

異なる土壤に植栽された落葉広葉樹三種の光合成に及ぼすオゾンの影響

環境資源学専攻 森林資源学講座 造林学 蟹江 紗耶子

1. はじめに

偏西風の風上に位置するアジア諸国からの越境大気汚染により、日本国内の対流圏オゾン濃度は上昇の一途をたどっている。オゾン(O₃)は強力な酸化作用を持ち、樹木では葉の可視害や生理機能の低下が引き起こされるが、種間差も報告されている。日本の冷温帯林の代表的樹種のブナ(*Fagus crenata*)、シラカンバ(*Betula platyphylla* var. *japonica*)、ミズナラ(*Quercus mongolica* var. *crispula*)は、経済的、環境保全的に重要な役割を担うが、近年、樹冠の枯れ下がり現象や成長が阻害される報告がなされている。なお、高濃度 O₃ (60~100 ppb) に対する感受性は上記の順番に低下する。

土壤の養分条件は、樹木の O₃ 感受性に大きな影響を及ぼす。未成熟火山灰壤(VA)は、アルミニウムや鉄分を、蛇紋岩土壤(SP)は、マグネシウム、カルシウム、ニッケル(Ni)やクロムを多く含み、両者とも必須要素を欠く。異なる土壤での O₃ 付加の影響を精査した研究はいまだ少ない。

2. 方法

北海道大学北方生物圏フィールド科学センター札幌研究林に設置された、開放系オゾン付加施設を利用した。褐色森林土壤に加え、VA、SP を客土した。上述三樹種の植栽年(2014年)から2017年までの4年間の成長期において、O₃区では、日中、70 ppb に設定した。対照区は大気条件の 25~30 ppb であった。個葉の性質(Leaf Mass per Area、窒素・炭素濃度、クロロフィル含量)は2015年と2017年に測定し、光合成能力は2015年の成長開始期(6-7月)と最盛期(8-9月)に測定した。

3. 結果と考察

植栽翌年である2015年に測定した光合成能力において、A₃₈₀(CO₂濃度が380 ppmの時の純光合成速度)はブナ<ミズナラ<シラカンバの順であった。Gs₃₈₀(気孔コンダクタンス)はシラカンバで他樹種に比べて有意に低下した。また、O₃による負の影響が A₃₈₀、Gs₃₈₀ で認められた。A₃₈₀ はミズナラ<ブナ<シラカンバの順であった。特殊土壤での光合成能力の変化は見られなかったが、葉内の元素分析(Shi, C.ら2017)と Amax(光・CO₂飽和光合成速度)は一定の有意な回帰を示した。特に Amax と Ni は対照区で正の相関を示した。2015年にクロロフィル含量は対照区で8-9月に増加したが、O₃による影響は両測定時期において認められなかった。2017年には、シラカンバは O₃により、ブナは VA によってクロロフィル含量が増加した。

Gs₃₈₀ の O₃ による低下は、葉の気孔の調節機能によって侵入する O₃ を減少させる回避反応であり、Gs₃₈₀ の低下に伴い A₃₈₀ もまた抑制された。樹種間での光合成能力の違いは見出されたが、Yamaguchi et al. (2011)にある樹種間でのオゾン感受性の違いは明瞭ではなかった。対照区において確認された Amax と Ni の正の相関は、Ni は過剰量には達せず微量必須元素として作用したと考えられる。2017年に確認された O₃ によるシラカンバのクロロフィル含量の増加は、長期暴露によって誘導されたサイトカイニン系ホルモンの影響か、ホルメシス現象であると考えられる。一方、ブナのクロロフィル含量が VA 区において増加したが、周囲の植物体、特にシラカンバの被陰によって、耐陰性の高いブナの集光作用が有効に機能したと考えられる。葉が若いうちは O₃ を回避する能力があり、水溶性の養分の吸収に影響を与えることを示唆した。