

N-4 部分浚渫法による浚渫底泥の新開発無機凝集剤を用いた資源利用型高速凝集脱水技術の開発

○青井 透^{1*}・小松達利²・吉川雅章²

¹群馬工業高等専門学校・環境都市工学科(〒371-0845群馬県前橋市鳥羽町580)

²NPOみずなみ(〒103-0027 東京都中央区 日本橋3-3-18富士八重洲ビル3F)

*E-mail: aoi@cvt.gunma-ct.ac.jp

1. はじめに

国内には無数の農業用ため池があるが、昨今農業用水路の整備が進展するとともに、耕作人口の減少や高齢化に伴い、従来慣行的に行われてきた“掻い掘り”のような定期的な浚渫が行われなくなり、多くの農業用ため池は、ヨシの侵入や流入土砂の堆積により、埋没の危機にある。ところがため池は、三面張りに変更された農業用水路と異なり、手付かずで放置されてきたために、動植物在来種の宝庫であったり水鳥の生息場所として、生態系保全の観点からは極めて重要な場所であり、今後は生態系を保全しながら、底泥浚渫などの機能整備が行われることが望まれている。

群馬高専では校内ため池を利用して、従来から特殊な水中攪拌ポンプを用いて底泥の一部を攪拌し、スラリー化して陸上に輸送し、ビニル・枝葉等のゴミと、沈砂・底泥に分離して回収することによる、資源循環型の底泥浚渫技術を開発¹⁾してきた。底泥を育苗土として利用することを目的に開発したプロセスなので、分離後の底泥の濃縮脱水には、凝集剤を使用せずに浮上ろ材のろ過濃縮と傾斜水路での重力脱水というプロセスで実証してきたが、この方法は開放型のために泥の取り扱いに難点があり、名刹の池や城址公園のお堀の浚渫などには景観上の問題から採用されにくい状況にあった。

ところが最近になって、ポリマーに匹敵する凝集力と凝集速度をもったペーパースラッジ系の無機凝集剤が新たに開発された²⁾³⁾ので、底泥を直接凝集ろ過脱水することで、作業環境が大幅に改善することが可能となった。そこで、実際に無機凝集剤による凝集試験を試みると、良好な凝集を示したので、この無機凝集剤“ジャスクリーン[®]”を用いて、校内にある農業用ため池を用いて連続運転を実施したところ、良好な結果が得られたので、回収した底泥の発芽試験や成分分析等を実施し、その成果を発表する。

2. 実験方法

1)プロセスの概要 台船上に懸垂したフロートポンプを写真1に示したが、この浚渫装置¹⁾は従来と同様である。全体フローシートを図1に示した。スクリーン・沈砂槽までは従来の機器を流用したが、浮上ろ材を充填した固液分離槽以降は使用を中止し、凝集攪拌槽(ID=0.6m, H=0.8m, V=230L, DT=2.3min)を設置するとともに、凝集泥を懸垂した複数のドンゴ

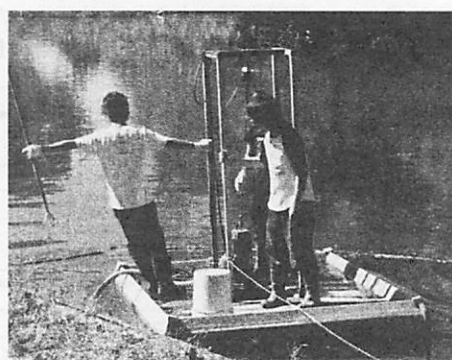


写真1 作業台船と攪拌ポンプ操作状況

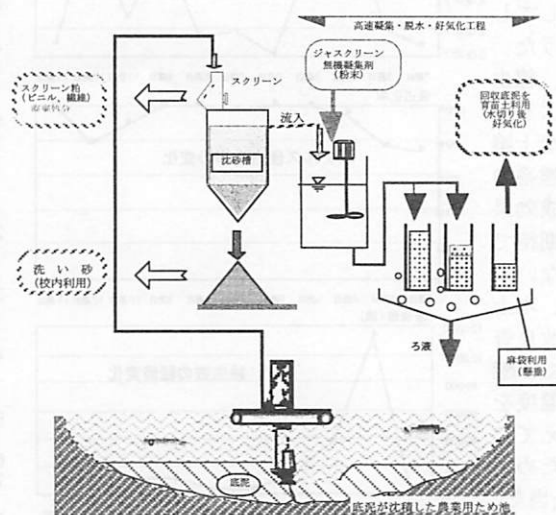


図1 底泥の部分浚渫と回収底泥高速脱水システムフローシート

ロス(麻袋: コーヒー豆等輸送用)に通液して、凝集ろ過を行った。内容物はそのまま放置し、自然脱水した。流入量は100l/minであり、スクリーン目幅は2mmである。写真2



写真2 スクリーン凝集ろ過装置全景 (右側の大きな矩形水槽は使用しない)

に運転中のシステム全景を示した。

2) 新開発無機凝集剤の概要 ペーパーラッジ系無機凝集剤として、(株)コーヤ・エコケミカルのジャスクリーンを使用した。この凝集剤は、従来の無機凝集剤に比較して、フロックの形成速度が早くフロック径が大きいため、固液分離が迅速なことで、pHが中性であるのが使用上大きな利点である。

3) 室内ジャーテスト 実際に浚渫し分離後の底泥を用いて、ジャスクリーンによるジャーテストを実施した。攪拌ポンプの撪泥濃度は1%~15%と幅があるので、高濃度の場合には希釈して実験に用いた。

4) 実機による浚渫底泥の成分と発芽試験 無機凝集剤を用いて凝集した底泥と、使用しないで乾燥した底泥を用いて、蛍光X線解析により元素分析を実施し、肥料取締法に定める植害試験に準拠して発芽試験を実施した。対照として市販の黒土を使用した。参考として、急速ろ過浄水(PAC)と緩速ろ過浄水(無薬注)の測定も実施した。

3. 結果及び考察

1) 室内ジャーテスト結果 粉末ジャスクリーン添加量を変化させて、ジャーテストした(攪拌時間5分、150rpm, 500ml ビーカー)ところ、添加量として試料DSに対して0.5%~1%程度の添加が適していることがわかった。次に添加率1%で、攪拌時間を変化させ、上澄水の濁度とSS濃度を測定した(表1)ところ、目視では攪拌時間が短いとやや白濁が見られたが、水質としては30秒以上の攪拌で大きな変化はなかったので、本凝集剤の凝集速度が非常に大きいことが確認できた(実証装置攪拌時間は2.3分)。

表1 無機凝集剤の攪拌時間と上澄水水質との関係

No.	攪拌時間	目視	濁度(度)	上澄水SS(mg/l)
1	15秒	やや白濁	12	20
2	30秒	やや白濁	7.7	19
3	1分	○	4.7	18
4	2分	○	4.6	15
5	3分	◎	4.4	19
6	5分	◎	3.3	23

凝集条件: ジャスクリーン0.1a, 試料500ml, SS=20300mg/l

2) 蛍光X線解析結果 各試料の蛍光X線解析結果を表2に示した。ジャスクリーンは、SとCaが多く含まれるが、Alの含有量は少なく、農業利用に支障のある成分は確認されなかった。無薬注の緩速ろ過とPAC凝集の急速ろ過浄水では、共に河川表流水を取水しているがAl成分が大きく異なることがわかる。ジャスクリーン使用有無のため池底泥で、成分に大きな違いは見られなかった。

3) 発芽試験結果 発芽試験は、内径11cm, 深さ6.5cmで底が塞がったノイパウエルポットを使用し、気温25度、照度3500luxの植物栽培器を用い明暗12時間で10日間実施した。小松菜20粒を播種し毎日発芽数を観察するとともに、10日後に上位7本ずつ採取し、葉長と湿重量を測定した。

表2 無機凝集剤及び各試験土の蛍光X線解析結果

項目	ジャスクリーン	ため池底泥	ため池底泥(無機凝集)	緩速ろ過土	黒土	急速ろ過土
Ti		1.6	1.5	1.2	2.0	0.9
V		0.1	0.1	0.1	0.1	0.0
Cr						
Mn		0.4	0.5	0.8	0.6	1.1
Fe	1.9	27.3	27.0	22.1	30.2	24.5
Ni						
Cu		0.2	0.2	0.1	0.1	
Zn		0.7	0.8	0.2		0.3
Rb				0.0		
Br						
Sr	0.4	0.2	0.2	0.1		0.2
Zr		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Nb						
Ag						
Ba			0.0	0.0	0.0	
Pb			0.1			
P		1.0	1.0		1.0	0.8
S	23.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.8
K		1.7	1.7	2.4	1.2	1.9
Ca	60.9	8.1	7.5	4.7	3.9	5.4
Na	5.1					
Mg			1.2			1.5
Al	5.3	14.3	14.2	11.9	20.2	25.8
Si	2.8	43.6	43.3	56.1	40.1	36.7
Cl						
Mo						
As						
Σ	100	100	100	100	100	100

注記: ジャスクリーンは今回使用した無機凝集剤の商品名

発芽速度を図2に示したが、発芽開始は黒土と緩速ろ過浄水士が最も早く、その後ため池泥の発芽速度が大きくなり、急速ろ過浄水士は最も遅れた。各試験土壌の平均葉長と湿重量を図1に示したが、対照の黒土よりも、ため池泥と緩速ろ過浄水士は成長が良好で、湿重量ではため池泥、また葉長では緩速ろ過浄水士が良好であった。発芽速度・成長量とも、浚渫土の場合、ジャスクリーン添加による影響は観察されず、写真3に示した写真でもわかるよう



1, 2: 黒土 3, 4: ため池底泥 5, 6: 同底泥無機凝集
7, 8: 緩速ろ過浄水士 9: 急速ろ過浄水士 (PAC)

写真3 各試験土壌の発芽試験（小松菜）

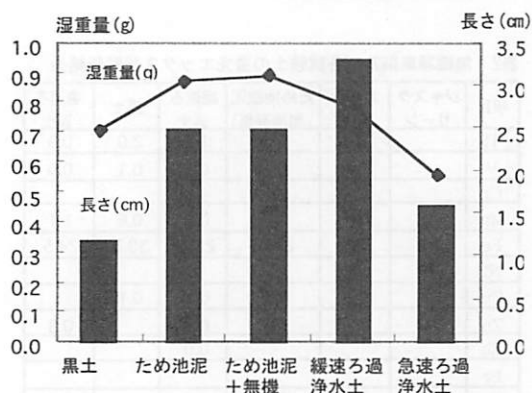


図1 各試験土壌での小松菜の成長量比較

に、無機凝集剤を加えた底泥のほうが、やや成長が旺盛のように見られた。この実験では、対照の黒土の生育がやや不良であったが、これは初期の水やり不足の影響が考えられる。また急速ろ過浄水士の発芽速度・成長量ともに低かったのはPACの影響と思われる。

4. まとめ

思わぬところで、新開発の無機凝集剤“ジャスクリーン”と遭遇することになり、従来の知見を大幅に更新する大きなカルチャーショックをうけた。というのは、無機凝集剤として候補にあげられるものは、浄水場で使用されるPAC、塩鉄、石灰やPSIであ

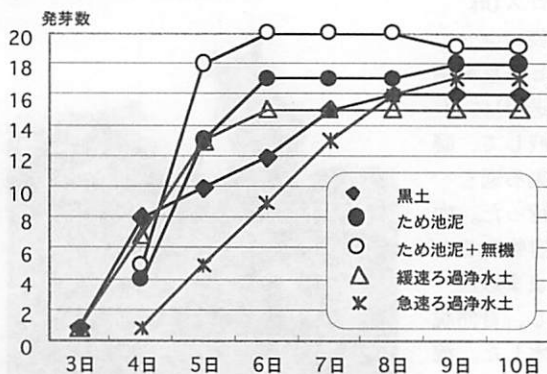


図2 各土壌による小松菜発芽試験結果

り、脱水機にかかるような大きなフロック形成は、不可能と思っていたからである。そこで実規模での試験を試みたわけであるが、予測を超える良好な成果が得られ、浚渫土の資源利用可能性は高くなった。

脱水機での適用試験も現在検討中であるが、脱水用カチオンポリマーを使用しないで、ジャスクリーンの凝集力だけで、脱水することは意外に難しく、フロック強度を要する多層円盤摺動式脱水機の適用は困難のようである。ところが簡易型のバキューム併用ベルトプレスでは、脱水可能である見通しがたちつつあり、この生態系保全型・資源循環型の部分浚渫法は、実用化技術に到達したと思われる。

ため池底泥には、畜産飼料由来のZn, Cuが多く含まれることが分かっている¹⁾が、Zn, Cuは成長促進剤であるので、育苗土に用いると既に述べたように丈夫な苗の生産が可能である。最近農薬汚染のニュースが多く報道されているが、処理処分に困っている“ため池”底泥から育苗土を製造する技術は、安価で本質安全な資源循環技術であるので、広く認知され活用されることを望んでいる。

謝辞

本実験で使用した“ジャスクリーン”はNP0みずなみより供給を受けた。また校内ため池での浚渫実験には、本研究所属の木村賢・古川斐人をはじめとする5,4年生及び専攻科生及び岸分析主任に協力頂いた。厚くお礼しあげる。

参考文献

- 1) 羽鳥 潤、青井 透、渡邊一樹、安田大介、田中祐介 (2006) 特殊水中ポンプとガラス発泡浮上材を用いたため池底泥の資源循環・生態系保全システム、土木学会第43回環境工学研究フォーラム講演集、Vol. 43, pp7-9
- 2) <http://www.koya-eco.co.jp/product/clean01.html>
- 3) 片倉徳男他(2008) ペーパーラジ系凝集固化剤を利用した底泥及び濁水の固液分離技術の開発、土木学会第63回年次学術講演会講演概要集(CD) 7-202