

キトサンを用いた河川の濁水処理に関する基礎的研究

山口大学大学院 学生員○小田臨 山口大学大学院 正会員 関根雅彦
 山口大学大学院 学生員 武下明義 山口大学大学院 正会員 浮田正夫
 山口大学大学院 正会員 今井剛

1 はじめに

A川では、平成11年6月の水害を受けての緊急事業として約6kmの改修を3年間で完成させるため、全面展開により工事を実施せざるを得ない状況にある。このような状況であるため、A川では河川工事により高い濁度の濁水が発生している。そのため濁水による水生生物の影響が懸念されるため、早急な濁度の低減が必要である。平成13年度に行われた現地での濁水処理実験では、硫酸バンドを河川に注入し濁度の低減を試みたが、期待した効果は得られず、また硫酸バンドに含まれるアルミニウムは生物への影響も明らかになっていないこともあり、硫酸バンドの注入は懸念される。そのため健康食品や医療材料などでも利用されている安全性の高い有機性高分子凝集剤キトサンを用いて現地処理の可能性を検討する。

2 キトサンと硫酸バンドを用いてのジャーテスト

2-1 河川の滞留時間に合わせてのジャーテスト

平成13年度に行われた現地実験の調査区間の滞留時間は約160分間であったことより、ジャーテストを行う際の攪拌時間を160分間としてジャーテストを行い、キトサンと硫酸バンドの比較を行った。また、攪拌中の濁度変化を調べるため、薬品注入から2、5、10、20、40、80、160分後に表面から2cmの所を駒込ピペットで採水し濁度を測定した。攪拌強度は急速攪拌（本研究では120rpmで3分間攪拌を行うこととする）を行わずに50、100、170rpmで行い、試験水の濁度はA川から採取した底泥で200、400、800NTUに調節したものを用いた。全ての実験において試験水の水温は18～27℃で行った。薬品注入量は最適注入量を求めた結果より、キトサン1.0mg/L、硫酸バンド4.1mg/Lとした。また、ジャーテスト後に得られた沈殿物を粒度分析機で測定し、粒度分布を求めた。結果を図1、2に示す。図2より、キトサンは形成されるフロックが硫酸バンドよりも大きいため、図1のように攪拌中の残存濁度は硫酸バンドより低い結果が得られた。そのため、静置条件の確保が難しい河川には硫酸バンドより濁度低減の効果が得られると考えられる。

2-2 ジャーテストとレイノルズ数の関連

ジャーテストの結果より、薬品を河川に注入したときの除去率を推測するために、河川とジャーテストの関連を求めることを試みた。河川の攪拌強度をジャーテストの攪拌強度（羽根の回転数）で表すことは難しいため、乱流の指標であるレイノルズ数を用いて、ジャーテストの攪拌強度を表すことにし、ジャーテストの攪拌中の残存濁度とレイノルズ数の関連を求めた。実験は現地実験と同程度の条件で行うために、試験水の初期濁度を200NTUに、水酸化ナトリウムでpHを8.8に、水温を30℃に調節し、ジャーテストの攪拌時間を2-1と同様にして行った。硫酸バンドとキトサンで比較を行った。硫酸バンドを注入した時の攪拌強度は、急速攪拌を行わない場合、20mmの長さの羽根で35、50、100、170rpmと羽根の長さを5、10mmにして35、50、70、80rpm、また急速攪拌を行った場合、20mmの長さの羽根で35、50、80、100、180rpmと羽根の長さを5、10mmにして35、50、100、170rpmで行った。次に、キトサンを注入した時の攪拌

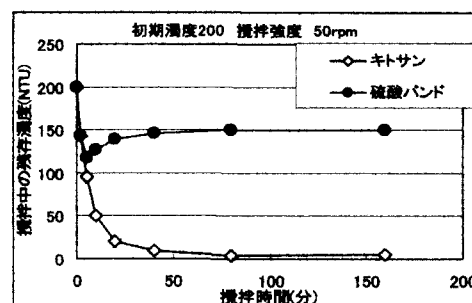


図1 攪拌時間と残存濁度の変化

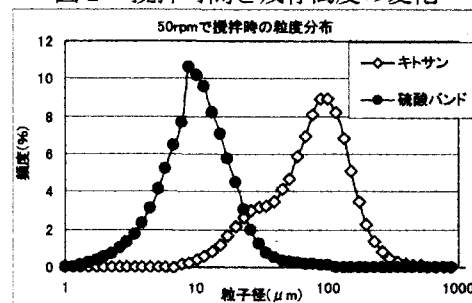
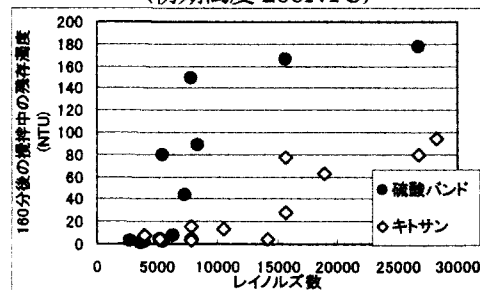
図2 50rpmで攪拌時の粒度分布
(初期濁度 200NTU)

図3 急速攪拌を行わない場合の160分後の攪拌中の残存濁度とレイノルズ数の関係

強度は、急速攪拌を行わない場合で20mmの長さの羽根で35、50、100、170、180rpmと、5、10mmの羽根の長さで50、100、180rpm、急速攪拌を行った場合は、5、10、20mmの長さの羽根で50、100、180rpmで行った。得られた160分後の攪拌中の残存濁度とレイノルズ数の関係を求めた結果を図3、4に示す。レイノルズ数は以下の2-1式で表され、代表長さはビーカーの径深を用い、流速はジャーテストを行っている間ビーカー内の流速を測定することは難しいため羽根の先端の速度を用いた。動粘性係数は30℃の時の値を用いた。

$$Re = \frac{UL}{\mu} \cdots 2-1 \text{ 式}$$

ここで、U：流速 L：代表長さ μ ：動粘性係数

キトサンは硫酸バンドに比べ、同じ程度のレイノルズ数でも攪拌中の残存濁度は低くなる結果が得られた。硫酸バンドは急速攪拌を行うほうが攪拌中の残存濁度は低下するが、キトサンは急速攪拌の影響は小さいと考えられる。

3 楕円水路を用いての実験

河川とジャーテストの攪拌強度の関係を結び付けるため、楕円型水路を用いて実験を行った。また、硫酸バンドをA川に注入することにより濁度が250NTUから50NTUまで低下した現地実験の結果を楕円水路で再現し、同じ条件でキトサンを注入することによって、キトサンが硫酸バンドより濁度低下の効果が得られるかどうか検討した。実験条件は2-2と同様だが、薬品を均一に混ぜるため攪拌棒を用いて、3分間急速攪拌を行った。実験結果は図5に示すようになり、濁度が50NTU程度に低下するレイノルズ数は4500～5000程度だと考えられる。またその条件でキトサンを注入すると、残存濁度が5NTUとなり硫酸バンドより効果が高いと判断できる。図4、5、6を比較すると、両方とも同様の傾向が見られる。そのため、楕円水路内で起こる濁度の変化とレイノルズ数との関係はビーカー内でも同じように起きていると考えられる。また、河川と楕円水路は同じ開水路流れなので、河川内で起こる濁度の変化とレイノルズ数との関係は楕円水路内と同じように起こると考えられるため、ビーカー内での濁度の変化は河川でも同じように起こると考えられる。

4 ヒメダカを用いての急性毒性試験

ヒメダカを用いてキトサンの急性毒性試験を行い、半数致死濃度、半数影響濃度を求めた。実験方法は、活性炭処理した水をpH7に調節し、キトサンとキトサンの2倍の量の酢酸を加え、所定の濃度にしたものを試験水とする。孵化後48～72時間のヒメダカの仔魚10尾を50mLとった試験水に入れ、2系列用意し、48時間暴露する。実験結果は図6、7に示す。半数致死濃度は10～15ppm、半数影響濃度は5～10ppmの間にあると考えられる。実際にキトサンを河川に注入する場合、濃度は1ppmに希釈されるため急性毒性はないと考えられる。

5 まとめ

キトサンは形成されるフロックが大きいため攪拌中でも濁度の低下が見られ、静置条件の確保が難しい河川にはキトサンのほうが濁度低減の効果が高いと判断できる。またキトサンは急速攪拌の影響が小さいため現場処理の際に問題となる薬品注入が簡易に行なえる可能性がある。さらに、使用濃度ではキトサンの安全性は高いと判断できた。問題点はコストが硫酸バンドの約3倍であるという点と、有機物であるため河川に注入した場合、約1ppmのBOD負荷がかかる。この2つの問題点を解決することができれば、今後濁水処理の有効な工法と成り得ると考えられる。

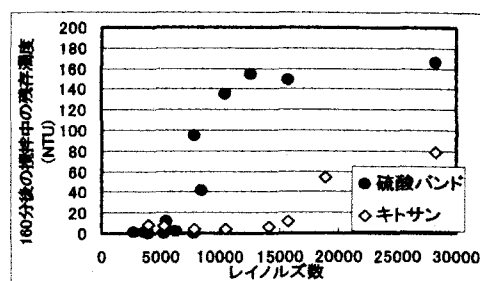


図4 急速攪拌を行った場合の160分後の攪拌中の残存濁度とレイノルズ数の関係

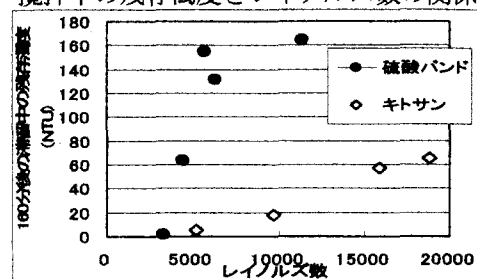


図5 楕円水路の160分後の滞留中の残存濁度とレイノルズ数の関係

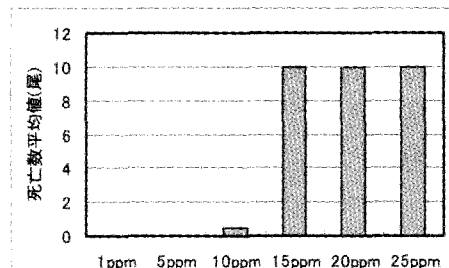


図6 ヒメダカの平均死亡数

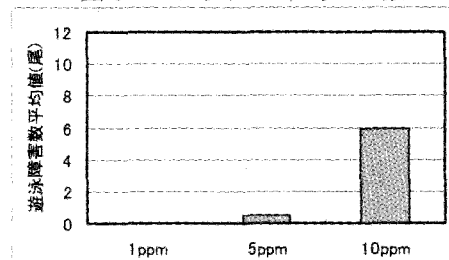


図7 ヒメダカの平均遊泳障害数