

諫早湾干拓中央遊水池の水質浄化試験結果(植物による浄化)

川口 勉、川井 仁、八並 誠、石崎 修造、山口 仁士

Examination of Water Quality Purification with plant cultivation in Flood Prevention Reservoir of Land Reclamation in Isahaya Bay

Tutomu KAWAGUCHI, Hitoshi KAWAI, Makoto YATSUNAMI,
Syuzo ISHIZAKI and Hitoshi YAMAGUCHI

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

キーワード: 諫早湾干拓、調整池、植物栽培、水質浄化

はじめに

平成 20 年度に諫早湾干拓調整池水質浄化に向けた先行試験を実施したが¹⁾、平成 21 年度も引き続き、生物手法として植物を利用した水質浄化法に関して、調整池に隣接する遊水池で試みたので、その結果について報告する。

研究内容及び調査方法

1 栽培植物の選定

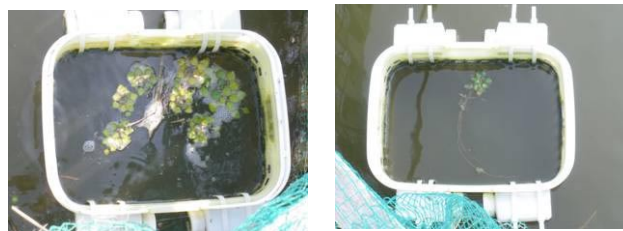
(1) 夏期の栽培植物

平成 20 年度は、夏期の植物としてヒシ、スイレン、ウォーターポピー、ハス、ウォーターマッシュルーム及びテラスライムの栽培試験を実施した。このうちハスについては、平成 20 年度の栽培開始後 1 ヶ月以内に葉が全て枯れ落ち、その後、春先に土中の球根を確認したところ、根腐れを起こしていたことが判明したため、遊水池の環境には適していないと判断し、平成 21 年度は栽培対象から除外した。

なお、ヒシについては前年度に実施した調査結果では、栽培開始後 2 ヶ月後に枯れ落ちたが、ヒシの実ができるなど現地での定着が期待される部分もあった¹⁾。しかしながら、遊水池に付設された排水機場の排水操作に伴う水位変動が最大 1.5 m あることが観測されており、遊水池の底泥に根を定着させることが困難であること、栄養塩類の除去のためには枯れ落ちる前にヒシの葉を回収しなければならぬという課題があった。また、水位変動に対応しながら水上で浮葉植物を栽培し、かつ、その流出防止を図るためには囲いのある浮体を使用する必要があるが、葉を横に拡げていくタイプはそれだけ大きな囲いを必要とするため、栽培上の制約が大きい。遊水池内の木柵内の底泥に

はヒシの実が多数落ちていたと思われたため、平成 21 年度も引き続き観察を行ったが、木柵内においてはヒシの成育は確認できなかった。また、泥を入れた浮式のカゴにヒシの実を入れて越冬させたものについては、平成 21 年 4 月 28 日に発芽を確認し、一旦はそのまま順調に成育するかに見えたが、6 月下旬になるとほぼ全て枯れ落ちてしまった(写真1)。

以上のことから遊水池のような環境下での成育には不適と判断し、栽培対象から除外することとした。



a) 平成 21 年 5 月 9 日

b) 同年 6 月 15 日

写真 1 ヒシの栽培状況

一方、植物を利用した水質浄化法においては、浄化に使用した植物の回収法と、回収した植物体(バイオマス)の有効利用法の確立が課題とされており、バイオマスエネルギーとしての利用のほか、回収したバイオマスをできるだけ加工することなく食料や飼料又は花きとして利用できるように植物を水質浄化に用いる試みがなされている^{2),3)}。

これらのことを踏まえ、平成 21 年度については、平成 20 年度に供した植物のほか、鑑賞植物として、シュロガヤツリ、アップルミント、カラー、飼料植物として、さつまいも、とうもろこし及びソルガムを追加した。これらのうち、シュロガヤツリ、アップルミント及びカラーについては、平成 15 年度に農業集落排水処理施設の処理

水を用いて実施した水質浄化試験において、長崎県の自然条件下で水質浄化に利用可能な園芸植物の可能性が示唆されており⁴⁾、今回実験に供することにした。

また、植物を利用した水質浄化法を検討するうえで、植物の選定と栽培方法が重要となるが、これらの検討にあたって、大阪大学が開発し、インターネット上に公開している「水質浄化に利用可能な植物データベース」^{2), 5)}を参考にした。このデータベースによると、ソルガム、イタリアンライグラス等の飼料作物については、窒素除去速度やリン除去速度が比較的高いものが多い。また、とうもろこしやさつまいもについては水面栽培用植物に適している植物であるという報告もなされている³⁾。ソルガム及びとうもろこしについては長崎県における夏期の主要飼料作物であり、さつまいもについては平成20年度の調査結果、同じヒルガオ科であるテラスライムの育成とその塊茎(いも)の形成が確認された¹⁾ことから、今回実験に供することにした。

表1 供試植物(夏期)

区分	植物名
浮葉植物	スイレン
	ウォーターポピー
	ウォーターマツシュルーム
観賞植物	シュロガヤツリ
	テラスライム
	アップルミント
	カラー
飼料植物	ソルガム
	とうもろこし
	さつまいも

(2) 冬期の栽培植物

冬期の植物としては窒素除去速度やリン除去速度が比較的高いといわれている^{2), 5)}イタリアンライグラスを選定した。なお、品種については早生種であるタチワセと中生種であるタチムシャを選定した。

2 植物の設置方法について

ソルガム、とうもろこし及びイタリアンライグラスについては種から栽培したポット苗を、さつまいもについてはいもづるから栽培したポット苗を、これら以外の植物については市販のポット苗を使用した。

栽培した植物については直径約2mのメソコスム(閉

鎖実験系)で水質浄化能確認試験を行うこととしているが、このメソコスム内での栽培が可能な容器として、塩ビパイプで作製した浮体に栽培容器を2個ずつセットした浮力体(約36cm×24cm)を用意した。栽培容器に入れたボラ土にポット苗を植え込む形で植物をそれぞれ固定した。

浮葉植物については葉が水面に浮く高さ、観賞植物については土面が水面から15cm程度、飼料作物のうちイタリアンライグラスについては土面が水面から20cm程度、これ以外については水面から30cm程度になるように調整した(図1及び写真2)。

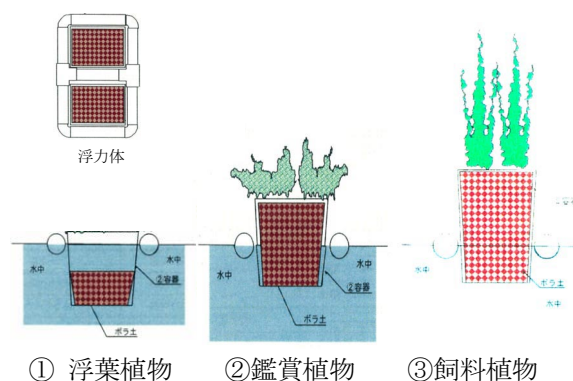


図1 植物栽培方法断面図



写真2 植物の設置方法

3 調査内容

(1) 植物栽培試験

夏期については平成21年6月5日から陸上での育苗を開始し、7月21日から遊水池内での栽培を開始した。観賞植物及び飼料植物については陸上(環境保健研究センター)での対照栽培試験も実施した。

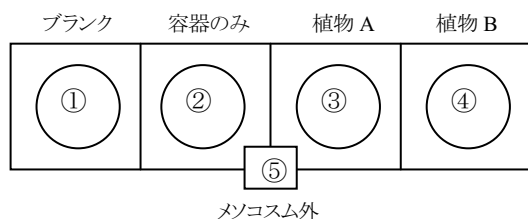
冬期については11月9日に播種し、平成22年1月5日に栽培容器に植え替えした後、1月20日から遊水池内での栽培を開始した。

なお、植物の成育度については、背丈や葉数等で判断することとした。

(2) 植物による水質浄化能確認試験(夏期)

植物栽培試験の結果、成育がよかった植物を選定

し、これらの浄化能力を定量的に把握するための設備として、遊水池内でメソコスム(閉鎖実験系)試験を実施した。



調査期間:平成 21 年 9 月 25 日～10 月 2 日

平均水深:50～60 cm

調査項目:pH、透視度、DO、SS、COD、T-N、T-P

結果と考察

1 植物栽培試験

(1) 夏期の栽培植物

遊水池での生育を平成 21 年 7 月 21 日から開始したが、7 月 24～25 日の大雨に伴い、これまでの観測最高水位よりもさらに高い水位(水位:-1.5 m)まで上昇したため、一部の容器が流出・転覆してしまった。その後も水位上昇による不具合が見られたことから、飼料作物の栽培についてはパイプイカダに栽培容器を装着させる方式(写真3)に切り替えることとした。

また、流出した植物の代替品に関して、スイレン、カラー及びシュロガヤツリについては 8 月 12 日に再度遊水池内での栽培を開始した。



写真 3 飼料植物栽培用パイプイカダ(夏期)

今回栽培対象とした植物中、平成 21 年 9 月 24 日時点で比較的生育がよいと判断されたものは、ソルガム、シュロガヤツリ、ウォーターポピー、テラスライム、アップルミントであった(写真 4)。

これらのなかでも、特にソルガム、シュロガヤツリについては栽培開始時と比較して背丈の伸びが大きく、テラスライム、ウォーターポピーについては葉数が増加していた。

なお、さつまいもについては、8 月 30 日頃までは葉やつるの成長が確認できていたが、9 月 24 日時点で葉が枯れ始めていたため、メソコスム試験には供しなかった

が、水面上のボラ土部分に塊茎(いも)が形成されていた(写真 5)。さつまいもは水耕栽培にも適しているが、水中ではいもを形成しないとされており³⁾、地上部の葉や茎の育成だけでなく、いもの形成まで目的とするのであれば、地上部に水はけがよい場所を用意する必要がある。



左側:平成 21 年 7 月 21 日 右側:同年 9 月 24 日

(注)左側のうちシュロガヤツリは 8 月 12 日

写真 4 植物の生育状況(その 1)



左上側:平成 21 年 8 月 30 日、右側:同年 9 月 24 日

写真 5 植物の生育状況(その 2)

次に、スイレン、ウォーターマッシュルーム、カラー及びとうもろこしの生育状況について写真 6 に示す。

スイレンについては平成 20 年度に引き続き栽培試験

を行ったが、遊水池の環境にあわせて葉が入れ替わっていくなど、葉の成育自体には特段の支障がないものと判断される。このため、水面に葉を浮かべることができるような広大なスペースが確保できれば成育自体は可能と考えるが、今回の試験期間においてはスイレンの花が咲くことはなかった。

ウォーターマッシュルームについても平成 20 年度に引き続き栽培試験を行ったが、陸上部を高くとりすぎたためか今年度は成育不良となった。水位が適切であれば成育自体は可能と考えられる。

カラーについては、通常の陸地での開花時期が 6~7 月とされており、花は確認できなかったが、周辺に障害物がないような池上で植物栽培を行う場合は、カラーなどのように直射日光や風に比較的弱い植物については適していないものと考えられる。

とうもろこしについては、背丈は低いなりに穂までは出たが結実には至らなかった。飼料植物については、水田転作を行う場合の地下水位の目安が示されているが、とうもろこしは 40 cm 以下と耐湿性は弱く、ソルガムは 30 cm 以下と耐湿性はやや弱いとされている⁶⁾。今回水上で栽培を行ったソルガムととうもろこしを比較するとソルガムの成育度がよかったのは、耐湿性の違いが要因として考えられる。



左側:平成 21 年 7 月 21 日 右側:同年 9 月 24 日

(注)左側のうちスイレン、カラーは 8 月 12 日

写真 6 植物の生育状況(その 3)

(2)冬期の栽培植物

遊水池での栽培を平成 22 年 1 月 20 日に開始した。夏期の飼料作物の場合と同様、パイプイカダに栽培容器を装着させる方式での栽培を行った(写真7)。



右:平成 22 年 1 月 26 日 左:同年 3 月 30 日
写真7 飼料植物栽培用パイプイカダ(冬期)

この結果、イタリアンライグラスの背丈の伸びが最大 6 cm/週(前週比最大 20%増)を記録したが、陸上で栽培したものと比較すると生育時期に遅れが見られた(図 2)。これは、陸上で栽培するのと比較して水上で栽培する場合は水温の影響を受けやすいこと、遊水池の周辺には障害物がなく、風の影響を受けやすいといったことがあげられる。成育状況としては、イタリアンライグラスの葉の色は、陸上のものよりも薄く、やや細いといった傾向が見られた。水田転作を行う場合の地下水位の目安として、イタリアンライグラスの耐湿性に関してはやや強く、10 cm 以下とされていることから⁶⁾、水上での栽培には比較的適しているものと考えられたが、栽培時期の遊水池の塩化物イオンは約 2,000 mg/L を観測することもあり、塩化物イオンの影響を受けていることが考えられる。

また、イタリアンライグラスの品種による生育度の違いは見られなかった。

なお、水上栽培でのイタリアンライグラスの成育は 3 月末時点で継続していたことから、4 月以降もそのまま遊水池での成育試験を続行することとし、平成 22 年度にメソコスム試験を行うこととした。

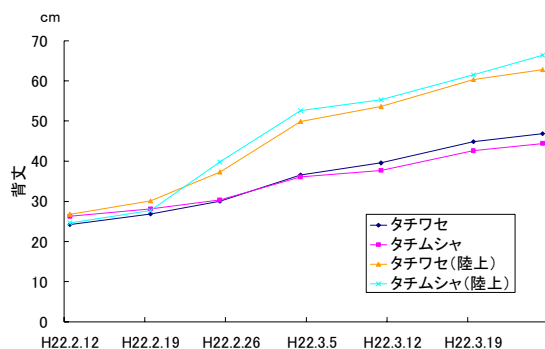


図 2 イタリアンライグラスの成長経過

2 水質浄化能確認試験(メソコスム試験)

今回の植物栽培試験で比較的生育が良かった植物について、シュロガヤツリ、ウォーターボピー、テラスライム、アップルミントの計4浮体で1まとめとした鑑賞植物グループ、ソルガムのみ計4浮体で1まとめとした飼料植物グループについて、メソコスムを用いた水質浄化能確認試験に供することとした(写真8)。

水質浄化能の評価にあたっては、メソコスム内に何も入れないもの(ブランク)、容器のみを同面積入れたものとの比較を行った。メソコスム内の水質の変化について図3に示す。

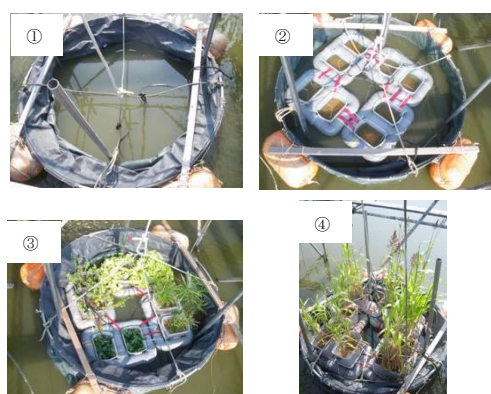


写真8 メソコスム試験

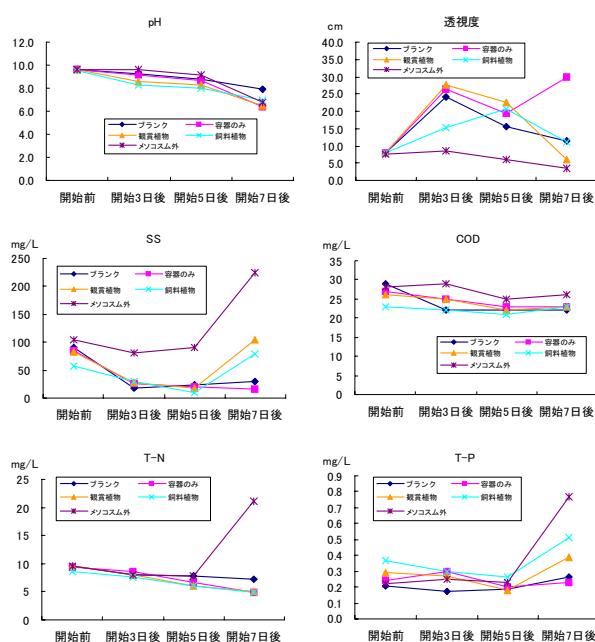


図3 植物栽培によるメソコスム内水質の変化

メソコスム試験開始7日後の採水直前に排水機場の操作が行われ、水位減少及び底質の巻き上げ等が見られたため、前後の比較としては開始5日後のものを用いた。開始5日後でブランクと比較をすると、今回の実験においてはCODについては変化が見られず、T-N

については8~18%減、T-Pについては24~31%減であり、観賞植物の方がその減少率は大きかった。また、容器のみのものとブランクを比較すると、T-N、T-Pともに約8%減となっており、この結果を差し引いた値を今回の実験結果における植物栽培のみの効果と考えた場合には、T-Nについては0~10%減、T-Pについては16~23%減と見積られる。

また、容器のみ及び植物栽培のSSを見る限り、今回の実験においては水面を覆うことによる静沈効果については確認できなかった。

まとめ

今回のメソコスム試験においては、CODについては変化が見られず、T-N及びT-Pについては植物栽培による水質改善効果が見られた。

しかしながら、実験場所である遊水池は水位変動が大きく、長期のメソコスム試験が困難であること、底質の巻き上げなど外的要因の影響を受けやすく、植物栽培による浄化効果を水質変動だけで捉えるのは困難と思われることから、植物側からの窒素、リン吸収量の把握をどのようにして行うかが今後の課題である。

また、遊水池のように水位変動が2m以上考えられるような水域への水質浄化適用手法として、浮島方式⁷⁾での植物栽培施設の設計・設置方法を別途検討することとしている。

参考文献

- 1) 川口 勉, 他: 諫早湾干拓調整池水質浄化に向けた先行試験結果, 54, 95~100, (2008)
- 2) 菅原正孝: 環境水浄化技術, 53~87, (2004)
- 3) 縣 和一, 他: 水面利用の植物栽培 水質浄化と水辺の修景 ー無土壌水面栽培法による新しい展開ー, (2002)
- 4) 本多雅幸, 他: 植物を用いた水質浄化について, 49, 14~19, (2003)
- 5) 藤田正憲, 他: 水質浄化に利用可能な植物データベースの構築. 環境化学会誌, 14, 1, 1-13, (2001)
- 6) 農林水産省, 水田農業確立のための技術指針, (1987)
- 7) 島谷幸宏, 他: エコテクノロジーによる河川・湖沼の水質浄化, (2003)