

## 凍結と吸引による汚染砂中の水分・溶質移動

500134 野口淳平（土壌圏循環学教育研究分野）

**はじめに** 近年、農地や市街地の土壌や地下水の汚染が問題になっている。**VOC** 汚染土壌や複合汚染土壌の浄化対策として行われている主な原位置処理法の一つに土壌吸引法がある。土壌吸引法には、高濃度の汚染処理に高い浄化効率を示すものの、汚染濃度が低下するにつれ浄化効率が低くなるという問題がある。ところで、土壌を凍結すると土壌中の溶質や汚染物質が移動・集積する。そこで本研究では、凍結処理した土壌を吸引した時の土中の水分・溶質移動を調べ、土壌吸引法の浄化効率を改善することを目的とした。

**試料と方法** アンモニア水と硝酸ナトリウムをモル比 **1:1** で混合し、アンモニア-硝酸ナトリウム水溶液 (**0.03mol/L**) を作った。この水溶液を豊浦砂に混ぜ試料とした（含水比 **0.17g/g**）。試料を内径 **76mm**、全長 **470mm** の試料カラムに詰めた（間隙率 **40%**）。試料カラムを冷凍機に入れ、異なる冷却速度 (**10.9**、**5.6**、**3.3**°C/hr) で凍結した。試料の平均温度が **-1°C** に達した後、試料カラム片端に **-10.7kPa** で圧力をかけ、**60** 分間吸引排水した。吸引開始から **10** 分間隔で吸引排水を集め、排水量と排水の **Na<sup>+</sup>** と **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** 濃度を測定した。

**結果** 図 1 に、吸引排水の **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** 濃度 (mol/L) の時間変化を示す。未凍結試料の排水の **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** 濃度は、吸引初期には **0.011mol/L** だったが、吸引を続けると **0.006mol/L** 程度に低下した。試料を凍結すると、排水の **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** 濃度は未凍結の時に比べ約 **2.5** 倍になった。また、吸引を続けても排水の **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** 濃度の低下はあまり見られなかった。凍結速度が遅いほど排水の **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** 濃度は高くなり、速いほど吸引初期の排水の **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** 濃度変化が小さくなった。

**考察** 吸引初期に排水の **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** 濃度が高くなったのは、揮発により試料間隙に充満したアンモニアが吸引開始とともに排出されたためと考えられる。ところで、土粒子表面には、**0°C** 以下に冷やされても凍結しない水（不凍水）が存在する。今回の凍結条件では試料間隙中に氷と不凍水が共存する。試料間隙中の氷は溶質を不凍水へ吐き出しながら成長する。このため、凍結処理した試料からの排水の **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** 濃度が高くなったと考えられる。また、試料温度の低下によるアンモニアの揮発の抑制も排水の **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** 濃度の変化に影響を与えているだろう。これら溶質の吐き出しや揮発抑制の効果は冷却速度の変化や凍結度合いにより異なると考えられる。

**おわりに** アンモニア汚染砂を凍結処理すると、溶質の吐き出し効果や揮発の抑制により吸引排水の **NH<sub>4</sub><sup>+</sup>** 濃度が高くなること示された。また、現場では凍土のバリアによる汚染物の拡散抑制も期待できるだろう。凍結法をうまく利用すれば、土壌吸引法の浄化効率を改善できると考えられる。

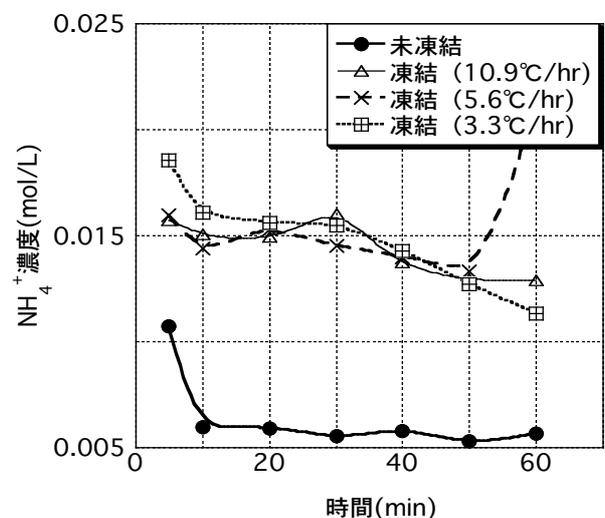


図1 排水中のNH<sub>4</sub><sup>+</sup>濃度の時間変化