Tourmaline as smart materials

スマートマテリアルズとしてのトルマリン

Kazuhiro SHIGENOBU, Takanobu MATSUMURA, Ayumu YAZAWA and Yoshitake NISHI

Dept. of Materials Science, Tokai Univ., 1117 Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa 259-1292, Japan

TEL: +81-463-58-1211 (EXT. 4206) FAX: +81-58-463-1812 E-mail: am026429@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

(Received 14, November 1998 Accepted 8, August 1999)

White radish sprout was used for the sample to study the effect of tourmaline on growth of plants. The samples with tourmaline-treated distilled water grew even more than that with ordinary distilled water. Furthermore, we discussed that the various tourmaline effects are induced if the tourmaline breaks up water cluster apart.

Key Words: tourmaline, white radish sprout, water cluster

I. INTRODUCTION

トルマリンは硼素を含む珪酸塩鉱物である。誕生石としても知られるトルマリンは、1880年に J. Curie と P. Curie によって圧電・焦電性を示すことが見出されている。¹

近年、トルマリンが及ぼす様々な効果に関して多くの報告がなされている。トルマリンは水の pH を制御する効果を始め、コーヒーの味を保つ効果、魚の鮮度を保つ効果を示し、²⁻⁴ スマートマテリアルとして注目を浴びている。しかしながら、これらの効果に関する考察は不十分である。

そこで、我々は水の性質に及ぼすトルマリンの効果に再度着目した。トルマリン表面の自己分極作用によって水のクラスターサイズが減少し、トルマリンが水分子を活性化させているとすれば、植物の成長を促進させる効果も期待できる。

本実験では、カイワレ大根を試料として用い、トルマリンが及ぼす植物への影響について検討し、さらにトルマリンの様々な効果に関する考察を行った。

II. EXPERIMENTAL PROCEDURE

トルマリン粉末の組成分析は EDX 分析装置を用いて行った。トルマリンの効果は、栽培に用いる水进行处理するかどうかで確認した。トルマリン処理に用いたトルマリンペレットはブラジル産トルマリン粉末 0.5 g を 147 MPa、30 s で圧粉成形後、1172 K、2 h で焼成した。

試料であるカイワレ大根をスチロール製の日光を遮断できる箱の中で 291 K、7 日栽培した。このとき、あらかじめトルマリンペレット10枚を 1 h 浸けておいた蒸留水、栽培する間トルマリンペレット10枚を浸けておいた蒸留水および未処理の蒸留水の3種類を栽培用の水として用いた。栽培終了後、カイワレ大根の茎の部分を試料の長さとし、ノギスを用いて試料の長さを測定した。

III. RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 にトルマリン粉末の EDX 分析結果を示し、Fig. 1 にカイワレ大根の長さの分布を示した。トルマリン粉末の EDX 分析結果は処理の前後で誤差の範囲で変化は見られなかった。未処理の蒸留水を用いた試料は発芽後、成長が不十分であり、ほとんどの試料が発

芽のみであった。これに対しトルマリン処理した蒸留水を用いた試料は発芽のみの試料数が未処理のものより少なくなっていることがわかった。さらに、試料の平均長さからもトルマリンの効果があった。普通の蒸留水を用いて栽培した試料の平均長さは 22.4 mm であるのに対し、1 h 処理した蒸留水および処理し続けた蒸留水で栽培した試料の平均長さはそれぞれ 27.5 mm、53.9 mm であった。

本研究以前に、我々は、トルマリンが示す様々な効果について検討を行っている。トルマリンが水の pH に及ぼす効果をはじめ、ホットコーヒーのマイルドな風味を長時間保つ効果や魚の鮮度を長期間保つ効果を見出している。²⁴ これらの研究結果を考慮すると、トルマリンが及ぼす様々な効果は、トルマリンによる水のクラスターサイズの変化から引き起こされると推測できる。

トルマリンは自己分極作用を起こしており、常温でもわずかに分極している。⁵ さらに、通常、水はいくつかの水分子が集まってクラスターを形成し、電気的に中性になっている。トルマリン表面に接触した水クラスターは、トルマリンの分極によって水クラスターの水分子の双極子の方向を強制的に揃えられる。そのためクラスター内の水分子の分子間力が弱くなり水クラスターは分裂してクラスターサイズが小さくなると推測される。Figure 2 では水のクラスターサイズが減少する現象を模式的に示した。

クラスターサイズが減少すると電離に関与する水分子の個数が増大する。わずかに酸性を示す水などの場合、水素イオン濃度が水酸化イオン濃度を上回っている。このとき電離に関与する水分子が増大すると水素イオンと水酸化イオンの個数が等量増加する。結果的に水素イオン濃度が水酸化イオン濃度の差は小さくなり、等しくなる。結果的に、酸性の水は中性を示すようになると考えられる。

本実験のように日光を遮断し肥料も与えない環境で植物を栽培した場合、水の吸収量のみが植物成長の要因となると言える。つまり、カイワレ大根の成長に及ぼすトルマリンの効果に関しても、トルマリンによって縮小されたクラスターサイズが大きく関与していると考えられる。トルマリンによって水のクラスターサイズが小さくなれば、カイワレ大根が水を吸収しやすくなる。そのため茎の長さに歴然とした差が生じたと考えられる。さらに、ホットコーヒーの苦みや酸味を

構成する主成分であるカフェインとクロロゲン酸はそれらの平衡状態が水のpH変化により崩されて濃度減少に至ることが十分推定できる。³ また、鮮度保持効果は鮮度評価の対象となるアデノシン三リン酸 (ATP) 関連化合物の分解反応が pH 変化により律速される。⁴ これらの現象はクラスターサイズの減少からもたらされる効果である。Figure 3 にトルマリンが示すそれぞれの効果の関連性を示す。

TABLE 1. Metal atom fraction of tourmaline sample.

Metal	Metal atom fraction
Si	0.657
Fe	0.113
Na	0.110
Mg	0.107
K	0.006
Mn	0.003
Ti	0.003
Ca	0.001

FIG. 1. Histogram of length of white radish.

FIG. 2. Schematic diagram of breaking-up water cluster.

FIG. 3. Relation between the effects of tourmaline.

REFERENCES
 1 H. Fujishima, Piezo Ceramics, Syokabo, Japan, 1993.
 2 Y. Nishi, A. Yazawa and K. Oguri, J. Intel. Mate. Sys. and Strac., 1996, p. 260-263.
 3 T. Matsumura, K. Shigenobu, H. Ishii, K. Oguri, T. Kitahara, J. Takano and Y. Nishi, Proc. 4th ICIM, 1998, p. 30-31.
 4 K. Shigenobu, K. Suganuma, H. Ishii and Y. Nishi, Proc. 4th ICIM, 1998, p29-30.
 5. T. Kubo, Solid State Physics (Kotaibutsuri), 1989, p. 1055-1060.

Presented at '98 SAS Intelligent Symposium