

摩周湖外輪山におけるオゾンがカンバ類2種稚樹に与える影響

—オープントップチャンバー法による評価—

北海道大学農学部 龍田 慎平

日本学術振興会特別研究員(北海道大学大学院農学研究院) 渡辺 誠

北海道大学大学院農学研究院 伊森 允一・斎藤 秀之・小池 孝良

弟子屈町役場企画財政課 久保島 康行・江口 将之

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 渡邊 陽子

はじめに

北海道東部の弟子屈町にある摩周湖は、世界屈指の透明度を誇るカルデラ湖であり、多くの観光客が訪れる重要な観光資源である。その摩周湖を彩る外輪山にはダケカンバを中心とした樹木が生育し、豊かな自然活況をもたらしている。

しかし近年、それらの樹木の衰退現象が深刻化しており、風景に枯れた樹木が含まれて観光資源としての価値が損なわれることが危惧される。これらの衰退現象の原因は特定されておらず、原因究明が急がれている。そのような中で、北海道環境科学研究センターの研究グループによる調査によって、摩周湖外輪山において、大気汚染物質である大気オゾンが春季を中心に比較的高濃度となることが報告されている(4)。

地表面付近の大気中のオゾンは、樹木に悪影響を与える大気汚染物質である。オゾンによってクロロフィル濃度の低下(3)、純光合成速度の低下や、個体乾重量の低下、中でも顕著な根の成長抑制(2)が引き起こされると言われている。これらの影響を通して、オゾンが森林衰退の原因となる可能性が指摘されている(1)。

大気オゾンが植物へ与える影響を調べる手法としてオープントップチャンバー(以下 OTC)法がある。OTCとは天井部のないチャンバーであり、一方にはオゾン除去フィルターでオゾンを浄化した空気を導入し、他方には外気をそのまま導入する。その中で植物を育成し、生育状況を比較することで現地のオゾンの影響を調査できる。この手法により、現地での環境条件(温・湿度や日射等)で、現地のオゾンの影響を調査できる。本研究では、摩周湖の大気オゾンがカンバ類に与える影響を OTC 法により調査し、外輪山における樹木衰退へのオゾンの関与について考察した。

材料と方法

植物材料としてダケカンバ (*Betula ermanii*) およびシラカンバ (*Betula platyphylla* var. *japonica*) の二年生苗を赤玉土を詰めたポットに移植して用いた。各苗木は2009年6月11日から8月31日の82日間にわたって OTC 内で育成した。

OTC は摩周湖第一展望台(標高約 540 m)に設置した。外気に活性炭フィルターによるオゾン除去処理を施した空気を導入した浄化区と外気をそのまま導入した非浄化区を設定し、各区3チャンバー設置した。1チャンバー内の各樹種の個体数は5個体であった。

毎月1回、樹高と幹直径の計測を行った。また、葉緑素計(SPAD-502, コニカミノルタ, 大阪)でクロロフィル濃度を測定した。実験終了時には光合成蒸散測定装置(LI-6400, Li-Cor, Nebraska, USA)を用いて葉のガス交換速度の測定(CO₂: 1700ppm, 光: 1500 μ mol m⁻² s⁻¹)、及び器官別乾重量の測定を行った。およそ月毎に各チャンバーの平均オゾン濃度をパッシブサンプラーで測定した。実験終了時の個体乾重量から相対成長率を算出した。なお、初期重量には苗木植え付け時に選んだ10個体の平均個体乾重量を用いた。

統計解析はチャンバー毎の平均値に基づいた *t* 検定を行い、*p* < 0.05 で有意差ありとした。器官量配分については回帰直線の傾き・切片の比較を(SMATR (<http://www.bio.mq.edu.au/ecology/smatr/>))で行った。

結果

ダケカンバの相対成長率は処理区間で有意差は見られなかったが、シラカンバでは非浄化区において有意に大きくなった(図-1)。クロロフィル濃度は両樹種ともに非浄化区において有意に低下した。また、光・CO₂飽和時の純光合成速度が、ダケカンバでは非浄化区において有意に低下した。一方で、シラカンバでは処理区間に有意差は認められなかった(図-1)。

ダケカンバでは非浄化区において、葉乾重量-個体乾重量の対数回帰直線の傾きが有意に大きくなり(図-2)、葉の乾物配分率が大きくなった。さらに非浄化区において、根乾重量-個体乾重量の対数回帰直線の切片が有意に小さくなり(図-2)、根の乾物配分率が小さくなった。シラカンバではそのような現象は見られなかった。

Shinpei TATSUDA (Department of Agriculture, Hokkaido, Univ., Sapporo 060-8589), Makoto WATANABE (JSPS Research fellowship, Research Faculty of Agriculture, Hokkaido Univ., Sapporo 060-8589), Masakazu IMORI, Hideyuki SAITO, Takayoshi KOIKE (Research Faculty of Agriculture, Hokkaido Univ., Sapporo 060-8589), Yasuyuki KUBOSHIMA, Masayuki Eguchi (Department of Planning and Finance, Teshikaga Town Office), Yoko WATANABE (FSC, Hokkaido, Univ., Sapporo 060-8589)

Effects of ambient ozone in somma of lake Mashu on seedlings of 2 *Betura species* evaluating by Open-top Chamber method.

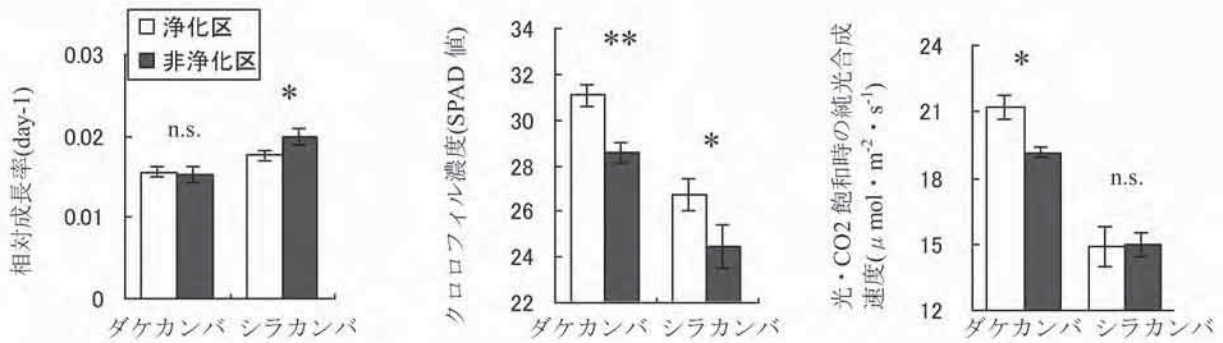


図-1 OTC 実験の相対成長率・クロロフィル濃度・純光合成速度の結果
 $p < 0.05$: *, $p < 0.01$: **, n.s. : 有意差無し, エラーバー : 標準偏差

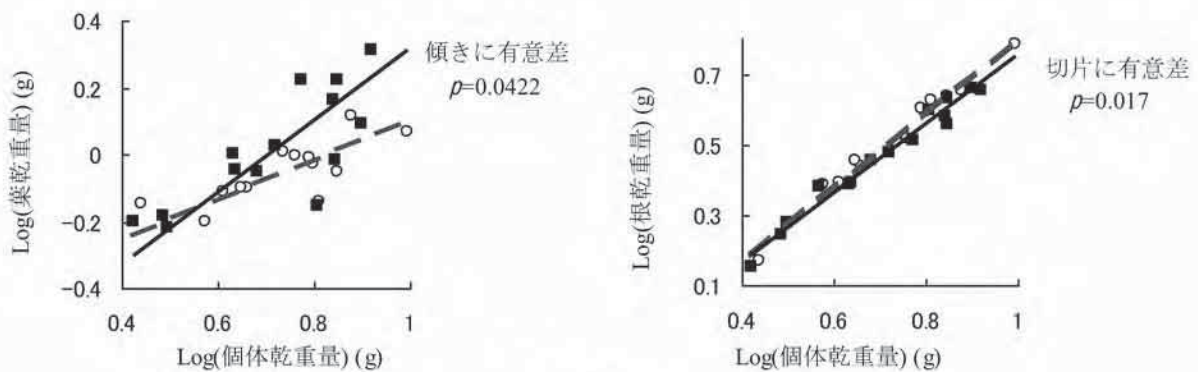


図-2 ダケカンバの葉の乾物配分率, 根の乾物配分率
 ○浄化区, ■非浄化区, 破線-浄化区, 実線-非浄化区

考察

シラカンバでは、浄化区に比べて非浄化区において、すなわち現地オゾンの影響によって、クロロフィル濃度の低下が見られた。しかし、相対成長率が上昇したことから、今回の実験のオゾン濃度では負の影響を受けなかったと考えられる。

ダケカンバでは、現地オゾンの影響でクロロフィル濃度の低下と純光合成速度の低下が見られたことから、光合成活性が低下したといえる。また、オゾンによって、葉の乾物配分率の上昇と根の乾物配分率の低下が起こった。葉は光合成器官であり、水分や養分要求量が大きい。逆に、根は水分・養分の吸収器官である。したがって、オゾン暴露されたダケカンバ苗では、葉の増加に伴う水分や養分要求量の増加と、根の減少に伴うそれらの供給量の低下が同時に起こり、水分や養分の欠乏が起こりやすくなったと考えられる。

衰退が問題となっている摩周湖のダケカンバは外輪山に成立したものであるために、土壌が浅く、もともと水分や養分の欠乏症が起こりやすい環境にある可能性がある。そこに本研究で見られたオゾンによる乾物分配の変化が起こった場合、水分や養分の欠乏症が深刻となり、樹体の枯死に至る可能性は十分に考えられる。以上より、摩周湖外輪山におけるオゾンは、ダケカンバの衰退現象に間接的に関与していると考えられた。

謝辞

本研究は、日本学術振興会の特別研究員奨励費(代表: 渡辺誠)、基盤研究 B(代表: 小池孝良)、新学術領域研究計画研究 (代表: 小池孝良)および新学術領域研究公募研究(代表: 渡邊陽子)の一部支援を得た。また現地調査地の設定にあたり、北海道環境科学研究センターの野口泉氏、山口高志氏に御助力いただいた。記して感謝する。

引用文献

- (1) 伊豆田猛(編著) (2006) 植物と環境ストレス, コロナ社, 文京区, 232pp.
- (2) 伊豆田猛・松村秀幸・河野吉久・清水英幸 (2001) 樹木に対するオゾンの影響に関する実験的研究, 大気環境学会誌, 36: 60-77
- (3) 武田麻由子・相原敬次 (2007) 丹沢山地の大気中オゾンがブナ(Fagus crenata)苗に及ぼす影響, 大気環境学会誌, 42: 107-117
- (4) 山口高志・秋山雅行・酒井茂克, 野口泉 (2009) 今後の北海道における長距離輸送大気汚染物質の観測研究. 「エアロゾル・オゾン等による植物影響に関するシンポジウム」-増加する越境大気汚染から森林を守る-要旨集, 36-37