

樹木による二酸化炭素の削減と樹木の立ち枯れのメカニズム

Carbon dioxide reduction by trees and mechanism of withering of trees

大森 禎子^{1*}, 吉池雄藏¹, 岡村 忍²

Teiko Omori^{1*}, Yuzo Yoshiike¹, Shinobu Okamura²

¹元東邦大学理学部, ²東邦大学理学部

¹Faculty Sci., Toho-Univ.(Former), ²Faculty Sci., Toho-Univ

1. はじめに

二酸化炭素削減は、樹木を増やし間伐材や廃材を現地で炭にすると、炭は自然界では燃焼しない限りCO²にならないので、最も他のエネルギーを必要としない確実な方法である。しかし、樹木は樹種を問わずに各国で大量に立ち枯れが起こり¹⁾、日本ではマツに次いでナラが枯れ、原因は虫とされている²⁾。化石燃料の燃焼で生成する二酸化炭素は気象変動を起こし、CO₂の生成量に比例して硫黄酸化物も生成する。硫黄酸化物から生成した硫酸は風で移動し、樹木に付着し100%近くその場に止り、濃縮と蓄積で濃度が高くなる。硫酸は枝葉に傷害を残して雨や大量の霧で根元の土壌に落とされる。硫酸は土壌の金属成分を金属硫酸塩にし、水に溶解して樹木に吸収され、樹木中のリン酸と化合して金属リン酸塩を生成してリン酸を不活性化する。樹木にとって必須成分のリン酸が不活性化することは、樹種を問わず重大な傷害になる。樹木の生長は化学反応であり、傷害が如何に微量でもそれに相当する量の成長が止まり衰退する。衰退は樹木の生長量を示す年輪幅で示され、その減少は20-30年も前から起り、病虫害に対する抵抗力を失い立ち枯れる。

2. 測定方法

土壌試料は樹木の根元から50cmはなれ、表層、深さ10、20、30cmで採取し、室温で乾燥後、石を除いて粉碎し、孔径2mmのふるいを全部通過させた。針葉樹の樹皮は地上より1mの所で風上と風下で採取し、一層になるまで剥離して乾燥した。試料10gに水25gの割合で加え、60分間後にろ過した。pHはpHメーターで、イオンはIon Chromatography(IC)で、その他の成分はPlasma Spectrometer(ICP-AES)で定量した。海外の試料は1昼夜乾燥後、同様に操作しpHのみ測定し、他の成分は溶液を持ち帰り定量した。樹木の成分は、乾燥灰化後、硝酸で溶解しICP-AESで定量した。

3. 結果と考察

大気汚染の状況は、降雨量0~1mmの雨水を定量した結果³⁾、硫酸イオン(SO₄²⁻)濃度が最も高く、硝酸イオン(NO₃⁻)濃度はSO₄²⁻濃度に比例して含まれる。硝酸イオンは化石燃料が燃焼するとき生成する窒素酸化物から由来する。二酸化硫黄(SO₂)は強い還元力を持ち、硝酸から酸素を奪い硫酸(H₂SO₄)になる。硫酸は風送塩化ナトリウム(NaCl)と土壌や大気中に存在する二酸化マンガン(MnO₂)の混合物に加わると塩化物イオン(Cl⁻)は二酸化マンガンの力を借りて毒性の強い塩素(Cl₂)になる。二酸化マンガンは潮解性の硫酸マンガン(MnSO₄) (溶解度136g/100g水16度)になり、大気や樹木の細胞から水を奪って破壊し、その水に溶解し、流出拡散して定量されない。残った硫酸は雨で土壌に加わり、土壌を酸性化して土壌成分を金属硫酸塩に変える。その中の硫酸第一鉄(FeSO₄)は水に溶解して樹木に吸収され、木質層のリン酸(PO₄³⁻)と化合してリン酸第一鉄(Fe₃(PO₄)₂)になる。リン酸第一鉄は大気中の酸素によりリン酸第二鉄(FePO₄)に変化する

とき暗青色になる⁴⁾。次に、リン酸第二鉄は大気中の酸素と水を吸収して加水分解し、酸化第二鉄 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) になり黄褐色になる。この変化はと Fe^{2+} と PO_4^{3-} の固有の反応で、金属イオンが樹木の中のリン酸を奪って化合する証である。根元から先端近くまで暗青色に変色して枯れたアカマツ材は、群馬県太田市や岐阜県可児市で大量に見られた。三価の鉄イオン (Fe^{3+}) もアルミニウムイオン (Al^{3+}) もリン酸と化合し、溶解度 ($10^{-9-10}\text{g}/100\text{g水}$) が非常に低く、リン酸を不活性化して樹種を問わずに樹木を衰退させる。

4. まとめ

二酸化炭素と同様に、硫黄酸化物の排出規制を世界中で実施しない限り、虫を除いても樹木の立ち枯れは止まらない。樹木の間伐材や立ち枯れ材や廃材は、炭にすると樹木が生長に必要で吸収したカリウムやカルシウムやマグネシウムなどが炭酸塩として炭の中に残る。炭酸塩は雨が掛かるとアルカリ溶液になり酸性土壌を中和し、残ったアルカリ金属は再び栄養源となり、最も副作用のない中和剤になる。炭は吸湿剤となり土壌細菌の住み家となり土壌の活性化に役立つ。樹木は乾燥してたき火をし、水を掛ければ炭になる。炭素1kgは CO_2 3.7kg相当量を固定することができる。

引用文献

- 1)国際連合食料農業機関編、樹木と森林の衰退-世界の概観-1996、国際食料農業協会発行。
- 2)峠田 宏、水利科学、2001、45、pp.34-70。
- 3)大森禎子、吉池雄藏、岡村 忍、工業用水、1994、No.430、pp.9-20。
- 4)千谷利三、無機化学、1967、pp.1199、産業図書。