

雨水の化学的性質が土壌コロイド粒子の流出に与える影響

広島大学工学部 学生員○本下 晶晴

広島大学工学部 正 員 山口 登志子

広島大学工学部 正 員 福島 武彦

1. 本研究の背景及び目的

深刻な環境問題の一つとして、貴重な水資源の一つである地下水の汚染が挙げられる。その地下水汚染の対策において、汚染物質の移動経路を把握することは非常に重要である。降雨時における土壌浸透水を通じた汚染物質の移動も汚染物質の移動経路の一つであり、特に、土壌コロイド粒子に付着した汚染物質の移動が近年になり注目されるようになった。そこで、本研究では汚染物質の輸送の担い手となるコロイド粒子が雨水の化学的性質の違いにより、降雨時における流出挙動などがどのように変化するかについて検討を行なう。

2. 方法

本研究では、内径約 20cm、深さは約 27cm のステンレス製のカラムを用いて実験を行った。実験条件としては、降雨強度は 10mm/hr、土層厚は 20cm、くり返し降雨の時間間隔は 24hr、室温は $26.0 \pm 0.3^\circ\text{C}$ の条件のもとで、供給水として 0.085mM の NaCl aq と 0.015mM の CaCl_2 aq の混合溶液、0.1mM の CaCl_2 aq、0.1mM の CaSO_4 aq の 3 種類を用いて実験を行った。NaCl と CaCl_2 の混合溶液は雨水中の Na^+ と Ca^{2+} の濃度に近いものであり、これに対して CaCl_2 aq は陽イオンの濃度は等しくイオンの種類が違い、 CaSO_4 aq は CaCl_2 aq に対して陽イオン濃度は等しく陰イオンの種類が異なる。

各実験では同一条件のカラムを 2 本使い、供給水の供給開始後、カラム下端からの流出開始から 4 時間流出水を採取した。流出水採取の時間間隔は、流出開始から 15 分おき（最後の 3 時間後以降は 1 時間後）とした。供給水の供給は、一定の時間間隔（24hr）で 3 回行った。カラムには東広島市原地区で採取したロームを充填し、間隙率の平均値は $47.2 \pm 2.4\%$ であった。

流出水の分析は、濁度、TOC、粒径分布であり、濁度については流出水を孔径が $1\mu\text{m}$ のガラス繊維ろ紙でろ過して濁度計で測定した。ここで、粒径だけでコロイド粒子を定義することはできないが、本研究においては粒子径が $1\mu\text{m}$ 以下の粒子をコロイド粒子と呼ぶことにする。

3. 結果と考察

○各イオンの種類の影響 本研究では、供給水の供給を 1 カラムに対して 3 回行ったが、1 回目の降雨による土壌コロイドの流出は 2 回目以降に比べて異常に多く、流出傾向が異なる。これは本研究で用いた試料が攪乱試料であるためと思われるため、ここでは 2 回目以降の降雨について検討を行う。

Fig.1 に供給水として NaCl+ CaCl_2 の混合溶液、 CaCl_2 aq を用いた場合、Fig.2 に供給水として CaCl_2 aq、 CaSO_4 aq を用いた場合の流出水中のコロイドの濁度の時間変化を表すグラフを示す。Fig.3 には、各条件における流出水中のコロイド粒子の流出量に対するコロイドに吸着した有機物量の平均値を表すグラフを示す。

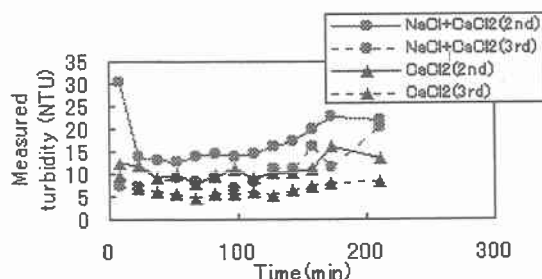


Fig.1 Comparison of measured turbidity of colloids in the effluents.

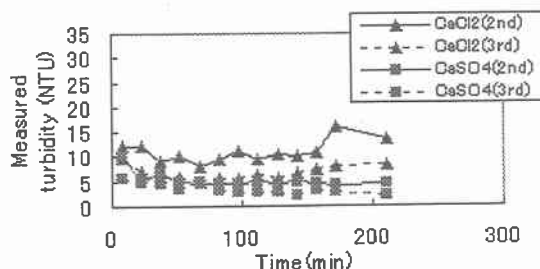


Fig.2 Comparison of measured turbidity of colloids in the effluents.

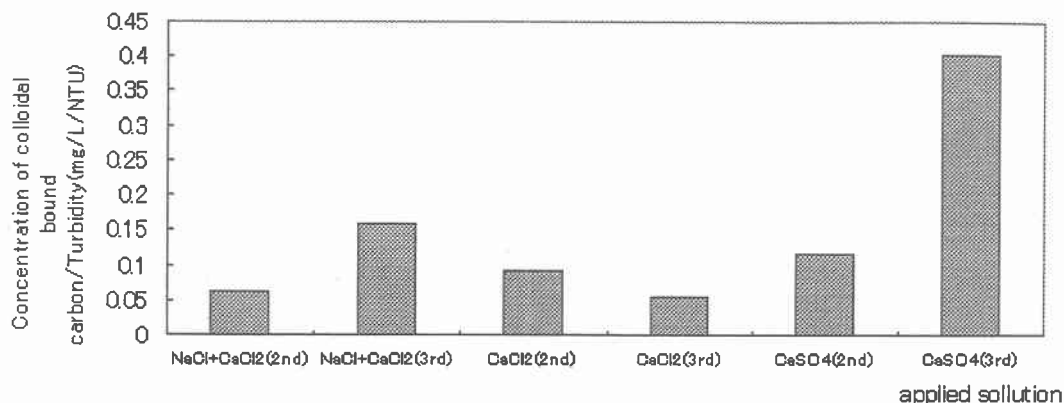


Fig.3 Ratio of colloidal bound organic carbon to the amount of colloids(measured as turbidity).

Fig.1 より, 2 回目, 3 回目の降雨共に $\text{NaCl}+\text{CaCl}_2$ の混合溶液を用いた方がコロイドの流出量が多いことが分かる。これは, 通常負に帯電している土粒子を結び付ける力は, 陽イオンの価数が大きいほうが強いいため, コロイド粒子が凝集しやすいためではないかと考えられる。また, 土壌の吸着水中の電気二重層の層厚は陽イオンの価数に依存しており, 価数が大きいほど電気二重層が小さくなり, 粒子間の結合が強くなるためではないかと思われる。さらに, Fig.3 より, 3 回目の降雨においては $\text{NaCl}+\text{CaCl}_2\text{aq}$ を用いた方がコロイドに吸着した有機物量は多いにも関わらず, Fig.1 から分かるようにコロイドの流出量も多い。したがって, 有機物による粒子間の結合よりも電気二重層の層厚の方がコロイドの流出に対する影響が大きいことが推測される。

Fig.2 より, CaCl_2aq より CaSO_4aq を供給水として用いた場合の方がコロイドの流出量が少なく, Fig.3 より CaSO_4aq を供給水として用いた場合の方がコロイドの流出量に対するコロイドに吸着した有機物量が多いことがわかる。 CaCl_2aq に比べて CaSO_4aq はイオン強度が約 3 倍であるため, イオン強度が大きいとコロイドの流出量が増加し, コロイドに吸着した有機物もコロイドの流出に影響を与える可能性があると思われる。

○流出水中の粒径分布への影響 流出水中の粒径分布については, 各供給水すべてにおいて特に時間的な傾向はみられず, 各条件において流出水中の粒子径はほぼ $0.3\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ であり, その中でもコロイド粒子が約 95%を占めていた。Fig.5 に各条件における流出水中の粒径分布を表すグラフを示す。

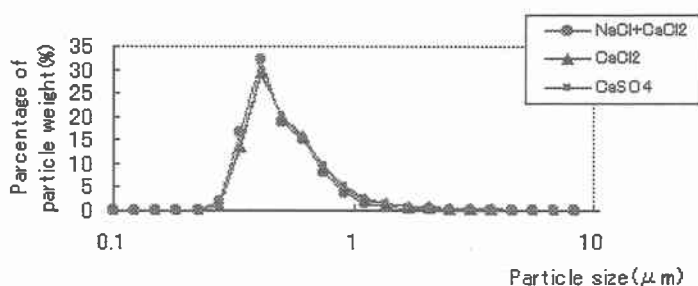


Fig.4 Particle size distribution in the effluents.

4. 結論 以上のことから,

- ①陽イオンの濃度が同じであれば, コロイド粒子の流出量は陽イオンの価数が小さい方が多い。
- ②コロイドの流出量は, イオン強度が大きいと増加し, また有機物と関連がある可能性も考えられる。
- ③流出水中の粒径分布はほぼ $0.3\sim 10\mu\text{m}$ の範囲にあり, コロイド粒子で約 95%を占めていた。

という結論が得られた。今後も, 供給水の化学的性質のみならず, 物理的な条件, コロイドに吸着した有機物による影響などコロイドの流出に与える要因について, さらに詳しく調べていく必要があると思われる。