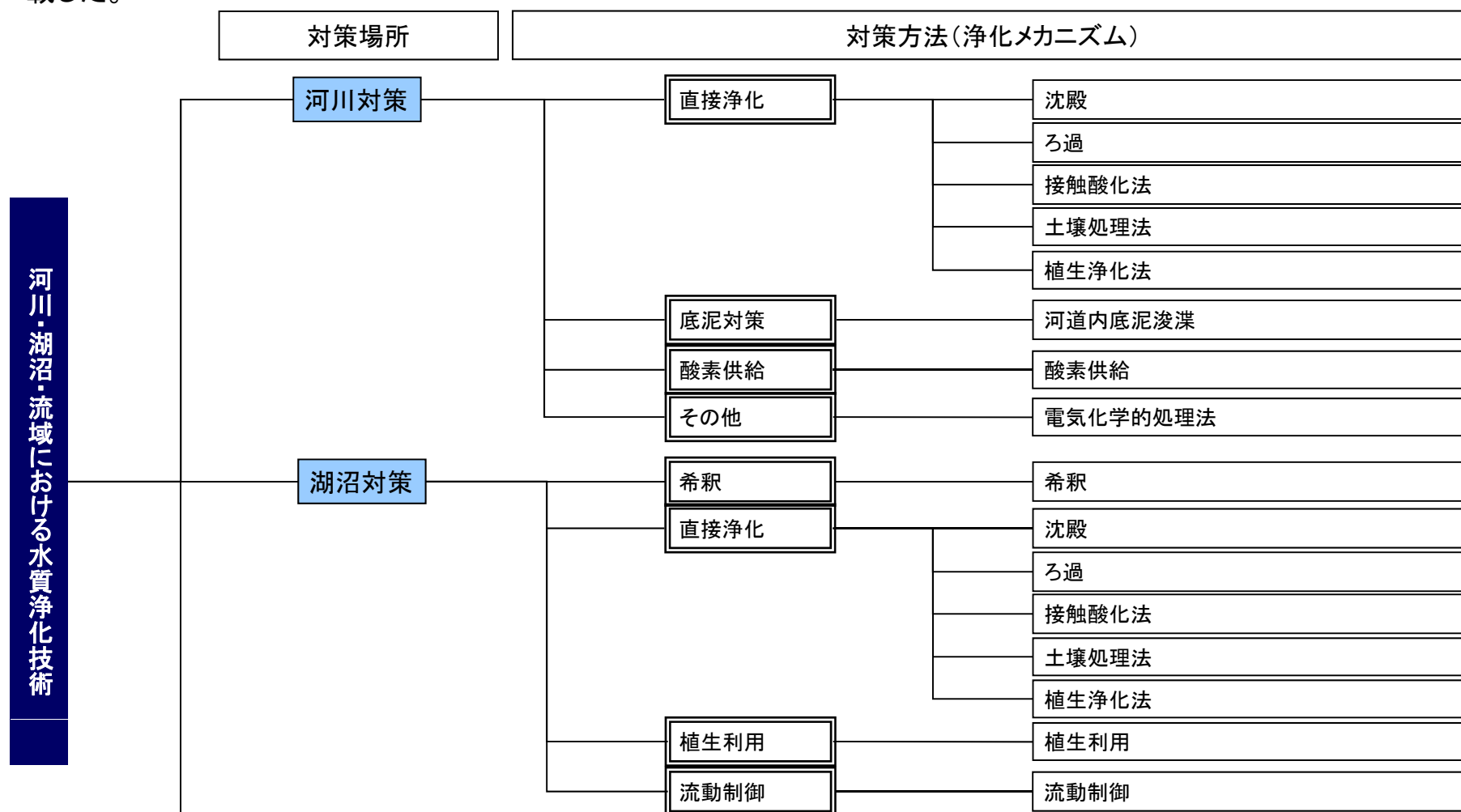


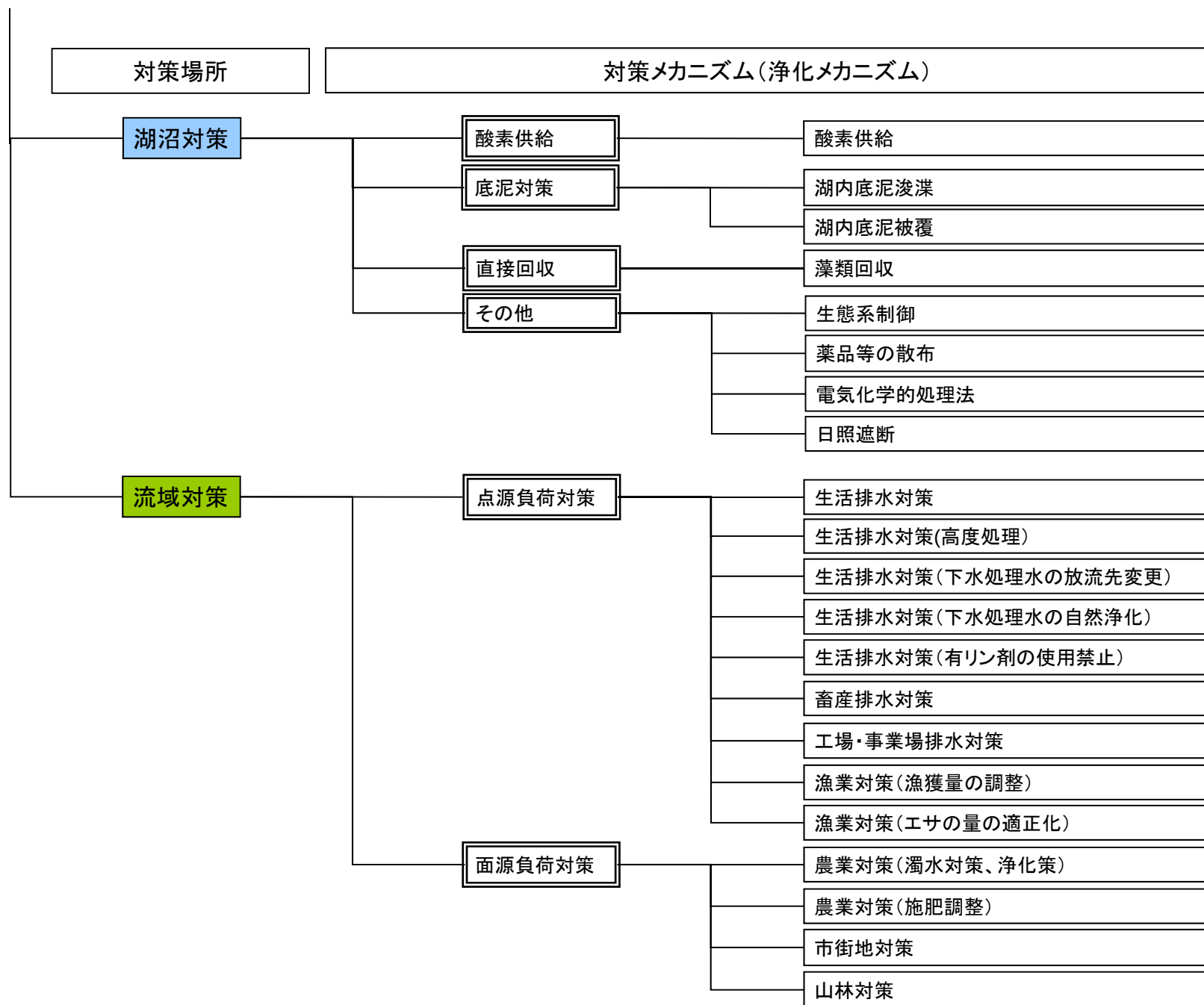
複数の水質浄化対策案の立案

(添付資料)

水質浄化対策案は、以下を参考にして、幅広い方策を組み合わせる検討する。なお、水質浄化対策案は、様々な方策が数多くあり、国や地方自治体の対策事例の他、公的機関や研究機関、学識者等による検討資料や文献等より、最新の知見も含めて水質浄化対策の事例を収集した。なお、必ずしも本事業の機能を代替しない対策や効果を定量的に見込むことが困難な方策等が含まれている。各方策の効果は、河川や湖内、流域において異なり、河川や湖内、流域の自然・汚濁特性等に応じた水質浄化対策案を立案することとする。また、主な水質浄化対策案の概要を次項以降に参考として記載した。



河川・湖沼・流域における水質浄化技術



複数の水質浄化対策案の立案

(1) 河川において適用される対策

- 1-1) 沈殿
- 1-2) ろ過
- 1-3) 接触酸化法
- 1-4) 土壌処理法
- 1-5) 植生浄化法
- 1-6) 河道内底泥浚渫
- 1-7) 酸素供給
- 1-8) 電気化学的処理法

(2) 湖沼において適用される対策

- 2-1) 希釈
- 2-2) 沈殿
- 2-3) ろ過
- 2-4) 接触酸化法
- 2-5) 土壌処理法
- 2-6) 植生浄化法
- 2-7) 植生利用
- 2-8) 流動制御
- 2-9) 酸素供給
- 2-10) 湖内底泥浚渫
- 2-11) 湖内底泥被覆

- 2-12) 藻類回収
- 2-13) 生態系制御
- 2-14) 薬品等の散布
- 2-15) 電気化学的処理法
- 2-16) 日照遮断

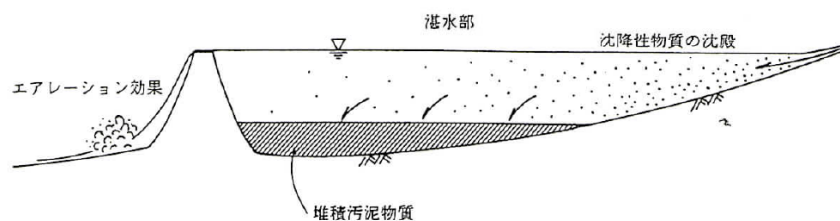
(3) 流域における対策

- 3-1) 生活排水対策
- 3-2) 生活排水対策(高度処理)
- 3-3) 生活排水対策
(下水処理水の放流先変更)
- 3-4) 生活排水対策
(下水処理水の自然浄化)
- 3-5) 生活排水対策(有リン剤の使用禁止)
- 3-6) 畜産排水対策
- 3-7) 工場・事業場排水対策
- 3-8) 漁業対策(漁獲量の調整)
- 3-9) 漁業対策(エサの量の適正化)
- 3-10) 農業対策(濁水対策、浄化策)
- 3-11) 農業対策(施肥調整)
- 3-12) 市街地対策
- 3-13) 山林対策

1-1) 河川：沈殿

河川水を貯留施設等に一時滞留させることによって水中の懸濁態有機物ならびに栄養塩を沈殿・除去する。事例としては野川浄化施設のラバー堰などがある。ラバー堰は、主に粒子態汚濁物質を対象とした浄化施設（沈殿を浄化原理とする対策）であり、河川の河床勾配を利用して堰を設置し、河川水を一時滞留させることによって河川水中の懸濁態有機物ならびに栄養塩を沈殿、除去する方策である。効果が発現する場所は、施設下流であり河川水が流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。その他の技術としては、滞水池（雨天時流出抑制池）や傾斜板・不織布などによる沈殿がある。

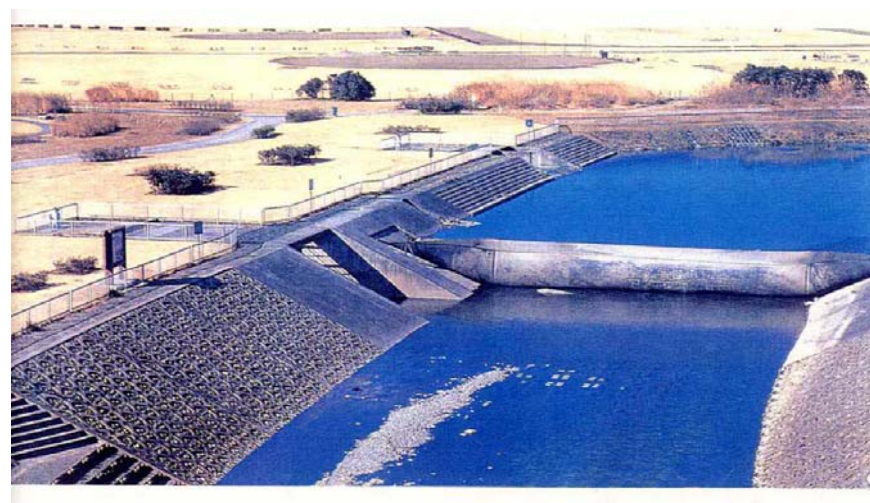
■メカニズム



出典：河川、湖沼、ダム貯水池等の浄化手法についての総合的検討
土木研究所

■浄化施設の事例

野川浄化施設

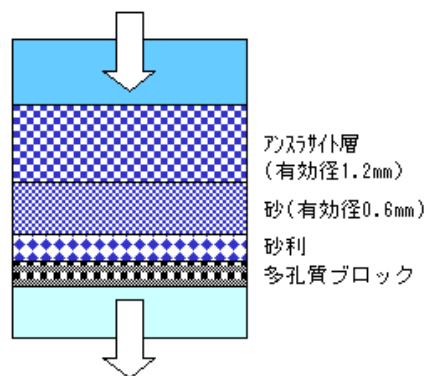


出典：河川直接浄化の手引き 平成9年3月31日 (財)国土開発技術研究センター
野川浄化施設 ラバー堰

1-2) 河川：ろ過

河川水を多孔質(ろ材)を通水させることによって水中の懸濁態有機物ならび栄養塩を除去する。事例としては高屋川浄化施設の凝集沈殿急速ろ過施設などがある。凝集沈殿急速ろ過施設は、主に上水処理や下水処理に用いられる浄化施設であり、平常時の河川水を施設に取水し、前段の処理として凝集剤を投与し微粒子や微生物を大きなフロックにさせた後に目の細かい砂でろ過する方策である。効果が発現する場所は、施設下流であり河川水が流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。その他の技術としては、上向流ろ過、膜ろ過、マイクロストレーナー、長毛ろ過などがある。

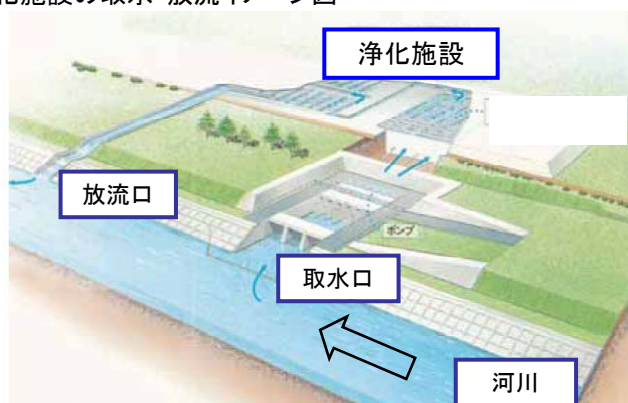
■メカニズム



多孔質(ろ材)に通水させることによって水中の懸濁態有機物ならび栄養塩を除去する。

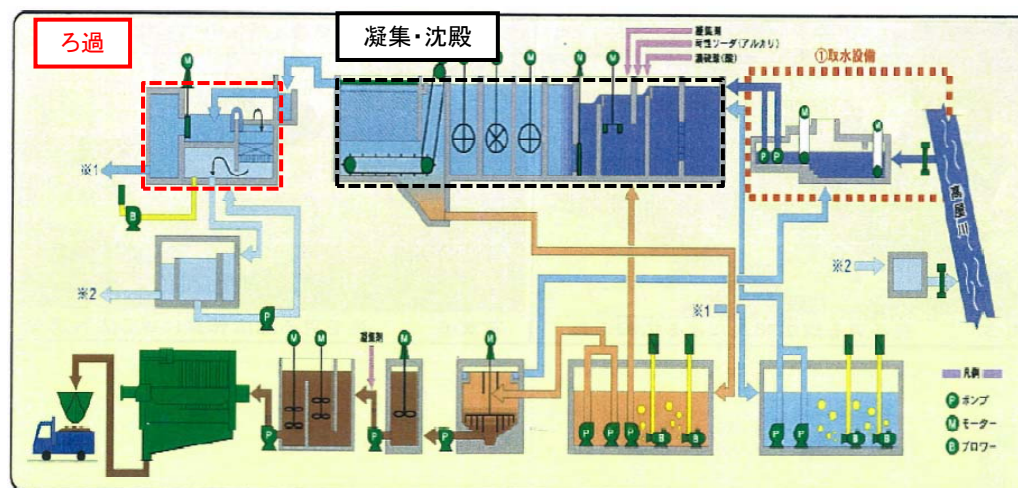
<http://www.city.tsuchiura.lg.jp/index.php?code=501>

■浄化施設の取水・放流イメージ図



<http://www.kasen.or.jp/work/pdf/res02-03-501.pdf>

■高屋川浄化施設の事例

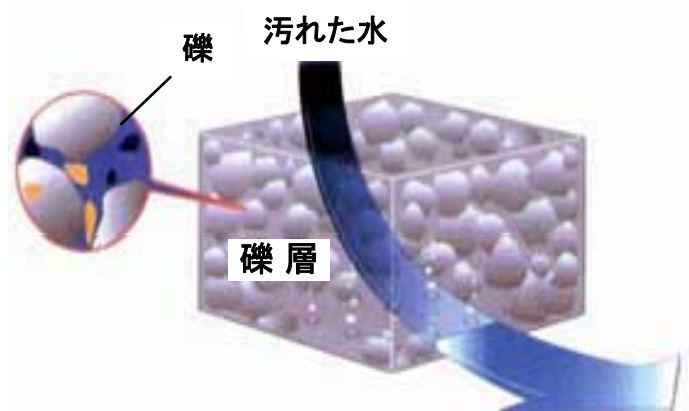


出典：河川浄化施設の事例集 資料編【河川直接浄化施設台帳】高屋川浄化施設

1-3) 河川：接触酸化法

接触材表面に形成された付着生物膜を利用して水中の有機物等を吸着・分解により除去する。事例としては荒川浄化施設の礫間接触酸化施設がある。礫間接触酸化施設は、平常時の河川水を礫等の接触材を充填した水路施設に取水し、接触材との接触沈殿等によって水中の粒子態の汚濁物を除去する方策である。接触材の表面ないしは接触材間に生息する微生物による水中の有機物等の吸着・分解も期待される。効果が発現する場所は、施設下流であり、河川水が流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。その他の技術としては、礫以外の接触材としてプラスチック、ひも状、コンクリート・碎石、浮遊ろ材、木炭、炭素繊維、不織布、樹脂粒、貝殻を用いる場合がある。

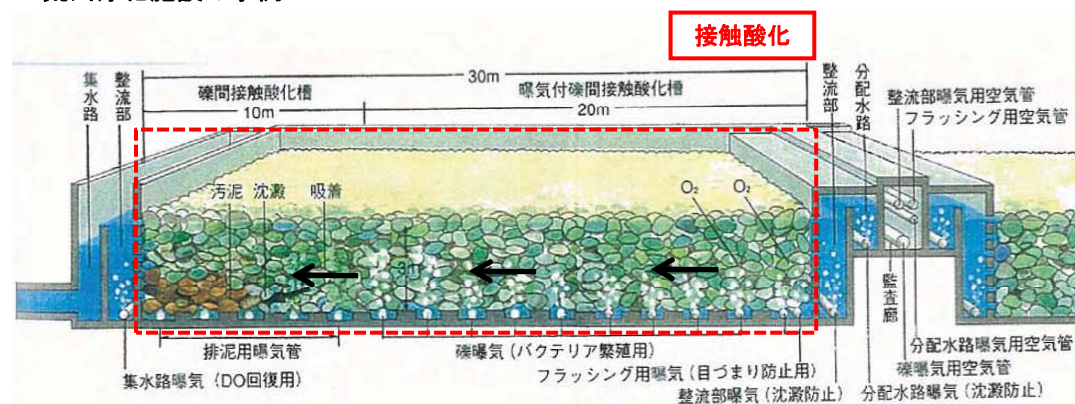
■メカニズム



礫等の接触材を充填した水路施設に取水し、接触材との接触沈殿等によって水中の粒子態の汚濁物を除去する

http://www.ktr.mlit.go.jp/watarase/works/jigyo/5_1_1.htm

■荒川浄化施設の事例



出典：河川浄化施設の事例集 資料編(河川直接浄化施設台帳) 荒川浄化施設

1-4) 河川：土壌処理法

土壌によるろ過・吸着などの土壌浄化作用を活用して有機物ならび栄養塩を除去する。事例としては草津川放水路浄化施設の土壌浄化施設などがある。土壌浄化施設は、粒子態及び溶存態汚濁物質を対象とした浄化施設(ろ過・沈殿を浄化基本原理としつつ、生物・化学的処理により処理効率向上を図る対策)であり、平常時の河川水を施設に取水し、土壌によるろ過(物理的作用)、土壌中の粘土鉱物や腐植等による吸着(化学的作用)、土壌に生息する生物の活動による生物分解(生物的作用)によって汚濁物を除去しようとする方策である。効果が発現する場所は、施設下流であり河川水が流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。その他の技術としては、多段土壌浄化、上向流土壌浄化などがある。

■メカニズム

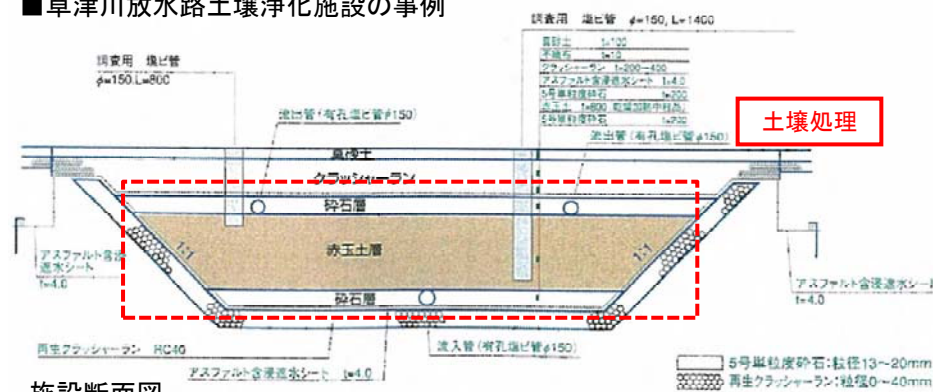
〈土壌の浄化作用〉



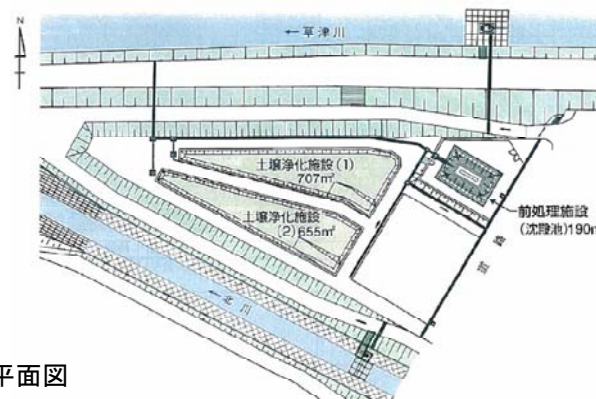
土壌によるろ過(物理的作用)、土壌中の粘土鉱物や腐植等による吸着(化学的作用)、土壌に生息する生物の活動による生物分解(生物的作用)によって汚濁物を除去する

出典：国土交通省関東地方整備局渡良瀬川河川事務所WEBページ
http://www.ktr.mlit.go.jp/watarase/works/jigyos/5_1_1.htm

■草津川放水路土壌浄化施設の事例



施設断面図



施設平面図

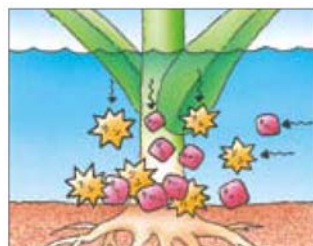
出典：河川浄化施設の事例集 これからの河川浄化施設管理
 国土交通省水質連絡会 平成18年3月 草津川放水路浄化施設

1-5) 河川：植生浄化法

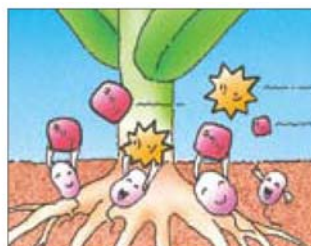
ポンプ等により河川水を浄化施設に取水し、植物や土壌による沈殿・ろ過・吸収等の植生浄化作用を活用して有機物ならび栄養塩を除去する。事例としては河北潟浄化施設の植生浄化(引き込み)などがある。植生浄化(引き込み)は、植物を配した浄化施設に平常時の河川水を導き、植物による吸収の他に、浄化施設内での沈殿・ろ過、土壌への吸着、植物による吸収、土壌微生物等による分解の機能によって汚濁物を除去する方策である。効果が発現する場所は、施設下流であり河川水が流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。その他の技術としては、植生浄化施設のほか、水田・畑地や内湖・ため池、堤脚水路における植生浄化などがある。

■メカニズム

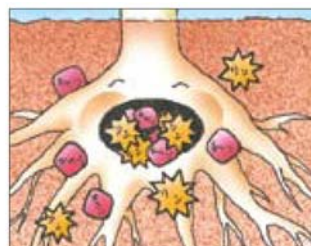
植生浄化のしくみ



① 茎との接触による沈殿効果
流水が茎と接触する際に、汚濁物質が沈殿・堆積します。ヨシの密集地帯では、沈殿の効率も高くなります。

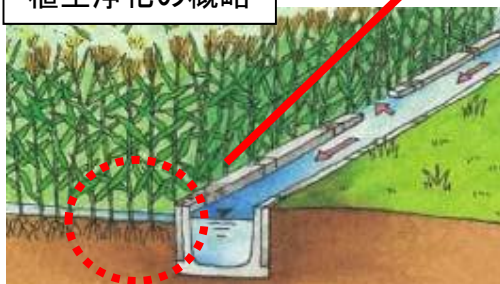


② 脱窒、吸着作用による除去
低湿地に生息する脱窒菌は水中の脱窒作用を促進します。また、土壌にはリンを吸収する作用があります。



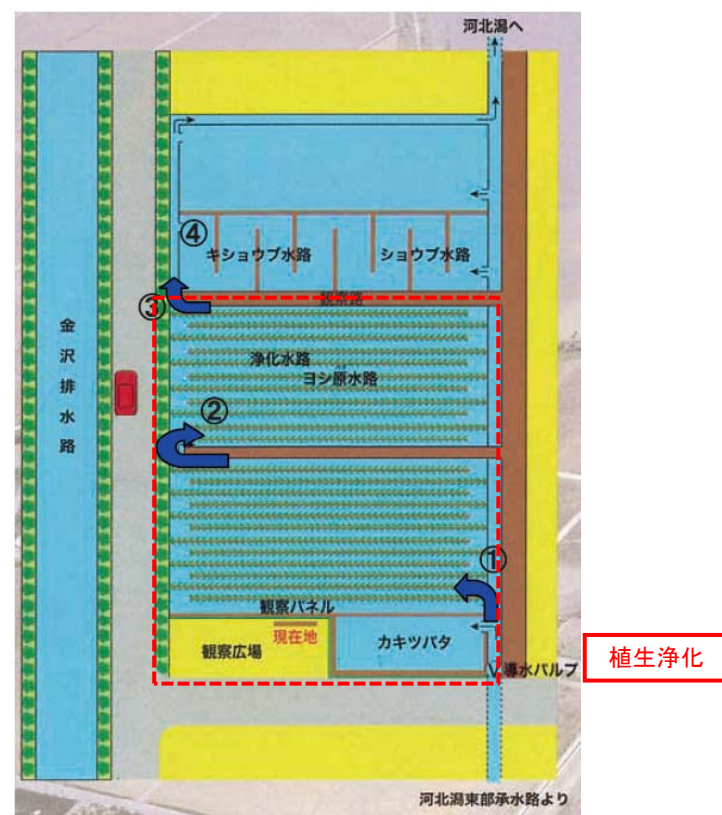
③ 植生の吸収による除去
ヨシは成長する時に、窒素やリンを栄養分として大量に吸収します。

植生浄化の概略



出典：霞ヶ浦パンフレット(Kasumigaura 2009)

■河北潟生態系活用水質浄化施設の事例

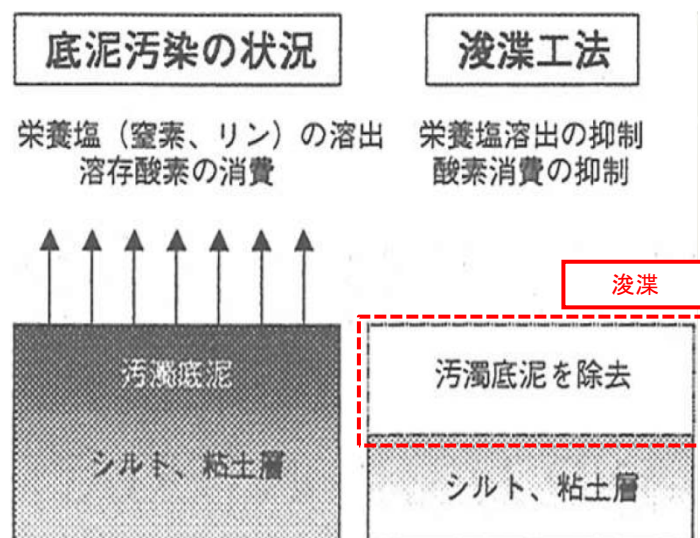


出典：植生浄化施設計画の技術資料[2007年版]

1-6) 河川：河道内底泥浚渫

河底に堆積した土砂・ヘドロ等の底泥を回収・除去し、底泥から水中への栄養塩等の溶出を抑制する。事例としては稗田川の底泥浚渫などがある。稗田川の底泥を浚渫船およびポンプ等によって機械的に浚渫し水中への栄養塩の溶出を抑制することにより、稗田川はもとより流入する湯ヶ淵への汚濁負荷の削減を図る方策である。効果が発現する場所は、浚渫箇所より下流であり河川水が流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。

■メカニズム



河底に堆積した土砂・ヘドロ等の底泥を浚渫船およびポンプ等によって機械的に回収・除去する

■底泥浚渫(湯ヶ淵)の事例



出典：湯ヶ淵の事例 稗田川の底泥浚渫状況

<http://www.pref.aichi.jp/0000017863.html>

出典：海洋開発論文集, 第19巻, 2003年7月

底泥置換覆砂工法の開発と施工

1-7) 河川：酸素供給

曝気により水中の溶存酸素を向上させることで有機物の分解を促進し汚濁負荷を低減する。事例としては内川の河川内曝気などがある。河川内曝気は、河川の河道内に散気管等を設置して水中に酸素を供給することで、嫌気化を抑制するとともに河川が本来有する自浄作用を回復させることで有機物を分解し、汚濁負荷量の削減を図る方策である。効果が発現する場所は、施設下流であり河川水が流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。その他の技術としては、瀬や淵の設置による曝気浄化などがある。

■河道内ばっき装置の事例



諏訪橋上流



曝気装置稼働状況

出典：諏訪橋上流に設置の曝気装置 内川河川整備計画

www.kensetsu.metro.tokyo.jp/kasenseibikeikaku/pdf/utikawakasenseibikeikaku.pdf

1-8) 河川：電気化学的処理法

電気分解による電気化学的作用を利用して水中の有機物ならび栄養塩を分離させ除去する。事例としては霞ヶ浦水質浄化プロジェクトの電気分解装置などがある。電気分解装置は、平常時に河川水を取水し、電解槽にて有機物ならび栄養塩を電気分解により分離させ除去することで水質浄化を図る方策である。効果が発現する場所は、施設下流であり河川水が流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。

■メカニズム

電解槽では、鉄電極を用いた電気分解によって水溶液中に鉄イオンが供給されると加水分解を起こし、すぐさま水酸化鉄コロイドが生成される。



このコロイドは正に帯電しているため、水溶液中に含まれるマイナスに帯電した有機物などの不純物が電氣的に水酸化鉄コロイド表面に引き寄せられて吸着する。

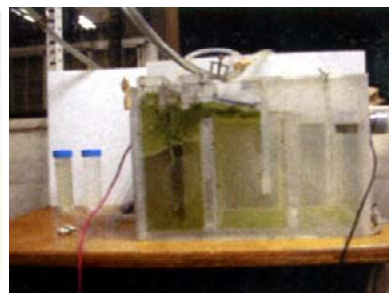
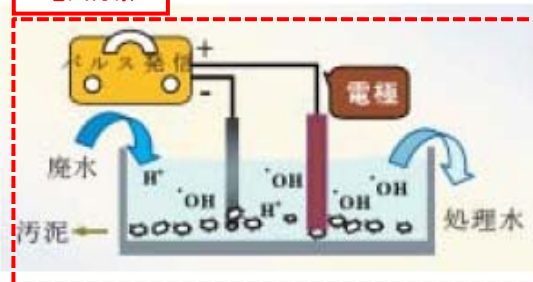


また、水溶液中のリンとは化学的な結合によりリン酸鉄を生成する。



これらの有機物を吸着した水酸化鉄粒子やリン酸鉄粒子は中間の磁気分離処理で磁気フィルターに捕集される。

電気分解



出典：電気分解による底泥洗浄とアオコの浮上分離

財団法人 茨城県化学技術振興財団 霞ヶ浦水質浄化プロジェクト

<http://www.i-step.org/kasumi/spread/k001.htm>

■電気化学的処理の事例



出典：高効率電気分解装置を用いた水処理装置

財団法人 茨城県化学技術振興財団 霞ヶ浦水質浄化プロジェクト

<http://www.i-step.org/kasumi/spread/k002.htm>

2-1) 湖沼：希釈

湖沼水に比べて清澄な河川水を導入することによる希釈効果により水質浄化を図る。事例としては霞ヶ浦導水事業や北千葉導水の浄化用水の導入などがある。浄化用水の導入は、現況において湖沼に流入している河川水等の平均水質に比較して清澄な水(河川水など)を湖沼に新たに人工的に導入する方策である。本事業では、現況における霞ヶ浦への流入河川より水質の良好な那珂川、利根川から導水路により浄化用水を導水する計画である。効果が発現する場所は、湖水を直接浄化するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。その他の技術としては、地下水や伏流水による希釈などがある。

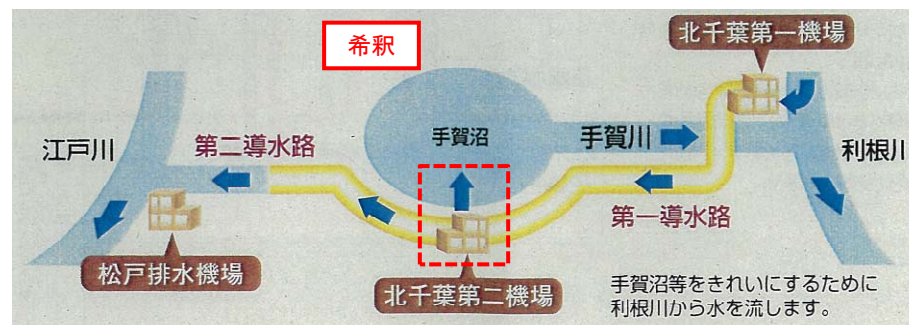
■霞ヶ浦導水事業



出典：霞ヶ浦導水工事事務所

<http://www.ktr.mlit.go.jp/dousui/002jigyuu/01gaiyou.htm>

■北千葉導水の事例

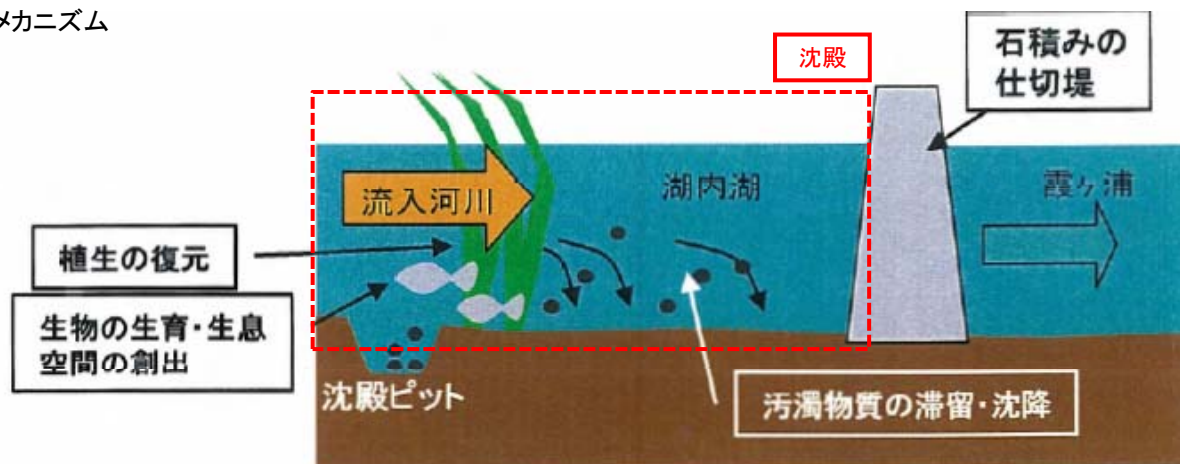


出典：北千葉導水パンフレット

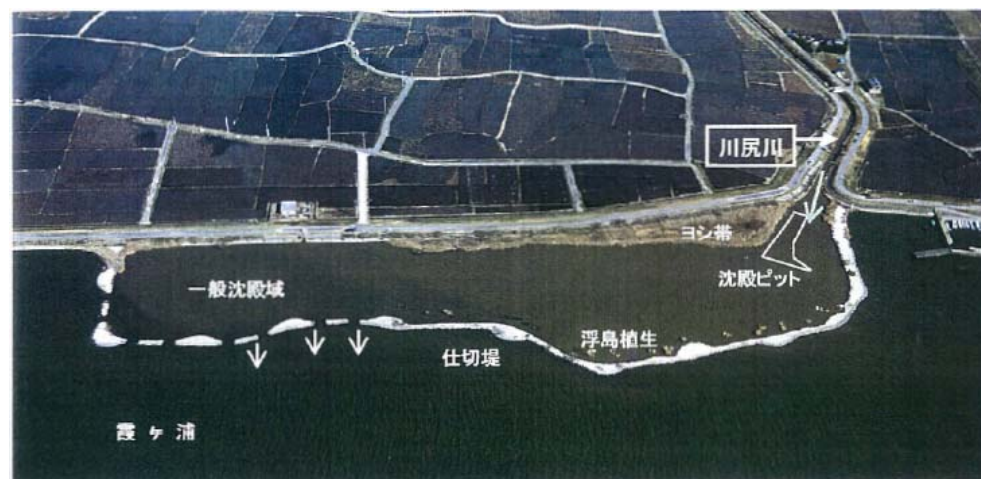
2-2) 湖沼：沈殿

湖水を貯留施設などに一時滞留させることによって水中の懸濁態有機物ならび栄養塩を沈殿・除去する。事例としては川尻川のウェットランド(湖内湖)などがある。ウェットランド(湖内湖)は、自然に近い状態で水質浄化をする施設で、河川から湖沼に入ってくる水を湖内湖で一時的に貯め、沈殿ピットで水質悪化の原因となる物質を沈殿させる方策である。効果が発現する場所は、湖水を直接浄化するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。その他の技術としては、滞水池(雨天時流出抑制池)や分画フェンスによる沈殿などがある。

■メカニズム



■川尻川の事例

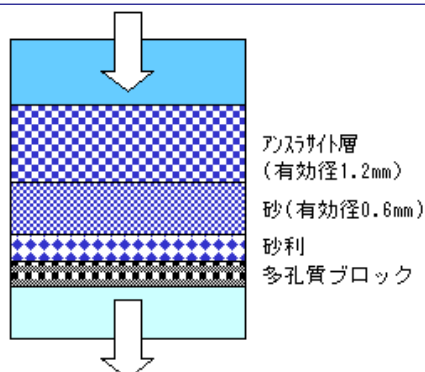


出典：河川浄化施設の事例集 資料編【河川直接浄化施設台帳】 湖内湖 川尻川

2-3) 湖沼：ろ過

湖水を多孔質(ろ材)を通水させることによって水中の懸濁態有機物ならび栄養塩を除去する。事例としては高屋川浄化施設の凝集沈殿急速ろ過施設などがある。凝集沈殿急速ろ過施設は、主に上水処理や下水処理に用いられる浄化施設であり、平常時の湖水を施設に取水し、前段の処理として凝集剤を投与し微粒子や微生物を大きなフロックにさせた後に目の細かい砂でろ過する方策である。効果が発現する場所は、湖水を直接浄化するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。その他の技術としては、上向流ろ過、膜ろ過、マイクロストレーナー、長毛ろ過などがある。

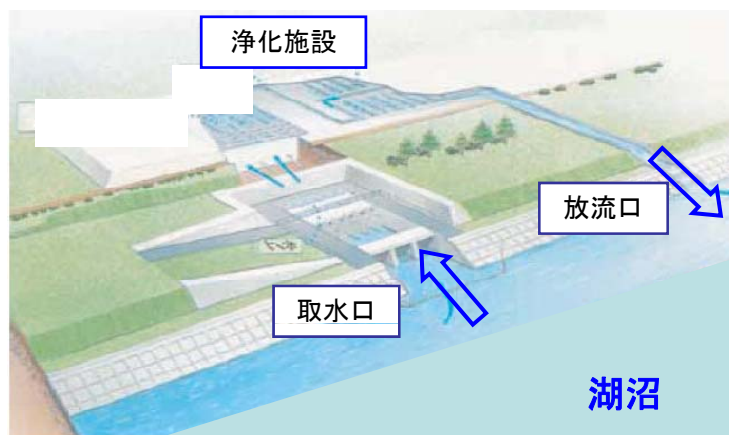
■メカニズム



多孔質(ろ材)に通水させることによって水中の懸濁態有機物ならび栄養塩を除去する。

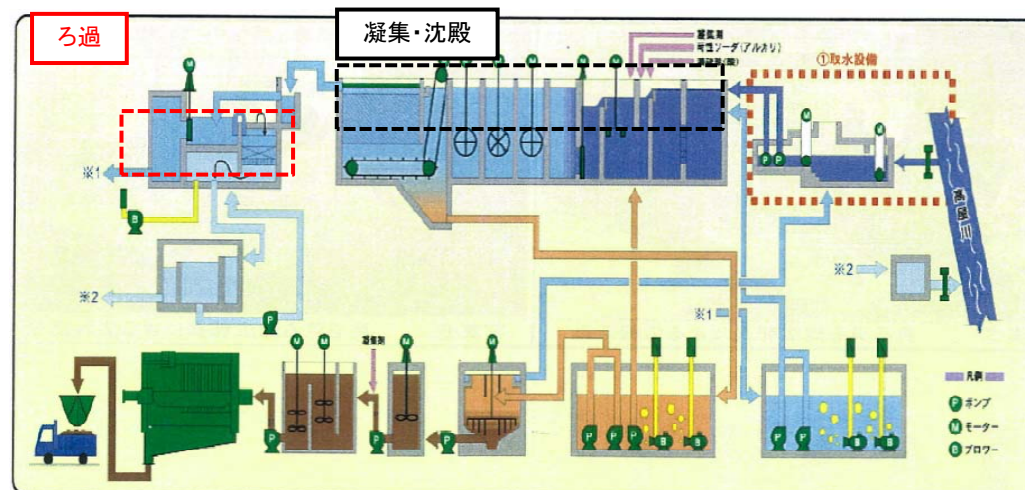
<http://www.city.tsuchiura.lg.jp/index.php?code=501>

■浄化施設の取水・放流イメージ図



<http://www.kasen.or.jp/work/pdf/res02-03-501.pdf>

■高屋川浄化施設の事例

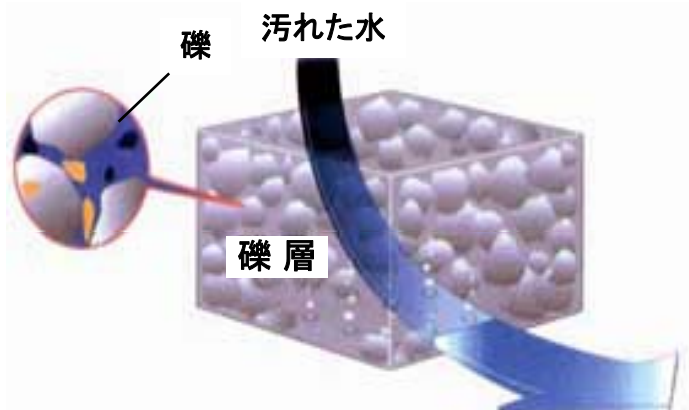


出典：河川浄化施設の事例集 資料編【河川直接浄化施設台帳】高屋川浄化施設

2-4) 湖沼：接触酸化法

接触材表面に形成された付着生物膜を利用して水中の有機物などを吸着・分解により除去する。事例としては荒川浄化施設の礫間接触酸化施設がある。礫間接触酸化施設は、平常時の湖水を礫等の接触材を充填した水路施設に取水し、接触材との接触沈殿等によって水中の粒子態の汚濁物を除去する方策である。接触材の表面ないしは接触材間に生息する微生物による水中の有機物等の吸着・分解も期待される。効果が発現する場所は、湖水を直接浄化するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。その他の技術としては、礫以外の接触材としてプラスチック、ひも状、コンクリート・碎石、浮遊ろ材、木炭、炭素繊維、不織布、樹脂粒、貝殻を用いる場合がある。

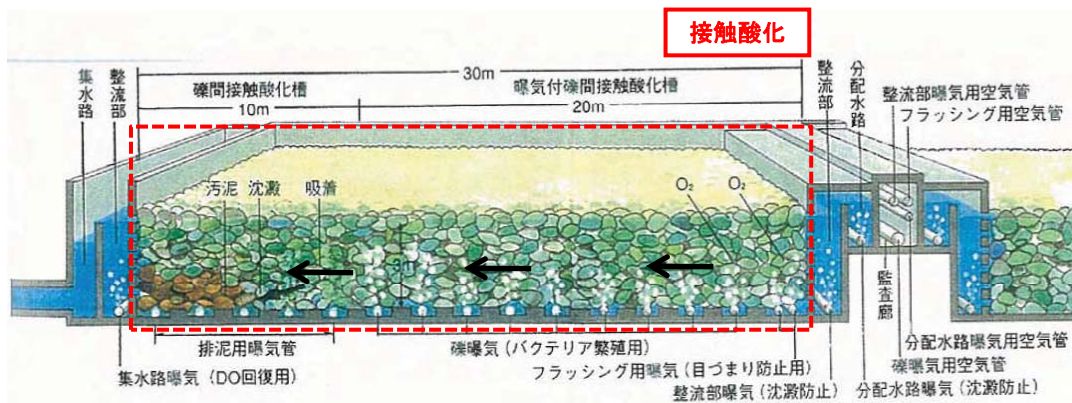
■メカニズム



礫等の接触材を充填した水路施設に取水し、接触材との接触沈殿等によって水中の粒子態の汚濁物を除去する

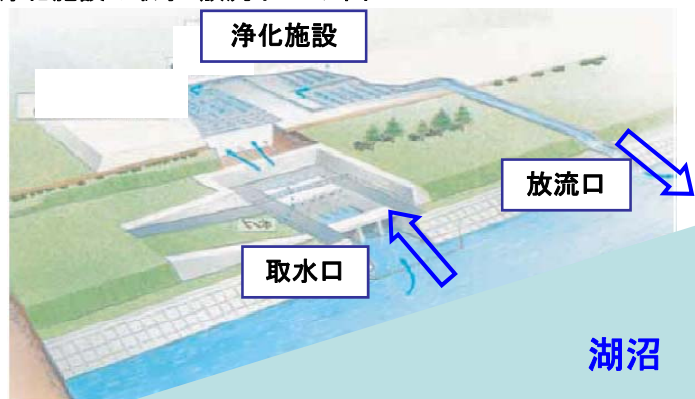
http://www.ktr.mlit.go.jp/watarase/works/jigyo/5_1_1.htm

■荒川浄化施設の事例



出典：河川浄化施設の事例集 資料編（河川直接浄化施設台帳） 荒川浄化施設

■浄化施設の取水・放流イメージ図



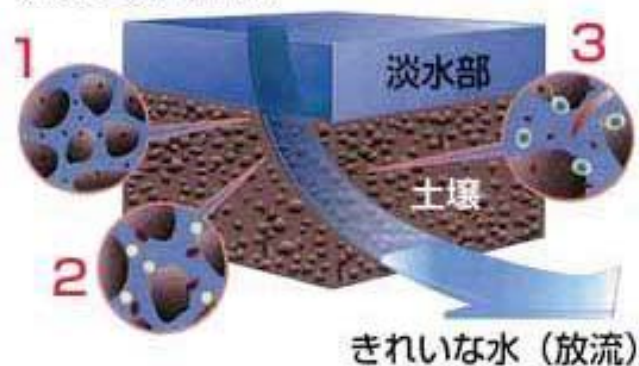
<http://www.kasen.or.jp/work/pdf/res02-03-501.pdf>

2-5) 湖沼：土壌処理法

土壌によるろ過・吸着などの土壌浄化作用を活用して有機物ならび栄養塩を除去する。土壌浄化施設は、粒子態及び溶存態汚濁物質を対象とした浄化施設(ろ過・沈殿を浄化基本原理としつつ、生物・化学的処理により処理効率向上を図る対策)であり、平常時の湖水を施設に取水し、土壌によるろ過(物理的作用)、土壌中の粘土鉱物や腐植等による吸着(化学的作用)、土壌に生息する生物の活動による生物分解(生物的作用)によって汚濁物を除去しようとする方策である。効果が発現する場所は、湖水を直接浄化するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。その他の技術としては、多段土壌浄化、上向流土壌浄化などがある。

■メカニズム

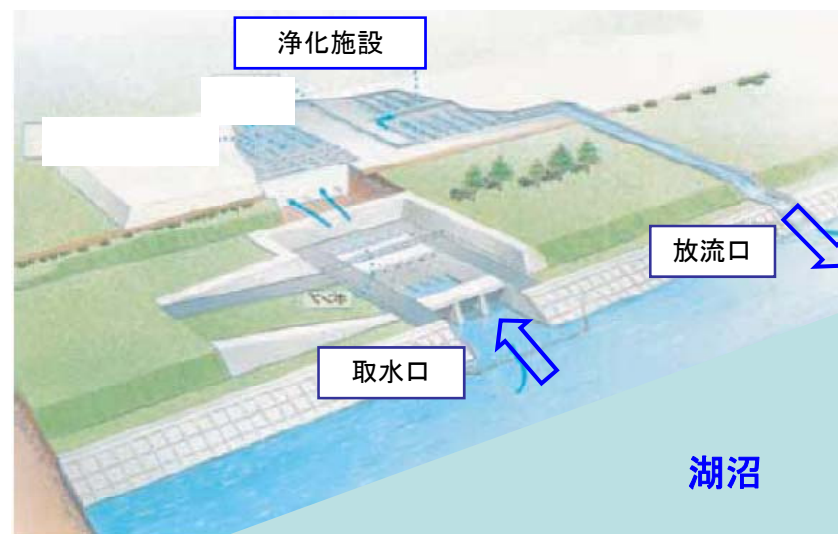
〈土壌の浄化作用〉



土壌によるろ過(物理的作用)、土壌中の粘土鉱物や腐植等による吸着(化学的作用)、土壌に生息する生物の活動による生物分解(生物的作用)によって汚濁物を除去する

出典：国土交通省関東地方整備局渡良瀬川河川事務所WEBページ
http://www.ktr.mlit.go.jp/watarase/works/jigyo/5_1_1.htm

■浄化施設の取水・放流イメージ図

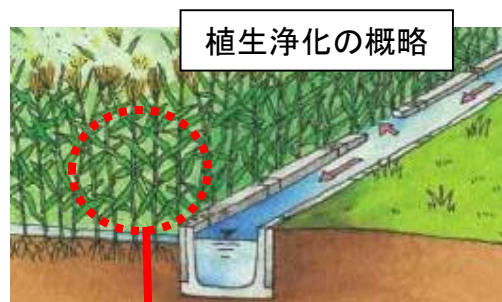


<http://www.kasen.or.jp/work/pdf/res02-03-501.pdf>

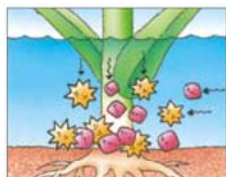
2-6) 湖沼：植生浄化法

ポンプ等により湖水を浄化施設に取水し、植物や土壌による沈殿・ろ過・吸収等の植生浄化作用を活用して有機物ならび栄養塩を除去する。事例としては清明川浄化施設の植生浄化(引き込み)などがある。植生浄化(引き込み)は、植物を配した浄化施設に平常時の湖水を導き、植物による吸収の他に、浄化施設内での沈殿・ろ過、土壌への吸着、植物による吸収、土壌微生物等による分解の機能によって汚濁物を除去しようとする方策である。効果が発現する場所は、湖水を直接浄化するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。

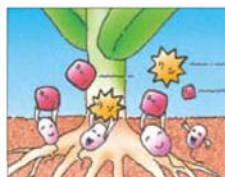
■メカニズム



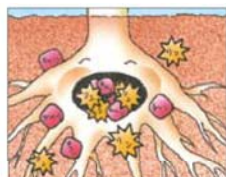
植生浄化のしくみ



① 茎との接触による沈殿効果
流水が茎と接触する際に、汚濁物質が沈殿・堆積します。ヨシの密集地帯では、沈殿の効率も高くなります。



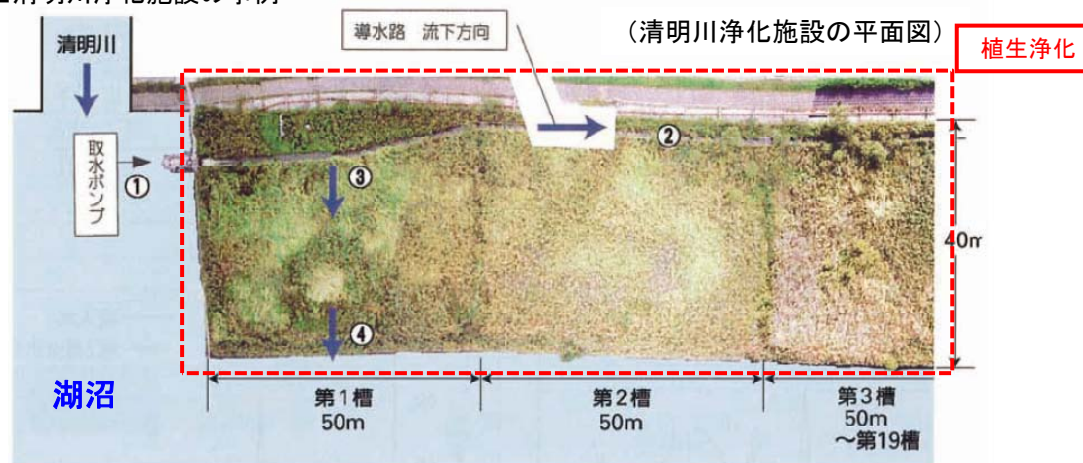
② 脱窒、吸着作用による除去
低湿地に生息する脱窒菌は水中の脱窒作用を促進します。また、土壌にはリンを吸収する作用があります。



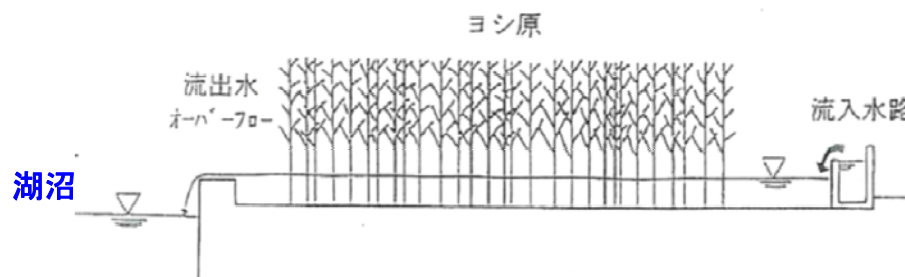
③ 植生の吸収による除去
ヨシは成長するときに、窒素やリンを栄養分として大量に吸収します。

出典：霞ヶ浦パンフレット(Kasumigaura 2009)

■清明川浄化施設の事例



出典：植生浄化施設計画の技術資料[2007年版]

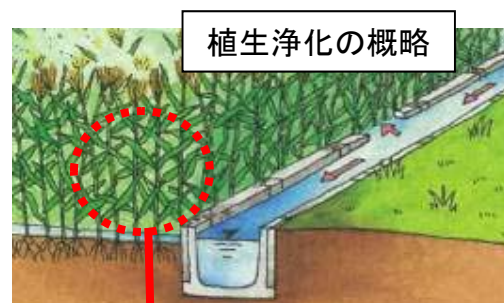


出典：植生浄化施設計画の技術資料[2007年版]

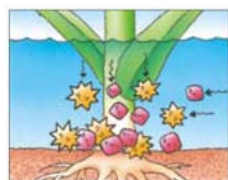
2-7) 湖沼：植生利用

湖岸にヨシ・アサザなどの沈水・抽水植物による植生帯を造成し、植生浄化作用を活用して有機物ならび栄養塩を除去する。事例としては霞ヶ浦における植生利用などがある。植生利用は、植物による吸収の他に、植生内での沈殿・ろ過、土壌への吸着、植物による吸収、土壌微生物等による分解の機能によって汚濁物を除去しようとする方策である。効果が発現する場所は、湖水を直接浄化するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。その他の技術としては、浮葉植物による浮島などがある。

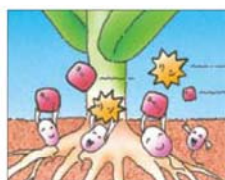
■メカニズム



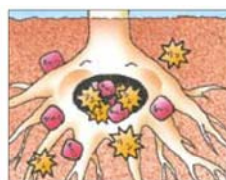
植生浄化のしくみ



① 茎との接触による沈殿効果
流水が茎と接触する際に、汚濁物質が沈殿・堆積します。ヨシの密集地帯では、沈殿の効率も高くなります。



② 脱室、吸着作用による除去
低湿地に生息する脱室菌は水中の脱室作用を促進します。また、土壌にはリンを吸収する作用があります。



③ 植生の吸収による除去
ヨシは成長する時に、窒素やリンを栄養分として大量に吸収します。

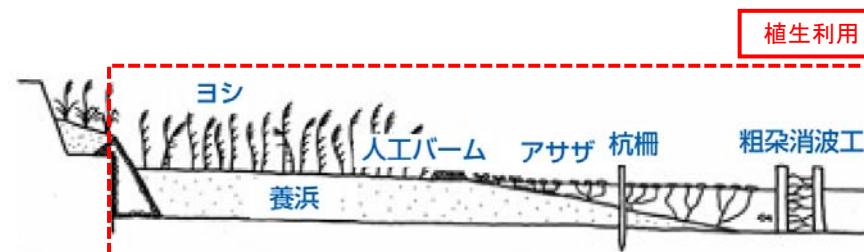
出典：霞ヶ浦パンフレット (Kasumigaura 2009)

■霞ヶ浦の事例



出典：霞ヶ浦北浦水産振興協議会 茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所

http://www.kasumikita-sinkou.jp/cgi/pamph/data/doc/1206678260_1.pdf

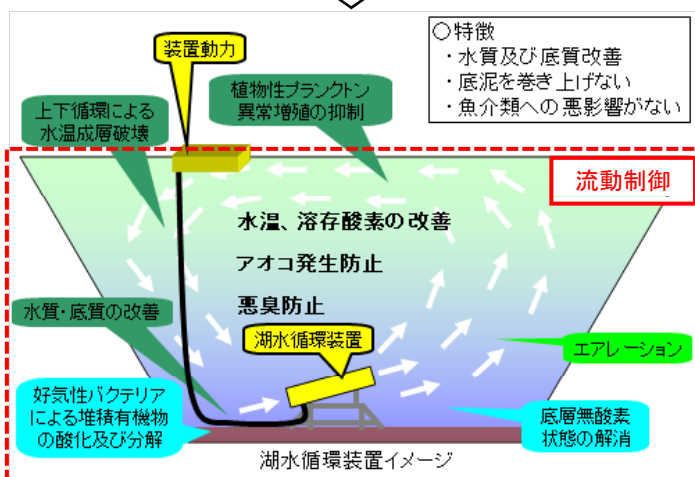
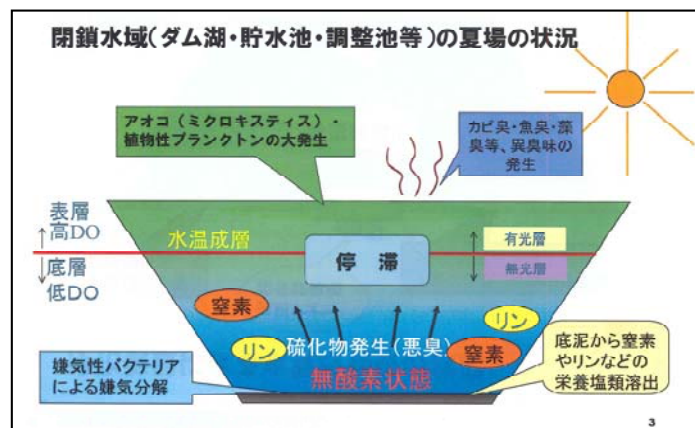


出典：霞ヶ浦パンフレット (Kasumigaura 2009)

2-8) 湖沼：流動制御

湖水を循環させることによる藻類増殖抑制や水質の均質化により湖内の水質悪化を抑制する。事例としては鹿野川ダムの湖水循環などがある。湖水循環は、空気揚水筒や散気管を用いて湖水を循環させ、循環混合を促進して藻類の増殖を抑制するとともに藻類濃度を希釈して水質浄化を図る方策である。効果が発現する場所は、湖水を直接浄化するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。その他の技術としては、曝気による湖水循環のほか、噴水やジェットストリーマー、密度流拡散装置などがある。

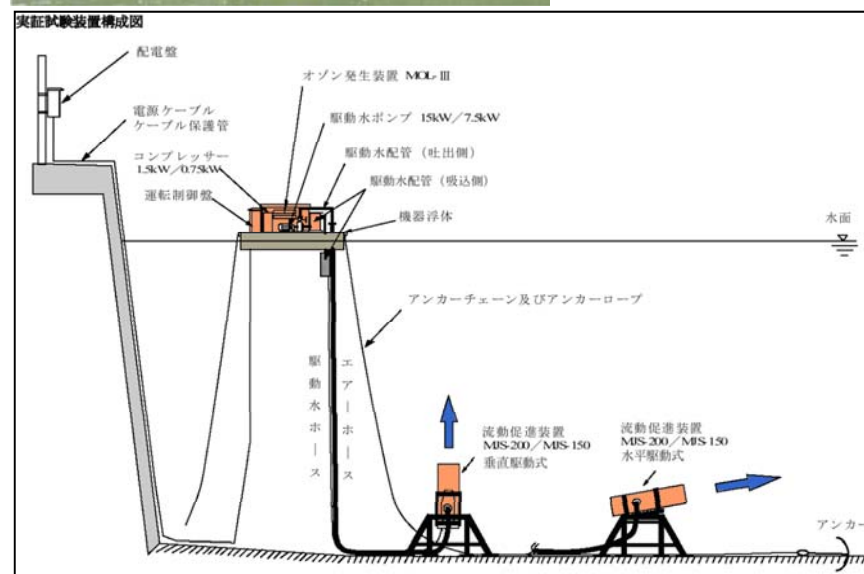
■メカニズム



出典：霞ヶ浦河川事務所提供資料ppt

■流動促進装置の事例

鹿野川ダム



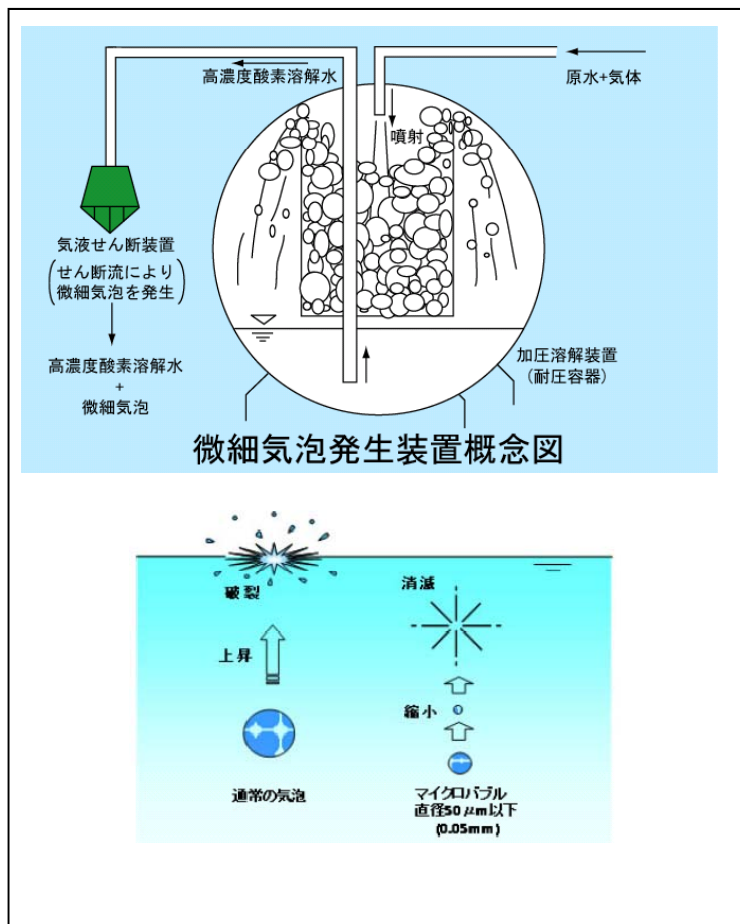
出典：鹿野川ダム実証試験 独立行政法人 国立環境研究所

<http://ecotech.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=102>

2-9) 湖沼：酸素供給

曝気により水中の溶存酸素を向上させることで有機物の分解を促進し汚濁負荷を低減する。事例としてはマイクロバブルなどがある。直径 $50\mu\text{m}$ 以下の気泡であるマイクロバブルを大量に含んだ曝気水を湖水に供給することにより、効率的に溶存酸素を向上させて有機物や臭気を低減して水質改善を図る方策である。効果が発現する場所は、湖水を直接浄化するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。その他の技術としては、浅層曝気循環装置、深層水エアレーションなどがある。

■メカニズム



■マイクロバブルの事例



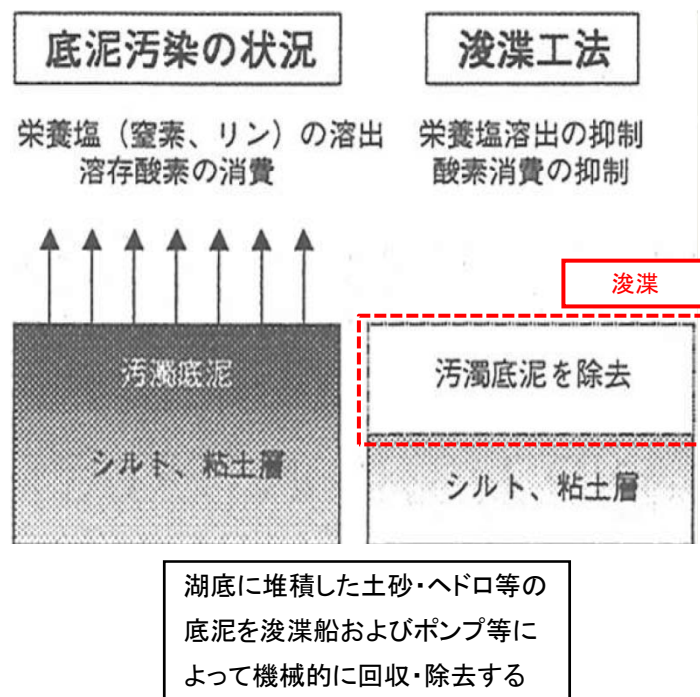
出典： 熊本県石打ダム 新技術情報提供システム (NETIS)
http://www.netis.mlit.go.jp/NetisRev/Search/NtDetail6.asp?RE_G_NO=QS-040010&TabType=2&nt=nt

出典： 株式会社 建設技術研究所 マイクロバブルプロジェクト委員会
「マイクロバブルを用いた水域環境の改善」

2-10) 湖沼：湖内底泥浚渫

湖底に堆積した土砂・ヘドロ等の底泥を回収・除去し、底泥から水中への栄養塩等の溶出を抑制する。事例としては霞ヶ浦の底泥浚渫などがある。底泥浚渫は、湖底に堆積した土砂・ヘドロ等の底泥を浚渫船およびポンプ等によって機械的に回収・除去して、底泥から水中への栄養塩等の溶出を抑制して汚濁負荷の削減を図る方策である。効果が発現する場所は、湖底を直接浚渫するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。

■メカニズム



出典： 海洋開発論文集, 第19巻, 2003年7月
底泥置換覆砂工法の開発と施工

■湖内底泥浚渫(霞ヶ浦)の事例

浚渫船「カスミザウルス」



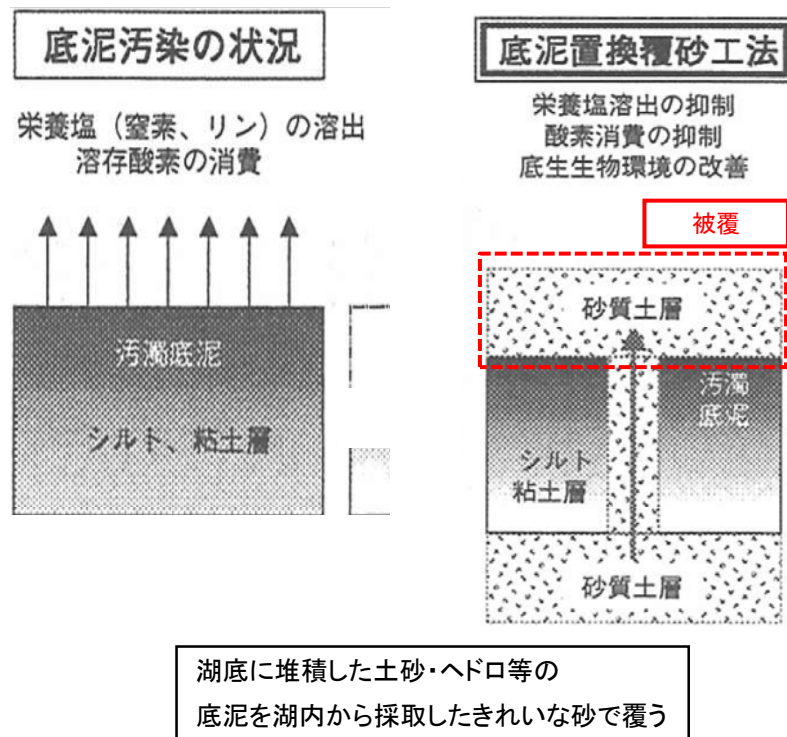
出典： 霞ヶ浦河川事務所 底泥浚渫

<http://www.ktr.mlit.go.jp/kasumi/kankyau/teidei.htm>

2-11) 湖沼：湖内底泥被覆

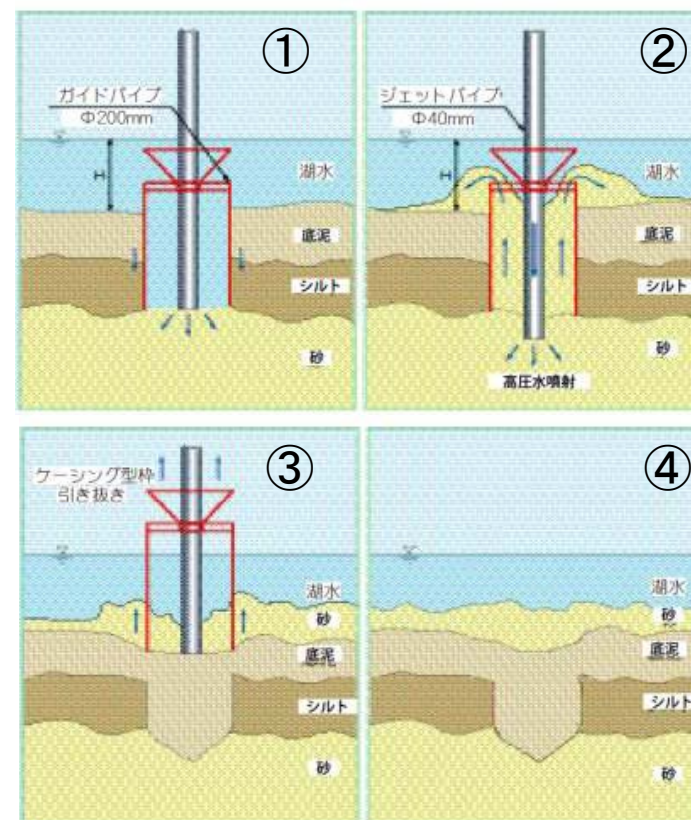
湖底に堆積した土砂・ヘドロ等の底泥を湖内外から採取したきれいな砂で覆うことにより底泥から水中への栄養塩等の溶出を抑制する。事例としては底泥置換被覆法などがある。底泥置換被覆法は、高圧水噴射により下層の砂を引き上げることにより、汚濁汚泥を湖底の砂質土層で覆うことで底泥から水中への栄養塩等の溶出を抑制して汚濁負荷の削減を図る方策である。効果が発現する場所は、湖底を直接被覆するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。その他の技術としては、湖内外材料による覆砂、吸着覆土剤による底泥対策などがある。

■メカニズム



出典： 海洋開発論文集, 第19巻, 2003年7月
底泥置換覆砂工法の開発と施工

■底泥置換被覆工法の事例

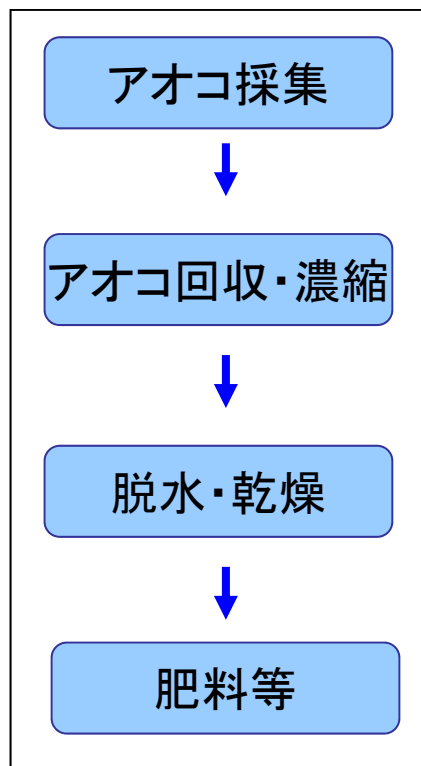


出典： 新技術情報提供システム (NETIS)
平成13年度環境の浄化技術(選定(登録番号:KT-010041))

2-12) 湖沼：藻類回収

栄養塩を吸収して増殖した藻類を採取し、除去することで湖内の栄養塩を低減する。事例としてはアオコ回収システムなどがある。アオコ回収システムは、発生したアオコを採取船等によって回収・除去することによって、枯死後に湖底に沈降・堆積し、栄養塩の溶出源となることを防ぐことで水質汚濁の緩和を図る方策である。効果が発現する場所は、湖内の藻類を直接回収するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。その他の技術としては、アオコ以外の水草管理による水質浄化などがある。

■メカニズム



■アオコ除去の事例

アオコ回収船みずすまし号

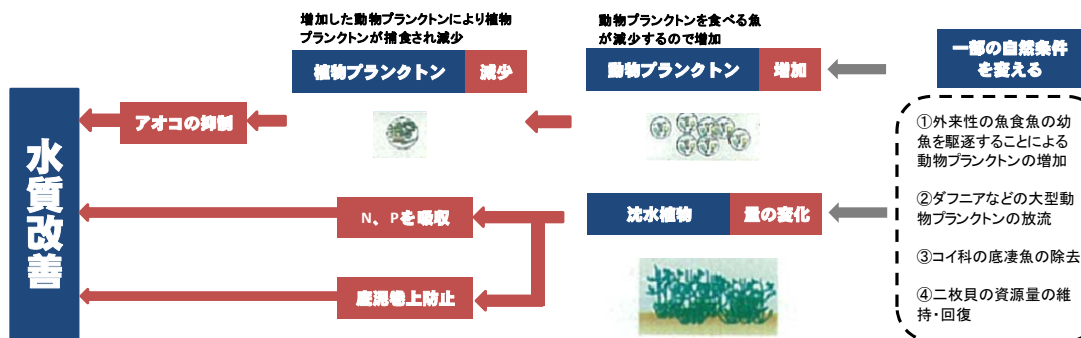


出典：アオコ回収事業 手賀沼水環境保全協議会
http://www.tesuikyo.jp/t02_02.html

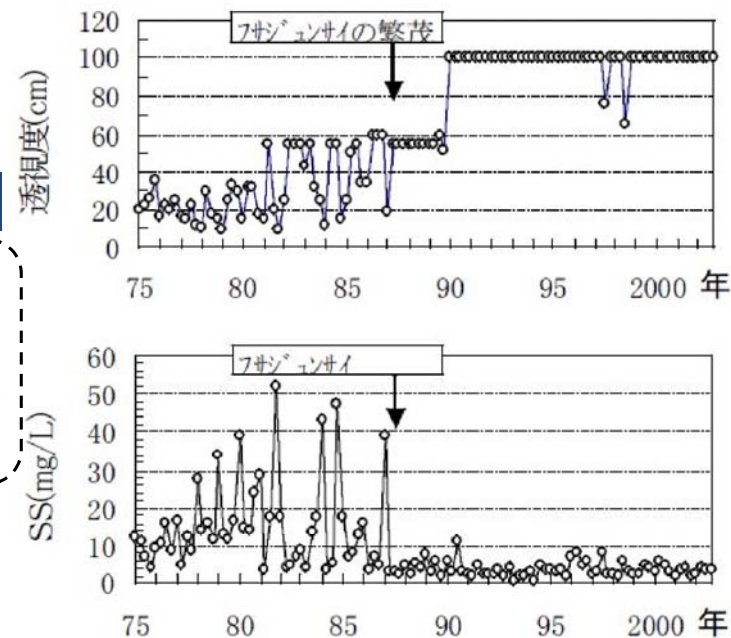
2-13) 湖沼：生態系制御

動物プランクトンを放流する方法によって生物相をコントロールし、植物プランクトンの増殖を抑制する。事例としては名古屋市内の「ため池」におけるフサジュンサイによる浄化などがある。沈水植物を繁茂させN,P吸収などの浄化機能を利用して水質改善を図る方策である。効果が発現する場所は、湖水を直接浄化する手法であり、効果が発現する湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。

■メカニズム



■名古屋市内の「ため池」における沈水植物の繁茂による水質改善の事例



名古屋市内のため池（塚の杵池、面積32,113m²、水深1.7m）で、沈水植物のフサジュンサイの繁茂（1986年頃）によってシルト質で濁った池が透明度の高い水質に推移した。

出典：自然の浄化力を活用した新たな水質改善手法に関する資料集(案)
平成22年3月国土交通省河川局河川環境課

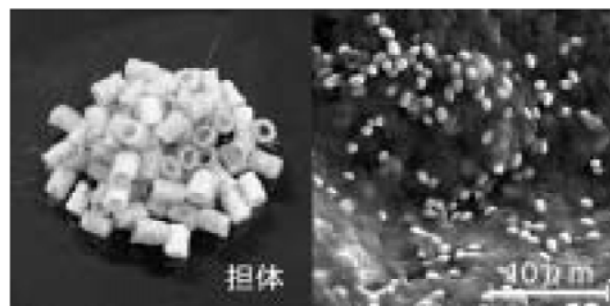
2-14) 湖沼：薬品等の散布

湖内に薬剤を散布することで、微生物による浄化促進または藻類および水草の生長の抑制や死滅により水質改善を図る。事例としては微生物製剤の投与がある。微生物製剤の投与は、ボートの上から微生物製剤を投与して湖底の微生物量を増大させることにより栄養塩の消費および有機物の分解を促進することで水質浄化を図る方策である。効果が発現する場所は、湖水を直接浄化するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。その他の技術としては、栄養塩の不活性化、殺藻処理がある。

■微生物製剤



出典：固定化菌体による底質・水質改善 新技術情報提供システム (NETIS)



出典：微生物製剤の利用技術 微生物製剤の利用技術

北海道立工業試験場 www.iri.hro.or.jp/book/irinews/02-25-03/25-03-10.pdf

■微生物製剤使用の事例

ボートから微生物製剤の投入



出典：固定化菌体による底質・水質改善 新技術情報提供システム (NETIS)
http://www.netis.mlit.go.jp/RenewNetis/Search/Nt/NtDetail3.asp?REQ_NO=KK-010036&TabType=&nt=nt

2-15) 湖沼：電気化学的処理法

電気分解による電気化学的作用を利用して水中の有機物ならび栄養塩を分離させ除去する。事例としては霞ヶ浦水質浄化プロジェクトの電気分解装置などがある。電気分解装置は、平常時に湖水を取水し、電解槽にて有機物ならび栄養塩を電気分解により分離させ除去することで水質浄化を図る方策である。効果が発現する場所は、湖水を直接浄化するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。

■メカニズム

電解槽では、鉄電極を用いた電気分解によって水溶液中に鉄イオンが供給されると加水分解を起こし、すぐさま水酸化鉄コロイドが生成される。



このコロイドは正に帯電しているため、水溶液中に含まれるマイナスに帯電した有機物などの不純物が電気的に水酸化鉄コロイド表面に引き寄せられて吸着する。

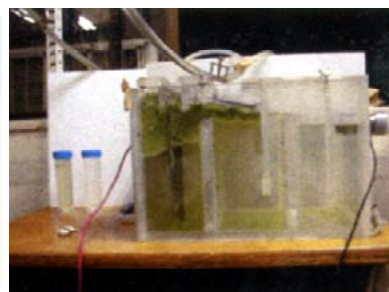
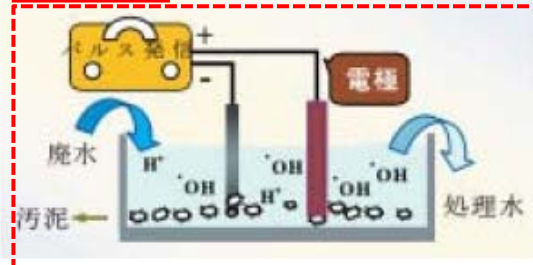


また水溶液中のリンとは化学的な結合によりリン酸鉄を生成する。



これらの有機物を吸着した水酸化鉄粒子やリン酸鉄粒子は中間の磁気分離処理で磁気フィルターに捕集される。

電気分解



出典：電気分解による底泥洗浄とアオコの浮上分離

財団法人 茨城県化学技術振興財団 霞ヶ浦水質浄化プロジェクト

<http://www.i-step.org/kasumi/spread/k001.htm>

■電気化学的処理の事例



出典：高効率電気分解装置を用いた水処理装置

財団法人 茨城県化学技術振興財団 霞ヶ浦水質浄化プロジェクト

<http://www.i-step.org/kasumi/spread/k002.htm>

2-16) 湖沼：日照遮断

遮光設備を利用して日照を遮断することで植物プランクトンの増殖要素の一つである光を制御し、藻類の増殖を抑制する。事例としては正六角形ポリエチレン製のフロートを使った遮光設備などがある。遮光板を湖面に浮かべて日照を遮断することで、植物プランクトンの増殖要素の一つである光合成を抑制して水質悪化の抑制を図る方策である。効果が発現する場所は、湖面を直接被覆するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。

■メカニズム

植物プランクトンの生産条件の1つである光を遮断して、植物プランクトンの増殖を抑制する。

■湖面の日照遮断の事例



遮光設備

出典：正六角形ポリエチレン製のフロートを使った遮光設備（北総東部用水）

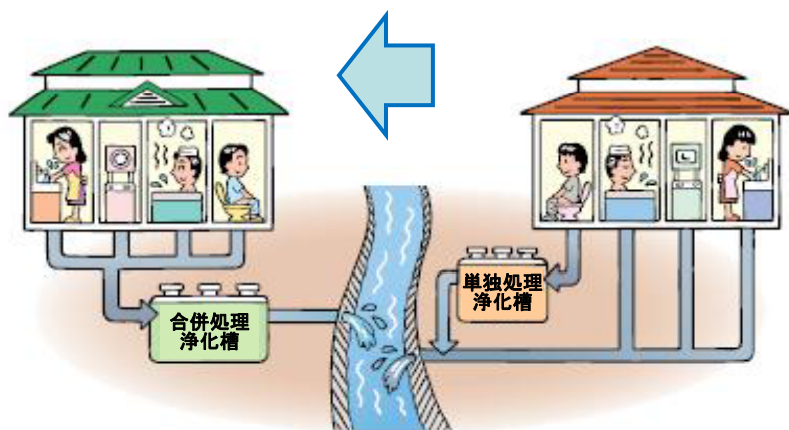
環境報告書2008 独立法人水資源機構

3-1) 流域：生活排水対策

下水道、農業集落排水施設、コミュニティプラント施設、浄化槽等の整備を推進して、河川・湖沼への流入負荷削減を図る。事例としては湖沼水質保全計画の下水道の整備などがある。下水道の整備を推進するとともに下水道への接続率を向上させることにより、河川・湖沼への流入負荷削減を図る方策である。効果が発現する場所は、対策を実施した箇所および河川を経由して処理水が流入する河川・湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。

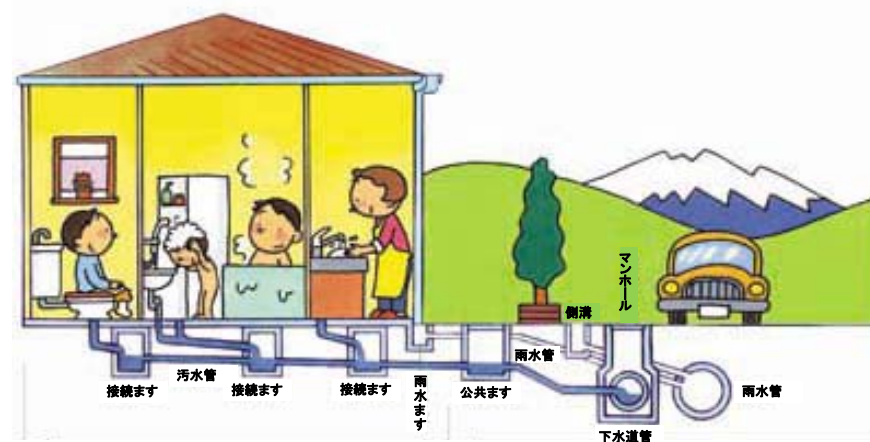
■下水道整備や高度型合併浄化槽普及の事例

単独浄化槽から高度型合併浄化槽による処理



<http://www.pref.chiba.lg.jp/suiho/kasentou/toukyouwan/ayu-2/ayu-4pe-ji.html>

下水道未整備から下水道整備へ

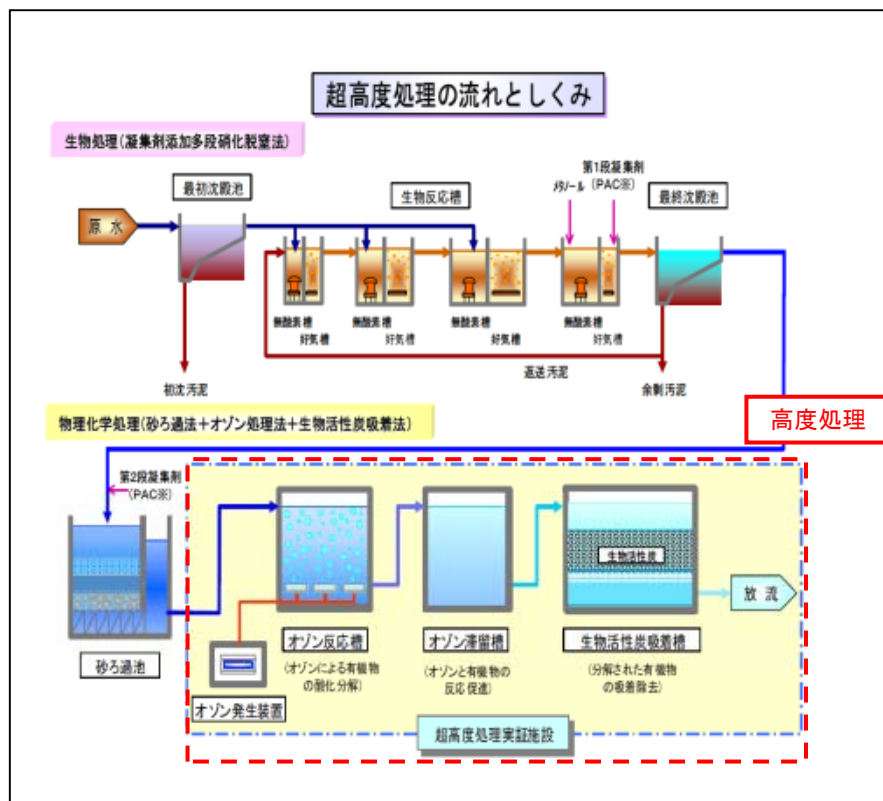


http://www.city.uji.kyoto.jp/cmsfiles/contents/0000001/1134/9026_1.jpg

3-2) 流域：生活排水対策（高度処理）

下水処理場、農業集落排水施設やコミュニティプラント施設の処理能力を高度処理化でさらに向上させることにより、河川・湖沼への流入負荷の削減を図る。事例としては湖沼水質保全計画の下水処理場の高度処理化などがある。既存の砂ろ過等の高度処理に加えて、膜処理等による高度処理を導入することで、河川・湖沼への流入負荷をさらに削減する方策である。効果が発現する場所は、対策を実施した箇所および河川を經由して処理水が流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。

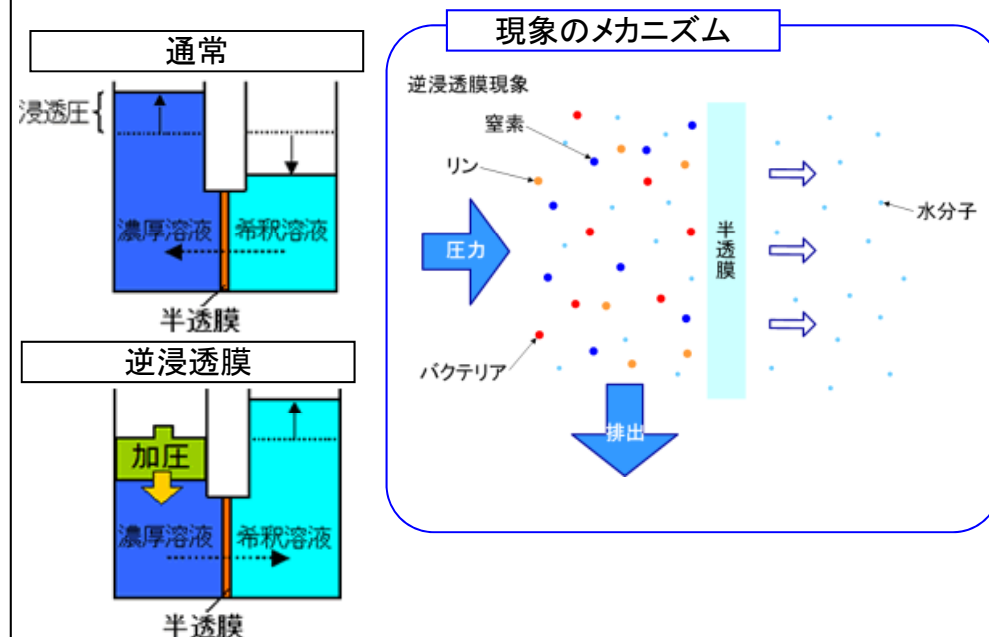
■高度処理（砂ろ過法＋オゾン処理法＋生物活性炭吸着法）事例



出典：湖沼における下水道事業推進協議会 滋賀県（琵琶湖）
http://www.kosyoukyou.jp/torikumi/shiga/shiga_jirei.pdf

■RO膜処理の事例

●人工的に圧力をかけて、水だけを浸透させる。



出典：独立行政法人 国立環境研究所（SR-78-2007）
<http://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/sr78/sr78.pdf>

3-3) 流域：生活排水対策（下水処理水の放流先変更）

下水処理場の放流口の位置を変更することで汚濁負荷の流入を調整し水質改善を図る。事例としては中川・江戸川連絡導水路の放流位置変更などがある。下水処理水の放流先を対象箇所の上流から下流に変更することにより対象箇所の水質悪化を抑制する方策である。効果が発現する場所は、対策を実施した箇所および河川を經由して処理水が流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。

■下水処理場の放流口の位置変更（中川・江戸川連絡導水路の場合）事例

中川・江戸川連絡導水路（放流位置変更前）



中川・江戸川連絡導水路（放流位置変更後）



出典：水道原水となる河川の水質悪化への対応について

http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/mizukankyoku/01/pdf/s04.pdf

3-4) 流域：生活排水対策（下水処理水の自然浄化）

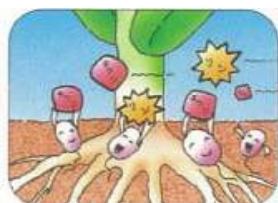
下水処理場、農業集落排水施設やコミュニティプラント施設の放流水路などにおいて自然浄化機能を付与させることで水質浄化を図る。事例としては下水処理水の自然浄化がある。下水処理場の放流水路において自然浄化機能を付与することで水質浄化を図る方策である。下水処理放流水の対策は、下水道整備事業の予算の一部を放流水浄化に振りわけることによって整備できる。効果が発現する場所は、対策を実施した箇所および河川を経由して処理水が流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。

■メカニズム

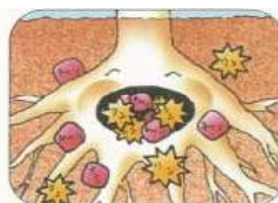
（凝集効果,脱窒,吸着など）



①茎との接触による沈殿効果



②脱窒,吸着作用による除去



③植生の吸収による除去

出典：霞ヶ浦パンフレット(Kasumigaura 2009)

（土壌浄化）

〈土壌の浄化作用〉



土壌によるろ過（物理的作用）、土壌中の粘土鉱物や腐植等による吸着（化学的作用）、土壌に生息する生物の活動による生物分解（生物的作用）によって汚濁物を除去する

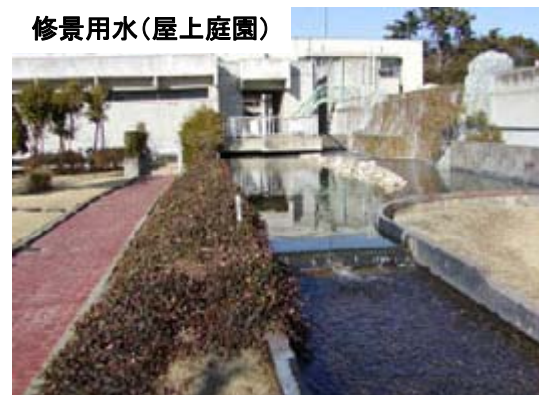
出典：国土交通省関東地方整備局渡良瀬川河川事務所WEBページ

http://www.ktr.mlit.go.jp/watarase/works/jigyo/5_1_1.htm

ビオトープ



修景用水（屋上庭園）



<http://community.admb.ibaraki.ac.jp/03-04.html>

3-5) 流域：生活排水対策（有リン剤の使用禁止）

富栄養化の制限因子であるリンの負荷を減らし、河川・湖沼の水質改善を図る。事例としては湖沼水質保全計画の有リン洗剤の使用制限などがある。有リン洗剤の使用を制限することで、富栄養化の制限因子であるリンの負荷を減らし、河川・湖沼の水質改善を図る方策である。なお、霞ヶ浦の富栄養化の防止に関する条例において、リンを含む家庭用合成洗剤の使用、譲渡、販売等の禁止を引き続き実施するとされている。効果が発現する場所は、対策を実施した箇所および河川を経由して生活排水が流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。

■ 粉末合成洗剤生産量及びリン酸塩消費の推移

1982年：霞ヶ浦富栄養化防止条例 施行
※1980年：琵琶湖富栄養化防止条例 施行



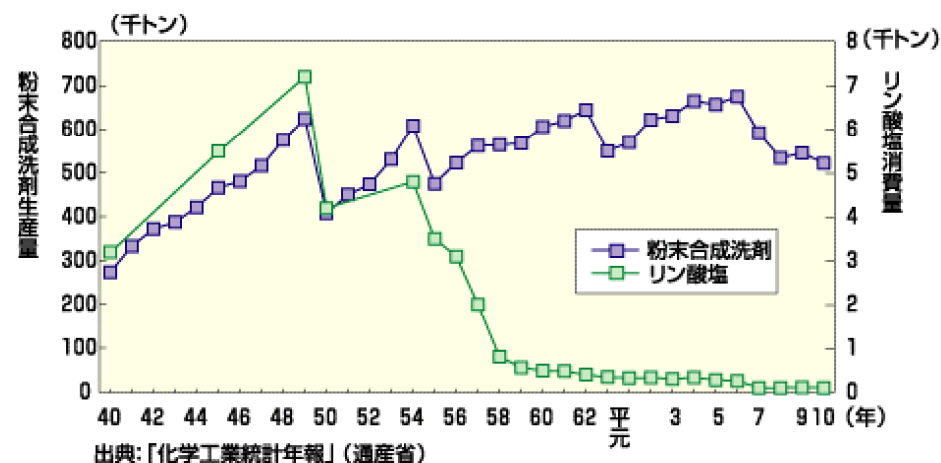
有リン洗剤の販売・使用が禁止、無リン洗剤の開発



リン酸塩の代わりにゼオライトを配合した無リン洗剤の発売



消費者に受け入れられ、現在家庭用洗剤はほぼ100%無リン化



3-6) 流域：畜産排水対策

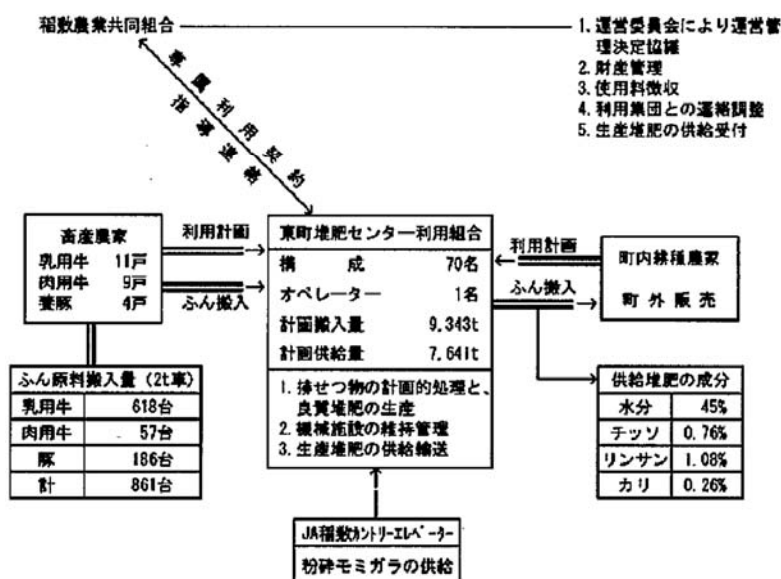
家畜排せつ物の処理を向上させることにより、河川・湖沼への流入負荷削減を図る。事例としては湖沼水質保全計画の未処理糞尿の堆肥化・液肥化などがある。「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」に基づき、『家畜排せつ物たい肥化施設』の整備を行い、適切なたい肥利用の推進やたい肥成分の分析を行い『特殊肥料の届出』による広域流通を推進させることで水質浄化を図る方策である。効果が発現する場所は、対策を実施した箇所および河川を経由して畜産排水が流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。

■野積み・素掘り状況(降雨時に流れ出している)



出典：平成20年度地域連携シンポジウム
<http://www.agr.ibaraki.ac.jp/kasumigaura/2008.7.3kasumigaura.html>

■家畜排せつ物たい肥化施設(稲敷市あづまたい肥センター)



出典：茨城県畜産センターホームページ
<http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/nourin/chikuse/taihinavi.html>

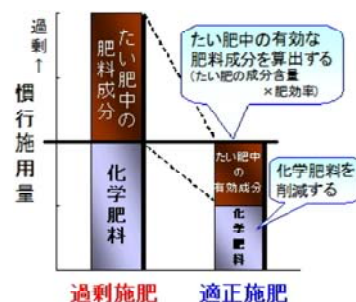


図1 たい肥施肥時の適正施肥法
 (化学肥料代替率=たい肥の有効成分÷慣行施用量)

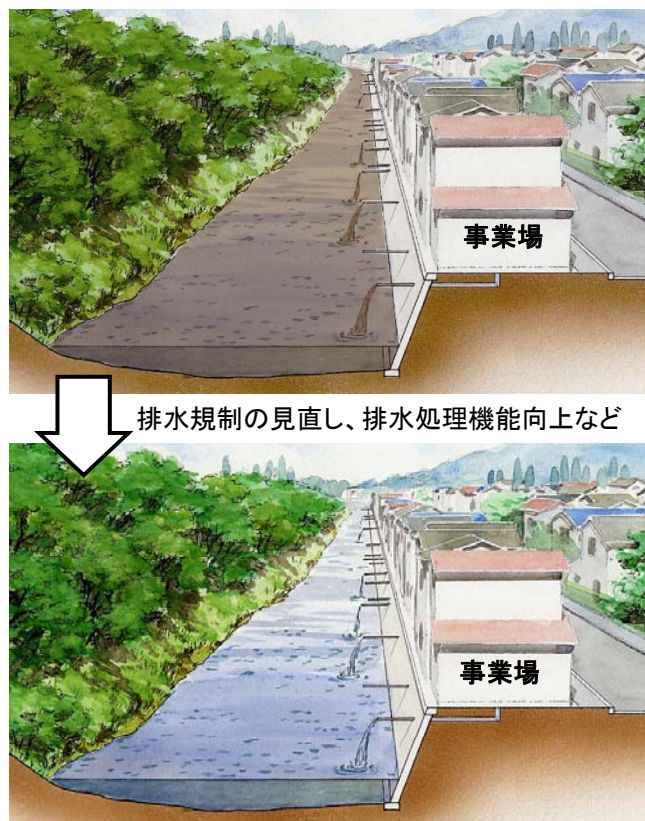
出典：茨城県ホームページ

<http://ibaraki.lin.gr.jp/haisetsu-jirei/h11/index-01.html>

3-7) 流域：工場・事業場排水対策

工場・事業場の排水規制及びさらに強化することで水質改善を図る。事例としては水質保全計画の各種規制措置の実施などがある。既存の工場や事業場の排水規制の見直しや強化、または工場や事業場の排水処理機能を向上させることで水質改善を図る方策である。効果が発現する場所は、対策を実施した箇所及び河川を經由して処理水が流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。

■工場・事業場排水規制のイメージ



■工場の排水処理施設の事例



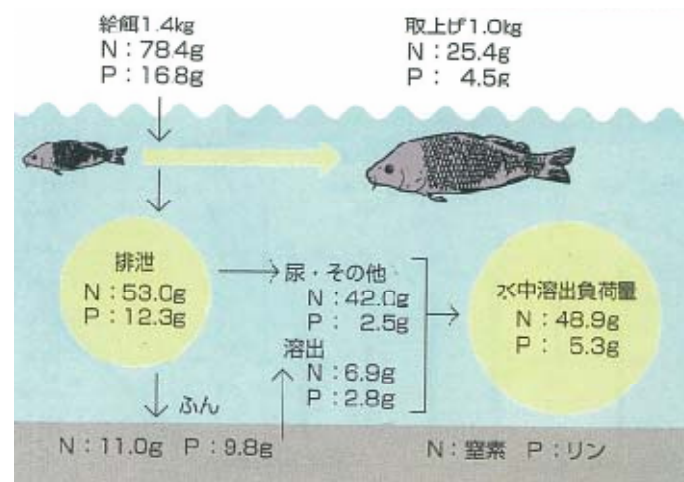
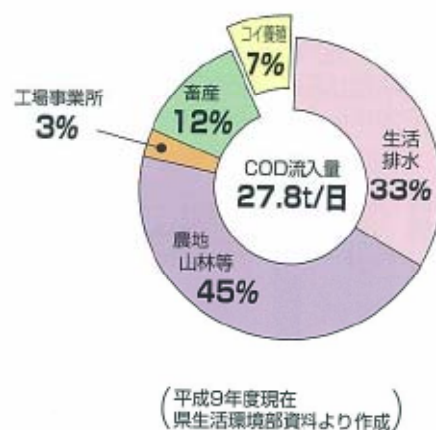
出典：中・小規模排水処理施設用高性能リン除去・回収装置の開発
財団法人しまね産業振興財団

[Http://www.cgr.mlit.go.jp/chiiki-saku/shoko/shoko_jirei/shoko_jirei08.pdf](http://www.cgr.mlit.go.jp/chiiki-saku/shoko/shoko_jirei/shoko_jirei08.pdf)

3-8) 流域：漁業対策（漁獲量の調整）

漁獲量の調整を行い、生物間のバランスを調節することで湖沼の水質改善を図る。事例としては湖沼水質保全計画の漁獲の浄化対策などがある。水産資源の維持増大のためのウナギ種苗の放流や魚介類の産卵・育成の場を造成することで漁獲量の向上を図ることで、漁獲により窒素およびリンの湖外への持ち出しを促進することで水質改善を図る方策である。効果が発現する場所は、湖水に直接影響するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。その他の技術としては、外来種の捕獲などがある。

■ 漁獲量の調整

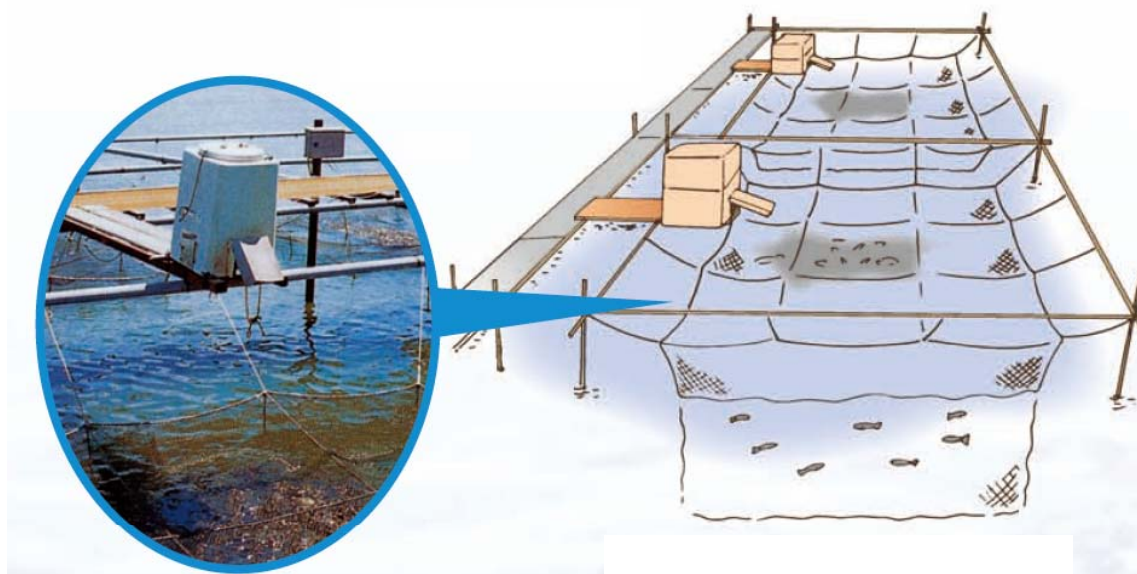


コイ1kgを網いけすで生産する場合、水中へ溶出負荷として尿、ふんから窒素48.9g、リン5.3gが湖水中へ溶出する。

3-9) 流域：漁業対策（エサの量の適正化）

網いけす負荷を削減したりすることで湖沼の水質改善を図る。事例としては湖沼水質保全計画の網いけす養殖業に係る汚濁負荷対策などがある。環境に配慮した養殖を実践するために、餌料の投与の適正処理に関する基準について、その遵守の徹底を図り水質改善を図る方策である。効果が発現する場所は、湖水に直接影響するものであり、湖沼内の水質改善に寄与すると考えられる。

■エサの量の適正化



出典：霞ヶ浦北浦水産振興協議会 茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所

http://www.kasumikita-sinkou.jp/cgi/pamph/data/doc/1206678260_1.pdf

3-10) 流域：農業対策（濁水対策、浄化策）

水田からの濁水流出防止、浄化策を実施することにより、河川・湖沼への流入負荷削減を図る。事例としては湖沼水質保全計画の水田における落水防止、水管理などがある。流域内の畑地において被覆作物(カバークロープ)の普及、また水田水の循環利用により地域外への流出を最小とすることで河川・湖沼への流入負荷削減を図る方策である。効果が発現する場所は、対策を実施した箇所及び処理水が河川を經由して流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。その他の技術としては、代掻きによる濁水流出防止、湖畔波板の設置による漏水防止、農業用水等への自然浄化機能付与などがある。

■カバークロープの事例

降雨時に土壌や栄養塩類が表面流去水によって流されて水路や河川に流入するのを防止する作物



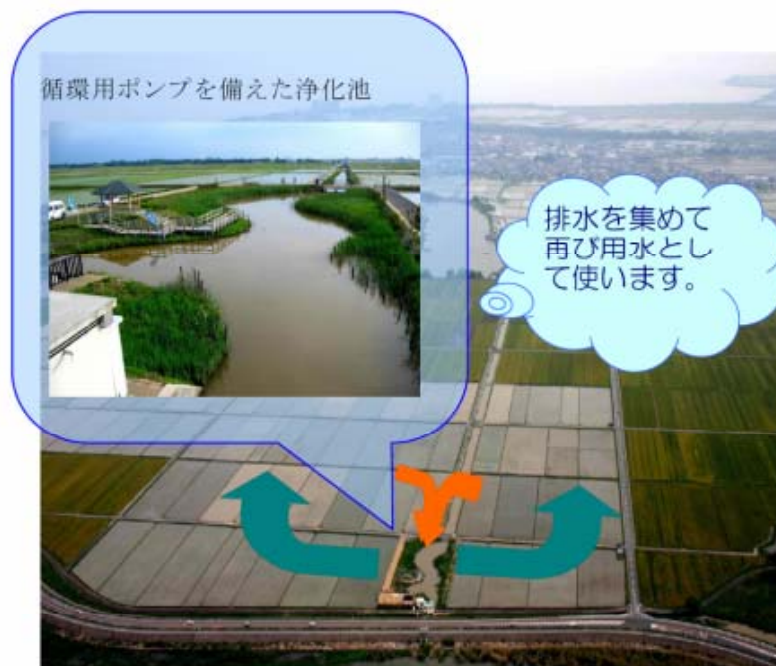
■用水路における浄化の事例

用水路



出典：植生浄化施設計画の技術資料[2007年版]

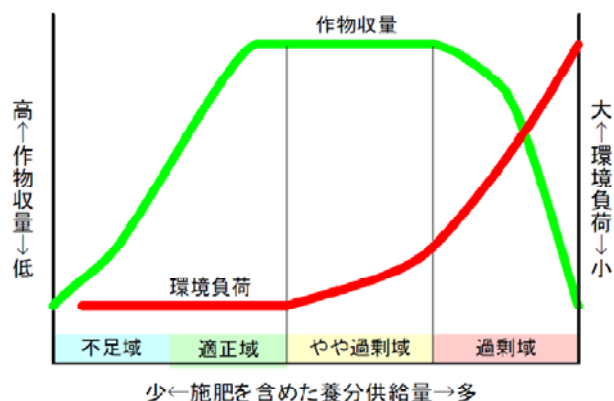
■水田水の循環利用の事例



3-11) 流域：農業対策（施肥調整）

流域内の水田において適正な施肥・水管理を推進して、河川・湖沼への流入負荷削減を図る。事例としては湖沼水質保全計画の施肥調整などがある。土壌診断に基づく適正な施肥指導や施肥田植え機の導入促進により施肥量の削減を行い、河川・湖沼への流入負荷削減を図る方策である。効果が発現する場所は、対策を実施した箇所及び河川を經由して処理水が流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。

■土壌診断に基づく適正施肥の基準



出典：土壌診断 農林水産省 MAFF 環境保全型農業

■施肥の低減技術

側条施肥



移植と同時に基肥が施用できることと、苗の近傍の土中に施肥することで田面水中の肥料成分の溶出低減が期待され、窒素利用率も側条施肥の方が表層施肥や全層施肥よりも高い。

表 基肥の施用位置と水稻の窒素利用率など（¹⁵N法）

基肥位置	利用率	土壌残存	未回収
全層	27.5	48.0	24.5
表層	16.6	34.4	49.0
側条	36.1	25.0	29.4

基肥施用量はそれぞれ4kg/10a
資料 環境保全型農業事業

育苗箱全量施肥



水稻の育苗箱内に、本田期間中の（窒素等）肥料をあらかじめ施用する技術であり、濃度障害を回避するため肥効調節型肥料を使用

肥効調節型肥料



施用された肥料の成分が徐々に溶出することで、肥料成分の利用効率が向上する肥効調節の機能を持った肥料の利用により、施肥量を低減する技術

葉色診断に基づく効率的施肥



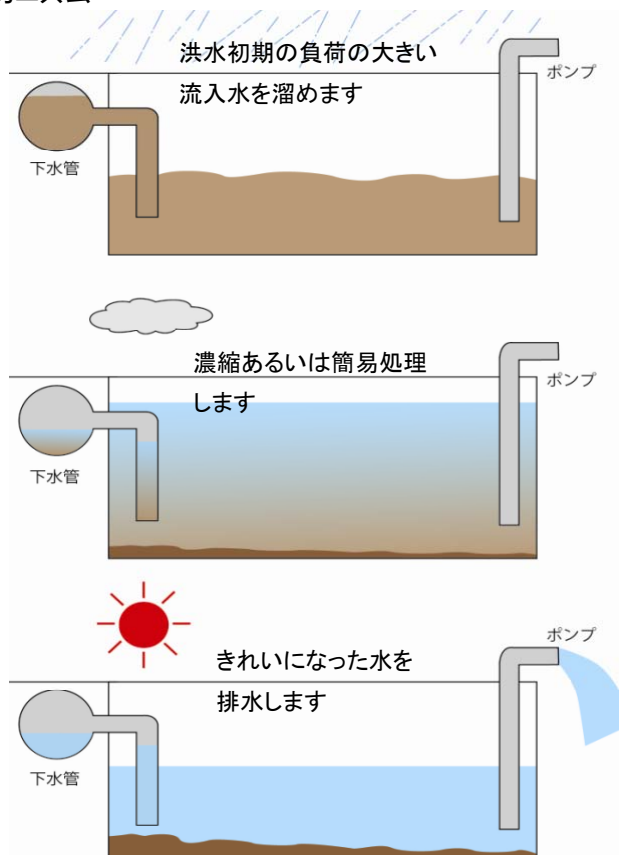
生育途中の作物の葉色による栄養診断の結果を踏まえて、適切な追肥量等を決定する技術

http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/nenryu_koutou/n_kento/pdf/2siryo1.pdf

3-12) 流域：市街地対策

市街地からの汚濁物質の流出抑制を図ることで、河川・湖沼への流入負荷削減を図る。事例としては印旛沼流域の加賀清水調整池などがある。主に粒子態汚濁物質を対象とした浄化施設(沈殿・ろ過を浄化原理とする対策)を設け、雨天時の河川水を溜めて沈澱あるいは簡易処理して放流することで河川・湖沼への流入負荷削減を図る方策である。効果が発現する場所は、施設下流であり河川水が流入する湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。その他の技術としては、道路清掃、各戸貯留、浸透施設による市街地面源対策などがある。

■メカニズム



■調整池の事例

雨水の貯留



懸濁物質の捕捉



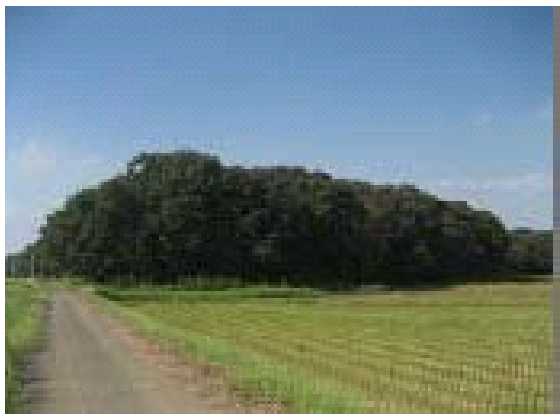
出典：加賀清水調整池

<http://www.rs.noda.tus.ac.jp/hydrolab/theme2/003/317/317.html>

3-13) 流域：山林対策

森林を保全・整備することで河川・湖沼への流入負荷の削減を図る。事例としては湖沼水質保全計画の森林の保全・整備、創出などがある。水質の浄化などの水源かん養機能や土砂流出防止機能などの公益的機能を有している森林の荒廃と減少を抑制するため、保安林の適切な管理等を進めることで、河川・湖沼への汚濁負荷の削減を図る方策である。効果が発現する場所は、対策を実施した箇所の下流であり湖沼の水質改善へも寄与すると考えられる。その他の技術としては、簡易な防災施設(木柵等)の整備などがある。

■間伐や除伐・下草刈りの取り組み事例



農地に隣接する平地林や里山林

出典：茨城県ホームページ

<http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/nourin/rinsei/moridukuri/heichirinseibi.html>



霞ヶ浦の水源である平地林や里山林などの減少と荒廃が進んでいるため森林の保全が必要。

出典：つくば市ホームページ

<http://www.city.tsukuba.ibaraki.jp/266/2461/002836.html>



保全整備された林内の様子

出典：茨城県ホームページ

<http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/nourin/rinsei/moridukuri/heichirinseibi.html>