

大気汚染の硫酸と樹木の立ち枯れの関係—木炭による立ち枯れ防止 Sulfuric acid of air pollutant and the relation of withering of trees-Prevention from withering by charcoal

大森 禎子^{1*}, 吉池雄藏², 岡村 忍³, 岩崎真理⁴

OMORI, Teiko^{1*}, Yuzo Yoshiike², Shinobu Okamura³, Masato Iwasaki⁴

¹ 元東邦大学理学部, ² 元東邦大学理学部, ³ 東邦大学理学部, ⁴ 足利工業大学付属高等学校

¹Department of Science Toho University (former), ²Department of Science Toho University (former), ³Department of Science Toho University, ⁴A Comprehensive School affiliated with Ashikaga Institute of Technology

はじめに

大気汚染の硫酸は、風で運ばれ樹木に付着し、雨や霧に溶解したものは付着した場所で水分のみ蒸発してその場に残り、濃縮と蓄積を繰り返して濃度が高くなる。硫酸は雨で樹木の根元に落ちて土壌を酸性化し、アルミニウムや鉄等を溶解性金属塩にする。水に溶解した金属イオンは、樹木に吸収されて木質層のリン酸と化合してリン酸が不活性化する。ナラのようにタンニンを含む樹木は、吸収した鉄とタンニンが化合してタンニン酸鉄になる。衰退したマツは松脂の浸出量が減少し、ナラのタンニン酸鉄は無毒になる。それらの木を主食とし住居とする虫は、最適の環境となり大発生する。シリカを大量に含むタケ類は、土壌の酸性化でシリカがケイ酸になり、吸収できなくなるため衰退して枯れる。立ち枯れは、酸性土壌を木炭で中和することによって救われる。

方法

土は、樹木の根元から 50cm はなれ、表層、深さ 10、20cm で採取。樹皮は風上と風下で採取。室内で乾燥後、土は、石以外、孔径 2mm のフルイを全部通過させた。炭は 800 ± 5 の電気炉で焼成。炭は粉碎し、2mm のふるいを通過し、1mm のふるいに残ったものを 110² 時間乾燥後使用。方法は試料 10g に水 25g の割合で加え、60 分間後にろ紙でろ過した。pH は pH メタ - で、イオンはイオンクロマトグラフィーで、その他の成分は高周波誘導結合プラズマ発光分析法 (ICP-AES) で定量した。

結果

大気中の成分を溶解した雨水は、硫酸イオン濃度が最も高く、次に硝酸イオン濃度である。雨は付着した場所で水分のみ蒸発して、酸は 100% 近くその場に残留する。硫酸は同じ濃度の塩酸、硝酸より土壌の金属成分の溶出量が最も多い。水に溶解した硫酸第一鉄は樹木に吸収され、樹木のリン酸を奪ってリン酸第一鉄になり、次に酸素で酸化されてリン酸第二鉄になる時、暗青色になる。時間がたつと加水分解して黄褐色の酸化第二鉄になる。この反応は二価の鉄とリン酸の固有の反応で、土壌が酸性化すると、金属が溶解して吸収されてリン酸が奪われることを証明している。暗青色は枯れた赤松材で根元から先端近くまで均一に色が付き、化合したリン酸鉄はその場に留まる事を示している。リン酸アルミニウムは無色であるが、化合物の溶解度は $\text{AlPO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{FePO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ で、 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ と比較すると結合力が非常に強い事を示し、樹木成分からリン酸を奪うことは明らかである。樹木の必須成分であるリン酸が不溶性の化合物となり移動できないことは、リン酸の欠乏症と同じ現象であり、樹種を問わず衰退して病虫害に対する抵抗力を失う。衰退したマツは松脂の浸出量が減少する。

ナラ等に含まれるタンニンはタンパク質と化合すると水に不溶性の化合物となり渋味となる。しかし、鉄と化合したタンニン酸鉄は渋味がなくなる(昔、お歯黒として歯を黒く染める方法はタンニンの粉末と酢に溶かした鉄である)。タンニン酸鉄は虫に対しては無害になる。マツやナラの木を主食とし住み家とする虫は、幼虫から成虫になるまで最適な環境になり大発生して、樹木の立ち枯れの原因になる。

マダケ、モウソウタケの炭は、シリカを約 20% 含む、ヤタケの発芽 3 ヶ月後重さは発芽 1 ヶ月後の重さの約 10 倍に成長する(乾燥重量)。タケは急速な成長のため、栄養源として土壌で最も多く存在するシリカを選んだ。しかし、シリカは土壌が酸性化すると不溶性のケイ酸になり、タケは吸収できなくなる。マツやナラが土壌の酸性化で枯れた地域のタケやササの立ち枯れも土壌の酸性化によると考えられる。

樹木の立ち枯れの原因は、土壌の酸性化によるため、土壌を木炭で中和することで救われる。樹木が成長に必要で吸収した Na, K, Mg, Ca 等は、樹木を炭化すると、水分は蒸発し、可燃ガスは燃焼してアルカリ元素は炭酸塩として炭の中に残る。土と炭の溶出成分の測定は、試料と水の割合を同じにして濃度を比較すると、炭の溶出成分の濃度は、土の溶出成分よりもはるかに高く、中和剤になり、残った元素は理想的な割合で含まれる栄養源になり、立ち枯れの防止剤になる。アルカリ塩の濃度を当量濃度で示し (eq/dm^3)、800 で焼いた炭の中のアルカリ塩に相当する水酸化物イオンの全てが、水素イオンと化合した場合は、pH4 の土 1kg を pH7 にするために、マダケ:0.3g、籾殻:1.7g、スギ:1.7g、クヌギ:3.0g、マツ:3.3g の炭で中和できる。

引用文献

1) 大森禎子・岩崎真理 (2010) 大気汚染による樹木の立ち枯れのメカニズム - 炭による立ち枯れ予防と CO2 削減 - 木質炭化 7.(1)3 - 11.

Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



U04-22

会場:303

時間:5月25日 14:15-14:30

2) 大森禎子 (2010) 硫黄酸化物と樹木の立ち枯れの関係、河川文化、河川文化を語る会講演集 (その 30)p.85-163、日本河川協会発行。

キーワード: 大気汚染, マツ枯れ, ナラ枯れ, 酸性土壌, タンニン酸鉄, リン酸鉄

Keywords: Air pollution., withers of pine, withere of Japanese oak., Acid soil., tannic acid iron., Phosphoric acid iron