

# 土壌中のイオン移動に関する研究

## Study of ion transport in soil

㈱北日本ソイル総合研究所 ○小口智久、大越弘美、植松えり子、馬場理、常松哲

### 1. 緒言

土壌中のイオン移動について知見を得ることは汚染された土壌の改良・調査等に有益な情報を与える。これまで我々は酸性硫酸塩土壌に関する分析や調査を行ってきており、その中でも酸性硫酸塩土壌中のイオン移動について興味深い知見を得たので報告する。

酸性硫酸塩土壌が家屋やテニスコート等の地盤に施工された場合、地盤表面に硫酸塩結晶が析出し地表を隆起させる場合がある<sup>1)2)</sup>。このような現場の特徴は①土壌が家屋等の下にあるため地盤表面から雨水の浸透がしにくい②土壌中の水分も蒸発しにくいといった点である。地表を隆起させる硫酸塩の析出は地盤表面からの水蒸発に伴い、硫酸イオン等が地盤表面に集積していくためと推測できるが、詳細な報告はなされていない。そこで我々は水の蒸発速度及びイオン移動に着目した室内試験を行い、現場現象の再現を試みた。

### 2. 実験方法

図1に示す内径10cm、高さ20cmの透明アクリル円筒内にA現場(道内)から採取した地山(砂質土)及び酸性硫酸塩土壌(表1)を詰め実験を行った。地山はできるだけ含水率を高め(26%)、蒸発する水の供給源となるようにした。一方、酸性硫酸塩土壌の含水率は11%とした。含水率調整に使用した水量は1試料当たり合計140mlである。円筒上部は水蒸気が液滴を作らないように穴を開けたサランラップで封をした。試料は5、20、40℃の恒温室(自然通気)に入れることで水分の蒸発速度を変化させた。蒸発速度は1~14日おきに試料重量を測定し、その減量から計算し求めた。実験期間は試料中の水分が140ml蒸発するまで行うこととした。実験終了時には表面上に析出した結晶の最大成長高さ及び重量測定、また測定点1~4のEC、硫酸イオン含量を測定した。結晶の重量測定は土壌を含まぬよう表面上に析出した結晶をピンセットで採取し、風乾重量を測定した。測定点1~4のECは土壌風乾後、土壌に対し蒸留水を重量比5倍の割合で混合し、振とうした後にECメータ(堀場社製D-24)で測定した。硫酸イオン含量はEC測定用の溶液を濾過したものをを用い、硫酸バリウム比濁法で測定し含有量を求めた。

表1 酸性硫酸塩土壌の特性

項目	測定値等	硫酸土壌判定の値 <sup>3)</sup>
土質性状	19mm以下の 砕石+シルト	—
pH (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	2.3	3.5以下
成分 [%]	SiO <sub>2</sub>	90.1
	SO <sub>3</sub>	0.43
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.2

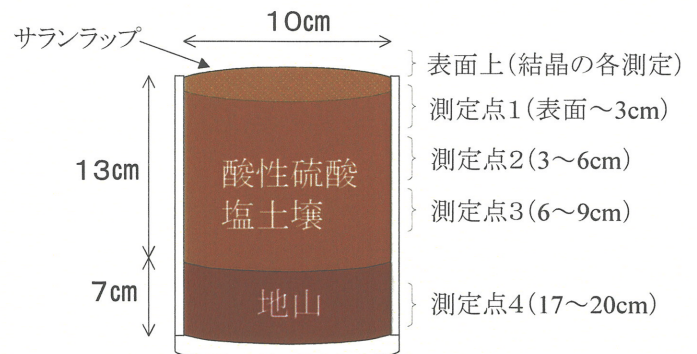


図1 実験で使用した試料の概要

### 3. 実験結果

実験終了時にはいずれの恒温条件でも土壌表面上に現場で見られた硫酸塩が析出し、コブ状に成長していた。

表2に各恒温条件における測定結果を示す。実験期間は試料の水分が140ml減った日数を表し、温度の低い5℃が最も長い、20℃と40℃ではほとんど変わらない結果となっている。また土壌表面上に析出した硫酸塩の最大成長高さ及び析出重量は恒温条件の温度が低いほ

ど大きくなっている。析出速度については 40℃より 20℃の条件が大きい値となった。

本実験では水分が 140ml 蒸発した状態を終点としているため、土壌中の硫酸イオンが全て土壌表面上に運ばれる前に実験が終了していると考えられる。つまり、土壌中に残存している硫酸イオン含量が多いほど土壌表面上に析出した硫酸塩重量が小さくなるはずである。恒温条件が高い、つまり蒸発速度が大きい場合はイオン移動よりも水の蒸発が優先されたため、土壌中に分布（残存）する硫酸イオン含量は大きくなり、硫酸塩析出量が低下したと考えられる。また 40℃の条件では実験開始時には蒸発速度や析出速度が大きかったと考えられるが、土壌表層の急激な乾燥が生じることで、土壌表層自体が障壁となり硫酸イオンの上方移動や水分蒸発がしにくくなっていったものと考えられる。

表2 各恒温条件の測定結果

恒温条件	実験期間	硫酸塩最大成長高さ	硫酸塩重量	硫酸塩析出速度
5℃	148日	28mm	31.8g	0.21g/日
20℃	50日	22mm	26.4g	0.53g/日
40℃	55日	13mm	12.9g	0.23g/日

図2に実験開始からの経過日数に対する蒸発速度の挙動を示す。40℃の条件では実験開始時には 0.065[g/cm<sup>2</sup>・day]と5、20℃の条件よりも大きな蒸発速度であったが、実験開始後から急激に減少していき 20℃の条件よりも小さな蒸発速度となっていく。その結果、20℃の条件よりも5日多い実験期間となった。

図3に実験終了時における各測定点の電気伝導度（EC）、硫酸イオン含量の挙動を示す。点線は実験開始時の測定値を示す。EC、硫酸イオン含量ともにいずれの恒温条件でも土壌表面に近くなるにつれ EC、硫酸イオン含量が高くなり、土壌中のイオン成分が上方移動していることがわかる。また、測定点1、2では恒温条件の温度が高いほど、つまり蒸発速度が高いほど EC、硫酸イオン含量が高い値を示す。よって、蒸発速度が高いほど、土壌中に残存する硫酸イオン含量が多くなり、土壌表面上の硫酸塩析出量は小さくなっていくことがわかった。一方、蒸発速度が遅い5℃の条件では土壌中の硫酸イオンが最も多量に土壌表面上へ運ばれたことになる。

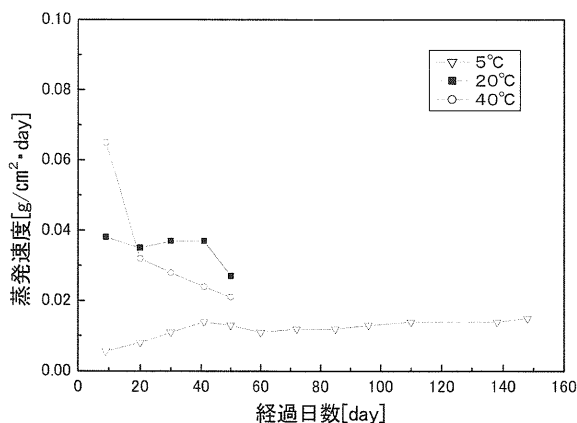


図2 各恒温条件における蒸発速度の挙動

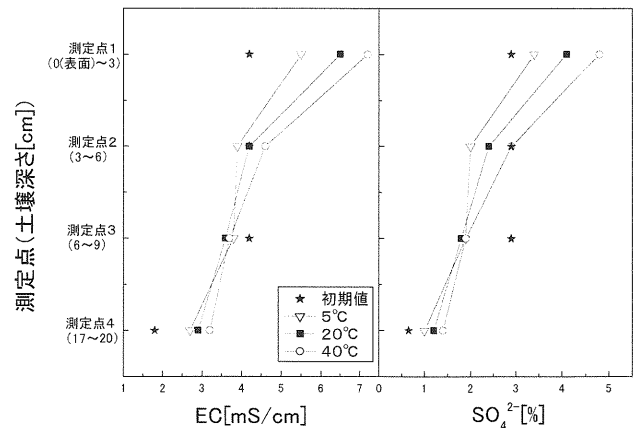


図3 各測定点におけるEC,硫酸イオン含量の挙動

#### 4. 結言

本研究では現場で生じた硫酸塩析出挙動を室内試験で再現できた。その結果、水の蒸発速度が大きいと上方移動するイオン量が多くなるため硫酸塩析出速度は大きくなるが、蒸発速度が大きすぎると表層の急激な乾燥によって、逆に析出速度は小さくなることがわかった。

#### 【参考文献】

- 1) 大山、千木ら：応用地質、39,261(1998)
- 2) A.Shayan,G.W.Quick：Durability of Building Materials,5,53(1987)
- 3) 「土壌及び作物栄養の診断基準」北海道立中央農業試験場 北海道農政部農業改良課 (1992)