資料３

# 第３回専門委員会資料
# 第３期計画の水質保全対策（検討資料）


Ｎｏ．６　水生動植物の利用又は回収

（１）湖岸の自然浄化機能の回復　・・　資料３―１（１）

（２）二枚貝による水質浄化及び
窒素、リンの回収　・・・・・・・・　資料３－１（２）

（３）漁獲及び未利用魚等の捕獲による
窒素、リンの回収　・・・・・・・・　資料３―１（３）

Ｎｏ．７　高濃度リン湧出水対策　・・・・　資料３－２

Ｎｏ．８　農地対策　・・・・・・・・・・・　資料３－３

Ｎｏ．９　流入河川対策　・・・・・・・・・　資料３－４

Ｎｏ．10　調査研究の強化　・・・・・・・・　資料３－５

| 対策の名称　Ｎｏ．６　水生動植物の利用又は回収 |
| --- |
| （1）湖岸の自然浄化機能の回復 |

## 1　目的

湖岸の植生回復を進め、汚濁負荷量の削減と生態系の保全を図るとともに、長期ビジョン「水遊びや遊漁など、子どもから大人までが潤いに包まれる」の実現に向けた親水拠点エリアを整備する。

## 2　検討する対策の概要

① 植生回復湖岸延長の拡大
② 消波工の生態系調査
③ 親水拠点となる消波工の整備

## 3　検討する対策の経緯

第1期計画では、湖岸に沈水植物を回復させるため、5地区（夜叉袋、牡丹川、三種川、東野、大崎）で消波工を築造した。

平成24～27年度の調査研究により、八郎湖の旧湖岸等の土砂（シードバンク）には多数の休眠状態の種子が存在し、周辺環境などの発芽条件さえ整えば植生再生が可能であることが分かった。

消波工へシードバンク投入後１年目は沈水植物の生育が認められるものの、２年目以降は水深の変化や水鳥の食害、アオコの発生等により自立的再生が難しく、抽水植物の生育もあまり見られなかった。

第2期計画では、消波工38箇所の内、19箇所の植生回復（植被率50%以上）を目標設定し、牡丹川河口消波工で構造変更（離岸部閉鎖等）や抽水植物の移植を実施した。H30年度時点で植生回復箇所は7箇所と目標に届いていないが、部分的に植生が定着している消波工が増えている。また、植被率90%を超えている消波工では、消波工が植生の拡大を阻害していると思われる箇所もある。

また、八郎湖湖岸は堤防に雑木が繁茂している。そのため、ほとんどの消波工は人が気軽に

植生が回復した消波工

植生が回復していない消波工

消波工にいたる湖岸の状況

近づける状態にない。結果、人々が湖に直接触れる機会が減少し、地域住民の関心低下を招いている。一部の消波工で継続的に環境学習や試験研究が行われているが、今後は水質浄化の手段とともに、長期ビジョン実現にむけた親水空間の創設が必要である。

## 4　期待される効果

① 植生回復面積の拡大

水質浄化につながるまでの植生回復面積を確保するには遠いが、地道にその面積を広げて将来につなげていくことができる。

② 消波工の生態系調査

消波工の動植物の生態系を継続的に調査することにより、より効果的な消波工の整備や活用方法を見いだすことができる。

③ 親水拠点となる消波工の整備

消波工を基に八郎湖と周辺住民がふれあう機会を増やすことによって、八郎湖の水質はもとより、湖岸環境への関心を高め、長期ビジョンの実現をより高めることができる。

## 5　考慮すべき課題

・植生の回復による水質浄化機能を確保するためには、植生エリアを拡大する必要がある。

・消波工の利用向上を目指した環境整備と、安全を確保した上での活用方法の検討が必要である。

・消波工の活用に即した継続的な湖岸整備が必要である。

## 6　事務局（案）

① 植生回復湖岸延長の拡大

・植生回復の指標として、第1期では消波工設置・延長、第2期では植生回復消波工箇所数としたが、第3期では消波工を含む湖岸延長とする。

・夜叉袋のＬ字型消波工の改良や、植生回復した隣接する消波工を接続し、植生範囲の湖岸方向への拡大を図る。引き続き、継続的に消波工内に水生植物の移植を行いながら植生回復を促進させる。

② 消波工の生態系調査

・消波工の生態系について継続的な調査を行う。

③ 親水拠点となる消波工の整備

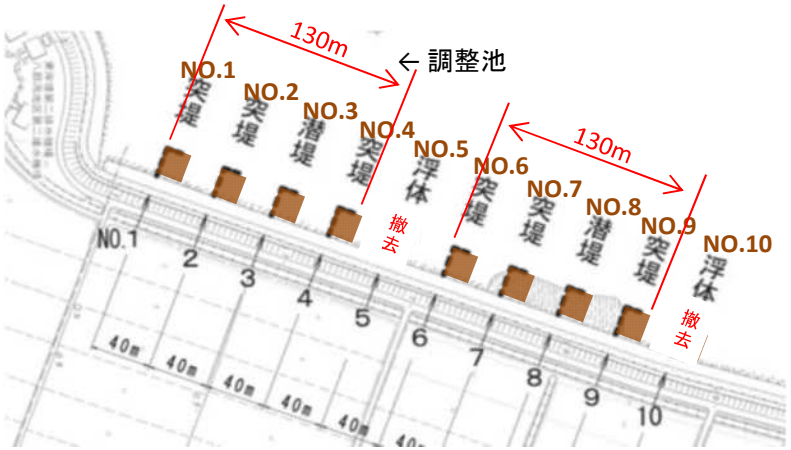
・一部の消波工やその周囲の環境整備を地域と共同で行い、フィールド学習、水遊び、魚釣りなどの親水拠点として整備する。

・将来的には消波工の機能を拡張し、親水公園やビオパーク等としての活用を検討する。

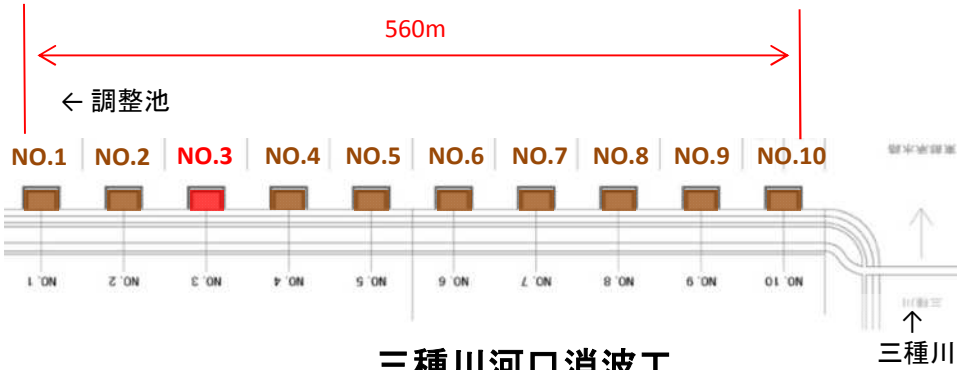
# 参考資料

・消波工箇所図

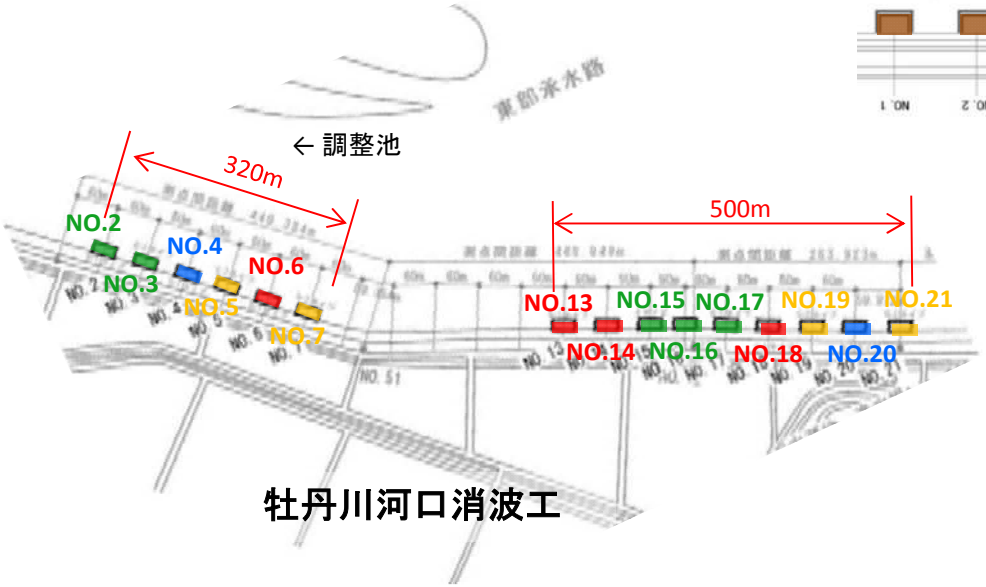
# 消 波 工 箇 所 図




夜叉袋消波工




三種川河口消波工




牡丹川河口消波工

茶：植生が回復していない箇所
緑：植生が回復した箇所
黄：H28年度対策箇所
青：H29年度対策箇所
赤：H30年度対策箇所

資料３－１（２）

| 対策の名称　Ｎｏ．６　水生動植物の利用又は回収 |
| --- |
| （2）二枚貝による水質浄化及び窒素、リンの回収 |

## 1　目的

二枚貝のろ過機能による水質浄化について検証を行い、増殖方法を検討し湖内の窒素・リンの回収を目指す。

## 2　検討する対策の概要

① 二枚貝の生育試験

② 二枚貝の水質浄化能力試験

## 3　検討する対策の経緯

① 二枚貝の生育試験

ア）対策室による試験結果

・消波工内に直接放流した場合は、ヤマトシジミは鯉の食害によりほぼ全滅した。食害防止のため、消波工内でカニかごやコドラード、プラスチックかごを用いた場合でも、ヤマトシジミとセタシジミともに夏季や越冬後に生存率が大きく低下した。

・湖岸にホタテ養殖籠を用いて放流した場合でも、夏季に生存が確認できなくなるなど、安定的な生育を確保できなかった。

イ）水産振興センターによる試験結果

・八郎湖調整池に直接放流したヤマトシジミの稚貝は、1年後にはほとんど捕獲されなくなった。ほとんどが食害によるものと考えられた。

・湖底に漁網や防風ネットを布設することにより、食害を防ぐことが確認された。

・八郎湖調整池の底質調査により、シジミの生育に適した範囲がごく限られることが確認された。

② 二枚貝の水質浄化能力試験

ア）対策室による試験結果

・消波工内の放流箇所で調査した場合は湖水の出入りが大きく、シジミ類の有無で水質の差は確認できなかった。

・消波工内の隔離水界内では文献値（20L/kg/h）の1/2程度、水槽試験ではおおむね文献値程度の浄化能力を確認できた。

## 4　期待される効果

二枚貝が八郎湖内に大量に生育した場合は、湖内の浄化作用が期待できる。その二枚貝を食用等で採取することで、八郎湖内の汚濁物質も持ち出すことができる。

## 5　考慮すべき課題

① 二枚貝の生育試験

・シジミ類の放流で水質を改善するには、食害の防止と底質の環境改善が必要である。

・シジミ類の湖内での人工飼育は、夏場や越冬時の生存率低下の改善に必要な見地に乏しい。

② 二枚貝の水質浄化能力試験

・シジミ類による湖内の水質浄化につなげられる規模の人工種苗による放流育成に必要な施設の規模が不明である。

## 6　事務局（案）

シジミ類に限らず、二枚貝の生育及び水質浄化能力の調査を実施する。

水産振興センターによるシジミ類の稚貝育成の研究、セタシジミの分布状況や好適な生育領域の調査、県立大学による二枚貝による水質浄化の研究などと連携し、放流や生息域の拡大に向けて手法の検討を行っていく。

| 対策の名称　Ｎｏ．６　水生動植物の利用又は回収 |
| --- |
| （3）漁獲及び未利用魚等の捕獲による窒素、リンの回収 |

## 1　目的

漁獲や未利用魚の捕獲により窒素、リンの回収を図る。

## 2　検討する対策の概要

① 漁獲による窒素、リンの回収
② 外来魚等の捕獲と魚粉肥料化

## 3　検討する対策の経緯

① 漁獲による窒素、リンの回収
・これまでの計画では、漁獲については考慮していない。
・H19年からH29年の10年間で、八郎湖の漁獲量は302トンから174トンに半減している。
・漁獲の9割を占めるワカサギの資源確保のため、毎年、市町が卵の放流を支援している。

② 外来魚等の捕獲と魚粉肥料加工化
・大潟村農地・水・環境保全管理協定運営委員会により幹線排水路でライギョ、コイ、フナ、ソウギョなどを捕獲し魚粉を肥料として産直グループ等へ無償配布。また、道路沿いの景観植物用肥料として使用。
・第2期期間の捕獲量6.4～8.9t/年。
・湖内の外来魚の捕獲は、H26年度の事業終了以降は行われていない。

## 4　期待される効果

① 漁獲による窒素、リンの回収
継続的に一定量の湖内の窒素、リンを回収できる。

② 外来魚等の捕獲と魚粉肥料加工化
湖内等から窒素・リンを回収できるほか、在来魚の生態を守ることが期待できる。

## 5　考慮すべき課題

① 漁獲による窒素、リンの回収
漁協会員数はH19年からH29年で322名から132名に半減し、今後も減少傾向が予測される。

② 外来魚等の捕獲と魚粉肥料加工化

・幹線排水路での捕獲処理は予算見合いのため、処理量の一層の拡大は困難である。

・他の事業については、外来魚等の未利用魚を捕獲し処理するコストが大きいため、事業終了とともに未利用魚の回収も行われなくなっている。

## 6　事務局（案）

① 漁獲による窒素、リンの回収

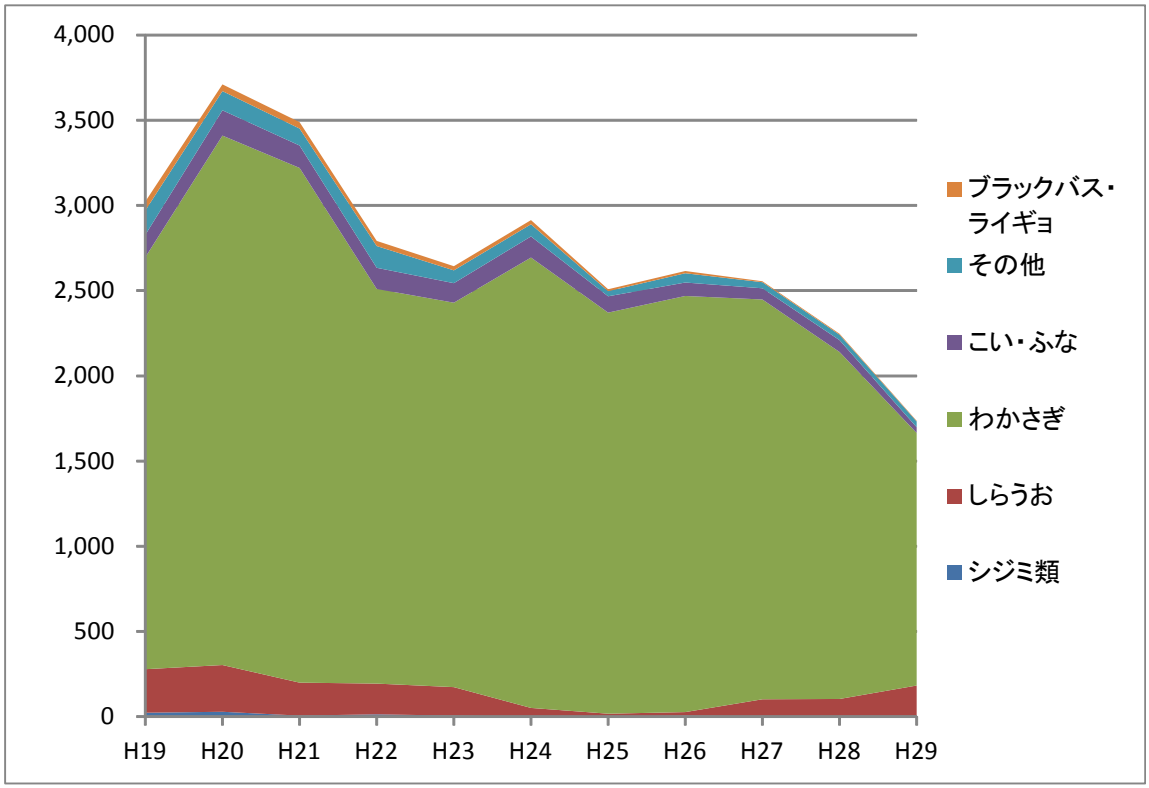
各関係機関と情報を共有しながら、八郎湖内の漁業の維持・拡大についての方策を探る。

② 外来魚等捕獲と魚粉肥料加工化

・幹線排水路からの捕獲は現状と同規模で事業継続する。

・継続的な未利用魚の回収、利用につながる方策を検討する。

図　八郎湖における漁業実績（単位:t）



資料３－２

対策の名称　Ｎｏ．７高濃度リン湧出水対策

1　目的

中央干拓地南部のG工区では、高濃度のりんを含む地下水や湧出水が確認されており、当該地区で対策を実施することで八郎湖に流入するりん負荷の低減を図る。

2　検討する対策の概要

①回収資材でのリンの回収（継続）

安価でりん回収後の利用が容易である回収資材を調査する。

②農業用排水路での有用植物によるリンの回収（新規）

G1支線排水路やG1-1支線排水路等のりん負荷が高い排水路内で、水質浄化効果がある有用植物（食用）を栽培し、水路内の水質浄化を図る。

3　検討する対策の経緯等

①回収資材でのリンの回収（継続）

・第1期以前のH15に、カキの貝殻や市販吸着材（Pキャッチャー）等でのリン回収試験を実施したが、雨水との分離を要する等と経済的に有意性のある方法ではないと判断された。
・第1期では、高濃度にリンを含有する地下水を用いて肥料の作成を試みたが、農林水産消費安全技術センターから、地下水原料製品は「まれ」で、効果や安全性の面から肥料登録は難しい状況として肥料登録は見送られた。
・第2期では、県健康環境センターが開発したCaもみ殻炭で実証試験を行い、試験後に回収施設の整備を目指した。
・実証試験の結果、一定のリン回収率は確認できたが、原材料コストの低下手法やりん吸着後のCa籾殻炭の利用法が確立せず、廃棄物処理費用を含めたコストが現実的ではなかったことから施設整備は断念した。
・ほかに、秋田県立大学では、ポリシリカ鉄凝集剤によるリンの回収試験及び、処理後の沈殿物を利用をした植物の栽培試験を実施している。

②農業用排水路での有用植物によるリンの回収（新規）

・東北農政局がH17に取りまとめた報告書では、秋田県立大学が農業排水中のSS処理を主体にした、植物を用いた水質浄化試験を実施し、残存湖の水質環境ではマメ科植物の大豆の生育が旺盛で水質浄化能力が高いことを確認している。また、ヘチマやケナフ、スイートピーも生育が旺盛で水質浄化能力に期待ができることが確認されている。

## 4　期待される効果

**①回収資材でのリンの回収（継続）**

・リン除去率が高く、施設管理方法が確立すれば操作は容易となる。

**②農業用排水路での有用植物によるリンの回収（新規）**

・県立大学の調査では、大豆でT-P除去率13%、SS除去率49%を確認しており、対策として実用化している琵琶湖では、クレソンでT-P除去率42%、SS除去率87%を確認している。

・住民による摘み取りが可能となれば、負荷持ち出しの費用の削減を見込め、また、住民参加型の取組として扱うことができる。

## 5　考慮すべき課題

**①回収資材でのリンの回収（継続）**

・回収資材の購入費用が高額で、また、リン回収後の再利用方法が確立しなければ処理費用が必要になる。

**②農業用排水路での有用植物によるリンの回収（新規）**

・データが不足しているため、まずは候補地の構造や水量、水質を調査し、適した植物種を選定する必要がある。

・排水路は、汚濁濃度が高く、流速が遅いため、DOが低い可能性があり、植生根の還元障害が助長される懸念がある。

・排水路の底に堆積する汚泥を回収する必要がある。

・秋田県版レッドデータブックで絶滅危惧種に指定されているイトクズモの生育が確認されている場所があるため、同地域に影響を与えないように考慮する必要がある。

## 6　事務局（案）

**①回収資材でのリンの回収（継続）**

安価でりん回収後の利用が容易である回収資材の調査を継続する。

**②農業用排水路での有用植物によるリンの回収（新規）**

1年目は情報収集と現地調査、適当な植物種の選定、2年目は栽培試験での管理手法の確立と成分分析、3年目は対策移行等と段階的に実施する。

# 参考資料

・中央干拓地の全リンの状況

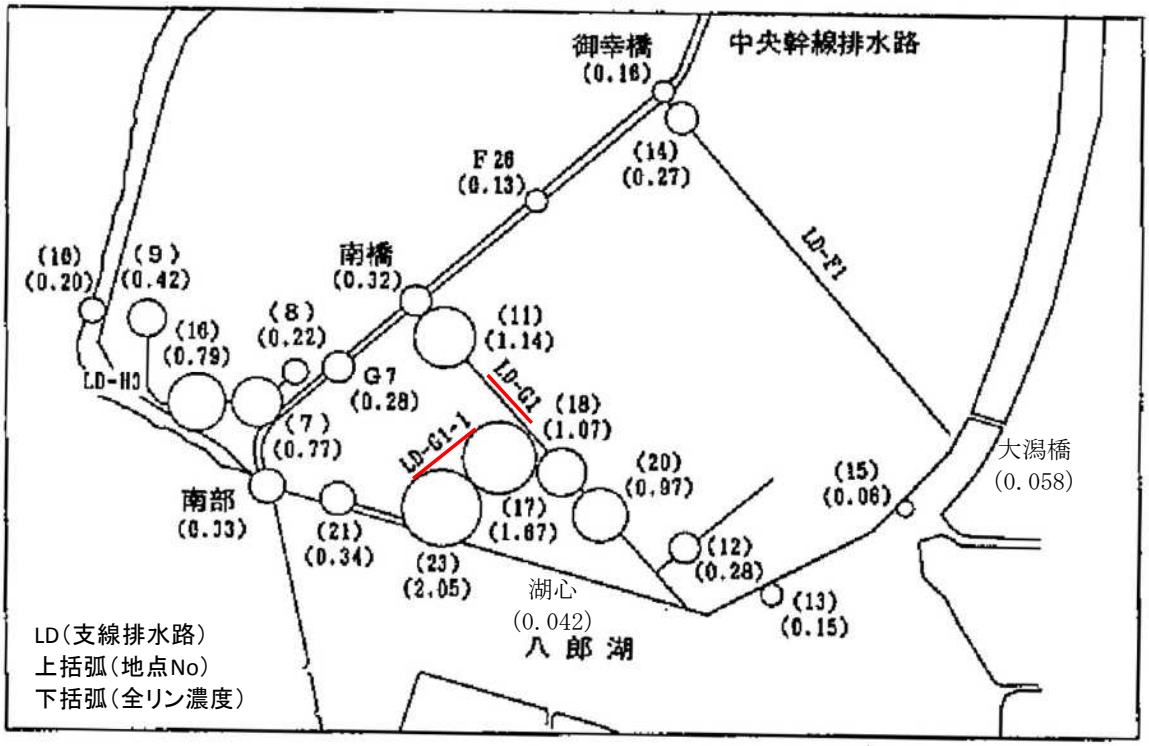
・①回収資材でのリンの回収検討状況

・②農業用排水路での有用植物によるリン回収

# 中央干拓地の全リンの状況

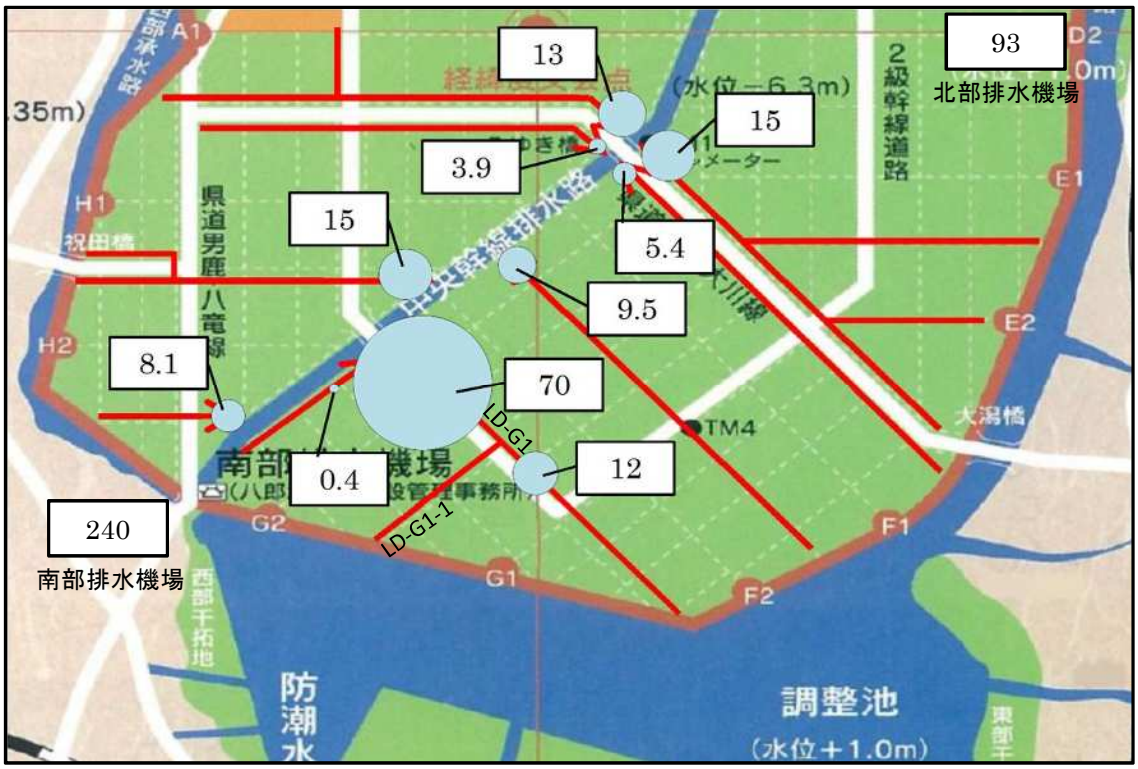
中央干拓地南部エリア（G工区）では、排水路の底から高濃度リンが湧出しており、高いところでは2mg/L程度になっている。

全リン濃度（mg/L）




H2県調査結果（4,5,7,8月平均値）

全リン負荷量（kg/日）




H21県調査結果（3月調査結果）
各排水機場の負荷量は年間値から按分

# ①回収資材でのリンの回収検討状況

**○第１計画以前（H15）　「りん回収資材の検討」**

天然素材では、カキ貝殻とスコリア混じり軽石が比較的良いリン吸着性能を示したが、時間当たりの透過水量が小さく、資材の粒径や配置間隔に工夫が必要である。また試験を実施した小排水路（R5）は、降雨により流量が基底流量の 10 倍まで増加し、リン濃度が低下する等と変動が大きい。そのため、当時の段階では天然素材を吸着材として開水路でリンを除去する方法は経済的に有意性がないと判断した。

**資材の吸着量と価格**

| 時期 | 回収資材 | 吸着量 g/kg | 資材単価 円/kg | リン1gの回収資材費 円 | 流入水 水量 L/min | 流入水 T-P濃度 mg/L | 破過日数 吸着率20% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| H15 | カキ貝殻 | 0.02 | 50 | 2500 | 13.8 | 1.5 | 0.125 |
| | カキ貝殻＋Pキャッチャー(8:2) | 0.10 | 160 | 1600 | 14.2 | 1.5 | 8 |
| | カキ貝殻＋Pキャッチャー(2:8) | 0.38 | 490 | 1289 | 14.5 | 1.5 | 32 |
| | スコリア混じり軽石 | 0.16 | 10 | 63 | 14.3 | 1.5 | 0.5 |

**H15は、他にゼオライト、木炭の吸着量試験（バッチ試験）も実施したが、上記資材の方が吸着能力が高かったため、連続試験は未実施。**

**○第１期計画期間（H21-23）　「リン液肥商品開発販売事業」**

高リン酸地下水（リン濃度 23 mg/L 前後、H22.1～2 月）を汲み上げてリン成分と水を分離、また、CaAP（ヒドロキシアパタイト態リン酸）の生産試験で、97%以上のリン回収率を安定的に確保できることを実証した。

また、高リン酸地下水を主原料とするリン酸肥料を、「八郎太郎のお宝」として 商標登録（H22.8.6、登録第 5342774 号）し、肥料登録のため、独立行政法人農林水産消費安全技術センター仙台センター（FAMIC）と協議を行ったが、地下水を原料とする製品は「まれ」であり、効果や安全性から、肥料登録は難しい状況との回答を受ける。

リン分離装置

○第 1～2 期計画期間（H23-26）　「Ca もみ殻炭　リン含有地下水（高濃度）からのリン回収試験」

健康環境センターが開発した Ca もみ殻炭について、高濃度（平均 26.8mg/L）でリンを含む地下水を対象に、ラボスケール及びベンチスケールで上向流式固定床（1 カラム 51L×2）でのリン吸着試験を実施し、リン回収量は最大 2.1 g/kg で、運転操作条件としては接触滞留時間 2 日において 25 日間安定したリン回収が確認された。また、リン回収能には水温が大きく影響し、水温が 10℃低下するとリン回収率は 27%低下することが明らかになった。

上向流接触方式

| 時期 | 回収資材 | 吸着量 g/kg | 資材単価 円/kg | リン1gの回収資材費 円 | 流入水 | | 破過日数（処理水濃度が1mg/L超過） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 水量 L/min | T-P濃度 mg/L | |
| H26 | Caもみ殻炭 | 2.1 | 630 | 300 | 0.038 | 26.8 | 25 |

○第 2 期計画期間（H26-28）　「Ca もみ殻炭　リン含有湧出水（低濃度）からのリン回収試験」

健康環境センターが開発した Ca もみ殻炭について、低濃度（平均 2.0 mg/L）でリンを含む湧出水を対象に、現場で横向流式固定床（2.5m×4.0m×2 面）でのリン吸着試験を実施し、リン回収量は最大で 0.64g/kg で、最適流量は 3L/min、49 日間安定したリン回収が確認された。また、夏期と秋期では夏期の方が吸着量が僅かに高かったため、水温が影響した可能性が示唆された。

なお、Ca もみ殻炭は一定の効果を確認できたが、リン吸着後の Ca もみ殻炭の便益性向上（有価処分等の付加価値）や製造コスト縮減が図られる可能性が低く、トータルコストの縮減が期待できないことから、リン回収調査事業を終了した。

横向流接触方式施設

| 時期 | 回収資材 | 吸着量 g/kg | 資材単価 円/kg | リン1gの回収資材費 円 | 流入水 | | 破過日数 吸着率30% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 水量 L/min | T-P濃度 mg/L | |
| H28 | Caもみ殻炭 | 0.64 | 630 | 984 | 3 | 3.3 | 49 |

# ②農業用排水路での有用植物によるリン回収

## 1　有用植物による植生浄化事例一覧

| 湖沼 | 供試植物 | 年度 | 負荷除去能力 | | | 流量 $m^3/s$ | 方式 | 備考<br>（①場所、②浄化能力調査期間） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 項目 | 除去量・率<br>g/week・% | 除去速度<br>$g/m^2$/日 | | | |
| 八郎湖 | ヘチマ | H16<br>試験 | T-P | 24% | 0.190 | 0.001 | 浮体方式（浮き水耕ベッド）<br>幅0.4m×長0.6m×厚0.04m（10株/ベッド）<br>水路　幅0.5m×長30m×高0.3m<br>滞留時間　5.0hr/30m<br>植生ポットにゼオライト | ①実験水路（農業用用水路A1-1から取水）、②H16.6～10月<br>（H18年3月閉鎖性水域水質保全手法確立調査「八郎湖地区」総合報告書から引用） |
| | | | T-N | 3% | 1.740 | | | |
| | | | SS | 62% | 116 | | | |
| | 大豆 | | T-P | 8% | 0.060 | | | |
| | | | T-N | 24% | 1.760 | | | |
| | | | SS | 68% | 127 | | | |
| | スイートピー | | T-P | 20% | 0.160 | | | |
| | | | T-N | 21% | 1.580 | | | |
| | | | SS | 54% | 102 | | | |
| | 大豆 | H17<br>試験 | T-P | 13% | 0.110 | 0.001 | 浮体方式（浮き水耕ベッド）<br>幅0.4m×長0.6m×厚0.04m（10株/ベッド）<br>水路　幅0.5m×長30m×高0.3m<br>滞留時間　5.0hr/30m<br>植生ポットにゼオライト | ①実験水路（農業用用水路A1-1から取水）、②H17.5～10月<br>（H18年3月閉鎖性水域水質保全手法確立調査「八郎湖地区」総合報告書から引用） |
| | | | T-N | 30% | 2.560 | | | |
| | | | SS | 49% | 136 | | | |
| | ケナフ | | T-P | 18% | 0.170 | | | |
| | | | T-N | 31% | 2.650 | | | |
| | | | SS | 36% | 102 | | | |
| 琵琶湖 | クレソン、リシマキア<br>ハナショウブ | H8～H13<br>試験 | T-P | 33% | | 0.0051 | 直接植栽方式<br>幅20m×長20m×高さ 0.6m（4池） | ①実験水路(流入河川から取水)、②H8～13<br>（H23琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター史から引用） |
| | | | T-N | 8% | | | | |
| | | | SS | 67% | | | | |
| 琵琶湖 | クレソン | H13～<br>実用 | T-P | 42% | 0.099 | 0.00737 | 直接植栽方式<br>幅7.5m×長15m（4池） | ①流入河川接続水路に施設設置、②H13～22<br>（H23琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター史から引用） |
| | | | T-N | 58% | 0.906 | | | |
| | | | SS | 87% | 18 | | | |
| 霞ヶ浦 | クレソン、セリ、<br>空心菜、オオフサモ | H7～H21<br>試験 | T-P | 22% | 0.073 | 0.116 | 直接植栽方式<br>幅78.0m×長46.5m×高0.05～0.10m | ①湖岸に施設設置、②H7～16<br>（H26自然浄化対策について(環境省)から引用） |
| | | | T-N | 6% | 0.383 | | | |
| | | | SS | 43% | 24 | | | |
| 印旛沼 | 空心菜、ハーブ、<br>セリ、花菖蒲　等 | H12～<br>実用 | | | | | 浮体方式<br>アルミ製の植栽いかだで、水耕栽培と同時に、池蝶貝やマシジミを吊して育成 | ①流入水路、②不明<br>（印旛野菜いかだの会HP資料から引用） |

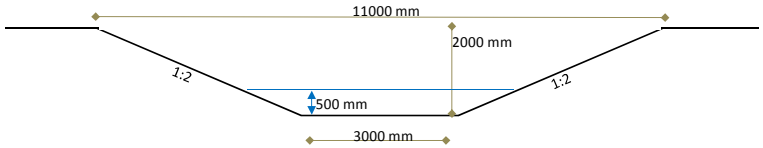
※1　佐藤は、H2からの研究で、大潟村内の用排水路において枝豆、ビタミン菜、新山東菜、クレソン、水稲、トウモロコシ、セスバニアの水耕栽培を実施し、枝豆やセスバニア等の豆科作物やクレソンの実用性が高いことを確認。

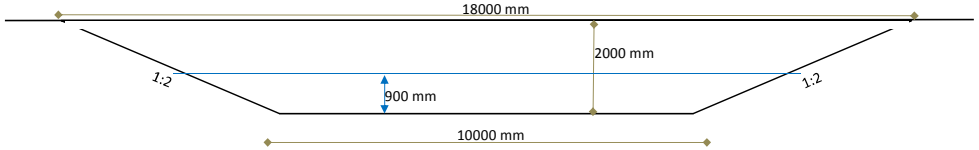
※2　浮体方式：浮体に植物を植栽したもので、根は水中に懸垂し、底部には接しない。
直接植栽方式：土壌あるいは土壌と仕切られたシート張りを基盤として植物を植栽したもので、水中に根茎が密生している。

## ２　排水路位置図

②支線排水路G1
末端
中央幹線排水
①支線排水路G1-1
末端
R1
R2
R3
R4
R5
R6
南部排水機場
調整池
生息域（H23調査）
イトクズモ
エビモ
リュウノヒゲモ

## 3　支線排水路の状況

<table>
<tr><th>水路</th><th>外　観</th><th>断　面</th><th>水　質</th></tr>
<tr>
<td>①<br>G1-1<br>末端</td>
<td> </td>
<td>素掘り水路<br> 

※水位はH22.3月調査時</td>
<td>
<table>
<tr><th></th><th colspan="2">濃度<br>mg/L</th><th>流量<br>$m^3$/sec</th></tr>
<tr><th></th><th>T-P</th><th>SS</th><th></th></tr>
<tr><td>H19（5～3月平均）</td><td>0.79</td><td>－</td><td>0.260</td></tr>
<tr><td>H21（3月23日）</td><td>0.95</td><td>8</td><td>0.345</td></tr>
</table>
※参考　H21の$PO_4$-P 0.89mg/L
</td>
</tr>
<tr>
<td>②<br>G1<br>末端</td>
<td> </td>
<td>素掘り水路<br> 

※水位はH22.3月調査時</td>
<td>
<table>
<tr><th></th><th colspan="3">濃度<br>mg/L</th><th>流量<br>$m^3$/sec</th></tr>
<tr><th></th><th>T-P</th><th>SS</th><th>T-N</th><th></th></tr>
<tr><td>H19（5～3月平均）</td><td>0.83</td><td>－</td><td>－</td><td>0.343</td></tr>
<tr><td>H21（3月23日）</td><td>0.98</td><td>20</td><td>－</td><td>0.832</td></tr>
<tr><td>H30（9月21日）</td><td>1.1</td><td>10</td><td>2.2</td><td>0.337</td></tr>
</table>
※参考　H21の$PO_4$-P 0.84mg/L<br>H30のdT-P 1.0mg/L、dT-N 2.1mg/L
</td>
</tr>
</table>

H19流量（$m^3$/sec）

| | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 最小 | 最大 | 平均 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G1-1 | 0.494 | 0.418 | 0.309 | 0.299 | 0.168 | 0.192 | 0.271 | 0.181 | 0.12 | 0.095 | 0.316 | 0.095 | 0.494 | 0.260 |
| G1 | 0.857 | 0.654 | 0.442 | 0.478 | 0.190 | 0.156 | 0.247 | 0.139 | 0.123 | 0.173 | 0.311 | 0.123 | 0.857 | 0.343 |

# 4　負荷除去量及び経費の試算

事例一覧のうち、八郎湖（大豆）と琵琶湖（クレソン）の除去速度を引用すると、各水路の現況T-P負荷量の1/10を処理する場合に必要な面積は約16千～25千㎡、また、植生を100m敷設した場合に除去可能な負荷量は約30～110g/日と算出された。

## ①負荷除去量試算

| 水路 | 項目 | 現況 | | | 八郎湖（大豆）除去速度での試算 | | | | | 琵琶湖（クレソン）除去速度での試算 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 全負荷除去 | 10%負荷除去 | 植生100m | | | 全負荷除去 | 10%負荷除去 | 植生100m | | |
| | | 水質 mg/L | 流量 $m^3$/sec | 負荷量 kg/日 | 必要面積 $m^2$ | 必要面積 $m^2$ | 面積 $m^2$ | 除去量 g/日 | 除去率 | 必要面積 $m^2$ | 必要面積 $m^2$ | 面積 $m^2$ | 除去量 g/日 | 除去率 |
| G1-1 | T-P | 0.79 | 0.26 | 18 | 161,332 | 16,133 | 300 | 33 | 0.19% | 179,030 | 17,903 | 300 | 30 | 0.17% |
| | T-N | － | | － | － | － | | 768 | － | － | － | | 272 | － |
| | SS | 8 | | 180 | 1,323 | 132 | | 40,749 | 22.67% | 9,777 | 19,829 | | 5,514 | 3.07% |
| G1 | T-P | 0.83 | 0.343 | 25 | 223,611 | 22,361 | 1,000 | 110 | 0.45% | 248,140 | 24,814 | 1,000 | 99 | 0.40% |
| | T-N | 2.2 | | 65 | 25,468 | 2,547 | | 2,560 | 3.93% | 71,939 | 7,194 | | 906 | 1.39% |
| | SS | 10 | | 296 | 2,182 | 218 | | 135,830 | 45.83% | 16,122 | 1,612 | | 18,381 | 6.20% |

## ②植生100mの経費試算

| 水路 | 面積 $m^2$ | 建設費 概算(千円) | 運転・維持管理費 概算(千円) |
|---|---|---|---|
| G1-1 | 300 | 3,600 | 102 |
| G1 | 1,000 | 12,000 | 340 |

（参考）使用データ

除去速度（１有用植物による植生浄化事例一覧）

| 湖沼 | 供試植物 | 年度 | 負荷除去能力 | | | 流量 $m^3$/s | 方式 | 備考 （①場所、②浄化能力調査期間） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 項目 | 除去量・率 g/week・% | 除去速度 g/$m^2$/日 | | | |
| 八郎湖 | 大豆 | H17 試験 | T-P | 13% | 0.110 | 0.001 | 浮体方式（浮き水耕ベッド）<br>ベッド幅0.4m×長0.6m×厚0.04m<br>水路　幅0.5m×長30m×高0.3m | ①実験水路（農業用用水路A1-1から取水）、②H17.5～10月（H18年3月閉鎖性水域水質保全手法確立調査「八郎湖地区」総合報告書から引用） |
| | | | T-N | 30% | 2.560 | | | |
| | | | SS | 49% | 136 | | | |
| 琵琶湖 | クレソン | H13～実用 | T-P | 42% | 0.099 | 0.00737 | 直接植栽方式<br>幅7.5m×長15m（4池） | ①流入河川接続水路に施設設置、②H13～22（H23琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター史から引用） |
| | | | T-N | 58% | 0.906 | | | |
| | | | SS | 87% | 18 | | | |

経費単価（自然浄化対策について　H26.12月環境省）

| 浄化方式 | 建設費単価 概算(千円/$m^2$) | 運転・維持管理費単価 概算(千円/m2) |
|---|---|---|
| 植生浄化 | 12 | 0.34 |

※1　建設費は土木工事費と植栽費で、ポンプ設備や取水設備は含まない。
※2　運転、維持管理費の内訳（施設点検：年12人日、植生管理：年1回、底泥管理：5年に1回）

| 対策の名称　Ｎｏ．８　農地対策 |
| --- |
| 水質保全型農業の普及促進 |

## 1　目的

八郎湖に流入する汚濁負荷のうち、農地由来の割合は約4割を占め、特に代かき後の排水が大きな汚濁負荷となっている。

そこで、汚濁負荷を大きく削減可能な無代かき栽培や無落水移植栽培などの普及促進により、汚濁負荷の削減を図る。

## 2　検討する対策の概要

(1) 濁水の流出防止

① 落水管理等の継続

畦畔の管理、浅水代かき、田植前の落水管理（6cm以内）

② 無代かき栽培の推進

代かきをせず耕起して入水後田植を行うため、代かき後の濁水排出がない。

③ 無落水移植栽培の推進

GNSS自動操舵田植機の利用により、田面にマーカーを付ける必要がないため、代かき後の落水をしなくても田植が可能。

(2) 施肥の効率化

① 肥効調節型肥料

② 側条施肥

## 3　検討する対策の経緯

(1) 濁水の流出防止

① 落水管理等の継続

ほぼ全域で取り組まれている。

② 無代かき栽培

農家に対し、講習会やマニュアル配布、展示ほによる栽培技術の掲示、YouTube 等での作業内容の動画を公開、補助事業の実施など、様々な対策を行ってきた。一時は300ha程度まで拡大したが、H29年は150ha、H30年は補助事業の導入で291haとなった。

無代かき栽培は水質保全の他、「ほ場内の作業時間が短縮できる」「軟弱地盤のほ場ではほ場が硬くなり機械作業がしやすくなる」などのメリットがあり、複数の農家が継続して無代かき栽培を行っている。

○ 普及拡大が進まない理由

・過去の経験やその情報により、雑草が増え栽培に支障を来すとの認識が強い。

・耕起、砕土の時期が気象状況に左右されるため、天候に合わせた作業スケジュールを組むことに抵抗を感じる生産者が多い。また、その年の天候で無代かき栽培を行うかどうかを判断している農家もいる。
・経営的に大きなメリットがあるわけではない。
・本格的に行うには新たな機材導入が必要（レベラー、畑作用ハロー、田植機）。
・大潟村以外の流域は県内で最初に導入された地域があったが、雑草や漏水の管理が難しくなったためほとんど行われなくなった。そのため、否定的な感覚が根強い。

③ 無落水移植栽培

・大潟村GNSS利用コンソーシアムにより、GNSS自動操舵田植機による無落水移植栽培の実証研究が行われている。また、負荷削減量の定量化にも取り組んでいる。
・大潟土地改良区では、自動操舵田植機を8台導入しH30年から2年間の実証事業を進めている。
・H30年度は10台のGNSS自動操舵田植機により202haで無落水移植栽培が行われた。

(2) 施肥の効率化

・大潟村ではほぼ全域で育苗全量施肥若しくは側条施肥が行われている。
・他の市町でも約9割で行われており、年々増加している。
・大潟村を除く流域の34地点で土壌分析を実施した結果、水田の施肥量はおおむね適正であると判断された。大潟村ではJA大潟村にて150地点で土壌分析が行われた。

## 4 期待される効果

(1) 濁水の流出防止

① 落水管理等の継続

対策内容に排水路における底泥の巻き上げ防止を加えることで、さらなる負荷削減を期待できる。

② 無代かき栽培

代かき時の濁水の排水がないため、現時点で最も不可削減量の大きい栽培方式である。

③ 無落水移植栽培

・田植前に排出する代かき時の濁水が大幅に削減される。
・田植前後の水の使用量が大幅に削減され、排水路からの濁水も減少する。
・GNSS自動操舵田植機はオペレーターの作業負荷の軽減や田植の時間短縮につながる。そのため、大潟村では既に個人で機械更新時に導入している例もあり、比較的に導入されやすいと考えられる。
・コンソーシアムの試験より、大潟村内半数の水田で無落水移植栽培を行った場合、八郎湖へ排出される汚濁負荷の2～3割の削減が見込まれる。

(2) 施肥の効率化

① 肥効調節型肥料

全層施肥に比べ、窒素量で1～4割削減可能。

② 側条施肥

全層施肥に比べ、窒素量で1～2割削減可能。

## 5 考慮すべき課題

(1) 濁水の流出防止

② 無代かき栽培

全てのほ場で無代かき栽培が可能なわけではない。漏水の大きいほ場では推進できない。

③ 無落水移植栽培

GNSS自動操舵田植機の導入には農家の経済的負担が伴う。

・既存の田植機にGNSS受信装置と自動操舵システム一式を設置　約300万円

・新たにGNSS自動操舵式田植機を導入する場合　　8条植え　500～600万円

[※ 農機メーカー等で販売している自動操舵システムは100万円程度で導入可能だが、コンソーシアムの方式(RTK)より精度が低い。
※ コンソーシアムでは自動操舵システムを代かきや排水溝作成作業、機械除草など、汎用的に利用しコストを分散させる方策を試験中。]

・無落水移植栽培であっても、田植時の水深は農家の裁量によるため全く排水しないわけではない。よって、農家への技術提供と協力を得ることが必要。

(2) 施肥の効率化

① 肥効調節型肥料

単価が一般の肥料より高いため、農家の経済的負担が伴う。

② 側条施肥

施肥用のアタッチメントの導入、若しくは田植機の買換えが必要となる。

## 6 事務局（案）

(1) 濁水の流出防止

① 落水管理等の継続

落水管理や浅水代かきの徹底に加え、排水路における底泥の巻き上げ防止に取り組む。

② 無代かき栽培

第2期計画と同じ2,200haを目標として、普及拡大を進める。

③ 無落水移植栽培

新たに目標面積を設定し、普及拡大を進める。

(2) 施肥の効率化

引き続き窒素・リンの投入量を削減可能な施肥技術を推進する。

# 参考資料

・第 2 期計画の取組状況と第 3 期計画での実施方針（平成 30 年度）

・GNSS 田植機による無落水（湛水）移植による八郎湖への汚濁負荷抑制効果

# 第2期計画の取組状況と第3期計画での実施方針（平成30年度）

8 農地対策（環境保全型農業の推進）

八郎湖環境対策室

| | 計画項目 | 計画の目的 | | ①H24 現状 | ②H29 結果 | ③H30 目標 | 実施内容<br>（結果・要因） | 課題 | 第3期計画での実施方針 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 濁水の流出防止（ha） | 代かきによる流入負荷量の削減 | 全体（ha） | 19,671 | 19,779 | 19,671 | 計画段階より水稲作付面積が増加。 | | 検討課題⑧<br>引き続き、実施啓発を図る。 |
| | | | 落水管理（ha） | 19,320 | | 17,424 | ほ場指導員による巡回指導（隔年）、広報巡回、リーフレット配布、市町村の公報掲載。 | 必要以上に入水しているほ場はほとんど確認されなくなっている。 | |
| | | | 無代かき栽培（ha） | 304 | 150 | 2,200 | アンケート実施(H26)<br>展示ほ設置(H27,H30)<br>講習会等での講習・啓発(H27,H29)<br>農家向け映像資料の作成(H28,H29)<br>指導員の訪問による無代かき栽培の啓発(H29)<br>消費者との意見交換会(H28,H29)<br>無代かき栽培米のPR・試行販売(H29,H30)<br>無代かき栽培等普及促進事業(H30 千円/10a) | 無代かき栽培には、水質保全のほかに省力化のメリットもあるが、大潟村以外の農家はほ場規模が大きくないため、省力化のメリットを受けにくく、導入意欲がほとんどないと思われる。 | |
| | | | 不耕起栽培（ha） | 41 | 0 | 41 | 専用田植機の販売がなくなり、継続不可。 | | 水質保全型農業の一技術として取り扱うが、目標設定はしない。 |
| | | | 乾田直播栽培（ha） | 6 | 1 | 6 | 流域は別の直播栽培方法に切り替わっている。<br>大潟村では直播栽培が収穫期の遅れなどで敬遠されている。 | 今後拡大の見込みがない。 | |
| | | 排水路における底泥の巻き上げ防止対策（新規） | 大潟村の水田の排水口からの排水の勢いによるSS量が増加を、排水路に流水受けを設置することで、低減する。 | | － | － | 新規 | ・大潟村のみの対策となる。<br>・流水受けの管理（泥上げ）が必要。<br>・現場での現状が不明で、効果を正しく算出することが難しい。<br>・流水受けが設置可能な排水路の確認が出来ていない。 | 新たに対策内容に追加する。 |
| 2 | 施肥の効率化（ha） | 農地からの窒素及びリンの流入量の削減 | 全体（ha） | 17,725 | 19,868 | 19,856 | | | 検討課題⑧<br>引き続き実施拡大を図る。 |
| | | | 肥効調節型肥料の利用（ha） | 12,456 | 13,923 | 14,247 | 大潟村以外では育苗箱施用型の資材の普及が進んでいない。 | 肥効調節型肥料は単価が高い。 | |
| | | | 側条施肥（ha） | 5,269 | 5,945 | 5,609 | 営農の組織化とともに面積が拡大。 | 専用機材の導入が必要。 | |
| 3 | エコファーマー認定数 | 環境保全型農業の普及促進（件） | | 715 | 307 | 1,500 | H23年頃から全国的に認定数が減少している。 | H30年度に環境保全型農業直接支払交付金の要件からエコファーマーが外れ、他にエコファーマーのメリットがほぼないため、新たな申請者が見込めない。 | 環境保全型農業に取り組んだとしても、必ずしも投入されるNやPが減少するわけでは無い。よって水質改善効果が必ずしも得られるわけではないことから、対策から除外する。<br>環境保全型 → 水質保全型 に目的を変更する。 |
| 4 | 土壌診断の実施 | 土壌診断により施肥量の削減の可能性を検討する（地点） | | － | 184 | － | H25～27に34地点で実施。内、成分過剰な地点数は、カリウム3地点、リン3地点のみで、流域の水田の施肥量はおおむね適正であると判断された。<br>JA大潟村ではH25～27に実施。 | | 検討課題⑧ |

2019.01.09

# GNSS 田植え機を用いた無落水（湛水）移植による八郎湖への汚濁負荷抑制効果 中間集計

秋田県立大学 近藤正

GNSS 技術を応用し直進作業を自動アシストする GNSS 田植え機の導入により、マーカーによるガイドライン設置作業が不要となることから、八郎湖への大きな汚濁源となっていた田植え直前の落水も不要となり、湛水状態で高精度の機械移植が行える。農家圃場比較試験及び八郎潟中央干拓地汚濁負荷収支の高頻度測定により、GNSS 導入効果を定量的に評価した結果の概要を以下に記した。

平成28年度「農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業」
「革新的技術開発・緊急展開事業」（うち地域戦略プロジェクト）実証研究（第2回公募）
試験研究計画名：GNSS 汎用利用による近未来型環境保全水田営農技術の実証研究
研究代表者：矢治 幸夫、研究コンソーシアム：大潟村 GNSS 利用コンソーシアム

## 1. 2017 年 測定結果

### (1) 実証圃場における実測結果 集中落水負荷および無落水による推定削減負荷量

| 試験区 No. | 農家・圃場記号 耕法・農法区 | 田植直前の水管理 | 評価値の内容 | 田植え時湛水深 mm | 落水・削減水量 mm | 集中落水負荷および推定削減負荷 全窒素 kg/ha | 全リン kg/ha | SS kg/ha | 流量重み付き平均濃度 全窒素 mg/L | 全リン mg/L | SS mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | A代かき区1.25ha | 落水 | 集中落水 | 9.0 | 47.1 | 1.9 | 0.34 | 194 | 4.0 | 0.72 | 412 |
| 2 | A代かき区1.25ha | 無落水 | 推定削減 | 34.0 | 25.0 | 1.7 | 0.37 | 233 | 6.9 | 1.47 | 932 |
| 3 | B代かき区 2.5ha | 落水 | 集中落水 | 11.5 | 29.2 | 2.0 | 0.35 | 115 | 7.0 | 1.20 | 394 |
| 4 | B代かき区 2.5ha | 無落水 | 推定削減 | 36.5 | 25.0 | 0.9 | 0.13 | 45 | 3.8 | 0.54 | 180 |
| | | | 平均 | | 33.8 | 1.9 | 0.35 | 181 | 5.6 | 1.05 | 535 |
| | | | 最大 | 34 | 47.1 | 2.0 | 0.37 | 233 | 4.3 | 0.78 | 495 |
| | | | 最小 | 9.0 | 25.0 | 1.7 | 0.34 | 115 | 6.9 | 1.36 | 460 |
| | | | | | 実測落水量・実測負荷量 | | 算定値 | | | 実測重み付平均濃度 | |

※ 10 分単位の水田排水流量と 30 分以下の間隔での水質測定に基づく測定結果

### (2) 八郎潟中央干拓地汚濁負荷の実測を基にした無落水移植による八郎湖への汚濁負荷抑制効果の評価

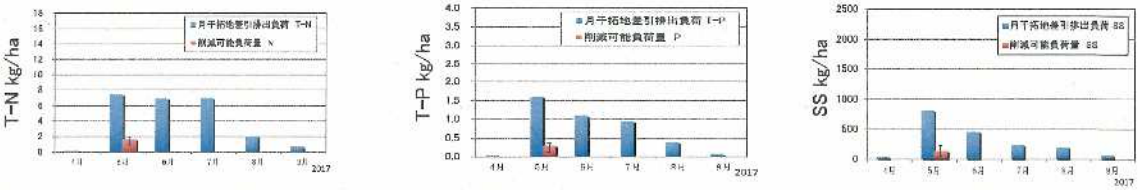



図 1 灌漑期の月別中央干拓地差引排出負荷量と GNSS 実証圃場汚濁負荷削減量との比較

| 2017年 | 負荷削減率 % 全窒素 | 全リン | SS |
|---|---|---|---|
| 5月比 | 22.1 | 18.5 | 18.1 |
| 灌漑期間比 | 6.8 | 7.2 | 8.0 |
| 年間比 | 4.6 | 4.9 | 6.0 |

・干拓地差引排出負荷量（比負荷量：青）と無落水効果による負荷削減量（赤）。
・干拓地差引排出負荷量（比負荷量：青）は、毎日の水質水量の測定結果より負荷量を求め、中央干拓地の水田面積を 10,000ha として単位面積当りで求めた値。負荷削減量（赤）は全面積普及の場合の削減効果に相当。

## 2. 2018 年 測定結果

### (1) 実証圃場における実測結果 集中落水負荷および無落水による推定削減負荷量

| 試験区 No. | 農家・圃場記号 耕法・農法区 | 田植直前の水管理 | 評価値の内容 | 田植え時湛水深 mm | 落水・削減水量 mm | 集中落水負荷および推定削減負荷 全窒素 kg/ha | 全リン kg/ha | SS kg/ha | 流量重み付き平均濃度 全窒素 mg/L | 全リン mg/L | SS mg/L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | A代かき区1.25ha | 落水 | 集中落水 | 7.0 | 50.5 | 1.5 | 0.19 | 134 | 2.9 | 0.37 | 265 |
| 2 | A代かき区1.25ha | 無落水 | 推定削減 | 35.2 | 28.2 | 0.2 | 0.01 | 6 | 0.8 | 0.05 | 21 |
| 3 | B代かき区 2.5ha | 落水 | 集中落水 | 31.1 | 37.0 | 4.8 | 0.96 | 624 | 13.1 | 2.60 | 1687 |
| 4 | B代かき区 2.5ha | 無落水 | 推定削減 | 46.3 | 36.3 ※ | 3.2 | 0.72 | 241 | 8.7 | 1.98 | 664 |
| 5 | C代かき区 2.5ha | 落水 | 集中落水 | 11.0 | 70.9 | 15.7 | 3.53 | 2170 | 22.1 | 4.99 | 3062 |
| 6 | C無代かき区 2.5ha | 落水 | 集中落水 | 8.8 | 29.5 ※ | 0.6 | 0.04 | 4 | 2.0 | 0.12 | 14 |
| 7 | C無代かき区 2.5ha | 無落水 | 推定削減 | 16.7 | 8.0 ※ | 0.1 | 0.01 | 2 | 1.2 | 0.11 | 22 |
| | | | 平均 | | 42.1 | 4.3 | 0.91 | 530 | 8.3 | 1.69 | 952 |
| | | | 最大 | | 70.9 | 15.7 | 3.53 | 2170 | 22.1 | 4.99 | 3062 |
| | | | 最小 | | 28.2 | 0.2 | 0.01 | 4 | 0.8 | 0.05 | 14 |
| | | | | | 実測落水量・実測負荷量 | | 落水削減量 | | | | |

※ B無落水区落水削減量の推定には昨年度の落水区田植時水深値約10mmを基準として求めた。落水区で大降雨の影響による湛水が残ったため。
※ C無代かき区は水深決定の基準を中干し時の落水時の水位を0mmとした。団粒状態で田面高を測定することが困難であったため。
※ C無代かき無落水区では湛水深が不足気味で入水しながらの田植えとなったことから、落水量も少なく、負荷削減可能量の算定では計算に含めていない。

### (2) 八郎潟中央干拓地汚濁負荷の実測を基にした無落水移植による八郎湖への汚濁負荷抑制効果の評価

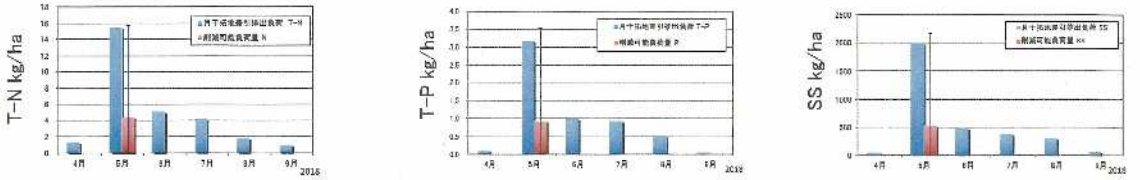



図 2 灌漑期の月別中央干拓地差引排出負荷量と GNSS 実証圃場汚濁負荷削減量との比較

| 2018 | 負荷削減率 % 全窒素 | 全リン | SS |
|---|---|---|---|
| 5月比 | 27.9 | 28.8 | 26.5 |
| 灌漑期間比 | 14.9 | 15.8 | 16.1 |
| 年間比 | 解析中 | | |

干拓地差引排出負荷量（比負荷量：青）と無落水効果による負荷削減量（赤）。
中央干拓地の水田面積を 10,000ha として単位面積当りで比較：全面積普及の場合の削減効果に相当。
No.4 圃場は 2 年目の湛水移植区。風のある条件下で初年度より約+1cm 深い状態での田植えを実施。

H30 年度、田植え直前の無落水管理により約 42mm(420m3/ha)の排水量と取水量の節水となった。これに伴い窒素(N) 4.3kg/ha、リン(P)0.91kg/ha、懸濁物質(SS)530kg/ha の汚濁負荷の排出が抑制された。5 月期の差引排出負荷の N:27.9、P:28.8、SS:26.5%と見積もられた。

但し H30 年度は 5 月 18 日に 150mm を超える豪雨があり、干拓地の差引排出負荷量は 5 月としては過去 20 年間で最大となる特殊年であった。そこで今年の削減量を前年度の 5 月の差引負荷量と比較すると N:58、P:56、SS:65%に相当し、全圃場で無落水(湛水)移植が行われた場合、少なくとも 50%の削減は見込めるものと考えられる。

### (3)大潟土地改良区による GNSS 田植え機導入水田等の湛水移植時の田面水深と田面水中の N,P,SS 濃度

平成 29 年度の本研究の成果である、湛水条件下での高い直進性と安定した移植精度および汚濁負荷削減効果の実証を受けて、平成 30 年度、大潟土地改良区では直進アシスト RTK-GNSS 田植え機を 8 台導入し、16 戸の農業者が営農圃場にて湛水状態での無落水あるいは落水抑制型の水稲苗移植を実施した。この GNSS 田植え機導入圃場での移植時の湛水深と田面水中の栄養塩、SS 濃度の測定結果を以下にまとめた。

移植時の湛水深は最小 1.5cm、最大 9.2cm、平均 4.9cm であった(n=62)。その際の田面水中の T-N、T-P、SS 濃度の分布は図 3 のようになり、測定値の平均は、T-N 8.7mg/L、T-P 1.5mg/L、SS 802mg/L となった。標準偏差は T-N 7.48mg/L、T-P 1.25mg/L、SS 1116mg/L と広い濃度範囲を示した。田面の均平精度なども加味すると、5～6cm 程度の湛水状態での田植えを落水抑制の目標とすることは十分に可能であると考えられる。

この測定結果から算定した、排出されず田面に留められた N,P,SS 負荷量も、図 4 のように広い範囲となった。田面に留められた 1ha 当りの負荷量を湛水深×濃度として求めた値の平均値は、T-N 4.3kg/ha、T-P 0.75kg/ha、SS 380kg/ha となり、高頻度の水質測定と流量の実測から評価した実証水田からの排出負荷量(上記 1(1)、2(1))よりやや小さめの値となった。

田面水の強制的な落水で排水ボックス付近で流速が生じ、代かきで緩んでいる干拓地特有の重粘土土壌が、田面の掃流により巻き上げられ流下時の濃度や負荷量を大きくする可能性が伺える。流速のない田面水の測定から求めた負荷量は、排出水の直接測定より求めた負荷量より小さめに評価されたとも考えられる。

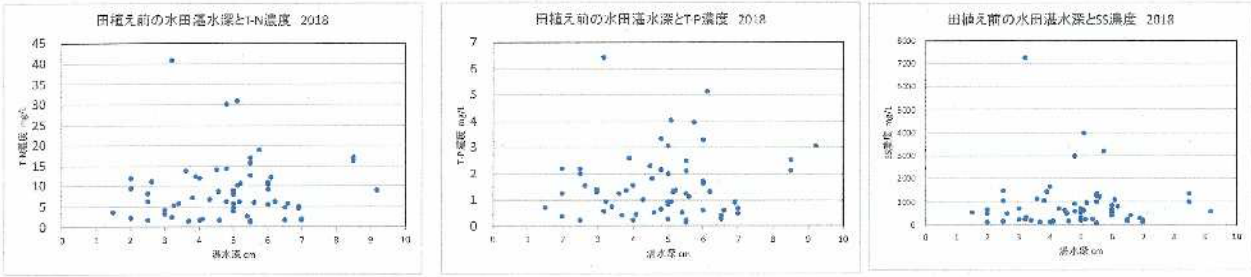



図 3　2018 年　八郎潟干拓地　GNSS 田植機による田植え時の田面水中の汚濁物質濃度(N,P,SS)と湛水深

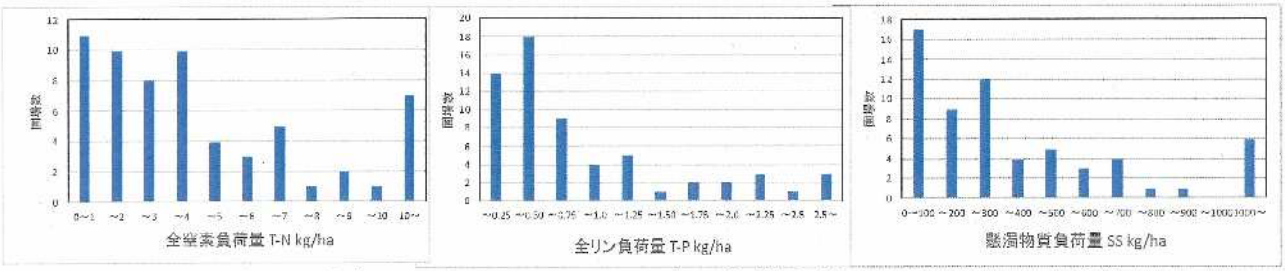



図 4　2018 年　簡易的推定により求めた田面に留められた負荷量(削減可能負荷量)の度数分布　n=62

資料３－４

## 対策の名称　Ｎｏ．９流入河川対策

### 1　目的

流入河川の自然環境を保全することにより、流入負荷を抑制する。

### 2　検討する対策の概要

①多自然川づくり

流入河川における河川改修事業を実施する場合は、河川が本来有している生物の生息・生育・繁殖環境に配慮し、川が本来持つ自然浄化作用の保全を図る。

②河川清掃等

河川内に流れ着くゴミの直接的・継続的除去により、流入負荷を直接除去するとともに、雑木の除去や草刈り等により、河川の自然環境を保全する。

併せて住民団体等を巻き込み、意識啓発を促進する。

### 3　検討する対策の経緯等

①多自然川づくり

これまでの計画（第１期、第２期）では明記していないが、県管理の三種川等で実施されている河川改修事業では、多自然川づくりに努めている。

②河川清掃等

これまでの計画では、「流出水対策」の「市街地対策」として「八郎湖クリーンアップ作戦」や「町内会等の一斉清掃」等を明記し、継続実施してきた。近年は、八郎湖岸に限らず流入河川の河岸等でも実施され、毎年4月・6月の開催で、流域全体で６千人（H30）が参加している。

また、雑木の除去や草刈りについては、河川管理者側の事業（雑木の除去：業者への業務委託、草刈り：ふれあいの川美化事業（地元自治会等に業務委託））で実施されている。

### 4　期待される効果

①多自然川づくり

河川が本来有している生物の生息・生育・繁殖環境に配慮することで、自然浄化作用が保全されれば流入負荷が抑制される。

②河川清掃等

水質悪化の原因となり得る、ゴミや流木等が八郎湖へ流入することを抑制するとともに、河川清掃活動を通して住民意識の向上を図り、八郎湖に対する関心を高める。

また、適切な雑木の除去や草刈り等の実施により、河川の自然環境を保全する。

### 5　考慮すべき課題

①多自然川づくり

水質改善効果を定量的に評価することは困難と思われるほか、水質改善効果を得るための大規模な改修には莫大な費用が必要となる。

②河川清掃等

関係自治体(県、市町村)の財政事情から、住民団体と協働して行う必要がある。

**6　事務局（案）**

①多自然川づくり

河川改修においては、緊急性や優先度を考慮しつつ、地域の生態系に配慮した多自然川づくりに努め、事業を実施する。

（事業主体：県、市町村（河川管理者））

②河川清掃等

八郎湖・流入河川及び市街地において、自治体や地域住民がそれぞれの役割のもとで雑木除去、草刈り・清掃等を実施する。

（事業主体：流域住民等）

# 参考資料

・全国の指定湖沼での実施状況

・河川清掃等の実施状況

## 全国の指定湖沼での実施状況

| | 多自然川づくり | 河川清掃等 |
|---|---|---|
| 霞ヶ浦（北浦）（第7期） | 茨城県（北浦）は，流入河川において，河川の自然浄化機能を活用した水質浄化対策を促進する ため，生物の良好な生息環境や多様な河川景観を保全・創出する多自然川づくりや植生浄化施設による水質浄化対策を推進し，湖内においては魚介類の産卵・育成の場となり，水質浄化機能も有する水生植物帯を整備します。<br><br>○多自然川づくり目標：河川数（箇所） | |
| 印旛沼（第7期） | 多自然川づくり（県・流域市町）<br><br>印旛沼、鹿島川、高崎川等において、自然環境や景観等に配慮した河川整備を行います。<br><br>○多自然川づくり目標：整備延長 | ・河川清掃等<br>（県・流域市町・事業者・NPO・住民）<br>印旛沼流入河川において、ごみ清掃・植生帯の草刈りを実施します。<br>・ 沼清掃等<br>（県・流域市町・事業者・NPO・住民）<br>印旛沼及びその周辺において、ごみ清掃等を実施します。 |
| 手賀沼（第7期） | 多自然川づくり（県・流域市）<br><br>大津川等において、自然環境や景観等に配慮した河川整備を行います。<br><br>○多自然川づくり目標：整備延長 | 河川清掃等（県・流域市・住民）<br><br>県及び流域市等によるごみ清掃等を実施します。また、県はアダプト・プログラムにより、住民等の清掃活動を支援します。 |
| 琵琶湖（第7期） | 琵琶湖に流入する河川の水質浄化を図るため、新守山川の河口部において、出水時に内湖を活用して汚濁物の自然沈降を促す浄化施設を整備します。<br>また、生態系に配慮した多自然川づくりによる河川改修を進めます。 | |
| 児島湖（第7期） | 多自然川づくり等の推進<br><br>河川や用排水路の護岸改修に当たっては、多自然川づくりを行うなど、自然の水質浄化機能を回復、活用するよう努めることとし、指定地域内の7河川の必要な箇所において河川改修を進める。 | アダプト事業の推進<br><br>おかやまアダプト推進事業及び児島湖畔環境保全アダプトを一層推進し、地域住民との連携による児島湖流域（湖畔、道路、河川）の環境美化に努めることにより、流域の水質を保全する。 |
| 諏訪湖（第7期） | 河川の改修においては、地域の生態系に配慮し多自然川づくりを進めることにより、川の持つ自然浄化機能を向上させます。<br><br>○多自然川づくり目標：整備延長 | 洪水時に枯れたヨシや支障木などが諏訪湖に流入しないよう、流入河川の支障木の除去、諏訪湖岸及び流入河川の清掃、河川区域の枯れたヨシ焼き、河川に繁茂したヒシの除去等を行います。 |
| 中海（第6期） | 河川改修においては、生態系に配慮した多自然川づくりを進めることにより、川の持つ自然浄化機能が損なわれないよう配慮する。 | 流入河川の清掃、河川区域に生育している水草の刈り取りにより、浮遊ごみや枯れた水草の中海への流入抑制を図る。 |
| 宍道湖（第6期） | 河川改修においては、生態系に配慮した多自然川づくりを進めることにより、川の持つ自然浄化機能が損なわれないよう配慮する。 | 流入河川の清掃、河川区域に生育している水草の刈り取りにより、宍道湖へ流入する浮遊ごみ、及び枯れた水生植物の水域への回帰の抑制を図る。 |

# 河川清掃等の実施状況

## 【八郎湖流域市町村におけるクリーンアップ】

毎年4月、6月実施。八郎湖岸に加え、流入河川においても各所で実施。
地域コミュニティの良好さもうかがえ、八郎湖に対する意識啓発にも寄与している。

湖岸（調整池　H30.4.22）

流入河川（馬踏川　H30.6.3）

流入河川（井川　H30.6.3）

流入河川（妹川　H30.6.3）

## 【草刈り・雑木の除去】

河川維持作業の一環として、草刈りや繁茂した雑木の除去を実施。

流入河川（糸流川　H30.7）
※ふれあいの川美化事業（町内会等への委託）

流入河川（三種川　H30.10）
※伐木業務委託（業者委託）

流入河川（鹿渡川　H30.7）
※草刈業務委託（業者委託）

湖岸（東部承水路　H30.10）
※河川維持作業（業者委託）

資料３－５

| 対策の名称　Ｎｏ．１０　調査研究の強化 |
| --- |
| 調査・研究の拡充と活用 |

## 1　目的

調査研究を推進することにより、水質汚濁メカニズムの解明や水質浄化対策技術の確立を目指す。また、これまでの調査実績を公表することにより、更なる調査研究の発展を目指す。

## 2　検討する対策の概要

重点的に取り組むべき研究及び実施すべき調査を拡充するとともに、その成果の活用を推進する。

**①調査研究等のテーマの拡充**

**１）流入河川や農地排水による汚濁機構（継続）**
**２）湖内の生態系による内部生産（継続）**
**３）湖内水の流況や底泥等からの汚濁物質の溶出抑制（継続）**
**４）難分解性有機物の影響（継続）**
**５）農地排水の浄化対策（継続）**
**６）水生生物の動態解明（新規）**
**７）動植物による水質浄化作用（新規）**
**８）リモートセンシング等を活用した湖沼観測手法の検討（新規）**

**②水質調査の追加・拡充**

**③調査成果の公表**

## 3　検討する対策の経緯等

**①調査研究等のテーマの拡充**

第２期計画時には、水質汚濁メカニズムの解明を目的として５テーマを記載して調査研究等の推進を行ってきた。第３期計画では、この５テーマに加え、水生生物の動態解明、動植物による水質浄化作用及びリモートセンシング等を活用した観測技術について、計画に記載する。

**６）水生生物の動態解明に向けた調査研究**

水生生物については、動植物プランクトンや魚類等についての八郎湖全域での生態等が解明されていない。植物プランクトンについては、アオコ調査や公共用水域調査時のクロロフィルａ測定等を行っているが、アオコ調査が夏季のみであることなどから、限られた情報量となっている。また、植物プランクトンや魚類といった個別の項目については、秋田県立大学において調査研究が行われているものの、総合的な調査研究事例は乏しい現状である。

**７）動植物による水質浄化作用**

八郎湖では、植生回復による水質浄化を事業として取り入れているほか、方

上地区の自然浄化施設での水質浄化についても事業化して取り組んでいる。他方、水産資源による汚濁負荷の湖外持出については検討が十分にされていない。

また、水耕栽培等による汚濁負荷削減については、過去に検討がされているものの、調査から１０年以上が経過しており、新たな植物での検討など、現状にあった形での成果の更新が必要になると考える。

**８）リモートセンシングを活用した湖沼観測手法の検討**

これまで、八郎湖においては、リモートセンシングに係る検討は進んでいるとは言えない。他の指定湖沼においては、霞ケ浦において企業との共同により調査研究等が進められているところである。

**②水質調査の追加・拡充**

八郎湖及びその流入河川では、夏季にアオコの発生や底層の貧酸素化に伴う栄養塩の溶出等、水質に係る様々な問題が発生している。しかし、アオコの元となる藍藻をはじめとした植物プランクトンや、それを捕食すると期待される動物プランクトンを通年調査していない。また、ＣＯＤに代わる新たな有機汚濁指標として注目されるＴＯＣについても、調査地点や回数は限られたものとなっている。

**③調査成果の公表**

県では八郎湖及び流入河川での水質等の調査を継続しており、数十年にわたる調査結果の蓄積があるが、詳細の公表は過去１０年程度にとどまっている。また、高濃度リンや自然浄化施設などの個別の調査概要についても、近年の実績は公表されているが、その内容全ては公表していない。研究者等からの要請に応じて、随時対応している状況である。

## 4　期待される効果

**①調査研究等のテーマの拡充**

**６）水生生物の動態解明に向けた研究**

水生生物全体を対象とすることにより、環境に対する知見のほか、魚類の個体数変動等、漁業の面でも得るものは大きい。また、八郎湖における有機汚濁の現状や内部生産を検討するうえでも非常に重要な知見となり、他の調査研究等の資料となることも期待される。

**７）動植物による水質浄化作用**

植生帯を用いた水質浄化は、自然湖岸の回復も担うことから二面的に八郎湖に寄与することができる。水産資源による汚濁負荷の持出評価についても、産業と結びつけることにより、持続的な対策となることが期待される。また、水耕栽培による汚濁負荷削減は過去にも研究ベースでは行われているが、これをフィールドで実証することにより、水質改善と産業、さらに自然回復による景観面での美化等、様々な効果に結びつくことが期待される。

**８）リモートセンシングを活用した湖沼観測手法の検討**

現在は、定点で定期的な水質の把握となっているが、リモートセンシングにより、面的で連続的な水質状況の把握が可能となる。調査の効率化とともに、きめ細かな水質データが得られるようになり、より精度の高い八郎湖の水質予測が可能となる。

**②水質調査の追加・拡充**

各地点での水質状況がより詳細に把握できる。新たな測定項目と現在測定している項目の比較・関連付けにより、濃度変動等に新たな知見を得ることができる可能性がある。

**③調査成果の公表**

外部機関を含めた調査研究等の推進が図られ、八郎湖に関する新たな知見が生まれる期待がある。また、公表した調査結果より、新たな視点での水質変動の要因が発見される可能性もある。さらに、地域住民等に向けて情報を公表することで、八郎湖に関する関心を高めることにつながり、水質保全への意識を高めることが期待される。

## 5　考慮すべき課題

・必ずしも研究がそのまま対策へとつながるわけではない。
・基礎的なデータが乏しいものもあり、成果を出すまでに時間を要する。
・調査項目によっては、新たな機器整備や調査手法の確立が必要となる。
・調査結果の公表には、各部局にまたがる成果の集約が必要となる。
・住民等に対する公表は、理解しやすい内容や解説の検討が必要である。

## 6　事務局（案）

**①調査研究等のテーマの拡充**

流入河川や農地排水による汚濁機構、湖内の生態系による内部生産、湖内水の流況や底泥等からの汚濁物質の溶出抑制、難分解性有機物の影響、農地排水の浄化対策に関する調査研究については継続するとともに、新たに、水生生物の動態解明、動植物による水質浄化作用、リモートセンシング等を活用した湖沼観測手法の検討について調査研究等を進める。

**②水質調査の追加・拡充**

ＴＯＣ、鉛直ＤＯ、鉛直水温、動植物プランクトン等の水質項目について、調査地点および回数を追加・拡充し、現状の把握に努める。

**③調査成果の公表**

まずは、県で実施した水質調査の詳細と、高濃度リン等の個別の調査概要について、集約した形で公表する。
また、地域住民等に向けた調査結果の公表も併せて行う。

# 参考資料

・これまでの八郎湖での調査、研究事例（計画策定以降、県関与分）

・水質調査の追加、拡充

## これまでの八郎湖での調査・研究事例（計画策定以降・県関与分のみ）

○調査分類は以下の6通りとする
①流入河川や農地排水による汚濁機構
②湖内の生態系による内部生産
③湖内水の流況や底泥等からの汚濁物質の溶出抑制
④難分解性有機物の影響
⑤農地排水の浄化対策
⑥その他

| 研究・調査名 | 分類 | | | | | | 期間 | | | | | | | | | | | | 内容 | 効果 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | H19 | H20 | H21 | H22 | H23 | H24 | H25 | H26 | H27 | H28 | H29 | H30 | | |
| 防潮水門高度管理 | ○ | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | 防潮水門の水位管理を細分化することにより、水質改善効果を検証する。 | 明確な改善効果は得られなかった。 |
| 素波里ダム導水 | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | 非かんがい期に素波里放流水を導水する水質改善効果を検証する。 | 費用が工事費で5億円かかるほか、維持管理費も高額となり、費用対効果が低い。 |
| 汚濁機構解明調査 | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | 八郎湖流入河川の多点調査を行い、汚濁機構解明と負荷削減方針を検討する。 | 各河川の詳細な水質実態が把握できた。 |
| 支線排水路調査 | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | 高濃度リンの影響を把握するため、水質等の調査を行う。 | 幹線・視線排水路内のリン濃度は、北部排水機場から南部排水機場に向かうほど上昇する傾向にあった。 |
| 八郎湖におけるCOD調査 | ○ | ○ | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | 八郎湖におけるCODの特徴を解析し、汚濁削減対策を検討する。 | 八郎湖内及び流入河川の難分解性CODの汚濁寄与率を把握した。 |
| 支線排水路での汚濁除去フェンス | ○ | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | 支線排水路内に農業排水の汚濁除去を目的としたフェンスを設置し、水質調査等によって濁質除去効果の検証と定量化を行う。 | 明確な効果はないが、フェンスの形状によってはSSで5%の除去効果が確認された。 |
| 南部排水機場沖汚濁拡散防止フェンス | ○ | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | 南部排水機場から防潮水門方向にフェンスを設置することによる、濁質分除去効果等について試算する。 | 濁質除去効果はあるが、設置費や汚泥処理費等が高額となる。 |
| 植生域の回復 | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | 沈水植物であるモクの再生を目的に、消波工造成や抽水植物栽培を行う。 | 植生回復が水質浄化等にも有用であることが確認されたが、植生帯の回復は思うように進んでいない。 |
| 自然浄化施設 | | | ○ | | ○ | | | | | | | | | | | | | | 方上地区の未利用地を用いて、ヨシによる自然浄化効果を検証する。 | CODやT-N、T-Pの除去効果が確認された。規模拡大と導水量増加が望まれるが、予算確保と用地取得が困難である。 |
| 幹線排水路浚渫 | | | ○ | | ○ | | | | | | | | | | | | | | 幹線排水路で浚渫を行う際の広報や費用について検討する。 | 改修工事費用が45億円となり、浚渫を含めた総工事費要は55億円と試算された。 |
| 湖岸の自然浄化機能の回復施設における沈水植物の生育調査と安定再生手法開発研究 | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | 県設置の消波工において、沈水植物の生育状況及び環境要因影響調査を行い、沈水植物の安定再生手法を検討する。 | 沈水植物の再生には、広い面積での安定した水深の維持と波浪防止のための消波堤建設、食害防止策が必要であると結論した。 |
| シジミによる水質改善 | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | シジミの水質浄化機能に着目し、シジミ資源増大による水質改善を図る。 | 食害や大きな推移変動などにより、違い放流等による資源量増加は進まなかった。 |
| 高濃度酸素水供給（豊川） | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | 高濃度酸素水を底層に供給し、貧酸素化の解消・防止を図る。 | 底質及び水質の改善効果が確認された。狭い範囲での浄化に適すると判断した。 |
| 高濃度酸素水供給（大久保湾） | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | 高濃度酸素水を底層に供給し、水質及び底質の改善効果について検証する。 | 底質及び水質の改善効果が確認された。改善範囲は局所的であった。 |
| 大久保湾流動化 | | | ○ | | ○ | | | | | | | | | | | | | | 南部干拓第3工区の承排水路を経由させ、湖水を流動化する。 | 湖水の流動に対する影響は小さいが、承排水路内での水質浄化が示唆された。 |
| 高濃度酸素水供給（西部承水路） | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | 高濃度酸素水を底層に供給し、水質及び底質の改善効果について検証する。 | 底質及び水質の改善効果が確認された。特に底層DOの大幅な上昇が確認された。 |
| 大潟村方上地区における自然浄化施設計画のためのイトクズモ保全計画策定 | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | 大潟村方上地区内に生息するイトクズモの分布や生息条件を調査する。 | 方上地区内水路に分布するイトクズモについて、その生態状況を把握できた。 |
| 中央幹線排水路での濁水技術検討 | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | | 中央幹線排水路において、天然ヤシのろ過材等による濁質削減効果を検討する。 | 天然ヤシのろ過材を使用した試験では、SSで90%の除去効果が確認された。 |
| 流出水対策地区の検討に係る水質調査 | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | 大潟村水田の夏季における系統的な水質調査を行う。 | 南北排水機場及び大潟村水田の流出入水の水質を把握できた。 |
| 八郎湖高濃度リン湧出水に係る資料整理業務 | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | 平成3年から平成16年にかけて行われた高濃度リン関係調査・研究について、資料整理と総合的な解析を行う。 | 既往報告書や文献資料より、各情報の分類を行った。また、既往調査報告より、リンが堆積物中に存在し、底から溶脱していると結論した。 |
| 方上地区リン液肥商品開発 | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | 高濃度リン含有地下水をくみ上げ、リン液肥としての製造・販売を検討する。 | 液肥としての販売はハードルが高く断念した。 |
| 方上地区高濃度リン含有地下水調査 | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | リン含有地下水の賦存量等に関する調査を行う。 | ボーリング調査、湖底質調査及び既往調査より、リン濃度の推定断面図を作図した。 |
| Caもみ殻炭吸着特性調査 | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | 健康環境センターが開発したCaもみ殻炭のリン吸着特性を調査する。 | Caもみ殻炭のリン吸着能力は確認されたが、リン酸態リンの吸着能力が低いことや試験水のpHがアルカリ性を示す等の課題も確認された。 |
| 高濃度リン含有地下水調査 | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | 高濃度リンに係る基礎資料を得るため、土質ボーリング調査・分析を行う。 | ボーリング調査から、明確なリン含有地層は確認できなかった。 |
| リン含有地下水における回収方法検討 | | | | | | ○ | | | | | | | | | | | | | Caもみ殻炭によるリン回収実用化のための検討を行う。 | Caもみ殻炭のリン吸着能力やその温度特性を把握した。なお、吸着したリンは難溶性である可能性が高い。 |

# 水質調査の追加・拡充

## ○現状

| | 湖心 | 野石橋 | 大潟橋 | 調整池東部、大久保湾 | 流入河川 |
|---|---|---|---|---|---|
| TOC | 年6回 | 年6回 | 年6回 | ― | ― |
| 鉛直DO | 年12回 | ― | ― | 年10回 | ― |
| 鉛直水温 | 年12回 | ― | ― | 年10回 | ― |
| 動植物プランクトン | 無（緊急時のみ調査） | | | | |

## ○第3期計画目標

| | 湖心 | 野石橋 | 大潟橋 | 調整池東部、大久保湾 | 流入河川 |
|---|---|---|---|---|---|
| TOC | 年12回 | 年12回 | 年12回 | 年10回 | 年12回 |
| 鉛直DO | 年12回 | ― | 年12回 | 年10回 | ― |
| 鉛直水温 | 年12回 | ― | 年12回 | 年10回 | ― |
| 動植物プランクトン | 年12回 | 年12回 | 年12回 | 年10回 | 年12回 |

・動植物プランクトンの常時監視体制

・TOC及び底層DOの調査強化