

土壌内におけるコロイド粒子及び溶存有機物の移動特性

広島大学大学院	学生会員	○高山拓己
広島大学大学院	学生会員	本下晶晴
広島大学工学部	正会員	小松登志子

1. 目的

近年の研究において土壌中のコロイド粒子や溶存有機物が汚染物質を吸着することにより、汚染物質の土壌内移動を促進するのではないかとということが注目されつつある。そこで本研究では土壌内における汚染物質の輸送機構を解明するため、汚染物質のキャリアーとなり得るコロイド粒子および溶存有機物の土壌内における移動特性について、土壌カラム実験により検討を行った。

2. 実験方法

直径 20cm のカラムに土層厚が 20cm となるよう攪乱状態の土壌を充填したものを 4 本用意した。このうち 2 本には有機性コロイドと溶存有機物としてフミン酸を加えた人工雨を供給し(以下このカラムをフミン 1,2 と呼ぶ)、残る 2 本にブランクとしてフミン酸を加えていない人工雨を供給した(以下このカラムを人工雨 1,2 と呼ぶ)。

表 1 実験条件

それぞれのカラムの流出水中における有機性コロイド粒子、溶存有機物濃度を測定し、その経時変化について検討を行った。降雨強度は 10mm/hr とし、フミン酸溶液濃度、

降雨条件	フミン酸濃度(mg/L)	降雨時間(hr)	降雨間隔(hr)	降雨回数(回)	全供給水量(L)
1	0	6	42	7	13
2	10	6	42	9	17
3	100	6	42	5	9
4	200	24	休止なし	(7日間)	53
5	200	6	42	4	7

降雨継続時間、降雨間隔、降雨回数については表 1 に示す。また土壌カラムにおける有機性コロイド、溶存有機物の全供給量、全流出量を調べ、その物質収支を推定する。

3. 結果と考察

3.1. 人工雨（ブランク溶液）供給時の有機性コロイド、溶存有機物の流出挙動

4つのカラムにフミン酸を加えない人工雨(ブランク溶液)のみを供給し、その流出挙動を調べた。有機性コロイド、溶存有機物は 1~3 回目の降雨の間流出濃度が安定せず最大時にはそれぞれ 3.5mgC/L、40.0mgC/L もの高濃度を示した。その後降雨回数と共に流出濃度は減少し、5 回目以降はそれぞれ約 0.1~0.5mgC/L、1.0~1.3mgC/L で安定した。

3.2. フミン酸 200mg/L を供給（連続供給）した場合の有機性コロイド、溶存有機物の流出挙動

フミン酸溶液 10mg/L、100mg/L を含む人工雨を供給した場合の有機性コロイド、溶存有機物の流出挙動は、ブランク溶液のみを供給した場合とほとんど変わらない結果であった。そこでここでは土壌にフミン酸 200mg/L を連続的に 7 日間供給した時の有機性コロイド、溶存有機物の流出挙動の変化について考察する。有機性コロイドの場合は連続降雨開始から 70 時間後、溶存有機物の場合には 100 時間後に流出濃度が上昇し始め、最終的に流出濃度は有機性コロイド、溶存有機物それぞれ約 4.0mgC/L、5.9mgC/L を示した。ここでフミン酸溶液 200mgC/L に含まれる有機性コロイド濃度、溶存有機物濃度はそれぞれ約 3.0~4.0mgC/L、48~52mgC/L で、有機性コロイドは供給した濃度に近い流出濃度となり、溶存有機物は供給濃度に比べてかなり低い濃度であった。

3.3. フミン酸溶液 200mg/L を断続的に供給した場合の有機性コロイド、溶存有機物の流出挙動

フミン酸溶液の連続供給後、フミン溶液(200mg/L)を断続的に供給し、流出挙動について調べた(図 1)。

有機性コロイドの流出は、降雨 1 回目からすぐに上昇し、最大時には供給濃度(200mg/L)の 1.5 倍の濃度が流出するものの、その後降雨回数と共に減少するのがわかる。これは一時的に高濃度の有機性コロイドが供給されたため、土壌中の間隙が目詰まりを起こしたためと思われる。一方溶存有機物については多少の変動はあるものの流出濃度は 3.2~6.7mg C/L(供給濃度 48~52mg C/L の 7~13%)で安定している。

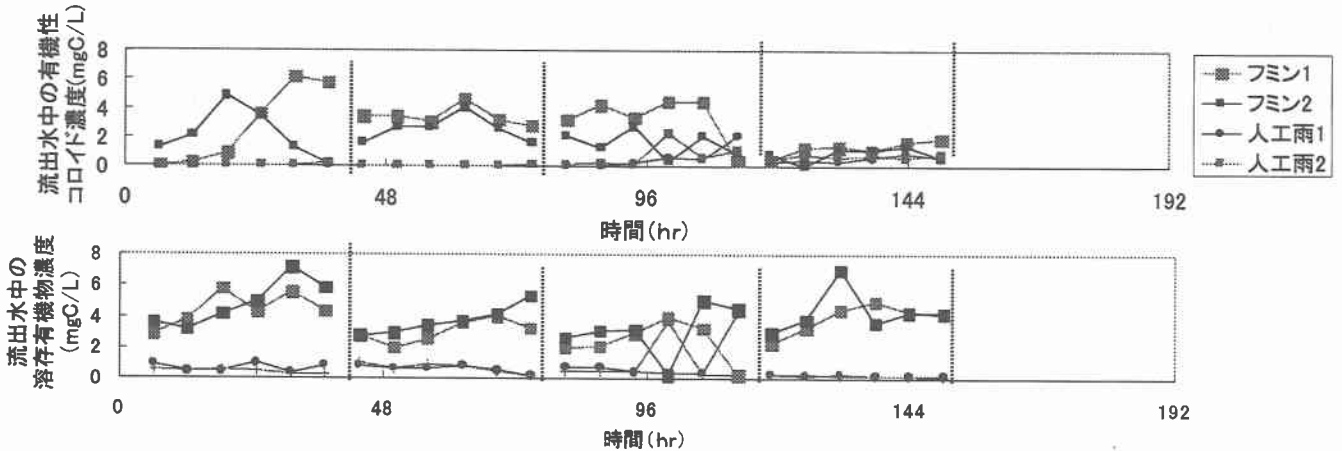


図1 フミン酸溶液 200mg/L を断続的に供給した場合の有機性コロイド、溶存有機物の流出挙動

4. 土壌内における有機物の物質収支

それぞれの土壌カラムについて有機性コロイド、溶存有機物の物質収支を算出した。

本実験の降雨による有機性コロイド、溶存有機物の全供給量は約 0.91g、12.3g であり全流出量はそれぞれ約 0.22g、0.58g、一方ブランク溶液を供給したカラムにおける全流出量はそれぞれ約 0.05g、0.28g となる。フミン酸溶液を供給した場合の全流出量からブランク溶液を供給したカラムにおける全流出量を差し引いたフミン酸溶液供給による流出量は 0.15g、0.30g となる。また降雨による全供給量からフミン酸溶液供給による流出量を引いた土壌への吸着量はそれぞれ 0.74g、11.9g とする。ここから有機性コロイド、溶存有機物の流出割合(供給量に対する流出量の割合)はそれぞれ約 18%、4.8% となり有機性コロイドは溶存有機物に比べ、土壌に吸着しにくいことが分かる。

5. Batch 吸着試験について

Batch 試験によってフミン酸溶液中の有機性コロイド、溶存有機物のマサ土に対する吸着量を調べることで、土壌の持つフミン酸の吸着容量について検討した。実験的に求めたフミン酸溶液の平衡濃度と単位重量あたりの土壌の吸着量との相関を線形式で比べると、有機性コロイドと溶存有機物の吸着曲線はそれぞれ $S=5.9C$ 、 $S=7.6C$ となり(S: 土壌単位重量あたりの吸着量($\mu\text{g/g}$), C: 攪拌後のフミン酸溶液平衡濃度 mg/L)、有機性コロイドは溶存有機物に比べ、土壌に吸着しにくいことが確認できた。

6. 結論

ブランク実験(人工雨)において、溶存有機物は有機性コロイドの約 6 倍の量が流出している。このことから溶存有機物の汚染物質輸送に関する寄与は有機性コロイドに比べて大きいことが分かる。

一方フミン酸における物質収支から算出された有機性コロイド、溶存有機物の流出割合はそれぞれ約 18%、4.8% となり、有機性コロイドの方が溶存有機物よりも土壌に吸着しにくく、移動性が高いことが分かる。また Batch 試験の結果から有機性コロイドは溶存有機物に比べて土壌に吸着しにくいことが確認できた。

したがって、汚染物質輸送促進について考えるうえで有機性コロイド、溶存有機物両方の挙動を把握することが重要である。