

土壌流亡に伴う濁水の凝集剤による効果

田熊勝利*

Effects of Coagulant Added to Muddy Water Accompanied by Soil Loss

Katsutoshi TAKUMA*

In most cases, soil loss devastates the surface of agricultural land, and leads to a big drop in the agricultural output. Besides, such loss is regarded as the main source of sediment transported by flowing water to a river or a reservoir. In a few cases, the muddy water accompanied by soil loss seems to cause various kinds of environmental pollution towards the mouth of a river. The pollution is due to the nutrients and chemicals stuck to soil particles which have been transported by surface runoff from that land on the basin. This paper describes a thorough investigation into the effect of coagulation by the addition of various kinds of coagulants to still water charged with red soil such as Kunigami maji soil. Adequate results are obtained if proper amounts of coagulants are added as follows: 20me/100 g HCl; and 0.003me/100 g hydroxy-Al. Besides, the effects of coagulation by the addition of various kinds of coagulants are investigated. The best results are obtained by using 10me/100 g FeCl₃ in the case of still water. The content of suspended solids in the still water treated with the above coagulant can be decreased at least by 65~75% in comparison with that without adding any coagulants.

緒 言

土壌流亡は、土壌表面を荒廃させ、農業生産力の低下、あるいは河川や貯水池への流入土砂の供給源ばかりでなく、土壌流亡に伴う濁水が下流域への様々な環境汚染を引き起こす一面をもっている。

この環境汚染は流域内の農地から地表流去水によって輸送された土粒子に結合している栄養分や化学物質に

よって生じる汚染である。その影響は重大な問題を今後生じてくるものと思われる。このためには土壌流亡に伴う濁水を農地の下端にて抑止する必要がある。そこには色々な問題を生じる。

土壌流亡に伴う濁水は下流域地域への種々の環境汚染を引き起こす可能性がある。一般に水質汚染源として問題となる成分は浮遊物質 (Suspended Solidのことで以下SSと略す)、pH、化学物質 (農業に使用される化学肥料、

*鳥取大学農学部農林総合科学科生存環境科学講座

*Department of Environmental Science, Faculty of Agriculture, Tottori University

殺虫剤、殺菌剤および除草剤)等である。本報では、土壌流亡に伴う濁水中の浮遊物質(特に土粒子)への各種凝集剤の効果について検討を加えた。

実験方法と内容

土粒子の凝集に影響する因子としては濁水に含まれる土の粒度組成、濁度の程度、pH、濁水に溶解しているイオンの種類などが考えられる。また、濁水処理で問題となる粒径は一般に74 μ m以下のシルト、粘土、コロイドと考え、実験には74 μ mふるい通過の試料を使用した。

濁水処理のための凝集剤としては単独の無機系凝集剤としての塩酸(HCl)、塩化第二鉄(FeCl₃)と高分子凝集剤としてのヒドロキシアルミニウム(Al(OH)_{1.5}Cl_{1.5})を用いた。従来、ヒドロキシアルミニウム(PAC)は水処理剤として用いられている。なお、pH調整による実験には水酸化ナトリウム(NaOH)とHClを用いた。

実験は室内において、①静水中における濁水の凝集剤による処理効果については、供試土を粒径分析法の一つであるピベット法に準拠して、また②流水中における濁水の凝集剤による処理効果については、粒度試験用攪拌機を用いて流水を想定し、MLSS型濃度計にて濁水の経時変化を測定した。また実験に使用した濁水は1%濃度である。供試土は赤色土である沖縄の国頭マージと佐賀県の上場地域に産出するオンジャク(玄武岩風化土)で、それらの物理性を第1表に示す。

第1表 試料土の物理性

	国頭マージ	オンジャク
砂分 (%)	24.1	20.4
シルト分 (%)	17.6	67.9
粘土分 (%)	58.3	11.7
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.710	2.958
液性限界 (%)	36.1	61.8
塑性限界 (%)	16.1	58.5
主要粘土鉱物	ハロイサイト	ハロイサイト
陽イオン交換容量 (me/100g)	10.5	—

結果と考察

濁水中の微細粒子は一般に表面が負に荷電しているため、陽イオンを持った無機系の凝集剤を加えると粒子間反発力、すなわち斥力を抑えて相対的な粒子間のファンデ

ルワールス引力を高め凝集・沈澱する。またさらに高分子凝集剤は粗粒子の架橋作用により凝集効果を増すことができる。

土壌流亡に伴う濁水は沈砂工等に流入後早い時期に凝集沈澱させる必要がある。それ故に、凝集剤も濁水に添加後急激に凝集沈澱させるものが望ましい。

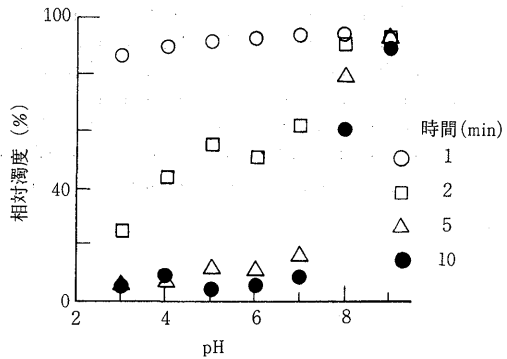
ここでは各種凝集剤について経時変化に検討を加えた。なお相対濁度とは濁度を完全分散試料の濁度に対する百分率と定義する。

(1) 静水中における濁水の凝集効果

実験は粒径分析のピベット法に準じて行った。供試土は沖縄の国頭マージ10gを用い、1分間攪拌静置後、懸濁水の濃度を経時的に測定した。

a. pHと相対濁度(第1図)

1分後の相対濁度はpH3.0を除き、pHに関係なく90%以上の値を示し、ほとんどpHに無関係である。2分経過後には大きな変化を示し、pH8.0以上では分散状態にあり、pH3.0~7.0では、無添加時のpHが5.3であるから無添加時の沈澱とあまり大差ない沈澱を示す。pH7.0よりpHが下がるにつれ、初期の経過時間では徐々に凝集効果がでていく。国頭マージは強酸性になると明らかに無添加時より凝集状態にある。



第1図 pHと相対濁度

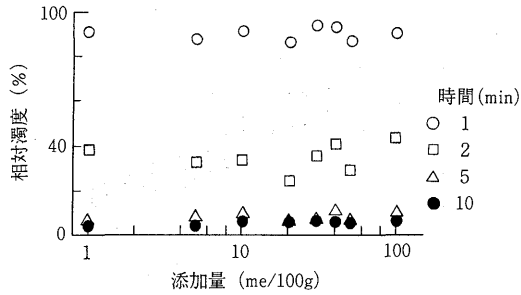
b. 凝集剤の添加量と相対濁度

各種凝集剤についてその添加量の大小による凝集効果の違いを確認しておく必要がある。個々の凝集剤について検討を加える。

①塩酸(第2図)

初期経過時間では、20me/100gが一番凝集効果をあげている。またこの添加量は国頭マージの陽イオン交換容量の約200%に相当する。これらHCl添加時のpHは2.5

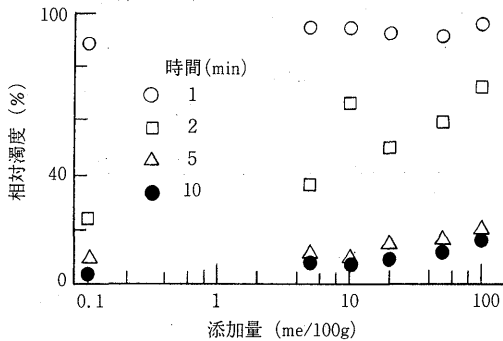
~3.3であり、前述のことから考えると全体的に凝集効果があるものとする。



第2図 塩酸の添加量と相対濁度

②塩化第二鉄 (第3図)

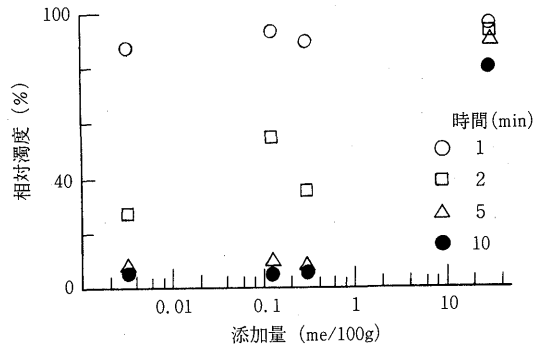
FeCl₃の場合は、添加量が少ないほど凝集効果がある。無添加時とのSS濃度を比べると、5 me/100 g 添加量以下において凝集効果があり、添加量を増すと逆に分散傾向がみられる。これはFe³⁺は添加量が多いとFe³⁺同志の相互反応が強くなるという性質からくるものと思われる。



第3図 塩化第二鉄の添加量と相対濁度

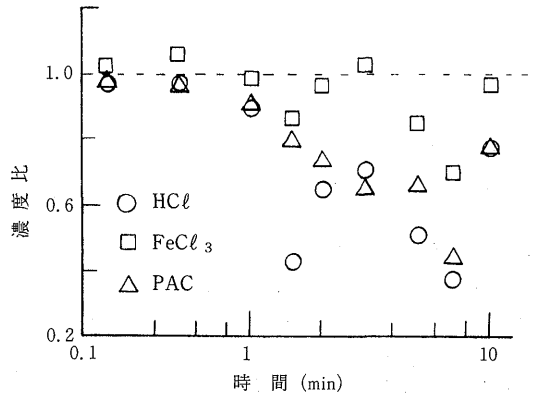
③ヒドロキシアルミニウム (第4図)

ヒドロキシアルミニウムの場合20me/100 g 添加量では完全に分散してしまい、0.2me/100 g 添加量以下で顕著な凝集効果が上がっている。つまりヒドロキシアルミニウムの場合は極めて希薄な溶液を加えれば凝集効果が上がることが分かった。その添加量の大小によりヒドロキシアルミニウムは分散凝集の二面を持ち合わせていると考える。



第4図 ヒドロキシアルミニウムの添加量と相対濁度

④各凝集剤において一番効果がみられた場合についてそれらの経時的变化を無添加時のSS濃度の比として第5図に示す。20me/100 g HClと0.003me/100 g ヒドロキシアルミニウムが顕著な凝集効果がみられる。特に経過時間初期ではHClが0.43という値を示している。しかしHClのpHが3という強酸性であることを考えるとヒドロキシアルミニウムがpH=4.9であり、元来水処理剤ということとを考慮するとヒドロキシアルミニウムを凝集剤として用いた方が良いと考える。



第5図 各種凝集剤における濃度比の時間的变化

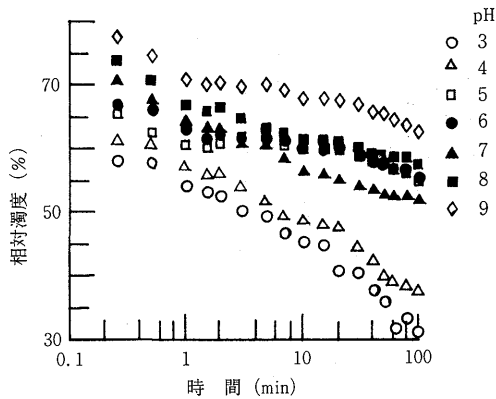
(2) 流水中における濁水の凝集効果

水の流れは、粒度試験用攪拌機を用いて回転流を与えて生じさせた。流速は平均15cm/sを示し、大体一定である。懸濁水の濃度の測定に用いた濁度計は笠原理化学工業(株)製のMLSS計汚泥濁度計である。実験は赤オンジャク10gを用い、懸濁水2 l容シリンダーにて行った。攪拌機のプロペラを水面下3cmに、濁度計の検出部を水面

下5 cmの深さに挿入して測定を行った。

a. pHと相対濁度 (第6図)

pHが強酸性になるほど凝集効果がある。1分後にはpH 9で78%, pH 3で58%となり、かなり効果がみられるようである。pH 9では、100分後でも63%を示し、あまり変化がみられない。pH 3では100分後31%となっておりかなり効果がみられる。無添加時のSS濃度と比較すると、pH 9~5までは分散状態にあり、pH 4で凝集状態を示すが1分後で90%, 100分後でも78%となる。またpH 3は100分後で64%となり、効果が認められるが強酸性の問題が残る。一般に水の乱れがある場合には即効的な凝集効果はみられない。



第6図 各pHにおける相対濁度の時間的変化

b. 凝集剤の添加量と相対濁度

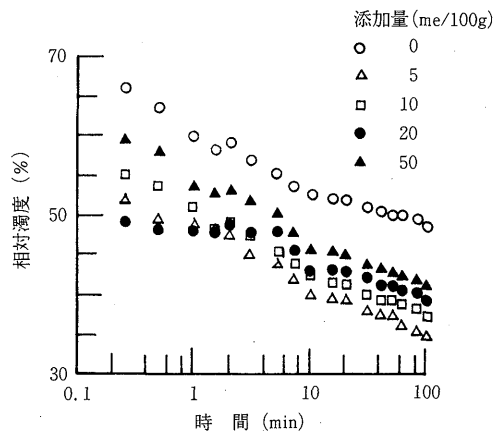
流水中における個々の凝集剤についてその効果に検討を加える。

①塩酸 (第7図)

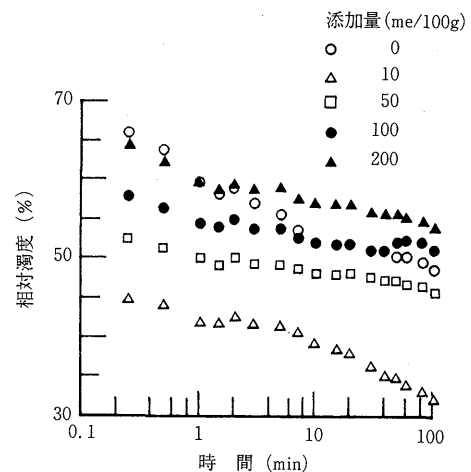
初期経過時間2分までは、20me/100gが、その後5me/100gが一番凝集効果をあげている。5分経過後各試料とも50%以下に低下している。これらHCl添加時のpHが1.85~4.2であり、かなり強酸性となっている。しかしあまり強酸性になっても逆に凝集効果が落ちていく。全般に無添加時のSS濃度と比べると相対濁度で10%前後低下し凝集効果が認められる。

②塩化第二鉄 (第8図)

FeCl₃の場合は、静水中の動態と同様な傾向を示している。すなわち添加量が少ないほど凝集効果があり、100, 200me/100g添加量では分散傾向を示し、pHも3.1, 3.4と強酸性になっている。最も効果があるのは10me/100g添加時であり、この添加量は無添加時の相対濁度と比べ



第7図 塩酸における相対濁度の時間的変化

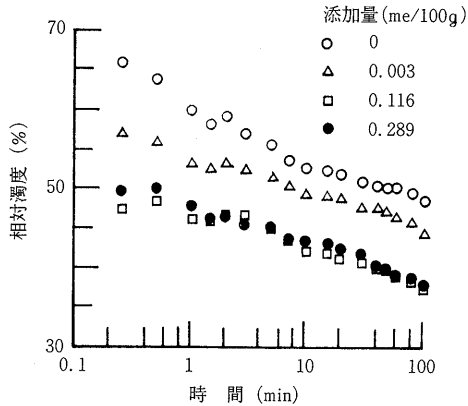


第8図 塩化第二鉄における相対濁度の時間的変化

ても約20%近くの凝集効果が認められる。

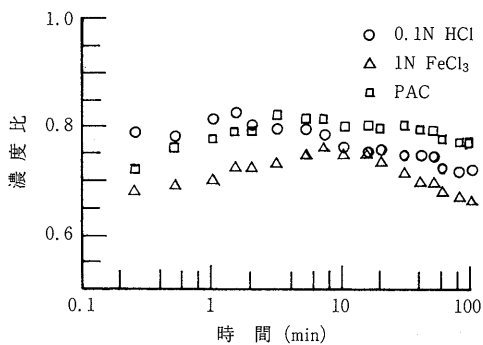
③ヒドロキシアリミニウム (第9図)

ヒドロキシアリミニウムの場合、静水中における実験結果より極めて希薄な溶液を加えれば凝集効果があることが分かっていた。そこで添加量としては0.003から0.289me/100gの薄い液にて実験を行った。いずれの添加量の時も初期経過時間より、相対濁度の50%前後の凝集効果が認められ、添加量0.003me/100gを除いて効果が顕著である。しかし無添加時と比較すると分散傾向は各添加量とも示さないが、静水中ほどの顕著な効果が認められず、無添加時とのSS濃度比で70~80%を占めるのみである。



第9図 ヒドロキシアリミニウムにおける相対濁度の時間的变化

④各凝集剤において一番効果がみられた場合について、静水中との比較のため無添加時のSS濃度に対する比をとり第10図に示す。一般的に FeCl_3 が最も凝集効果が良く、無添加時の0.65~0.75を示す。また静水中で効果ありとしたヒドロキシアリミニウムは0.7~0.8を示し、若干効果が認められている。やはり流水中では水の乱れを生じるため凝集効果が静水中ほどあがらず、現実の問題を考えた場合は、沈砂池での流亡土の凝集効果を促すと共に農地面にヒドロキシアリミニウムを施すことが土壤流亡を少なくするうえでより一層効果があがるものとする。



第10図 各種凝集剤における濃度比の時間的变化

総 括

各種凝集剤の国頭マーヅ、オンジャクに対する凝集効果について検討を加えた。凝集剤としては20me/100g塩酸と0.003me/100gヒドロキシアリミニウムが良い結果を与えた。そして流水中では10me/100gの FeCl_3 がよい結果を与えたが、無添加時の0.65~0.75程度SS濃度を低下させるに留まり、薬品のみにて沈砂池で即効的に凝集沈澱を促すことは無理があるものとする。やはりこれは農地の土壌を改良すること^{1,2)}を併せて行い両面から防止することで、ある程度土壤流亡を阻止できるものとする。水処理剤としてのヒドロキシアリミニウムを主眼におき、土壤流亡を少なくするための方策の基礎データを提出するため研究を進めてきたわけであるが、ここに提案としてヒドロキシアリミニウムにて農地の土壌改良を行い、農地における土壤流亡を少なくし、流失してきた土壌については沈砂池にてヒドロキシアリミニウムを加えることにより、さらに土壌の凝集沈澱を促す対策を講ずる。このことはより一層土壌侵食防止になるものとする。

文 献

- 1) 田熊勝利, 高山昌照, 岡部為信: 水処理剤ヒドロキシアリミニウムによる重粘土の物理性の改良. 農業土木学会誌, 57 (9) 45-49 (1989)
- 2) 田熊勝利, 高山昌照, 岡部為信, 西田初生: ヒドロキシアリミニウムの添加による重粘土の土壌改良. 農業土木学会誌, 58 (7) 25-28 (1990)