

諫早湾干拓中央遊水池での汚濁負荷削減等試験結果(2012 年度)

川口 勉、石嶋 真樹子、東川 圭吾、玉屋 千晶

Study for Alleviation of Water Pollution in Flood Prevention Reservoir of Land Reclamation in Isahaya Bay

Tsutomu KAWAGUCHI, Makiko ISHIJIMA, Keigo HIGASHIKAWA, Chiaki TAMAYA

Key words: Isahaya Bay detention pond, land reclamation, water purification

キーワード: 諫早湾干拓、調整池、水質浄化

はじめに

諫早湾干拓調整池への水質汚濁負荷削減に向けた適用手法の一環として、調整池に排出される中央遊水池(以下、「遊水池」という。)において、各種手法を用いた水質浄化試験を実施してきたが^{1)~6)}、2011年度に引き続き、2012年度も継続して遊水池内に設置した浮島型植物植栽等設備での植物栽培試験を実施するとともに、遊水池水質調査等を実施したので、その結果について報告する。

研究内容及び調査方法

1 浮島型植物植栽等設備での植物栽培試験

(1) 浮島型植物植栽等設備

遊水池内での栽培については、2011年度に引き続き、遊水池内に設置した浮島型植物植栽等設備(図1)内において実施した⁵⁾。試験設備の設置場所を図2に示す。

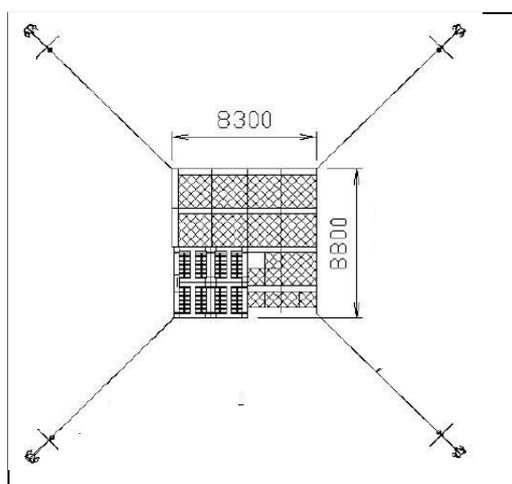


図1 浮島型植物植栽等設備平面図



図2 試験設備設置場所

(2) 供試植物

供試植物としては、2011年度に栽培開始した表1の植物のうち、試験途中で枯死したハマアザミ及びツワブキ、飼料植物であるソルガムを除き、2012年度も継続して栽培及び経過観察を実施した。

表1 供試植物

区分	栽培開始時期(2011年度)	
	夏季	冬季
抽水植物	シュロガヤツリ*	
湿性植物	ヒマガマ*、セキショウ*、カサスゲ*、ミソハギ*	
海浜植物	ハマアザミ、ツワブキ	
飼料植物	ソルガム	イタリアンライグラス*

注) *印は 2012年度も経過観察を実施した植物

(3) 栽培時期

2011年6月30日から遊水池内試験設備での植物栽培試験を開始した植物については、刈り取り後の栽培状況を確認するため、2012年度も継続して観察を行った。

また、2011年12月7日から遊水池内試験設備での植物栽培試験を開始したイタリアンライグラスについては、2012年5月10日まで遊水池での栽培を実施した。

(4) 調査方法

(i) 植物栽培試験

栽培期間における植物の成育度について、背丈等の推移により、遊水池における水耕栽培への適性を評価した。また、植栽設備内で優占する植物の遷移についてもあわせて調査した。

(ii) 植物体栄養塩類吸収量調査

遊水池内で栽培した植物の地上部を刈り取り、植物中に含まれる窒素、リン含有量、植物体の重量を測定した。植物の地上部について、107℃で24時間乾燥し、ミルで粉碎した後、窒素及びリン含有量について、2011年度と同様の方法で測定した⁵⁾。

2 遊水池現況調査

遊水池においては、2008年度から月1回水質調査を実施しているが、今後の遊水池内での水質浄化適用手法の開発の検討に資するため、2012年度は以下の調査を実施した。

(1) 停滞時水質調査

- ・調査地点: 地点①、②(図3)
- ※ 地点②は表層、底層(池底から50cm上)
- ・調査時期: 月1回(5~2月)
- ・調査項目: 一般項目及び栄養塩類等

(2) 排水負荷量調査

- ・調査地点: 地点①、②、⑥(図3)
- ※ 地点②は表層、底層(池底から50cm上)
- ・調査時期: 月1回程度
- ・調査項目: 一般項目及び栄養塩類等

(3) 底質調査

- ・調査地点: 地点③、④、⑤(図3)
- ・調査時期: 5、9、12月
- ・調査項目: 乾燥減量、強熱減量、COD、T-N、T-P、硫化物

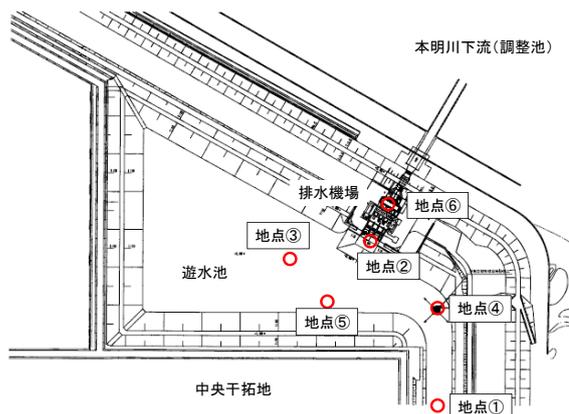


図3 遊水池内調査地点

結果と考察

1 植物による浄化試験

(1) 植物栽培試験

(i) 2011年度冬季栽培開始分

プランター方式栽培区画において、イタリアンライグラスの成育状況を調査した。食害の影響により2012年3月6日には平均背丈が4.6cmであったが、同年4月16日には31.5cm、5月10日には78.3cmと順調に成育した。

しかしながら、途中の食害によるダメージが深刻であり、2011年12月上旬~2012年3月上旬までの寒冷期成育量が少なかったことから、栽培開始時期を検討するなど食害対策をとる必要がある。

(ii) 2011年度夏季栽培開始分

リサイクルマット方式栽培区画において、2011年11月上旬に植物を全て刈り取った後、2012年3月頃に新芽が出てくるのか調査を実施した。試験設備での栽培試験の全体概況について、図4に示す。



図4 試験設備での栽培状況

2011年度に最も成育がよく、単位当たりの収穫量や栄養塩類回収量の点で優れていたシュロガヤツリについては、2012年3月末時点で新芽は確認できず、その後も経過を観察したが、最終的に根腐れをおこしていた。シュロガヤツリは越冬性があり、地上部は枯れたようになっていても、春になれば発芽することが知

られているが、今回の場合、回収量を多くしようとしたために、刈り取り位置が根茎から数 cm と通常より残存させる部位が少なかったことが1つの要因として考えられる。

今回の調査で最も順調な成育が見られたのはヒメガマであった。2012年3月6日に新芽がいくつか確認され、同年4月16日には平均背丈が35.9 cm、5月19日には114.0 cm、7月19日には207.8 cmとなり、全ての植栽植物の中で最も繁茂量が多かった。

セキショウについては2012年3月6日には18株中11株の新芽(平均背丈9.7 cm)が確認され、同年7月19日には平均背丈は30.7 cmとなった。また、このときの生残数は8株であり、周辺から運ばれてきた自生植物(以下、「周辺環境植物」という。)の方が繁茂量は多かった。

カサスゲについては2012年3月6日には18株中13株の新芽(平均背丈9.0 cm)が確認され、同年5月10日には平均背丈35.7 cm、7月19日には85.7 cmとなり、順調な成育が確認された。しかしながら、周辺環境植物の繁茂速度が上回ったこともあり、7月時点での生残数としては7株にとどまるなど、周辺環境植物の方が繁茂量は多かった。

ミンハギについては2012年3月6日には18株中13株の新芽が確認され、同年7月19日には平均背丈97.2 cmと順調な生育が確認された。植栽面積2 m²中、繁茂面積としては1.08 m²であり、同時期に栽培を開始したセキショウやカサスゲよりも繁茂し、7月中旬には紅紫色の花も確認された(図5)。しかしながら、単位面積当たりの生重量としては0.09 kg/m²と、周辺環境植物よりも少なかった。



図5 試験設備での栽培状況(ミンハギの花)

今回の栽培試験において、ヒメガマ等の大型抽水植物は平均背丈が2012年5月中旬に約1 m、同年7月中旬頃までには約2 mに達した。この頃には成育速度が落ち着いており、台風等による倒伏の可能性が高くなったため、7月19日にヒメガマ等の刈り取りを行った。なお、ヒメガマの5月10日刈り取り分(成育期間約2ヶ月)生重量が1.95 kg/m²、7月19日刈

り取り分(成育期間約4ヶ月)生重量が7.65 kg/m²であった。

その後、ヒメガマ等の抽水植物が再生したが、周辺環境植物も繁茂しており、これらの優占種としてはタカサブロウ(生重量0.61 kg/m²)、キク科植物(生重量0.54 kg/m²)、カヤツリグサ科植物(生重量0.24 kg/m²)の順であった。

(2) 植物体栄養塩類吸収量調査

刈り取り後のイタリアンライグラス、ヒメガマ、周辺環境植物のうち優占3種について、地上部の栄養塩類含有率調査を行った結果を表2に示す。

表2 栄養塩類含有量

植物種	刈り取り時期	水分 (%)	窒素含有量 (%・dry)	リン含有量 (%・dry)
イタリアンライグラス	4月	79.3	1.04	0.23
ヒメガマ	5月	89.0	2.33	0.29
ヒメガマ	7月	83.9	1.73	0.26
タカサブロウ	9月	71.9	2.15	0.24
キク科植物	9月	77.1	1.64	0.17
カヤツリグサ科植物	9月	83.6	2.21	0.21

2011年度の試験結果をあわせると、遊水池において、ヒメガマ(抽水植物)、シュロガヤツリ(湿地性植物)、ソルガム(飼料作物)等を栽培した場合、栽培植物(刈り取り部位)中の窒素含有量は0.37~2.33 %・dry、リン含有量は0.08~0.29 %・dryであり、流域からの窒素、リン回収量は繁茂量に左右されることが分かった(表3)。

表3 浮島栽培植物結果(2011~2012年度)

植物種	刈り取り時期	窒素含有量 (%・dry)	リン含有量 (%・dry)	生重量 (kg/m ²)
ヒメガマ	1年目11月	1.84	0.22	0.78
シュロガヤツリ	1年目11月	1.47	0.17	2.33
ソルガム	1年目11月	0.37	0.08	2.07
イタリアンライグラス	2年目4月	1.04	0.23	0.99
ヒメガマ	2年目5月	2.33	0.29	1.95
ヒメガマ	2年目7月	1.73	0.26	7.65
タカサブロウ	2年目9月	2.15	0.24	0.61
キク科植物	2年目9月	1.64	0.17	0.54
カヤツリグサ科植物	2年目9月	2.21	0.21	0.24

なお、ヒメガマにおいては、6月下旬に試験設備に植物を導入した1年目と比較して、3月上旬から自生した2年目の方が窒素・リン回収量は向上しており、栽培植物の導入時期を成長開始早期にあわせるよう検討する必要がある。

浮島関連業者の事例では、水域内の直接浄化においては対象水域の5~10%となるように植栽浮島を設置することから、対象水域を23,000 m²とし、その10%である2,300 m²分の植栽浮島を設置することを前提に試算を行った。その結果、植栽浮島2,300 m²にヒメガマ等の抽水植物を9株/m²との栽培密度で栽培し、7月下旬に抽水植物を、10月上旬に周辺環境植物も含めて刈り取りを行った場合、除去量はT-N 68 kg/年、T-P 9.3 kg/年と計算された。

2 遊水池現況調査

(1) 停滞時水質調査

遊水池における2008~2012年度の定期モニタリング調査結果のうち、年平均濃度を表4に示す。

表4 遊水池年平均濃度(停滞時)

年度	溶存態 COD		溶存態 T-N		溶存態 T-P		SS (mg/L)
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	
2008	15	24	2.7	4.0	0.058	0.25	94
2009	16	24	3.3	4.7	0.13	0.35	93
2010	15	23	4.6	5.5	0.14	0.31	83
2011	14	24	3.8	5.1	0.12	0.37	83
2012	15	24	4.6	5.7	0.32	0.58	77

調査開始後5ヶ年の年間平均値はCOD 24 mg/L、T-N 5.0 mg/L、T-P 0.37 mg/Lであった。2012年度の年間平均値はCOD 24 mg/L、T-N 5.1 mg/L、T-P 0.37 mg/Lと、CODは例年と同程度、T-N及びT-Pは若干高めの数値で推移した。

(2) 排水負荷量調査

遊水池に集合する排水については、新干拓地内の畑地を通過した浸透水が集合したものであり、排水操作により調整池へ排出される。自動ポンプ1台、手動ポンプ3台の能力及び稼働時間から、排水量を推定することができるが、これらの記録をもとに遊水池から調整池への月別排水量を計算した結果について、図6に示す。

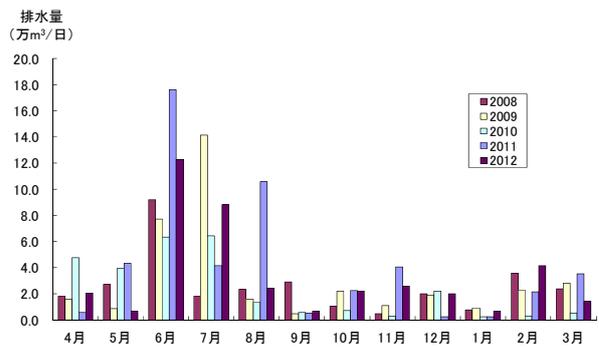


図6 遊水池から調整池への月別排水量

年度ごとに排水ピーク月は異なるが、例年6~8月の排水量が年間排水量の約40~60%を占めており、年間の排水日数は約95日であった。

2012年度の場合、年間排水量から遊水池からの平均排水量は3.32万m³/日、過去5ヶ年の平均としては3.1万m³/日であった。2011年度は8月排水量が例年より突出して多く、6~8月の排水量が約64%、平均排水量が4.18万m³/日と例年より非常に排水量が多かったが、2012年6~8月の排水量は年間排水量の約47%であり、例年とはほぼ同様の傾向を示した。

2011年度及び2012年度に実施した年9回の排水時採水調査結果を加味した遊水池排水時平均水質について、表5に示す。

表5 遊水池排水時平均水質

年度	溶存態 COD		溶存態 T-N		溶存態 T-P		SS (mg/L)
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	
2011	14	28	5.8	7.7	0.20	0.57	160
2012	15	27	5.8	7.0	0.36	0.78	220

表4と比較すると、排水時の水質データを反映させた場合の方が数値は全体として高くなっていた。

また、排水量が多くなる梅雨時期前後にT-Pや溶存態T-Pが増大していることが分かった(図7)。

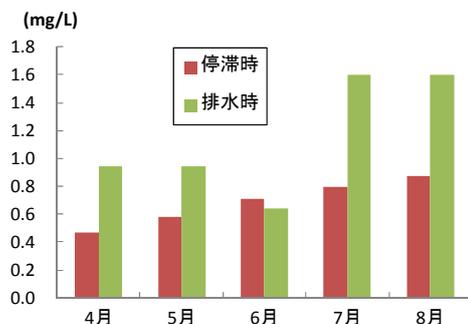


図7 梅雨時期前後の遊水池T-P

従前、遊水池停滞時の各月の濃度と月別平均排水

量の積から各月別の排水負荷量を求め、これらの平均値から、遊水池からの排水負荷量として算出していたが、2011年度及び2012年度に実施した年9回の排水時採水調査結果を加味した排水負荷量を算出した(表6)。

表6 遊水池排水負荷量

COD(kg/日)		T-N(kg/日)		T-P(kg/日)	
全量	溶存	全量	溶存	全量	溶存
777	409	193	147	23.9	12.3

排水時の水質調査を加味した場合、従前の算定方法と比較して、COD排水負荷量1.2倍(溶存態0.96倍)、T-N排水負荷量1.2倍(溶存態も同様)、T-P排水負荷量2.0倍(溶存態1.9倍)であった。

(2) 底質調査

遊水池の底質調査結果を表7に示す。

表7 底質調査結果(2012年度)

日時	場所	乾燥減量 (%)	強熱減量 (%)	COD (mg/g ·dry)	T-N (mg/g ·dry)	T-P (mg/g ·dry)	硫化物 (mg/g ·dry)
5月 29日	地点③	62.6	9.1	24	1.8	0.79	1.06
	地点④	50.1	6.3	19	1.1	0.47	0.67
	地点⑤	65.2	10	28	2.3	0.94	0.94
9月 26日	地点③	62.2	8.5	22	1.0	0.68	0.77
	地点④	43.5	4.9	14	0.81	0.70	0.25
12月 19日	地点③	61.1	8.0	24	1.5	0.62	0.87
	地点④	46.3	6.9	18	1.4	0.83	0.13
	地点⑤	65.1	11	33	2.9	1.1	0.79

表7によると、幹線排水路流入口近くで水深が浅くなっている地点④よりも、湖心付近である地点③や水が停滞しやすい地点⑤の方が年間を通して数値が高くなっている。

また、2011年8月の結果と比較では、CODは全体的に約2倍と高くなっているほか、前年とほぼ同様の傾向を示している。

まとめ

2012年度も2011年度に引き続き、遊水池内に設置した浮島型植物植栽等設備において植物栽培試験を実施し、生育状況の確認を行ったが、複数年栽培を考慮した場合、ヒメガマが最も繁茂量が多く、窒素・リン吸収効果も大きいことが分かった。植栽浮島を設置する場合の留意点を検討し、汚濁負荷削減効果について算出した。植栽浮島2,300m²にヒメガマ等の抽水植物を9株/m²との栽培密度で栽培し、7月下旬に抽水植物を、10月上旬に周辺環境植物も含めて刈り取りを行った場合、栄養塩類除去量はT-N 68kg/年、T-P 9.3kg/年と計算された。

また、排水負荷量調査や底質調査等を通じて、遊水池における水質特性や水質浄化適用手法を検討するうえで考慮すべき事項について、別途「水質浄化と資源循環利用技術ガイドライン」の一部として整理した。今後、遊水池及び流域での水質浄化対策を検討するうえでも有効活用が期待される。

参考文献

- 1) 川口 勉, 他: 諫早湾干拓中央遊水池の水質浄化試験結果, 55, 64~68, (2009)
- 2) 石崎修造, 他: 諫早湾干拓中央遊水池の水質浄化試験結果, 55, 69~72, (2009)
- 3) 川井 仁, 他: 諫早湾干拓中央遊水池の水質浄化試験結果, 55, 73~82, (2009)
- 4) 川口 勉, 他: 諫早湾干拓中央遊水池の汚濁負荷削減等試験結果(2010), 56, 49~55, (2010)
- 5) 川口 勉: 諫早湾干拓中央遊水池での汚濁負荷削減等試験結果(2011), 57, 48~53, (2011)
- 6) 縣 和一, 他: 水面利用の植物栽培 水質浄化と水辺の修景 - 無土壌水面栽培法による新しい展開 -, (2002)