

イモゴライト膜の撥水性に対するフミン酸の影響

Effect of humic acid on the water repellency of imogolite membrane

○熊谷光洋* 渡邊志貴* 足立泰久*

KUMAGAI Mitsuhiko, WATANABE Yukitaka, ADACHI Yasuhisa

1. はじめに

選択流などの土壤中の不飽和な流れに関してこれまで多くの研究がなされてきた。土壤中の水の流れにはその保水力が密接に関係している。その機構の説明には接触角や表面張力などコロイド界面化学の概念が用いられる。しかし、自然の土壤は間隙の形状が不規則であり、またその表面が著しい不均一性を有するため、接触角や表面張力を直接測定した事例はない。

イモゴライトは日本に広く分布する火山灰土壌に多く含まれる粘土鉱物である。イモゴライトは長さ数 μm 、内径 1nm 、外径 2nm の中空繊維状で、その構造により荷電特性に関しても特有の性質を持ち、火山灰土壌の性質を特徴づけていると考えられる。また、土壤環境下では膜を形成して存在している。そこで、イモゴライト膜を人工的に作製することに成功すれば、それをを用いて接触角を評価することで火山灰土壌の接触角と表面張力の関係を物理化学的な概念から解明できることが期待される。さらに、一般の粘土鉱物はアルカリ性領域において分散状態であるのに対し、イモゴライトは凝集状態である。このことから、イモゴライト膜はアルカリ性の汚水を処理する濾過膜への適用も期待することができる。

そこで本研究において第一に、イモゴライト膜の作製を、そして第二に、粘土鉱物由来である平坦な膜の機能の評価として、接触角を有機物の添加量の関数として定量的に測定することを目的とした。

2. 接触角

保水力機構の説明に用いられる接触角 θ は一般的に Fig.1 のような力学的平衡から Young の式によって以下のように表現される。

$$\gamma_{gs} = \gamma_{lg} \cos\theta + \gamma_{sl} \quad (1)$$

ここで、 γ_{gs} 、 γ_{lg} 、 γ_{sl} はそれぞれ気-固、液-気、固-液界面における表面張力 (N/m) である。

また、高田ら^[1](2007)により、液体の塩濃度の増加に伴い液-気界面における表面張力が直線的に増加することが定量的に明らかにされている。

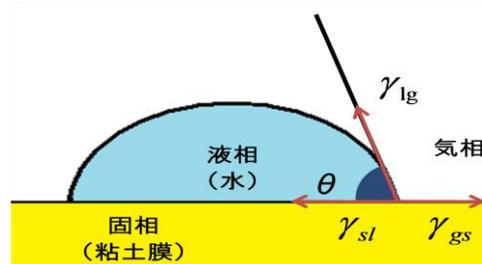


Fig1. Definition of contact angle

3. 実験方法

非アロフェン質である岩手県北上より採取した土を使用した。天然の土の懸濁液からイモゴライトを

取り出し、過酸化水素で有機物を酸化処理した。その後試料を pH4-5 の分散状態にさせ、遠心沈降法により Stokes 径 $0.5 \mu\text{m}$ 以下のコロイド画分を取り出した。さらに 2M NaCl 水溶液で交換可能なカチオンを Na^+ に置換し、外側の溶液が 1 mS/cm 以下になるまで蒸留水で透析した。実験に用いたイモゴライト懸濁液の濃度は 0.02 g/l 、pH は 4.8 に調整した。

各濃度に調節したフミン酸を pH の変化に注意しながらイモゴライト懸濁液に混ぜ、1 日以上振とうし、吸着反応させた。

各溶液を濾過膜でフィルトレーションすることで、膜を作製した。表面が平坦であることは走査型電子顕微鏡(SEM)写真により確認した。

作製したイモゴライト膜に蒸留水および 2M NaCl 水溶液を $20 \mu\text{l}$ 滴下し、水滴の接触角を CCD カメラで撮影した画像から直接測定した。

4. 結果と考察

実験により得られた結果 (Fig.2) から、添加したフミン酸の濃度の増加に伴い、接触角が増加し、添加量が 300ppm 付近を超えると接触角は一定の値を取り続けることが確認された。これはイモゴライトに対するフミン酸の吸着量が飽和状態に達したためだと考えられる。

さらに、2M NaCl 水溶液を滴下した場合、蒸留水を滴下した場合に比べ、接触角は大きくなることが確認された。

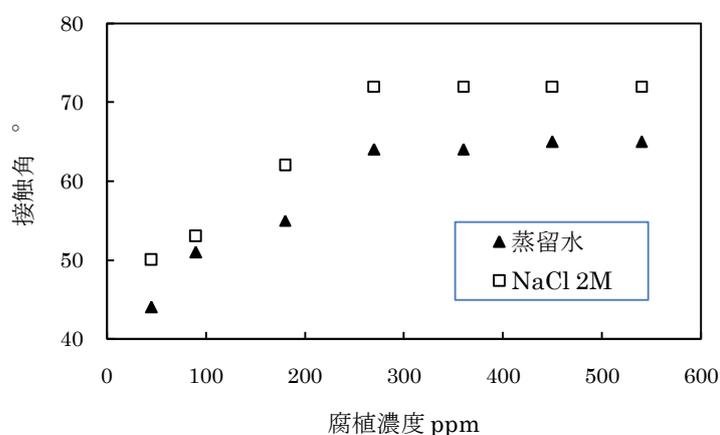


Fig2. Contact angle plotted against the concentration of humic acid for different solutions.

参考文献

[1] 高田陽一, 児玉直人, 田頭裕章, 兵野篤, 大野広行, 2007, 第 46 回日本油化学会年会 講演要旨集 p109