

広島大学大学院 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

貴重な水資源である地下水の汚染は緊急に対処すべき深刻な問題である。地下水汚染機構の中で、降雨浸透水による汚染物質の移動は重要な汚染経路の一つであるが、近年、コロイド粒子に付着した形での汚染物質の輸送が注目されるようになった。そこで本研究では、汚染物質の移動の担い手であるコロイド粒子が降雨時にどのように流出するかを明らかにするため、土壌カラムを用いて、降雨強度、土層厚、供給水の種類、くり返し降雨の時間間隔、macroporeの有無などの条件について調べた。

2. 方法

本研究では、内径約 5cm、深さは約 20cm と 40cm の 2 通りで、ローム土を充填したアクリル製のカラムを用いて実験を行った。実験条件は、降雨強度は 120mm/hr と 45mm/hr、供給水はイオン交換水と 0.01M の CaCl_2 溶液、macropore はカラム 1 本当たり 1 本または 0 本、くり返し降雨の時間間隔は 24 時間と 48 時間、土層厚は 20cm と 40cm の各 2 種類ずつの条件を組み合わせ計 32 通りの実験を行った。

各実験では同一条件のカラムを 2 本用い、供給水の供給開始から時間を計測し、カラム下端から流出水が流出し始めた時間から 3 時間流出水を採取し、採水終了後に供給を終了した。流出水採取の時間間隔は、流出開始から 15 分おきとした。また、供給水の供給は 3 回行った。

流出水の濁度、pH、粒度分布を測定した。流出したそのままの状態の濁度と $1\mu\text{m}$ のガラス繊維ろ紙でろ過したコロイド成分の濁度を濁度計で測定した。pH、粒度分布の測定は、濁度が最大となった時刻、採水終了直前、及びそれらの時間的中間点の 3 点において行った。

3. 結果と考察

○供給水の種類の影響 本研究で供給水として用いたイオン交換水と 0.01M の CaCl_2 溶液との間には大きな違いが見られた。Fig.1 には供給水としてイオン交換水、Fig.2 には CaCl_2 溶液を用いた場合についてのコロイド粒子の濁度の時間変化を表わすグラフの一例を示す。

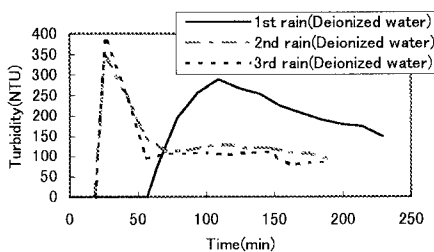


Fig.1 Measured turbidity of colloidal particles (<1 μm) in the effluents. [Deionized water]

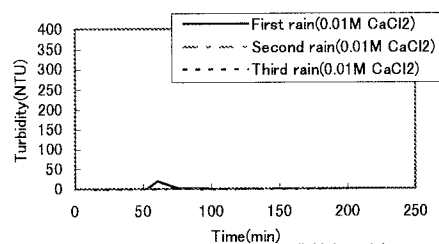


Fig.2 Measured turbidity of colloidal particles (<1 μm) in the effluents. [0.01M CaCl_2 solution]

Fig.1, Fig.2 から分かるように、コロイド粒子は、供給水として CaCl_2 溶液を用いた場合はイオン交換水を用いた場合に比べてほとんど流出しないことが分かる。これは、各実験条件に関わらず、また、流出水中のコロイド粒子以外の粒子についても言える。以上より、 CaCl_2 溶液のように濃度が高い溶液を供給すると土壌表面の吸着水中の濃度勾配が小さくなり、コロイドの離脱が少なくなるため、コロイド粒子の流出量が減少するものと思われる。

○降雨強度の影響 降雨強度が異なると流出量も異なるため、そのままの濁度による比較では適切でない。そこで、流出量は供給水量に比例すると考え、120mm/hr の場合の濁度を 120/45

キーワード：コロイド、降雨強度、土層厚

〒739-8527 東広島市鏡山 1 丁目 4-1 広島大学工学部

倍にして補正を行い、補正した濁度により降雨強度の影響について検討する．Fig.3 に土層厚が 20cm, その他の条件が同じで降雨強度が 120mm/hr と 45mm/hr の場合のコロイド粒子の補正した濁度の時間変化を表わすグラフを, Fig.4 には土層厚が 40cm の場合の同じグラフを示す．

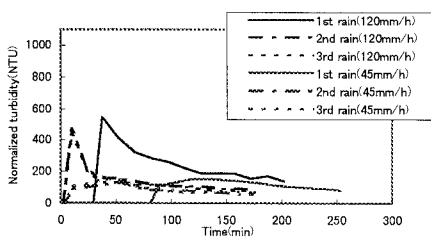


Fig.3 Normalized turbidity of colloidal particles (<1 μ m) in the effluents. (soil depth:20cm)

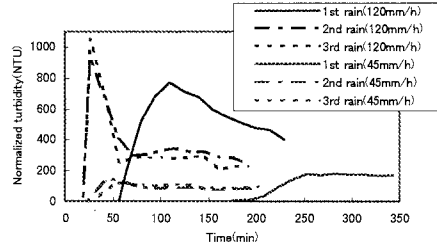


Fig.4 Normalized turbidity of colloidal particles (<1 μ m) in the effluents. (soil depth:40cm)

Fig.3 によると、コロイド粒子の流出量は降雨強度が 120mm/hr の場合は、45mm/hr の場合に比べピーク時は多く、定常状態ではほぼ同じとなるため、流出量は 120mm/hr の場合が多い．Fig.4 から、土層厚が 40cm となるとその差がかなり大きくなることが分かる．このことより、降雨強度が高いとコロイドの流出量も増加することが予測される．

○土層厚の影響 コロイドの流出量は、降雨強度が 120mm/hr の場合は土層厚が 20cm の場合に比べ 40cm の場合は約 2 倍程度であるが、降雨強度が 45mm/hr の場合は土層厚の違いによる影響はほとんど見られなかった．このことから、降雨強度が 45mm/hr の場合は過作用が、120mm/hr の場合は物理的剥離力が卓越するものと予想される．

○macropore, くり返し降雨の時間間隔の影響 macropore の有無によるコロイド粒子の流出への影響は各実験条件によらず、明確には見られなかった．また、くり返し降雨の時間間隔(24 時間, 48 時間)は短いほうがピーク時の濁度は高く、流出量は増加するものと考えられる．

○各実験条件による流出水の pH と粒度分布への影響 流出水の pH の時間的変化の各実験条件の違いによる明確な傾向は見られず、濁度と pH の相関も見られなかった．流出水中の土壌粒子の粒度分布の時間的変化、及び実験条件の違いによる明確な傾向も見られなかった．

○流出水中のコロイド粒子と残りの粒子の濁度の比較 Fig.5 に粒径が 1 μ m 以上の粒子の濁度の時間変化, Fig.6 にコロイド粒子の同じグラフの一例を示す．

Fig.5,6 より、2 回目以降の降雨については、1 μ m 以上の粒子は常にほぼ一定であり、コロイド粒子はピークが現れた後にほぼ一定となっていることが分かる．1 回目の降雨については特異であるが、これは今回は攪乱試料を使用したためであると思われる．

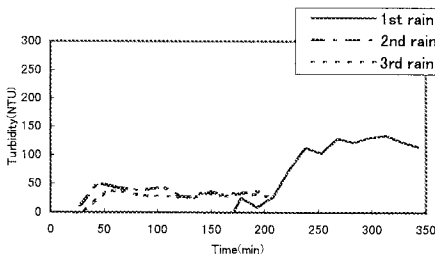


Fig.5 Measured turbidity of larger particles (>1 μ m) in the effluents. (45mm/hr, 20cm)

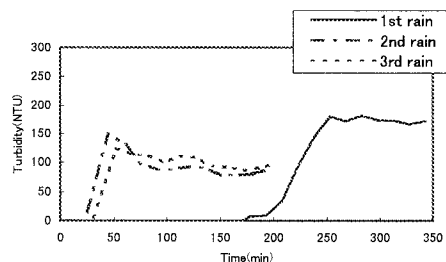


Fig.6 Measured turbidity of smaller particles (<1 μ m) in the effluents. (45mm/hr, 20cm)

4. 結論

コロイド粒子の流出量は、供給水の濃度が高いと減少し、降雨強度に比例して増加し、降雨強度が小さいと土層厚に無関係に一定となるものと推測される．コロイド粒子の流出量は降雨ごとにピークが現れた後に一定量となるが、粒径 1 μ m 以上の粒子については常にほぼ一定であった．macropore の有無の影響はあまり見られなかったが、今後も検討が必要である．