、高窒素施肥区で P_{max}/R_d は低下したことから (Fig.2c)、窒素負荷によって一部の個葉の生産性はむしろ減少していた可能性が考えられる。

一般に、窒素は植物の成長や光合成を促進することが知られているが、本研究の結果から、過剰な窒素負荷は個葉スケールでの生産性の低下を招くことが示唆された。

[引用文献]

- Shibata H., et al. (2007). *J. Jpn. For. Soc.* 89(5), 314-320.
- Jiang C., et al. (2010). *Atmospheric Environ.* 44(24), 2920-2926.
- Shen H., et al. (2019). *Environ. Pollut.* 251, 731-737.
- Krupa S.V. (2003). *Environ. Pollut.* 124, (2), 179-221.
- Thornley J.H.M. (1976). *Academic Press.* 86-110.