

## 異なる凝集剤を添加した水田土壌のフロック強度と巻き上げ特性 Flock Strengths and Resuspension Characteristics of a Paddy Soil with Different Flocculants

○水根一起\*, 水野仁\*\*, 山口敦史\*\*

○Kazuki Mizune, Jin Mizuno, Atsushi Yamaguchi

### 1. はじめに

水田では代掻きや豪雨の影響で濁水が発生する。この濁水が周辺水域に流出することで、富栄養化や水生生物の生息環境の悪化が懸念される。

濁水を浄化するためには、凝集剤を用いて懸濁粒子を凝集・沈殿させることが有効である。このとき、凝集剤として塩や高分子電解質が用いられる。いずれも土粒子間に働く相互作用を制御して土粒子同士を結び付ける効果があるが、その作用機構や凝集速度は凝集剤によって異なる。水田では凝集剤として塩を用いた浄化法が既に検討されており、浄化効果が認められている。ただし、既往研究の多くは凝集沈殿過程を対象としており、沈殿物が豪雨や田植えに起因する攪拌作用を受けた際の再懸濁のしやすさについては検討していない。ここで、再懸濁しやすさに影響を与える要因として沈殿物を構成するフロックの破壊強度が考えられる。したがって、凝集剤ごとのフロックの破壊強度を評価し、沈殿物の再懸濁しやすさとの関係を調べることは、水田土壌の流出防止につながる。

そこで、本研究では代掻き後に長期的な濁水が発生する岐阜県安八郡輪之内町の水田における濁水対策への凝集剤の適用可能性を検討するため、凝集速度の大きい条件において形成されたフロックの破壊強度と、沈殿物の再懸濁しやすさとの関係を調べた。

### 2. 材料と方法

環境への負荷が小さい凝集剤として塩化カリウムと、自然由来のカチオン性高分子であるキトサンを使用した。キトサン単体では水に溶解しにくいいため、酢酸を30～36%含む水に溶解しやすいフジクリーン（富士エンジニアリング株式会社）を使用した。

はじめに、水田と用水のpHに近いpH 7.5の条件で、水田土壌の懸濁液に凝集剤を添加し、凝集沈殿の様子を目視で観察することで凝集速度が大きくなる条件を調べた。

次に凝集速度が大きくなる条件で作成した沈殿物について、フロックの破壊強度と限界掃流力を計測した。フロックの破壊強度は、小林ら(2005)の方法を参考にして、オリフィス付近の収縮流による破壊力を利用し、沈殿したフロックが破壊される際の破壊面に働く力から強度を計算した。このとき、管径0.9 mm、流量1.25～20 ml/minで実験を行った。限界掃流力は細井ら(1979)を参考にして、500 ml ビーカー内で6 cm 径の六枚パドル翼を回転させ、沈

\* 岐阜大学大学院自然科学技術研究科 Gifu University, Graduate School of Natural Science and Technology

\*\* 岐阜大学応用生物科学部 Gifu University, Faculty of Applied Biological Sciences

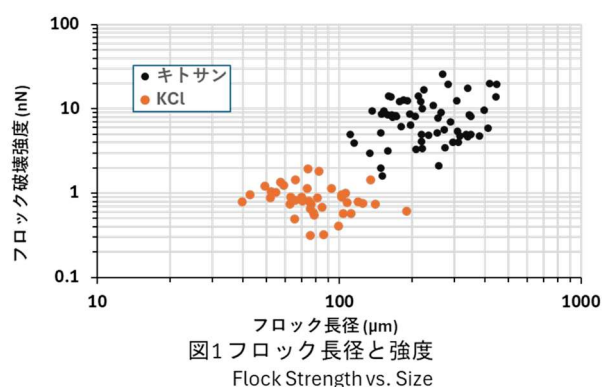
Key words: コロイド・粘土、土壌の物理化学的性質、レオロジー

殿物の一部が巻き上がる時、全体が破壊される時の回転速度で評価した。フロックの破壊強度測定と限界掃流力評価には凝集剤添加後 20 時間程度静置した懸濁液を用いた。

### 3. 結果

塩化カリウムを凝集剤として用いた場合、0.5 mol/L 以上で速やかに凝集沈殿したため、0.5 mol/L ではすでに臨界凝集濃度に達していると判断した。一方キトサンで凝集させる場合、土粒子に対してフジクリーンを質量比 0.056 g/g 付近となるように添加した際に速やかに凝集沈殿した。ただし凝集沈殿に適した質量比は、キトサン溶液調製時の条件や pH の微妙な変化の影響が大きかった。これらの条件で生じた沈殿物を用いてフロックの破壊強度、限界掃流力を測定した。

フロックの破壊強度測定の結果を図 1 に示す。フロック長径はフロックを回転楕円体とみなしたときの長軸長である。フロック長径が強度に与える影響は見られず、KCl フロックの破壊強度は  $0.89 \pm 0.35$  nN、キトサンフロックの破壊強度は  $8.53 \pm 5.10$  nN であった。



攪拌による限界掃流力を比較したところ、KCl で作成した堆積物は 50 rpm で堆積層表層から顕著な巻き上げが発生し、85 rpm で堆積層全体の巻き上げが発生した。一方キトサンで作成した堆積物は 30 rpm 付近で堆積層表面から顕著な巻き上げが発生し、76 rpm で堆積層全体の巻き上げが発生した。

### 4. 考察

0.5 mol/L KCl の条件で作成したフロックにおいてはファンデルワールス力が主な引力として働いていると考えられる。一方でキトサンにより形成されたフロックにおいては、ファンデルワールス力に加えて、負に帯電した土粒子表面間を正に帯電したキトサンが架橋し引力が働くことで、キトサンフロックの強度が KCl フロックの強度に比べて高くなったと考えられる。

沈殿物の巻き上げ実験では、キトサンを添加したときの方が KCl を添加したときに比べて、低い回転速度で沈殿物が巻き上がることが分かった。これはキトサン添加系では、サイズが大きいフロックが観察されること、フロック強度が大きく構造を維持するため沈殿物が密に充填されないことが原因と考えられる。凝集剤を添加した後の静置時間が長くなると沈殿物が密に充填され、巻き上げにくくなる可能性がある。講演では凝集剤添加後の懸濁液の静置時間と堆積層の厚さ、再懸濁しやすさの関係についても発表する予定である。

### 参考文献

- 1) M. Kobayashi. Strength of natural soil flocs. WATER RESEARCH. 2005, vol. 39, pp. 3723-3278.
- 2) 細井由彦ら. 底泥の巻き上げに関する実験的研究(II). 衛生工学研究討論会論文集. 1979, vol. 15, pp. 28-33.