

機関番号：51601

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：平成 20 年度 ~ 平成 22 年度

課題番号：20760364

研究課題名 (和文) 凝集阻害防止および浄水処理の高効率化に向けた新規凝集促進剤の開発

研究課題名 (英文) Development of a coagulation promoter for preventing coagulation inhibition and high efficiency drinking water treatment

研究代表者 高荒 智子 (TAKAARA TOMOKO)

福島工業高等専門学校・建設環境工学科・助教

研究者番号：80455112

## 研究成果の概要 (和文)：

藻類増殖によって発生する凝集阻害を防止し、効率的な水処理を実現するための凝集促進剤の研究を行っている。本研究では、*Microcystis*に由来する凝集阻害原因物質の特定と、凝集促進剤に用いるためのキトサンの凝集補助効果について考察を行った。

本研究で得られた主な成果は次のとおりである。

- 湖沼から採取した*Microcystis*の莢膜成分を回収して分析したところ、藻体 1 細胞分の莢膜は  $1.2 \times 10^{-7}$  (mg/cell) の PAC を消費することが示された。

- Microcystis aeruginosa* の細胞および由来有機物が含まれる原水に対して、PAC およびキトサンとの併用処理を行ったところ、約 50% の濁度除去率の向上がみられ、低濃度のキトサンが凝集補助効果を発揮することが示された。

## 研究成果の概要 (英文)：

The excess growth of cyanobacteria in semi-closed water areas causes coagulation inhibition in drinking water production. Goal of this study is to develop the coagulation promoter for preventing coagulation inhibition and to achieve high efficiency drinking water treatment. In this study, we analyzed inhibitory potential of capsule produced by *Microcystis* against the coagulation with PACl and coagulation promoting effect of chitosan. Major results obtained by this study are as follows.

-Capsule of one *Microcystis* cell consumes  $1.2 \times 10^{-7}$  (mg/cell) of PACl.

-Coagulation test using PACl and Chitosan was performed in the presence of *Microcystis aeruginosa* cells and organic matter. As a result, removal rate of turbidity increased by approximately 50% by using Chitosan as a coagulation promoter.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
20 年度	900,000	270,000	1,170,000
21 年度	600,000	180,000	780,000
22 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,200,000	660,000	2,860,000

研究分野：水処理工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木環境システム

キーワード：凝集沈殿・凝集阻害・藻類・凝集促進剤・キトサン

## 科学研究費補助金研究成果報告書

## 1. 研究開始当初の背景

我が国の約5割は閉鎖性水域を水源としている。閉鎖性水域では、長年にわたり藻類増殖が季節的に発生し、浄水場では藻類細胞や藻類由来有機物が起因となって発生する凝集阻害が問題となっている。

しかしながら、現在のところ凝集阻害は凝集剤の注入率を増強させることが主な対応策であり、発生汚泥や処理コストの増加を招いている。

## 2. 研究の目的

最終目標である凝集促進剤の作成に向けて、本研究では、凝集阻害の原因物質となる藻類由来有機物の分析を行い、また凝集促進剤として有効と思われるキトサンの凝集補助効果について考察を行った。各実験の目的は次のとおりである。

- ・藍藻類 *Microcystis* から親水性物質を分離し、親水性物質の構成成分を分析することによって、親水性物質の特性について考察した。対象とする親水性物質は、自然界中から採取した *Microcystis* の莢膜成分とし、細胞外に存在する莢膜成分の凝集阻害への寄与を、凝集実験を行うことによって評価した。

- ・凝集阻害の原因となる藻類の存在下で効率よく凝集沈殿を行うため、キトサンの凝集補助効果について着目し、キトサンと凝集剤を併用した凝集処理による凝集阻害の抑制について検討した。

## 3. 研究方法

(1) *Microcystis* の親水性物質の特性と凝集阻害の有無

- ・ *Microcystis* 群体の採取

2008年9月10日にアオコの発生している千葉県印旛沼を水源とする柏井浄水場取水口の表層水をポリバケツにより採水した。続いて、採水した試料1Lを遠心分離(500×g, 10 min)し、夾雑物を除去して上清を回収した。

その後、回収した上清を遠心分離(8,000×g, 10 min)し、得られたペレットの顕微鏡観察を行った。その結果、藻体の9割以上が *Microcystis* であることを確認したため、ペレットを *Microcystis* 群体試料とした。

- ・細胞からの莢膜の分離

*Microcystis* 群体試料を超純水に懸濁させ、1Lの藻体懸濁水を作製した。続いて、藻体懸濁水を2分間vortexすることにより、群体を破壊した。その後一晩4°Cで静置して、藻体より莢膜成分を超純水に溶出させた。そして、藻体懸濁水を遠心分離(8,000×g, 10 min)することにより、莢膜成分を除去した藻体と莢膜成分をそれぞれペレットと上清に分離し、回収した。回収した莢膜試料は、0.45μmメンブレンフィルター(ADVANTEC)を

用いて濾過し、夾雑物の除去を行った。その後、ロータリーエバポレーターおよび凍結乾燥機による濃縮を行い、乾燥莢膜試料を得た。

その後、莢膜による凝集阻害を確認するため、莢膜を取り除いた藻体および群体を破壊した後の藻類細胞が含まれる原水に対してPACを用いた凝集実験を行った。

(2) キトサンの凝集補助効果と汚泥量の変化

- ・キトサンの凝集補助効果

凝集阻害物質存在下において、PACとキトサンの併用処理によって、凝集阻害の抑制の可能性を判断するために、PACのみ添加の場合とキトサンを急速攪拌後に併用させた場合の凝集実験を行い比較を行った。実験に用いた原水は、凝集阻害の原因の藻類である *Microcystis aeruginosa* を含む湖沼水とした。湖沼水は、いわき市川辺町にある四時ダムから2010年8月5日に採水した。四時ダムでは8月上旬、大量発生した藻類が原因となり水道水にカビ臭が発生し、採水時にはアオコが確認された。表1に、採水したダム湖水の水質測定結果を示す。また、凝集実験は原水500mLに対し急速攪拌(80 rpm, 2 min)、緩速攪拌(30 rpm, 15 min)、静置(15 min)で実施した。静置終了後に上澄み水を200mL採取し、それぞれの濁度、pH、アルカリ度を測定した。また、キトサンは緩速攪拌前に0.5 mg/lになるように添加した。

表1 四時ダム湖水の水質

測定項目	数値
濁度	7.18NTU
pH	9.16
アルカリ度	13mg/l
TOC	4.28mg/l
藻類種	<i>Microcystis aeruginosa</i>

- ・キトサンの併用凝集による汚泥量の変化

PACとキトサンを併用した凝集による発生汚泥量の変化を把握するために、PAC 20 mg/L、PAC 10 mg/Lおよびキトサン 0.5 mg/L併用による凝集実験を行い、発生した汚泥の体積を測定した。原水は、濁度20度、TOC 50 mg/Lになるように湖沼水(平成22年9月1日採水)とカオリンを注入し調整した。前述と同様の条件で凝集実験を行い、凝集実験後に沈降した汚泥量の体積をメスシリンダーで測定した。

## 4. 研究成果

(1) 莢膜成分の定量

莢膜成分は、採水した試料 1L あたり 3.69 mg-C (乾燥重量 17.3 mg) 得られた。また、*Microcystis* の細胞数は、採水した試料 1L あたり  $3.3 \times 10^8$  細胞 (乾燥重量 114.3 mg) であった。つまり、藻体 1細胞あたり  $1.1 \times 10^{-8}$  mg-C (乾燥重量にして  $5.2 \times 10^{-8}$  mg), また藻体 1mg あたり 0.032 mg-C (乾燥重量にして 0.151 mg) の莢膜成分が得られた。

### (2) 莢膜成分の有無による藻体の凝集阻害能の比較

莢膜成分の凝集阻害能を確認するため、莢膜の存在する藻体試料と除去した藻体試料で凝集試験を行った。その結果、それぞれ 11.3, 6.0 mg/L の PAC 注入率で濁度が 5 度以下となると算出された (図 1)。PAC 注入率の差は 5.3 mg/L となり、この差を懸濁水に含まれる藻体数で除することにより、1 細胞分の莢膜が  $1.2 \times 10^{-7}$  mg の PAC を消費していたことが明らかとなった。また、採水を行った浄水場の原水中の藻体濃度は  $1.4 \times 10^8$  cell/L であり、莢膜成分による処理後の濁度 5 度以下とするために必要な PAC 消費率は 16.8 mg/L であると推測された。

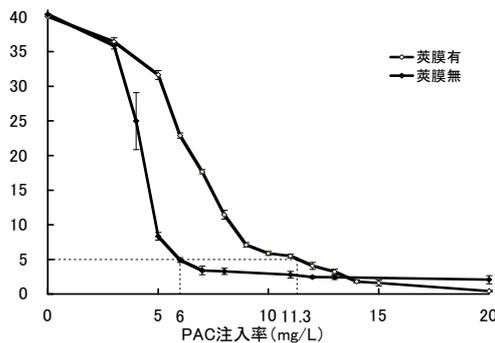


図 1 莢膜有無による *Microcystis* 細胞の凝集沈殿結果。

### (3) キトサンの凝集補助効果による凝集阻害の抑制

図 2 に PAC のみ添加の場合とキトサンと PAC を併用した場合の PAC 注入率の変化に伴う上澄水濁度変化を示した。PAC のみの添加の場合、原水を濁度 2 度以下にするために 60 mg/L の PAC 注入量を必要としたが、キトサン 0.5 mg/L と併用することにより、PAC 添加濃度を 5 mg/L まで低減させることができ、PAC の注入率を 95%削減することが可能であることが確認された。この実験によって、凝集阻害の原因となる藻類が原水中に存在した場合でも、キトサンの作用によって凝集阻害を軽減可能であることが示された。

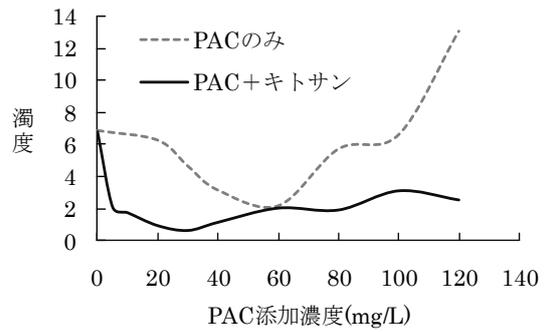


図 2 PAC およびキトサンの併用による凝集実験の上澄水の濁度変化

### (4) キトサンの併用凝集による汚泥量の変化

図 3 に PAC のみ添加の場合とキトサンと PAC を併用させた場合との、凝集沈殿後に発生した汚泥量の体積の変化を示した。PAC のみ添加の場合、汚泥量は  $212.4 \text{ mm}^3$  であったが、キトサンを 0.5 mg/L 併用させることで  $106.2 \text{ mm}^3$  にすることができ、汚泥量を 50%削減できると示された。キトサンの凝集補助効果によって、PAC 注入量を半分に削減できたことが、沈降汚泥量の削減につながったと考えられた。

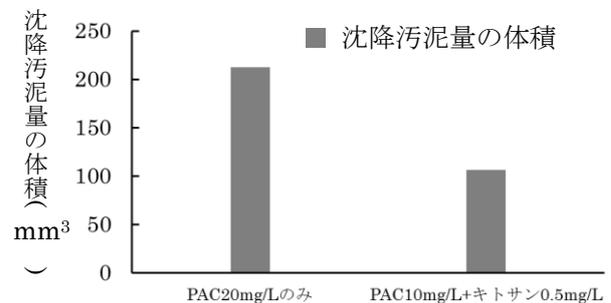


図 3 PAC およびキトサンの併用による凝集実験の沈降汚泥の体積の変化

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

Daisuke Sano, Shingo Ishifuji, Yuichi Sato, Yasutake Imae, Tomoko Takaara, Yoshifumi Masago, Tatsuo Omura, Identification and characterization of coagulation inhibitor proteins derived from cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*, Chemosphere, 査読有, 82, 2011, 1096-1102

Tomoko Takaara, Daisuke Sano, Yoshifumi Masago, Tatsuo Omura, Surface-retained organic matter of *Microcystis aeruginosa* inhibiting coagulation with polyaluminum, Water Research, 査読有, 44(13), 2010, 3781-3786

石藤慎吾、佐藤有一、今江泰貴、高荒智子、佐野大輔、真砂佳史、大村達夫、*Microcystis aeruginosa* 由来凝集阻害誘因タンパク質の同定, 水環境学会誌, 査読有, 33(6), 2010, 73-79

〔学会発表〕(計2件)

キトサンの凝集補助効果についての検討, 新妻樹典, 高荒智子, 2010年3月6日, 日本大学工学部

キトサンの凝集補助による藻類由来有機物の凝集効果, 薄井瞳, 高荒智子, 2010年3月5日, 東北工業大学香澄町キャンパス

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

高荒 智子 (TAKAARA TOMOKO)

福島工業高等専門学校・

建設環境工学科・助教

研究者番号：80455112