

九州大学工学部 正 員 栗谷陽一
 同 学生員 楠田哲也
 同 同 〇江副章之介

1. まえがき

従来のフロックの成長、破壊のモデルとしては、⁽¹⁾ Smoluchowski のように、成長限度を設けない方法と、丹保氏らの、ある一定粒径を成長限度とし、その成長限度の粒径でしか破壊が生じないという考えとがある。⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾ Smoluchowski の考え方に従うと、フロックは無限大まで成長することになり、丹保氏のそれに従うと、最終的には均一粒径に近くなってしまう。実際の場合、フロックの成長限度は、*shear* との関連にあって存在すると思われるが、フロック自身の破壊は、どのような粒径にあってでも生じていると考えられる。したがって、最終の定常状態において、ある濃度に対してある粒度分布が定まると考えられる。

本研究は、上述のような考え方のもとで、最終の定常状態の粒度分布函数で、薬品注入時からの粒度分布変化を明らかにするフロックの成長と破壊の確率函数を定めることが目的である。その第一歩として、攪拌時間を ⁽⁵⁾ Camp に従い、定常状態になると考えられる 20 分を採用して実験を行ない、その結果として最終定常状態が、ある粒度分布を示すだろうという確証を得、さらに G 値と濃度の関係について、若干の知見を得たので報告する。

2. 実験装置とその方法

実験は、図-1 に示す装置を用いて行なった。ジャーテストの容器として内径 10 cm、高さ 41 cm のアクリルパイプを用いた。ジャーテストは、垂直、水平可動のものである。アクリルパイプとしては、パイプ内の乱れを homogeneous なものにするために、直径 3 mm、長さ 4 cm のしんちゅう棒を、攪拌軸に 31 本、パイプ内壁に 30 本、90°毎の角度で 4 列取りつけたものを使用した。又、パイプには、薬品注入孔とサンフラー挿入孔を設けた。

使用懸濁液は、学内水道水に、指宿小谷産カオリンを、各々 1000 ppm, 200 ppm, 50 ppm, 20 ppm 混和し、各濃度に対する硫酸ばん土、セパランの最適注入量を注入したものである。又、攪拌濃度として、 G 値として 1000、700、500、300、100 の各濃度を用いた。

カオリン懸濁液に硫酸ばん土を注入後、 G 値 1000 で 20 分攪拌し、攪拌状態のままサンフラーによりジャーテスト容器の中央部より試料を採水した後、ジャーテストを垂直にし、30 分静置後、濁度測定のため、再び試料を採水した。濁度測定後、その試料をジャーテスト容器にもどし、 G 値 700 で再び攪拌した。この操作を順次 G 値の 500、300、100 について繰返した。硫酸ばん土、セパランの注入時には、濁度測定のための採水は、45 秒静置後に行なった。なお、測定した濁度は、本研究では、あまり重要でないと思われるのでここでは取り上げなかった。

フロックの大きさや個数の測定のため、顕微鏡写真撮影装置を用いた。写真は、Camp の実験よりジャーテスト容器内のフロックが定常状態となったと考えられる 20 分攪拌後、攪拌状態のまま、試

料をサンフラーによって採水し、サンフラーをただちに水平に静置し、30分間フロックを沈降させた後、撮影したものである。写真撮影時には、フロック形状を明確にさせるためにグリーンフィルターを用いた。示ータが少ないため誤差を小さくするため、フロック濃度の高い1000ppm、200ppmでは、1〜3枚、低い50ppm、20ppmでは、5〜10枚、サンフラー全長の各点で写真撮影を行なった。顕微鏡倍率は、硫酸

ばん土注入時には100倍、硫酸ばん土、セパラン注入時には50倍とした。なおこの時使用したサンフラーは、0.5cm×1.0cm×8.0cmの、両面がガラス板で作られたもので、これを図-2に示す。サンフラー容積は4cm³で、ジャーテスト容積の約0.13%である。

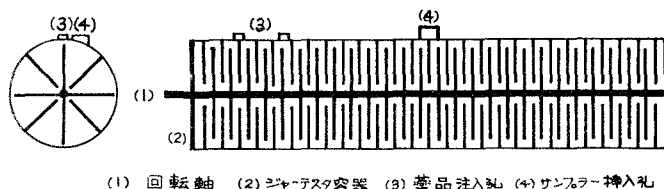


図-1 実験装置



図-2 サンフラー

写真撮影時に、接眼ミクロメータを用いた。100倍、50倍の各倍率の時、接眼ミクロメータの目の辺が、各々50μ、63.3μであった。フロックの大きさを測定するに当り、硫酸ばん土注入時には、50μの辺を10等分して、5μ間隔に測定した。硫酸ばん土、セパラン注入時には、写真上で、ちまきが24mmであったので、フロックの大きさを直径として0.5mm間隔の球として測定した。フロックが球でない時は、いくつかの球に分けて、それらの球の体積を合計し、等価の一つの球とみなして計算した。写真に写った画面の体積は、硫酸ばん土注入時のもので、 $1.2 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$ 、硫酸ばん土、セパラン注入時のもので、 $5.6 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$ で、各々、サンフラー容積の0.03%、0.14%、ジャーテスト容積の0.0000373%、0.000174%であった。

写真1は、カオリン200ppm、硫酸ばん土20ppm、 G 値1000sec²で20分攪拌後のもの。

写真2は、カオリン200ppm、硫酸ばん土20ppm、セパラン1.5ppm、 G 値1000sec²で20分攪拌後のもの。

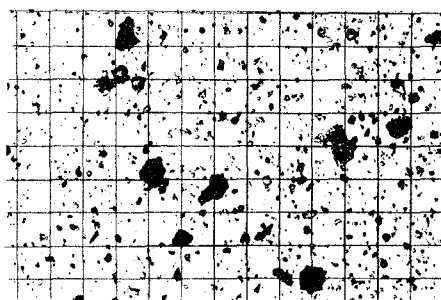


写真-1

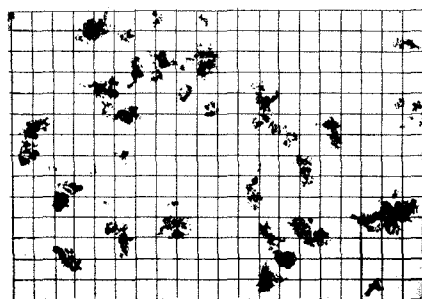


写真-2

3. 実験結果と考察

全体として考えられることは、1) フロック破壊について、最大粒径でのみ破壊するのではなく、フロックのあらゆる粒径で破壊して平衡状態になっていると思われる。これは、図-3, 4, 5, 6. にあいて粒度分布があまり片寄っていないことからわかる。ロサンフォル量は、 tcm^3 で、ジャーキスタ塔積の約0.13%で、かなりの誤差を含んでいると思われるが、最終定常状態の粒度分布、 G 値と濃度との関係は、図-3, 4, 5, 6. を見ても分るように、かなりいい結果が得られたと思われる、ことである。

1. 硫酸ばん土注入の時

1) 濃度増加と共に小粒径フロック体積の全体積に対する比率が小さくなっている。これは、濃度が高い時は、衝突確率が高くなり、小粒径相互の衝突によってフロックは成長し定常状態になっ

ていると思われる。2) 濃度が高い時、フロック粒径が小さい所において、 G 値が減少すると共にフロック個数も減少している。これは G 値が高いと攪拌強度が高いため、成長したフロックが破壊されて小粒径のフロックの個数が増加するものと思われる。3) 試料として用いたカオリンの精製がよくなれば、たまため、粒径が大きい所の比較が困難となった。

2. 硫酸ばん土、セパラン注入の時

1) 同濃度で G 値の増大と共に最大粒径が小さくなり、粒度分布も小さい方に片寄っている。これを

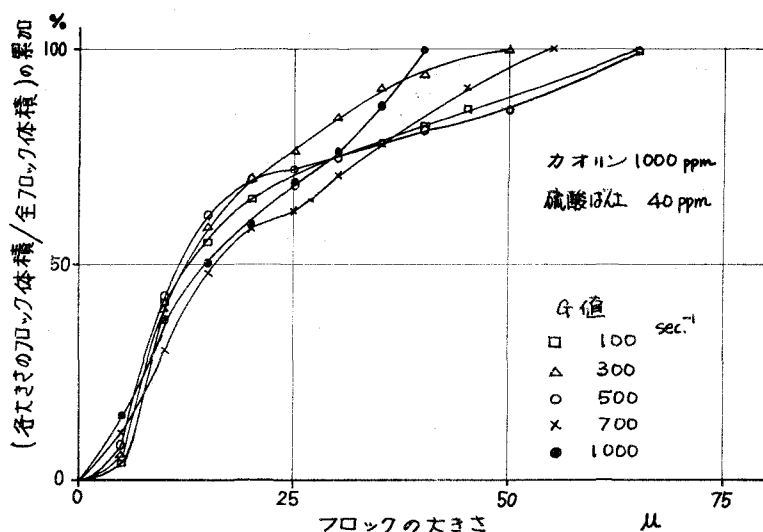


図 - 3

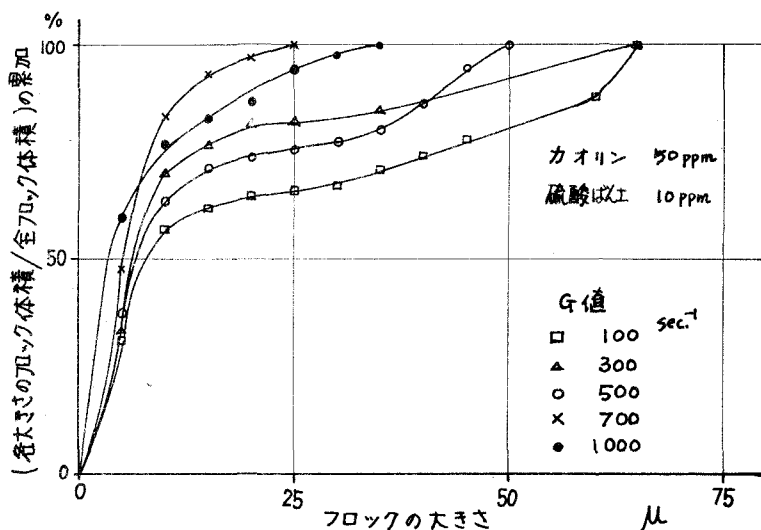


図 - 4

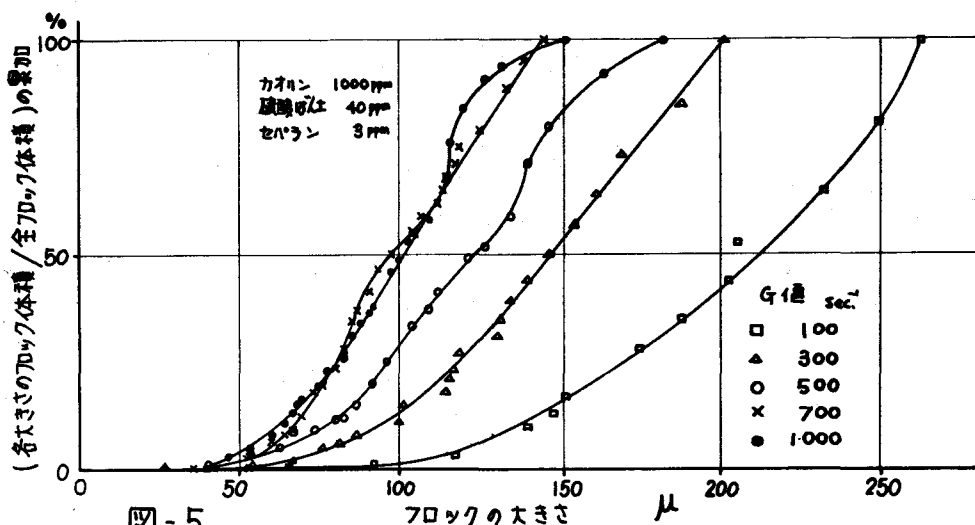


図-5

図-5, 6に示す。d) 同じ G 値で濃度の増大と共に最小粒径は大きくなり、粒度分布も大きい方に片寄っている。これを図-5, 6に示す。

4. あとがき

1. フロックの成長と破壊の確率函数を明らかにするにはまだデータが不足であるので、今後繰返し本実験をやっている。

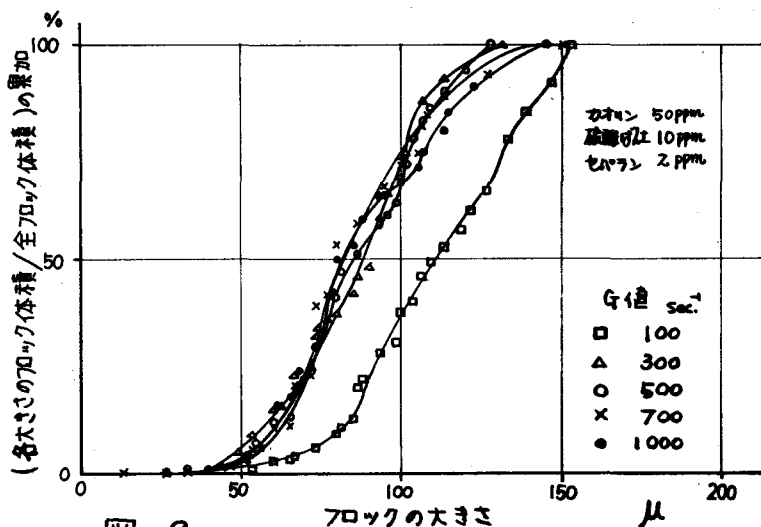


図-6

2. 本実験では攪拌時間を20分と一定にしたが、フロックの攪拌時間に対する種々の実験も行ない、定常状態に達する攪拌時間を明らかにしたい。

3. 従来、フロックの成長と破壊については、マクロ的に研究されていたが、ミクロ的にフロックのメカニズムを研究することによって初めて従来の理論を実験的に確かめることができると思われる。

4. 試料として用いたカオリンの粒径を細かくして、実験結果に大きな影響を及ぼさないようにしなければならぬと考えている。

- 参考文献 1) M.V. Smoluchowski, Versuch einer mathematischen Theorie der Koagulationskinetik kolloider Lösungen, Zeitschrift f. Physik. Chemie 2), 3), 4). 丹保実仁, フロック形成過程の基礎的研究(I),(II),(III) 水産協会雑誌 372号, 381号, 382号
5) T.R. Camp, Floc Volume Concentration Jour. AWWA (June 1968)