

# 諫早湾干拓中央遊水池の水質浄化試験結果 (凝集沈殿剤による浄化)

川井 仁、川口 勉、横瀬 健、石崎 修造、八並 誠、山口 仁士

## — Examination of water quality purification in flood prevention reservoir of Land reclamation in Isahaya Bay (Purification with coagulant)

Hitoshi KAWAI, Tsutomu KAWAGUCHI, Takeshi YOKOSE, Syuzou ISHIZAKI, Makoto  
YATSUNAMI and Hitoshi YAMAGUCHI

Key words : Suspended substance, Coagulant, Dissolved-air flotation

キーワード: 懸濁物質、凝集剤、加圧浮上

### はじめに

諫早湾干拓遊水池は干拓内の農業用地で利用された農業排水等を一旦貯留し、本明川に排出するために造られた人工の池である。遊水池に貯留された水は水位の上昇に伴い、排水機場を経て未処理のまま本明川へと排出されている。そのため遊水池からの排水は調整池の汚濁負荷の一因になっていることが指摘されている。また、アオコの発生もしばしば確認されており、遊水池の水質改善が求められている。このような水質状態の継続は突発的なアオコの大量発生を引き起こすことなど景観が損なわれることが想定される。そのため遊水池の水質を迅速に改善する方法を模索する必要がある。

本研究では、市販されている凝集剤 8 種類(粉末 5 種ならびに液体 3 種)を諫早湾干拓遊水池にそれぞれ適用した場合の効果をビーカーによる実験、メソコムによる現場実験、さらに大型水槽による現場実験によって検討を行い、凝集剤が遊水池の迅速な水質改善に有効である可能性が示唆されたので報告する。

### 検討方法

#### 1. ビーカーによる凝集剤の効果実験

遊水池の水質改善が期待できる凝集剤を選定するため、ビーカーを用いた室内実験を行った。3L ビーカー6 個に遊水池で採取した試料水をそれぞれ 2L ずつ注

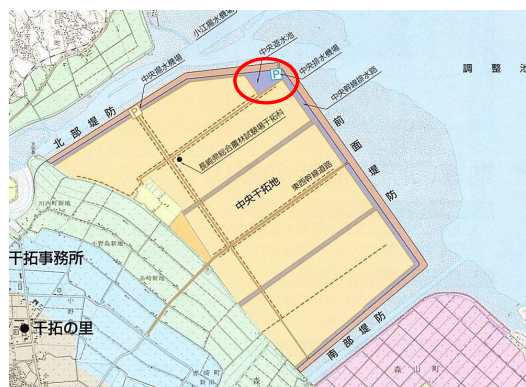


図1 諫早湾干拓遊水池

水し、マグネチックスターラーを用いて攪拌を行った。攪拌開始から5分後に5種類の粉末凝集剤(凝集剤1、2、3、4、5)をそれぞれ5個のビーカーに10gずつ投入し、残りのビーカー1個を対照とした。各ビーカーは凝集剤を添加してから5分後に攪拌を停止して静置した。静置してから1時間後に各ビーカー表面の試料水を採取して浮遊物質量(SS)を計測した。また、すべてのビーカーについて1時間後の状態を写真で記録し、目視による比較も行った。同様に各凝集剤について、5gならびに1gの場合について実施した。また液体の凝集剤である凝集剤6,7,8についてもそれぞれ5mLならびに

10mL の場合についても同様に検討を行った。

## 2. メソコスムによる現場実験

遊水池内にメソコスム(直径 2m、高さ 2m の円筒形の布で実験対象水域を筒状に区切り、閉鎖的な実験環境を創造するための道具:図2)4 基を設置し、それぞれ 1~4 とした(図3)。検討する凝集剤は 3 種類とし、それぞれ 1(対照)、2(粉末凝集剤 3)、3(粉末凝集剤 4)ならびに 4(液体凝集剤 8)とした。各メソコスムは設置したのち静置し、1 時間後に各メソコスムの表層水を凝集剤投入前の試料水として採水した。採水後、2~4 のメソコスムはメソコスムの中央で深度 0.5m の位置に家庭用水中ポンプ(10L/min)を垂下して作動させ、メソコスム内を静かに攪拌した。攪拌を開始してから 10 分後に各凝集剤を同時に投入した。各凝集剤の投入量はそれぞれ 1kg とした。水中ポンプは凝集剤を投入してから 10 分後に停止し静沈させた。静沈から 1 時間後に各メソコスム内の表層水を凝集した懸濁物が混入しないように採水し、凝集剤投入後の試料水とした。採水した試料水(投入前および投入後)は透視度、pH、水温、COD、T-N、T-P および SS について計測を行った。

## 3. 大型水槽による現場実験

大型水槽(容量 350L)による現場実験は 3 種の凝集剤(粉末凝集剤 3、粉末凝集剤 4 ならびに液体凝集剤 8)について検討を行った。大型水槽 2 基を遊水池付近の岸に設置し、遊水池の水をそれぞれ 200L ずつ注水した。遊水池の水を入れた後 30 分静置し、表層水を処理前の試料水として採取した。その後水面下 0.2m の位置で家庭用水中ポンプ(10L/min)を垂下して 10 分間攪拌を行った。攪拌を開始してから 5 分後に粉末凝集剤 3 100g をそれぞれの水槽に投入し、5 分後に攪拌を停止した。攪拌停止後、一方の水槽は 30 分間静置した後、表面に浮上している懸濁物を小魚用網(金魚網)で除去し、表層水を処理後の試料水として採取した。他方の水槽は攪拌停止後 30 分間加圧浮上を行った。加圧浮上後 30 分間静置し、同様に懸濁物を除去して表層水を処理後の試料水として採取した。同様の検討を粉末凝集剤 4 および液体凝集剤 8 についても実施した。また、加圧浮上のみについても検討を行った。



図2 メソコスムの実物写真

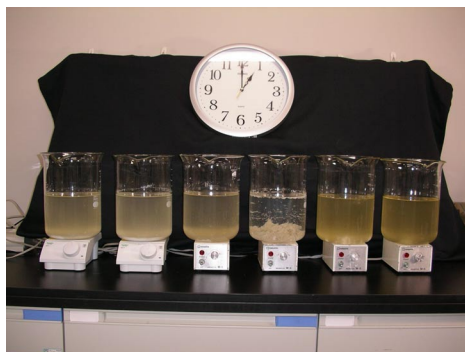


図3 メソコスムの設置写真(全景)

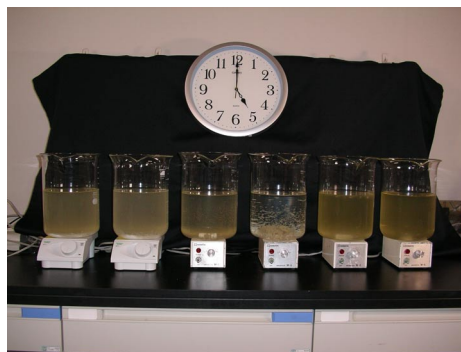
## 結果

### 1. ビーカーによる実験結果

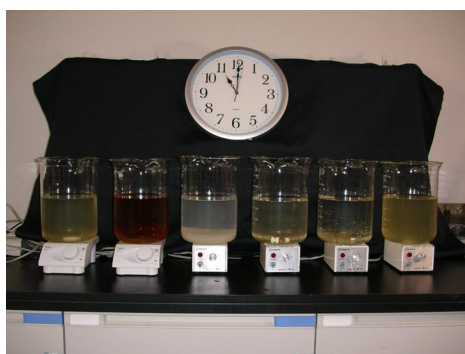
ビーカー実験による結果(写真)を図4に、目視による効果の結果を表 1 に示す。また、浮遊物質(SS)については図5に示す。粉末凝集剤 1 および粉末凝集剤 2 を投入した条件では投入量が 10g、5g あるいは 1g の場合すべてにおいて試料水は白濁して緑褐色が残っていた。粉末凝集剤 3 を投入した条件では 10g あるいは 5g の場合で試料水は白濁していたが、1g の場合は白濁せず透明になった。粉末凝集剤 4 を投入した条件ではいずれの投入量でも試料水は透明になった。粉末凝集剤 5 を投入した条件では 10g および 5g の場合ともに試料水が水飴状になった。故に粉末凝集剤 5 1g の条件では実施しなかった。液体凝集剤 6 および液体凝集剤 8 を投入した条件では 10mL よりも 5mL の場合の方がより透明になった。液体凝集剤 7 を投入した条件では



左から順に、凝集剤1 10g、凝集剤2 10g、凝集剤3 10g、凝集剤4 10g、凝集剤5 10gおよび対照



左から順に、凝集剤1 5g、凝集剤2 5g、凝集剤3 5g、凝集剤4 5g、凝集剤5 5gおよび対照



左から順に、凝集剤6 10mL、凝集剤7 10mL、凝集剤8 10mL、凝集剤3 1g、凝集剤4 1gおよび対照



左から順に、凝集剤6 5mL、凝集剤7 5mL、凝集剤8 5mL、凝集剤1 1g、凝集剤2 1gおよび対照

図4 各凝集剤投入1時間後の沈殿効果

表1 目視による各凝集剤の凝集効果結果

		1g		5g		10g	
		懸濁	色	懸濁	色	懸濁	色
粉末 凝集剤	1	×	×	×	×	×	×
	2	×	×	×	×	×	×
	3	○	△	△	×	×	×
	4	○	△	△	○	△	○
	5	—	—	×	×	×	×
		5mL		10mL			
		懸濁	色	懸濁	色		
液体 凝集剤	6	○	△	△	△		
	7	○	×	○	×		
	8	○	○	△	○		

○:良好、△:やや良好、×不良、—:未実施

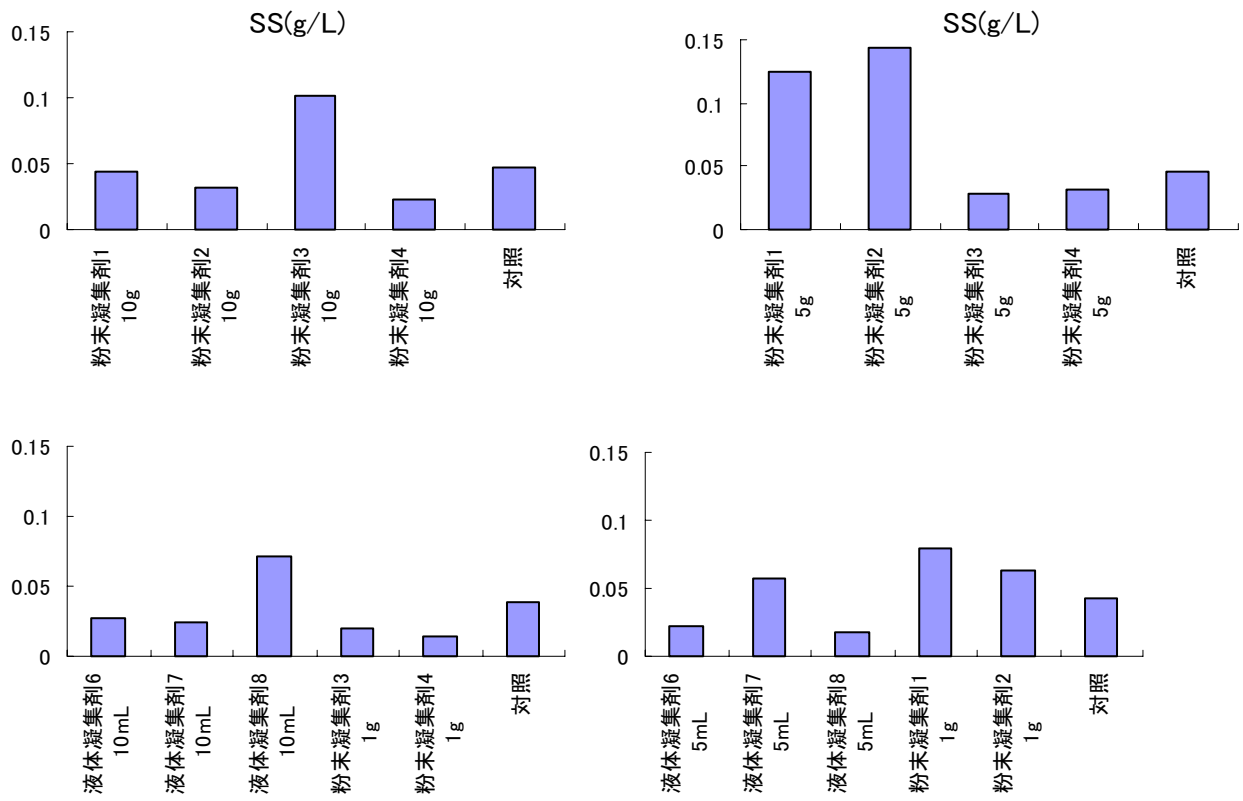
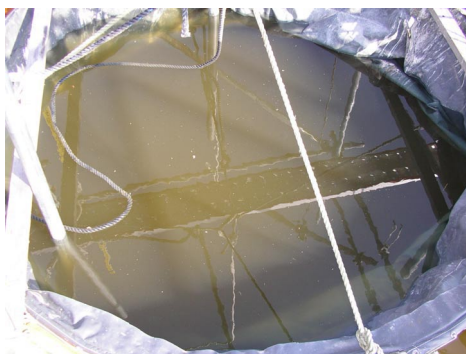
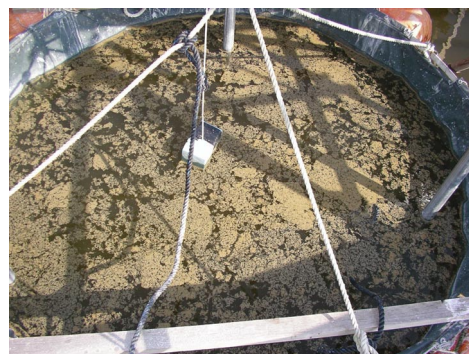


図5 ビーカー実験における各凝集剤投入1時間後の浮遊物質質量(SS)



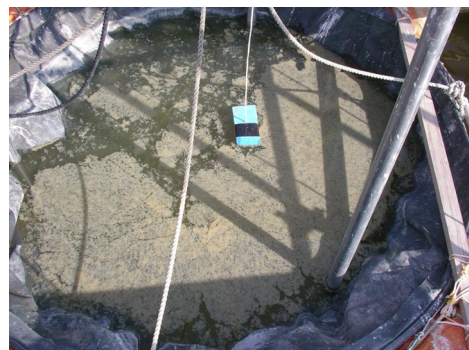
メソコスム1:対照



メソコスム2:粉末凝集剤3



メソコスム3:粉末凝集剤4



メソコスム4:液体凝集剤8

図6 各凝集剤投入1時間後のメソコスム内の状況

10mL および 5mL の場合ともに資料水が赤褐色になった。また SS の結果から対照の SS よりも低い値を示した凝集剤の条件は粉末凝集剤 1 10g、粉末凝集剤 2 10g、粉末凝集剤 3 5g および 1g、粉末凝集剤 4 10g、5g および 1g、液体凝集剤 6 10mL および 5mL、液体凝集剤 7 10mL ならびに液体凝集剤 5mL の場合であった。

以上のことから、景観を損なうことなく少量で効果が期待できる凝集剤として粉末凝集剤 3、粉末凝集剤 4 ならびに液体凝集剤 8 の 3 種を選定し、遊水池での現場実験を行うこととした。

## 2. メソコスムによる現場実験結果

メソコスム実験における凝集剤の効果は図6に示すように粉末凝集剤 3、粉末凝集剤 4 ならびに液体凝集剤 8 ともに褐色の懸濁物が生成されて浮遊していた。生成された懸濁物の大きさは粉末凝集剤 4 が最も大きく、ついで粉末凝集剤 3、最も小さかったのは液体凝集剤 8 であった。各水質項目の調査結果は凝集剤を投入する前と投入した後について図7に示した。SS に関しては粉末凝集剤 3 が投入前に比べて投入後の方が低かったが、粉末凝集剤 4 ならびに液体凝集剤 8 は投入後の方が

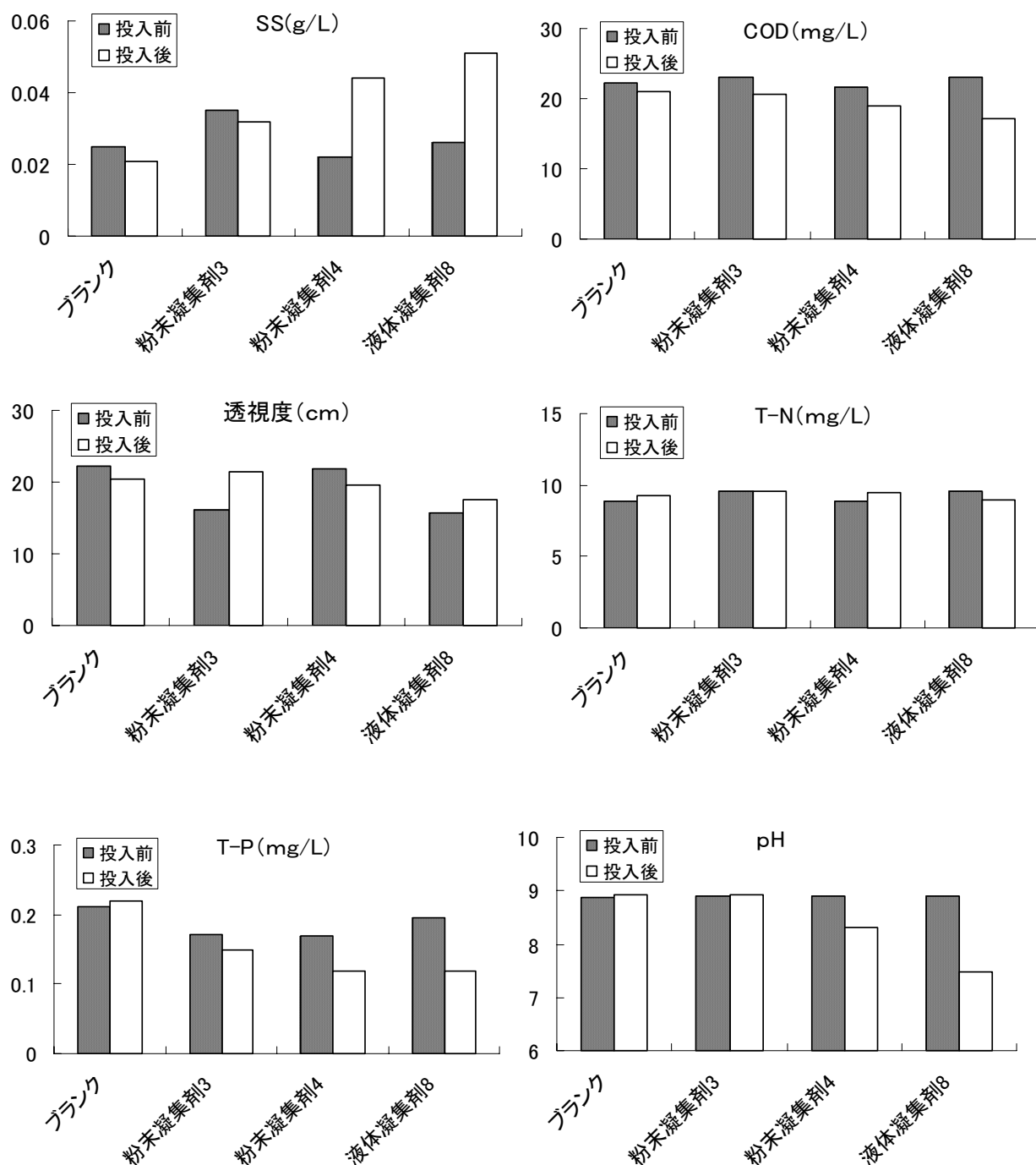


図7 メソコスム実験における各凝集剤投入 1 時間後の水質結果



粉末凝集剤3のみ



粉末凝集剤3 + 加圧浮上



粉末凝集剤4のみ



粉末凝集剤4+加圧浮上



液体凝集剤8のみ



液体凝集剤8+加圧浮上

図8 各凝集剤投入1時間後の大型水槽内の状況

高い値を示した。COD に関しては凝集剤 3 種ともに投入前に比べて投入後の方が低い値であった。透視度に関しては粉末凝集剤 3 と液体凝集剤 8 が投入後に高くなったが、粉末凝集剤 4 は低くなった。T-N に関しては凝集剤 3 種とも投入前後でほとんど差がなかった。T-P に関しては凝集剤 3 種ともに投入前に比べて投入後の方が低い値であった。pH に関しては粉末凝集剤 3 が投入の前後でほとんど差が見られなかったが、粉末凝集剤 4 は投入後に 0.5 程度、液体凝集剤 8 は投入後に 1.5 程度低くなった。

### 3. 大型水槽による現場実験結果

大型水槽実験における凝集剤の効果は図8に示すように粉末凝集剤 3、粉末凝集剤 4 ならびに液体凝集剤 8 ともに投入後は褐色の懸濁物が生成して浮遊しており、メソコスム実験の場合と同様の結果であった。一方、加圧浮上と組み合わせた場合は表層を覆うほど浮遊懸濁物質が多く見られた。

粉末凝集剤 3 で処理した場合の各調査項目の結果を図9に示す。透視度に関しては粉末凝集剤 3 のみの条件で処理前よりも処理後の方が高くなっており、加圧浮上を組み合わせた条件では処理前よりも処理後の方が 2 倍以上の高い値を示した。pH に関しては粉末凝集剤 3 のみの条件と加圧浮上を組み合わせた条件ともに

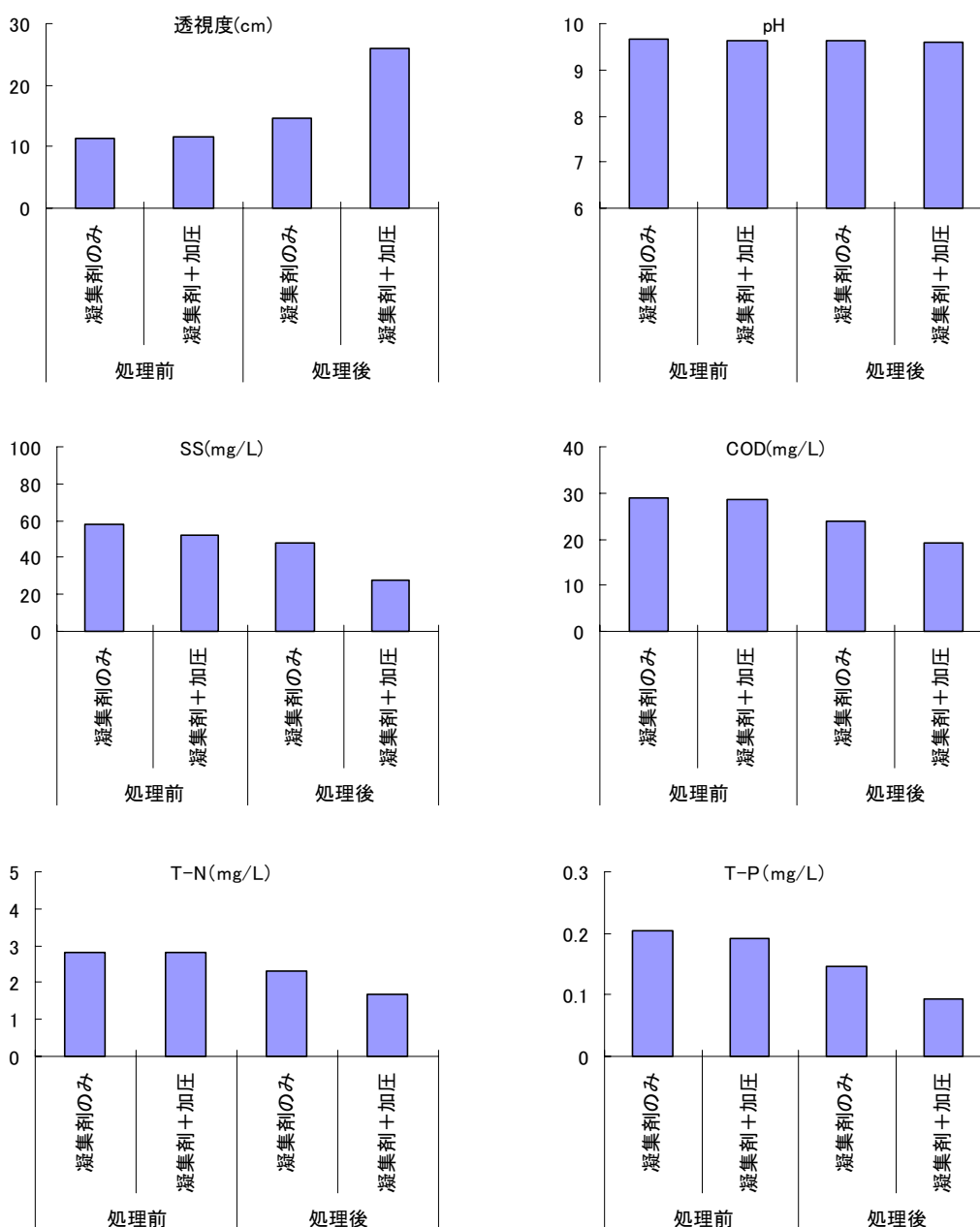


図9 粉末凝集剤3および加圧浮上による処理後の水質結果

処理の前後でほとんど変化がなかった。SS、COD、T-N および T-P に関しては粉末凝集剤 3 のみの条件でいずれの項目も処理前よりも処理後の方が減少し、加圧浮上を組み合わせた条件では粉末凝集剤 3 のみの条件よりもさらに減少することが確認された。

粉末凝集剤 4 で処理した場合の各調査項目の結果を図10に示す。透視度に関しては粉末凝集剤4のみの条件で処理前よりも処理後の方が減少し、加圧浮上を組み合わせた条件では処理後の方が高くなった。pHに関しては粉末凝集剤4のみの条件と加圧浮上を組み合

わせた条件ともに処理前よりも処理後の方が1程度低くなった。SSに関しては粉末凝集剤4のみの条件で処理前と比べて処理後の方が2倍程度高くなり、加圧浮上を組み合わせた条件では粉末凝集剤4のみの条件よりも低くなったが、処理前よりも処理後の方が高い値であった。CODに関しては粉末凝集剤4のみの条件で処理の前後でほとんど差がなく、加圧浮上と組み合わせた条件では処理前よりも処理後の方が減少することが確認された。T-Nに関しては粉末凝集剤4のみの条件と加圧浮上を組み合わせた条件ともに処理の前後でほとんど

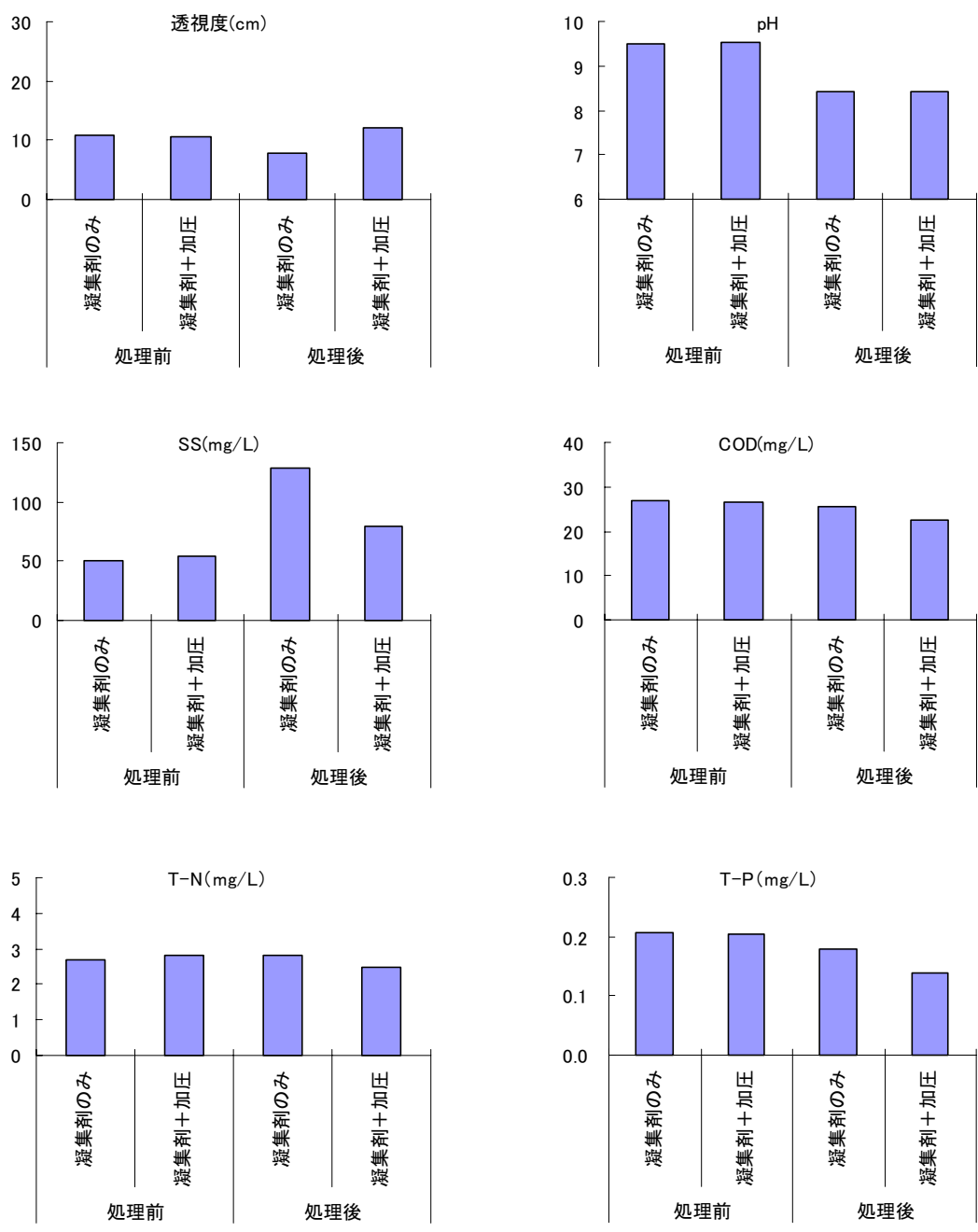


図10 粉末凝集剤 4 および加圧浮上による処理後の水質結果

変化がなかった。T-P に関しては粉末凝集剤4のみの条件で処理前よりも処理後の方が減少し、加圧浮上と組み合わせた条件では粉末凝集剤4のみの場合よりも減少することが確認された。

液体凝集剤8を処理した場合の各調査項目の結果を図11に示す。透視度に関しては液体凝集剤8のみの条件と加圧浮上を組み合わせた条件ともに処理前よりも処理後の方が低い値を示した。pH に関しては液体凝集剤8のみの条件と加圧浮上を組み合わせた条件とも

に処理前よりも処理後の方が 2 以上低い値を示した。SS に関しては液体凝集剤8のみの条件と加圧浮上を組み合わせた条件ともに処理前よりも処理後の方が高い値を示した。COD、T-N および T-P は液体凝集剤8のみの条件と加圧浮上を組み合わせた条件ともに各項目とも処理前よりも処理後の方が低い値を示したが、液体凝集剤8のみの条件と加圧浮上を組み合わせた条件とでほとんど差がみられなかった。

なお、加圧浮上のみの場合は処理前と処理後で



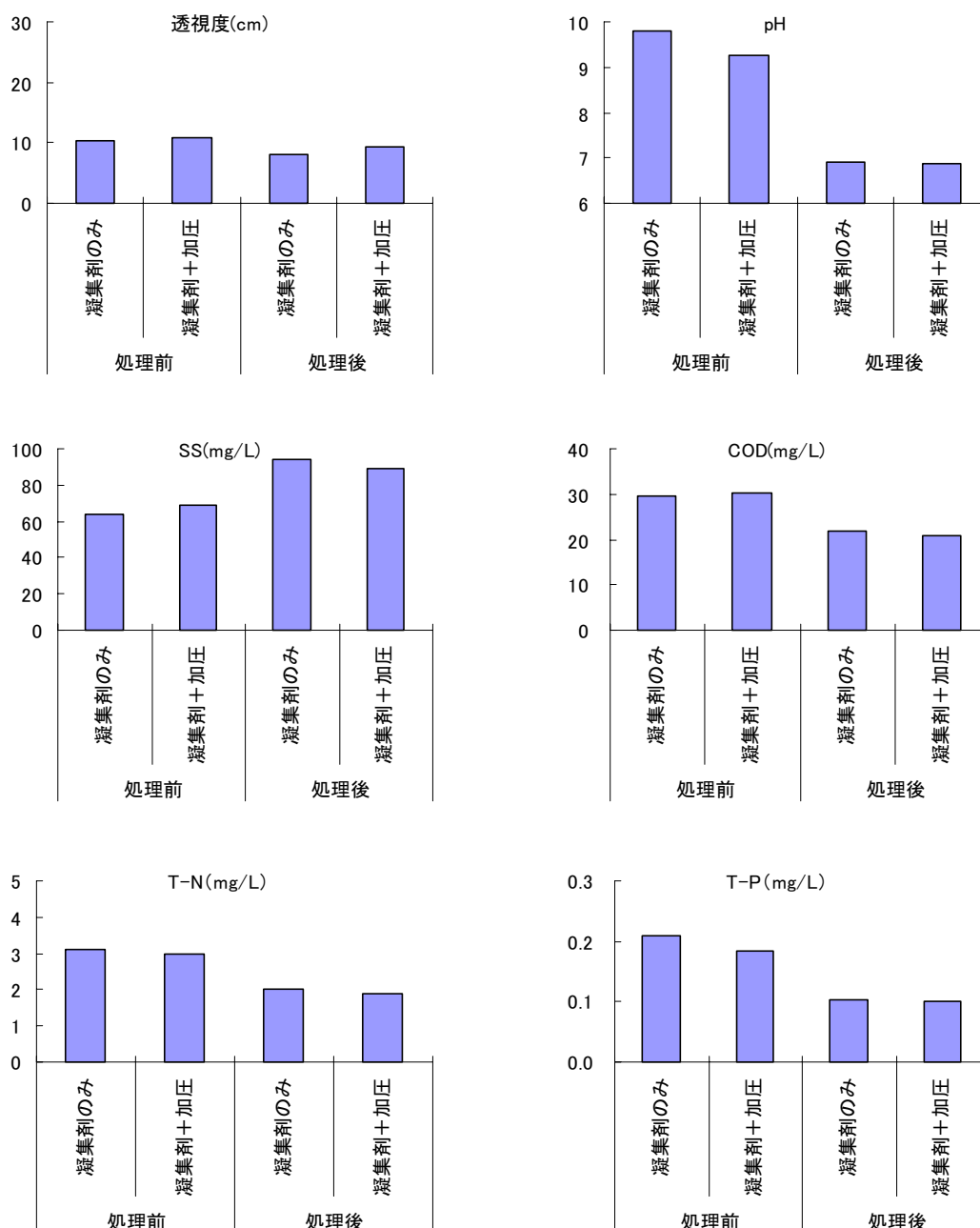


図11 液体凝集剤8および加圧浮上による処理後の水質結果

ほとんど差が見られなかった。

**考 察**

本検討は遊水池の水質を迅速に改善する方法として市販の凝集剤が有効であるか否かについて検討を行った。今回対象とした凝集剤は凝集剤1、2、3、4ならびに5の粉末凝集剤5種類と凝集剤6、7ならびに8の液体凝集剤3種の計8種類であった。

粉末凝集剤1ならびに2は長期的な使用によって効果が期待できる水質改善剤として利用されており、遊水

池の水に対するその凝集効果はビーカー実験の結果から既存の凝集剤に比べると弱いことが確認された。このことから遊水池の水質を迅速に改善する方法としては期待できないと判断し、遊水地での実験に供しないこととした。粉末凝集剤5は試料水に投入すると試料水全体が水飴状に固まったことから、遊水池の水質改善に有効でないと判断し、遊水池での実験に供しないこととした。液体凝集剤6と液体凝集剤8はアルミニウム系の凝集剤であることから、ビーカー実験でより効果が高いと確認された液体凝集剤7を遊水池での実験に供する

こととした。液体凝集剤7はビーカー実験で凝集効果を示したが、試料水が赤褐色に着色したことから、公共用水域での使用に適当ではないと判断し、遊水池での実験に供しないこととした。

粉末凝集剤3を用いたメソコスムならびに大型水槽による実験結果は処理前に比べて処理後の方がほとんどの調査項目で改善されていた。このことから粉末凝集剤3は遊水池の迅速な水質改善に有効であると考えられた。また pH は処理の前後でほとんど変化がなかったことから粉末凝集剤3を遊水池に適用した場合の pH への影響はほとんどないと考えられた。さらに、加圧浮上と組み合わせることによって、粉末凝集剤3単独の場合よりも良好な結果が確認されたことから、粉末凝集剤3と加圧浮上を組み合わせる方法は遊水池の水質を短期間でより効果的に改善できる可能性が示唆された。

粉末凝集剤4を用いたメソコスムならびに大型水槽による実験結果は COD と T-P で処理前に比べて処理後の方が低下していたが、SS は処理後の方が上昇していた。透視度は処理前よりも処理後の方が低下しており、pH も処理後に低下していた。このことから粉末凝集剤4を遊水池に適用した場合、COD や T-P への効果は期待できるが、透視度ならびに SS の結果から短期間で景観は改善されないことが考えられた。また、pH が低くなることから、遊水池内の生物への影響についても懸念された。加圧浮上を組み合わせた場合は粉末凝集剤4単独の場合とほとんど同様の結果であったことから粉末凝集剤4と加圧浮上を組み合わせても遊水池における水質改善効果は粉末凝集剤4のみを処理した場合と同程度であると考えられた。

液体凝集剤8を用いたメソコスムならびに大型水槽による実験結果は COD、T-N および T-P で処理前に比べて処理後の方が低下していたが、SS は処理後の方が上昇していた。pH は2以上低下していた。以上のことから液体凝集剤8を遊水池に適用した場合、COD、T-N および T-P への効果は期待できるが、SS の結果から短期間で景観は改善されないと推察された。さらに、pH が2以上低下していたことから、遊水池内の生物への影響が懸念された。加圧浮上を組み合わせた場合は凝集剤8単独の場合とほとんど同様の結果であったことから液体凝集剤8と加圧浮上を組み合わせても遊水池における水質改善効果は液体凝集剤8のみを処理した場合と同程度であると考えられた。

今回の検討結果から、遊水池における迅速な水質改善に最も適当であると予想される凝集剤は粉末凝集剤3であった。しかしながら、今回検討を行った凝集剤の効果は遊水池の水に対するの結果であり、他の水域での効果については改めて検討する必要がある。

最後に、液体凝集剤8などの凝集剤は一般的に排水処理施設のように使用した後、沈殿池で回収するなど公共用水域へは流出しないように使用されている。今後の課題としては、万が一遊水池で凝集剤を利用する場合は、生態系への影響を考慮した使用方法や使用した後の回収方法などの検討が必要であると考えられる。