

八郎湖に係る湖沼水質保全計画（第3期）

水質保全対策検討資料

No. 1	底泥対策、底質改善対策	1
No. 2	調整池等管理水位の調整	4
No. 3	アオコ対策	6
No. 4	排水機場等における濁水除去対策	8
No. 5	湖内流動化	10
No. 6	水生動植物の利用又は回収	14
No. 7	高濃度リン湧出水対策	20
No. 8	農地対策	22
No. 9	流入河川対策	26
No. 10	調査研究の強化	28
	参考資料	31

対策の名称 N o . 1 底泥対策、底質改善対策

1 目的

底質改善や底泥除去等で、湖底からの栄養塩の溶出等を抑制する。

2 検討する対策の概要

①湖内及び流入河川河口部の浚渫・覆砂（新規）

蓄積した底泥を浚渫することで、栄養塩の溶出や泥の巻き上げによる透明度の低下を防止する。また、覆砂で、溶出や巻き上げを抑制するとともに、底質を改善することで水生生物の生育環境を改善する。

②高濃度酸素水供給（継続）

高濃度に酸素を溶解させた湖水を湖内底層に供給することで、底層の貧酸素化を改善し、底泥からの栄養塩の溶出を防止するとともに、底質の改善を図る。

③底質中の植物プランクトン分布調査（継続）

アオコ形成藻類の代表であるMicrocystis属の湖内底質の分布や湖水への回帰状況を確認するとともに、アオコ発生の防止又は軽減を図るために適切な底質改善方法を検討、実施する。

3 検討する対策の経緯等

①湖内及び流入河川河口部の浚渫・覆砂

第1期では、発生源対策を優先させること、多額の費用を要することから採用せず、第2期でも費用対効果が低いことや湖底のデータ不足であったことから採用していない。

②高濃度酸素水供給

- ・ 第2期計画では、底質改善の手法として試験検証をすることにしていた。
- ・ H25から豊川、H27から大久保湾で試験し、底層でのD0上昇とP0₄-P低下や底質からの栄養塩類の溶出抑制等が示唆される一定の効果を確認した。
- ・ 大久保湾の結果から、平坦で浅い水域では風等の影響を受けるため、水の交換が少ない水域での実施が適していると考えられ、H28からは西部承水路の浚渫跡の窪地で試験を実施している。
- ・ 西部承水路の結果から、底層D0の上昇や底質改善等と大久保湾と同様の効果が得られているが、影響範囲の特定や溶出抑制効果の定量化等を確認するには、今後も試験を継続する必要がある。

③底質中の植物プランクトン分布調査

- ・ 秋田県立大学の調査では、八郎湖の特に大久保湾内の一部の湖底にMicrocystis属が高密度で存在し、底質から湖水へ回帰していることが確認されている。
- ・ H30年度は、底質鉛直方向の分布や回帰状況の詳細、アオコ被害の著しい馬踏川での底質中の分布や湖水への回帰状況を把握する調査を実施している。

4 期待される効果

①湖内及び流入河川河口部の浚渫・覆砂

- ・浚渫は、栄養塩を直接除去することができ、また、土砂堆積による航行障害の解消、流木やごみの堆積による景観の悪化が改善される。
- ・覆砂は、底泥からの栄養塩の溶出や巻き上げを抑制でき、シジミや沈水植物など砂状の底質を好む生物の生育環境の改善につながる。

②高濃度酸素水供給

- ・大久保湾と西部承水路の試験では、最大で湖内174,000m²の範囲の底層D0を上昇させ、試験区で対策3年目には、対照区と比べて試験区底質のPO₄-P溶出速度を約8割、酸素消費速度を約2割減少させた。
- ・当該試験結果を条件とした水質予測シミュレーションでは、大久保湾内での対策は影響範囲が限られており、基準点の水質に変化は見られなかった。
- ・そこで、湖内の窪地や植物プランクトンが多く存在する部分等とピンポイントでの底質の改善を進めることを検討する。

③底質中の植物プランクトン分布調査

- ・植物プランクトンの回帰量を削減することで、アオコ発生抑制が可能となる。

5 考慮すべき課題

①湖内及び流入河川河口部の浚渫・覆砂

- ・泥の処理費が高額で、費用対効果が低い。
- ・工事中の底泥の巻き上げで、水質が悪化する可能性がある。
- ・底泥の再堆積により効果が低下するため、効果を継続させるためには、流入負荷量の削減や再度浚渫をする必要がある。

浚渫費用 八郎湖検討：30万m³※1で約45億円（基準点の水質は変化なし）

霞ヶ浦実績：800万m³で約1,258億円（CODが0.6mg/L低減）

諏訪湖実績：381万m³で約146億円（単独の効果は不明）

埋立費用 八郎湖検討：77万m³で約78億円（COD負荷量3%削減）

浚渫・埋立 八郎湖検討条件

浚渫 湖内全体590万m³に対して、底泥の堆積状況等を勘案して、湖内は南北排水機場付近と馬踏川河口沖、河川は馬踏川、豊川、馬場目川河口部を対象に当該範囲の約600千m²の厚さ50cm、30万m³（全体の5%）を浚渫。

埋立 調整池内で夏期に貧酸素化が確認されているT.P.－7m以深を覆砂材で埋立。

②高濃度酸素水供給

- ・深い水域での対策の効果は現在検証中である。

対策費用 八郎湖実績：3カ年で約25百万円（一部見込みを含む）

③底質中の植物プランクトン分布調査

- ・植物プランクトンの回帰量と水質との関連性を把握しなければ、効果がわかりにくい。また、水の交換が生じる水域ではアオコも移動するため、効果が分かりにくい。

6 事務局（案）

①湖内及び流入河川河口部の浚渫・覆砂

事業費は高額だが、水質の大幅な低減は見込めない。なお、現状では底質からの溶出量や範囲、また、底質を改善した場合の効果が適正に把握出来ていないため、実施は難しく、底層や底質の状況把握に努める。

②高濃度酸素水供給

西部承水路での事業を継続し、影響範囲の特定や溶出抑制効果の定量化等を確認する。また、ピンポイントでの底質改善手法を構築する。

③底質中の植物プランクトン分布調査

八郎湖内底質で高密度に植物プランクトンが存在する位置や深度を特定し、適切な対策を検討する。

対策の名称 N o . 2 調整池管理水位の調整

1 目的

調整池の管理水位を必要水量に合わせて低下させ、流入河川からの流下を促し、滞留時間の短縮による内部生産量の減少、湖岸の水生植物の生育環境を改善する。

2 検討を要する対策の概要

・ 調整池の管理水位低下による水質改善（検討継続）

かんがい期の農業用水の需給の見通しの立つ7月以降、及び9月以降の非かんがい期に、調整池の管理水位を低下させることにより、河川からの流入を促し、滞留時間の短縮による内部生産量を低減させる。

3 対策の検討経緯等

- ・ 第1期計画では、非かんがい期（融雪期）に防潮水門の高度管理による、湖内の流動化の効果を確認するため、平成18年度、平成20～22年度（4ヵ年）の2月下旬から3月に湖水を放流し、水質が比較的良好な雪解け水との入れ替えを、実施したが、水質改善効果が確認出来なかった。
- ・ 第2期計画では、9月以降の非かんがい期に、調整池管理水位の低下による水質改善効果についても検討し、その効果が高いと認められる場合には、対策を速やかに実施するとした。
- ・ 非かんがい期の調整池管理水位の低下を条件とした水質予測シミュレーションでは、管理水位低下による貯水量の減少は、夏場に底泥から溶出する栄養塩の影響が大きくなり内部生産量が増加するなど、水質が悪化する結果となった。

4 期待される効果

- ・ 現在は、かんがい用水確保のため、調整池管理水位を4月1日から5月1日までにT. P. +0.5mからT. P. +1.0mに上昇させているが、5月1日以降の調整池管理水位を下げることにより流入負荷を軽減し、水生植物の生育可能な面積拡大が期待される。

5 考慮すべき課題

- ・ 調整池のかんがい期の管理水位は、中央干拓地、及び周辺干拓地、既耕地のかんがい用水の必要量から決定されており、この必要量に変更がなければ管理水位の変更は困難である。

- ・近年のかんがい期の管理水位の実態は、T. P. +1. 0mは5～6月上旬までで、それ以降は9月10日までに漸次低下しT. P. +0. 5mに移行しており、この移行期間の月別水質は、COD、T-Nは3地点とも高く、T-Pは他の期間との差はないことから、水位の低下と水質改善の関連性は不明である。

6 事務局（案）

- ・水質改善を目的とした調整池管理水位について、データ解析、並びにシミュレーションを通じて、可能性に関して検討を継続する。

対策の名称 N o . 3 アオコ対策（悪臭被害の防止）

1 目的

アオコの遡上防止等の対策により、八郎湖や流入河川でアオコが発生した場合に、住民への悪臭等の被害低減を図る。

2 検討する対策の概要

①アオコ監視システム（継続）

湖岸5箇所の監視カメラを利用し、アオコ発生状況を常時監視するとともに、市町村との情報共有を図る。

②アオコ遡上防止フェンス（継続）

アオコの遡上で悪臭被害等が懸念される河川に遡上防止のためのシルトフェンスを設置する。

③アオコ抑制装置（継続）

アオコが集積しやすい馬踏川に、超音波照射・水流発生・オゾン発生という機能を有するアオコ抑制装置を設置し、住宅街付近へのアオコの遡上や悪臭被害を防止する。

④ポンプ放水装置（継続）

緊急対応として、集積したアオコに放水することで、アオコを沈降させて悪臭被害を防止する。

3 検討する対策の経緯等

第2期計画では、発生状況等の監視体制の強化、遡上防止フェンスや放水等のアオコ沈降対策を実施することになっていた。

①アオコ監視システム

H26年度に、湖岸5箇所に監視カメラを設置してアオコの発生状況を常時監視し、関係市町村との情報共有を図った。

②アオコ遡上防止フェンス

H22から河川に遡上防止用シルトフェンスを設置し、第2期計画期間にフェンスの保有数を増やし、H26以降は最大9河川で設置している。

③アオコ抑制装置

- ・ H25年度から、アオコ抑制装置を馬踏川に試験的に設置し、H28年度以降は本対策として装置を稼働させている。
- ・ 装置稼働時の調査で、水流は下流30m付近まで確認され、超音波を照射したアオコは、照射していないものに比べて、沈降量が約17ポイント多かった等の効果を確認している。

④ポンプ放水装置

H25に、放水用可搬式ポンプ等を備え、H27には3河川で対応した。

4 期待される効果

①アオコ監視システム

アオコが発生した際に、素早い対応や、市町村との認識を共有することが可能となる。

②アオコ遡上防止フェンス

河川へのアオコの遡上を抑制し、住民の悪臭被害を防止することができる。

③アオコ抑制装置

水流でアオコの群体化を抑制し、超音波で植物プランクトンのガス胞を破壊して沈降を促進し、また、オゾンの脱臭効果で腐敗臭を抑制し、住民の悪臭被害を防止することができる。

④ポンプ放水装置

アオコが大量に発生した場合、限定した範囲ではあるが、一時的に周辺への悪臭被害を軽減することができる。

5 考慮すべき課題

- ・本対策は住民の悪臭被害等の軽減を図る目的であり、アオコを回収しない場合は負荷物質の削減は見込めない。
- ・八郎湖技術検討委員会資料（平成4年3月）では、仮にアオコ混じりの水8,100m³（アオコ5%含む）を回収した場合のりんの回収量は4.1kgと八郎湖全体の現存量の約0.05%、八郎湖流域一日発生量の約2%と試算しており、負荷の持ち出しとしては、大きな効果は期待できないとしている。（湖面積2,770haの約1/100の30haの表層10cmで約3回発生し、その9割を回収、アオコ濃度は5mg/L、リン含有率は1%とした場合の試算）
- ・アオコが広範囲に発生した場合は、対応が困難である。
- ・アオコ抑制装置は設置や維持管理の費用が高額である。

6 事務局（案）

①アオコ監視システム②アオコ遡上防止フェンス③アオコ抑制装置④ポンプ放水装置

八郎湖流域の住宅地付近でのアオコの悪臭被害の防止又は軽減を図るため、継続して実施する。

対策の名称 N o . 4 排水機場等における濁水除去対策

1 目的

中央干拓地からの排水が集中する中央幹線排水路や排水機場において、汚濁負荷を削減し、八郎湖への濁水拡散防止を図る。

2 検討を要する対策の概要

①方上地区植生浄化施設（継続）

中央干拓地から中央幹線排水路へ排出された汚濁水を、方上地区植生浄化施設（ヨシによる自然浄化施設）により水質浄化し、南部排水機場から調整池へ排出される汚濁負荷量を低減させる。

②濁水処理技術による汚濁負荷削減対策（検討継続）

中央幹線排水路の沈降しにくい濁質分を、中央幹線排水路、又は南部排水機場吐出口において、濁水処理技術により処理することにより、南部排水機場から調整池へ排出される汚濁負荷量を低減させる。

③国営かんがい排水事業八郎潟地区による水質保全対策（新規）

八郎潟地区による幹線用水路の整備により施設管理用水を削減、中央幹線排水路に植生浄化施設、支線排水路に沈砂池を設置することにより、八郎湖へ排出される汚濁負荷量を削減させる。

3 対策の検討経緯等

①方上地区植生浄化施設

- ・第1期計画において4ha造成した植生浄化施設について、第2期計画では方上地区を「整備」から「活用」と位置付け、整備済みの植生浄化施設により対策を継続実施している。
- ・5月から9月までの濁水期に、中央幹線排水路から導水した負荷の除去率は過去6年間平均（平成24～29年度）で、SS 69%、T-N 19%、T-P 24%となっている。

②濁水処理技術による汚濁負荷削減対策

- ・中央幹線排水路を流下する沈降しにくい濁質分を物理的な濁水処理によって削減するため、平成29年度から、開発済のろ過資材等を利用した濁水処理技術について基礎研究及び実験を行っている。
- ・第2期計画において、南部排水機場吐出口下流の調整池内にSS分を沈降しやすくするシルトフェンスの設置を検討し、平成25年度にシルトフェンスの有効性を確認するため、大潟村内の支線排水路にシルトフェンスを試験的に設置し、フェンス上下流の水質改善効果の検証を行ったが、良好な結果は得なかった。
- ・中央幹線排水路の濁水処理の方法として、ろ過資材等を利用した試験の結果、導水した負荷の除去率は、SS 90%、T-N 45%、T-P 69%となった。

③国営かんがい排水事業八郎潟地区による水質保全対策

- ・ 八郎潟地区の事業化に向け、国が平成26～30年度に地区調査を実施し事業計画を策定中である。

4 期待される効果

①方上地区植生浄化施設

- ・ 中央干拓地から中央幹線排水路へ排出される汚濁水を、植生浄化施設により水質浄化し、調整池に流入する汚濁負荷量を低減することができる。

②濁水処理技術による汚濁負荷削減対策

- ・ 中央幹線排水路を流下する濁水を処理することで、調整池内に流入する汚濁負荷量が削減される。

③国営かんがい排水事業八郎潟地区による水質保全対策

- ・ 八郎潟地区においては、施設管理用水の削減により、排水機場からの排水量を減らすことで、排出負荷削減量を削減、中央幹線排水路に植生浄化施設や、支線排水路の末端に沈砂池を設けることにより、幹線排水路における汚濁負荷を削減し、八郎湖に流入する汚濁負荷排出量が削減される。

5 考慮すべき課題

①方上地区植生浄化施設

- ・ 枯れたヨシ等が場内堆積したことにより浄化効率が低下しており、ヨシ刈りや整地等による浄化能力の回復手法の確立が必要である。

②濁水処理技術による汚濁負荷削減対策

- ・ 濁水処理技術を活用した処理施設の造成に多額の費用がかかる。

③国営かんがい排水事業八郎潟地区による水質保全対策

- ・ 施設管理用水の削減には高度な用水管理技術が求められること、植生浄化施設や沈砂池は、より効果の高い配置や構造とするとともに、施設の機能を正常かつ長期的に維持保全していくため、維持管理体制を構築する必要がある。

6 事務局（案）

①方上地区植生浄化施設

- ・ ヨシ刈りや整地等の施設の運用を続けながら、浄化能力の回復手法を検討する。

②濁水処理技術による汚濁負荷削減対策

- ・ 濁水処理技術を活用した、より効率的・効果的な施設整備について検討を継続する。

③国営かんがい排水事業八郎潟地区による水質保全対策

- ・ 八郎潟地区の詳細設計において、汚濁負荷削減に効果的で実効性の高い事業計画となるよう、国と一層の連携を図る。

対策の名称 N o . 5 湖内流動化
(1) 西部承水路の流動方法の変更

1 目的

西部承水路は、流入河川が無く、水が停滞しやすい水域である。これに対し、H15以降、北（浜口機場）から南（南部排水機場）への流れをつくる流動化促進を続けており、水質は改善傾向にあったが、近年は横ばいで推移し、依然として他の2水域よりも水質が悪い。そこで、より効果的な流動化方法に変更することで、さらなる水質の改善を図る。

2 検討する対策の概要

①流動化期間の延長（新規）

- ・第2期計画期間（H25-H29）のCOD経月変化では、1～2月是他2水域と同程度だが、3月に僅かに上昇し、4月には1.5mg/L以上高くなっている。
- ・現在は、冬期間は結氷することや水質が低下することから、12/1～4/30は未実施であるが、開始時期を3月に前倒しすることで、当該期間のCODの上昇を抑える。

②流動化方向の変更（新規）

- ・これまでかんがい期は、比較的水質の良い東部承水路の水を多く注水するため、浜口機場から通水することを優先して流動化させ、かんがい水量が不足する場合に、南部機場から補足注水させている。
- ・しかし、公共用水域の調査結果では、浜口機場側の水質が南部機場側よりも悪い場合があるため、そのような時期は南部機場からの通水を優先する。

3 検討する対策の経緯等

- ・H15から西部承水路の流動化事業を実施し、第1期計画で湖内浄化対策に位置付け、平成21年からは流動化量を増加し、期間を延長している。
- ・第2期計画も、第1期計画と同様の方法で実施した。（かんがい期平均注水量
第2期：約93百万m³、非かんがい期南部平均排水量：約17百万m³）
- ・西部の貯水量約8.8百万m³に対して、約1億m³を注水しているので、貯水量の約11倍であり、うち7割は浜口機場からの注水による。非かんがい期は貯水量の約2倍排水している。

4 期待される効果

①流動化期間の延長

西部承水路よりも水質が良い東部承水路の水を入れること、湖水の流動化を促すことで、3月から4月の水質の悪化を抑える可能性がある。

②流動化方向の変更

水質の良い水を導水することで、流動化対策の効果を上昇させる可能性がある。

5 考慮すべき課題

- ・西部承水路の流動化促進以降、他2水域では水質項目により改善や悪化の傾向が見られるが、その詳細を把握出来ていない。
- ・3月の水質の悪化の原因が把握出来ていない。
- ・8月から9月は、浜口機場からの水の方が南部機場よりも水質が悪くなることもあるが、期間は1ヶ月間、2ヶ月間等と、その年によって異なる。そのため、通水を優先させる排水機場は、月1回の水質測定結果の確認後に選択する必要がある、対応が遅くなる可能性がある。
- ・南部機場からの水について、CODとT-Nは浜口機場よりも低い時期があるが、T-Pは年間を通して常に高い。
- ・南部機場を優先的に運用する場合は、濁水をより多く西部承水路に導水することになるため、西部承水路関係農家との調整が必要になる。

6 事務局（案）

①非かんがい期の運用期間の延長

3月頃の水質悪化の原因や、3月頃の水質を改善させた際の生態系等への影響等と課題の詳細を検討しつつ、実施する。

②流動化方向の変更

今後、南部排水機場から注水する調整池の水質が改善される等の変化があった場合に、水質予測シミュレーションでその有意性を確認し、実施を検討する。

対策の名称 N o . 5 湖内流動化
(2) 大久保湾の流動化（湖水の湖外循環による水質浄化）

1 目的

調整池南東部（以下、「大久保湾」という。）は、著しい停滞水域となっている。そこで、南部干拓地の既存農業用施設を活用し、湾内の水を流動化させて、滞留時間を短縮し、調整池の水質改善やアオコの発生抑制を図る。

2 検討する対策の概要

①湖水の湖外循環による水質浄化

- ・ 滞留している湖水を、湖外の農業用排水路を流下させて排水機場で湖内に戻す。
- ・ 南部干拓地の水路等の流下能力等は把握出来たため、今後は水路内での水質改善効果を把握する。そして、他の区域の農業施設の利用可能性を調査し、農業用排水路を活用した「湖水の湖外循環」による水質浄化を検討する。

3 検討する対策の経緯

- ・ 第2期計画では、大久保湾の流動化を試験的に実施することになっていた。
- ・ 農業用施設の状況を調査したところ、水路の状況から、防潮水門付近での放流は難しいことが分かり、中間地点の天王東排水機場からの放流として試験を行った。
- ・ その結果、一定水量の流下や、水位低下に応じた排水機の運転方法等を確認した。しかし、現状で流動化できた流量は $0.79\text{m}^3/\text{s}$ と小さく、流出地点の湖水流況調査から、大久保湾全体に与える影響は低いものと思われた。
- ・ この水量を条件にした水質予測シミュレーションでは、流量 $0.79\text{m}^3/\text{s}$ では湖心の水質改善効果は見込めないこと、それには少なくとも $1.00\text{m}^3/\text{s}$ を超える流量が必要であることが分かった。
- ・ 一方、水質ではSSやCh1. aが水路流入水よりも流出水で低下する傾向が見られた。

4 期待される効果

- ・ 農業用排水路を活用した「湖水の湖外循環」による水質浄化システムを構築出来れば、そのシステムに対応可能が箇所数に応じて負荷削減量を増やすことができる。

【H29実証試験結果】

①流動化 平均流量 $0.79\text{m}^3/\text{s}$ 流動化量 14日間 239千 m^3

②水路延長 約4km

③水質改善 SS 42mg/L → 9mg/L (取水口→排水機場出口)
T-N 1.2mg/L → 1.1mg/L (")
Chl. a 15mg/L → 7.2mg/L (")
T-P 0.12mg/L → 0.30mg/L (") (末端で悪化)

5 考慮すべき課題

- ・農業用排水路での負荷削減を目的とした場合、負荷の持ち出しの方法と費用を検証する必要がある。
- ・水路流入水よりも流出水でT-Pが上昇しているが、農地由来なのか排水路由来なの明確ではないため、原因を確認する必要がある。

6 事務局（案）

- ・水路内での水質改善効果を把握するとともに、他の区域の農業施設の利用可能性を調査する。
- ・地区内用水路を活用した「湖水の湖外循環」による水質浄化を検討する。
- ・大久保湾自体の流動化については、防潮水門と排水機場を使った水位調整や洪水管理による流動化の促進等と、様々な視点から、今後も検討する。

対策の名称 N o . 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、生態系の保全と多様性の拡大、汚濁負荷量の削減を図るとともに、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 消波工の生態系等調査
- 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

湖岸の植生回復面積を増やすことにより、生態系の保全と多様性の拡大につなげ、同時に水質浄化を図ることができる。

② 消波工の生態系等調査

消波工の動植物の生態系等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、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

- ・ 植生エリアを拡大するためには、消波工整備面積の拡大が必要となる。
- ・ 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 消波工の生態系等調査

- ・ 消波工の生態系や水質、底質の浄化機能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、親水公園やバイオパーク等としての活用を検討する。

対策の名称 N o . 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は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）

現時点で対策として取り上げることが出来ないため、調査研究課題として、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 N o . 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。また、コイを捕獲することにより、水質の悪化を防ぎ二枚貝の保全を図ることが可能となる。

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。現時点ではワカサギの資源量は十分にあり、漁の回数により漁獲量が増減する状況にあると推定されている。

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）

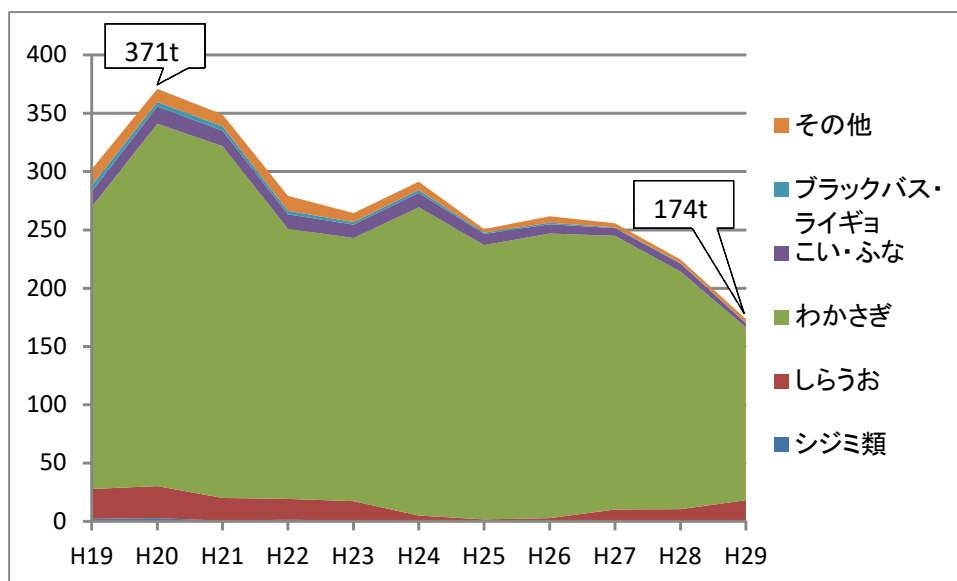
① 漁獲による窒素、リンの回収

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）



対策の名称 No. 7 高濃度リン湧出水対策

1 目的

中央干拓地では高濃度にリンを含む地下水や湧出水が確認されており、八郎湖に流入するリン負荷量の約25%を占めるとの報告もある。中央干拓地南部のG工区では、特に高濃度の地下水や湧出水が確認されており、当該地区でリンを回収又は除去することで八郎湖に流入する負荷の低減を図る。

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除去（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もみ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除去（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除去（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除去（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、D0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除去（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。

対策の名称 N o . 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 土壌診断による施肥の効率化

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。
- ・ 現在、普及指導員（県）や営農指導員（JA）等により畑地や施設を主体とした土壌診断が行われている。ほとんどは生育不良時の原因究明か依頼への個別対応となっている。また、分析項目は pH と EC で、リン酸の分析はしていない。

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。

③ 土壌診断による施肥の効率化

過剰な施肥投入を抑えることで、湖内への施肥成分の流出を減少させることができる。

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。

③ 土壌診断による施肥の効率化

リン酸分を含めた総合的な土壌診断を行う場合は1件につき1万円程度の経費が必要なため、農家負担で行われることはほとんどない。

水田の土壌分析が行われることはほとんどなく、必要性を認識している農家

はほとんどいないと思われる。

土壌分析による適切な施肥設計を行うには、普及指導員や営農指導員の協力が不可欠。

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

現在無代かき栽培を継続的に行っている農家の技術情報の発信を主体的とし、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とともに、土壌診断による施肥の効率化を奨励する。

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が損なわれないよう配慮する。

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。

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、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)

対策の名称 N o . 1 0 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) 湖内における二枚貝の生育状況等調査（新規）
- 8) ドローンや人工衛星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、湖内における二枚貝の生育状況等調査及びドローンや人工衛星等を活用した湖沼観測手法の検討について記載する。

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) 湖内における二枚貝の生育状況等調査

八郎湖では、第二期計画期間にシジミによる水質浄化を目指し、水質浄化

能力を確認したものの、その増殖手法の確立等にはたどり着いていない。

8) ドローンや人工衛星等を活用した湖沼観測手法の検討

これまで、八郎湖においてドローンを用いた研究事例は少ない。衛星画像等を用いた湖沼観測手法の開発は秋田大学等で行われており、今後解析精度等を向上させるためには、より一層の協力体制が必要になると考える。

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。ほかに、八郎湖ではロガー等を用いた水質の常時監視事例は少なく、連続的なデータが乏しい。事業や研究等の過程で局所的なデータは存在するものの、湖心等の水質基準点での測定は県では実施していない。

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) 湖内における二枚貝の生育状況等調査

生態系を活用した八郎湖の水質浄化につながる期待がある。

さらに、水産資源による汚濁負荷の持出評価を行うことで、産業と結びつけた持続的な対策となることが期待される。

8) ドローンや人工衛星等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、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。また、水質の連続測定データは、各対策の基礎資料となるほか、水質予測シミュレーションへの活用など、多くの活用法が見込まれる。

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継続する。さらに、湖内生態系等の研究をより幅広く行うために、新たに水生生物の動態解明及び湖内における二枚貝の生育状況等調査を、湖のモニタリング等をより効率的に行うために、ドローンや人工衛星等を活用した湖沼観測手法の検討について、推進すべき調査研究テーマとする。

②水質調査の追加・拡充

T O C、鉛直D O、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。また、水質ロガー等を用いた水質の常時監視測定法についても検討を進める。

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 >

No. 1	底泥対策、底質改善対策関係	3 2
No. 2	調整池等管理水位の調整関係	5 9
No. 3	アオコ対策関係	6 3
No. 4	排水機場等における濁水除去対策関係	7 4
No. 5	湖内流動化関係	8 0
No. 6	水生動植物の利用又は回収関係	9 8
No. 7	高濃度リン湧出水対策関係	9 9
No. 8	農地対策関係	1 0 6
No. 9	流入河川対策関係	1 0 9
No. 10	調査研究の強化関係	1 1 1

他指定湖沼での実施状況

湖内対策	霞ヶ浦	諏訪湖	中海	八郎湖	釜房 ダム	野尻湖	手賀沼	印旛沼	琵琶湖	宍道湖	児島湖
浚渫	○ 湖川	○ 湖	○ 川				○ 川		○ 湖川	○ 川	○ 川
覆砂 埋め戻し	○	○	○						○		
高濃度酸 素水			○	○							

※現湖沼計画や過去の実績で確認できたものを掲載している。

【太枠内の事業抜粋】

1 霞ヶ浦

1) 浚渫（湖）

目的：湖内に堆積した栄養塩類濃度の高い底泥を除去し、栄養塩類が湖水へ溶出する量を削減する。

① 西浦

期間：S50～H23（37年間 事業費は約34億円/年）

浚渫：800万m³（浚渫厚30cm）

効果：COD 0.6mg/L 低減、泥は低地水田の嵩上げに利用

終了：目標としていた800万m³が終了したため事業を終了

② 北浦

期間：H28.2月～H30年度（試験実施）

浚渫：1,500m³（浚渫厚60cm）

効果：調査中、泥は湖岸植生帯基盤に利用できるのか確認中

2) 覆砂（土砂）（北浦試験）

目的：湖内に堆積した栄養塩類濃度の高い底泥を被覆し、栄養塩類が湖水へ溶出する量を削減する。

期間：H25.9月～H28年度

面積：2,500m²（砂を30cm被覆）

効果：調査中

2 諏訪湖

1) 浚渫（湖）

目的：富栄養化した底泥を取り除き、底泥からの窒素・リンの溶出を減ずる。

期間：S44～H14（34年間 総事業費約146億円、4.3億円/年）

浚渫：381万m³（浚渫厚40～50cm）泥は湖岸整備に利用

効果：他対策含めてCOD 9.9mg/L（S53）から5.2mg/L（H14）まで低減

終了：アオコの異常発生が見られなくなったことや、一定の水質改善効果が得られたこと、また、泥を利用した湖岸整備が終了したこと、さらに今後事業を継続しても費用対効果の算出が困難であることから事業を終了した。なお、終了後は年間 2～3cm 程度の泥が堆積している。

2) 覆砂

目的：湖岸域で実施し、湖底からの窒素・リンの溶出や貧酸素化を抑制する。また、遠浅の環境に生息する生物の生息場所を創出する。

期間：H27～（H28 年度予算は、覆砂とシジミや環境調査を含めて 48 百万円）

面積：H27 は 2,500 m²、H28 は 10,000 m²（予定）

効果：H28 年 12 月シジミの稚貝を確認

3 中海

1) 覆砂（石炭灰造粒固化物）

目的：浚渫跡の窪地内部の水塊は入れ替わりづらく、長期間貧酸素状態となりやすいことから、栄養塩や硫化水素が増加しやすいため、湖底を被覆し、栄養塩類が湖水へ溶出する量を削減する。

① 細井沖窪地

期間：H24～H25

面積：窪地内全面（52,500 m²）（固化物を 50cm 被覆）

効果：・溶出速度削減率 NH₄-N 約 14%、PO₄-P 約 22%

・H₂S 約 88%（覆砂後 2 年）、底質直上水での H₂S 濃度の低下

② 錦海沖窪地

期間：H25～H26

面積：窪地内全面（固化物を 70cm 被覆）

効果：・底質直上水での H₂S 濃度は 44mg/L から 0.38mg/L に低下

・底質間隙水での H₂S 濃度は 73mg/L から 0.11mg/L まで低下

・直上水、間隙水ともに期間の経過とともに濃度が上昇

2) 高濃度酸素水（同時期に湖底耕耘も実施）

目的：底層水の貧酸素化を抑制し、合わせて底質を改善する。

期間：H28

装置：高濃度酸素水は液膜式酸素溶解装置（FRP 製）で湖水吸水用水中ポンプ（0.7 m³/min）を利用、耕耘は 1 回/月を 2 ヶ月実施、耕耘対象エリア面積約 7,000 m²

効果：平均水深 3.5m、DO の上昇は認められず、底質の強熱減量は増加（耕耘で攪拌したためか）

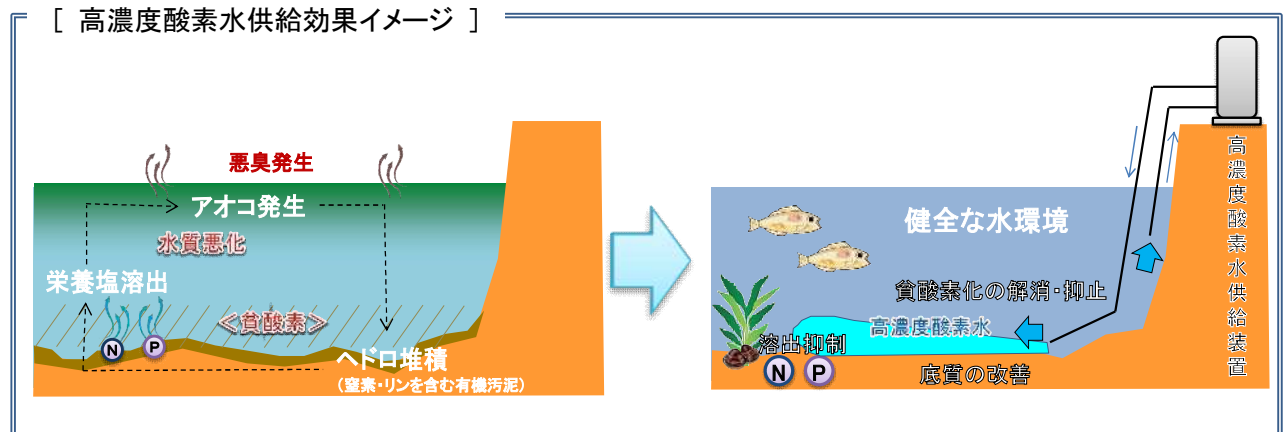
※なお、中海は H19～H21 に WEP システム（2 m³/min と 2.5 m³/min の 2 基）で、底層の貧酸素状態を DO10mg/L 程度に改善し、好気状態を維持することが出来たが、今回は事業費を抑えた対策として実施した様子。

高濃度酸素水供給装置による試験について

1 事業概要

目的：本業務は八郎湖で水の停滞や底泥の堆積が著しい水域において、高濃度酸素水を底層に供給することによる水質及び底質浄化対策の効果を検証する。

内容：高濃度酸素水を湖内底層へ供給し、貧酸素化の解消・抑止を図る。また、それにより、底質からの栄養塩類の溶出抑制を図るとともに、底質の改善や植物プランクトンの増殖抑制を図る。



2 高濃度酸素水供給装置の概要

- ①酸素発生装置・・・大気中から酸素を捕集
 - ②コンプレッサー・・・酸素を加圧し、溶解装置に移送
 - ③循環ポンプ・・・湖水の取水と送水
(吐水量 約 3.0 m³/min)
 - ④高濃度酸素溶解装置・・・湖水に高濃度に酸素を溶解
- ※24 時間稼働



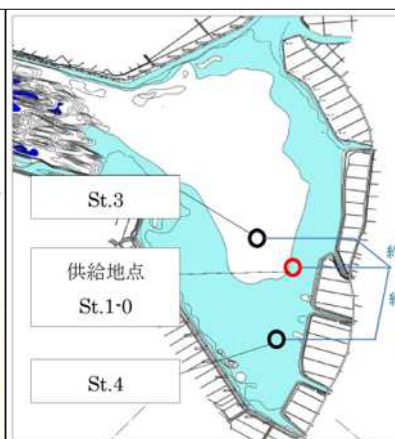
3 実施場所

- ①大久保湾 (平均水深 3.0m、試験区水深 3.0m)
- ②西部承水路 (平均水深 1.7m、試験区水深 6.0m)

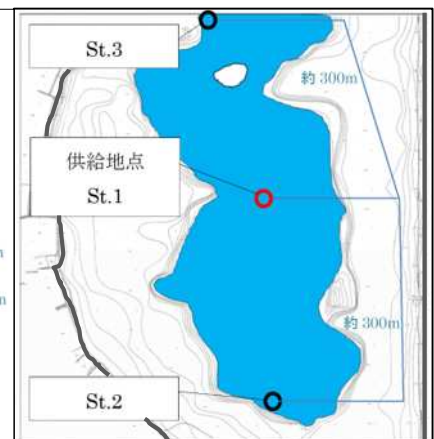
実施場所



大久保湾調査位置図



西部承水路調査位置図



水深 □ = 3m 未満 □ = 約 3m ■ = 約 6m ■ = 約 8m

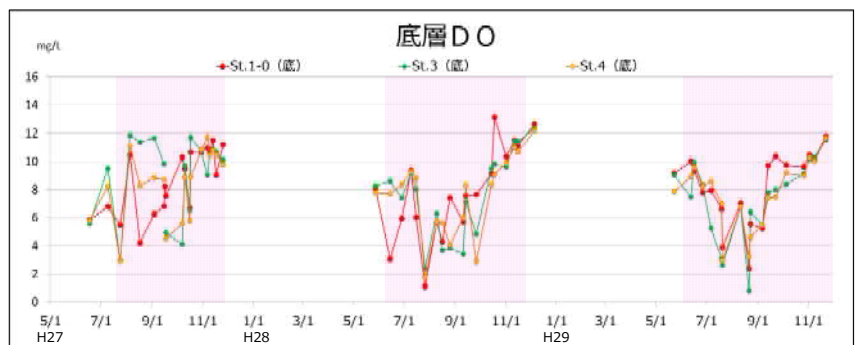
4 大久保湾での調査結果（水深約 3m で平坦な水域）

①底層 DO

- ・各年の対照区（St.2、3）の推移から、底層 DO の低下は 7～10 月に見られ、3 年間の最小値は 0.80 mg/L であった。
- ・試験区では、対照区と比較して底層 DO が、H29 は最大で約 2.6mg/L、H28 は最大で約 3.7mg/L、H27 は最大で約 5.2mg/L 高かった。
- ・試験区周辺では、対照区と比較して底層 DO が 3.5mg/L 以上高い範囲が約 2,000 m²、1.5mg/L 以上高い範囲が約 174,000 m²であった。
- ・対照区の表層と底層の DO の差は、調査時の風速が 2.9m/s 以上の時の平均が 0.46mg/L（2.9m/s 未満の 19%）、調査日 3 日前からの合計降水量が 30mm 以上の時の平均が 1.38mg/L（30mm 未満の 63%）と小さかった。そのため、天候により表層と底層の湖水が攪拌されることが示唆された。

7～10 月（貧酸素確認期間）の底層 DO

	St.1-0（底）		対照区平均（底）	
	範囲	平均	範囲	平均
H27	5.45 ～ 10.61	8.19	2.92 ～ 11.45	7.73
H28	1.10 ～ 13.14	6.99	2.05 ～ 9.52	6.25
H29	2.37 ～ 10.33	7.49	1.86 ～ 9.73	6.68
全期間	1.10 ～ 13.14	7.49	1.27 ～ 11.45	6.76

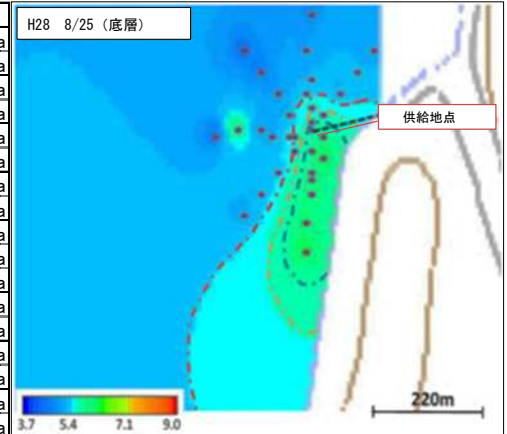


ピンクのハイライトは高濃度酸素水供給期間

供給地点周辺の底層 DO 上昇濃度と面積

		供給地点周辺	対照区等との差	面積
H27	9月17日	5.5 mg/L	1.0 mg/L 以上	約 1.8 ha
		7.0 mg/L	2.5 mg/L 以上	約 0.34 ha
	10月7日	8.5 mg/L	1.5 mg/L 以上	約 1.7 ha
		10.5 mg/L	3.5 mg/L 以上	約 0.20 ha
		11.0 mg/L	0.3 mg/L 以上	約 4.4 ha
H28	8月16日	11.4 mg/L	0.7 mg/L 以上	約 0.19 ha
		4.9 mg/L	0.2 mg/L 以上	約 8.3 ha
	8月25日	5.2 mg/L	0.5 mg/L 以上	約 1.5 ha
		5.4 mg/L	1.5 mg/L 以上	約 17 ha
		5.7 mg/L	1.8 mg/L 以上	約 4.1 ha
		6.0 mg/L	2.1 mg/L 以上	約 2.5 ha
H29	9月10日	7.2 mg/L	2.5 mg/L 以上	約 7.9 ha
		7.3 mg/L	2.6 mg/L 以上	約 3.8 ha
	7月20日	8.3 mg/L	1.5 mg/L 以上	約 6.0 ha
		8.7 mg/L	2.1 mg/L 以上	約 1.9 ha
		6.2 mg/L	0.7 mg/L 以上	約 1.6 ha
	8月23日	6.6 mg/L	1.1 mg/L 以上	約 0.47 ha

底層 DO コンター図

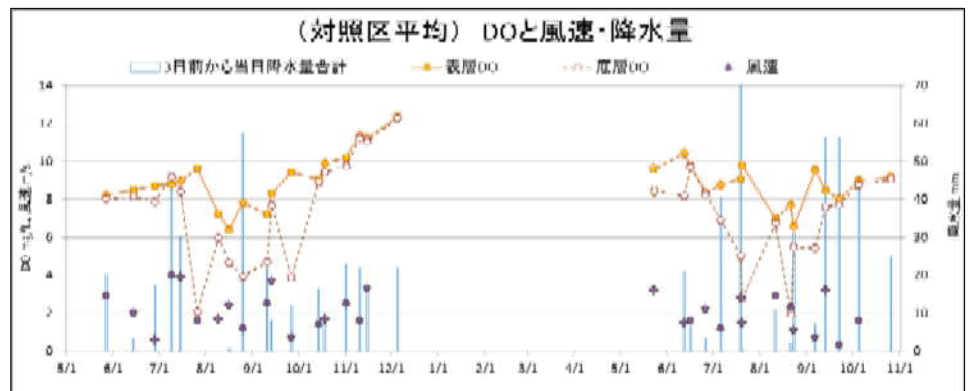


コンター図内の点は、調査地点を示す

対照区の表層と底層の DO の差（平均値）と風速・降水量

気象条件	表層と底層の DO 差 mg/L	未満値に対する割合
風速 <2.9 m/s	2.43	—
風速 ≥2.9 m/s	0.46	19 %
降水 <30 mm	2.20	—
降水 ≥30 mm	1.38	63 %

年別		
気象条件	表層と底層の DO 差 mg/L	未満値に対する割合
H28	風速 <2.9 m/s	2.65
	風速 ≥2.9 m/s	0.24 9.1 %
H29	降水 <30 mm	2.57
	降水 ≥30 mm	1.40 54 %



※風速は気象庁大湍観測所のデータ（調査開始 1 時間前から調査終了までの時間当たりの最大風速の平均値）、

降水量は気象庁五城目観測所のデータ（調査日 3 日前から当日計 4 日間の合計降水量）

②装置による酸素溶解率

- ・酸素溶解タンクへの酸素供給量は、酸素発生装置の流量と酸素濃度から、H28 平均値は約 125 kg O₂/day、H29 平均値が約 120 kg O₂/day であった。
- ・湖水に溶け込んでいる酸素量は、対照区等との差とその面積から、2.6～41 kg O₂ と試算された。
- ・湖水の酸素消費速度（WOD）は、0.77 g O₂/m³/day（平成 24 年度八郎湖における COD 実態調査報告書の 0.28～1.61 g O₂/m³/day の平均値）、底質の酸素消費速度（SOD）は、本調査の底質酸素消費速度の年間平均値（H27：0.44 g O₂/m²/day、H28：0.42 g O₂/m²/day、H29：0.48 g O₂/m²/day）を使用した。湖水に溶け込んだ酸素量と、湖水及び底質に消費された酸素量を合わせると、13～86 kg O₂/day であり、溶解タンクに供給された酸素量に対する割合は 11～69%、期間別では H27 で 12～23%、H28 で 41～69%、H29 で 11～49%であった。

酸素量と溶解率

		対照区等との差 mg/L以上	面積 m ² 重複除く		湖水溶解酸素量		水酸素消費量 kgO2	底質酸素消費量 kgO2	合計酸素量 kgO2	溶解した酸素量 kgO2	溶解率 %
					濃度別 kgO2	合計 kgO2					
H27	9/17	1.0	約 18,000	約 14,600	2.9	4.6	2.8	7.9	15	125	12
		2.5	約 3,400	約 3,400	1.7						
	10/7	1.5	約 17,000	約 15,000	4.5	5.9	2.6	7.5	16	125	13
		3.5	約 2,000	約 2,000	1.4						
	11/13	0.3	約 44,000	約 42,100	2.5	2.8	6.8	19	29	125	23
0.7		約 1,900	約 1,900	0.27							
H28	8/16	0.2	約 83,000	約 68,000	2.7	4.2	13	35	52	125	41
		0.5	約 15,000	約 15,000	1.5						
	8/25	1.5	約 174,000	約 133,000	40	57	27	73	157	125	126
		1.8	約 41,000	約 16,000	5.8						
		2.1	約 25,000	約 25,000	11						
	9/10	2.5	約 79,000	約 41,000	21	41	12	33	86	125	69
		2.6	約 38,000	約 38,000	20						
H29	7/20	1.5	約 60,000	約 41,000	12	20	9.2	29	59	120	49
		2.1	約 19,000	約 19,000	8.0						
	8/23	0.7	約 16,000	約 11,300	1.6	2.6	2.5	8	13	120	11
		1.1	約 4,700	約 4,700	1.0						

※高濃度酸素水は湖内で0.2mの層で拡散したと仮定（供給管の径）

※H27の溶解タンクへの酸素量は実測データが無いため、H28の値を引用

※H28.8/25は、溶解率が100%を大きく超えたため、エラーとして扱う

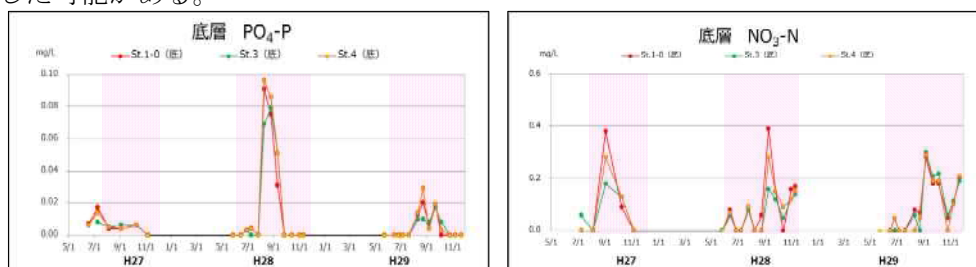
（参考）溶解タンクに供給された酸素量について

H28	
酸素発生装置酸素流量平均値	65 N L/min
酸素濃度平均値	93.3 %
タンクに供給される酸素量(体積)	87,329 N L/day
タンクに供給される酸素量(重量)	125 kgO ₂

H29	
酸素発生装置酸素流量平均値	62 N L/min
酸素濃度平均値	94 %
タンクに供給される酸素量(体積)	83,923 N L/day
タンクに供給される酸素量(重量)	120 kgO ₂

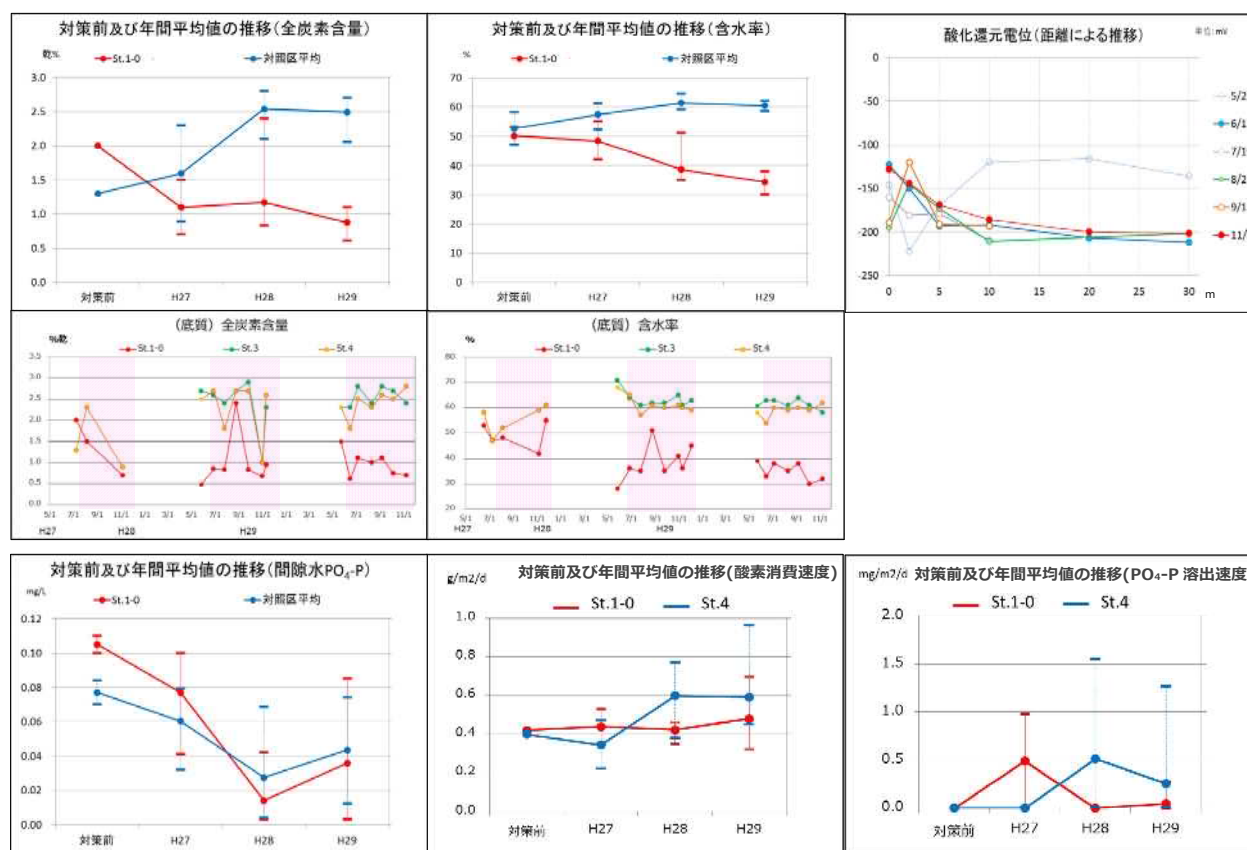
③水質

- ・試験区と対照区の推移に大きな差は見られず、対策の効果は明確ではなかった。
- ・なお、底層の $\text{NO}_3\text{-N}$ は、試験区で対照区よりも高く推移したため、高濃度酸素水の供給により底層での硝化を促進した可能性がある。



④底質

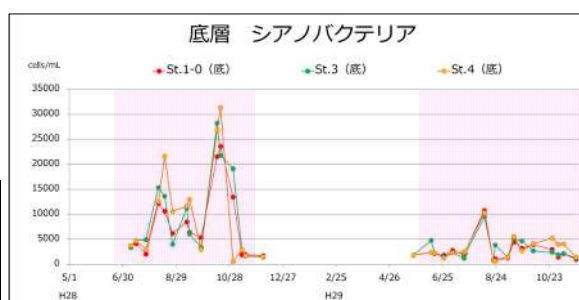
- ・試験区の底質は、対策前に比べて、全炭素含量 56%減少、含水率 31%減少など、分析項目の全てで改善が見られた。なお、全炭素含量、含水率を試験区と対照区で比較すると、対策前は試験区の方が値が大きいか同程度だったが、対策中は 2 項目とも試験区が有意に少なかった。
- ・高濃度酸素水吐出口から 10m 地点では、高濃度酸素水供給に伴うと考えられる酸化還元電位の上昇が確認されたが、20m 地点では上昇は確認出来なかった。
- ・酸素消費速度及びりん酸溶出速度は、試験区では対策 2 年目以降は対照区よりも低く推移した。



④アオコ発生状況調査

- ・目視でのアオコや優占種に大きな違いは見られなかったが、多項目水質計での現地調査では、試験区は対照区よりもシアバクテリアが低く推移した。

	St.1-0 (底)		対照区平均 (底)	
	範囲	平均	範囲	平均
H28	1,914 ~ 23,599	8,329	1,723 ~ 29,772	10,315
H29	876 ~ 10,796	2,857	710 ~ 9,931	3,063
全期間	876 ~ 23,599	5,310	710 ~ 29,772	6,314



⑤まとめ

高濃度酸素水の供給試験により、一定の範囲で底層 DO の上昇が確認され、底質や一部の水質の項目では、これによる影響と考えられる効果が確認された。しかし、DO 上昇範囲は局所的であり、大久保湾のような浅い平坦な地域では、自然状態での水の攪乱が比較的多く、高濃度酸素水供給の影響が出にくいものと考えられる。

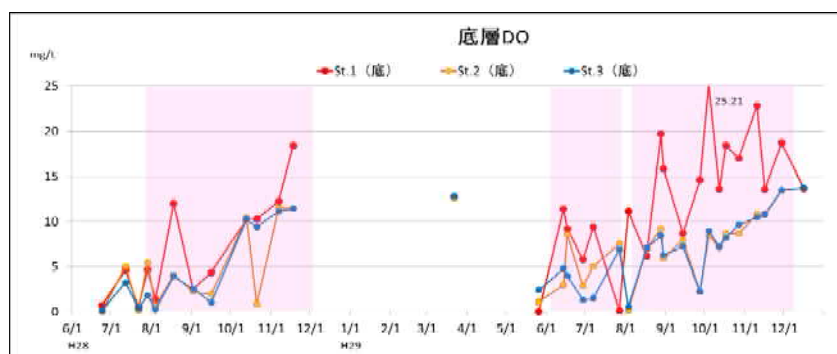
3 西部承水路での調査結果（水深約 6m で浚渫跡の窪地）

①底層 DO

- ・各年の対照区（St.2、3）の推移から、底層 DO の低下は 5～9 月に見られ、底層 DO の最小値は H28、H29 ともに 0 mg/L 台であった。なお、5～9 月に底層 DO が上昇することも確認されたため、窪地内は嫌氣的な環境と好氣的な環境が繰り返されている。
- ・試験区では、対照区と比較して底層 DO が、H29 は最大で約 16.55mg/L、H28 は最大で約 5.7mg/L 高かった。
- ・試験区周辺では、対照区と比較して底層 DO が 2.0mg/L 以上高い範囲が約 2,500 m²、1.0mg/L 以上高い範囲が約 17,000 m²であった。

6～9 月（貧酸素確認期間）の底層 DO
mg/L

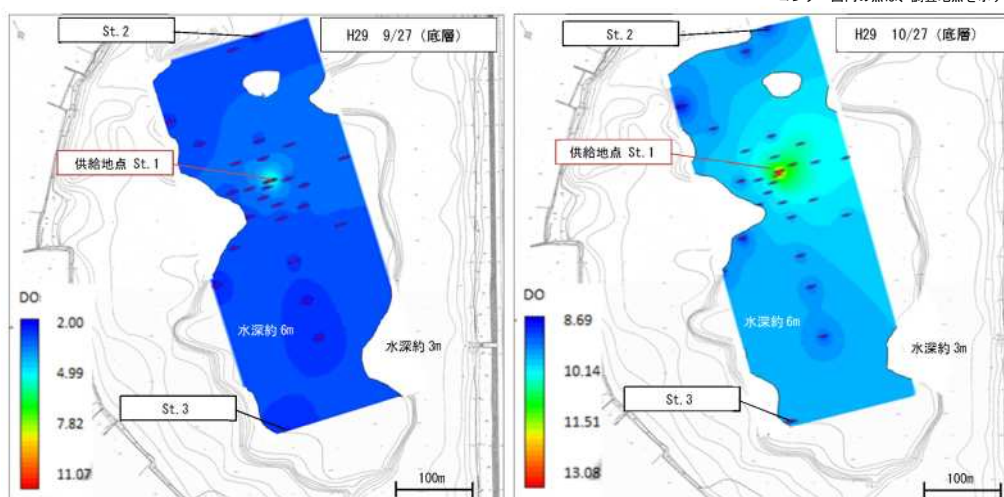
	試験区（底）		対照区平均（底）	
	範囲	平均	範囲	平均
H28	1.35 ～ 11.99	4.97	0.40 ～ 4.68	2.37
H29	5.76 ～ 19.67	11.16	0.36 ～ 8.82	4.74



供給地点周辺での底層 DO 上昇濃度と面積

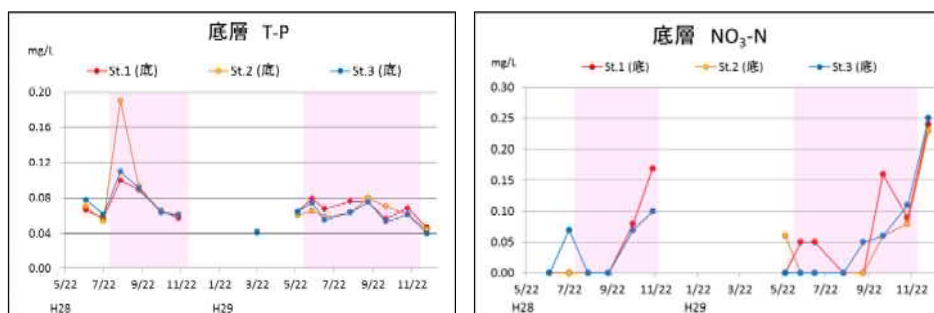
		供給地点周辺	対照区等との差	面積
H29	9月27日	3.5 mg/L	1.0 mg/L 以上	約 1.0 ha
		4.5 mg/L	2.0 mg/L 以上	約 0.25 ha
	10月27日	10.3 mg/L	1 mg/L 以上	約 1.7 ha
		10.7 mg/L	1.5 mg/L 以上	約 1.0 ha

底層 DO コンター図



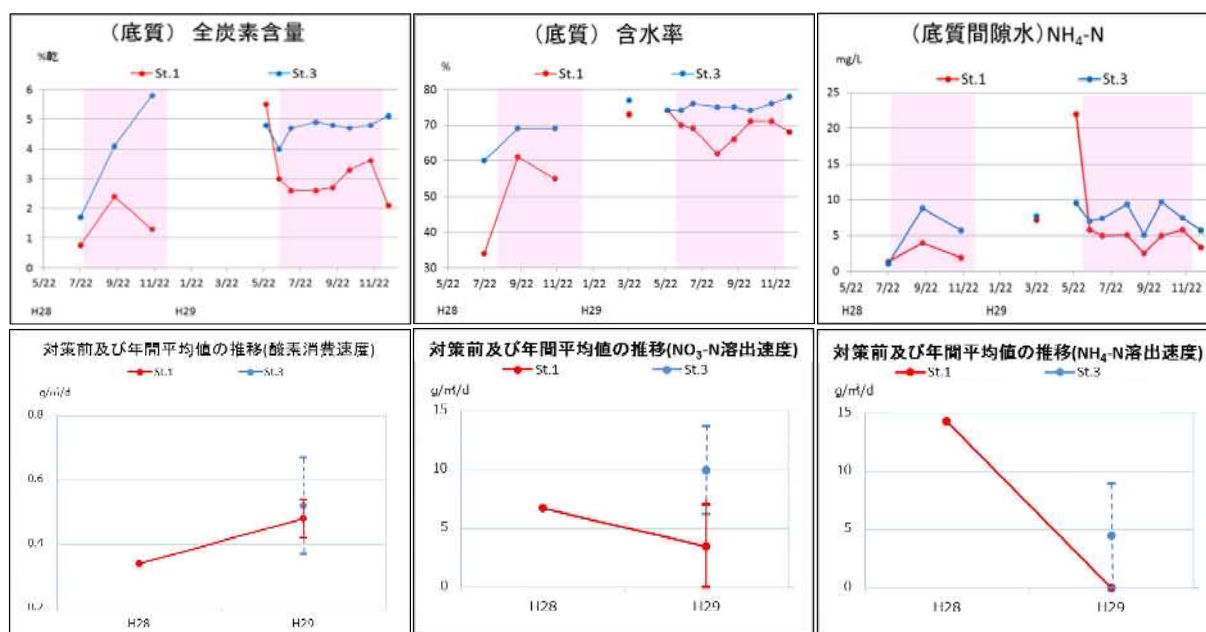
②水質

- 試験区と対照区の推移に大きな差は見られず、対策の効果は明確ではなかった。



③底質

- 試験区の底質は、全炭素含量や含水率など、分析した項目全てで対照区（St.3）よりも優位に推移した。
- 底質間隙水は、試験区では対照区よりも $\text{NH}_4\text{-N}$ が低く推移しており、溶出を抑えている可能性がある。
- 酸素消費速度や $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 溶出速度は、最大値と平均値ともに試験区で対照区よりも低いですが、データが少ないため、今後も調査を継続した上で効果を判断する必要がある。

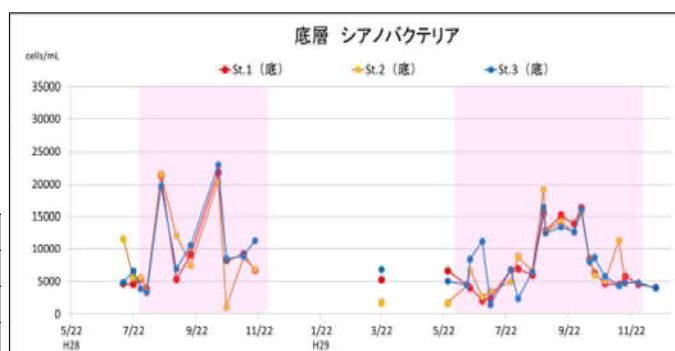


④アオコ発生状況調査

- 目視でのアオコや優占種に大きな違いは見られなかったが、多項目水質計での現地調査では、試験区は対照区よりもシアバクテリアが僅かに低く推移した。

cells/mL

	試験区 (底)		対照区平均 (底)	
	範囲	平均	範囲	平均
H28	3,893 ~ 21,785	10,131	2,162 ~ 22,236	10,210
H29	2,091 ~ 16,306	7,894	2,041 ~ 17,803	8,512



⑤まとめ

- ・試験区 St.1 では底層の貧酸素状態が大幅に改善されていたが、水質では栄養塩類の濃度の低下は確認出来なかった。また、底質では、試験区は対照区に比べて、分析項目全てで優位に推移し、溶出抑制も図られている可能性があることが分かった。さらに、H29 の調査ではその範囲は 20m 以内である可能性が高い。
- ・今後も、調査を継続し、底層 DO や底質への影響範囲、底質からの溶出抑制効果等を明確にする必要がある。

4 西部承水路での費用

- ① 装置費 … 高濃度酸素水供給装置一式（以下、装置）のリース費用
- ② 設置工事費 … 装置及び湖内配管等に係る設置、撤去工事費
- ③ 運転管理費 … 装置の運転管理、維持管理に係る業務費
- ④ 電気代 … 装置の稼働に係る電気代

※装置稼働時の電気代は、1 日あたり 7 千円程度である。

3 カ年の実証試験に係る費用

単位：千円

年 度	H28 (実績)	H29 (実績)	H30 (見込み)	合 計
実施内容	装置設置 装置稼働	装置稼働	装置稼働	—
装置稼働期間	5 ヶ月間	6 ヶ月間	6 ヶ月間	—
①装置費	無償提供	無償提供	無償提供	0
②設置工事費	13,908	0	0	13,908
③運転管理費	2,023	3,176	3,176	8,375
④電気代	1,000	1,098	1,098	3,196
年度 計	16,931	4,274	4,274	25,479
1 年あたりの費用				8,493

効果検証に係る分析費等は含んでいない。

- ・ 5 年間の試験を実施した場合の費用 合計 34,027 千円 【 1 年当たり 6,805 千円 】
- ・ 10 年間の試験を実施した場合の費用 合計 55,397 千円 【 1 年当たり 5,540 千円 】

(参考) 大久保湾調査結果

表 1 DO 改善範囲調査結果 (各項目)

項目	区域	対策前	高濃度酸素水供給期間平均値			対策前からの 変化率(%)	単位
			H27	H28	H29		
DO	試験区(底)	6.29	9.14	7.23	7.93	26	mg/L
	対照区(底)平均	7.26	8.85	7.13	7.21	-1	
水温	試験区(底)	23.65	17.28	21.04	20.02	-15	℃
	対照区(底)平均	23.60	16.69	21.00	19.55	-17	
pH	試験区(底)	7.7	7.2	7.8	8.0	4	
	対照区(底)平均	8.2	7.3	8.0	8.0	-2	
透視度	試験区(表)	14.0	16.3	16.2	19.9	42	cm
	対照区(表)平均	24.5	16.5	15.8	18.1	-26	
透明度	試験区(表)	45	40	58	32	-29	
	対照区(表)平均	48	40	58	32	-33	
酸化還元電位	試験区(底)	287	292	167	227	-21	mV
	対照区(底)平均	267	283	167	239	-10	
シアノバクテリア (参考)	試験区(底)			8329	2857	-	cells/L
	対照区(底)平均			10315	3063	-	

表 2 DO 改善範囲調査結果 (DO 範囲)

		供給地点周辺	対照区等との差	面積	対照区等
H27	9月17日	5.5 mg/L	1.0 mg/L 以上	約 18,000 m ²	4.5 mg/L
		7.0 mg/L	2.5 mg/L 以上	約 3,400 m ²	
	10月7日	8.5 mg/L	1.5 mg/L 以上	約 17,000 m ²	7.0 mg/L
		10.5 mg/L	3.5 mg/L 以上	約 2,000 m ²	
	11月13日	11.0 mg/L	0.3 mg/L 以上	約 44,000 m ²	10.7 mg/L
H28	8月16日	11.4 mg/L	0.7 mg/L 以上	約 1,900 m ²	
		4.9 mg/L	0.2 mg/L 以上	約 83,000 m ²	4.7 mg/L
	8月25日	5.2 mg/L	0.5 mg/L 以上	約 15,000 m ²	
		5.4 mg/L	1.5 mg/L 以上	約 174,000 m ²	3.9 mg/L
		5.7 mg/L	1.8 mg/L 以上	約 41,000 m ²	
		6.0 mg/L	2.1 mg/L 以上	約 25,000 m ²	4.7 mg/L
	9月10日	7.2 mg/L	2.5 mg/L 以上	約 79,000 m ²	
H29	7月20日	7.3 mg/L	2.6 mg/L 以上	約 38,000 m ²	6.8 mg/L
		8.3 mg/L	1.5 mg/L 以上	約 60,000 m ²	
	8月23日	8.7 mg/L	2.1 mg/L 以上	約 19,000 m ²	5.5 mg/L
		6.2 mg/L	0.7 mg/L 以上	約 16,000 m ²	
		6.6 mg/L	1.1 mg/L 以上	約 4,700 m ²	

表 3 水質調査結果

項目	区域	対策前	高濃度酸素水供給期間平均値			対策前から の変化率(%)	単位
			H27	H28	H29		
SS	試験区(底)	16	12	21	24	50	mg/L
	対照区(底)平均	21	17	21	25	19	
COD	試験区(底)	9.2	7.4	7.9	6.9	-25	
	対照区(底)平均	6.1	7.2	8.2	6.8	11	
TOC	試験区(底)	4.7	3.7	4.1	3.1	-34	
	対照区(底)平均	4.1	3.9	4.1	3.1	-24	
DOC	試験区(底)	4.4	3.7	3.9	2.9	-34	
	対照区(底)平均	3.9	3.7	3.9	2.8	-27	
T-N	試験区(底)	0.94	0.75	1.0	0.80	-15	
	対照区(底)平均	0.93	0.81	1.0	0.74	-20	
NO ₃ -N	試験区(底)	0.000	0.13	0.094	0.10	-	
	対照区(底)平均	0.030	0.077	0.072	0.093	210	
NO ₂ -N	試験区(底)	0.000	0.010	0.016	0.011	-	
	対照区(底)平均	0.000	0.003	0.017	0.009	-	
NH ₄ -N	試験区(底)	0.18	0.013	0.064	0.041	-77	
	対照区(底)平均	0.12	0.000	0.036	0.044	-63	
T-P	試験区(底)	0.080	0.086	0.13	0.094	18	
	対照区(底)平均	0.073	0.080	0.13	0.092	26	
PO ₄ -P	試験区(底)	0.012	0.004	0.020	0.005	-58	
	対照区(底)平均	0.009	0.003	0.022	0.005	-46	
クロロフィルa	試験区(表)	160	57	54	41	-74	mg/m ³
	対照区(表)平均	140	70	59	39	-72	
溶解性鉄	試験区(底)	0.050	0.080	0.040	0.070	40	mg/L
	対照区(底)平均	0.033	0.010	0.060	0.080	142	
溶解性マンガン	試験区(底)	0.005	0.014	0.038	0.015	200	mg/L
	対照区(底)平均	0.015	0.023	0.025	0.012	-18	

表 4 底質調査結果

項目	区域	対策前	高濃度酸素水供給期間平均値			対策前から の変化率(%)	単位
			H27	H28	H29		
全炭素含量	試験区	2.0	1.1	1.2	0.88	-56	%乾
	対照区平均	1.3	1.6	2.5	2.5	92	
含水率	試験区	50	48	39	34	-32	%
	対照区平均	53	57	61	60	13	
強熱減量	試験区	12	8.2	4.1	3.5	-71	%
	対照区平均	15	12	8.7	8.5	-43	
CODsed	試験区	21	21	15	12	-43	mg・O/L
	対照区平均	22	29	37	38	73	
T-N	試験区	1.7	1.6	1.1	0.82	-52	mg・N/L
	対照区平均	2.4	2.3	2.8	2.7	13	
T-P	試験区	2.9	0.97	0.18	0.10	-97	mg・P/L
	対照区平均	3.2	1.3	0.49	0.40	-88	
色相(泥種も含む)	試験区	黒	黒	オリブ灰	オリブ灰	-	
	対照区平均	黒	黒	オリブ灰	オリブ灰	-	
臭気	試験区	腐敗臭	腐敗臭	腐敗臭	腐敗臭	-	
	対照区平均	腐敗臭	腐敗臭	腐敗臭	腐敗臭	-	
酸化還元電位	試験区	-215	-164	-171	-146	32	mV
	対照区平均	-178	-194	-198	-172	3	
間隙水 pH	試験区	7.3	7.6	7.6	7.4	2	
	対照区平均	7.6	7.7	7.7	7.8	2	
間隙水 COD	試験区	15	16	12	14	-6	mg/L
	対照区平均	7.5	12	14	12	56	
間隙水 DOC	試験区	5.6	9.1	7.3	7.8	40	
	対照区平均	7.9	8.4	8.9	7.5	-5	
間隙水 d-T-N	試験区	1.8		1.9	2.3	28	
	対照区平均	2.0		2.3	1.8	-10	
間隙水 NO ₃ -N	試験区	0.10	0.22	0.093	0.090	-10	
	対照区平均	0.000	0.000	0.090	0.060	-	
間隙水 NO ₂ -N	試験区	0.010	0.020	0.013	0.010	0	
	対照区平均	0.010	0.000	0.015	0.032	220	
間隙水 NH ₄ -N	試験区	1.7	1.9	1.0	0.95	-44	
	対照区平均	1.7	1.5	1.2	0.75	-56	
間隙水 d-T-P	試験区	0.10		0.066	0.093	-7	
	対照区平均	0.11		0.094	0.11	0	
間隙水 PO ₄ -P	試験区	0.11	0.077	0.014	0.036	-67	
	対照区平均	0.077	0.060	0.028	0.044	-43	
間隙水 鉄	試験区	0.50		1.0	2.0	297	
	対照区平均	0.050		1.3	0.78	1467	
間隙水 マンガン	試験区	0.67		0.90	0.49	-27	
	対照区平均	2.3		1.2	1.0	-57	
酸素消費速度試験 DO	試験区	0.42	0.44	0.42	0.48	14	g/m ² /day
	対照区(St.4)	0.40	0.35	0.60	0.59	48	
溶出速度試験 NO ₃ -N	試験区	0.056	0.27	3.0	6.6	11675	mg/m ² /day
	対照区(St.4)	2.2	1.5	3.9	2.9	34	
溶出速度試験 NO ₂ -N	試験区	0.13	0.12	0.0	0.32	154	
	対照区(St.4)	0.11	0.068	0.85	0.31	186	
溶出速度試験 NH ₄ -N	試験区	0.0	0.0	0.0	8.4	-	
	対照区(St.4)	3.0	0.20	0.0	7.9	168	
溶出速度試験 PO ₄ -P	試験区	0.0	0.49	0.0	0.047	-	
	対照区(St.4)	0.0	0.0	0.52	0.26	-	

秋田県八郎湖の底質における *Microcystis* 属の季節変動とアオコ発生への寄与

秋田県大院・生資 ○荒木 美穂, 秋田県大・生資 岡野 邦宏
秋田県大院・生資 菅原巧太郎, 秋田県大・生資 藤林 恵, 宮田 直幸

Seasonal Variation of Benthic *Microcystis* cells and the Contribution to Algal Blooms in Lake Hachiro, Akita, by
Miho ARAKI, Kunihiro OKANO, Kotaro SUGAWARA, Megumu FUJIBAYASHI, Naoyuki MIYATA (Akita
Prefectural University)

1. はじめに

秋田県八郎湖では毎年全域に渡りアオコが発生し、その抑制や防除が急務となっている。八郎湖におけるアオコ形成藻類の代表種は *Microcystis* 属であるが¹⁾, *Microcystis* 属は底質中で越冬し、翌年再び湖水中に回帰することが報告されている²⁾。筆者らは八郎湖全域の底質において蛍光顕微鏡観察を行い、八郎湖でも *Microcystis* 属細胞が底質で越冬していることを明らかにした³⁾。特に、大久保湾の泥地において *Microcystis* 属細胞が高密度で沈降しており(図 1A)、これらの細胞が生残していれば、湖水に回帰してその年のアオコ発生に寄与する可能性がある。そこで本研究は、八郎湖底質における *Microcystis* 属の季節変動とアオコ発生への寄与を明らかにすることを目的として、底質中の *Microcystis* 属 rRNA を定量して生残性を評価した。さらに、室内回帰試験により越冬後の *Microcystis* 属の回帰ポテンシャルを評価し、アオコ発生への寄与について考察を加えた。

2. 実験方法

2. 1 八郎湖全域の底質調査

2016 年 6 月 22 日, 11 月 7 日に八郎湖の 31 地点(図 1A), 2017 年 4 月 9 日, 6 月 23 日には 32 地点より底質表層 1 cm をエクマンバージ採泥器で採取した。底質直上の水温, 溶存酸素 (DO), 底質の Chl.a, フェオ色素を測定した。

2. 2 *Microcystis* 属 rRNA コピー数の定量

各地点の底質約 0.5 g より ISOIL for RNA (Nippon Gene) を用いて全 RNA を抽出した。全 RNA は, DNA 消化と逆転写反応後に *Microcystis* 属 rRNA の cDNA をリアルタイム PCR により絶対検量線法で定量した。

2. 3 越冬 *Microcystis* 属の回帰試験

2017 年 6 月の調査時に採取した砂地 4 地点と泥地 4 地点の底質約 20 g をメジウム瓶に入れ, ろ過滅菌した 50 mL の直上水を添加して 10 日間培養した。培養は 20°C, 明暗 12 hrs で行い, 定期的に直上水全量を交換して回帰した *Microcystis* 属細胞を光学顕微鏡で計数した。

3. 結果および考察

3. 1 底質中の *Microcystis* 属の季節変動と生残性

底質直上の水温, DO の結果より, 八郎湖の馬場目川河口から防潮水門にかけての底質は馬場目川の影響を受けて流動しやすい状態にあり, 一方で大久保湾では湖水が滞留していることが示唆された。実際に, 馬場目川河口から防潮水門では 2017 年 6 月のフェオ色素濃度も低く,

底質表層の藻類が分解を受ける前に流出していることが考えられた。また, 越冬前の 2016 年 11 月から越冬後の 2017 年 4 月に *Microcystis* 属細胞数は泥地で平均 47% 減少し, 6 月までにさらに平均 37% 減少したが, 平均 2.4×10^7 cells/g-dry が残存していた。底質中の *Microcystis* 属 rRNA コピー数も *Microcystis* 属細胞数の分布と概ね一致しており(図 1B), 6 月には正の相関がみられた ($P < 0.01$)。したがって, 蛍光顕微鏡で検出された *Microcystis* 属細胞の一部は生残しており, 6 月以降に湖水中に回帰することが予想された。

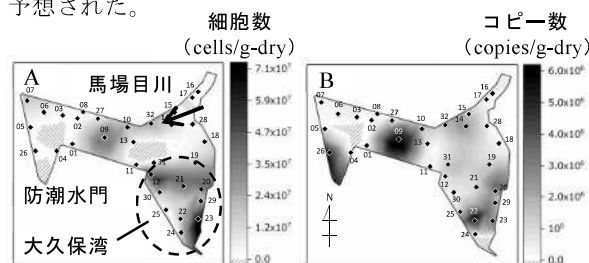


図 1 2017 年 6 月における底質中の *Microcystis* 属細胞数 (A)³⁾と rRNA コピー数 (B)

3. 2 *Microcystis* 属の回帰とアオコ発生への寄与

越冬 *Microcystis* 属の回帰試験の結果, 2017 年 6 月の 8 地点全ての底質から *Microcystis* 属の回帰が確認された。

Microcystis 属の回帰量は泥地で平均 3.7×10^4 cells/g-dry, 砂地で平均 1.3×10^4 cells/g-dry と泥地で多く, 湖内における主要な回帰源は大久保湾のような泥地であることが示唆された。そこで, 大久保湾底質からの回帰が湾内のアオコ発生に及ぼす寄与率を試算した。2017 年 6 月の大久保湾における底質中の *Microcystis* 属細胞数と試験より得られた泥地の平均回帰率 (0.14%) より算出した回帰量は

8.6×10^8 cells/m² であり, アオコ発生初期 (7 月) に大久保湾の湖水中で検出された *Microcystis* 属細胞数 (1.2×10^9 cells/m²) の ~~73~~ **0.23%** に相当することが明らかとなった。 **1.6×10^{10}**

4. まとめ

大久保湾では, 湖水の滞留により 1 年を通して *Microcystis* 属細胞が高密度で残存し, 回帰がアオコ発生に大きく寄与することが示唆された。本研究の成果は八郎湖のアオコ対策への重要な知見であり, 大久保湾の底質改善や流動化等の対策につながることを期待される。

参考文献

- 1) Araki, M. et al. *JWET*, 2018 in press.
- 2) Preston, T. et al. *Nature*, Vol.288, p365-367, 1980.
- 3) 荒木ら 日本水処理生物学会第 54 回大会要旨集, p63, 2017.

平成 17 年度
八郎湖水質浄化シミュレーション事業
報告書

平成 18 年 3 月
株式会社 日水コン

7. 各種対策の水質改善効果の予測評価

本章では、4 章にて抽出した水質改善手法に対して、水質改善効果を水質シミュレーションにて予測・評価する。

予測・評価に際しては、各対策手法別に負荷削減量や水の動きを水質予測シミュレーションに組み入れるように設定した。

なお、4 章にて抽出した水質改善手法については、表 7-1 に示す 14 手法である。

表 7-1 抽出した水質改善手法

対策手法		対策区分		
		負荷削減	流動改善	内部負荷削減
下水道整備		○		△
畜産排水		○		△
農法変更(水管理対策)	落水管理	○		△
農法変更 (負荷の削減による対策)	側条施肥	○		△
	肥効肥料			
	無代かき耕起			
	不耕起栽培			
導流堤による南部機場排水先変更			○	△
西部承水路		△	○	△
浜口・南部機場の用水方法の変更				
湖底形状変更				○
人工内湖		○		△
漁獲量の回復		○		
植生浄化		○		△
海水導入			○	△

注：対策区分で○は主な効果、△は副次的な効果を示す。

各対策手法については先ず、単独にて対策を行った際の水質改善効果を水質予測シミュレーションにて把握した。その結果から有効な水質改善が期待できそうな対策を組み合わせ、最適と考えられる水質改善対策の組み合わせや適用すべき対策手法を抽出・提案した。

7-1. 予測条件

各種対策を組み込んだ水質予測の実施に際し、共通する設定事項について以下に示す。また、各対策の効果を比較・評価する基準として、現況の流域背景の状態を維持したままの将来年としての状況を「無対策将来」として設定した。

(1) 負荷蓄積モデルの組み込み

5 章にて示した八郎湖における沈降・堆積及び再溶出回帰に関して、現況同定にて求めた設定を将来の対策を予測する際にも組み込む。

(2) 比較する対象年度

将来の対策を予測・評価する年度としては、現況同定の評価に用いた近年 10 ヶ年である平成 6～15 年度とし、この 10 年間の流況が将来に渡りくり返されるものとする。

(3) 予測・評価する将来年度

対策として効果を予測していく流域対策の下水道整備や農地対策の実現に向けては、10ヶ年単位の長い期間を要するものと推察されることから、予測・評価する年数については、10年後、20年後、30年後の3段階とした。

なお、対策の一つとして取り上げる生活系対策については、「秋田県生活排水処理基本構想」において平成22年度の全県普及率を80%とし、市町村別の普及状況が記されている。さらに、これを踏まえた下水道計画である「秋田湾・雄物川流域別下水道整備総合計画(以下、“雄物川流総計画”と略す)」および現状のフレームから、20年後に該当する平成35年度には概ね整備が完了するものと推定した。

(4) 将来の流域状況

将来の流域対策については、対策ごとに表7-1-1に示す年経過をたどるものと設定した。生活系については、雄物川流総計画のフレーム条件を基本として設定し、水田対策については落水管理による対策のみが普及したケースと、水田での全対策(施肥対策等)が普及したケースについて検討を行うものとした。

表 7-1-1 流域対策の年経過想定状況

	生活系	農地	
		落水管理	全対策
H15	現状	現状(無し)	現状(不耕起, 無代かきは大潟村で実施少しあり、側条, 肥効は30%程度普及)
	整備の進捗	管理実施区域の増加	対策実施区域の増加
H25	雄物流総計画・生活排水処理整備構想、実施途中。	対策実施の途中段階	対策実施の途中段階
	整備の進捗	対策実施区域の増加	対策実施区域の増加
H35	雄物流総計画・生活排水処理整備構想完成	対策実施の完了	対策実施の完了
H45	H35で固定	H35で固定	H35で固定

いずれの対策とも、20年後に対策の普及が完了するものとし、将来における普及状況は平成15年度におけるフレームと平成25年度、平成35年度におけるフレームの線形補間により推定するものとした。20年後から30年後までの10年間は20年後の普及状況で固定するものとした。

なお、畜産頭数および工業出荷額に関しては近年におけるフレームの推移から将来において大きく変化するとは考えにくいことから、現状維持として平成15年度のフレームを設定した。

(5) 流入負荷量の取り扱い

将来対策として、流域における汚濁負荷の削減対策が進行した場合には、排出負荷量の削減比率に従い、流入負荷量も削減されるよう設定した。すなわち、対策の前後で汚濁負荷の流出率は変わらないものと考え、排出負荷量の削減比率を用いて流入負荷量を算定した。

- 10年後である平成25年度、20年度である平成35年度の排出負荷量を算定し、平成15年度に対する削減率を設定するとともに、その間の年度については線形補間により削減率を設定した。
- 流域対策は20年後には完了するものと設定し、20年後から30年後までの10年間については一律で20年後の削減比率を適用するものとした。
- 導水の影響のある流域に関しては、導水分の負荷量を差し引いた排出負荷量より削減率を設定した。流入負荷量から導水分負荷を差し引いた負荷量に対して削減率を適用し、導水負荷を加えることで対策後の流入負荷量を算定した。

(5) 湖底形状の改善：ケース 5

① 考え方

平成 16～17 年度の現地調査により、図 7-2-1-7 に例示したように水温の高くなる 7 月中旬～9 月上旬に水深 6m(EL.-7m)より深い底層部では「DO が 0 という無酸素状態が続き、ORP(酸化還元電位)がマイナスという嫌気状態になっている」ことを確認した。

このような状態になると、底泥中に含まれる窒素、リンなどが溶出し湖内への負荷供給源となる。この溶出負荷量を現地調査結果から推定すると表 7-2-1-19 に示すようになり、総負荷量(排出負荷+溶出負荷)に占める割合は COD21%、T-N35%、T-P20%になる。

水深 6m より深い部分を無くし、溶出負荷を抑制することで湖内の水質改善が期待できる。

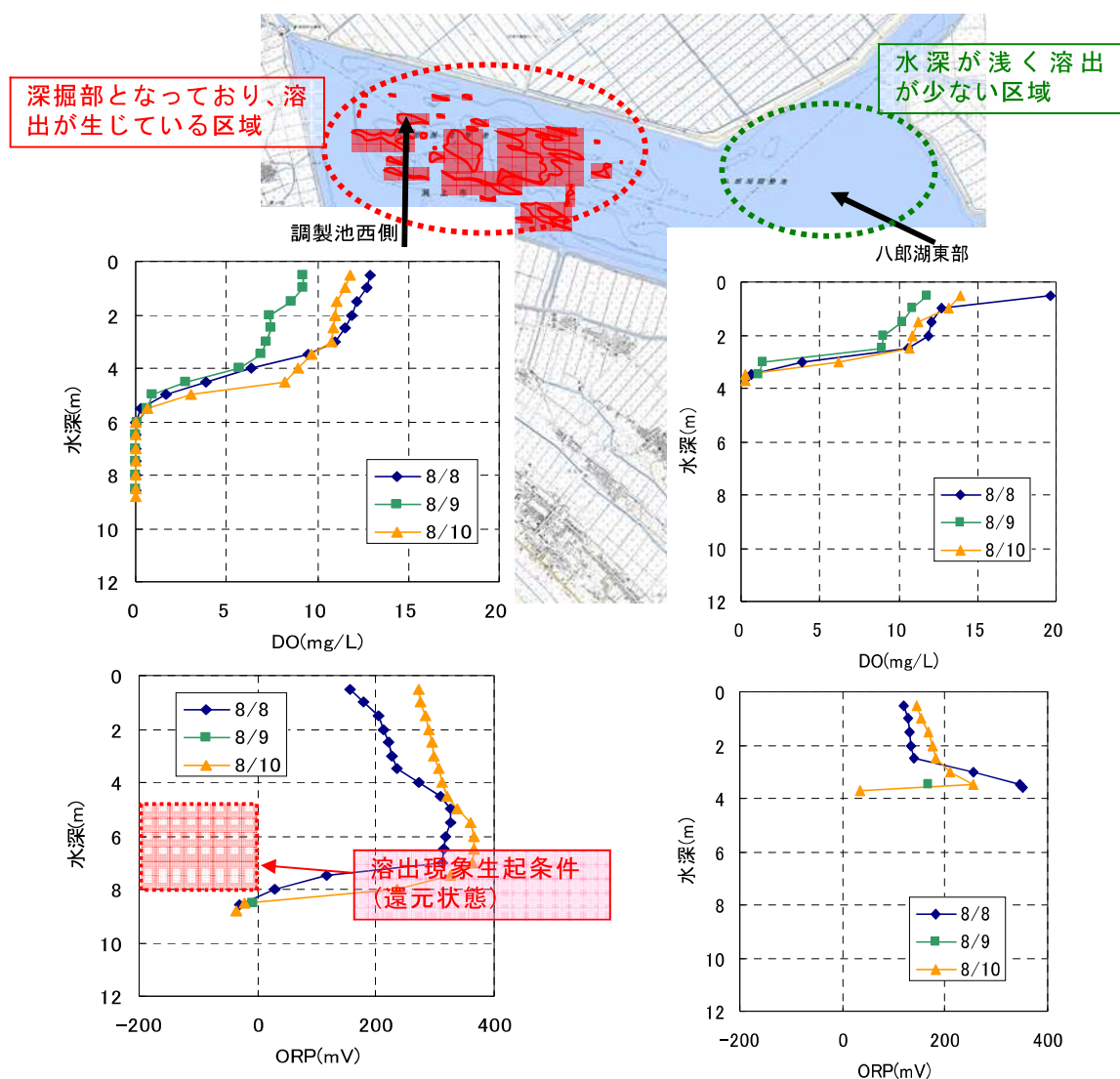


図 7-2-1-7 調整池における深掘部の状況(平成 17 年 8 月の調査事例)

表 7-2-1-19 底泥からの溶出負荷量

平成15年度	水域	負荷量(kg/日)		
		COD	T-N	T-P
流域由来 排出負荷	西部承水路	632	114	11
	東部承水路	3,478	595	50
	調整池	5,083	898	82
	中央干拓地	3,701	450	51
	計	12,894	2,058	194
底泥溶出	西部承水路	443	128	10
	東部承水路	646	242	6
	調整池	2,238	730	32
	計	3,327	1,100	49
総計		16,222	3,158	243
底泥溶出の占める割合		21%	35%	20%

これに対する対策としては、図 7-2-1-8 に示すようなイメージで 6m(EL.-7m)³よりも深い部分を埋め立てなどにより、無酸素状態となる部分を解消し、常に DO が存在できるような湖底形状とする。

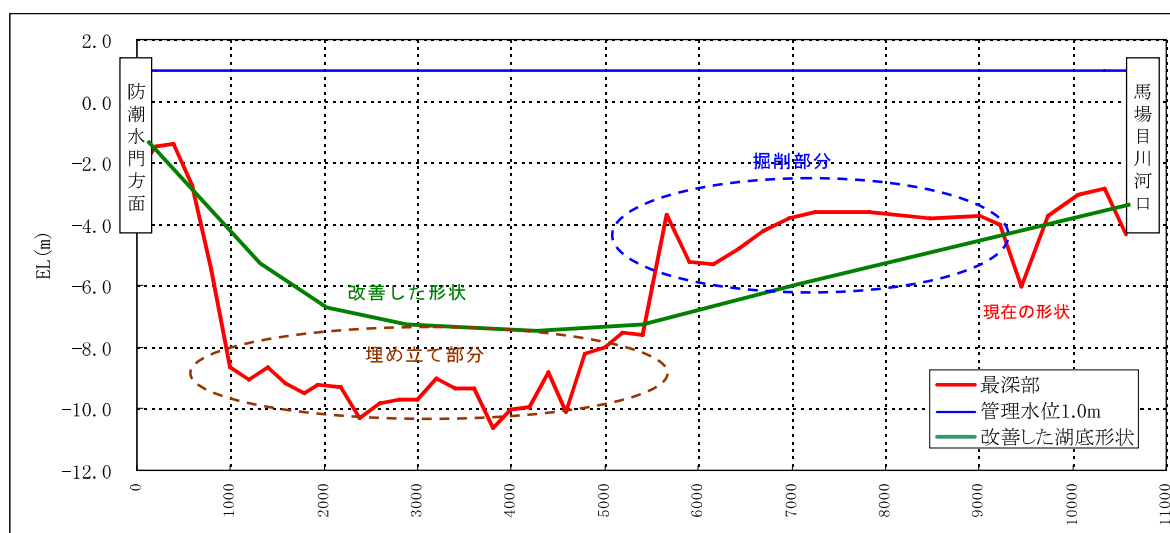


図 7-2-1-8 湖底形の改良イメージ

② 設定

水質予測における設定としては、予測 BOX における EL.-7m よりも深い場所が無くなることとする。これによって、全層で DO の存在する好気状態となるため、溶出速度が低下する。

³ 西部承水路は EL.-3m。東部承水路は該当区域なし。

③ 効果

全層が好氣的に保たれることで、溶出負荷量は COD14%、T-N9%、T-P40%を削減することが可能となる。

表 7-2-1-20 湖底形状による溶出量の削減効果

年間溶出量(kg/日)		D-COD			D-T-N			D-T-P		
		現況	全好気状態	削減率	現況	全好気状態	削減率	現況	全好気状態	削減率
通年	調整池	2,238	1,896	15%	730	711	3%	32	19	41%
	東部承水路	646	646	0.0%	242	242	0.0%	6	6	0%
	西部承水路	443	309	30%	128	52	60%	10	4	62%
	合計	3,327	2,852	14%	1,100	1,005	9%	49	29	40%
灌漑期	調整池	1,004	689	31%	275	258	6%	19	7	63%
	東部承水路	235	235	0.0%	88	88	0.0%	2	2	0%
	西部承水路	235	112	52%	89	19	79%	7	1	81%
	合計	1,474	1,036	30%	453	365	19%	28	11	63%
非灌漑期	調整池	1,234	1,207	2%	454	453	0%	13	12	8%
	東部承水路	411	411	0.0%	154	154	0.00%	4	4	0%
	西部承水路	208	197	5%	39	33	16%	3	2	17%
	合計	1,853	1,816	2%	647	640	1%	20	19	8%

溶出負荷と排出負荷量の合計値に対する負荷削減効果は COD と T-N が 3%、T-P が 8%と推算される。(表 7-2-1-21)

表 7-2-1-21 溶出負荷削減の効果

	対策前(kg/日)			対策後(kg/日)			削減率(%)		
	COD	T-N	T-P	COD	T-N	T-P	COD	T-N	T-P
排出負荷量	12,894	2,058	194	12,894	2,058	194	—	—	—
底泥溶出負荷量	3,327	1,100	49	2,852	1,005	29	14	9	41
総計	16,221	3,158	243	15,746	3,063	223	3	3	8

④ 概算費用

現地観測結果から、貧酸素水塊を形成する水深域を対象とする。その場合の埋め立て対象容量と面積は表 7-2-1-22 のとおりである。

表 7-2-1-22 埋め立て対象

水域	EL.(m)	容積(千 m^3)	面積(千 m^2)
調整池	-7	773.4	882.7
西部承水路	-3	1,231.1	522.4
東部承水路	該当無し	0.0	0.0
計	—	2,004.5	1,405.1

霞ヶ浦の事例では、“浚渫＋底泥固化処理＋埋め戻し”の工事内容で 1m^3 当たり 10,500 円の単価を積算計上している。このときの浚渫船と陸上処理施設の距離を 3 kmと見ており、八郎湖調整池の対象箇所当てはめた場合でも対応可能な距離と判断できる。

参考として浚渫を行わないで外部からの覆砂材の購入によって埋め戻しを行う場合、工事における距離関係は上記と同一で、 1m^3 当たり 7,500 円の単価を計上している。

これらより、概算費用は表 7-2-1-23 のように約 210 億円と概算される。

表 7-2-1-23 工法別の事業費

	単価(1m^3)	費用(億円)
浚渫＋固化＋埋め戻し	10,500	210
覆砂材導入	7,500	160

表 7-2-2-4 各水域の水質予測集計値

西部承水路													
ケース													
H36～H45 (10年集計)	00無対策	01生活系	02落水管理	03環境農法	04人工内湖	05湖底形状	06導流堤	07浜口運用	08漁獲回復	09植生回復	10海水導入		
平均	9.5	9.3	9.2	9.2	8.9	9.5	9.6	7.7	7.7	9.5	9.5	9.2	9.2
COD (mg/L)	最大	15.1	14.7	14.4	13.7	15.1	15.5	13.8	12.8	15.1	15.1	14.5	14.5
	最小	5.1	4.9	5.1	5.1	5.1	5.2	4.0	4.3	5.1	5.1	5.1	5.1
T-N (mg/L)	平均	1.25	1.22	1.22	1.16	1.24	1.24	1.03	1.01	1.23	1.24	1.24	1.24
	最大	2.39	2.38	2.32	2.15	2.39	2.45	2.12	1.40	2.38	2.38	2.39	2.39
	最小	0.68	0.67	0.68	0.68	0.68	0.66	0.63	0.65	0.65	0.67	0.69	0.69
T-P (mg/L)	平均	0.105	0.103	0.102	0.098	0.105	0.105	0.059	0.046	0.105	0.105	0.101	0.101
	最大	0.235	0.234	0.234	0.233	0.235	0.249	0.172	0.095	0.235	0.235	0.234	0.234
	最小	0.030	0.029	0.030	0.030	0.030	0.030	0.011	0.013	0.030	0.030	0.029	0.029
chl-a (μg/L)	平均	45	44	43	40	45	45	31	29	44	44	39	39
	最大	99	95	94	88	99	100	87	74	98	98	91	91
	最小	9	9	9	9	9	9	3	4	9	9	4	4

東部承水路													
ケース													
H36～H45 (10年集計)	00無対策	01生活系	02落水管理	03環境農法	04人工内湖	05湖底形状	06導流堤	07浜口運用	08漁獲回復	09植生回復	10海水導入		
平均	6.8	6.7	6.6	6.4	6.4	6.8	6.8	6.6	6.8	6.8	6.8	6.7	6.7
COD (mg/L)	最大	11.7	11.2	10.7	10.7	11.7	11.7	11.7	11.0	11.7	11.7	11.7	11.7
	最小	4.1	4.0	4.1	4.0	4.1	4.1	3.8	4.1	4.0	4.1	4.0	4.0
T-N (mg/L)	平均	0.94	0.93	0.92	0.88	0.93	0.94	0.92	0.94	0.91	0.92	0.93	0.93
	最大	1.34	1.30	1.30	1.20	1.34	1.34	1.32	1.35	1.32	1.33	1.34	1.34
	最小	0.60	0.59	0.60	0.59	0.60	0.60	0.61	0.60	0.53	0.57	0.61	0.61
T-P (mg/L)	平均	0.058	0.057	0.056	0.054	0.058	0.058	0.055	0.059	0.058	0.058	0.056	0.056
	最大	0.099	0.098	0.094	0.093	0.099	0.099	0.096	0.097	0.099	0.099	0.099	0.099
	最小	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.013	0.015	0.014	0.014	0.014	0.014
chl-a (μg/L)	平均	25	24	24	22	25	25	22	25	24	24	22	22
	最大	56	54	54	49	56	56	52	65	55	56	56	56
	最小	7	7	7	7	7	7	5	6	7	7	5	5
調整池													
ケース													
H36～H45 (10年集計)	00無対策	01生活系	02落水管理	03環境農法	04人工内湖	05湖底形状	06導流堤	07浜口運用	08漁獲回復	09植生回復	10海水導入		
平均	6.0	5.9	5.8	5.6	5.6	6.0	6.0	4.9	6.5	5.9	6.0	5.6	5.6
COD (mg/L)	最大	9.7	9.3	8.8	8.8	9.7	9.7	8.5	11.0	9.3	9.6	9.7	9.7
	最小	3.4	3.3	3.3	3.3	3.4	3.3	2.9	3.6	3.3	3.4	3.3	3.3
T-N (mg/L)	平均	0.84	0.83	0.79	0.79	0.84	0.84	0.74	0.93	0.77	0.83	0.83	0.83
	最大	1.13	1.12	1.10	1.02	1.13	1.13	0.99	1.39	1.06	1.12	1.13	1.13
	最小	0.52	0.51	0.52	0.51	0.52	0.51	0.53	0.54	0.43	0.51	0.54	0.54
T-P (mg/L)	平均	0.065	0.064	0.064	0.062	0.065	0.065	0.038	0.078	0.065	0.065	0.060	0.060
	最大	0.123	0.122	0.119	0.117	0.123	0.123	0.082	0.132	0.123	0.123	0.123	0.123
	最小	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.012	0.018	0.015	0.015	0.015	0.015
chl-a (μg/L)	平均	31	30	30	28	31	31	20	35	29	31	26	26
	最大	72	72	70	65	72	73	61	82	68	72	72	72
	最小	7	7	7	7	7	7	4	8	7	7	6	6

表 7-2-2-10 水質改善の特徴と効果

ケース番号	対策内容	対策の場所			対策形態			水質改善の特徴と評価
		流域	河川	八郎湖	負荷削減	流動改善	生態系回復	
ケース01	生活系対策	—	—	—	●	—	—	・数値で示される改善幅は他の対策ケースと比べると小さいが、各水域・各水質項目で水質改善効果が得られている。 ・県の将来計画に沿った対策であり、実現性の最も高い水質であるとも考えられる。 ・各対策の組合せによって構成する総合対策のベースとなる対策である。
ケース02	農地対策(落水管理)	流域全域	—	—	●	—	—	・各水域・各水質項目で水質改善効果が得られており、水田負荷を削減することが水質改善に有効である。 ・各対策の組合せによって構成する総合対策には農地全対策を組み込む。
ケース03	農地対策(全対策)	—	—	—	●	—	—	・水質改善効果は流域対策として最も高く、各水域・各水質項目で効果が得られている。 ・水田から生じる負荷を可能なだけ削減することが水質改善に不可欠であると判断できるので、各対策の組合せによって構成する総合対策に組み込む。
ケース04	人工内湖	—	馬路川 馬路川	—	●	—	—	・対策の対象が限られるため、水質として改善効果は小さかった。これは対策の対象が限られるため、調整池全体を代表する湖の水質改善にまでは反映されなかったためと考える。 ・流域で生じる水田を除く面源負荷を河川流入部にて削減する唯一の対策である。水質改善効果として評価出来ないが、生物生息の場としての機能も期待できることから、各対策の組合せによって構成する総合対策でも組み入れる。
ケース05	湖底形状改善	—	—	調整池 西部水路承	—	●	—	・改善効果なし、COD等の上昇といった結果となった。 ・無対策でもD0が低下する期間が短かったため、改善効果として差が出にくかったためと考えられる。
ケース06	導流堤	—	—	調整池	—	●	—	・水質値での水質改善は調整池と東部水路では最も高く、西部水路でも水質改善効果が見込める結果となった。 ・流域対策との組み合わせにて更に高い水質改善効果が期待でき、総合対策に組み込んでおくべき対策ケースである。
ケース07	浜口機場運用変更	—	—	調整池 西部水路承	—	●	—	・西部水路での水質改善効果は最も高いが、逆に調整池や東部水路では水質値が上昇する。 ・西部水路に対しては最も有効な水質改善方法であり総合対策に組み込む。
ケース08	漁獲の回復	—	—	調整池	—	—	●	・漁獲の場となる調整池の改善が著しい。
ケース09	植生帯回復	—	—	調整池 東部水路承	—	—	●	・対策の対象が限られたため、水質値としての改善効果は小さかった。 ・生物生息の場としての機能や地域住民に対する啓発にも活用が期待できることから、総合対策でも組み入れて評価すべき対策ケースである。
ケース10	海水導入	—	—	調整池	—	—	●	・調整池で最も水質改善効果が大きく、農地全対策と同等の効果が期待できる。 ・海水導入に当たっては、利水水質や利水施設への影響など検討すべき点が多く、詳細な解析・評価が必要である。

八郎湖位置図

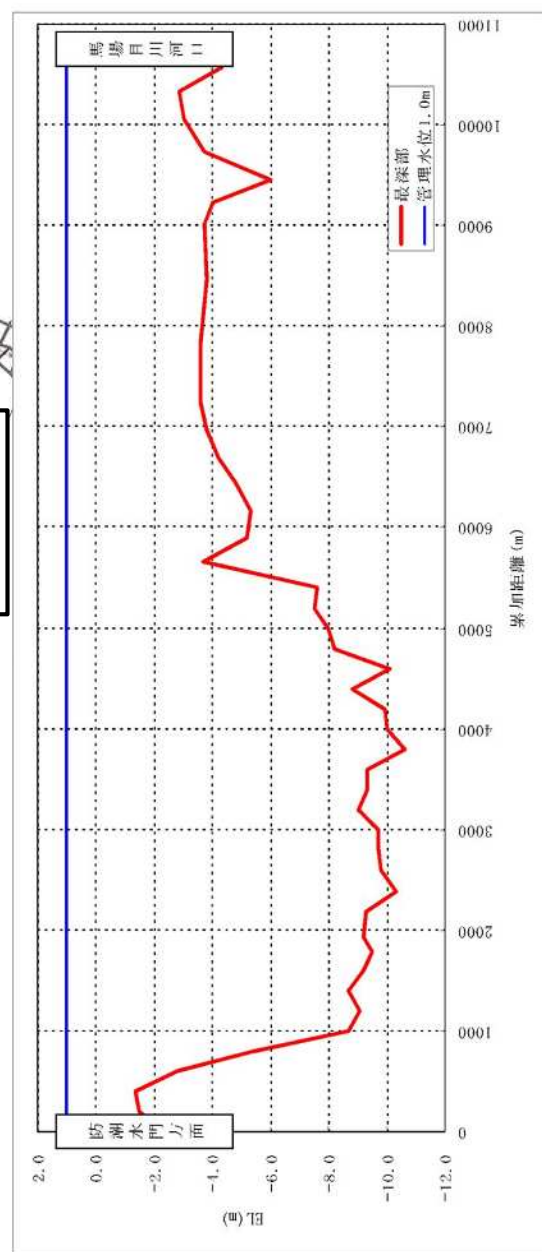
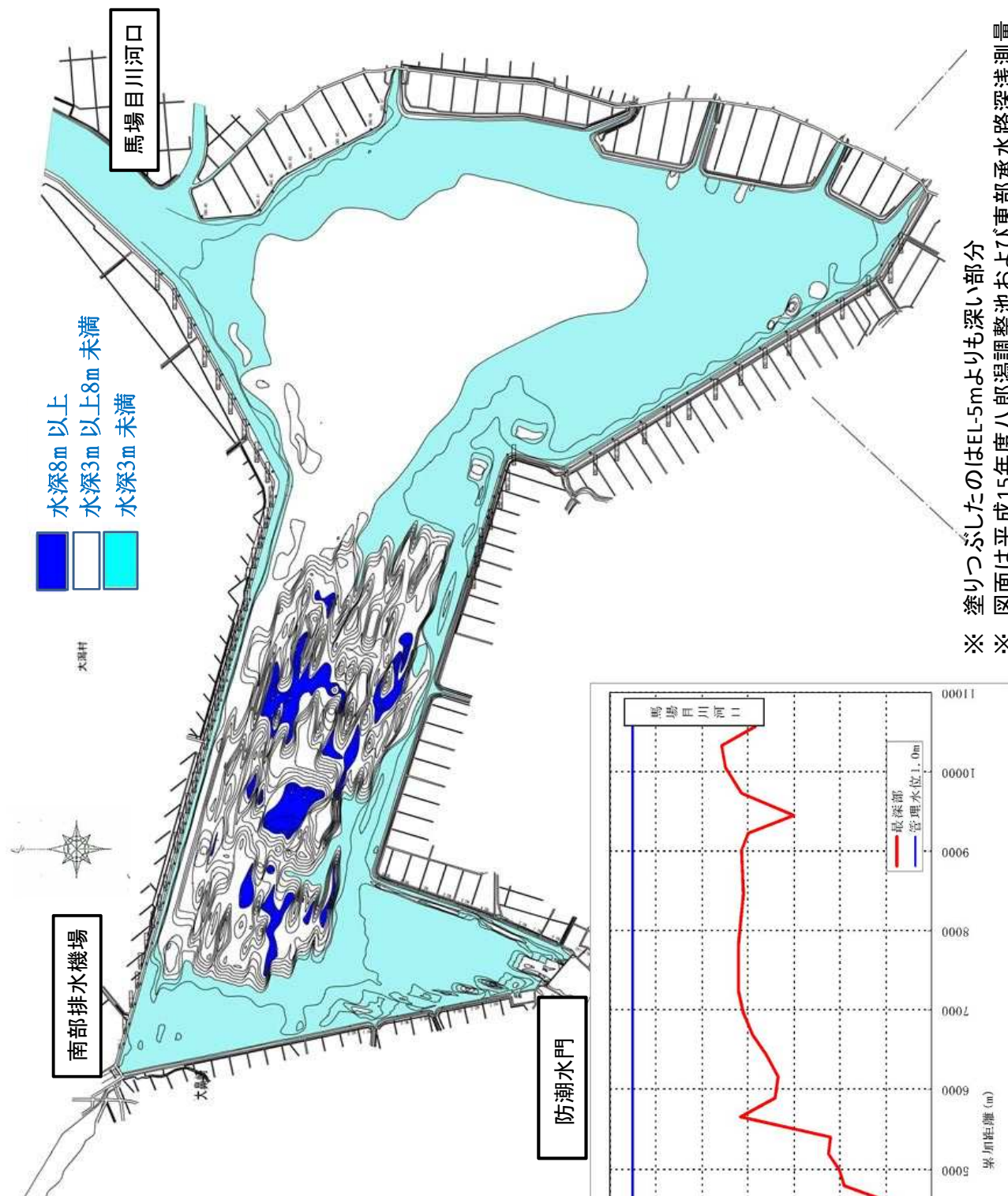


諸元

	単位	調整池	東部承水路	西部承水路	合計
水域面積	km ²	31.5	10.7	5.1	47.3
貯水量	百万m ³	103.8	20	8.8	132.6
平均深水	m	3.3	1.9	1.7	2.8
管理水位	T.P. m	かんがい期 : 1.0 非かんがい期 : 0.5		0.35 0.25	— —

調整池深浅図

馬場目川よりの調整池東部は、約EL-3mの比較的浅く平坦な地形である。中央部から防潮水門にかけて、碗状の深削部(7m~10m)となっており、その延長は約5kmにおよぶ。

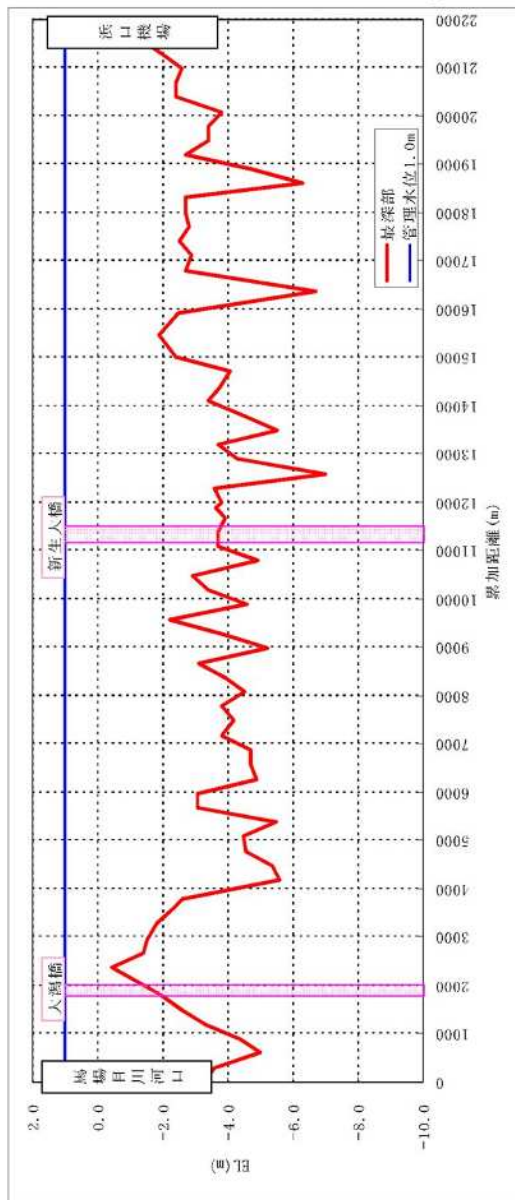


最深湖床部(測量資料の最深湖床部を繋げたものであり、連続した断面ではない)

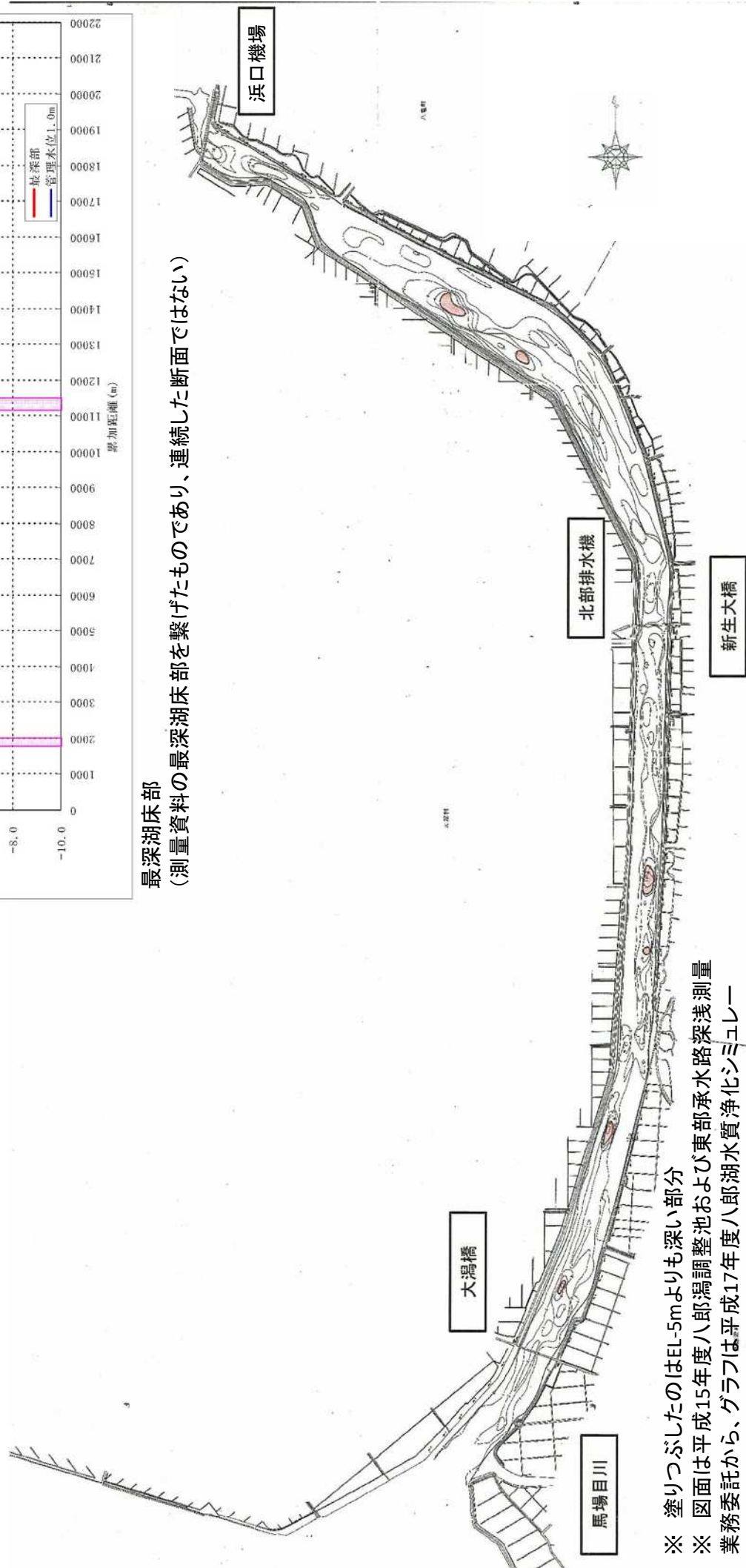
※ 塗りつぶしたのはEL-5mよりも深い部分
 ※ 図面は平成15年度八郎潟調整池および東部承水路深浅測量業務委託から、グラフは平成17年度八郎湖水質浄化シミュレーション事業委託から引用

東部承水路深浅図

湖底面の高低変化は多いが、概ねEL-3～4mである。変化は上流側(新生大橋より北側)で大きく、最深部では、約EL-7mとなる。逆に下流側(大潟橋付近)ではかなり浅くなっている部分がある。



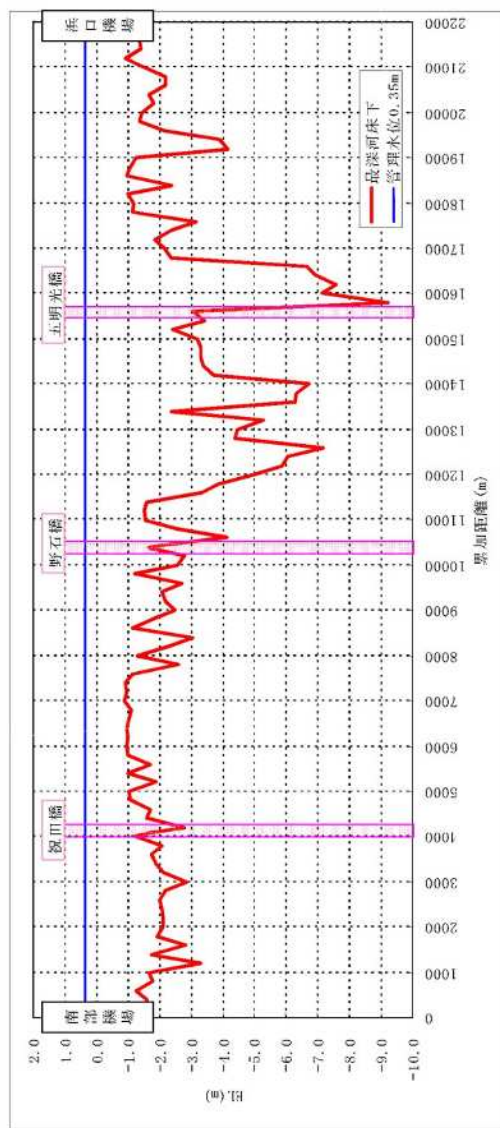
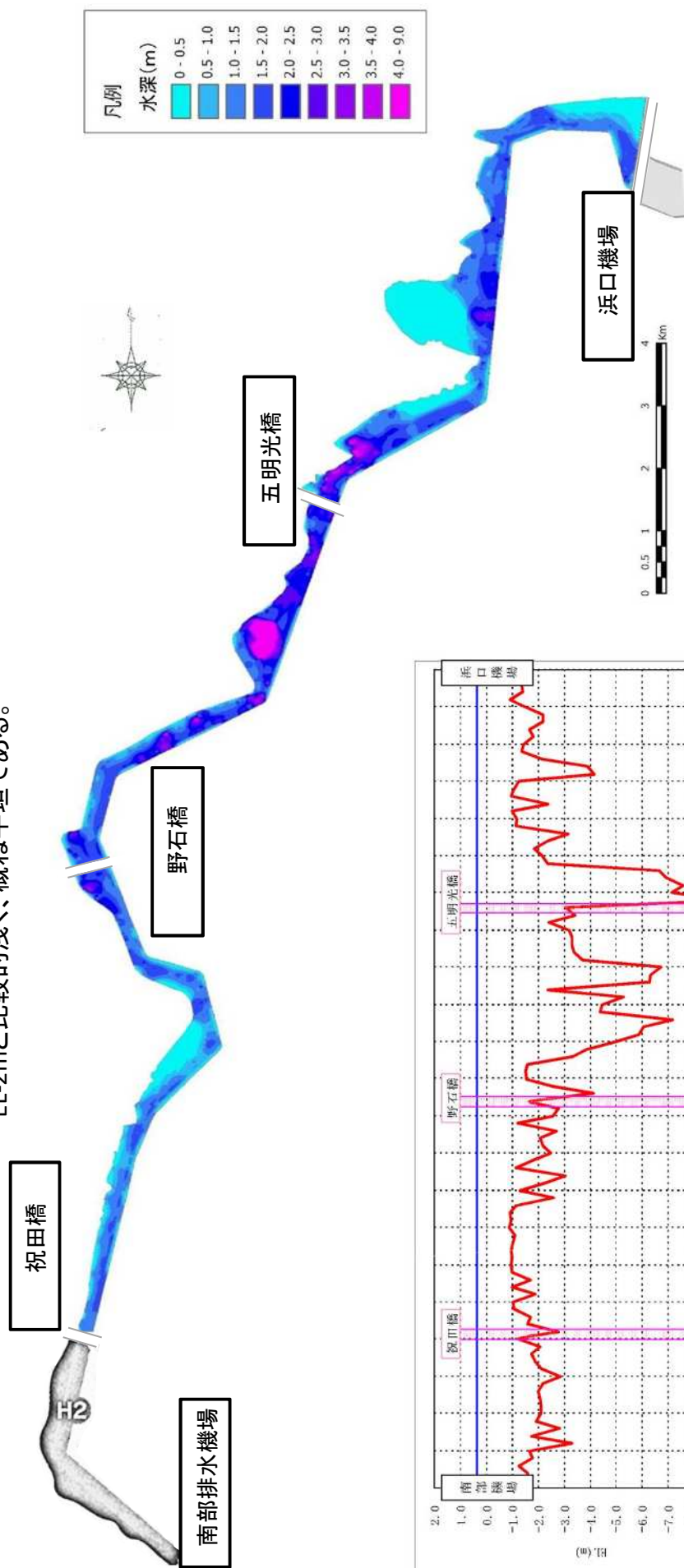
最深湖床部
(測量資料の最深湖床部を繋げたものであり、連続した断面ではない)



- ※ 塗りつぶしたものはEL-5mよりも深い部分
- ※ 図面は平成15年度八郎潟調整池および東部承水路深浅測量業務委託から、グラフは平成17年度八郎湖水質浄化シミュレーション事業委託から引用

西部承水路深浅図

水路北側(野石橋～五明光橋～浜口機場)の区間では、局所的に深い部分が存在し、最深部ではEL-9mを超える部分もある。
水路南側(南部排水機場～祝田橋～野石橋)の区間では、湖底は約EL-2mと比較的浅く、概ね平坦である。



最深湖床部
(測量資料の最深湖床部を繋げたものであり、連続した断面ではない)

※ 図面は平成29年度水質解析モデルによる対策効果検討業務委託から、グラフは平成17年度八郎湖水質浄化シミュレーション事業委託から引用

八郎潟防潮水門の管理水位（土地改良法上の対応、河川法上の制約）

1. 条例

「秋田県八郎潟防潮水門管理条例」

2. 施行規則

「秋田県八郎潟防潮水門管理条例施行規則」

防潮水門の管理（骨子）

・調整池・東部承水路……………

かんがい期 標高 + 1 m
非かんがい期 標高 + 50cm

・西部承水路……………

かんがい期 標高 + 35cm
非かんがい期 標高 + 25cm（干拓事業前の八郎潟の平均水位）

3. 管理水位（高さの基準：東京湾中等潮位）

◎常時満水位……………洪水時を除き、超えて上昇させない

標高 + 1.0 m（調整池）

◎制限水位……………洪水時を除き、超えて上昇させない

（調整池）

標高 + 1.0 m（5月 1日から8月10日まで）

標高 + 70 cm（8月11日から9月10日まで）

標高 + 50 cm（9月11日から翌年3月31日まで）

◎確保水位……………調整池の水位を、低下させない

標高 + 50 cm（基準日 3月31日）

標高 + 1.0 m（基準日 5月 1日）

標高 + 70 cm（基準日 8月11日）

標高 + 50 cm（基準日 9月11日）

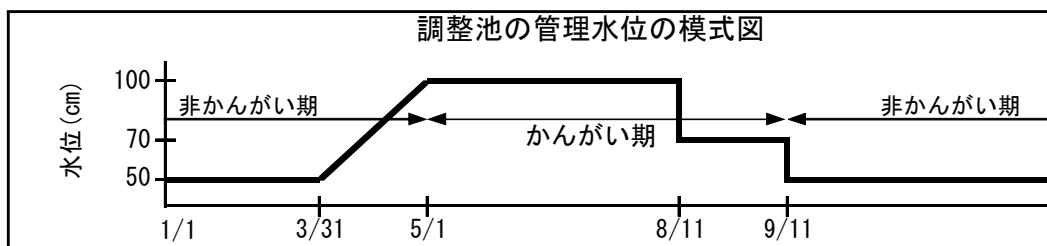
◎かんがい用水の貯留

・貯留水深（調整池の水位） 標高 + 1.0 m ～ - 20 cm の範囲で貯留管理

・容量最大 47 百万 m³

◎最低水位……………

かんがい期（5月1日から9月10日まで）に調整池の水位が、最低水位（標高 - 20 cm）以下に低下するおそれがあるときは、関係機関と協議のうえ、必要な措置を講ずる。



4. 土地改良法上の対応

◎土地改良法第94条の6

第1項 農林水産大臣は土地改良財産を都道府県……に管理させることができる。

第2項 ……管理の委託は、その国営土地改良事業に係る予定管理方法等に従い、その管理者として定められた者に対し、その管理方法に関する基本的事項として定められたところに準拠して管理が行われることとなるようにするものとする。

◎土地改良法施行令第56条

……管理を県又は……に委託するには、両当事者の協議により次に掲げる事項を定めなければならない。

三 管理の方法

五 その他必要な事項

◎協定書

○頭書 農林水産省と秋田県知事は……法第94条の6第1項および同法施行令第56条の規定に基づき……管理について、下記のとおり協定を締結する。

義務

○第3条 施行令第58条から65条までおよび第67条から69条までの規程を遵守し、財産を良好に管理するものとする

※施行令第59条……他目的への使用には農林水産大臣の承認を受けて使用させることができる。

○第4条 財産の管理方法については、別記第3の管理方法書によるものとする。

※管理方法書 3 維持保存の方法 施行令第58条……八郎潟防潮水門管理条例、八郎潟防潮水門管理規定……を遵守し、財産の適正な管理を行う。

※秋田県八郎潟防潮水門管理条例

第4条……防潮水門の管理に関し必要な事項は、規則で定める。

※秋田県八郎潟防潮水門管理条例施行規則

第5条……調整池の水位をこれより低下させないようにするものとする。

○第8条 ……またはこの協定を変更する必要があるときは、その都度協議するものとする。

結論：防潮水門の管理に関して「秋田県八郎潟防潮水門管理条例施行規則」等を変更する場合は、国と協議が必要である

◎防潮水門の高度管理試験での運用

平成18年度、平成20～22年度に防潮水門の高度管理試験を行ったが、その際は八郎潟防潮水門管理規程第9条「操作の方法の特例」を適用した。

農林水産部と生活環境部との間で、他目的使用等契約の締結及び多目的使用協議書の取り交わしを行った。

5. 河川法上の制約（参考）

干拓地の用水確保のため調整池の水位を維持し、あるいは調整池に集中する洪水を外海に排除することは、すべて防潮水門のゲート操作によって行われており、調整池からの取水は、河川管理者から河川法第23条の規定に基づく流水の占用許可処分について干拓事業の事業主体である農林水産大臣が同意を得ている。

その許可処分に係る水利使用規則に調整池の制限水位について明示されており、これを厳守する必要があるため、この水位を変更する場合は水利使用者である農林水産大臣が河川管理者からの許可（同意）を得る必要がある。

すなわち当該施設の管理受託者である秋田県知事が自らの判断で制限水位を変更することはできない。

非かんがい期の防潮水門高度管理シミュレーション結果

1. 対策の概要

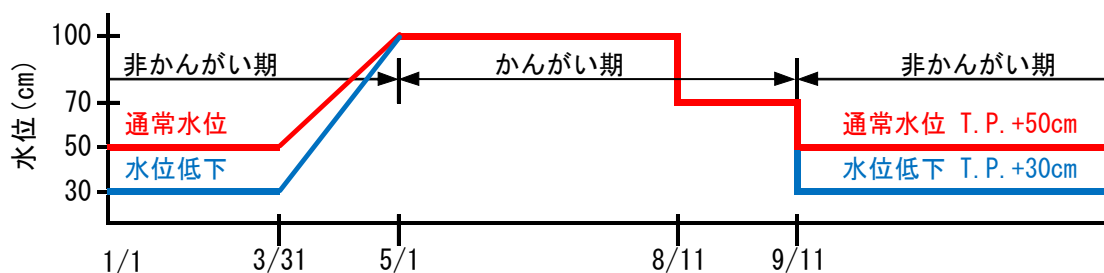
9月以降の非かんがい期において、調整池の管理水位を T.P. +50cm → T.P. +30cm に低下させることで、調整池内での水の滞留時間を短縮し、栄養塩濃度の高い湖水の系外への放流を促進し水質の改善を図る。

2. シミュレーションの条件

計算期間 5年間（平成20年4月～平成25年3月）

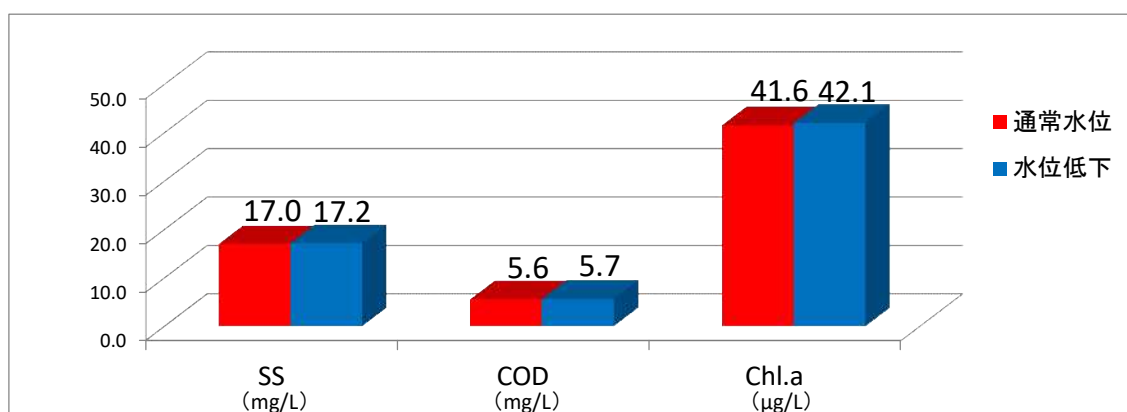
設定水位 9月11日からT.P. +30cm（通常水位から20cm低下）

5月 1日から通常水位T.P. +50cm



3. シミュレーションの結果

非かんがい期に水位低下した場合のシミュレーションの結果、水質の改善効果は見られなかった。

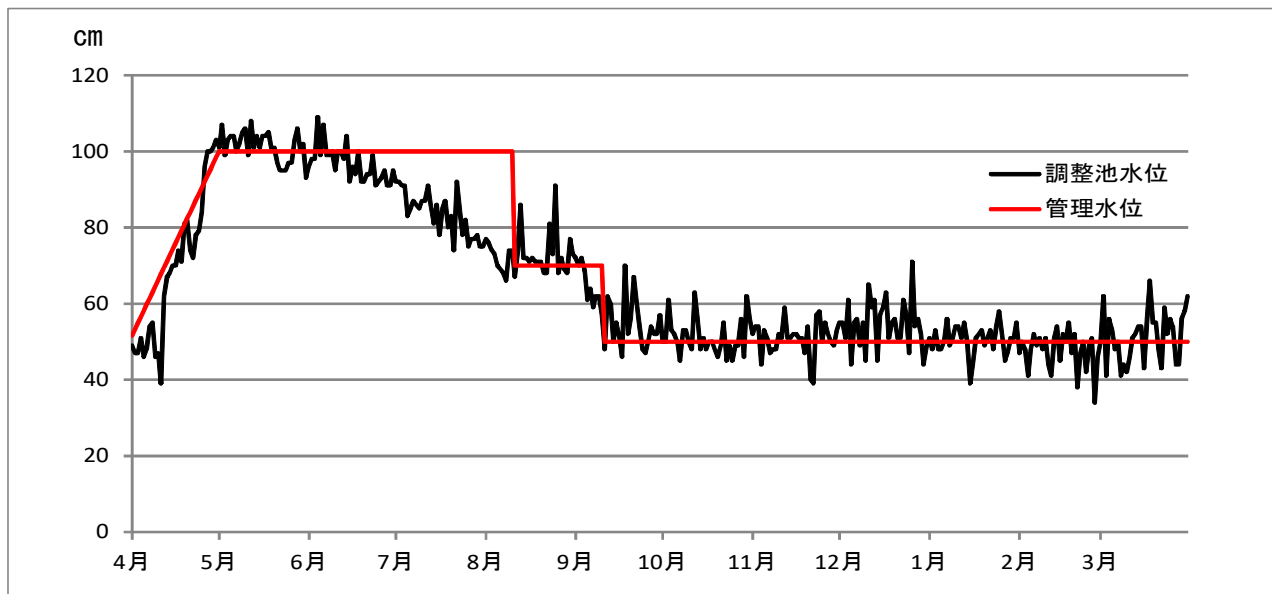


4. 想定される要因

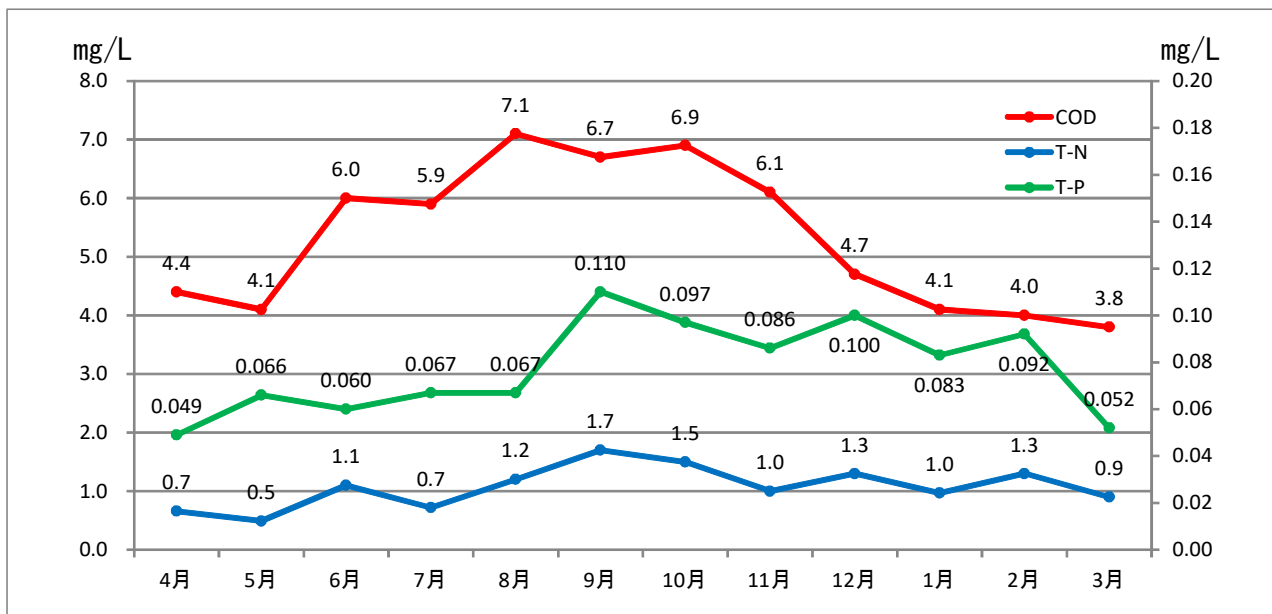
調整池の貯水量を減らすことで、滞留時間の短縮（流速の増加）や、負荷の系外排出による改善効果よりも、貯水量の減少に伴う底泥からの溶出や、排水機場からの影響が上回ったためと考えられる。

調整池の水位と水質の比較

1. 調整池の水位（平成29年度）



2. 調整池の水質（平成29年度湖心）



3. 比較結果

近年のかんがい期の管理水位の実態は、T. P. +1.0mは5～6月上旬までで、それ以降は9月10日までに漸次低下しT. P. +0.5mに移行している。

この移行期間の月別水質は、COD、T-Nは高く、T-Pは他の期間との差はないことから、水位の低下と水質改善の関連性は不明である。

アオコ対策実施状況



ポンプ放水
小深見川 (H27. 9. 1)



アオコ遡上防止フェンス
糸流川 (H30. 8. 15)



アオコ遡上防止フェンス
鹿渡川 (H30. 8. 13)



アオコ遡上防止フェンス
飯塚川 (H30. 8. 13)



アオコ抑制装置
(H30. 8. 20)

- ◇ アオコ発生状況調査地点
- ◆ 漁協による調査地点
- 監視カメラ
- アオコ遡上防止フェンス
- アオコ抑制装置



監視カメラ映像 真坂
(H30. 8. 2)



監視カメラ映像 馬場目川
(H30. 8. 20) 63



監視カメラ映像 天王大崎
(H30. 8. 21)

馬踏川の状況

1 馬踏川の諸元

馬場目川水系の馬踏川は、秋田市金足地内の出羽山地（標高 55m）に源を発し、中流までは秋田市を西へ流れ、下流は流路を北へとり、潟上市昭和太久保で八郎湖に繋がる。流路延長は 13,220m で、主な河床材料は上流が石で、下流が礫となっている。

位置図



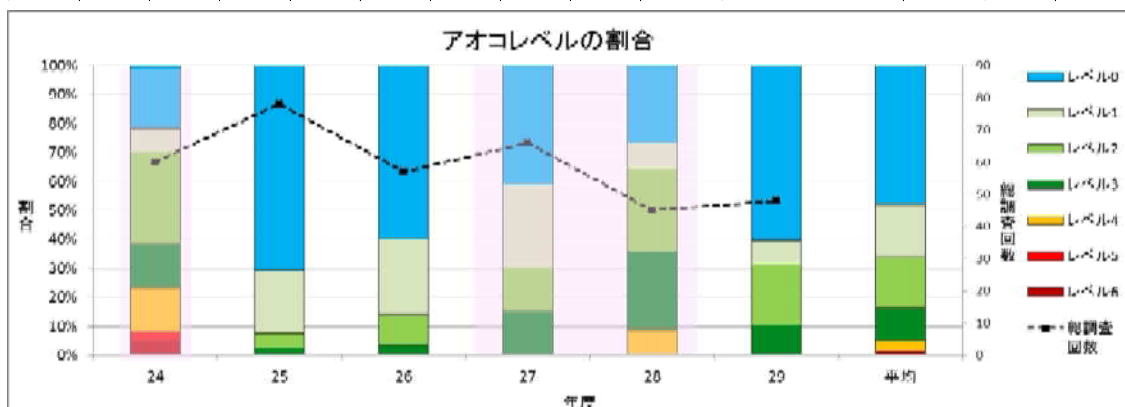
公共用水域水質調査結果（H24-H29）

項目	6カ年 最小値	6カ年 最大値	6カ年 平均値
pH	6.5	7.7	7.0
BOD75%値(mg/L)	1.4	2.7	1.9
SS(mg/L)	2	59	12
DO(mg/L)	3.2	15	9.4
水温(°C)	0.5	29.2	14.1

2 アオコ発生状況（H24-H29 見た目アオコレベル）

- 過去 6 年間で、馬踏川でのアオコ調査は 354 回実施しており、平均すると 1 年間当たり 59 回の調査を実施している。
- 各年のアオコ初期発生が馬踏川だったのは 6 年のうち 3 年で、監視定点 11 地点で最も多く、アオコが発生しやすい地点と考えられる。
- 第 2 期計画期間は、H27 と H28 が比較的アオコの発生割合が高く、また、レベル 4 は H28 のみで確認している。なお、第 2 期が始まった H25 年以降、レベル 5、6 は確認していない。

馬踏川調査結果									全地点の状況				
年度	総調査回数	レベル0	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4	レベル5	レベル6	初期発生状況		レベル4以上		トレンド
									発生日	発生場所	発生日	のべ回数	
29	48	29	4	10	5	0	0	0	7月25日	天王大崎、馬踏川	-	0	レベル4なし 発生遅・少
28	45	12	4	13	12	4	0	0	6月21日	天王大崎、塩口水路 小深見川、飯塚 大潟橋(漁協前) 音羽下排水機場付近	7月22日	11	
27	66	27	19	10	10	0	0	0	6月7日	馬踏川、馬場目川河口 大潟橋、塩口水路、ほか	7月10日	14	
26	57	34	15	6	2	0	0	0	7月7日	馬踏川	-	0	レベル4なし
25	78	55	17	4	2	0	0	0	6月6日	調整池東部 大潟橋	8月2日	13	発生少
24	60	13	5	19	9	9	2	3	5月23日		7月20日	57	異常発生
合計	354	170	64	62	40	13	2	3					



※ピンクのハイライトはアオコが発生した（レベル1以上）割合が平均よりも多い年を示す

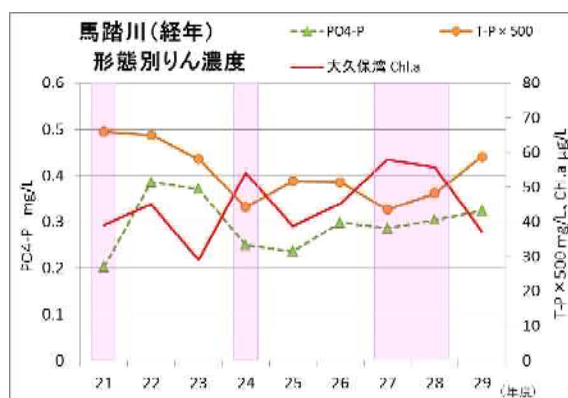
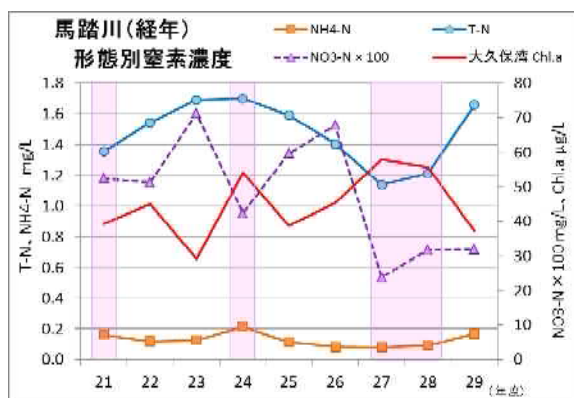
3 水質 (H21-H29)

- ・年間平均値の推移を見ると、アオコの発生割合が比較的高かった H24、H27、H28、さらにアオコが大量発生した H21（以後「アオコが多い年」という。）は、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 又は $\text{PO}_4\text{-P}$ が低い傾向にある。植物プランクトンに利用されて減少した可能性があるが、河川の流下による変動も大きいと考えられ、詳細な検証は困難である。
- ・窒素の形態別経月推移を見ると、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は 3 月から 5 月の間に上昇し、Chl.a の上昇に伴い 6 月から 8 月に低下、その後 Chl.a の低下に伴い上昇する。なお、アオコが多い年は、3 月から 5 月に $\text{NH}_4\text{-N}$ とともに上昇 (H21,H24) するか、ピークが現れない (H27,H28) 傾向があり、7 月から 8 月にはほぼ枯渇する。
- ・リンの形態別経月推移を見ると、 $\text{PO}_4\text{-P}$ は 5 月から 7 月に上昇し、Chl.a の上昇に伴い低下する。なお、アオコが多い年は、5 月から 7 月のピークが小さい傾向がある。

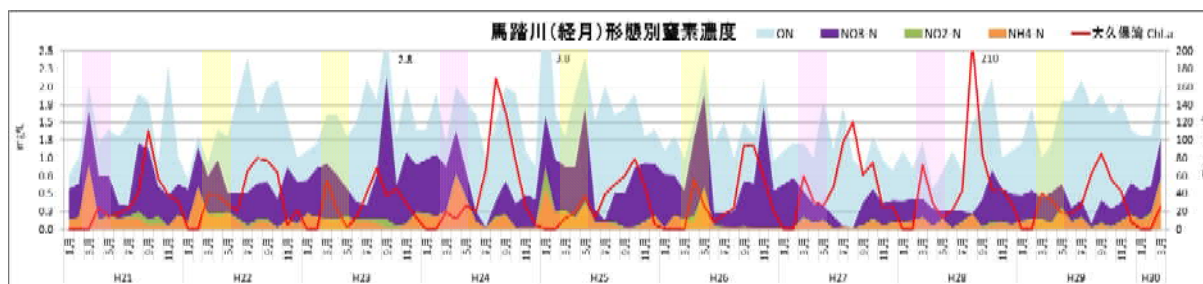
(ピーク値) アオコが多い年：最小 0.038mg/L 最大 0.048mg/L 平均 0.044mg/L

それ以外の年：最小 0.055mg/L 最大 0.17 mg/L 平均 0.10 mg/L

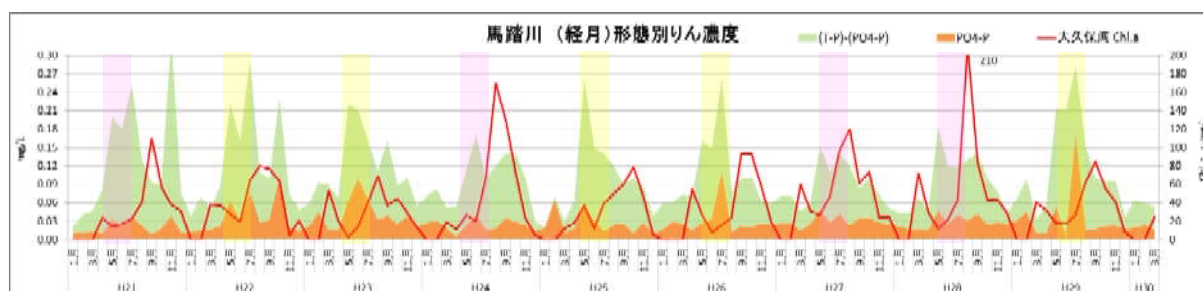
- ・アオコが多い年は、経月変化で確認した $\text{NO}_3\text{-N}$ のピークが現れないことや、 $\text{PO}_4\text{-P}$ のピークが小さいことが、それぞれの年間平均値を低下させている要因だと考えられる。
- ・NP 比 (T-N、T-P) は、5 月から 7 月は T-N の低下と T-P の上昇で 10 以下になり、11 月から 3 月は T-N の上昇と T-P の低下で 20 以上になりやすい。そのため、夏期は窒素制限、冬期はリン制限と考えられる。



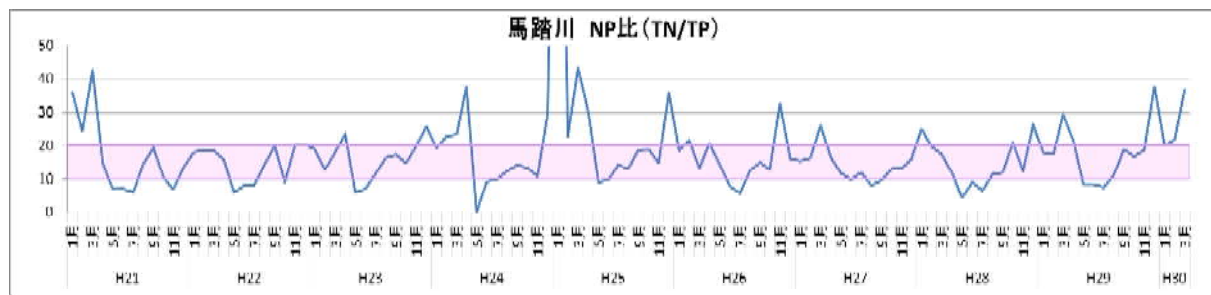
※ピンクのハイライトはアオコが多い年を示す



※ピンクのハイライトはアオコが多い年の3~5月を、ブルーのハイライトはそれ以外の年の3~5月を示す



※ピンクのハイライトはアオコが多い年の5~7月を、ブルーのハイライトはそれ以外の年の5~7月を示す



4 アオコレベルと気象 (H20-H29)

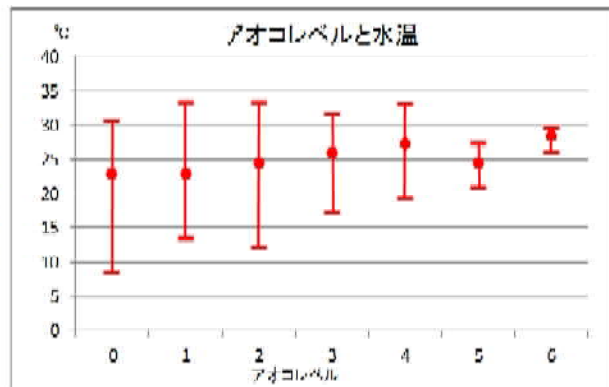
1) 水温

- ・最大値と平均値にアオコレベルによる違いは見られなかった。
- ・最小値は、アオコレベルの上昇に伴い上昇し、差が大きかったのはレベル0とレベル1の差4.9℃、レベル2とレベル3の差5.2℃、レベル5とレベル6の差5.3℃であった。なお、アオコを確認した最低温度は12.2℃だった。

アオコレベルと水温

	最大	平均	最小
0	30.5	23.0	8.5
1	33.3	22.9	13.4
2	33.4	24.3	12.2
3	31.7	26.0	17.4
4	33.0	27.3	19.5
5	27.2	24.3	20.9
6	28.5	28.4	26.2

※調査時水温



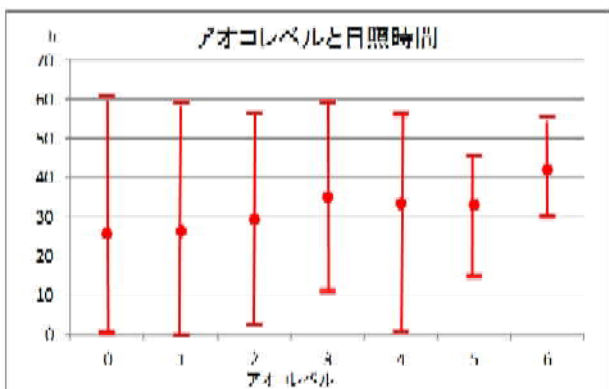
2) 日照時間

- ・最大値、平均値、最小値にアオコレベルによる違いは見られなかった。
- ・アオコは、4日前から当日の日照時間合計が0hでも確認された。

アオコレベルと日照時間

	最大	平均	最小
0	60.9	25.6	0.3
1	58.9	26.4	0.0
2	60.4	29.8	2.7
3	59.5	34.9	10.9
4	56.2	33.4	0.0
5	45.7	32.9	14.7
6	55.3	42.2	30.1

※日照時間は5日間(4日前まで)合計
(気象庁大気観測所)



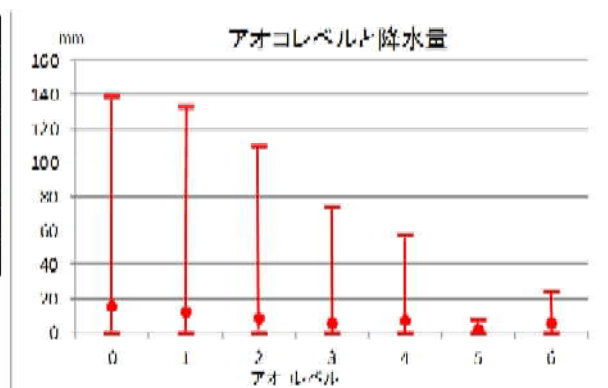
3) 降水量

- ・ 平均値と最小値にアオコレベルによる違いは見られなかった。
 - ・ 最大値は、アオコレベルの上昇に伴い低下し、差が大きかったのはレベル 1 とレベル 2 の差 23mm、レベル 2 とレベル 3 の差 36mm、レベル 4 とレベル 5 の差 50mm であった。
- なお、アオコは、前日から当日の降水量合計が 133mm でも確認された。

アオコレベルと降水量

	最大	平均	最小
0	130.5	14.0	0.0
1	133.0	12.2	0.0
2	110.0	8.0	0.0
3	74.0	4.9	0.0
4	57.0	8.5	0.0
5	7.0	1.3	0.0
6	24.5	5.5	0.0

※降水量は2日間(当日と前日)合計
(気象庁五城目観測所)



5 まとめ

1) アオコ発生状況

- ・ 馬踏川は監視定点 11 地点で最もアオコの初期発生が確認されやすい。
- ・ 第 2 期計画期間は、レベル 5、6 が確認されていない等とアオコの発生が少ないが、その中では H27 と H28 は比較的にアオコの発生が多い。

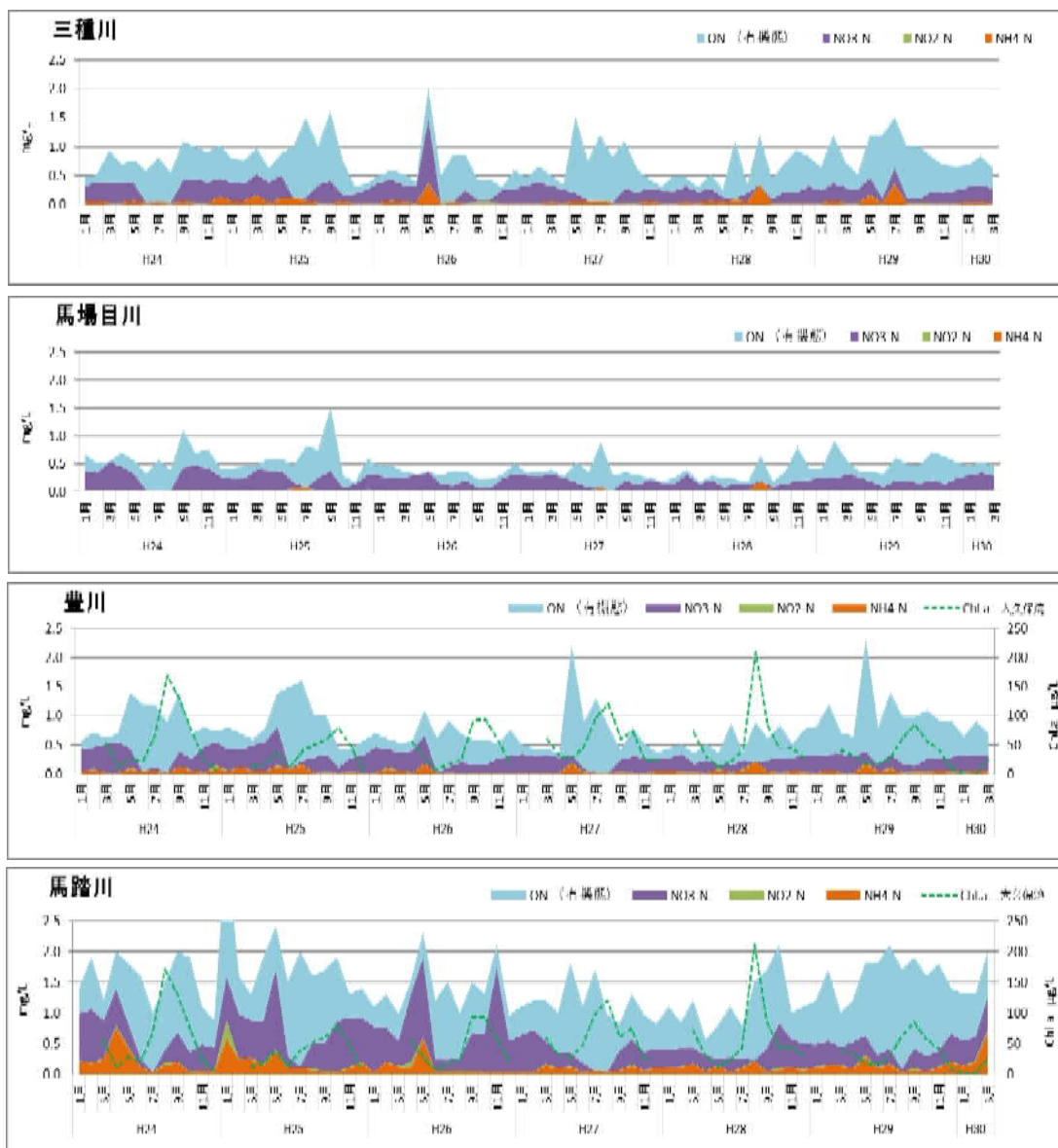
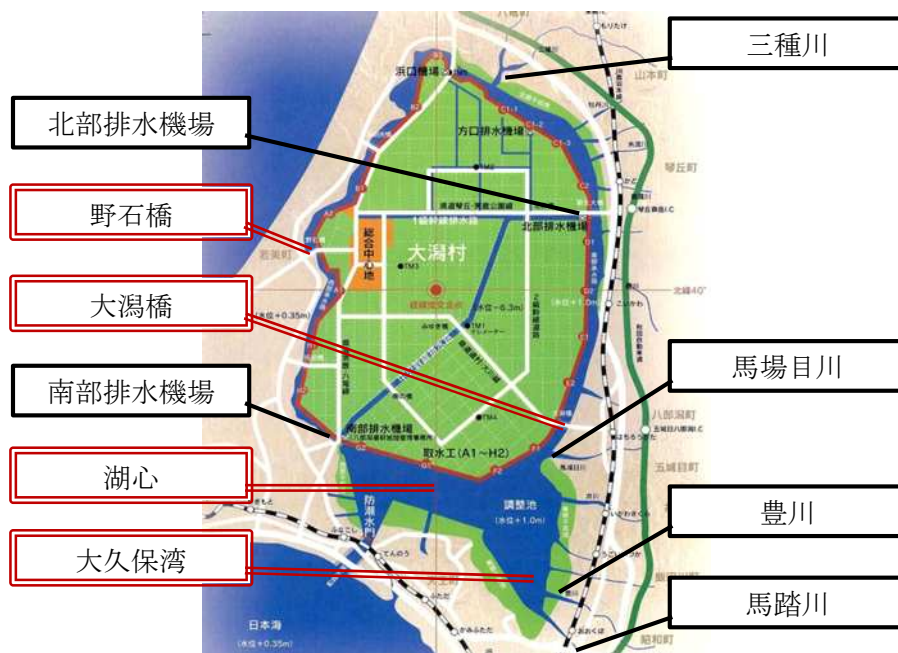
2) 水質

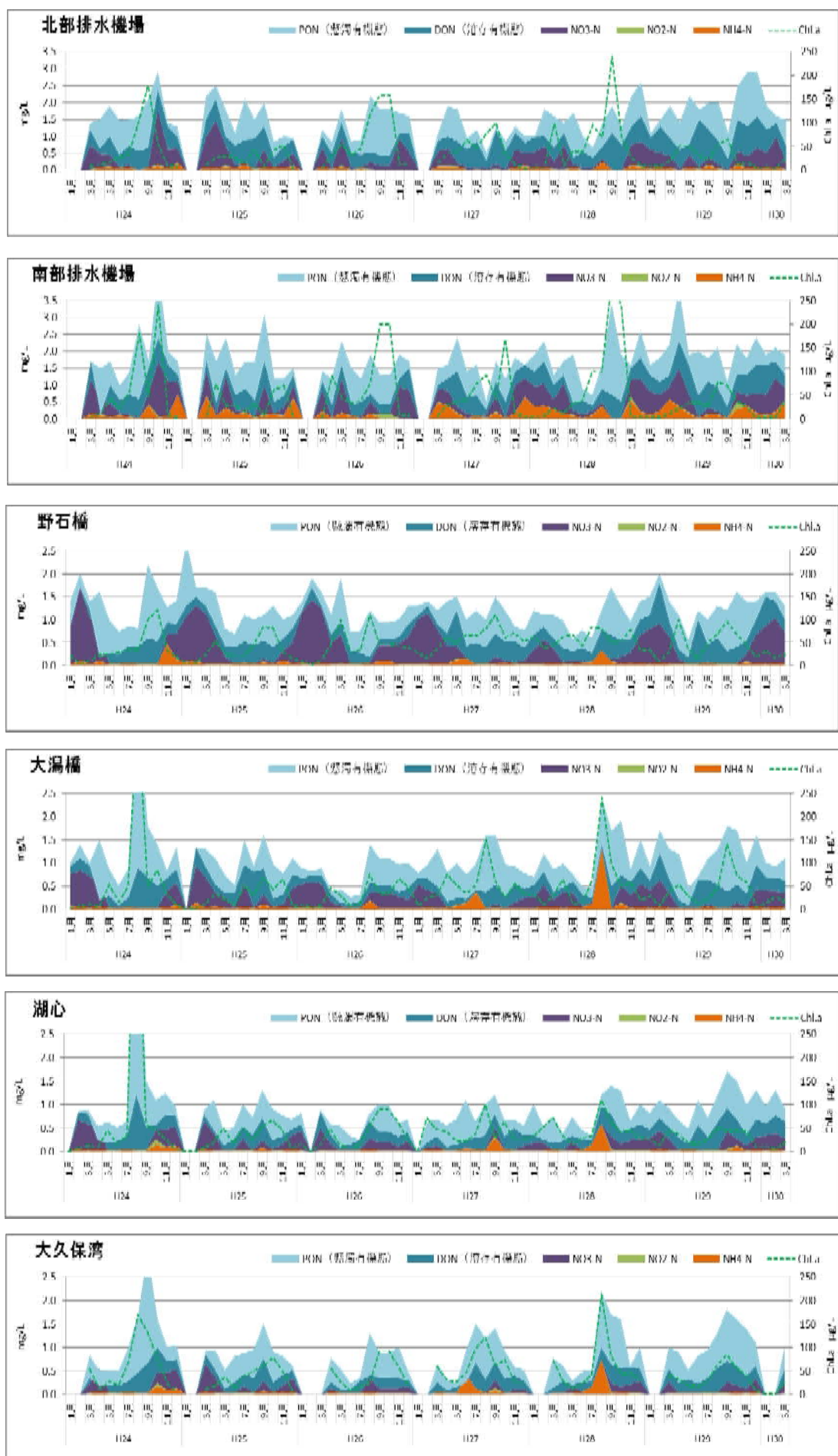
- ・ 年間平均値の推移を見ると、アオコが多い年は、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 又は $\text{PO}_4\text{-P}$ が低い傾向にあり、植物プランクトンに利用されて減少した可能性があるが、河川の流下による変動も大きいと考えられ、詳細な検証は困難である。
- ・ 経月推移を見ると、アオコが多い年は、3 月から 5 月の $\text{NO}_3\text{-N}$ のピークが現れないことや、5 月から 7 月の $\text{PO}_4\text{-P}$ のピークが小さいことが、それぞれの年間平均値を低下させている要因だと考えられる。
- ・ NP 比 (T-N、T-P) は、5 月から 7 月は T-N の低下と T-P の上昇で 10 以下になり、11 月から 3 月は T-N の上昇と T-P の低下で 20 以上になりやすい。そのため、夏期は窒素制限、冬期はりん制限と考えられる。

3) アオコレベルと気象

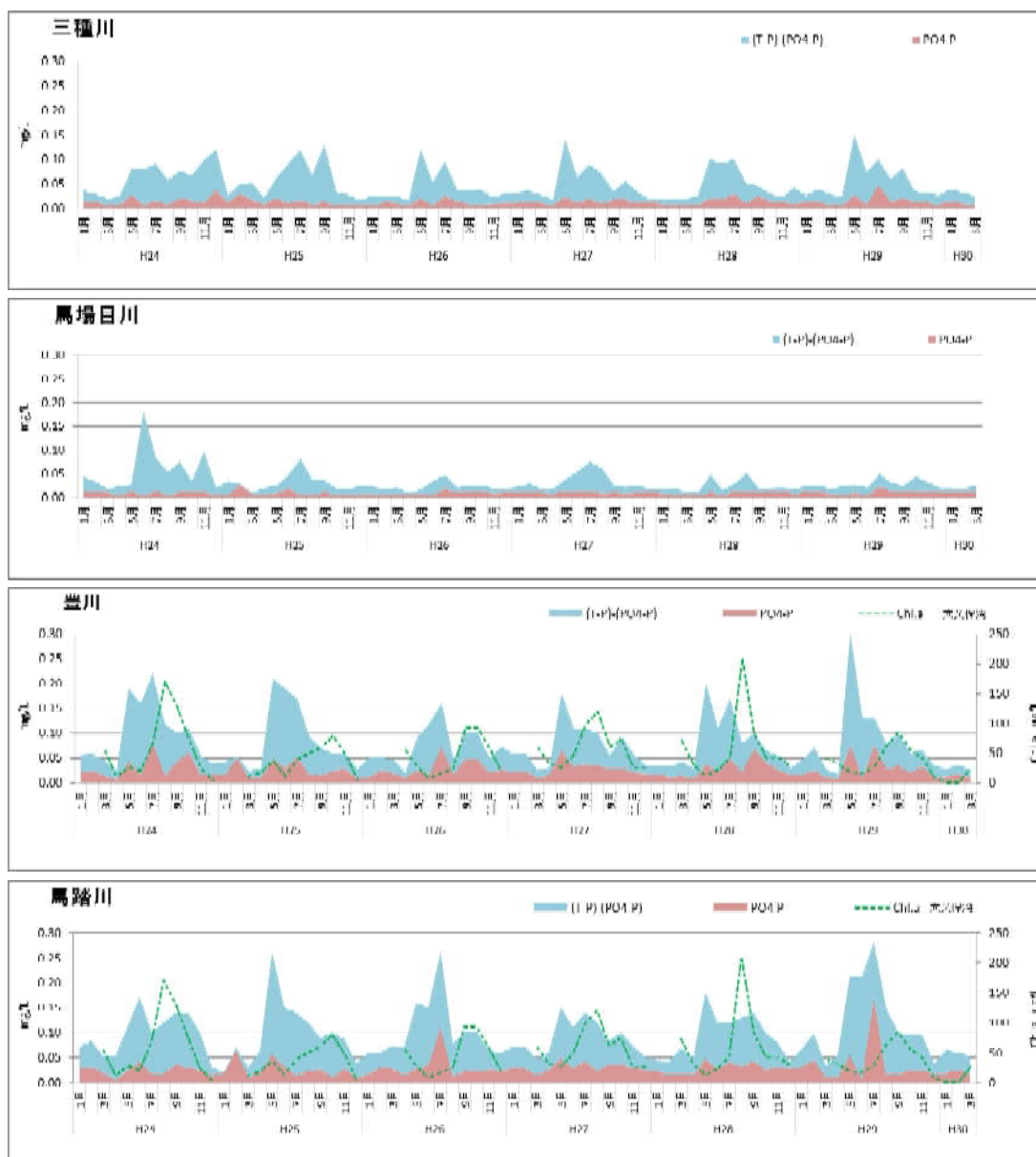
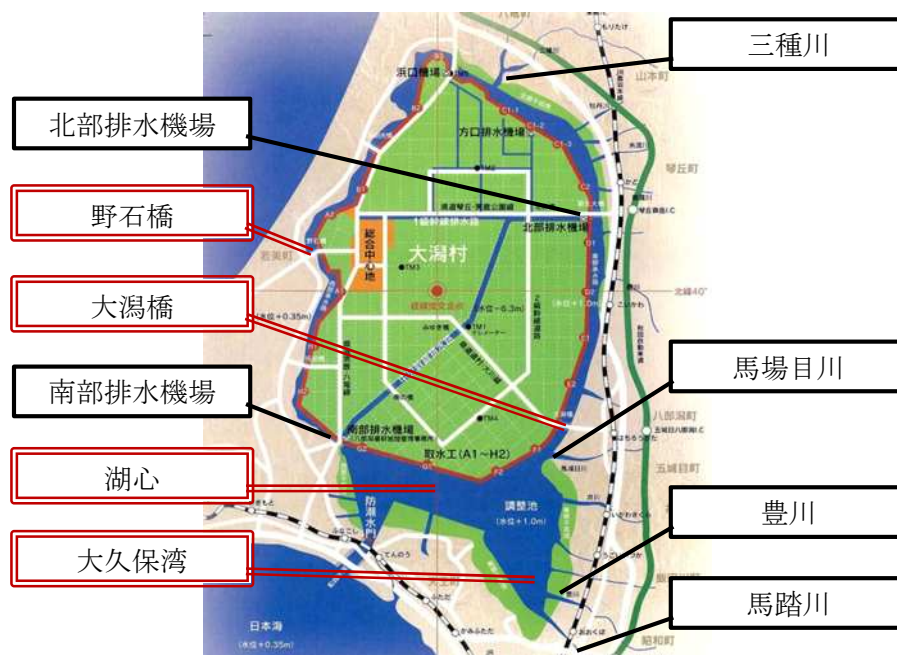
- ・ 水温では、最小値がアオコレベルの上昇に伴い上昇した。なお、アオコを確認した最低温度は 12.2°C だった。
- ・ 日照時間では、最大値、平均値、最小値にアオコレベルによる違いは見られなかった。なお、アオコは、4 日前から当日の日照時間合計が 0h でも確認された。
- ・ 降水量では、最大値がアオコレベルの上昇に伴い低下した。なお、アオコは、前日から当日の降水量合計が 133mm でも確認された。

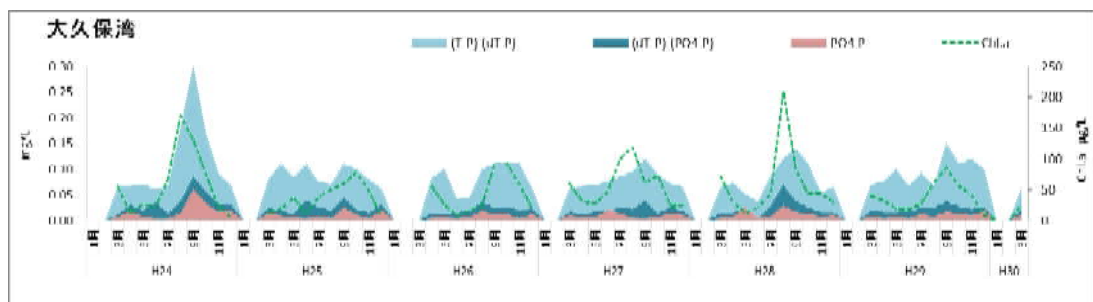
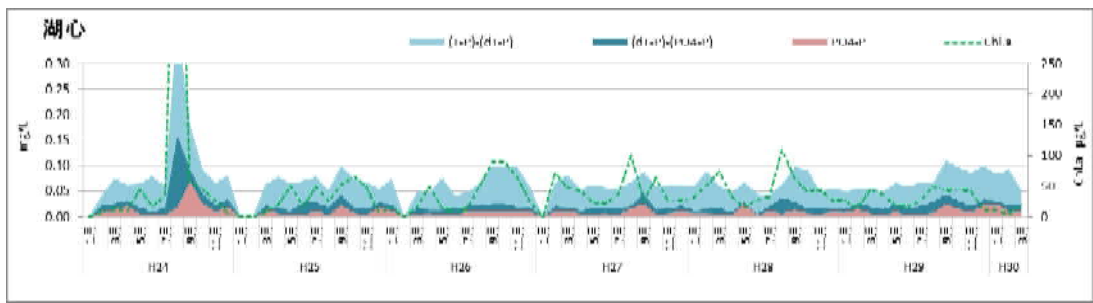
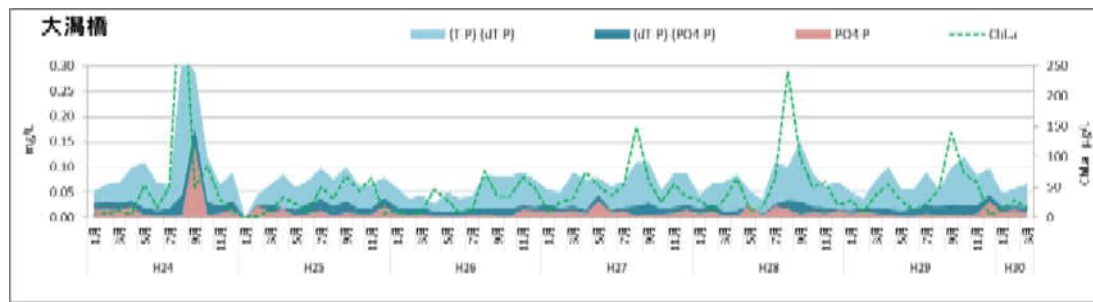
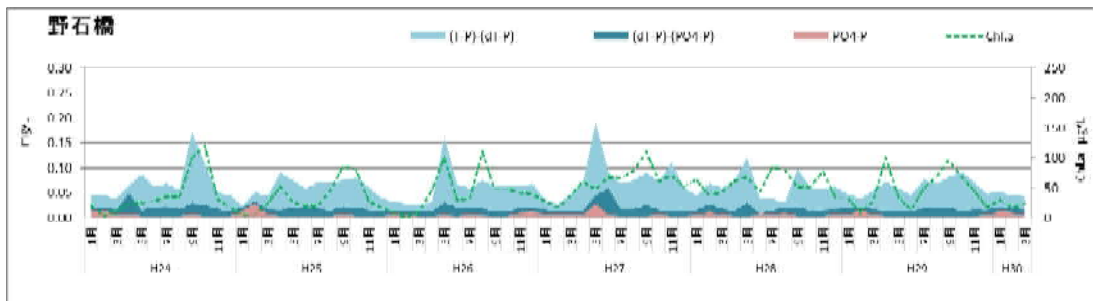
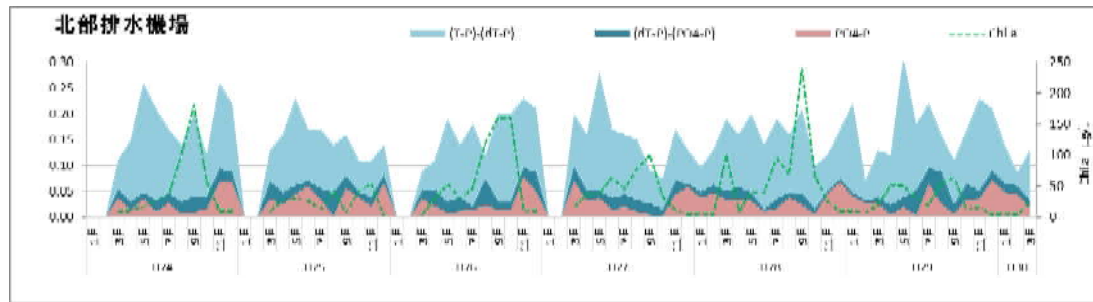
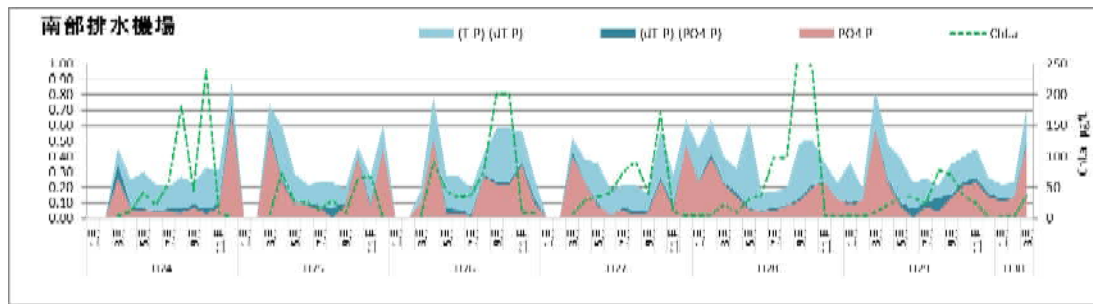
参考 1 地点毎の形態別窒素濃度推移





参考2 地点毎の形態別りん濃度推移





アオコ抑制装置のアオコ沈降効果

1 概要

アオコ抑制装置の上流側アオコ吸引口付近には超音波照射装置を付けており、吸引するアオコに超音波を照射する事で、アオコの浮沈機構を破壊し、アオコを沈降・死滅させている。

2 効果把握のための調査（アオコ沈降率調査）

方法

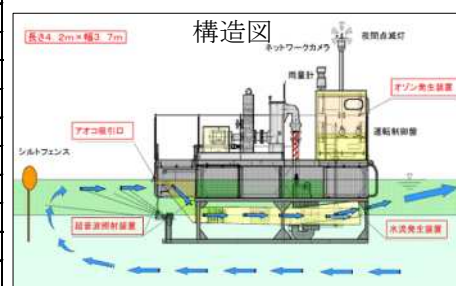
- ①各調査地点でアオコを含む河川水を採水する。
調査地点 1 装置上流（超音波照射直後）
調査地点 2 装置下流（装置通過後下流 20m）
調査地点 3 対照区（装置下流 100m）
- ②採水した各検体を攪拌後 1,000mL のビーカーに入れ 30 分静置する。
- ③アオコが上部、下部に集まったことを目視で確認し、上部 500mL を採取して浮上分検体、残りの下部 500mL を沈降分検体とする。
- ③浮上分検体と沈降分検体の全蒸発残留物の分析 (JIS K 0102 14.2 に基づく) を行う。
- ④沈降分検体の蒸発残留物量を全体量（浮上分+沈降分）で除し、沈降率を算出する。



結果

- ・地点 1 では、地点 3 の対照区に比べて、アオコ全量に対する沈降する割合が、最大で約 17%、平均で約 12%高かった。
- ・また、装置上流からアオコ照射範囲を通過し、水流発生装置により放出された地点 2 では、地点 3 に比べて、アオコ全量に対する沈降する割合が、最大で約 16%、平均で約 13%高かった。

時期		地点	蒸発残留物		沈降率 A/(A+B)	対照区との 沈降率の差
			A 沈降分 mg/L	B 浮上分 mg/L		
H28	8月12日	地点1	255	310	45.1%	10.4%
		地点2	262	255	50.7%	16.0%
		対照区	1170	2200	34.7%	－
	9月2日	地点1	213	218	49.4%	5.5%
		地点2	206	208	49.8%	5.8%
H29	8月8日	対照区	242	309	43.9%	－
		地点1	231	249	48.1%	14.2%
		地点2	238	242	49.6%	15.6%
	8月16日	対照区	346	673	34.0%	－
		地点1	186	197	48.6%	16.6%
		地点2	191	220	46.5%	14.5%
		対照区	344	731	32.0%	－
平均		地点1			11.7%	
		地点2			13.0%	
最大		地点1			16.6%	
		地点2			16.0%	



各アオコ処理方法の能力と経費

	概要	能力		稼働期間による費用 (千円)		採用判定
		アオコ除去	その他	10日間	30日間	
回収船	船でアオコを含む水を回収、濃縮して、焼却処理。	○ (回収) 回収水量: 60m ³ /h 濃縮液換算: 0.8m ³ /h 1日(8h)当たり: 6.4m ³		125,754	128,314	
ハンドスキマー	岸から吸水ノズルとバキュームカーでアオコを含む水を回収し、焼却処理。	○ (回収) 回収水量: 5m ³ /h 1日(8h)当たり: 40m ³		11,460	33,780	
ハンドスキマー (濃縮)	岸から吸水ノズルとポンプでアオコを含む水を回収、濃縮装置で濃縮し、焼却処理。	○ (回収) 回収水量: 5m ³ /h 濃縮液換算: 0.5m ³ /h 1日(8h)当たり: 4.0m ³		6,570	10,910	
アオコ抑制装置	河川等に装置(水流発生、超音波照射、オゾン発生、アオコ吸引の装置で構成)を設置し、アオコの群体化や悪臭を抑制。	○ (水流、沈降) 水量: 46,000m ³ /日 24時間稼働	○ (消臭) オゾン発生量: 4g/h 24時間稼働	11,000	11,000	○ 24時間稼働や、悪臭の発生を抑制することが可能である。また、1ヶ月以上対応が必要な場合も考慮すれば、費用も比較的安価と考えられる。

※費用は、初期費用(設備費用)と、運転管理費用(運転管理費とアオコ処理(焼却)費に日数を乗じた)を合算して算出した。

<経費詳細>

名称	金額(千円)			能力	備考
	設備費	管理費・運転費	処理費(焼却20千円/m ³)		
アオコ回収船	本体 124,474	(不明)	1日(8h) 回収量6.4m ³ 128	回収水量: 60m ³ /h 濃縮液換算 0.8m ³ /h (6.4m ³ /8h)	霞ヶ浦水馬購入価格
ハンドスキマー	本体 300	1日(8h) 当たり 316	1日(8h) 回収量40m ³ 800	回収水量: 5m ³ /h (40m ³ /8h)	運転費はバキュームカー使用料や運搬費
ハンドスキマー(濃縮)	本体 300 濃縮装置 4,000 ポンプ 100	1日(8h) 当たり 137	1日(8h) 回収量4.0m ³ 80	回収水量: 5m ³ /h 濃縮液換算 0.5m ³ /h (4.0m ³ /8h)	運転費は薬品代やユニック、発電機賃料
アオコ抑制装置	本体 11,000	左に含む	無し	水量: 46,000m ³ オゾン発生量: 4g/h	リース(管理、電気代込み)

方上地区植生浄化施設における汚濁負荷削減

1. 対策の概要

方上地区に自生するヨシの植生を利用し、中央干拓地から中央幹線排水路へ排出された汚濁水を水質浄化し、南部排水機場から調整池へ排出される汚濁負荷量を低減させる。

2. 施設の規模

区画 L113m×W60m=6,780m²

面積 6,780m²×6面=40,680m²≒4ha

計画導水量 工事用水中ポンプ φ200 11kW Q=4.0m³/min×2台=8.0m³/min

滞留時間 24時間 水深 20cm程度

3. 施設稼働状況（平成29年度）

除去率 SS：55% T-N：9% T-P：26%

導水量 13,122,000L/日×131日=172万m³

※南部排水機場H29年度排水量（2.5億m³）の0.7%、

導水期間 5月1日～9月8日（131日）

導水水質 SS：89.0mg/L T-N：1.10mg/L T-P：0.27mg/L

※平成29年度方上地区稼働期間の実測値の平均

方上地区植生浄化施設



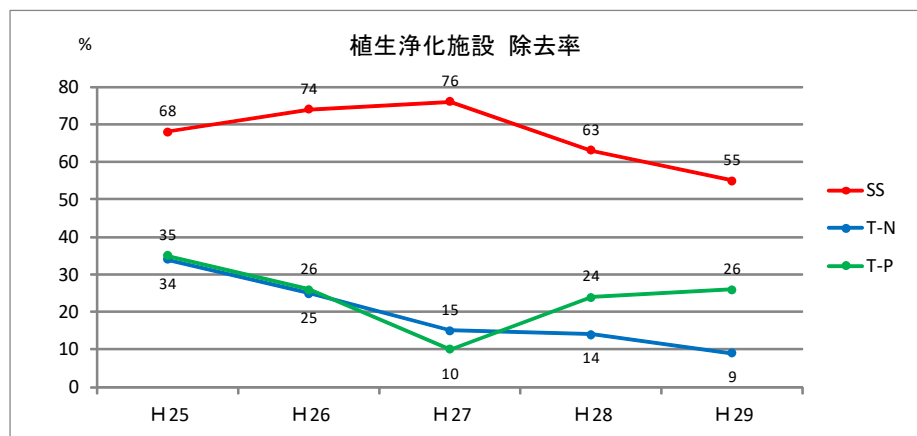
4. 汚濁負荷削減量（平成29年度）

SS = {(13,122,000L/日×131日×89.0mg/L)÷(1,000g×1,000kg×1,000t)}×0.55
≒84.1t ※南部排水機場H29年度排出負荷量（17,031t）の0.49%

T-N = {(13,122,000L/日×131日×1.10mg/L)÷(1,000g×1,000kg×1,000t)}×0.09
≒0.17t ※南部排水機場H29年度排出負荷量（312t）の0.05%

T-P = {(13,122,000L/日×131日×0.27mg/L)÷(1,000g×1,000kg×1,000t)}×0.26
≒0.12t ※南部排水機場H29年度排出負荷量（66t）の0.18%

5. 除去率の推移



天然ヤシ繊維ろ過材を使用した濁水処理試験

1. 対策の概要

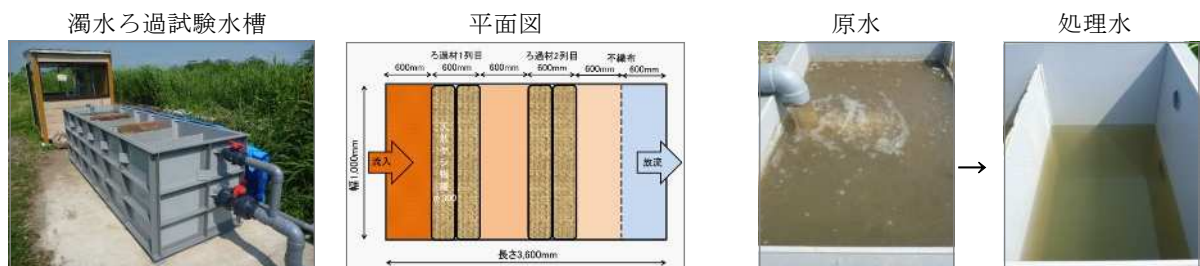
中央幹線排水路を流下する沈降しにくい濁質分を物理的な濁水処理によって削減するため、開発済のろ過資材である「天然ヤシ繊維ろ過材」を使用した濁水処理試験を行った。

2. 試験の内容

【天然ヤシ繊維ろ過材を使用した濁水処理試験】

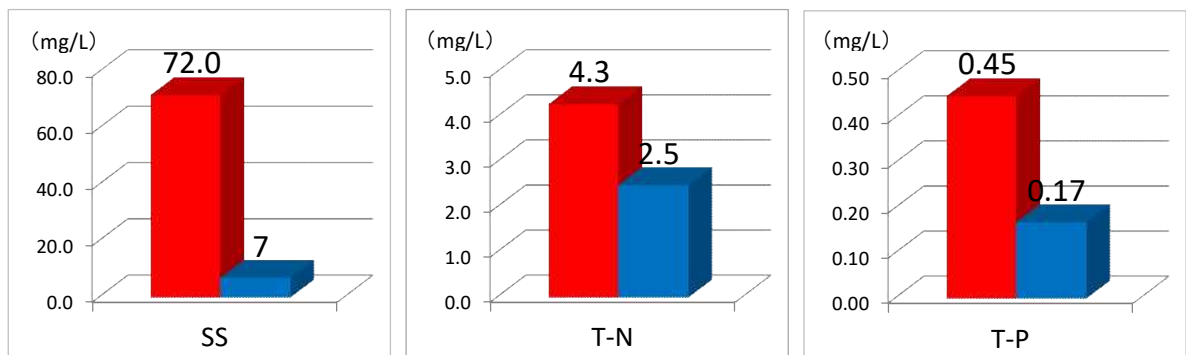
中央幹線排水路からポンプで汲み上げた濁水を、濁水ろ過試験水槽に導水し、天然ヤシ繊維ろ過フィルターにより濁水処理を行い、原水と処理水の水質を比較する。

- ・試験月日 平成29年7月9日～7月24日（15日間）
- ・試験装置 濁水ろ過試験水槽
- ・目標流量 $0.05\text{m}^3/\text{分}$ （実測流量 $0.04\text{m}^3/\text{分}$ ）
- ・平均ろ過速度 $71\text{m}/\text{日}$
- ・原水の平均水温 26.5°C



3. 試験の結果

原水と処理水の水質比較



除去率は、SS 90%、T-N 42%、T-P 62%と比較的高い除去効果が認められ、汚濁負荷削減技術の有効な手法と確認した。

天然ヤシ繊維を用いた八郎湖に流入する農業濁水の処理システムの開発

秋田工業高等専門学校 学生会員 ○渡部帆乃花 非会員 阿部風樹 佐藤佳記 正会員 金主鉉

秋田県八郎湖環境対策室 非会員 澤井充 渡邊寿 高野尚紀

1. はじめに

稲作の代かき期に発生する農業濁水は、八郎湖の SS 濃度の増加や透明度低下の一要因となっている。また、大潟村にある南部排水機場から排出される濁水の粒度分布は、大きさ $10\mu\text{m}$ 以下が 50～60%を占めており、沈降しにくい。そのため、現在ヨシ植栽等による汚濁負荷削減が行われ、SS を除去しているが、負荷量全体に対する削減率は極めて少ない。従って、更なる負荷削減のためには現有 4 ha の浄化施設を拡大する必要がある。しかし、用地取得、施設造成費、造成後の施設の維持管理に係る流域市町村との財政負担などの理由から厳しい状況といえる。本研究は、このような課題の解決のため、大量処理が可能で、薬剤を使用しないコンパクトな農業濁水処理システムの確立を目指すものである。

本稿では、天然ヤシ繊維を用いたろ過システムによる現場実験の結果について報告する。

2. 農業濁水処理システムの概要

2. 1 ヤシ繊維フィルター

ヤシ繊維フィルター(Palm fiber filter, 以下 PFF)とは、100%天然ヤシ繊維を円筒状に形成し、同質のネットで作製したろ材である。高密度に充填されたヤシ繊維が濁水中の土粒子を効率よく捕捉させる。また、ヤシ繊維は透水性が高く、保水性がないため、高速かつ長期的な利用が可能である。さらに、材料すべてが天然繊維からなるため、放流先の河川等への環境影響を極力低減させることができる¹⁾。

2. 2 ヤシ繊維フィルター(PFF)濁水処理システム

図-2 に PFF 濁水処理システムの概要を示す。農業濁水は塩ビ製タンクに水平かつ連続的に配置された PFF により処理する。また、農業濁水の処理流量は濁水流入口を調節するか、PFF の設置数や濁水に接する面積を変



図-1 ヤシ繊維フィルター

えることによって調節が可能である。このように、ろ過面積の調節を可能とし、かつ PFF の設置数を調節することにより、幅広い流量と処理水質への対応が可能となる。つまり、水平に設置された PFF の設置数を増大させることにより、大量の農業濁水にも対応可能となるため、既存のヨシ植栽による汚濁負荷削減と比較し省スペース化が図れる²⁾。

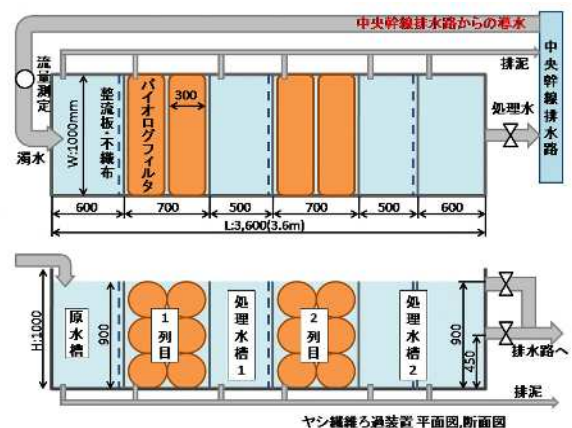


図-2 PFF 濁水処理システム概念図



図-3 現場位置図

3. 実験方法

現場位置図を図-3 に示す。八郎湖水を農業用水として循環利用している大潟村にある南部排水機場付近の方上自然浄化施設横に塩ビ製タンク式濁水処理システムを設置し、中央幹線排水路から汲み上げた濁水の一部を本濁水処理システムに導水して実施した。濁水は2列に並べられたヤシ繊維フィルターを通った後、農業排水路へ放流される仕組みになっている。PFF は、直径 0.3m、長さ 1m で図-2 に示したように各列 6 本充填し、さらに隙間の埋め込みに 1m 分の PFF を使用した。PFF

は一本あたり 9.4 kg-wet/m で、各列合計 7 m、66 kg-wet 充填した。また、流量は 0.05m³/分とし、ろ過速度 70m/日 で連続通水実験を行った。

採水は、2 日置きに原水、一列目のろ過水 (処理水 1)、二列目のろ過水 (処理水 2) に対し行い、SS、ホルマジン濁度 (OPTEX 社 TD-M500)、透視度、COD、TN、TP を測定した。なお、実験期間は灌漑期 (7 月～8 月)、非灌漑期 (10 月) であるが、本稿では比較的 SS 濃度が高かった 2017 年 7 月 10 日～7 月 24 日の実験結果について報告する。また、実験開始の前、3 日間の通水により PFF の洗浄を行った。

4. 実験結果および考察

図-4 に、流量 0.05m³/分で行った場合の原水および処理水 1、2 の SS 濃度の経時変化を示す。PFF 濁水処理システムにより、SS 70mg/L 程度の農業濁水を 10 mg/L 以下にまで除去でき、平均除去率は約 90%と高い補足効率が認められた。SS 収支の解析の結果、PFF の最大補足量は 1 kg-wet 当たり 0.6 kg-SS であった。また、SS 除去に伴い TN、TP とともに比較的高い除去効果が認められた (TN : 42%, TP : 62%)。

図-5、6 に、濁度と透視度の経時変化を示す。濁度については、SS と同様の挙動が示され、原水の濁度は平均 99 度であったが、処理水 1 で約 30 度、最終処理水 (処理水 2) では約 10 度まで低下した。透視度は、原水 SS が 100mg/L 以下で、最終処理水ではほぼ 100 cm 以上確保でき、微細土粒子の除去による透明度の改善が期待できる結果となった。一方、大雨により原水の SS が 145mg/L まで上昇したときに処理効果が低下しているが、PFF の設置数を増やすことで対応可能と考えられる。

図-7 に COD の経時変化を示す。COD については除去率が 30%とほかの水質項目と比べて低い。これは、農業排水の特徴として難分解性溶存 COD が占める割合が高かったためと考えられる³⁾。

以上の結果より、本システムは八郎湖に流入する農業濁水の負荷削減手法として有効であることを現場実験で確認した。今後は、PFF の形状、補足 SS の脱着手法、脱着 SS の管理等を検討しながら、システム開発を進める予定である。

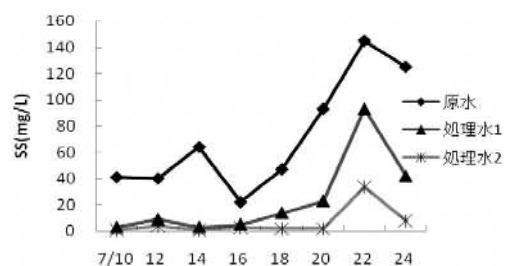


図-4 SS 濃度の経時変化

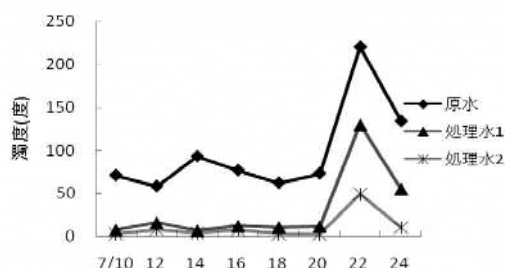


図-5 濁度の経時変化

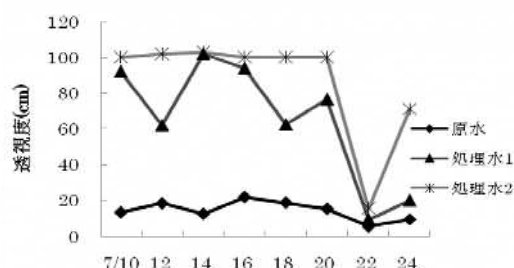


図-6 透視度の経時変化

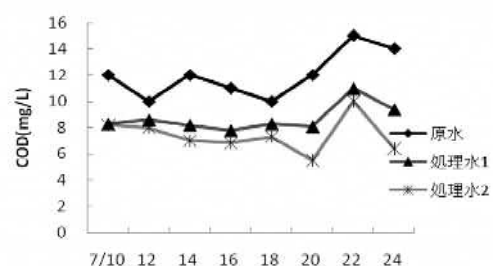


図-7 COD の経時変化

参考文献

- 1) 西田 秀紀他 (2010) 天然ヤシの繊維を用いたノッチタンク式濁水処理装置の開発, 土木学会第 65 回年次学術講演会, pp.1083 - 1084.
- 2) 西田 秀紀他 (2011) 環境に優しい工事濁水処理システムの開発, 西松建設技報 VOL.34, pp.2
- 3) 金 主鉉他 (2014) 難分解性有機物による八郎湖の水質汚濁機構と負荷量, 用水と廃水 VOL.56, No.8, pp.52

支線排水路におけるシルトフェンスによる濁水除去試験

1. 試験の目的

南部排水機場吐出口下流の調整池内にSS分を沈降しやすくするシルトフェンスの設置を検討するにあたり、シルトフェンスの有効性を確認するため、大潟村内の支線排水路に水質浄化フェンス、シルトフェンスを試験的に設置し、濁質除去効果の検証を行った。

2. 試験の内容

試験日時 平成25年5月21日、24日、31日
6月5日、7日、11日、14日

試験場所 D1支線排水路（水質浄化フェンス）
D2支線排水路（シルトフェンス）

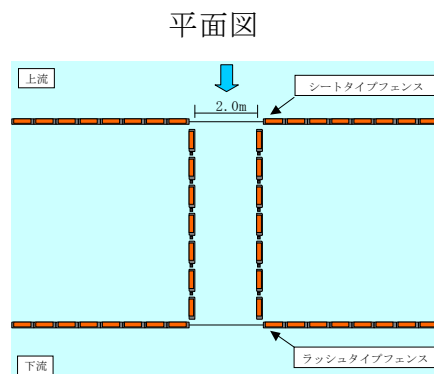
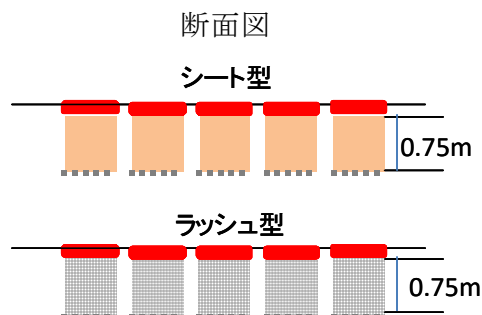


【水質浄化フェンス】

D1支線排水路に水質浄化フェンスを設置し、上下流の水質を比較した。

水質浄化フェンス（上流側にシート型、下流側にラッシュ型を設置）

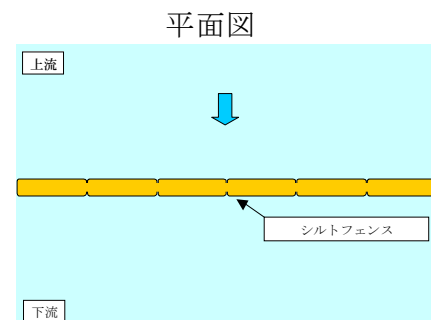
- ・シート型 フロート径φ170mm フラップ長さ750mm フェンス長さ10.0m
- ・ラッシュ型 フロート径φ170mm フラップ長さ750mm フェンス長さ10.0m



【シルトフェンス】

D2支線排水路にシルトフェンスを設置し、上下流の水質を比較した。

- ・シルトフェンス フロート径φ300mm フラップ長さ1,000mm フェンス長さ10.0m



3. 試験の状況

【水質浄化フェンス】



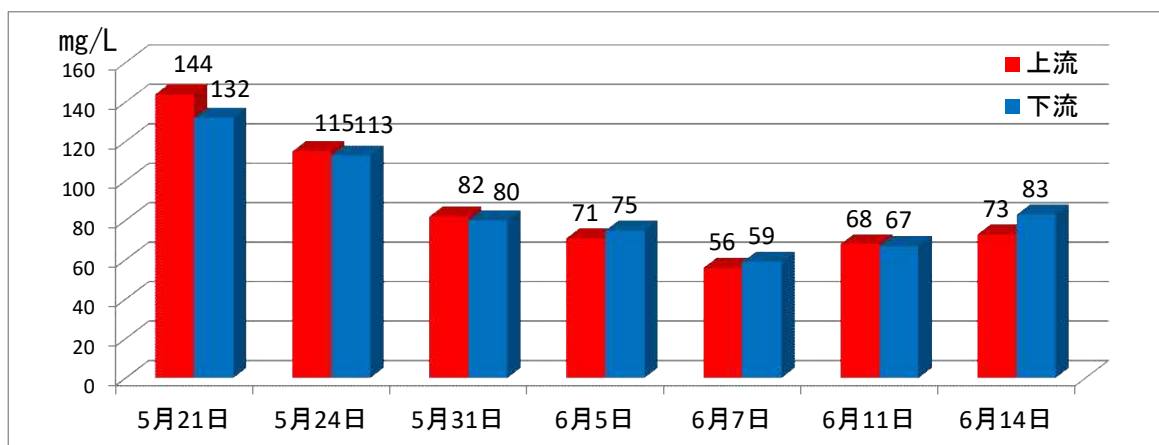
【シルトフェンス】



4. 試験の結果

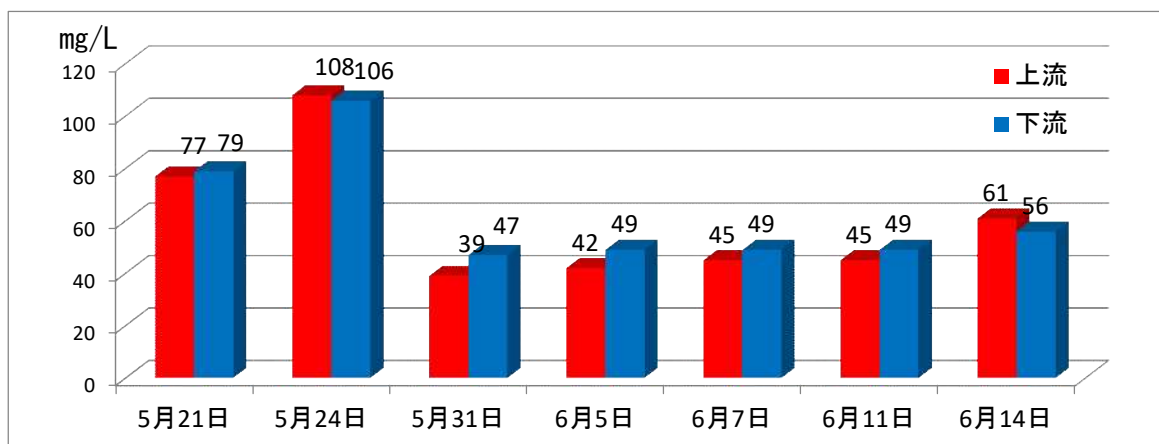
【水質浄化フェンス】

フェンス上下流のSSの比較



【シルトフェンス】

フェンス上下流のSSの比較



※フェンス上下流を比較した結果、水質改善効果は見られなかった。

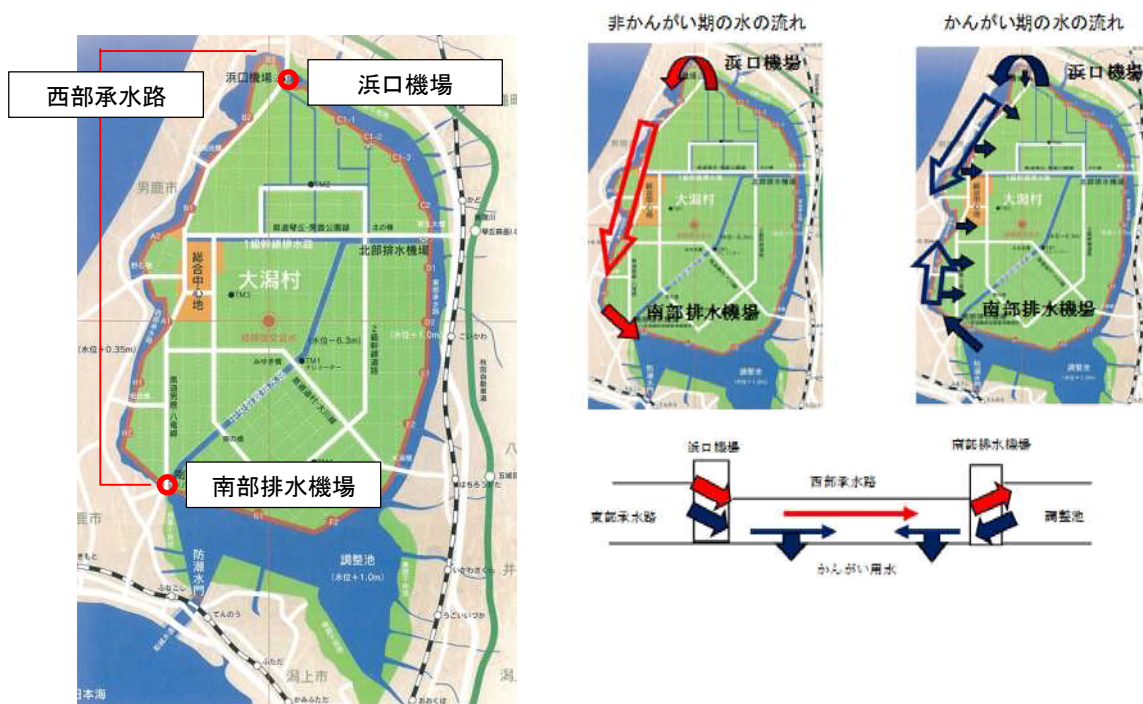
流水によりフェンスに枯れ枝や草などが堆積し、維持管理が困難であった。

西部承水路の流動化について

1 事業概要

目的：西部承水路の水質は、水質汚濁が進行している八郎湖の中でも特に悪化傾向が顕著であったことから、比較的水質が良い東部承水路の水を導水し、希釈するとともに、西部承水路内の湖水の流動化を促進することで、水質の改善を図る。

内容：かんがい期から非かんがい期（5～11月）にかけて、西部承水路北端の浜口機場で東部承水路から導水し、西部承水路を流動化させる。なお、かんがい期は、濁質分等が多い南部排水機場からも導水するが、かんがい用水利用に合わせて浜口機場からの注水を優先させ、南部排水機場からの注水を抑えて、極力北側からの水の流れを確保している。



2 実施場所

西部承水路 湖水面積：5.1 km²

貯水量：8.8 百万 m³

平均水深：1.7m

南北長さ：22km

管理水位：かんがい期 TP+35cm、非かんがい期 TP+25cm

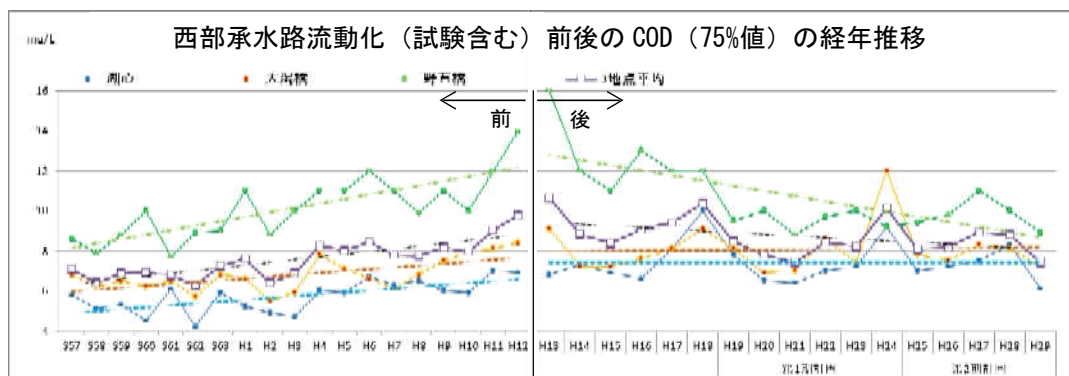
特徴：（流動化以前）

流入水量が少なく、かんがい期は大潟村等の取水に応じて浜口機場と南部排水機場から注水されるが、8月以降は取水量が減り、水が停滞しやすくなる。代かき期の南部排水機場からの注水は大潟村からの代かき濁水の影響を受けること、8月以降はアオコが発生することからCODの年間動向は2回のピークとなっていた。

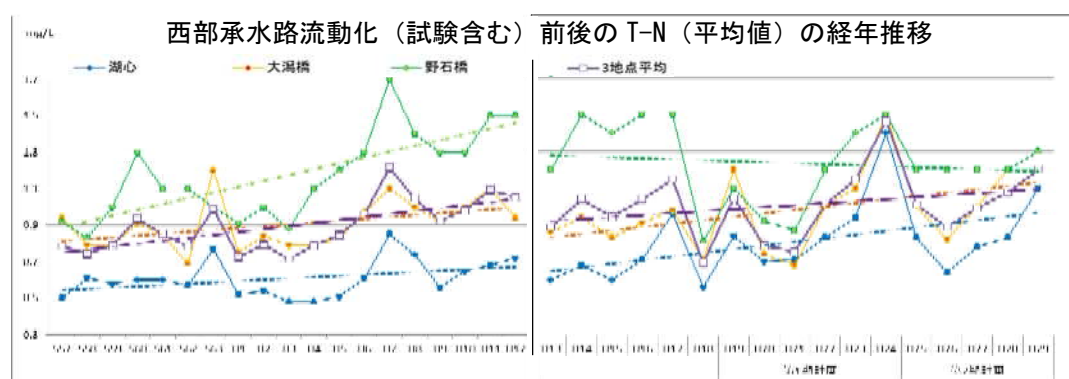
3 流動化（試験開始後 H13 以降）による水質の変化

① 経年推移の傾向

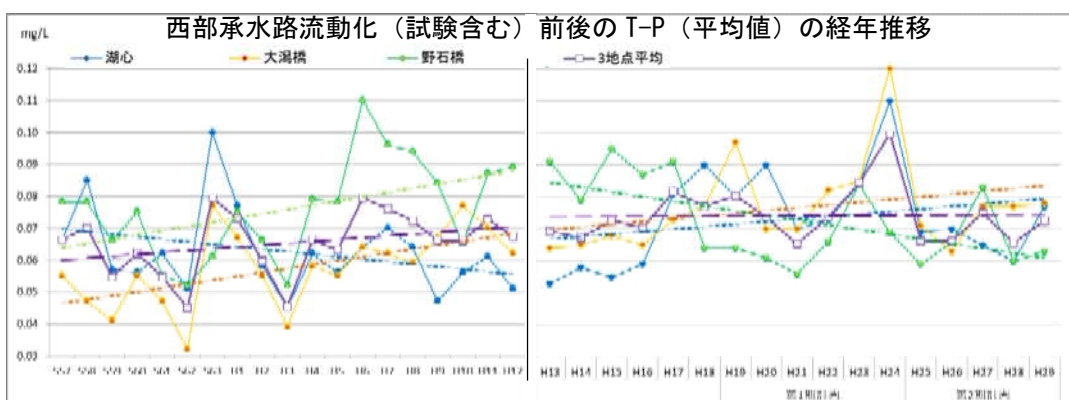
COD：野石橋（西部承水路）は、上昇が低下に、湖心（調整値）と大湯橋（東部承水路）は、上昇から横ばいになった。なお3地点平均では、上昇から低下に変わっている。



T-N：3地点のいずれも上昇傾向であったが、野石橋のみ低下傾向に変わった。なお、3地点平均では、期間を通して上昇している。

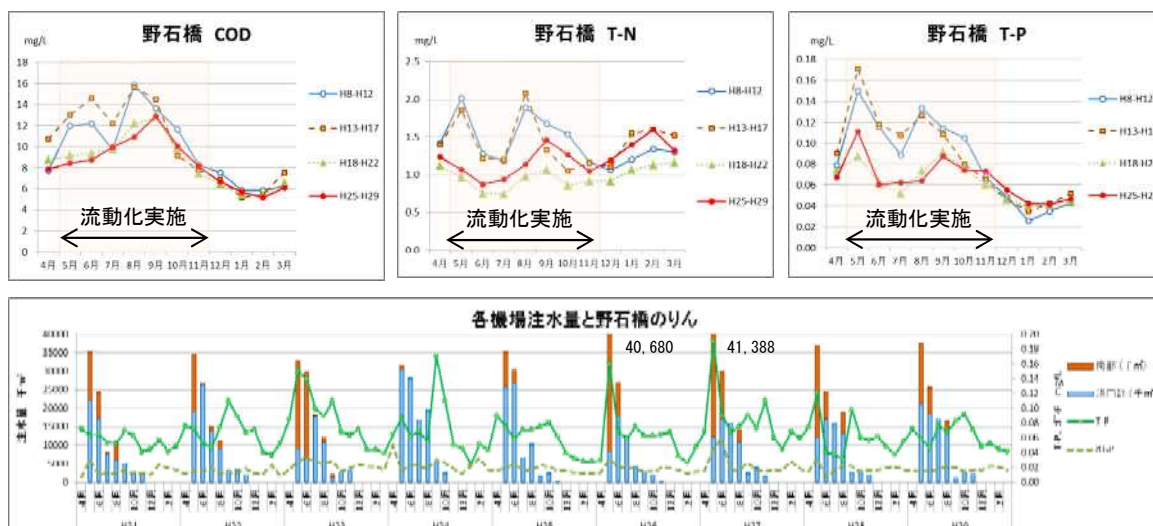


T-P：野石橋は上昇から低下に変わったが、湖心は低下から上昇に変わり、東部は上昇し続けている。なお、3地点平均では上昇から横ばいになった。



②経月推移の傾向

- ・ COD、T-N、T-P いずれの項目も、試験を開始後の H13 から H17 の平均値では、流動化前と変化が見えなかった。しかし、その後の H18 から H22 の平均値では、各項目にあった 5 月と 8 月のピークが減少又は無くなっていた。
- ・ H25 から H29 の平均値を H18 から H22 の平均値と比較すると、COD では大きな変化は見られないが、T-N は年間を通して高めに推移し、T-P は 5 月のピークが上昇している。
- ・ H26 から H28 は 5 月の南部排水機場からの注水量が多かったため、同時期の野石橋の T-P 濃度が上昇し、平均値に影響したものと考えられる。



4 流動化対策以外の時期の西部承水路の水質の動向

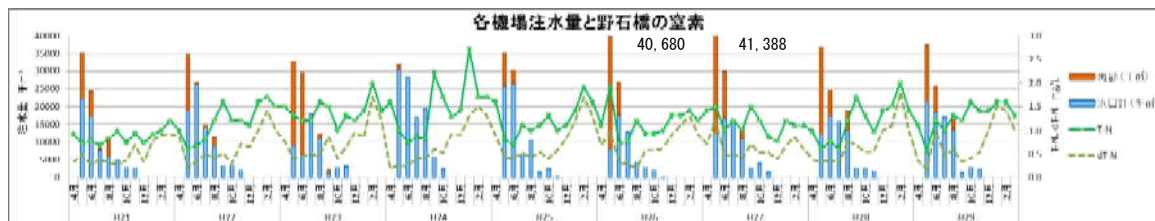
COD：流入水量が少ないこと等から期間を通して高く推移するが、1月から2月にかけて低下して年間の最小値、他2水域と同程度の値になる。しかし、3月、4月の上昇量が大きく、4月には他2水域の約1.5倍まで上昇している。

T-N：1月から2月にかけて上昇して年間の最大値となり、その後低下する。値が上昇する際は溶存態がその約9割を占めており、尿素を含む融雪剤や流域からの流入量の上昇が疑われるが、現在のところ裏付けるデータは無い。

T-P：大湊村の高濃度りんの影響を受けないこと等から期間を通して、他2水域よりも低く推移するが、5月は大きく上昇する。これは、大湊村の排水が調整池に流入後に南部排水機場から導水される影響が大きいと考えられる。

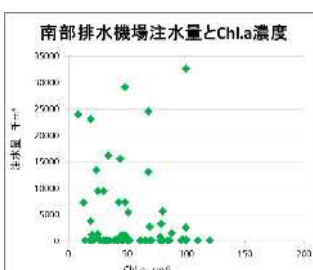
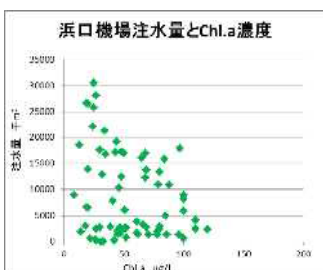
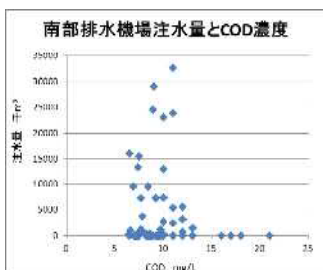
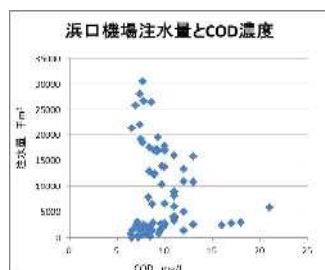
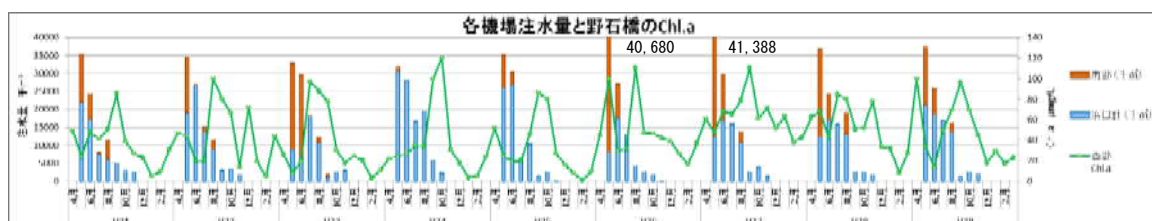
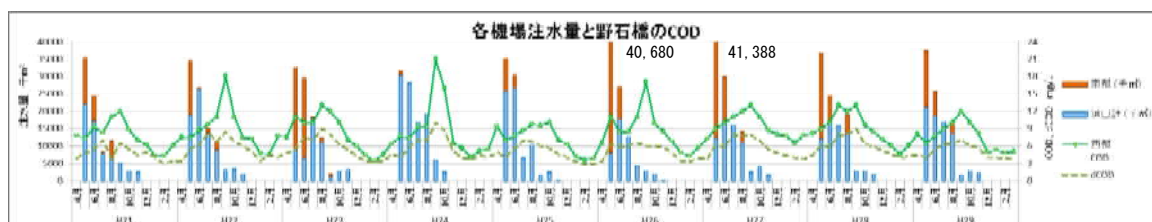


	COD					T-N					T-P				
	4月	12月	1月	2月	3月	4月	12月	1月	2月	3月	4月	12月	1月	2月	3月
①野石橋	7.9	6.6	5.6	5.1	6.1	1.2	1.2	1.4	1.6	1.3	0.067	0.055	0.042	0.041	0.046
②湖心	4.5	5.1	4.3	4.9	4.8	0.66	0.84	0.90	0.89	0.83	0.055	0.066	0.067	0.076	0.060
③大湊橋	6.3	6.3	4.8	4.5	5.3	0.90	1.2	0.86	1.1	1.1	0.075	0.082	0.052	0.051	0.069
④湖心・大湊平均	5.4	5.7	4.6	4.7	5.0	0.78	1.0	0.88	1.0	0.96	0.065	0.074	0.059	0.063	0.065
(1)/(4)	147%	116%	123%	110%	120%	159%	117%	159%	158%	138%	103%	74%	71%	66%	72%

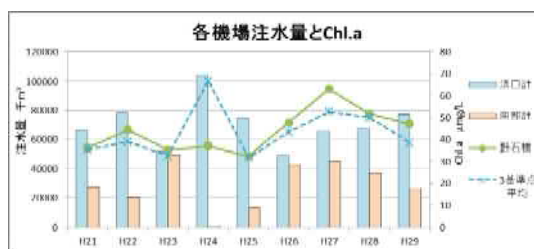
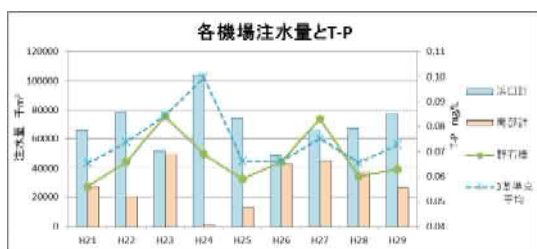
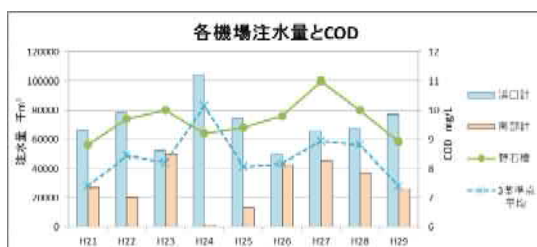


5 各機場の注水による西部承水路の水質への影響

- 近年の経月変化を見ると、COD、T-N は排水機場の違いや水量で大きな水質の変化は見られない。T-P は、前述のとおり、南部排水機場からの注水量が多いと上昇する傾向がある。Chl.a は、浜口機場の注水量が多いほど濃度が低下する傾向が見られた。

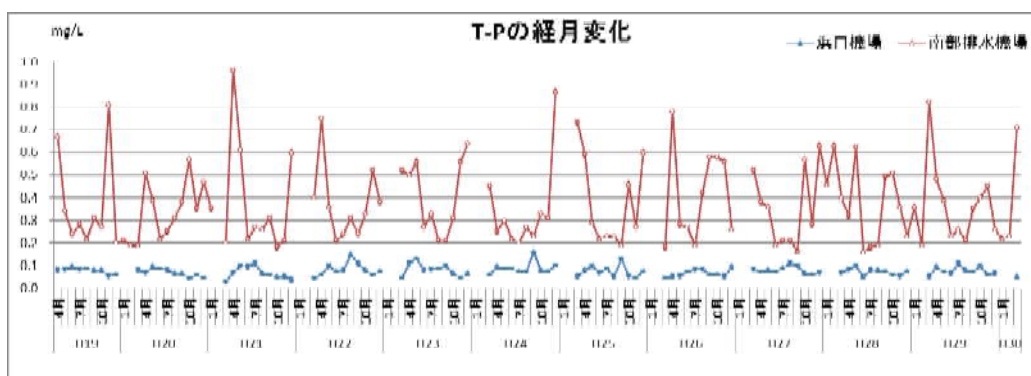
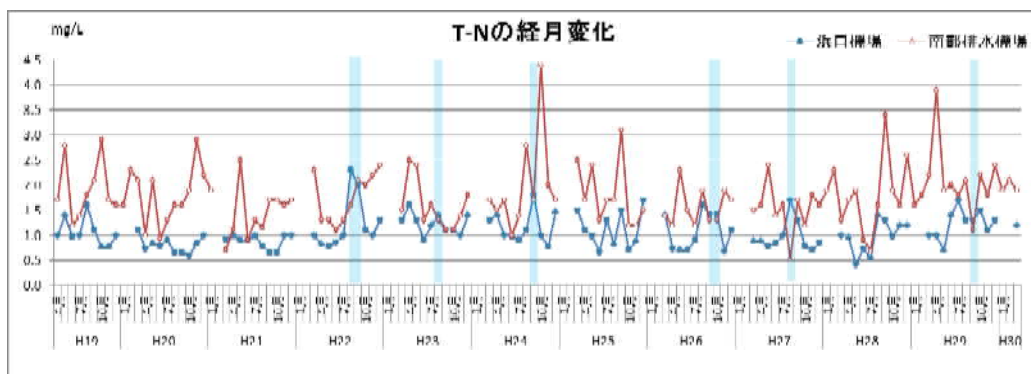
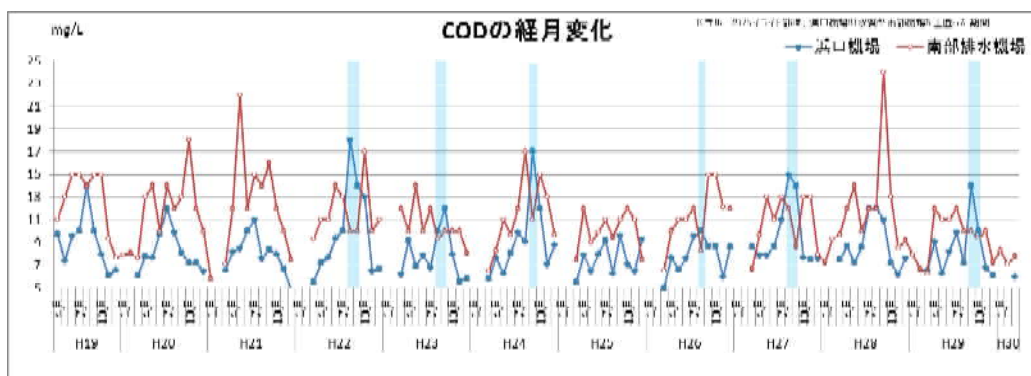


- 近年の経年変化を見ると、南部排水機場からの注水が多い年は、西部承水路の COD と T-P が上昇する傾向にある。



6 各排水機場の水質

- ・ 南部排水機場からの排水は、各水質項目の濃度が高い傾向にある。なお、南部排水機場から西部承水路に注水する場合は、調整池を経由するため、当該水質はやや低下している可能性があるが流入部と流出部が近接しているため、大きくは変化しないものと考えられる。
- ・ 浜口機場周辺では、例年 8 月～9 月にアオコの発生が見られ、水質が上昇する傾向にある。
- ・ 基本的には浜口機場からの注水した方が、南部排水機場よりも水質の良い水が供給される。しかし、8 月～9 月は COD、T-N で浜口機場の方が水質が上昇している。



7 まとめ

1) 流動化（試験開始後 H13 以降）による水質の変化

①経年推移の傾向

COD：野石橋では上昇から低下に、3 基準点平均でも上昇から低下に変わった。

T-N：野石橋では上昇から低下に、3 基準点平均では上昇し続けている。

T-P：野石橋では上昇から低下に、3 基準点平均では上昇から横ばいになった。

②経月推移の傾向（野石橋）

COD、T-N、T-P いずれの項目も、試験開始後の H13 から H17 の平均値では、流動化前と変化が見えなかった。しかし、その後の H18 から H22 や H25 から H29 の平値では、各項目にあった 5 月と 8 月のピークが減少又は無くなっていた。

2) 流動化対策以外の時期の西部承水路の水質の動向（野石橋）

COD：1 月から 2 月にかけて低下するが、3 月、4 月の上昇量が大きく、4 月には他 2 水域の約 1.5 倍まで上昇している。値が低下した際は溶存態がその約 9 割を占めている。

T-N：1 月から 2 月にかけて上昇して、その後低下する。値が上昇した際は溶存態がその約 9 割を占めている。

T-P：5 月は大きく上昇し、これは、大潟村の排水が調整池に流入後に南部排水機場から導水される影響が大きいと考えられる。

3) 各機場の注水による西部承水路の水質への影響

①経月

COD、T-N は排水機場の違いや水量で大きな水質の変化は見られないが T-P は、南部排水機場からの注水量が多いと上昇する傾向があり、Chl.a は、浜口機場の注水量が多いほど濃度が低下する傾向が見られた。

②経年

南部排水機場からの注水が多い年は、西部承水路の COD と T-P が上昇する傾向にある。

4) 各排水機場の水質

基本的には浜口機場から注水した方が、南部排水機場よりも水質の良い水が供給されるが、8 月～9 月はアオコの影響等で COD、T-N で浜口機場の方が水質が上昇している。

参考 1 流動化実績

千m ³								
		浜口機場		旧浜口	浜口計	南部		南部計
		用水	自然	自然		用水	自然	
H21	4月	0	2346.9	172.7	2519.6	0	900.5	900.5
	5月	12.8	12183.4	9882.1	22078.3	74.1	13250.4	13324.5
	6月	12.4	16601.7	569.8	17183.9	50	7205.3	7255.3
	7月	6.5	4479.6	3364.5	7850.6	0	276.6	276.6
	8月	12.4	3309.5	2715.2	6037.1	0	5396.9	5396.9
	9月	12.6	2960.4	2035.4	5008.4	0	0	0
	10月	12	1556.5	1266.9	2835.4	0	0	0
	11月	25.7	1422.8	1075	2523.5	0	0	0
	12月	0	0	0	0	0	0	0
	1月	0	0	0	0	0	0	0
	2月	0	0	0	0	0	0	0
	3月	0	0	0	0	0	0	0
H22	4月	0	1476.9	99.3	1576.2	8.2	933.8	942
	5月	12.4	10705.1	8394.2	19111.7	27.5	15461.1	15488.6
	6月	12.6	14642.1	11890.3	26545	12.3	321.9	334.2
	7月	8.2	7661	6211.1	13880.3	0	1150.1	1150.1
	8月	12.6	4955.3	3914.3	8882.2	0	2423.6	2423.6
	9月	6.3	1631.2	1331.2	2968.7	0	0	0
	10月	14.1	1949.8	1369	3332.9	0	0	0
	11月	13	1070.9	875.4	1959.3	0	0	0
	12月	0	0	0	0	0	0	0
	1月	0	0	0	0	0	0	0
	2月	0	0	0	0	0	0	0
	3月	0	0	0	0	0	0	0
H23	4月	0	420.9	0	420.9	0	387.2	387.2
	5月	12.6	5418.5	3521.9	8953	29.7	23882.5	23912.2
	6月	12.6	3632.2	2946.3	6591.1	9.1	23019.6	23028.7
	7月	8.4	9862.5	7986.1	17857	0	285.8	285.8
	8月	12.6	5974.7	4856.3	10843.6	0	1445.6	1445.6
	9月	12.6	768.4	627	1408	0	683.6	683.6
	10月	12.6	1530.7	1244.7	2788	0	0	0
	11月	12.6	1742.3	1274.7	3029.6	0	0	0
	12月	0	0	0	0	0	0	0
	1月	0	0	0	0	0	0	0
	2月	0	0	0	0	0	0	0
	3月	0	0	0	0	0	0	0
H24	4月	0	687.4	0	687.4	0	148.3	148.3
	5月	12.6	17000.2	13547.9	30560.7	24.6	1190.2	1214.8
	6月	12.6	15532.6	12614.2	28159.4	0	0	0
	7月	12.6	9211.8	7486.3	16710.7	0	0	0
	8月	12.6	10738.5	8758.9	19510	0	0	0
	9月	12.6	3206.9	2624	5843.5	0	0	0
	10月	12.6	1325.6	1079	2417.2	0	0	0
	11月	6.3	0	0	6.3	0	0	0
	12月	0	0	0	0	0	0	0
	1月	0	0	0	0	0	0	0
	2月	0	0	0	0	0	0	0
	3月	0	0	0	0	0	0	0
H25	4月	0	846.4	0	846.4	0	0	0
	5月	12.8	14421	11416.1	25849.9	24.5	9399.1	9423.6
	6月	18.9	14728.5	11950.2	26697.6	41.1	3632	3673.1
	7月	6.3	3615.3	2915.8	6537.4	0	0	0
	8月	12.6	5683.6	4616.9	10313.1	24.4	0	24.4
	9月	0	935.4	453.5	1388.9	0	0	0
	10月	12.6	1668	762.25	2442.85	0	0	0
	11月	6.3	159.5	128.7	294.5	0	0	0
	12月	0	0	0	0	0	0	0
	1月	0	0	0	0	0	0	0
	2月	0	0	0	0	0	0	0
	3月	0	0	0	0	0	0	0

※注水量は基幹事務所管理水量を利用。

千m ³								
		浜口機場		旧浜口	浜口計	南部		南部計
		用水	自然	自然		用水	自然	
H26	4月	0	1491.8	0	1491.8	0	983.5	983.5
	5月	12.4	4566.1	3565.4	8143.9	32.2	32548.7	32580.9
	6月	12.4	9689.2	7845.4	17547	0	9467.7	9467.7
	7月	12.6	7086.4	5750.4	12849.4	0	0	0
	8月	12.6	2297.7	1874.6	4184.9	0	0	0
	9月	12.6	1814.4	977.6	2804.6	0	0	0
	10月	0	1054.9	860.1	1915	0	0	0
	11月	6.3	148.6	120.5	275.4	0	0	0
	12月	0	0	0	0	0	0	0
	1月	0	0	0	0	0	0	0
	2月	0	0	0	0	0	0	0
	3月	0	0	0	0	0	0	0
	4月	0	1130.6	514.7	1645.3	0	0	0
H27	5月	12.6	6873.3	5504.6	12390.5	25	29010.1	29035.1
	6月	12.6	9372.1	7507.7	16892.4	24.7	12957.6	12982.3
	7月	12.6	8852.3	7119.1	15984	26.6	0	26.6
	8月	12.6	6027.6	4874	10914.2	24.8	3088.7	3113.5
	9月	12.6	1392.7	1099	2504.3	0	0	0
	10月	13.8	2103	1705.8	3822.6	0	0	0
	11月	12.6	776.4	626.9	1415.9	0	0	0
	12月	0	0	0	0	0	0	0
	1月	0	0	0	0	0	0	0
	2月	0	0	0	0	0	0	0
	3月	0	0	0	0	0	0	0
	4月	0	990.2	449.4	1439.6	0	0	0
	5月	12.6	6794.6	5458.4	12265.6	24.9	24473.8	24498.7
	6月	12.6	9481.3	7618.9	17112.8	25.1	7293.5	7318.6
H28	7月	12.6	8732	7054.1	15798.7	0	0	0
	8月	12.6	7355.1	5972.7	13340.4	0	5589.3	5589.3
	9月	12.4	1398.5	1134.7	2545.6	0	0	0
	10月	12.6	1482	1191.8	2686.4	0	0	0
	11月	12.6	1047.2	847.7	1907.5	0	0	0
	12月	0	26.3	29.2	55.5	0	0	0
	1月	0	0	0	0	0	0	0
	2月	0	0	0	0	0	0	0
	3月	0	0	0	0	0	0	0
	4月	0	393.1	254.9	648	268.7	0	268.7
	5月	12.6	11838.5	9415.2	21266.3	15.9	16072	16087.9
	6月	12.6	10181	8286.9	18480.5	8.2	7215.3	7223.5
	7月	12.6	9368	7582.5	16963.1	0	0	0
	8月	12.8	7522.4	6139.3	13674.5	0	2643.2	2643.2
H29	9月	6.3	750	595.6	1351.9	0	0	0
	10月	12.6	1544.7	1242.6	2799.9	0	0	0
	11月	12.6	1144	963	2119.6	0	0	0
	12月	0	0	0	0	0	0	0
	1月	0	0	0	0	0	0	0
	2月	0	0	0	0	0	0	0
	3月	0	0	0	0	0	0	0

※注水量は基幹事務所管理水量を利用。

参考2 基準点の水質

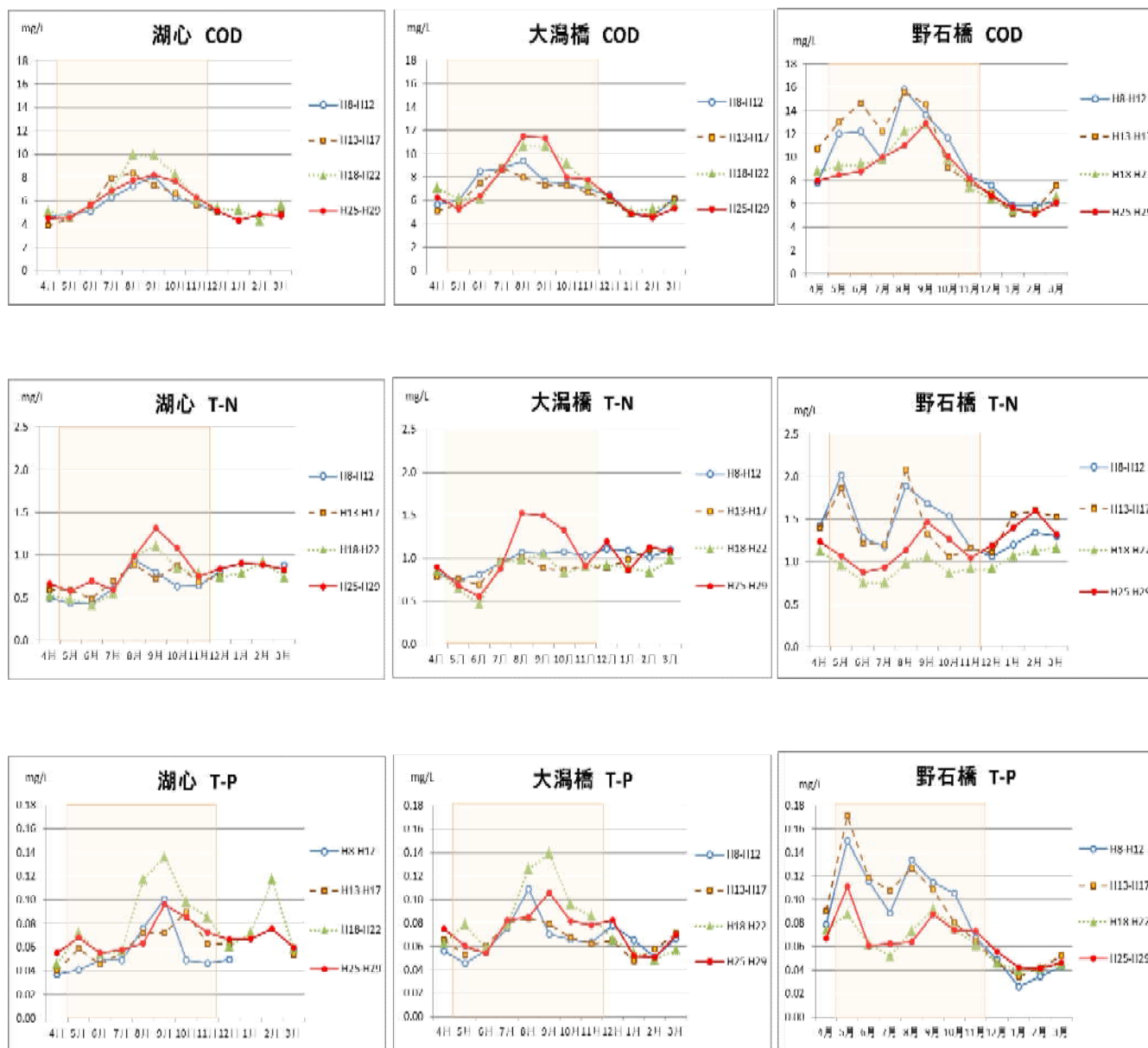
		mg/L									μg/l		
		COD			T-N			T-P			Chl.a		
		湖心	東部	西部	湖心	東部	西部	湖心	東部	西部	湖心	東部	西部
H21	4月	5.4	6.9	7.8	0.46	0.59	0.91	0.049	0.080	0.072	18	62	49
	5月	4.5	4.5	7.4	0.35	0.40	0.72	0.072	0.084	0.064	15	18	24
	6月	6.1	6.1	9.2	0.45	0.42	0.78	0.071	0.068	0.065	24	29	48
	7月	5.9	6.3	8.3	0.43	0.48	0.68	0.067	0.082	0.054	26	25	41
	8月	6.5	6.6	11	0.50	0.54	0.82	0.037	0.058	0.052	19	24	51
	9月	13	9.0	12	1.8	0.75	0.98	0.18	0.086	0.070	150	56	85
	10月	8.2	8.9	8.8	0.79	0.58	0.73	0.10	0.079	0.063	71	42	39
	11月	6.4	7.5	7.0	0.79	0.95	0.94	0.069	0.095	0.041	43	37	27
	12月	5.0	7.0	6.2	0.51	0.71	0.72	0.040	0.058	0.045	32	28	23
	1月	5.1	4.4	4.2	0.61	0.82	0.90	0.055	0.043	0.057	20	10	5.3
	2月	4.0	5.1	4.3	1.1	0.96	1.0	0.047	0.049	0.042	7.8	29	9.8
	3月	5.1	5.1	6.0	0.71	1.0	1.2	0.047	0.061	0.049	32	26	31
H22	4月	4.9	6.2	7.6	0.50	0.78	0.99	0.066	0.073	0.076	39	39	47
	5月	4.8	8.1	7.5	0.43	0.94	0.60	0.059	0.10	0.073	20	25	44
	6月	6.4	6.3	8.6	0.52	0.66	0.67	0.053	0.065	0.053	15	24	20
	7月	7.0	8.6	9.7	0.62	0.66	0.82	0.046	0.061	0.046	29	24	20
	8月	9.0	9.1	11	1.3	1.1	1.2	0.13	0.10	0.074	64	85	100
	9月	8.9	11	18	1.4	1.6	1.6	0.12	0.11	0.11	40	110	80
	10月	7.1	9.4	11	0.88	0.93	1.2	0.075	0.093	0.089	39	59	66
	11月	6.2	7.6	7.5	0.96	1.1	1.2	0.072	0.095	0.067	10	9.4	14
	12月	5.3	6.5	7.3	0.73	1.2	1.1	0.067	0.11	0.071	26	18	72
	1月	4.9	4.7	4.7	0.96	1.1	1.6	0.075	0.061	0.040	55	18	19
	2月	4.9	5.7	4.5	0.90	1.0	1.7	0.054	0.055	0.037	19	6.1	4.7
	3月	6.6	6.3	7.7	0.80	0.90	1.5	0.057	0.057	0.054	52	42	44
	4月	4.3	6.4	7.6	0.51	1.2	1.5	0.045	0.090	0.085	20	35	26
	5月	4.6	7.4	11	0.71	1.2	1.3	0.075	0.097	0.15	11	1.8	8.4
	6月	5.6	5.5	10	0.65	0.57	1.2	0.081	0.061	0.14	13	7.2	19
H23	7月	7.2	9.4	10	1.2	1.2	1.2	0.088	0.12	0.10	53	61	97
	8月	11	12	13	1.9	1.7	1.6	0.15	0.11	0.089	140	65	88
	9月	8.3	11	12	1.2	1.3	1.5	0.11	0.12	0.11	32	110	78
	10月	6.1	7.4	10	0.96	0.87	1.0	0.076	0.087	0.069	30	29	30
	11月	5.9	7.0	7.1	0.64	0.76	1.3	0.063	0.075	0.064	35	15	18
	12月	5.0	5.4	5.9	0.74	0.89	1.2	0.080	0.068	0.071	8.3	9.1	25
	1月		4.3	4.4		1.0	1.4		0.052	0.044		4	20
	2月		4.7	3.4		1.4	2.0		0.066	0.044	6.3	6.7	2.9
	3月	4.8	5.6	4.5	0.89	1.0	1.4	0.075	0.069	0.039	13	11	11
	4月	4.8	5.1	6.4	0.53	1.5	1.6	0.063	0.099	0.065	8.1	5.6	22
	5月	5.1	6.7	7.7	0.63	0.88	1.0	0.065	0.11	0.087	45	54	25
	6月	5.4	4.5	7.4	0.52	0.52	0.74	0.079	0.069	0.062	17	17	27
	7月	7.6	8.7	9.2	0.63	0.88	0.85	0.061	0.065	0.069	35	50	35
	8月	21	26	9.3	6.5	4.5	0.81	0.38	0.32	0.055	710	430	34
	9月	11	14	21	1.5	1.8	2.2	0.18	0.29	0.17	57	50	100
H24	10月	9.2	12	16	1.1	1.4	1.7	0.092	0.12	0.11	45	85	120
	11月	6.2	6.3	6.5	1.2	0.84	1.3	0.067	0.066	0.050	27	30	31
	12月	5.4	5.1	5.6	0.99	1.3	1.4	0.080	0.089	0.046	5.7	9.7	18
	1月			4.0			2.7			0.024			4
	2月		5.3	5.1		1.3	1.7		0.046	0.051		2.3	5.1
	3月	3.6	4.6	5.3	0.88	1.3	1.7	0.064	0.065	0.043	8	12	24
	4月	4.2	5.8	9.4	1.1	1.1	1.6	0.078	0.086	0.090	19	33	52
	5月	4.9	4.7	6.9	0.44	0.74	0.80	0.065	0.060	0.075	50	22	25
	6月	5.5	4.8	7.8	0.50	0.53	0.69	0.071	0.074	0.059	17	9.7	19
	7月	6.4	7.9	8.7	1.0	1.5	1.1	0.078	0.098	0.071	49	51	20
	8月	6.7	8.1	9.7	0.73	0.93	1.0	0.05	0.076	0.071	25	31	46
	9月	8.7	9.4	9.5	1.3	1.6	1.1	0.10	0.10	0.075	53	68	86
	10月	7.3	6.2	10	0.92	0.98	1.3	0.074	0.065	0.081	66	44	80
	11月	7.0	7.8	7.1	0.78	0.78	1.0	0.068	0.066	0.062	49	65	27
	12月	4.4	5.4	6.3	0.68	1.1	1.1	0.055	0.080	0.039	6.8	8	16
	1月	4.2	4.5	4.2	0.82	0.88	1.4	0.074	0.060	0.032	15	10	7.9
H25	2月		3.6	3.6		0.84	1.9		0.038	0.028		4	1.1
	3月	3.9	4.2	3.8	0.89	0.88	1.6	0.048	0.045	0.028	16	8.6	10

※注水量は基幹事務所管理水量を利用。

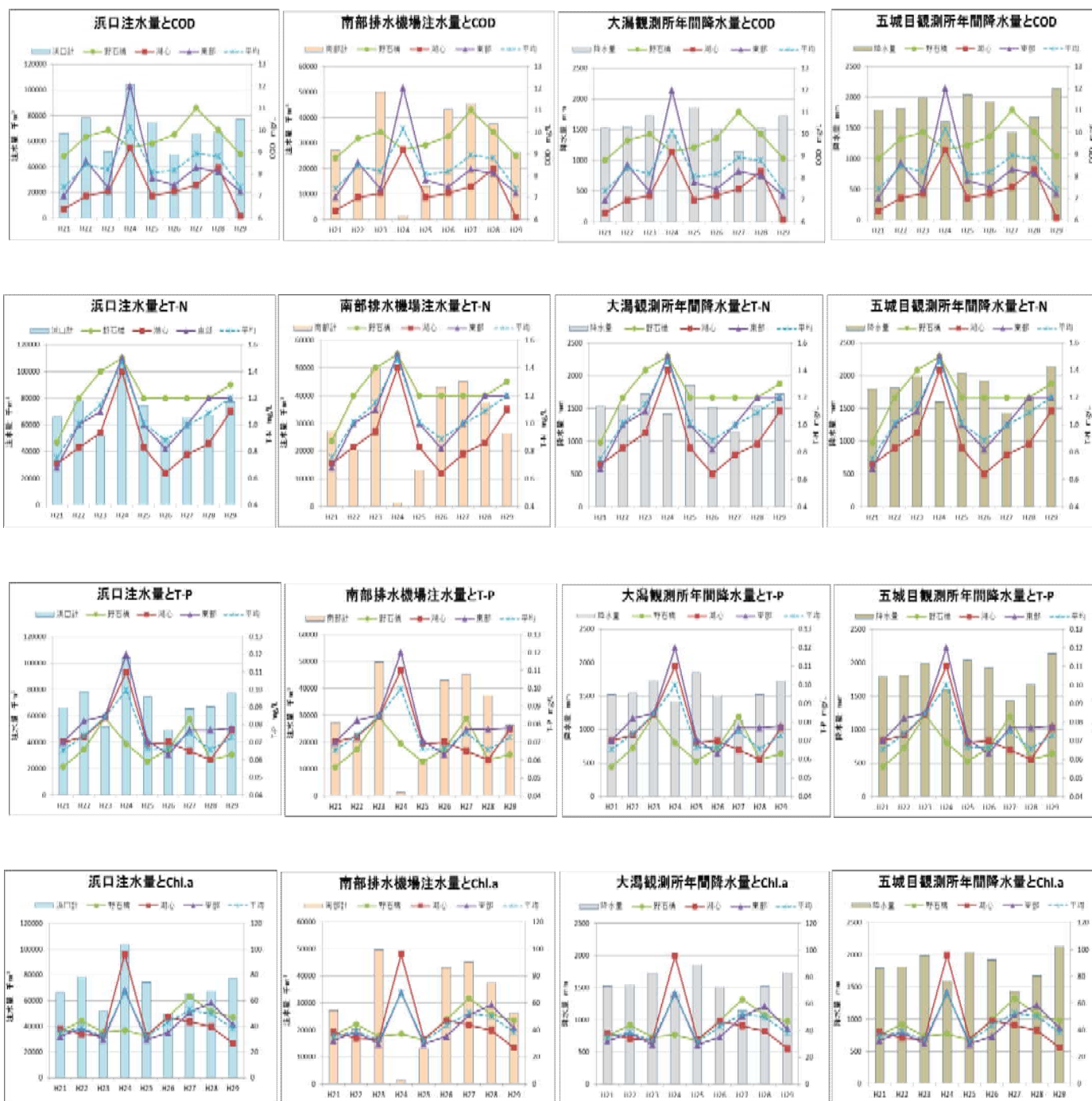
		mg/L									μg/l		
		COD			T-N			T-P			Chl.a		
		湖心	東部	西部	湖心	東部	西部	湖心	東部	西部	湖心	東部	西部
H26	4月	4.4	4.6	6.6	0.59	0.40	1.1	0.047	0.027	0.030	49	47	45
	5月	4.4	4.2	11	0.55	0.44	1.9	0.077	0.051	0.16	13	29	100
	6月	4.5	5.1	8.4	0.34	0.27	0.72	0.043	0.039	0.068	9.2	8	30
	7月	6.2	6.1	8.4	0.25	0.33	0.76	0.047	0.043	0.059	12	13	32
	8月	6.0	7.5	11	0.79	1.4	1.2	0.066	0.086	0.075	50	76	110
	9月	8.4	9.3	17	0.97	0.81	1.8	0.086	0.069	0.093	89	35	47
	10月	8.1	9.3	9.8	1.0	1.1	0.93	0.10	0.082	0.063	89	35	47
	11月	7.2	8.5	8.5	0.62	0.97	1.0	0.096	0.090	0.065	64	66	42
	12月	5.3	6.8	6.8	0.66	1.0	1.3	0.058	0.075	0.068	23	47	39
	1月		4.4	4.8		0.79	1.3		0.055	0.035		9.1	27
	2月	5.8	5.0	4.3	0.620	0.98	1.4	0.068	0.051	0.027	71	26	16
	3月	5.5	5.8	5.7	0.69	1.3	1.2	0.081	0.089	0.047	47	31	37
H27	4月	4.8	6.5	7.3	0.56	0.80	1.4	0.054	0.077	0.069	43	75	61
	5月	4.7	7.5	9.0	0.68	1.0	1.5	0.063	0.079	0.19	23	53	48
	6月	6.1	8.1	10	1.1	0.75	1.0	0.057	0.063	0.091	22	35	68
	7月	7.6	9.7	11	0.64	1.0	1.2	0.054	0.071	0.068	37	54	65
	8月	9.3	14	12	1.0	1.6	1.0	0.068	0.11	0.075	100	150	79
	9月	7.5	11	13	1.2	1.6	1.5	0.087	0.11	0.090	27	61	110
	10月	7.7	8.0	11	0.67	0.98	1.2	0.061	0.055	0.073	64	25	61
	11月	5.5	8.3	8.7	0.67	0.93	0.86	0.063	0.088	0.11	24	55	71
	12月	5.9	7.5	8.0	0.56	0.78	0.76	0.063	0.088	0.060	26	33	52
	1月	4.2	5.5	7.8	1.0	0.70	1.2	0.060	0.045	0.045	32	30	63
	2月	5.7	4.8	6.5	0.54	1.2	1.1	0.089	0.067	0.069	52	11	38
	3月	5.6	6.0	7.9	0.74	0.87	1.1	0.061	0.071	0.060	73	30	43
	4月	4.8	8.1	8.2	0.38	0.99	0.98	0.047	0.085	0.074	33	65	62
H28	5月	4.9	6.3	8.9	0.73	0.76	0.58	0.068	0.054	0.12	16	13	68
	6月	6.1	7.0	10	0.46	0.49	0.77	0.045	0.036	0.040	28	15	43
	7月	8.3	12	13	0.34	0.45	0.60	0.043	0.11	0.038	33	64	84
	8月	9.7	20	12	1.2	2.4	1.2	0.064	0.10	0.030	110	240	80
	9月	9.7	14	13	1.4	1.7	1.7	0.097	0.15	0.098	62	100	51
	10月	8.3	7.2	9.6	1.3	1.9	1.3	0.093	0.087	0.061	41	50	52
	11月	5.6	7.2	8.4	0.65	0.86	0.96	0.049	0.063	0.057	44	58	78
	12月	5.4	6.6	7.2	1.0	1.5	1.4	0.056	0.071	0.062	27	20	33
	1月	4.7	5.3	6.0	0.82	0.93	1.5	0.050	0.052	0.047	26	28	32
	2月	3.9	4.9	4.5	1.1	1.7	2.0	0.054	0.039	0.038	13	8.6	8.4
	3月	5.0	6.1	6.1	0.92	1.3	1.4	0.056	0.075	0.055	44	38	28
	4月	4.4	6.3	8.1	0.66	1.2	1.1	0.049	0.10	0.072	36	54	100
	5月	4.1	3.6	6.5	0.49	0.46	0.56	0.066	0.057	0.059	18	28	34
H29	6月	6.0	7.0	7.7	1.1	0.73	1.2	0.060	0.057	0.046	17	12	13
	7月	5.9	7.2	8.9	0.72	1.1	1.0	0.067	0.090	0.076	26	22	50
	8月	7.1	8.0	10	1.2	1.3	1.3	0.067	0.056	0.068	50	48	69
	9月	6.7	13	12	1.7	1.8	1.2	0.11	0.10	0.082	43	140	96
	10月	6.9	9.0	10	1.5	1.7	1.6	0.097	0.12	0.092	45	73	69
	11月	6.1	7.0	8.2	1.0	1.0	1.4	0.086	0.083	0.071	42	59	45
	12月	4.7	5.1	4.9	1.3	1.6	1.4	0.10	0.098	0.048	9.6	4.5	18
	1月	4.1	4.5	5.3	0.97	1.0	1.6	0.083	0.048	0.052	10	14	30
	2月	4.0	4.4	4.8	1.3	0.94	1.6	0.092	0.058	0.045	5	28	17
	3月	3.8	4.6	5.0	0.90	1.1	1.3	0.052	0.067	0.042	20	15	23

※注水量は基幹事務所管理水量を利用。

参考3 地点毎の経月推移



参考 4 各水量と基準点の水質



大久保湾流動化対策検討事業

八郎湖環境対策室

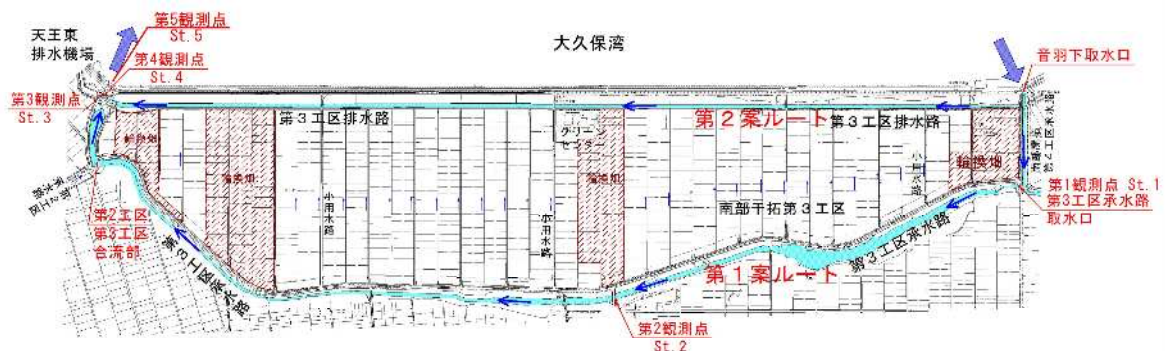
1 事業概要

南部干拓地区等における既存の農業用排水路や排水機場等の運用管理と連携して、大久保湾の湖水を流動させる実証試験を行なうとともに、水質調査、湖水の流動状況の観測を行なう。

2 平成29年度概要

大久保湾の水を音羽下取水口から取水し、第3工区承水路に導水し、承水路(第1案ルート)・排水路(第2案ルート)を並行して流下させ、天王東排水機場から調整池に午前9時～午後3時まで(6時間)強制排水する事により、流動化を図る。

実証試験	第1週目	平成29年7月24日～7月28日 (24日は前日の大雨で湛水したため中止)	
	第2週目	平成29年7月31日～8月 4日	
	第3週目	平成29年8月21日～8月25日	
水質調査	試験前	平成29年7月24日	
	1回目	平成29年7月28日	
	2回目	平成29年8月23日	
流動調査	事前調査	平成29年6月26日	排水機運転なし
	1回目	平成29年7月28日	排水機2台運転 (排水量1.928m ³ /s)
	2回目	平成29年8月23日	排水機5台運転 (排水量4.381m ³ /s)



3 実証試験結果

	St.1(第3工区承水路取水口)	St.5(機場排水口)
平均流量	Q=0.79m ³ /s	承水路用2台 1.82m ³ /s 排水路用2台 1.52m ³ /s
流入時間 (排水)	T=84hr (14日×6hr)	承水路用 61.2hr/2台 排水路用 131.6hr/2台
流動化量	Q=0.79×3,600×84= 239千m ³	承水路用 200千m ³ 排水路用 360千m ³ 合計 560千m ³

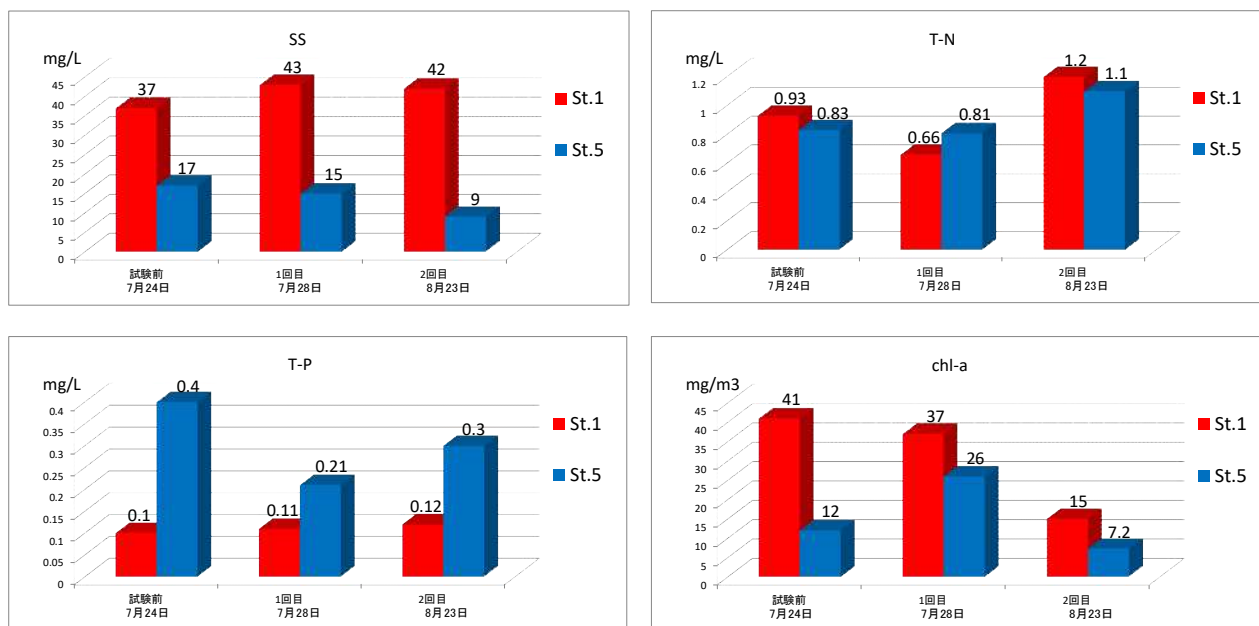
試験目標流入量 $q=1.00\text{m}^3/\text{s}$ に対し、実証試験の平均流入量は $q=0.79\text{m}^3/\text{s}$ であった。

排水機は午前9時～午後3時まで連続運転を想定していたが、承水路の横断施設が狭小な事や、ヨシや水草の繁茂が水の流れを阻害し、水の流れが下流に伝わらず、排水機の低水位感知による自動停止が度々発生した。

調整池の管理水位が8月上旬から下がり始める(8/11 EL+0.70m、9/11 EL=+0.50m)ため、湖と地区内の水位差が小さくなり取水しにくい事に加え、流動化試験による承水路の水位低下が、農業用水の取水に影響を与える事が判明した。

4 水質調査結果

試験前と試験中における、取水口 (St.1第3工区承水路取水口) と吐出口 (St.5排水機場出口) の比較。



流動化実証試験による水質の変化を比較した結果、SS、chl-aについては流入水より吐出水が低下する傾向が見られ、地区内水路の流下により水質が改善されている事が確認された。

T-Pの吐出水の値が高いのは、第3工区排水路 (St.4第3工区排水路末端) の濃度が高いため、農地から排水路への流出なのか、排水路自体の溶出なのか、原因は不明である。

5 湖水の流動状況

流動状況の観測は、音羽下取水口及び天王東排水機場の湖水側とし、流動状況を超音波多層式流速計 (ADCP) により流速、流向、水深を、排水機の稼働台数を変えながら3回行った。

①調査条件

	事前調査(参考)	第1回	第2回
作業実施日	6月26日	7月28日	8月23日
取水条件	自然流入		
排水条件	ポンプ稼働なし	ポンプ2台稼働 φ800mm 1.266m ³ /s × 1台 φ600mm 0.716m ³ /s × 1台 計 1.982m ³ /s	ポンプ5台稼働 φ700mm 0.866m ³ /s φ500mm 0.500m ³ /s φ800mm 1.266m ³ /s φ600mm 0.716m ³ /s φ700mm 1.033m ³ /s 計 4.381m ³ /s
作業実施時間	9:00~16:00		
現地水位	T.P.+1.05	T.P.+1.01	T.P.+0.70
防潮水門放流量		3,685千m3(放流10:00~閉鎖15:00)	5,840千m3(放流10:20~閉鎖16:00)
防潮水門上流側水位		放流時T.P.+0.82・閉鎖時T.P.+0.71	放流時T.P.+0.82・閉鎖時T.P.+0.67
降雨量	前日(6/25) 0.0mm 当日(6/26) 3.5mm	前日(7/27) 0.0mm 当日(7/28) 0.0mm	前日(8/22) 26.0mm 当日(8/23) 5.0mm
天候	晴れ	晴れ	曇り
気温	16.5℃~19.5℃	27.9℃~29.2℃	25.1℃~26.4℃
風向・風速	北西・2.7m/s	西南西・3.1m/s	南西・3.2m/s

※秋田地方気象台 五城目観測所より

②超音波多層式流速計(ADCP) 参考資料

エディンガー ADCPを活用した技術提案

株式会社 ウヌマ地域総研

地域拠点コンサルタントとして、フットワーク良く、高品質な技術を提案します。

「ADCP」とは アコースティック ドップラー カーレント プロファイラー Acoustic Doppler Current Profiler: 超音波多層式流速計

当社が取り扱うADCPは米国SonTek(ソントック)社が開発したRiverSureyor(リバーサーベイヤ)です。このRiverSureyorは高精度な3次元流速分布やボトム深浅形状、流量データが得られる簡易かつ高精度なドップラー式3次元流速・流量計です。当社ではこのADCPを製品仕様区分から「M9」(エムナイン)と呼称しています。小型で搬送性に優れ、データの信頼性が極めて高く、あらゆる河川や水路、水域での計測に威力を発揮します。東北では民間企業初導入です。

3次元の流向・流速、水深を同時計測

超音波を利用し、3次元で流向・流速、水深を同時に計測します。さらに流量算定が可能で、流量観測の精度が高まります。

水深20cm～80mのダイナミックな河床起伏に対応

3周波数(9ビーム)の自動切替により高い解像度と幅広い水深に対応し、河床起伏がダイナミックな河川での計測に効果的です。深浅測定及び河床の3次元計測ができます。

GPSが使用できない場所でも自らが移動情報を把握

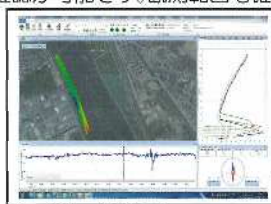
計測時の位置情報は通常GPS(RTK-GPS)によって特定しますが、GPSが受信不能箇所ではボトムトラックによって自ら位置情報を特定します。

小型で持ち運びに便利、移動観測が可能

本体重量2.3kgで持ち運びに便利で、船舶やゴムボート等への装着が可能です。小型三胴船に装着しても計測できます。

観測データを現場でリアルタイム確認が可能

ソフトウェアの活用により、現地にて流向・流速、水深等の観測データの確認が可能です。観測範囲も確認できます。



リアルタイム確認



ADCP(M9)による計測状況



ADCP(M9)による流向・流速、水深観測イメージ

③調査結果

排水機による強制排水であることから、吐出口近郊では流速増加が顕著となっている。

特に吐出量を増加させた2回目(8月23日)では、高流速の範囲が1回目(7月28日)に比べ、約2倍に拡大している事が見られる。

取水口は自然流下であることから、取水口への流向は確認されたものの、顕著な流速の変化は見られなかった。

流動化試験が周辺の流動化に影響がある事が確認されたが、大久保湾全体の流動化に対しては、影響範囲の規模から全体に与える影響は低いものと思われる。

大久保湾全体流動化状況図

H29.7.28



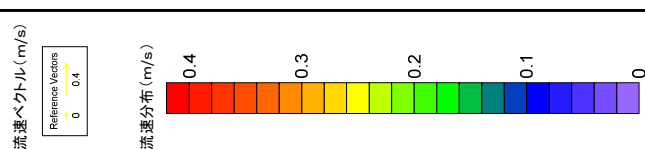
H29.8.23



3層平均流向・流速 調査結果概要図 一覧表

事前調査(参考) 6月26日		第1回 7月28日		第2回 8月23日	
調査結果概要図				凡例 流速ベクトル(m/s) Reference Vectors 0 0.4 流速分布(m/s) 0.4 0.3 0.2 0.1 0	調査結果概要図
	排水方法	ポンプ可動なし	ポンプ72台使用		
取水方法	調査結果概要図			調査結果概要図	調査結果概要図
	取水方法	自然流入	自然流入		

凡例

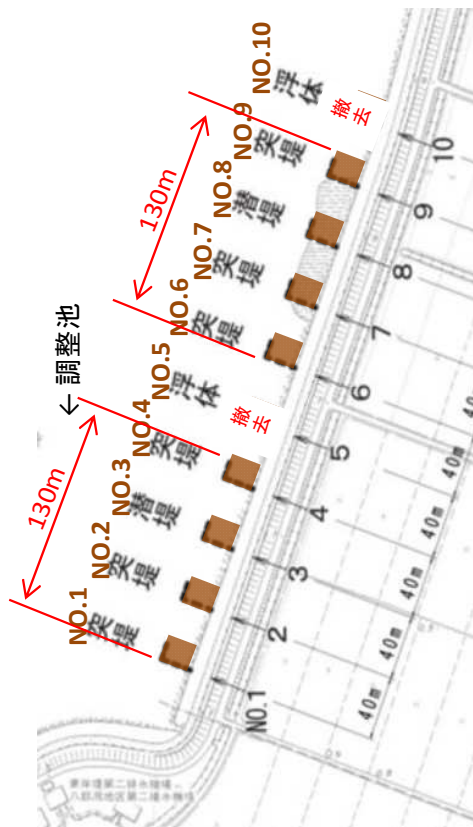


※表層・中層・低層の平均値

全体流向調査結果概要図 一覧表

事前調査(参考) 6月26日		第1回 7月28日		第2回 8月23日	
調査結果概要図	排水方法				凡例 全体の流向 流速ベクトル (m/s) 0 0.4 流速分布 (m/s) 0.4 0.3 0.2 0.1 0
		ポンプ可動なし	ポンプ72台使用	ポンプ75台使用	
調査結果概要図	取水方法				※全測定地点の統合値
		自然流入			

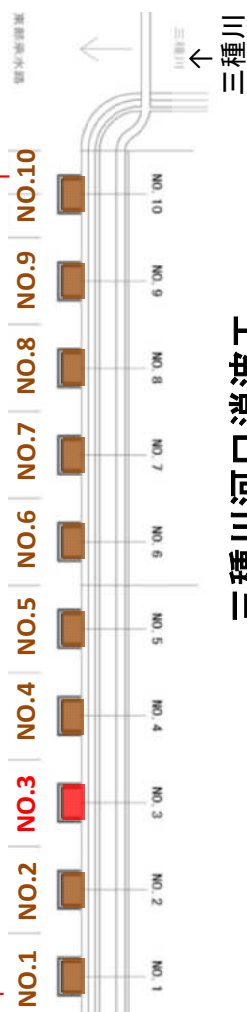
消波工箇所図



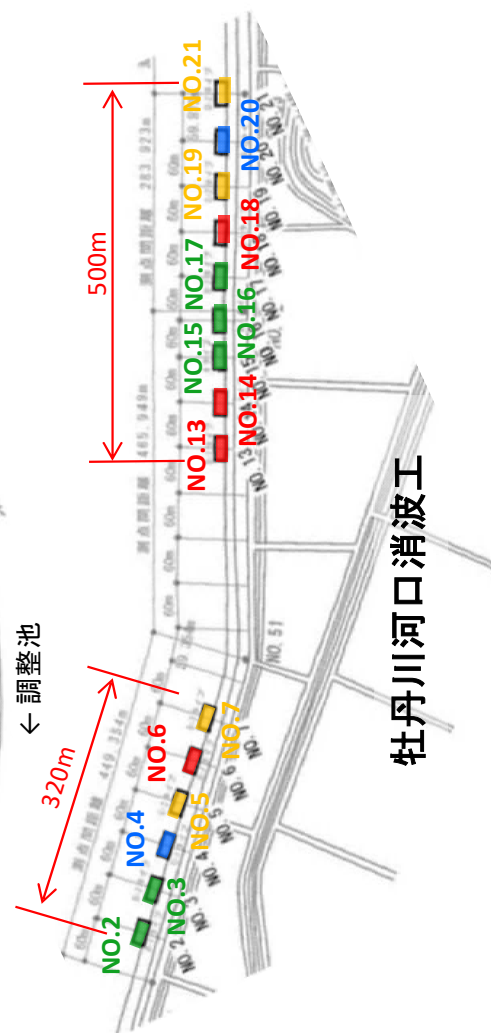
夜叉袋消波工



三種川河口消波工



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

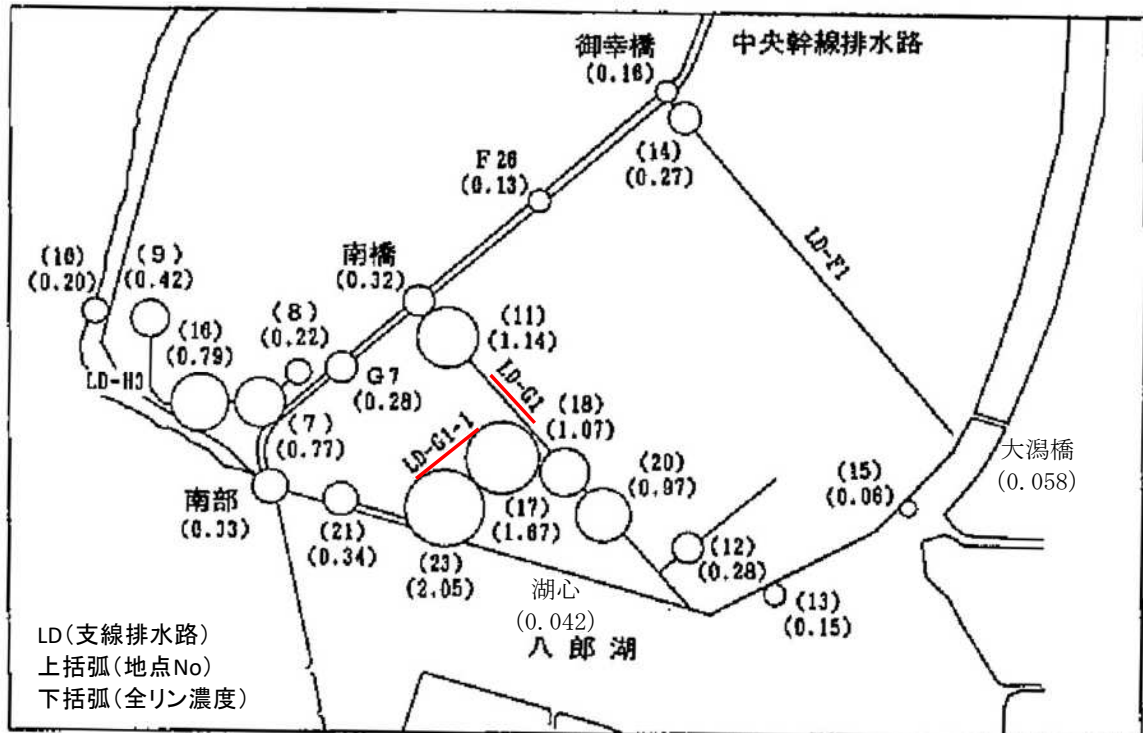


牡丹川河口消波工

中央干拓地南部の全リンの状況

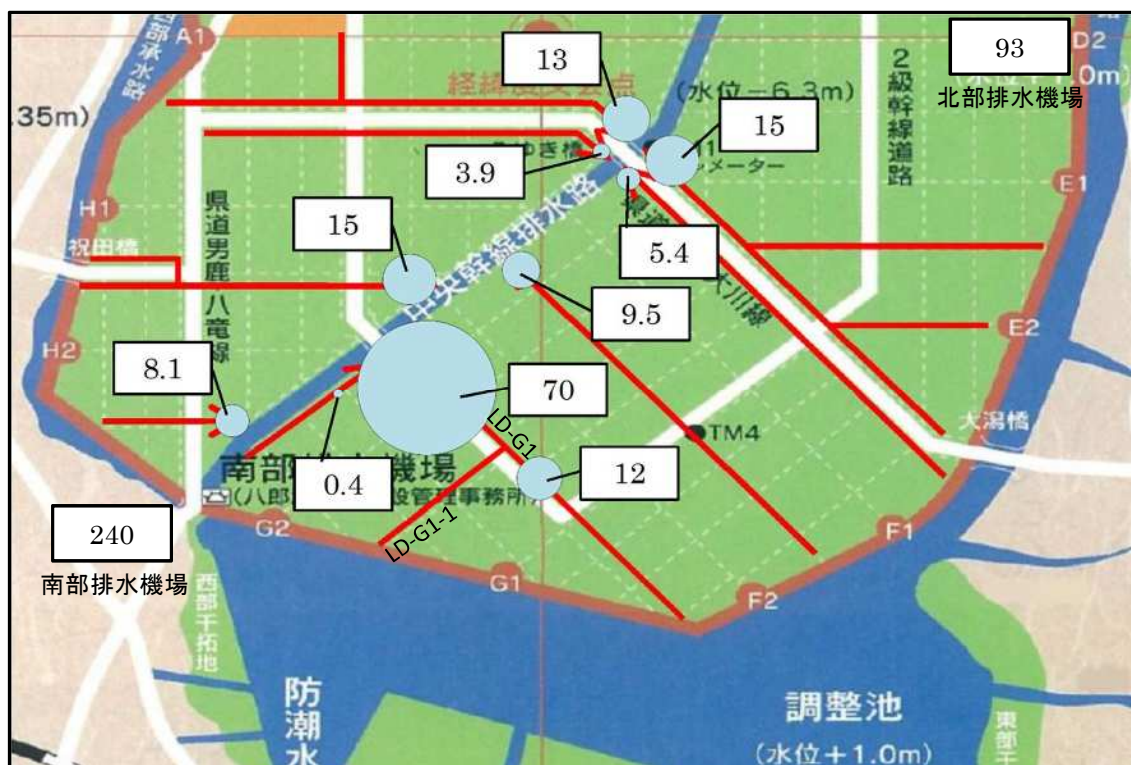
中央干拓地南部エリア(G工区)では、排水路の底から高濃度リンが湧出しており、高いところでは2mg/L程度になっている。

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		破過日数 吸着率20%
					水量 L/min	T-P濃度 mg/L	
H15	カキ貝殻	0.02	50	2500	13.8	1.5	0.125
	カキ貝殻+Pキヤッチャー(8:2)	0.10	160	1600	14.2	1.5	8
	カキ貝殻+Pキヤッチャー(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) 「りん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。



○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」

健康環境センサーが開発した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。

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)
H26	Caもみ殻炭	2.1	630	300	水量 L/min	T-P濃度 mg/L	25
					0.038	26.8	



上向流接触方式

○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」

健康環境センサーが開発した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）や製造コスト削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。

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
H28	Caもみ殻炭	0.64	630	984	水量 L/min	T-P濃度 mg/L	吸着率30%
					3	3.3	49



横向流接触方式施設

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 (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	ヘチマ	H16 試験	T-P	24%	0.190	0.001	浮体方式（浮き水耕ベッド） 幅0.4m×長0.6m×厚0.04m（10株/ベッド） 水路 幅0.5m×長30m×高0.3m 滞留時間 5.0hr/30m 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 (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					
	T-P		8%	0.060	0.001				浮体方式（浮き水耕ベッド） 幅0.4m×長0.6m×厚0.04m（10株/ベッド） 水路 幅0.5m×長30m×高0.3m 滞留時間 5.0hr/30m 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 (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		24%	1.760						
	SS		68%	127						
	T-P		20%	0.160						
	T-N		21%	1.580						
	SS		54%	102						
	大豆		H17 試験	T-P						
T-N		30%		2.560						
SS		49%		136						
T-P	18%	0.170		0.00737	直接植栽方式 幅20m×長20m×高さ 0.6m（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	31%	2.650								
SS	36%	102								
琵琶湖	クレソン、リシマキア ハナシヨウブ	H8～H13 試験	T-P	33%		0.0051	直接植栽方式 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 (H23琵琶湖・淀川水質浄化共同実験センター史から引用)		
琵琶湖	クレソン	H13～ 実用	T-N	8%		0.00737	直接植栽方式 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)		
			SS	67%						
			T-P	42%	0.099					
霞ヶ浦	クレソン、セリ、 空心菜、オオアサモ	H7～H21 試験	T-N	58%	0.906	0.116	直接植栽方式 幅78.0m×長46.5m×高0.05～0.10m	①湖岸に施設設置、②H7～16 (H26自然浄化対策について（環境省）から引用)		
			SS	87%	18					
			T-P	22%	0.073					
印旛沼	空心菜、ハーブ、 セリ、花菖蒲 等	H12～ 実用	T-N	6%	0.383	0.116	直接植栽方式 幅78.0m×長46.5m×高0.05～0.10m	①湖岸に施設設置、②H7～16 (H26自然浄化対策について（環境省）から引用)		
			SS	43%	24					
							浮体方式 アルミ製の植栽いかだで、水耕栽培と同時、池蝶貝やマシジミを吊して育成	①流入水路、②不明 (印旛野菜いかだの会HP資料から引用)		

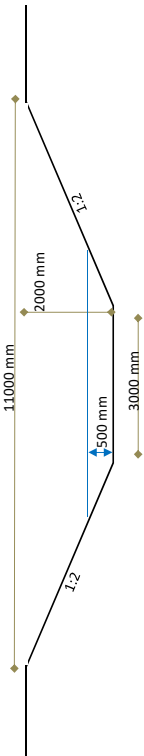
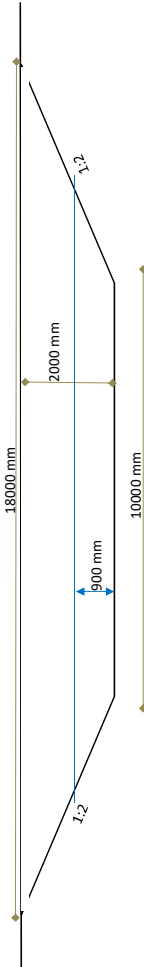
※1 佐藤は、H2からの研究で、大潟村内の用排水路において枝豆、ビタミナ菜、新山東菜、クレソン、水稲、トウモロコシ、セスバニアの水耕栽培を実施し、枝豆やセスバニア等の豆科作物やクレソンの実用性が高いことを確認。

※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に基づ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



3 支線排水路の状況

水路	外 観	断 面	水 質																								
① G1-1 末端			<table><tr><th rowspan="2"></th><th colspan="2">濃 度 mg/L</th><th>流 量 m³/sec</th></tr><tr><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P0、P 0.89mg/L		濃 度 mg/L		流 量 m³/sec	T-P	SS		H19 (5~3月平均)	0.79	-	0.260	H21 (3月23日)	0.95	8	0.345									
	濃 度 mg/L		流 量 m³/sec																								
	T-P	SS																									
H19 (5~3月平均)	0.79	-	0.260																								
H21 (3月23日)	0.95	8	0.345																								
② G1 末端			<table><tr><th rowspan="2"></th><th colspan="3">濃 度 mg/L</th><th>流 量 m³/sec</th></tr><tr><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P0、P 0.84mg/L H30のdT-P 1.0mg/L、dT-N 2.1mg/L		濃 度 mg/L			流 量 m³/sec	T-P	SS	T-N		H19 (5~3月平均)	0.83	-	-	0.343	H21 (3月23日)	0.98	20	-	0.832	H30 (9月21日)	1.1	10	2.2	0.337
	濃 度 mg/L				流 量 m³/sec																						
	T-P	SS	T-N																								
H19 (5~3月平均)	0.83	-	-	0.343																							
H21 (3月23日)	0.98	20	-	0.832																							
H30 (9月21日)	1.1	10	2.2	0.337																							

※G1末端は国営事業で沈砂池設置予定→掘込深m、底幅10m、上幅22m、長さ58m、法面にブロックマット（耐用年数10年、66,700円/m2）

H19流量 (m³/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-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			
		水質 mg/L	流量 m ³ /sec	負荷量 kg/日	全負荷除去		面積 m ²	除去量 g/日	全負荷除去		面積 m ²	除去量 g/日
					必要面積 m ²	10%負荷除去			必要面積 m ²	10%負荷除去		必要面積 m ²
G1-1	T-P	0.79	0.26	18	161,332	16,133	300	33	179,030	17,903	300	30
	T-N	-		-	-	-		768	-	-		272
	SS	8		180	1,323	132		40,749	9,777	19,829		5,514
G1	T-P	0.83	0.343	25	223,611	22,361	1,000	110	248,140	24,814	1,000	99
	T-N	2.2		65	25,468	2,547		2,560	71,939	7,194		906
	SS	10		296	2,182	218		135,830	16,122	1,612		18,381
												0.17%
												-
												3.07%
												0.40%
												1.39%
												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） ベッド幅0.4m×長0.6m×厚0.04m 水路 幅0.5m×長30m×高0.3m	①実験水路（農業用水路A1-1から取水）、② H17.5～10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 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/㎡)	運転・維持管理費単価 概算(千円/㎡)
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2人日、植生管理：年1回、底泥管理：5年に1回）

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 (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)	全体 (ha)	19,671	19,779	19,671	計画段階より水稻作付面積が増加。	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。	
	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。		
	代かきによる流入 負荷量の削減				アンケート実施(H26) 展示は設置(H27,H30) 講習会等での講習・啓発(H27,H29) 農家向け映像資料の作成(H28,H29) 指導員の訪問による無代かき栽培の啓発(H29) 消費者との意見交換会(H28,H29) 無代かき栽培米のPR・試行販売(H29,H30) 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、水質保全のほかには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。	検討課題⑧ 引き続き、実施啓発を図る。
	不耕起栽培 (ha)	41	0	41	専用品槽機の販売がなくなり、継続不可。	今後拡大の見込みがない。	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。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。		
2 施肥の効率化 (ha)	大潟村の水田の排水口からの排水の勢いによるSS量 泥の巻き上げ防止 対策（新規）		-	新規		・大潟村のみの対策となる。 ・流水受けの管理（泥上げ）が必要。 ・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。 ・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。
	農地からの窒素及びリンの流入量の削減	17,725	19,868	19,856	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。	検討課題⑧ 引き続き実施拡大を図る。
	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ばないため、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。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。 JA大潟村ではH25～27に実施。		検討課題⑧

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湖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	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			流量重み付き平均濃度		
	耕法・農法区					全窒素 kg/ha	全リン kg/ha	SS kg/ha	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		実測重み付き平均濃度			

※ 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) 八郎湖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

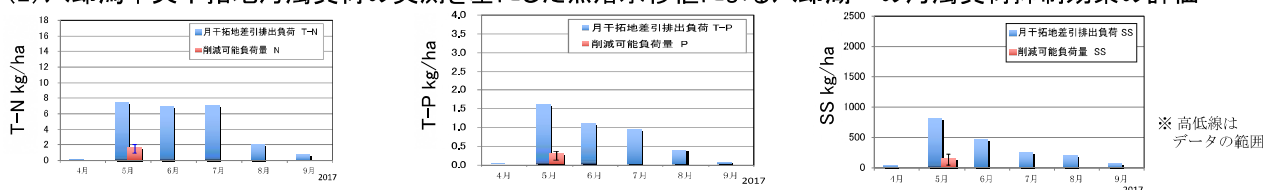


図 1 灌漑期の月別中央干拓地差引排出負荷量と GNSS 実証圃場汚濁負荷削減量との比較

	全窒素	全リン	SS
2017年			
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 として単位面積当たりで求めた値。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	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			流量重み付き平均濃度		
	耕法・農法区					全窒素 kg/ha	全リン kg/ha	SS kg/ha	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え時湛水深約10mmを基準として求めた。落水区で大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か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) 八郎湖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

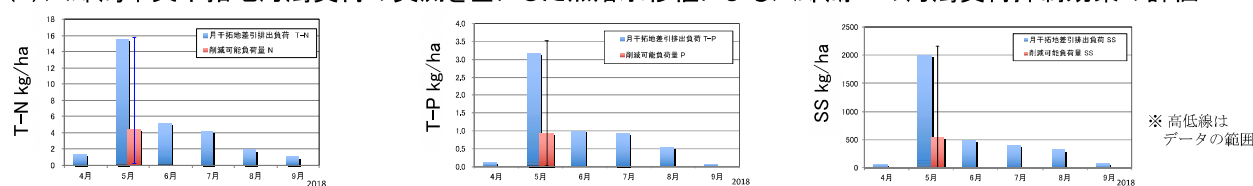


図 2 灌漑期の月別中央干拓地差引排出負荷量と GNSS 実証圃場汚濁負荷削減量との比較

	全窒素	全リン	SS
2018			
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 として単位面積当たりで比較: 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 深い状態で田植えを実施。

H30 年度、田植え直前の無落水管管理により約 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。

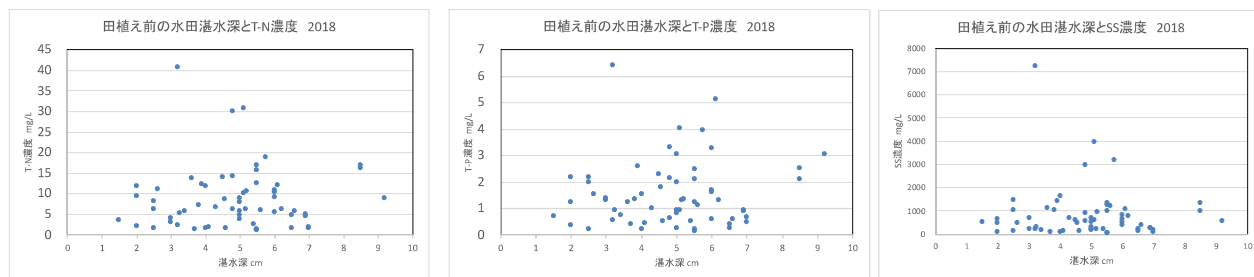


図 3 2018 年 八郎潟干拓地 GNSS 田植機による田植え時の田面水中の汚濁物質濃度(N,P,SS)と湛水深

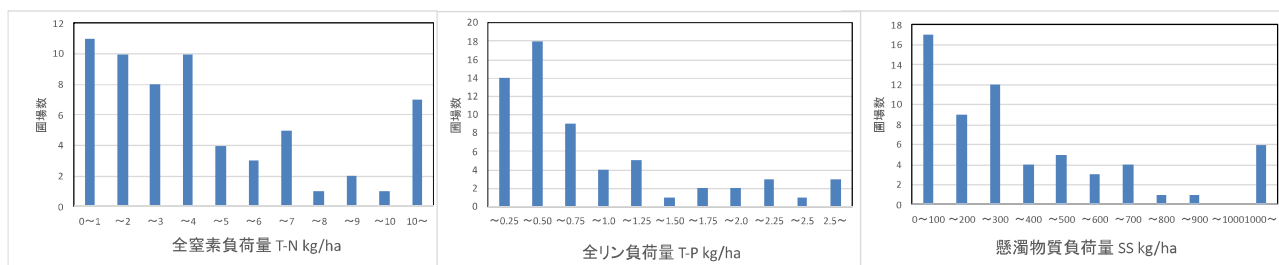


図 4 2018 年 簡易的推定により求めた田面に留められた負荷量(削減可能負荷量)の度数分布 n=62

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。 ○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) 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。 ○多自然川づくり目標:整備延長	・河川清掃等 (県・流域市町・事業者・NPO・住民) 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。 ・沼清掃等 (県・流域市町・事業者・NPO・住民) 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) 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。 ○多自然川づくり目標:整備延長	河川清掃等(県・流域市・住民) 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。 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 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 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。 ○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。
矢道湖(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、矢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)

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

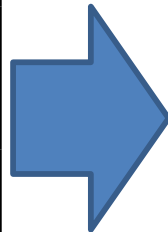
研究・調査名	分類						期間													内容	効果
	①	②	③	④	⑤	⑥	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30			
防潮水門高度管理	○	○																		防潮水門の水位管理を細分化することにより、水質改善効果を検証する。	明確な改善効果は得られなかった。
素波里ダム導水	○																			非かんがい期に素波里放流水を導水する水質改善効果を検証する。	費用が工事費で5億円かかるほか、維持管理費も高額となり、費用対効果が低い。
汚濁機構解明調査	○																			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。
大湯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				○																大湯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					○															大湯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湯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